

第54回
日本理学療法学会学術大会

The 24th Congress of
Japanese Society of Physical Therapy Fundamentals



第24回日本基礎理学療法学会学術大会
—理学療法による
ニューロモデレーションの可能性—
プログラム・抄録集

学術大会長 大西秀明（新潟医療福祉大学）

開催日 2019年11月30日(土), 12月1日(日)

会場 朱鷺メッセ 新潟コンベンションセンター
(新潟市中央区万代島6番1号)

次世代の光脳機能イメージングへ

Next Generation of Functional Optical Imaging

for basic research

研究用光脳機能イメージング装置
functional Near-Infrared Spectroscopy System

LABNIRS

labnirs



基礎研究から計測領域
をフォーカスした研究へ

基礎から応用まで
用途に合わせて
ご利用いただけます

フィールドで計測した
データを詳細な解析に

for research in the field

研究用ポータブル光脳機能イメージング装置
functional Near-Infrared Spectroscopy System

LIGHTNIRS

lightnirs



第24回日本基礎理学療法学会学術大会

—理学療法によるニューロモデュレーションの可能性—

プログラム・抄録集

学術大会長 大西秀明（新潟医療福祉大学）
開催日 2019年11月30日(土)，12月1日(日)
会場 朱鷺メッセ 新潟コンベンションセンター
（新潟市中央区万代島6番1号）

学会アプリ

学会アプリから学会プログラム、演題抄録などを閲覧することができます。



iPhone QRコード



Android QRコード

大会長挨拶



第24回日本基礎理学療法学会学術大会

大会長 大西 秀明

新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部

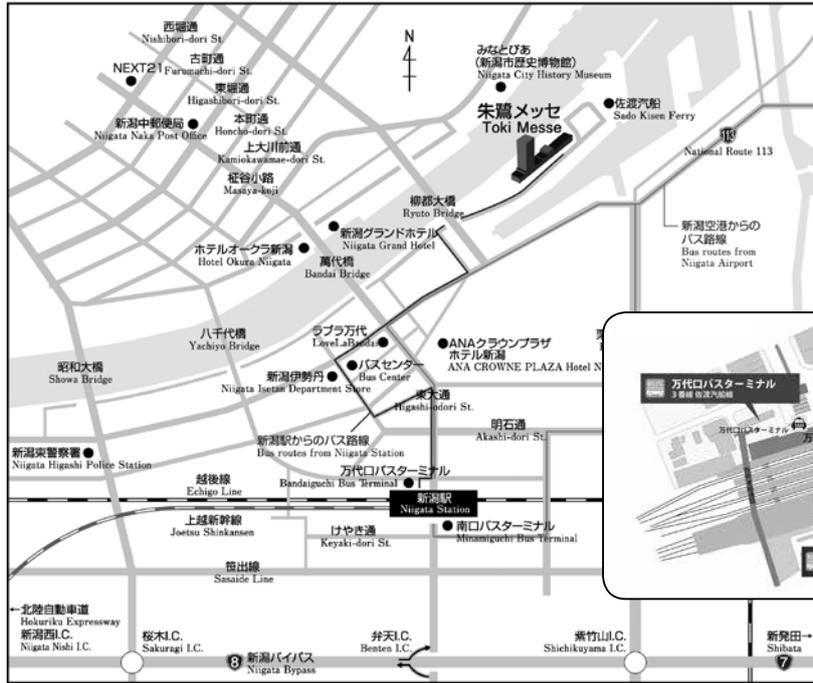
この度、第24回日本基礎理学療法学会学術大会を2019年11月30日（土）から12月1日（日）の2日間にわたり新潟市の新潟コンベンションセンター（朱鷺メッセ）にて開催させて頂くことになりました。

日本基礎理学療法学会は、臨床における理学療法効果の根拠となる知見を得るための学問分野として、真に科学的な理学療法学の発展に寄与することを目的に設立されました。この目的を達成するために、1) 人体構造・機能・情報学、2) 身体運動学、3) 神経生理学（運動制御・運動学習）、4) 生体評価学、5) 運動生理学の5つの研究領域が設けられています。本学術大会は、これら5つの領域に関連する最新の研究成果についての議論を深め、理学療法学の発展および学術的な基盤形成を通して人々の健康と幸福に貢献することを趣旨としています。

ご承知の通り、再生医療やブレインマシンインターフェイスをはじめとした医療技術が著しく進歩し、今後、益々発展することが期待できます。理学療法に関連した領域においても神経修飾を目指した様々な運動療法や非侵襲的脳刺激法、体性感覚刺激法に関する研究成果が報告されています。そこで、本学術大会テーマを「理学療法によるニューロモデュレーションの可能性」としました。日本基礎理学療法学会が研究領域とする5つの領域の中でも、特に神経生理学（運動制御・運動学習）に焦点を当て議論を深めたいと考えています。そのため、特別講演では「『スマートリハ』が拓くりハビリテーションの可能性」として慶応義塾大学の里宇明元教授にご講演頂きます。さらに、10個の教育講演と4つのシンポジウム、5つのランチョンセミナーを企画しています。演題発表では、口述発表96題、ポスター発表182題の合計278題が発表されます。

本大会が、社会のニーズの答えられる理学療法学の発展に寄与できる場になることを願っています。

会場案内図

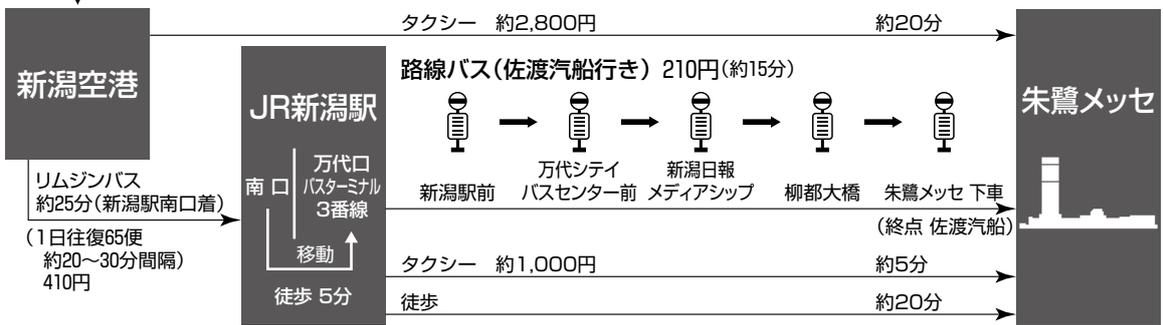


朱鷺メッセ 新潟コンベンションセンター
 〒950-0078 新潟市中央区万代島6番1号
 TEL : 025-246-8400 FAX : 025-246-8411 URL : <http://www.tokimesse.com/>

■アクセス(朱鷺メッセ 新潟コンベンションセンター)

飛行機を利用する	札幌	新千歳空港	約1時間15分	新潟空港
	成田	成田空港	約1時間10分	
	大阪	大阪国際空港(伊丹空港)	約1時間	
	名古屋(中部国際)	中部国際空港	約1時間	
	名古屋(小牧)	県営名古屋空港	約1時間	
	福岡	福岡空港	約1時間40分	
	沖縄	那覇空港	約3時間	

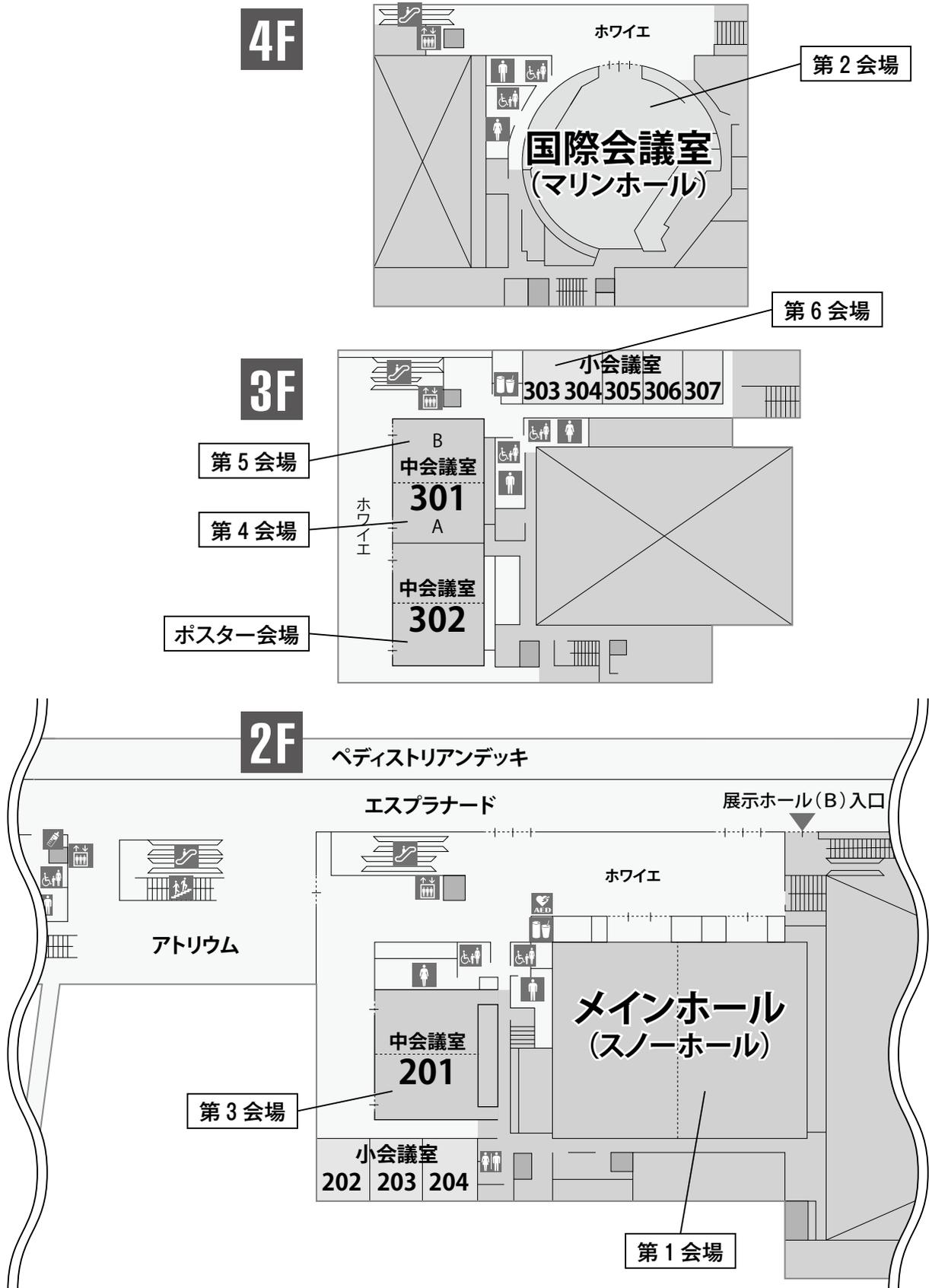
●各航空会社へお問い合わせください。<http://www.n-airport.co.jp/flight/>



鉄道を利用する	秋田	特急いなほ	約4時間	JR新潟駅	
	仙台	東北新幹線	JR大宮駅 上越新幹線		約3時間50分
	東京	上越新幹線	約2時間		
	金沢	北陸新幹線	上越妙高駅 特急しらゆき		約3時間10分
	名古屋	東海道新幹線	JR東京駅 上越新幹線		約3時間30分
	大阪	東海道新幹線	JR東京駅 上越新幹線		約5時間

● <http://www.jrniigata.co.jp/>

フロアマップ



ご参加の皆さまへ

1. 参加登録費

● 日本理学療法士協会 会員

事前参加登録	¥8,000
当日参加登録	¥10,000

筆頭発表者に該当する日本理学療法士協会会員は、事前参加登録をしてください。

事前登録は定員に達した場合には早期に締め切る可能性がございます。参加をご予定の方は早めにお申し込みください。

また、申込状況によっては当日参加受付を実施しない場合がございます。予めご了承ください。

● 日本理学療法士協会 非会員

当日参加登録のみ

理学療法士有資格者	¥15,000
理学療法士以外	¥10,000
学生	¥1,000
筆頭発表者に該当する学生	¥5,000

- 1) 全日程参加のみで、デイパスはありません。
- 2) 理学療法士の有資格者で、日本理学療法士協会の会費が未納の方、入会手続きが完了していない方、体会中の方は非会員の扱いとなります。
- 3) 学生には理学療法士の有資格者は該当しません。当日、受付にて学生証を提示してください。また、筆頭発表者に該当する学生は、参加費の区分が異なりますのでご注意ください。
- 4) 日本理学療法士協会会員の方については、出張許可書をマイページからダウンロードできます。
- 5) 日本理学療法士協会会員の方については、後日、参加登録費領収書をマイページからダウンロードできます。当日、受付ではお渡しできません。
- 6) 各会場での混雑状況によっては安全管理上、入場制限をさせていただく場合がございます。この場合の参加登録のキャンセル・変更には応じかねますので、予めご了承ください。
- 7) 日本理学療法士協会の会員の方は、会員証による会員証明・参加受付・ポイント管理を導入しております。当日は忘れずにお持ちください。
- 8) 第24回日本基礎理学療法学会学術大会開催期間中に、「専門理学療法士（基礎）必須発表会」が行われ、双方の聴講が可能です。ただし、以下に該当する会員は、「専門理学療法士（基礎）必須発表会」で発表する方であっても、本大会への参加登録が必要です。ご注意ください。
 - ① 本大会の講師またはシンポジウムの発言者を務める会員
 - ② 本大会にて筆頭演者として発表を希望する会員
 - ③ 本大会の座長を務める会員
 - ④ 本大会の学会参加ポイント付与を希望する会員

2. 事前参加登録方法

- 1) 事前参加登録は、日本理学療法士協会会員のみ可能です。
- 2) 日本理学療法士協会マイページよりお申し込みください。
- 3) 事前参加登録 受付期間

楽天カード支払い選択可能期間	2019年11月21日（木）まで
現金振り込み（コンビニエンスストア）可能期間	2019年10月30日（水）まで
口座振り込み（銀行）可能期間	2019年10月28日（月）まで

3. 当日参加登録方法

- 1) 日本理学療法士協会会員の方は、専用受付窓口にて日本理学療法士協会会員証を提示して下さい。後日、参加費を日本理学療法士協会から請求します。
- 2) 日本理学療法士協会非会員・学生の方は、会場に用意された参加登録票をご記入の上、該当する受付で参加費の支払い（現金支払いのみ）及び受付をお済ませ下さい。

4. プログラム・抄録集

- 1) プログラム集・抄録集は、本学会ホームページ（<http://24jsptf.com/>）にて公開いたします。
- 2) 当日受付にてプログラム・抄録集をお渡ししますが、数に限りがありますので、事前参加登録をされた参加者が優先となります。

5. 学会アプリ

- 1) QRコードから学会アプリをダウンロードすると学会プログラム、演題抄録などを閲覧することができます。また、抄録（PDF）閲覧時する際に、以下のパスワードをご入力下さい。

Password : jsptf24



iPhone QRコード



Android QRコード

6. 参加受付

	11月30日（土）	12月1日（日）
2階 ホワイエ（メインホール前）	11：30～17：00	8：00～14：10

7. クロークサービス

	11月30日（土）	12月1日（日）
1階 エントランス	11：30～18：30	8：00～15：30

貴重品及び雨具等はお預かりできませんので予めご了承ください。
各自管理をするようにしてください。

8. 生涯学習ポイント

- 1) 参加受付で日本理学療法士協会会員証をカードリーダーにかざすことにより、生涯学習ポイントが自動管理されます。
- 2) マイページへの反映は、1か月ほどかかります。生涯学習ポイントに関するお問い合わせは、日本理学療法士協会までお願いします。

9. ランチョンセミナー

- 1) 大会2日目(12月1日)にランチョンセミナーを開催いたします。大会プログラムをご確認ください。
- 2) ランチョンセミナーでは、昼食(お弁当)を準備しております。昼食には、引換券が必要となります。昼食(お弁当)の引換券は、当日(12月1日)の8:20から参加受付(2階 ホワイエ:メインホール前)にて配布いたします。ただし、数に限りがございますので、ご了承ください。
- 3) ランチョンセミナーは、昼食(お弁当)の引換券がなくても、視聴することができます。

10. 企業展示及び書籍展示

企業展示	3階 ホワイエ (301, 302前)
書籍販売	2階 ホワイエ (メインホール前)

11. 託児所

	11月30日(土)	12月1日(日)
朱鷺メッセ内 *詳細は申込者のみ案内	12:00~18:30	8:30~15:20

12. ドリンクサービス

会場内にて、ドリンクサービスを行います。ご自由にご利用ください。

13. 飲食

会場内での飲食は可能ですが、他の参加者や演者の皆さんにご配慮ください。
ごみは各自お持ち帰りください。

14. 懇親会

下記の日時で懇親会を開催します。

多くの皆様からのご参加をお待ちしております。

日時: 2019年11月30日(土) 19:00~

会場: ホテル日航新潟 Befcoばかうけ展望室(学会会場とは異なります)

会費: 事前申込: 5000円

*当日申込: 定員に空きがある場合に限り: 5500円

募集定員: 150名(予定)

参加締切申込: 2019年11月15日(金)

15. その他

1) 名札の携帯

受付時に名札とネームホルダーをお渡しします。名札に必要事項をご記入のうえ、名札の入ったネームホルダーを首から下げるようにしてください。名札の確認ができない方は、会場への入場をお断りします。

2) カメラ・ビデオ撮影・録音

撮影許可証を持たない方のプログラム（ポスター演題含む）のカメラ・ビデオ撮影（カメラ付き携帯電話等を含む）・録音などは、講演者や発表者の著作権保護や対象者のプライバシー保護のため禁止にさせていただきます。

万が一、撮影・録音をしている方を見かけましたらデータを削除させていただきます。また、撮影・録音をしている方を見かけましたら近くのスタッフまでお声掛けください。

3) 携帯電話の使用

会場内では必ず電源を切るかマナーモードに設定してください。また、プログラム中の通話は禁止させていただきます。

4) 会場内での呼び出し

会場内での呼び出しはできません。

5) 喫煙

会場は全館禁煙です。喫煙は屋外喫煙コーナーをご利用ください。周辺道路での喫煙も近隣住民の迷惑となりますのでご遠慮ください。

6) 非常口の確認

緊急・非常時にはスタッフの誘導に従ってください。また、緊急時に備えて必ず各自で非常口の確認をお願いいたします。

7) 公衆無線LANサービス

会場内では無料Wifiが使用可能です。

【SSID】 TOKI_Premium_WiFi 【Password】 reiwa2019

お問い合わせ先
第24回日本基礎理学療法学会学術大会 準備委員会：新潟医療福祉大学リハビリテーション学部理学療法学科 〒950-3198 新潟県新潟市北区鳥見町1398番地 E-mail：24jsptf@jspt.ne.jp

座長・演者の皆さまへ

1. 座長へのお願い

- 1) 参加受付を済ませた後、該当セッション当日の開始30分前までに座長受付へお越しく下さい。

	11月30日（土）	12月1日（日）
朱鷺メッセ受付（スノーホール前）	12：00～	8：00～

- 2) 該当セッションの開始10分前までに各発表会場内の次座長席にご着席ください。
- 3) 該当セッションの進行に関しては座長に一任します。
- 4) 必ず予定の時刻までに終了するようにお願いします。
- 5) 不測の事態にて座長の職務が遂行不可能であるとご判断された場合には、速やかに座長受付までご連絡ください。
- 6) 審査対象演題については、座長に審査をしていただきます。
該当セッションに審査対象演題が含まれる場合は、座長受付で審査票をお渡しますのご確認をお願いします。

2. 一般口述発表およびポスター発表の演者へのお願い

- 1) 本学会では、利益相反の有無について必ず公表するようお願いいたします。
日本理学療法士学会の利益相反の開示に関する基準については、日本理学療法士学会ホームページ (http://www.japanpt.or.jp/upload/jspt/obj/files/shinsa/jspt_coi_20180721.pdf) を参照してください。
- 2) 日本理学療法士学会の利益相反の開示への対応については、日本理学療法士学会ホームページ (http://www.japanpt.or.jp/upload/jspt/obj/files/shinsa/coi_slide_sample.pdf) を参照してください。
- 3) 一般口述発表については、発表スライドの最初に利益相反について記載してください。
- 4) ポスター発表については、ポスターの中に利益相反について記載してください。

3. 一般口述発表の演者へのお願い

- 1) 発表時間は、発表7分、質疑応答3分です。座長の進行に従い、時間を厳守してください。
- 2) 参加受付を済ませた後、該当セッション開始の45分前までに演者受付にて発表データを提出してください。
- 3) 演者は発表データの入ったメディア（USBフラッシュメモリ）をご持参してください。個人のPC本体を持ち込んで発表することはできません。
- 4) 該当セッションの開始10分前までに各発表会場の次演者席にご着席ください。
- 5) 筆頭演者が発表できない場合は必ず共同演者が発表を行ってください。演者に変更がある場合は、必ずセッションの開始30分前までに演者受付までご連絡ください。

4. 一般口述発表のデータについて

- 1) 持ち込むデータは、必ず事前にウイルススキャンを行ってください。
- 2) ファイル名は「演題番号_演者名.ppt」としてください。

- 3) 大会事務局で用意しているPCのOSはWindows 10, アプリケーションソフトはPowerPoint2016です.
- 4) PowerPointに標準搭載されているフォントのみ使用可能です. 発表者専用表示の発表者ツールはご使用できません.
- 5) データを作成したPC以外で正常に動作するか, 事前に確認してください. 事前にWindows PCにて文字のずれ等, 動作確認を行ってください. 特にMacintosh版PowerPointで作成したデータは, 互換性が損なわれる可能性があります.
- 6) 一般演題では動画, 音声の使用はできません. 静止画像を使用する場合は, JPEG形式としてください.
- 7) 大会のPCにコピーしたデータは, 会期終了後に大会主催者側で責任を持って削除いたします.

5. ポスター発表の演者へのお願い

- 1) 座長なしの自由討議のみとなります.
- 2) ポスター発表については演者受付を行いません. 各パネル前にリボンを用意しますので, 胸に付けるようにしてください.
- 3) 各自, プログラムで該当セッションの日時を確認し, セッション開始時刻10分前にご自身のポスターの前で待機してください. 該当セッション時間中は, ご自身のポスターの前から離れないようお願いいたします.
- 4) ポスターサイズは, 横110cm×縦160cmの範囲とします.
- 5) パネル左上の演題番号とポスターの貼付に必要な画びょうは大会側でご用意いたします.
- 6) ポスターは予め指定された時間内に, 指定された場所(ご自身の演題番号のパネル)に貼付し, 発表後は指定された時間内に撤去して必ず各自でお持ち帰りください.
- 7) 撤去時間より前に撤去しないようお願いいたします.
- 8) 撤去時間を過ぎても撤去されないポスターは大会側で処分しますので予めご了承ください.



	11月30日 (土)	12月1日 (日)
ポスター貼付時間	12:30~13:30	9:40~10:40
ポスター閲覧時間	13:30~17:20	9:40~13:40
ポスター発表時間	17:20~18:20	13:40~14:40
ポスター撤去時間	18:20~18:50	14:40~15:10

大会日程

大会日程 11月30日（土） 1日目

	第1会場 メインホール	第2会場 マリンホール	第3会場 中会議室201	第4会場 中会議室301A	第5会場 中会議室301B	ポスター会場 中会議室302	第6会場 小会議室303・304
12	12:00 受付開始		運営関連会議 ・若手研究会の会 9:00～10:00 ・運営幹事会 10:00～12:00 小会議室(306) ＊関係者のみ			12:30-13:30 ポスター貼付	
	12:30-13:00 開会式・表彰式						
13	13:00-14:00 教育講演1 脳損傷からの機能回復と神経可塑性の変化 講師：肥後範行 司会：浦川 将	13:00-14:00 教育講演2 慢性疼痛をどう捉えて治療に結びつけるかー脳と心の視点からチームアプローチまでー 講師：西原真理 司会：中野治郎	13:00-14:30 シンポジウム1 非侵襲的脳刺激と理学療法 講師：野島一平、犬飼康人、久保田雅史、山口智史 司会：大鶴直史、菅田陽怜	13:00-14:00 口述1 神経生理学1 (1O1-01～06) 座長：齊藤展士、渡邊観世子	13:00-14:00 口述2 構造・機能・情報学1 (1O2-01～06) 座長：坂本美喜、田中正二	13:30-17:20 ポスター閲覧	13:00-14:00 専門理学療法士必須発表会1 司会：中江秀幸
14	14:05-15:05 教育講演3 皮質内抑制回路の可視化とその応用 講師：濱田 雅 司会：菅原憲一	14:05-15:05 教育講演4 ニューロフィードバックによる知覚・認知変容の仕組み 講師：柴田和久 司会：上原信太郎	14:35-16:05 シンポジウム2 中枢神経と痛みの多角的関与 講師：長坂和明、大鶴直史、西上智彦 司会：中野治郎、田口 徹	14:05-15:05 口述3 神経生理学2 (1O3-01～06) 座長：浅賀忠義、冷水 誠	14:05-15:05 口述4 身体運動学1 (1O4-01～06) 座長：市橋則明、相馬俊雄		14:05-15:05 専門理学療法士必須発表会2 司会：北地 雄
15	15:10-16:10 教育講演5 ネオ・リハビリテーションを目指す非侵襲的脳刺激法 講師：美馬達哉 司会：野島一平	15:10-16:10 教育講演6 大脳の神経血管連関と酸素輸送ダイナミクス 講師：正本和人 司会：椿 淳裕		15:10-16:10 口述5 神経生理学3 (1O5-01～06) 座長：山口智史、松木明好	15:10-16:10 口述6 身体運動学2 (1O6-01～06) 座長：谷埜予士次、三谷保弘		15:10-16:10 専門理学療法士必須発表会3 司会：鈴木俊明
16	16:15-17:15 特別講演1 「スマートリハ」が拓くりハビリテーションの新たな可能性 講師：里宇明元 司会：大西秀明						
17						17:20-18:20 ポスター1 構造・機能・情報学1 (1P1-01～24) ポスター2 身体運動学1 (1P2-01～20) ポスター3 神経生理学1 (1P3-01～28) ポスター4 運動生理学1 (1P4-01～08) ポスター5 生体評価学1 (1P5-01～11)	
18						18:20-18:50 ポスター撤去	

大会日程 12月1日(日) 2日目

	第1会場 メインホール	第2会場 マリンホール	第3会場 中会議室201	第4会場 中会議室301A	第5会場 中会議室301B	ポスター会場 中会議室302	第6会場 小会議室303・304
8							
9	8:40-9:20 大会長基調講演 理学療法によるニューロモ デュレーションの可能性 講師：大西秀明 司会：藤澤宏幸 次期大会長挨拶	8:40-9:40 教育講演7 浸水によって生じる中枢神 経活動と技能習熟強化への 応用可能性 講師：佐藤大輔 司会：山口智史	8:40-9:40 口述7 神経生理学4 (207-01~06) 座長：浦川 将、 上原信太郎	8:40-9:40 口述8 生体評価学1 (208-01~06) 座長：吉田啓晃、宮崎宣丞	8:40-9:40 口述9 構造・機能・情報 学2 (209-01~06) 座長：石田和人、李佐知子	8:40-9:40 ポスター貼付	8:40-9:40 専門理学療法士必須発表会4 司会：坂本美喜
	9:30-11:30 シンポジウム3 U39最先端研究紹介 講師：中島和希、宮口翔太、 堀田一樹、高林知也、 山縣桃子、松木明好 司会：市橋則明、河上敬介	9:45-10:45 教育講演8 工学技術による身体機能の 拡張 講師：栗田雄一 司会：大鶴直史	9:45-10:45 口述10 神経生理学5 (2010-01~06) 座長：久保雅義、菅田陽伶	9:45-10:45 口述11 生体評価学2 (2011-01~06) 座長：小林 武、高橋博愛	9:45-10:45 口述12 構造・機能・情報 学3 (2012-01~06) 座長：山田崇史、荒川高光	9:40-13:40 ポスター閲覧	9:45-10:45 専門理学療法士必須発表会5 司会：前島 洋
10							
11		10:50-11:50 教育講演9 スポーツと脳 講師：荒牧 勇 司会：金子文成	10:50-11:50 口述13 神経生理学6 (2013-01~06) 座長：高橋 真、齊藤 慧	10:50-11:50 口述14 身体運動学3 (2014-01~06) 座長：金井秀作、鈴木博人	10:50-11:50 口述15 運動生理学1 (2015-01~06) 座長：中川義嗣、縣 信秀		10:50-11:50 専門理学療法士必須発表会6 司会：石田和人
12	12:10-13:00 ランチョンセミナー1 リハビリテーション分野に おけるニューロフィード バック技術の応用～現状と 将来展望～ 講師：三原雅史 協賛：株式会社島津理化 司会：服部憲明	12:10-13:00 ランチョンセミナー2 磁気刺激と応用行動 講師：鈴木 誠 協賛：株式会社ミュキ技研 司会：菅原和広	12:10-13:00 ランチョンセミナー3 足底屈背屈実験装置を用い た反復他動運動が脊髄相反 性抑制に与える効果 講師：平林 怜、石川孝司 協賛：竹井機器工業株式会社 司会：堀 幹雄	12:10-13:00 ランチョンセミナー4 胃癌胃切除後の運動、栄養 介入の重要性～多職種協働 による取り組み～ 講師：西田保則 協賛：株式会社大塚製薬工場 司会：森下慎一郎	12:10-13:00 ランチョンセミナー5 脳卒中リハビリテーション ～上肢運動麻痺に対する新 しい治療戦略構築の試み～ 講師：金子文成 協賛：インターリハ株式会社 司会：霜鳥大希		
13	13:10-14:40 共催シンポジウム 運動時の脳活動と循環調節 講師：佐藤耕平、石井 圭、 樫 淳裕 司会：樫 淳裕	13:10-14:10 教育講演10 脳情報の活用によるリハビ リテーションの進展 講師：菅田陽伶 司会：久保田雅史		13:10-14:10 口述16 身体運動学4 (2016-01~06) 座長：黒澤和生、石田 弘			13:10-14:10 専門理学療法士必須発表会7 司会：中山恭秀
14						13:40-14:40 ポスター6 構造・機能・情報学2 (2P1-01~24) ポスター7 身体運動学2 (2P2-01~20) ポスター8 神経生理学2 (2P3-01~29) ポスター9 運動生理学2 (2P4-01~08) ポスター10 生体評価学2 (2P5-01~10)	
	14:50-15:00 閉会式					14:40-15:10 ポスター撤去	
15							
16							

**大会長基調講演
特別講演
教育講演
シンポジウム**

大会長基調講演 理学療法によるニューロモデュレーションの可能性

12月1日（日） 8:40-9:20

会場：第1会場 メインホール

新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科 大西秀明

司会：藤澤宏幸（東北文化学園大学）

随意的な運動を反復して行うことにより運動遂行能は向上するが、理学療法の対象者には随意的な運動が容易でない場合が多々ある。そのため、何らかの外的刺激によって運動遂行能向上に寄与できれば、運動麻痺に対する理学療法として重要な意義がある。また、体性感覚機能を向上させるための最適な治療法は不明である。このような背景のもと、我々のグループでは種々の外的刺激（例えば電気刺激や機械的触圧覚刺激、他動運動刺激、非侵襲的脳刺激など）が、皮質興奮性や運動機能、体性感覚機能、バランス機能などに及ぼす影響について研究している。本講演では、外的刺激が皮質興奮性や運動機能・感覚機能に及ぼす影響について概説する。

機械的な触圧覚刺激を示指先端に与えた場合、刺激後約50ミリ秒で一次体性感覚野が活動し、約100ミリ秒で両側の二次体性感覚野が活動する（Onishi H, et al, 2011, 2013）。一方、機械的触圧覚刺激を20分間繰り返して与えることにより一次運動野（M1）の興奮性が増大することもあれば、減弱することもある。例えば、単純な触圧覚刺激を繰り返して与えるとM1の興奮性が減弱するが、皮膚を擦るように与えるとM1の興奮性が増大する（Kojima S, et al, 2018）。さらに、M1の興奮性が増大する刺激では、運動遂行能も向上することが分かっている。また、別の実験では、随意運動と触圧覚刺激を組み合わせたアクティブタッチを10分間繰り返すことにより二点識別覚が向上することも明らかになっている。このように、機械的な触覚刺激を用いることにより、神経系の興奮性に影響を及ぼすだけでなく、運動機能や体性感覚機能などを変調させることが可能である。これらに加えて、他動運動刺激による皮質活動（Onishi H, et al, 2013）や反復的な他動運動刺激が皮質興奮性に及ぼす影響（Sasaki R, 2018; Tsuiki S, et al, 2018）についても時間の限り紹介したい。

【MEMO】

特別講演1 「スマートリハ」が拓くりハビリテーションの新たな可能性

11月30日（土） 16:15-17:15

会場：第1会場 メインホール

慶應義塾大学 医学部 リハビリテーション医学教室 里宇明元

司会：大西秀明（新潟医療福祉大学）

革新的ニューロリハビリテーション（リハ）技術の開発・実用化には、神経科学研究の知見と臨床的エビデンスの蓄積、知財マネジメント、医療機器としての製品化・薬機法承認・事業化が必要となる。慶應義塾医工連携チームによるニューロリハ機器開発は、複数の公的資金による支援を受け、実用化に向けて歩みを進めてきた。

その過程で、ITを活用してリハ室内で発生するすべてのデータを収集・統合・活用し、適応判断に基づき、既存のリハ治療と先端リハ治療を統合しながら最適治療をシームレスに提供する新たなリハの姿としての「スマートリハ」を着想した。

従来のリハは、障害の予防・回復・代償において多くの成果を挙げてきたが、①評価データが断片的・断片的で統合されていない、②評価-治療のサイクルが不十分、③治療が体系化されていない、④治療中のデータを活かしていない、⑤最重度例への対応が困難、という課題を抱えていた。われわれは、これらの課題を解決するための新たなプラットフォームとして、スマートリハを提案している。そのコンセプトは、「つなぐ・つながる」であり、ITを活用してリハ室内で発生するさまざまなデータをニューロクラウドに蓄積・統合・活用し、ビッグデータに基づく適応判断支援を実現するという考えかたである。これにより、リハ医療の最適化・効率化・高度化・体系化を図るとともに、スマートリハ室自体が自律的に進化を遂げていくことを目指している。

スマートリハの実現により、適応判断に基づいた適切な治療が効率的、効果的に提供されるとともに、重度障害例を含めた多様な病態の治療が可能となり、治療適応範囲が飛躍的に拡大することが見込まれる。さらに、スマートリハ室は、先進リハ医療実践の場であるとともに、臨床に根ざした神経科学研究の推進、新規リハ機器の研究開発・臨床実証・事業化、未来を拓くりハ医療者・研究者・企業人育成の場となることが期待される。

【MEMO】

教育講演 1 脳損傷からの機能回復と神経可塑的变化

11月30日（土） 13:00-14:00

会場：第1会場 メインホール

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人間情報研究部門

ニューロリハビリテーション研究グループ 肥後範行

司会：浦川 将（広島大学大学院）

発達期の脳だけでなく成熟した脳においても、その機能や構造を変える「可塑性」と呼ばれる性質があることが知られている。脳が損傷を受けた後に生じる機能的回復の背景に神経の可塑的变化があると考えられ、脳損傷モデル動物を用いた研究によって、その詳細が明らかになりつつある。我々はヒトと同じ霊長類に属し、ヒトに近い体格と脳構造を持つマカクサルをモデル動物とし、脳からの運動出力を担う一次運動野（M1）の上肢運動領域に局所的な脳損傷を作成した後の機能回復過程を検証した。M1の損傷直後から、対側の上肢に運動麻痺が生じた。脳損傷後の運動訓練が自然回復に比べてどの程度回復を促進するのかを検証するため、運動訓練群と、非訓練群の間で上肢運動の回復過程を比較した。その結果、訓練群では損傷後1～2ヶ月で巧緻動作の回復が生じたのに対し、非訓練群では指の分離した動きが未熟であるため、親指の背側面で把持する代償的な把握が定着した。独立した指運動を必要とする巧緻動作の回復は、M1損傷後の積極的な運動訓練により促進されると考えられる。回復の背景にある脳活動の変化を調べたところ、機能回復に伴って、運動前野腹側部（PMv）と呼ばれるM1の前方に存在する別の皮質領野で活動の上昇がみられた。この領域の活動を抑制した時に回復した把握動作の障害が再発したことから、PMvの活動上昇が上肢運動の機能回復に必須であると考えられる。さらに最近の研究で、活動の変化の背景にある脳の構造や遺伝子発現の変化についても明らかになりつつある。本講演では、回復過程で生じる脳活動変化を評価する技術、および回復に必要な可塑的变化を促進する技術開発の取り組みも合わせて紹介する。一方、脳損傷後に悪い方向の可塑的变化が生じると、痛みを生じることがある。最近のモデル動物を用いた研究により明らかになった、痛みの発症メカニズムの一端についても紹介する。

教育講演 2 慢性疼痛をどう捉えて治療に結びつけるか —脳と心の視点からチームアプローチまで—

11月30日（土） 13:00-14:00

会場：第2会場 マリンホール

愛知医科大学 医学部 学際的痛みセンター 西原真理

司会：中野治郎（長崎大学）

慢性の痛みは比較的単純な構造で理解できるものもあるが、難治化すると複雑なタペストリーのように見える場合も少なくない。では一体どのように複雑な痛みを理解すれば良い治療に結びつけることができるだろうか？まず、痛みが慢性化する要因としては脳を中心とした神経系に広がる機能的、構造的な可塑性変化を考える必要がある。これは神経障害性疼痛に代表されるが、更に難治化した痛みを考える時には心の領域も含めた要素を考慮しなくてはならない。この例としては精神障害によって大きく影響されるようなケースや心理要因（いつも見えないとは限らない）の色濃いケースなどが挙げられるだろう。こうしてみると、身体的アプローチと精神・心理・社会的アプローチとに分けて考えられやすいのだが、実は分けることではなく、いかに統合できるかというところに治療の成否を決める鍵がある。症例などを混じえながら、この統合についての考え方を提示してみたい。

さて、痛みに対する理学療法は本学会のシンポジウムで別に取り上げられていることから分かるように、その重要性は幅広く認知されるようになってきた。演者は集学的治療に重点をおいた痛みセンターに所属しているが、明確に述べたいのは慢性疼痛の治療における中心は「理学療法」に他ならないという事実である。侵襲的な外科治療、薬物療法は慢性疼痛への適応は限定的であり、むしろ制限が必要にすらなる。しかし、上手に身体活動を上げることは運動器の痛みのみならず頭痛や内臓痛など幅広い痛みに対しても良い治療効果に直結する。また、更にもう一つの治療軸になりうる精神療法・心理療法であるが、これも理学療法との組み合わせでより大きな力を発揮すると考えられている。この点についても実例を挙げながら述べてみたい。

教育講演 3 皮質内抑制回路の可視化とその応用

11月30日（土） 14:05–15:05

会場：第1会場 メインホール
東京大学医学部附属病院 脳神経内科 濱田 雅
司会：菅原憲一（神奈川県立保健福祉大学）

神経系の機能制御システムの一つに興奮抑制バランスがあるように、抑制回路・抑制系は神経機能制御において重要な役割を果たす。非侵襲的に興奮性・抑制性回路を評価する方法として、画像的アプローチと神経生理学的アプローチがある。後者の代表としては経頭蓋磁気刺激法があり、2発刺激法を用いて評価することが可能である。経頭蓋磁気刺激法（transcranial magnetic stimulation, TMS）は非侵襲的に大脳皮質表面の神経細胞を刺激することが可能であり、様々なパラダイムを用いることでそれぞれ機序の異なる抑制性回路を評価することが可能といわれている。2発刺激法は条件刺激の有無により試験刺激による反応がどのように変化するかを検討する方法であり、条件刺激としては、別の刺激コイルからのTMS、感覚刺激、同じ刺激コイルからのTMSなどがある。この検査法の応用から生まれた最も有名なモデルとは、脳卒中後の半球間拮抗モデルであろう。さらに近年では画像的アプローチを組み合わせる研究や、運動行為前および行為実行中の変化に関する検討も進んでいる。本教育講演ではTMSによる興奮性・抑制性回路の検討を、これまでの知見を踏まえ、最新の研究内容も含め概説したい。

教育講演 4 ニューロフィードバックによる知覚・認知変容の仕組み

11月30日（土） 14:05–15:05

会場：第2会場 マリンホール
理化学研究所脳神経科学研究センター人間認知・学習研究チーム 柴田和久
司会：上原信太郎（藤田医科大学）

本教育講演は、ヒトの脳活動を操作するための技術であるニューロフィードバックについての知識を深め、近年の研究動向を共有することを目的とします。特に、私たちの研究グループによって開発された、機能的磁気共鳴画像法（fMRI）のリアルタイム測定と機械学習法を組み合わせた新しいニューロフィードバック技術、Decoded Neurofeedback（DecNef）を中心に解説します。DecNefを用いることで、被験者に気づかれることなく、ターゲットの脳部位に特定の脳賦活パターンを誘導することができます。DecNefによって、視覚の学習や連合学習、また顔の好みの増減などさまざまな認知的変化を引き起こすことが可能であることが示されてきました。より最近では、恐怖記憶の緩和といったより臨床に近い分野にもDecNefは応用されはじめています。これら近年の知見を概説したのち、DecNefなどのニューロフィードバックにどのように行動変化が引き起こされるかを説明するための理論モデルについて議論します。

教育講演 5 ネオ・リハビリテーションを目指す非侵襲的脳刺激法

11月30日（土） 15:10-16:10

会場：第1会場 メインホール
立命館大学大学院 先端総合学術研究科 美馬達哉
司会：野嶌一平（信州大学）

脳卒中によるADL障害において重要な運動麻痺について、これまで反復的な運動訓練がリハビリテーション（リハ）として用いられてきた。さらに近年では、リハによる回復の基本原則である神経可塑性を加速・強化するため、経頭蓋磁気刺激法（TMS）と経頭蓋直流刺激法（tDCS）などが、非侵襲的脳刺激法（NIBS）としてリハ応用されてきた。現在、私たちは、新規非侵襲的脳刺激法（NIBS）を従来のリハと組み合わせた革新的な手法（ネオ・リハビリテーション）を開発し、その生理機構をシステム脳科学の観点から解明することを目指して研究を進めている。とくに、新規NIBSとして静磁場刺激法（tSMS）とtDCSを応用したパターン電流刺激法を検討し、その臨床応用と生理機構解明を遂行しつつある。

本講演では、静磁場刺激法の世界初のリハ応用とtDCSを応用したclosed-loop式パターン電流刺激法の機器開発について報告する。

tSMSは2011年にOlivieroらによって開発された新規NIBSである。これまでヒトでの基礎研究や動物実験は行われてきたが、臨床応用の可能性は未踏であり、生理機構は完全には解明されていない。小型永久磁石によるtSMSは安全かつ安価であることから、tSMSを用いた脳卒中リハの開発は社会的有用性が高い。

パターン電流刺激法については、たんに外部からNIBSを与えるのではなく、神経系の内因性リズムと同期してNIBSを与えるclosed-loop式刺激を考案した。とくに、二足歩行というADL上重要な機能に着目し、自然歩行周期と同期させたパターン電流刺激を脳に与え、内因性脳活動と外因性刺激法とのspike-timing dependent plasticityによって歩行に関わる神経回路を可塑的に強化することを目指している。筋力増強だけでなくリズム性（Central Pattern Generator）に着目して歩行の機能的再建を目指すアイデアは世界初である。歩行再建リハは汎用性が高く、脳卒中による麻痺だけではなく、錐体外路性の歩行障害や小脳性の歩行障害への臨床応用の展開も想定している。

教育講演 6 大脳の神経血管連関と酸素輸送ダイナミクス

11月30日（土） 15:10-16:10

会場：第2会場 マリンホール
電気通信大学大学院 情報理工学研究所 脳・医工学研究センター 正本和人
司会：椿 淳裕（新潟医療福祉大学）

脳に必要なエネルギーは血液から絶えず供給され、脳にはほとんど貯蔵されない。そのため、脳への血液の供給が遮断されると、瞬時にエネルギーの枯渇によって脳の神経活動が停止する。また、脳への血液の供給が長期的にわたって低下することで、日常生活に支障がなくとも脳の機能が徐々に低下し、認知機能が障害されることが分かっている。本講演では、脳の神経活動と血液の供給を調節する脳血管との機能的な連関（神経血管連関）に関して、最新の知見を含めて概説する。

脳血管に特化した機能的な役割は2つある。脳局所の神経活動に応じて血液を活動部位に分配すること（機能的充血）と、血液から必要な物質のみを組織に輸送すること（血液脳関門）である。これら脳血管の機能は、隔々に枝分かれした脳の微小血管が担っている。脳の微小血管はアストロサイトによって被覆されていることから、神経血管連関におけるアストロサイトの役割が注目され、多くの研究がなされた。その結果、アストロサイトによる脳血管の調節機構に関しては、大幅に見直されている。例えば、アストロサイトへの介入が非生理的であったり、アストロサイトの機能を評価するために用いられる細胞内カルシウム濃度に関する計測手法の違いによって結果が大きく異なることが明らかになっている。

一方、エネルギー供給という視点から見た神経血管連関の役割については、エネルギー需要を満たすためのフィードバック制御という考えではなく、エネルギー代謝とは独立したフィードフォワード制御であるという考え方が主流である。神経活動の亢進に伴う酸素需要と神経血管連関による組織への酸素供給の増大は、時間的にもほぼ同時に進行する。このとき皮質内細動脈が作用点となり、賦活部位に限局して脳血流が増大する。その結果、酸素需要に対して過剰な酸素が供給されることで静脈血の酸素飽和度が上昇し、所謂BOLD-fMRI信号が脳の賦活部位において亢進する。

教育講演 7 浸水によって生じる中枢神経活動と技能習熟強化への応用可能性

12月1日（日） 8:40-9:40

会場：第2会場 マリンホール

新潟医療福祉大学 健康科学部 健康スポーツ学科 佐藤大輔

司会：山口智史（山形県立保健医療大学）

私たちは、水中に留まるだけで、触圧覚・温冷覚・固有受容覚などの複合的な体性感覚入力を受ける。これにより静脈還流量の増加、交感神経活動の抑制、抗重力筋の活動低下などの生理学的変化が生じることから、水中環境は心疾患や整形外科的疾患患者を含む低体力者のトレーニングおよびリハビリテーション環境として活用されてきた。近年では、浸水するだけで、脳血流量や神経活動に伴う酸素化ヘモグロビン濃度が増加することも報告されており、日常生活動作の再獲得や認知機能を高めるためのトレーニング環境としての有効性も検討されている。だが、体性感覚入力の処理を含め、「浸水」が中枢神経活動をどのように変化させるかについては未だ不明な点が少なくない。これまで我々の研究グループでは、浸水が体性感覚野や一次運動野の興奮性、タイミング依存的な神経可塑性などに及ぼす影響を検証してきた。その結果、浸水が、一過性に神経可塑性を高める可能性を明らかにした。最近では、運動学習による技能習熟を強化するニューロモデュレーションとしての応用可能性を探っている。また、そのメカニズムを明らかにするために核磁気共鳴スペクトロスコピーを用いた研究を進めている。本発表では、浸水によって生じる中枢神経活動と技能習熟強化への応用可能性に関する知見を紹介する。

教育講演 8 工学技術による身体機能の拡張

12月1日（日） 9:45-10:45

会場：第2会場 マリンホール

広島大学大学院 工学研究科 JSTさきがけ 栗田雄一

司会：大鶴直史（新潟医療福祉大学）

作家のマーク・トウェインは、「健康を保つ唯一の方法は、食べたくないものを食べ、飲みたくないものを飲み、したくないことをすることだ」と語ったという。しかし、食べたいものが食べられず、飲みたいものが飲めず、したいことができないことは、たとえ健康であっても、不健全だろう。実際、平均寿命と健康寿命の間には10年程度の差があることが知られている。もし人の能力を補完・強化・拡張する技術があれば、メガネをかければ視力が保てるように、運動や感覚能力の衰えがどうしようもなく不可逆なものではなく、いつでも調節可能なものにしてくれるかもしれない。また、適切な運動は病気のリスクを減らせることも知られており、高齢者のスポーツ実施率は30、40代に比べて10%以上高く、健康意識の高まりを反映している。問題は病気や怪我で一度身体機能が落ちた人を、いかに元の状態に近づけることができるかである。体力をつけるにはトレーニングが必要だが、トレーニングは時にきつく、自主的に行うためには相当な覚悟がいる。これが施設内であれば、経験豊富なトレーナーによる指導を得ながらのトレーニングを行うことも可能であろうが、一度施設を出れば、あとは個人の管理に任されることになる。このような現状をふまえると、高機能、重厚だが限られた人や時間しか使えないサポートではなく、個人が一人一台レベルで所持し手軽に使えるサービスが必要とされているのではないだろうか。しかし、手軽にすることは機能の制約にもつながりかねない。我々は、従来の高出力・高機能である代わりに高価なロボットアシスト技術ではなく、比較的低出力・低機能ながらも安価なソフトアクチュエータならびにウェアラブル技術を利用して、人の運動・感覚能力や機能をサポートするソフトアシスト技術の開発をつづけている。本講演では、それらの事例をいくつか紹介する。

教育講演 9 スポーツと脳

12月1日（日） 10:50-11:50

会場：第2会場 マリンホール
中京大学 スポーツ科学部 荒牧 勇
司会：金子文成（慶應義塾大学）

スポーツ科学分野の研究の蓄積により、アスリートの競技力を支える筋骨格系や呼吸循環系の理解は、一般社会への実践応用が可能なほどに深まっている。一方で、アスリートの身体技能や精神力を支える脳神経系の理解はあまりすすんでいない。ヒトの能力の上限が観察される競技スポーツを脳の観点から理解することは、ヒトの身体運動制御や認知・情動機能の理解が進むだけでなく、スポーツ介入による脳機能改善法の開発にもつながり、社会におけるスポーツの価値向上に重要である。

本講演では、脳科学の手法を用いてスポーツを研究することの意義や可能性について、実データを通して解説する。具体的には、脳を知るという視点から、Voxel based morphometry (VBM) によるアスリートの脳構造解析を紹介し、脳を操作するという視点から、経頭蓋直流電気刺激 (tDCS) による身体パフォーマンス向上の可能性について紹介する。

VBMによるアスリートの脳構造解析については、競技種目の特徴と脳には関係があるのか？試合本番で強い人の脳はどうなっているのか？トレーニングは脳をどう変えるのか？オリンピックやパラリンピアンは普通の選手と何が違うのか？このような疑問にチャレンジする研究結果を紹介・解説し、スポーツ領域における脳構造解析研究の可能性を検討する。

tDCSによるパフォーマンス向上については、tDCSによる関節可動域向上のデータや垂直跳びパフォーマンス変化のデータを示しながら、スポーツパフォーマンスの向上にtDCSが有効かどうかを検討する。合わせて、tDCSによるパフォーマンス向上をドーピング違反として検討すべきか、という倫理的な問題についても議論したい。

教育講演10 脳情報の活用によるリハビリテーションの進展

12月1日（日） 13:10-14:10

会場：第2会場 マリンホール
大分大学 福祉健康科学部 理学療法コース 菅田陽怜
司会：久保田雅史（福井大学医学部附属病院）

脳卒中を始めとする中枢神経系の障害は、重篤な運動機能障害をもたらすばかりでなく、社会福祉や経済にも重大な影響を与えている。近年、このような患者に対し科学技術と神経機能研究の観点から新しいリハビリテーション（リハビリ）手法の開発が試みられており、その中の一つにブレイン・マシン・インターフェース（BMI）を応用したリハビリがある。BMIとは、侵襲的あるいは非侵襲的脳機能計測装置を用いて脳信号を計測し、その情報をコンピュータで解説、外部機器を操作することにより失われた神経機能を補完しようとする技術である。また、計測された脳活動の強度や空間分布を視覚的にフィードバックすることにより、課題依存的に脳活動を変調することも示されており、近年では脳卒中などの神経機能障害に対する新しいリハビリ手法の開発につながると期待されている。

一方、理学療法の臨床場面では運動イメージを併用した理学療法が広く用いられてきた。この運動イメージに関する研究は古くから行われており、過去のfMRIを用いた研究では、実運動で収縮させる筋と同じ筋を収縮するイメージをさせた際に、実運動と同様に一次運動野や補足運動野、運動前野で活動がみられることが報告されている。このことは、実運動と運動イメージが共通の神経基盤を持つ可能性を示唆しており、運動イメージを併用した理学療法の効果に関する科学的根拠にもなり得ると考えられる。一方で、これまでの報告で脳情報解読の観点から実運動と運動イメージとの関連性を比較した研究は見られない。両者の関連性について脳情報の観点からその神経基盤を明らかにすることは、運動イメージを併用した理学療法のエビデンスを構築する上で重要である。

本講演では、運動イメージをはじめ、種々のリハビリ手法について脳情報を関連付けて検討することで、理学療法エビデンスの構築や新たな神経リハビリ手法創出の可能性について述べる。

シンポジウム 1 非侵襲的脳刺激と理学療法

11月30日（土） 13:00-14:30

会場：第3会場 中会議室201

司会：大鶴直史（新潟医療福祉大学）

菅田陽怜（大分大学）

経頭蓋静磁場刺激（transcranial Static Magnetic Stimulation）とは？ ～理学療法への応用の可能性～

信州大学 医学部 保健学科 野寫一平

非侵襲的脳刺激法（Non-Invasive Brain Stimulation：NIBS）による脳興奮性の調整に関する論文は増加の一途を辿っている。本シンポジウムで紹介する経頭蓋静磁場刺激（transcranial Static Magnetic Stimulation：tSMS）もNIBSの一つとして近年密かに注目を集めているが、経頭蓋直流電流刺激（tDCS）や反復経頭蓋磁気刺激（rTMS）などと比べるとその存在感は薄く、十分に認知されるには至っていない。具体的な数字を上げると、PubMedでabstractに“tDCS”を含む論文を検索すると4897論文がヒットするのに比べ、“tSMS”ではわずか103論文となっている。

このようなtSMSではあるが、刺激後数分間の運動皮質の興奮性抑制作用については、一定の同意が得られている。その生理学的機序としては、GABAやそのトランスポーターであるGATの関与が示唆されている。また、脳波計測による検討から、感覚領域や背外側前頭前野などへの効果も報告されている。さらに、この脳興奮性を調整することによる運動または認知課題遂行能力への影響も報告されてきている。

将来的な臨床応用を見据えた時に、刺激の効果量と同等に重要となる要因は安全性である。tSMSは静磁場を利用していることで、tDCSやrTMSに比べ火傷やてんかんといったこれまでのNIBSで懸念されてきた事象へのリスクは低い。安全性に関する研究では、2時間という長時間の静磁場暴露においても、グリア細胞の反応性および損傷の指標となるS100や神経細胞の損傷を反映する神経特異的エノラーゼに変化がないことが報告されている。

これらの先行研究より、tSMSの臨床応用が期待されてきている。特に、頭痛やてんかんなどの大脳皮質の異常興奮への介入については、現在臨床研究が海外で進行中のようなようである。一方、脳卒中患者において非損傷半球の過剰興奮により半球間のバランスが崩れているような方を対象としたtSMS介入なども今後可能になっていくものと考えられる。

現在我々は、ヒトを対象とした臨床実験に加え、in vitroでの生理学実験も開始し、tSMSの生体への効果発現機序について調査している。本シンポジウムで、tSMSに少しでも興味を持って頂ければ嬉しいです。

前庭器官への電流刺激がバランス機能に与える影響

新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科 犬飼康人

前庭器官から入力される前庭感覚は、視覚や固有受容感覚とともにヒトのバランス機能に大きく関与する。バランス機能に大きく貢献する前庭器官の機能は、加齢とともに低下することが報告されており、加齢に伴う前庭器官の機能低下により転倒リスクは増加すると考えられている。しかしながら、前庭機能を直接的に向上させる治療法は十分に確立されていないのが現状である。

ガルバニック前庭刺激 (Galvanic vestibular stimulation: GVS) は、前庭器官を刺激することのできる非侵襲的な刺激法である。一般的にGVSは直流電流を用いて行われ、刺激効果は刺激電極の極性に依存することが明らかになっている。例えば、安静立位時に直流電流でのGVSを行うと、姿勢や足圧中心 (Center of pressure: COP) が陽極側にシフトするといった姿勢反応を引き起こすことが可能である。

近年、GVSに直流電流ではなく微弱なノイズ電流を組み合わせた、noisy GVS (nGVS) が注目されている。これまでに、nGVSを行うと前庭知覚や前庭脊髄反射など前庭器官が関与する機能が向上することが報告されており、前庭器官に対する治療法として期待されている。我々は、nGVSがバランス機能に与える影響についての検証を行い、nGVSにより若年者ならび高齢者のバランス機能が向上することを明らかにした。バランス障害に対する理学療法としては、筋力増強やバランストレーニングといった運動療法が用いられることが多いが、nGVSは異なる側面からバランス機能を向上させる介入方法として有効である可能性が示唆される。

本シンポジウムでは、我々がこれまでに行ってきたnGVSがバランス機能に与える影響に関する研究成果を中心に紹介する。さらに新たに取り組んでいる交流電流を用いたGVS (Alternating current GVS: AC-GVS) の効果についても紹介する。

急性期脳卒中症例に対する経頭蓋直流電気刺激の有効性

福井大学 医学部附属病院 リハビリテーション部 久保田雅史

非侵襲的脳刺激の方法の一つに経頭蓋直流電気刺激 (Transcranial Direct Current Stimulation : tDCS) がある。tDCSは、頭皮から経頭蓋で1~2 mA程度の微弱な直流電流を10~30分程度通電し、脳の興奮性をmodulateする方法である。tDCSの作用は膜電位の調整によるものとされており、極性に依存し、陽極刺激 (Anode) の直下では脳活動の興奮性を高め、陰極刺激 (Cathode) の直下では脳活動の興奮性を抑制する。装置の安全性、簡便性、携帯性が高いことや偽 (Sham) 刺激が容易なことなどから、様々な疾患や健常人に使用され、その効果が検証されてきている。

脳卒中においても、運動麻痺、認知機能障害、半側空間無視、言語障害、嚥下障害、感覚障害など、様々な症状に対して治療を試みられおり、治療中及び治療後follow upでの成果が報告されている。また、tDCS単独のみでなく、末梢神経電気刺激、投薬、機能訓練ロボットなどと併用することで有効性が增强されるとの報告もある。しかし、刺激パラメータなどは未だ整備されておらず、刺激部位も損傷半球へのanode刺激、非損傷半球へのcathode刺激、これらを併用した損傷側anodeと非損傷側cathode刺激の両側刺激など、いくつかのバリエーションが存在している。近年ではNHKのテレビ放送などでも取り上げられ、一般的にも普及しつつあるが、一方で臨床神経生理学会は安全性に関して注意喚起しており、さらなる臨床研究によって安全性と有効性を明らかにしていくことが急務である。

当院においても、脳卒中急性期の運動麻痺症例に対し、tDCSの治療効果を検証している。今回のシンポジウムでは、tDCSの理論的背景と様々な研究成果をご紹介するとともに、当院での臨床研究の実際を提示し、今後の臨床応用へむけての現状と課題に焦点を当てたい。

脊髄可塑性を促す非侵襲的脳刺激法と理学療法

山形県立保健医療大学 保健医療学部 理学療法学科 山口智史

運動療法を主体とする理学療法において、非侵襲に頭蓋上から中枢神経系の活動を変調できる非侵襲的脳刺激は魅力のあるツールである。本手法は、脳皮質を刺激対象としていることから、脳が介入の主目的となっている。一方、脊髄における神経調節機構は、脳からの調節を受けることから、間接的に脊髄に対してもアプローチが可能である (Huang et al., 2009; Roche et al., 2011)。

中枢神経疾患において、脳障害に伴う脊髄反射機構の障害は痙縮や運動調整に深く関連し、歩行における周期的な下肢運動調節にも影響を与えることから、理学療法において重大な問題である。しかし、リハビリテーションの神経基盤であるシナプス可塑性を、脊髄において誘導する有効な介入方法は十分に検討されていなかった。そこで、我々は、皮質興奮性を変調する経頭蓋直流電気刺激 (tDCS) と末梢神経電気刺激を組み合わせた手法が脊髄可塑性と下肢運動機能に及ぼす効果を検討してきた (Yamaguchi et al., 2016)。

また、新しい試みとして、脳皮質のシナプス電位の変動と脊髄運動ニューロンにおける活動電位の変動の同期性を評価する脳波-筋電図コヒーレンスを指標とした経頭蓋交流電気刺激 (tACS) の研究を進めている。脳波-筋電図コヒーレンスの変化は、運動学習過程や脳卒中後の運動機能回復との関連が示唆されている。そこで、運動に関わる脳と脊髄の神経コミュニケーションの可塑性を強化することを目的に、運動学習後に増加する脳波-筋電図コヒーレンス周波数をtACS刺激設定にすることで、運動学習の定着に及ぼす効果を検討している。

シンポジウムでは、上記の研究知見を紹介し、理学療法を促進するために非侵襲的脳刺激をどのように活用していくのかについて、シンポジストおよび参加者と議論したい。

【MEMO】

シンポジウム 2 中枢神経と痛みの多角的関与

11月30日（土） 14:35-16:05

会場：第3会場 中会議室201

司会：中野治郎（長崎大学）

田口 徹（新潟医療福祉大学）

病的疼痛に関与する脳活動の変化 —非ヒト霊長類モデルを用いた研究—

新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所 URA研究員 長坂和明

痛みは身体の危険信号としての役割があり、生存のために必要な知覚であるが、神経障害性疼痛といった病態によって引き起こされる痛みは、不必要な痛みを知覚している状態であり、異常である。この病的な痛みが長く続くと、患者のQOLを低下させ、しばしば鬱や不安症といった情動障害を引き起こし、リハビリテーション介入を阻害する因子になり得ることから臨床上的大きな問題となっている。近年、病的な痛みの背景メカニズムとして神経損傷後に生じる可塑性が関与していることが示唆されている。これら可塑性の実態を解明することは、症状の理解だけでなく効果的な治療法の開発にも重要である。

神経障害性疼痛を対象とする多くの基礎研究は、齧歯類を用いたモデル動物によって行われてきた。しかしながら、疼痛の知覚や情動を担うと考えられる体性感覚野や前頭葉の機能と構造の一部はヒトのそれと異なっていることが知られている。そのため、我々は脳の構造や身体骨格がヒトに相似したマカクサルを用いて神経障害性疼痛の研究を行っている。マカクサルは比較的大きな脳を持つことから、機能的磁気共鳴画像法（fMRI）といった全脳の脳活動イメージングに適しており、得られた結果をヒトに応用することが比較的容易である。本シンポジウムでは、fMRIを用いて末梢神経障害後および中枢神経損傷後の疼痛サルモデルにおける病的痛みに関連した脳活動変化の結果を報告する。また、fMRIで検出された異常な脳活動を薬理的に制御し、脳活動と痛みの因果関係について明らかにした結果も呈示する。これら結果をもとに、神経損傷後にダイナミックな脳の可塑性が感覚と知覚の統合領域とされる島皮質で生じ、それに伴って疼痛知覚が変化することを示したい。

内受容感覚と情動と痛み

新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科 大鶴直史

ヒトは、目で見たり（視覚）、耳で聞いたり（聴覚）、指で触れたり（触覚）、様々な外的な情報を感覚として知覚している。このような外受容器によって生じる感覚を外受容感覚と呼ぶ。一方で、内臓や血管などから脳へ伝わる信号によって知覚される、身体内部環境に関する感覚は内受容感覚と呼ばれる。この内受容感覚は、近年様々な領域において注目を集めており、論文数も急激に増加している。先行研究において、この内受容感覚の情報処理には、島と呼ばれる脳領域が重要な役割を果たすことが報告されている（Critchley et al., Nat Neurosci, 2004）。ここで興味深いのは、この島という領域は、痛みや情動体験にも強く関与する部位であるということである（Bushnell et al., Nat Rev Neurosci, 2013）。このことは、内受容感覚・情動・痛みが相互に影響を受ける可能性を示唆するものである。実際に、内受容感覚の一つである心臓からの求心性入力によって、情動や痛みが変調することが健常者において確認されている。よって、慢性疼痛患者においてもこれらの3要素に何かしらの関連があることが予想されるが、現在のところ報告が少なく、いまだに不明な点が多い（Di Lernia et al., Neurosci Biobehav Rev, 2016）。

そこで、我々は慢性疼痛患者を対象に、内受容感覚・情動・痛みの関連を検討している。内受容感覚の評価手法としては、現在世界中で広く用いられている心拍検出課題を用いている。この課題は、自身の心拍数を外的な手掛かりなしにカウントさせ、そのカウント数が実際の心拍数とどの程度合致しているかを調べる課題であり、個人の内受容感覚の正確性を反映していると考えられている。本シンポジウムでは、慢性疼痛患者における心拍検出課題・うつ・不安・怒りなどの情動・痛みの3要素がどのように関連しているのかをご紹介します。

疼痛に対する理学療法の進展 —中枢性感作と身体知覚異常—

県立広島大学 保健福祉学部 理学療法学科 西上智彦
甲南女子大学 看護リハビリテーション学部 理学療法学科 壬生 彰
田辺整形外科上本町クリニック 田中克宜
乳腺ケア泉州クリニック 萬福允博
スカイ整形外科クリニック 山下浩史

疼痛には様々な要因が関与している。我々は中枢性感作と身体知覚異常に関して、臨床研究を進めており、本シンポジウムにて紹介する。

中枢性感作が病態に関与している包括的な疾患概念として中枢性感作症候群が提唱されており、その評価としてCSIが開発されている。我々は日本語版CSIの高い妥当性・信頼性を報告している (Tanaka, Nishigami, et al. 2017)。また、横断研究において、CSIは乳がん術後の疼痛に関与すること (Manfuku, Nishigami, et al. 2019)、変形性膝関節症と慢性腰痛では疼痛強度や能力障害に対するCSIの影響が異なること (Mibu, Nishigami, et al. 2019) を報告し、縦断研究において、初期評価時CSIが40点以上であると、理学療法3ヶ月後の能力障害が十分に改善しないこと (Tanaka, Nishigami, et al. 2019) を報告している。さらに、患者負担の軽減のため、短縮版CSIを開発している (Nishigami, et al. 2018)。

身体知覚異常が筋骨格系障害疼痛に関与することが明らかになっている。我々は慢性腰痛症例において、腰部の輪郭が拡大していると感じる群では2点識別覚閾値が有意に増加すること (Nishigami, et al. 2015)、身体知覚異常が強く認められる症例では、自身の腰背部を筋骨隆々とさせたイメージを観察する課題によって、疼痛強度が軽減したこと (Nishigami, et al. 2019) を報告している。さらに、慢性腰痛患者を対象とした身体知覚異常の評価であるFreBAQが開発され、我々は日本語版の妥当性 (Nishigami, et al. 2018)、変形性膝関節症を対象にしたFreKAQの開発及び妥当性 (Nishigami, et al. 2017) を報告した。また、成人脳性麻痺患者を対象とした研究において、実際の姿勢の異常よりも身体知覚異常 (FreBAQ) が慢性腰痛に関与することを明らかにしている (Yamashita, Nishigami, et al. 2019)。

【MEMO】

シンポジウム 3 U39最先端研究紹介

12月1日(日) 9:30-11:30

会場：第1会場 メインホール

司会：市橋則明(京都大学大学院)

河上敬介(大分大学)

脳損傷後の機能回復を促進する新規薬剤の開発

横浜市立大学 医学部 生理学教室 中島和希

年間約22万人にも及ぶ脳卒中患者にとって、機能回復促進薬の開発は希望の光となる。

我々はシナプス伝達に重要な役割を担うグルタミン酸受容体(AMPA型受容体)に着目して研究を行っており、富士化学工業株式会社との共同研究でAMPA型受容体のシナプス移行を促進する新規低分子化合物(T-817MA)を同定した(Abe, Nakajima et al., Science 2018)。げっ歯類凍結脳損傷モデルにおいて、T-817MAを投与すると、リハビリ様トレーニング依存的に上肢機能回復を促進することを明らかにした。また、高度な上肢運動機能を持つ霊長類の内包出血モデルを用いて、上肢運動機能の回復促進効果を検証したところ、T-817MA投与群では、粗大なリーチング動作や巧緻な把握動作の機能回復促進効果が認められた。

現在、脳卒中患者に対してT-817MAの薬効を検証する第2相試験が実施されており、国内外から注目されている。

経頭蓋交流電流刺激が運動パフォーマンスに与える影響

新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科 宮口翔太

ヒトが円滑な運動を遂行するには、一次運動野領域だけでなく、運動に関与する複数の皮質領域の神経ネットワークが適切に機能する必要がある。我々はこれまで、経頭蓋交流電流刺激(tACS)を用いて複数の皮質領域の律動神経活動を同時に変調することによって運動パフォーマンスを効果的に高める方法を検討してきた。そして、一次運動野と小脳半球を γ 帯域の周波数で刺激することによって刺激中の運動パフォーマンスが向上することを明らかにした(Miyaguchi et al., 2018)。さらに刺激強度や刺激周波数、刺激部位、刺激位相の違いを検討し(Miyaguchi et al., 2018, 2019)、tACSによる複数領域の刺激が運動パフォーマンスを向上することを明らかにした。またその効果には皮質間の神経ネットワークの変調が関与している可能性が示唆された。

骨格筋における微小循環の調節機序

新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科 堀田一樹

20世紀初期にAugust Kroghがカエルの骨格筋毛細血管の血流を観察し、骨格筋微小循環の研究が幕を開けた。骨格筋微小循環の調節には、血管壁の最内層を構成する内皮細胞とその周囲の平滑筋細胞および自律神経活動が関与している。演者は、ラット骨格筋から生体外に単離された細動脈を用いて、内皮依存性の血管拡張反応に関する研究を行ってきた。本講演では、血管拡張能が加齢や運動によって変化するメカニズムについて紹介する。単離された細動脈を用いた研究の欠点は、生体でみられるcyclicな血圧の影響、筋細胞あるいは他臓器との相互作用、および自律神経系による循環制御を無視しているところである。血管を取り出さずに生きたまま観察する手法として、2光子レーザー走査型顕微鏡を用いた筋微小循環の観察法と、本法を用いて得られた研究結果について血管透過性を中心に紹介する。

ランニング中に生じる足部内のバイオメカニクス

新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科 高林知也

足部は唯一地面に接しているセグメントであり、足部の構造・機能破綻というのは多くの障害発生に関与することがわかっている。足部は多数の関節から成り立っており、足部内の関節の動きも検証することも重要であると考えられるが、これまで足部はひとつの剛体として捉えられており、足部内のバイオメカニクスについては未解明であることが現状であった。このような問題を解決するため、我々は足部を後足部と中足部、前足部に分割し、ランニング中の足部セグメント間で生じる運動連鎖 (Takabayashi et al, 2018) や協調運動 (Takabayashi et al, 2018; 2019) を検証し、足部内の異常な運動パターンが障害発生に関与する可能性を示してきた。本講演では、これまで取り組んできたランニング中の足部内のバイオメカニクスに関する知見を述べ、さらに足部変形である扁平足に関する知見、画像解析分野で用いられるStatistical Parametric Mapping (SPM) をバイオメカニクスデータに応用した知見 (Takabayashi et al, 2019) も紹介する。

立位・歩行制御時の身体の協調性

京都大学大学院 医学研究科研究員 山縣桃子

人間の身体には数多くの筋肉や関節が存在しており、各課題を達成するための方法や組み合わせは無数に存在する。この冗長的な筋肉や関節を人がどのように制御しているか調査する方法として、Uncontrolled manifold analysisという手法がある。この手法は、身体内の筋肉や関節の協調的な運動を用いることで、中枢神経系は課題特異的に重要な変数を制御しているという仮説のもと行われる。我々は、このような協調性が立位や歩行時などの全身運動において特に必要となることに注目し、これまで健常若年者や健常高齢者、さらに転倒リスクが高いと考えられる高齢者を対象に研究を進めてきた。本講演では、これまで我々が明らかにしてきた立位・歩行に関する研究を中心に紹介するとともに、今後の展開についても言及することとする。

Vestibular neuromodulation and cerebellum

四條畷学園大学 リハビリテーション学部 松木明好

頭部運動に対する眼球や四肢体幹運動の制御に前庭反射は深く関わっている。(1) 頭部運動中の視覚標的認識精度を向上させる運動であるGaze stabilization exerciseは、頭部運動に対する眼球運動範囲の適応的变化を生じさせる。しかし、運動前に小脳に低頻度反復経頭蓋磁気刺激 (CrTMS) を負荷するとその変化が生じなくなる。(2) 前庭電気刺激 (GVS) は前庭機能評価やバランス改善を目的に用いられる。ノイズ付きGVS (nGVS) はバランスを改善するが、矩形波GVSに対する脊髄反射 (H反射) 変調程度を変化させることから、前庭脊髄反射変調がその効果の基盤と考えられる。しかし、nGVS前にCrTMSを負荷するとその変調が生じなくなる。以上より、ヒトの前庭眼反射、前庭脊髄反射は運動や電気刺激で変調するが、その変化に小脳が関与している可能性がある。

共催シンポジウム

共催シンポジウム 運動時の脳活動と循環調節

12月1日（日） 13:10-14:40

会場：第1会場 メインホール
司会：椿 淳裕（新潟医療福祉大学）

運動時の脳血流応答と調節機序

東京学芸大学 芸術スポーツ科学系 健康スポーツ科学講座 佐藤耕平

循環調節における最も重要な使命は、脳への適切な血液供給を維持することである。運動時においても脳神経活動および代謝維持には、脳血流調節が重要な調節系であることは間違いない。脳血流（cerebral blood flow: CBF）は様々な環境下において一定に保たれるとする自己調節機能（cerebral autoregulation）の存在から、「運動時においても脳血流は一定である（変化しない）」と言われてきた。Ketyら*は、ヒトの安静時における脳血流量は57ml/min/100g（～800ml/min）と報告しており、運動時においてもCBFは安静時から変化しないと報告している。しかしながら、超音波診断装置による血流評価を用いた最近の知見では、運動時の脳血流はダイナミックに変化し、かつ、様々な生理作用を受けていることが示唆されている。同時に、運動時の脳血流の変動がパフォーマンスに大きな影響を与えている可能性が様々な知見から明らかにされている。これまで運動時の循環調節研究の焦点は、心機能や骨格筋の血流調節であったが、脳血流調節も重要な研究課題であり、この領域におけるトピックスであるかもしれない。本講演では、運動時における脳血流の測定方法、調節機序、パフォーマンスとの関連性について、データをもとに紹介する。* Kety SS et al.: The nitrous oxide method for the quantitative determination of cerebral blood flow in man: theory, procedure and normal values. J Clin Invest, 27: 476-483, 1948.

脳は運動時に骨格筋血流量を制御するのか？

産業技術総合研究所 自動車ヒューマンファクター研究センター 石井 圭

人が生きていく上で随意的に体を動かす能力は重要である。体を動かすためにはどのような生体制御システムが必要だろうか？運動制御システムは当然必要だが、それだけでは不十分である。筋活動を継続的に行うためには血中の酸素を用いてエネルギー合成をする必要があるため、心臓から血液を送り出し、筋肉への血流量を増やして酸素を供給する。このように循環系を制御するシステムは、運動を支える重要な生体制御システムの一つである。

運動時の循環制御システムの一つはセントラルコマンドである。例えば、自発的に体を動かそうとすると高位脳中枢から信号が下降し、運動系だけでなく、自律神経を介して循環系を見込み的に制御する。セントラルコマンドによる見込み制御は運動意図や運動努力に伴い生じると考えられている。しかし、循環制御におけるセントラルコマンドの実質的な役割やその神経機構の詳細は不明であった。

我々はセントラルコマンドによる骨格筋血流量の調節に焦点をあて研究に取り組んできた。その結果、セントラルコマンドは血管拡張作用の交感神経を介して運動に応じた骨格筋血流量調節を行うことを明らかにした。これにより酸素を必要とする骨格筋に効率的に血液を供給することに貢献していると考えられる。また、セントラルコマンドに関与する脳領域も探索してきた。一つは中脳にある腹側被蓋野が考えられる。この領域は運動時に活性化し、刺激により運動と同期した循環応答が生じた。さらに、我々は運動の計画にも関係すると考えられている前頭前野領域がセントラルコマンド特有の応答（運動開始前および運動努力に応じた活性化）を示すことを明らかにした。この応答形式は一次運動野等の応答とは異なるものであった。

本シンポジウムではこれらの研究成果を紹介し、臨床応用へ繋げるためにどのように展開すべきか考え、議論したい。

粗大運動時の大脳皮質酸素化ヘモグロビンおよび脱酸素化ヘモグロビンの変動

新潟医療福祉大学 椿 淳裕

脳内の神経細胞が活動するためには、他の臓器と同様にエネルギー源と酸素が必要である。脳はその重量に比して、多くの血液が供給され、酸素消費も多い。神経活動にはグルコースと酸素が必要であり、これらは血流により脳へ運ばれる。神経細胞が活動すると、グルコースの消費や乳酸の産生による代謝需要により脳血流が増加し、グルコースおよび酸素の供給が行われる (Lecrux C and Hamel E. 2011)。このように、神経活動と血流の変化の間には密接な関係があることから、機能的イメージングではこれらを基礎として、神経活動に伴うエネルギー代謝を測定している。

脳機能イメージング法にはいくつかの種類があるが、運動に伴う変化をリアルタイムに、かつ経時的に捉えるには、座位や立位での測定が可能であるなど身体拘束が少ないこと、課題の制約が少ないこともあり、近赤外分光法 (near-infrared spectroscopy, NIRS) が用いられることが多い。NIRSは、神経血管カップリングと神経代謝カップリングを背景に、生体透過性の高い近赤外光に対する吸光度の違いを利用して、酸素化ヘモグロビンおよび脱酸素化ヘモグロビンを計測することで、非侵襲的に神経活動を捉えようとする技術である (Ferrari M, Quaresima V. 2012; Scholkmann F, et al. 2014)。前頭前野を関心領域とした研究が多いが、多チャンネルでの計測ではより広い領域を対象として計測が行われている。

我々はこのNIRSを用い、粗大運動中あるいは運動後の酸素化ヘモグロビンおよび脱酸素化ヘモグロビンの変化を捉える研究を継続している。脳血流は、神経細胞の活動だけでなく、動脈血二酸化炭素分圧の変化によっても変化する。またNIRSは、全身的な循環変動の影響を受けることも指摘されている。このシンポジウムでは、NIRSを用いた研究結果を紹介するとともに、今後の課題などについても共有したいと考える。

ランチョンセミナー

ランチオンセミナー1 リハビリテーション分野における ニューロフィードバック技術の応用～現状と将来展望～

12月1日（日） 12:10-13:00

会場：第1会場 メインホール

協賛：株式会社島津理化

司会：服部憲明（大阪大学 国際医工情報センター 臨床神経医工学寄附研究部門）

リハビリテーション分野におけるニューロフィードバック技術の応用 ～現状と将来展望～

川崎医科大学 神経内科学教室 三原 雅史

脳損傷後の機能障害に対する亜急性期以降の中心的な治療はリハビリテーションであり、機能訓練や代償動作の訓練によって、損傷部位の機能を代償するネットワーク再構成を誘導し、脳損傷後の機能回復をもたらしていると考えられている。近年、非侵襲的な電気・磁気などの刺激や、脳活動やネットワーク状態を用いたフィードバック学習などを用いてより望ましいネットワーク再構成を誘導するニューロモジュレーション技術が機能回復を促進する可能性が示唆されており、臨床応用に向けた研究が積極的に進められている。

我々は非侵襲的脳機能画像技術の一つである、近赤外分光法（NIRS）を用いたニューロフィードバックを用いたリハビリテーション分野への応用研究を進めており、これまでに脳卒中後の上肢麻痺や歩行障害などへの有効性を検証している。本講演では、現在のリハビリテーション分野におけるニューロフィードバック技術の現状と今後の臨床応用の方向性について概説する。

協賛企業：株式会社島津理化

着実に進捗を続ける脳科学研究分野において、島津製作所では生体に安全な近赤外の光を用いたfNIRS（functional near infrared spectroscopy：機能的近赤外線分光分析法）の製品を展開しております。非侵襲脳機能計測装置の一つであるfNIRSは、神経活動に伴う大脳皮質の血流変化をリアルタイムに計測でき、MRI、MEG、EEG等と相互補完しながら、多様な研究分野で活用されております。近年は、ニューロリハビリテーションの研究分野にも注目されており、この度日本基礎理学療法学会ランチオンセミナーにて 川崎医科大学・三原先生にご講演いただく運びとなりました。ふるってご参加賜りますようお願い申し上げます。

ランチオンセミナー 2 磁気刺激と応用行動

12月1日(日) 12:10-13:00

会場：第2会場 マリンホール

協賛：株式会社ミュキ技研

司会：菅原和広(札幌医科大学 保健医療学部)

磁気刺激と応用行動

東京家政大学 健康科学部 鈴木 誠

ヒトが行動を円滑に遂行するためには、感覚情報の「識別・判断」と運動の「計画・実行」という脳の入出力処理を環境に合わせて行わなければならない。経頭蓋磁気刺激は、頭皮上のコイルから発生する磁場を介して脳内に電流を誘導することによって、神経細胞を刺激する手法である。時間分解能がミリ秒単位で正確であることに加え、脳への入力(誘導電流)と出力(運動誘発電位)をコントロールすることによって脳の入出力処理を脳興奮性の観点から検討することが可能である。

はたして、環境に応じた円滑な行動を支える脳の入出力処理とはどのようなものなのだろうか？ また、そのような入出力処理を経頭蓋磁気刺激によって評価することは可能なのだろうか？ 本セミナーでは、環境に応じた行動の基礎を成している脳の入出力処理を経頭蓋磁気刺激による脳興奮性の観点から考えたい。

協賛企業：株式会社ミュキ技研

神経生理学研究分野への製品・情報・技術の提供を事業基盤とし、脳神経科学・生理学・心理学の研究分野へ事業展開しています。専門知識を持った少数精鋭の会社で、常にお客様に満足頂ける情報、製品、メンテナンス、修理などトータルサービスの提供を心がけております。主な製品は、国産第1号の脳波計を開発した優れた技術集団であった旧三栄測器の脳波計技術者が中心になり開発されたポリメイトです。

ランチョンセミナー 3 足底屈背屈実験装置を用いた 反復他動運動が脊髄相反性抑制に与える効果

12月1日（日） 12:10-13:00

会場：第3会場 中会議室201

協賛：竹井機器工業株式会社

司会：堀 幹雄（竹井機器工業株式会社）

竹井機器工業の特注品の歩みと近年の実際

竹井機器工業株式会社 取締役 営業部長 石川孝司

TAKEIが他社との一線を画すサービスであり、弊社の新製品開発の基幹となっていますがこの特注品であります。製品の改造はもとより、研究者の皆様の独自の研究・テーマに基づく測定機器を弊社のノウハウを最大限に活かし、連携して開発致します。世界にひとつだけの製品・システムをご提供いたしますので、何なりとお申し付けください。

足底屈背屈実験装置を用いた反復他動運動が脊髄相反性抑制に与える効果

新潟医療福祉大学 理学療法学科 平林 怜

中枢疾患患者の痙縮や、加齢に伴う過剰な同時収縮は、円滑な関節運動の阻害、バランス機能や歩行機能の低下を引き起こす。過剰な同時収縮に対する介入手法として、近年、脊髄相反性抑制の増強法が注目されている。本研究は、足関節底背屈装置による反復他動運動が脊髄相反性抑制の増強を認めたため、その研究結果を報告させていただきます。

協賛企業：竹井機器工業株式会社

弊社は、人間の「心」にスポットをあてた日本で初めての心理学実験機器メーカーとして1927年に創業致しました。そして、実験・測定機器メーカーとして培ったノウハウを応用し、例えばろそ発見器や運転適性検査器、眼球運動測定器、また、握力計や前屈計などのスポーツテスト機器、健康増進としてのランニングマシンや筋力トレーニングマシンなどの各種製品を提供させていただいております。

ランチョンセミナー4 胃癌胃切除後の運動、 栄養介入の重要性～多職種協働による取り組み～

12月1日（日） 12:10-13:00

会場：第4会場 中会議室301A

協賛：株式会社大塚製薬工場

司会：森下慎一郎（新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部）

胃癌胃切除後の運動、栄養介入の重要性～多職種協働による取り組み～

社会医療法人財団慈泉会 相澤病院 外科 医長 西田保則

胃癌胃切除後の体重減少、筋肉量減少の影響は大きく、ADLやQOLの低下のみならず、術後補助化学療法の継続性から予後にも関係することが明らかとなっている。胃切除後の体重減少、筋肉量減少を完全に防ぐことは難しいが、それらを最小限にとどめる取り組みが重要となっている。

取り組みとしては、安全な手術の実施と早期回復を目指した周術期管理に加えて、運動、栄養介入を行うことが基本となる。人口の高齢化により、特に手術の影響を大きく受ける高齢胃癌患者は増加しており、これら取り組みの重要性は今後さらに増してくる。また、効果的な運動、栄養療法の開発は必要であるが、実臨床での介入にあたっては、対象患者一人一人の状況に合わせた多職種協働によるマネジメントがポイントとなる。

本セミナーでは、胃癌胃切除後の体重減少、筋肉量減少について概説し、高齢胃癌患者に対する当院での取り組みについても紹介する。

協賛企業：株式会社大塚製薬工場

株大塚製薬工場は、病院で使われる輸液の国内シェアの過半数を占めるリーディングカンパニーです。また、テレビCMでおなじみの経口補水液オーエスワン（OS-1）などのメディカルフーズ製品も販売しております。今回のランチョンセミナーでは、リハビリ栄養に特化した“からだ作りサポート飲料”「リハデイズ」について情報発信をさせていただきます。

ランチョンセミナー5 脳卒中リハビリテーション －上肢運動麻痺に対する新しい治療戦略構築の試み－

12月1日（日） 12:10－13:00

会場：第5会場 中会議室301B

協賛：インターリハ株式会社

司会：霜鳥大希（インターリハ株式会社 計測事業部）

脳卒中リハビリテーション －上肢運動麻痺に対する新しい治療戦略構築の試み－

慶應義塾大学 医学部 リハビリテーション医学教室 金子文成

近年、リハビリテーション医療で用いられるさまざまな機器の技術革新が進み、次々と新しいコンセプトの製品が市場に投入されつつある。その結果、理学療法士が臨床で選択できるツールが増えてきた。そこで我々は、近年開発してきた新たなツールと既存の先進機器に運動療法（ロボット療法を含む）を組み合わせ、脳卒中による上肢運動麻痺に対する治療パッケージを開発している。そして、発症から一症例の運動機能が変化する状態に合わせて、データオリエンテッドに適応判断アルゴリズムを用いることで効果的な治療を提供し、アプローチを変遷させる治療パイプラインの構築を目指している。これまでに試みられてきたアプローチは、バーチャルリアリティによって運動錯覚を誘導するKiNvis™を用いたKINVIS療法、ブレイン・マシーン・インターフェース療法、HANDS療法、経頭蓋直流電気刺激、連発経頭蓋磁気刺激などである。本セミナーでは、発表者が開発してきたKINVIS療法を中心に、脳卒中上肢運動麻痺に対するアプローチとして想定している治療パイプラインの概要を紹介する。

協賛企業：インターリハ株式会社

上肢リハビリテーションへの新しいアプローチと周辺機器を紹介させて戴きます。特に自己運動錯覚誘導システムKiNvisは世界でも稀有な特徴と効果を有するシステムであり、開発者の金子先生より原理・機序について詳細説明して戴ける予定ですので、是非お越しく下さい。

演題プログラム一覧

演題プログラム 一覧

11月30日 (土) 13時00分～14時00分 口述1 (神経生理学1) 会場：第4会場 (口述発表)

座長 齊藤 展士 (東京家政大学)
渡邊 観世子 (国際医療福祉大学)

- 101-01 歩行開始時における予測的姿勢調節の発達過程について：方向特異性に着目して
北海道大学大学院 保健科学研究所 萬井 太規
- 101-02 慢性期脳卒中片麻痺患者に対するHonda歩行アシスト使用前後での変化
産業医科大学病院 リハビリテーション部 大宅 良輔
- 101-03 脳卒中後慢性期に発症した症候性ジストニーによる歩行障害に対する免荷トレッドミル歩行の介入の効果 筋電図および機能的磁気共鳴画像を用いた検証
茨城県立医療大学 山本 哲
- 101-04 歩行時の連続的外乱に対する適応における動的安定性の必要性
埼玉県立大学大学院 保健医療福祉学研究所 平田 恵介
- 101-05 恐怖・不安情動が重心動揺に与える影響について
若年者と高齢者の姿勢戦略の違い
神戸国際大学リハビリテーション学部 大谷 啓尊
- 101-06 内受容感覚と心理特性の関連性について
新潟医療福祉大学 医療技術学部 理学療法学科 五十嵐 眸美

11月30日 (土) 14時05分～15時05分 口述3 (神経生理学2) 会場：第4会場 (口述発表)

座長 浅賀 忠義 (北海道大学)
冷水 誠 (畿央大学)

- 103-01 筋シナジーの選択と共有による肩関節運動制御の簡略化
京都大学大学院 医学研究科 人間健康科学系専攻 梅原 潤
- 103-02 Internal focus of attention教示とExternal focus of attention教示の運動学習効果の差異
フォームの学習に着目して 東北文化学園大学大学院 健康社会システム研究科 健康福祉専攻 我妻 昂樹
- 103-03 pitch角に着目した健常者に対するHead Mounted Display アダプテーションの影響
医療法人社団 青葉会 新座病院 市川 恭兵
- 103-04 義足に対する注意の使用頻度に依存した増加
義足の運動制御メカニズム解明
藤田医科大学 保健衛生学部 リハビリテーション学科 専門基礎科学領域 会津 直樹
- 103-05 片脚立位保持における健常高齢者の中枢性代償戦略
信州大学 医学部 保健学科 野寫 一平
- 103-06 提示信号の異なるGo/NoGo課題練習が練習効果に及ぼす影響
新潟医療福祉大学 医療技術学部 理学療法学科 菅原 亜美

11月30日（土）15時10分～16時10分		口述5（神経生理学3）	会場：第4会場（口述発表）
		座長 山口 智史（山形県立保健医療大学） 松木 明好（四條畷学園大学）	
105-01	心臓からの内受容感覚による連合性対刺激法が皮質脊髄路興奮性に与える影響 新潟医療福祉大学 医療技術学部 理学療法学科	木下 栞	
105-02	一側下肢での反応課題のトレーニングが反応時間及び皮質脊髄路興奮性に及ぼす影響 新潟医療福祉大学 医療技術学部 理学療法学科	服部 涼平	
105-03	反復他動運動は脊髄相反性抑制を増強させる 新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科	平林 怜	
105-04	筋弛緩制御に関わる運動プログラムの特異性 神奈川県立保健福祉大学 リハビリテーション学科	竹中 悠真	
105-05	歩行学習方法の違いが歩行学習効果と皮質脊髄路の活動量に与える影響 筋電図間コヒーレンス解析による検討	京都大学大学院 医学研究科 人間健康科学系専攻	北谷 亮輔
105-06	末梢電気刺激と随意運動を併用した際の運動学習効果の検証	帝京科学大学 医療科学部	平賀 篤
11月30日（土）13時00分～14時00分		口述2（構造・機能・情報学1）	会場：第5会場（口述発表）
		座長 坂本 美喜（北里大学） 田中 正二（金沢大学）	
102-01	関節固定によって生じた関節拘縮におけるラット皮下組織の伸張性に関する研究 県立広島大学大学院 総合学術研究科 保健福祉学専攻	廣瀬 勇太	
102-02	温熱刺激の負荷時間の違いが骨格筋形態に与える影響 細胞質内カルシウムイオン濃度に着目して	電気通信大学大学院	池上 諒
102-03	マウス足関節背屈筋群の伸張性収縮による筋損傷量は角速度に依存する	常葉大学 保健医療学部	縣 信秀
102-04	骨格筋由来乳酸による骨格筋量調整に関する基礎的研究	豊橋創造大学	大野 善隆
102-05	ストレッチは脱神経に伴う筋細胞膜の興奮性低下を抑制する 札幌医科大学大学院 保健医療学研究科	阿部 真佐美	
102-06	培養筋管に対する超音波刺激の肥大効果 －刺激強度や照射時間率が筋肥大効果へ与える影響－	愛知医療学院短期大学	清島 大資
11月30日（土）14時05分～15時05分		口述4（身体運動学1）	会場：第5会場（口述発表）
		座長 市橋 則明（京都大学大学院） 相馬 俊雄（新潟医療福祉大学）	
104-01	拔重によるステップ動作の運動学的・筋電図学的特徴	明芳外科リハビリテーション病院	藤井 信伍
104-02	壁と人との違いが隙間通過時の歩行様式に与える影響 社会医療法人北斗 北斗病院 医療技術部 理学療法科	菊池 俊之	
104-03	体幹前傾姿勢では少ない筋力で大きな前後方向COM加速度を得ることができる 新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究科	徳永 由太	
104-04	体幹加速度解析によるパーキンソン病患者におけるすくみ足の定量化法の検討 倉敷平成病院 リハビリテーション部 理学療法科	山崎 諒	
104-05	脳卒中片麻痺歩行における機能的下肢短縮指標としての上前腸骨棘（ASIS） －つま先間距離の妥当性	慶應義塾大学 医学部 リハビリテーション医学教室	春山 幸志郎
104-06	理学療法士のハンドリングスキルの運動学的分析 －理学療法士群と対照群の比較－	東北文化学園大学 医療福祉学部	鈴木 博人

座長 谷埜 予士次（関西医療大学）
三谷 保弘（関西福祉科学大学）

-
- | | | | |
|--------|--|-------------------------|--------|
| 106-01 | 内部関節トルクは変形性膝関節症における筋活動を表現する指標であるか
運動方程式に基づく内部関節トルク定義の再考 | 埼玉県立大学大学院 保健医療福祉学研究科 | 園尾 萌香 |
| 106-02 | 変形性膝関節症患者における内側広筋と大腿直筋の筋張力は軟骨損傷の程度と関連する | 京都大学大学院 医学研究科 人間健康科学系専攻 | 八木 優英 |
| 106-03 | 変形性膝関節症者における膝周囲筋共同収縮の時空間的变化の検討 | 埼玉県立大学大学院 保健医療福祉学研究科 | 久保田 圭祐 |
| 106-04 | 異なるスクワット姿勢における関節モーメントと筋シナジーについて | 東埼玉総合病院 | 渡邊 健人 |
| 106-05 | 運動療法における関節と筋の負荷の推定
臥位における運動を含めた検討 | 鹿児島大学大学院 保健学研究科 | 竹下 康文 |
| 106-06 | 聴覚に対する様々なノイズが立位姿勢保持における中枢および末梢メカニズムに与える影響 | 京都大学大学院 医学研究科 | 山縣 桃子 |

11月30日 (土) 17時20分～18時20分		ポスター1 (構造・機能・情報学1)	会場：ポスター会場 (ポスター発表)
1P1-01	c-Fosタンパクの発現を指標にした線維筋痛症の脊髄機構解明 新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科	江尻 侑斗	
1P1-02	線維筋痛症モデルラットの脊髄後角ニューロンの興奮性増大に対する抗うつ薬アミトリプチリンの抑制効果 新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科	田口 徹	
1P1-03	ラットおよびマウス遅発性筋痛モデルの機械痛覚過敏におけるTRPA1の関与 新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科	太田 大樹	
1P1-04	複合持続ストレスにより生じる痛みの脊髄機構 新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科	亀谷 伊織	
1P1-05	脳卒中後疼痛モデル動物に対する運動野への刺激が疼痛様行動に及ぼす影響 サルモデルとラットモデルを用いた検証 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所	長坂 和明	
1P1-06	癒着モデルラットの筋組織動態と疼痛の関係性 畿央大学大学院 健康科学研究科	嘉摩尻 伸	
1P1-07	絞扼性神経損傷モデルに対する間歇的他動運動が疼痛閾値に与える影響 医療法人 藤井会香芝生喜病院 リハビリテーション室	岡田 圭祐	
1P1-08	吻側延髄腹内側部のセロトニン作動性ニューロン除去後の三叉神経尾側亜核における下行性疼痛調節 大阪人間科学大学 人間科学部 理学療法学科	杉生 真一	
1P1-09	冷温度受容体 (TRPM8) 活性化剤の皮膚塗布による運動神経動員制御への影響 花王(株)生物科学研究所	田村 晃太郎	
1P1-10	早産モデルマウスにおける生後脳のニューロン新生の変化 名古屋市立大学大学院 医学研究科 再生医学分野	伊藤 晃	
1P1-11	マカクサル小脳を細区分するコンパートメントマーカー発現 つくば国際大学 医療保健学部 理学療法学科	山本 竜也	
1P1-12	巧緻運動を司る皮質脊髄路の接続-機能と再編 新潟大学脳研究所 システム脳病態学	上野 将紀	
1P1-13	外的・内的要因を標的にした脊髄損傷後の皮質脊髄路の再生効果の検証 新潟大学脳研究所 システム脳病態学	中村 由香	
1P1-14	サル脊髄損傷後の手指機能回復と大脳皮質運動関連領域に分布する巨大錐体細胞の形態について 京都大学霊長類研究所 統合脳システム分野	高田 裕生	
1P1-15	Digoxinによるシナプス新生と運動学習の促進 大阪府立大学大学院 総合リハビリテーション学研究所	橋本 遵一	
1P1-16	大脳皮質感覚運動領域における限局的脳梗塞モデルラットの運動学的な歩行分析 昭和大学 医学部	吉川 輝	
1P1-17	棘下筋の肩関節後方安定化作用 山形県立保健医療大学	星川 恭賛	
1P1-18	足背の筋群における起始の解剖学的変異 一とくに足根洞を構成する靭帯、および伸筋支帯からの起始について 神戸大学大学院 保健学研究科	池澤 秀起	
1P1-19	上殿皮神経の走行と分布に関する肉眼解剖学的研究 腰背腱膜の構成との関係に着目して 神戸大学大学院 保健学研究科	石川 博隆	
1P1-20	鎖骨下筋停止部の個体差と菱形靭帯・円錐靭帯との解剖学的関係性について 神戸大学 医学部 保健学科	泉田 瑞希	
1P1-21	Master knot of Henryが足趾屈曲に与える影響 山形県立保健医療大学	鈴木 勇太	
1P1-22	os peroneumの骨様・軟骨様の割合 山形県立保健医療大学 理学療法学科	越湖 侑太郎	
1P1-23	第5中足骨近位部に付着する組織の解剖学的特徴 ～付着領域・付着面積の検討～ 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所	金子 史弥	
1P1-24	超音波画像診断装置を用いたばね靭帯機能評価と後脛骨筋腱水腫との関係 森ノ宮医療大学大学院 保健医療学研究科	田中 謙次	

11月30日 (土) 17時20分～18時20分		ポスター 2 (身体運動学 1)	会場：ポスター会場 (ポスター発表)
1P2-01	測定条件の違いが下腿三頭筋の筋厚値に与える影響 健常者・脳卒中患者に対する検討	沼田脳神経外科循環器科病院	五十嵐 達也
1P2-02	異なる頻度、持続時間におけるSS介入がROMと腓腹筋スティフネスにもたらす効果の検討	新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科	平泉 翔
1P2-03	内腹斜筋の筋厚は背臥位より端座位での体幹回旋で増大する	盛岡赤十字病院	白幡 紗也
1P2-04	レッグプレス運動における開始肢位の膝関節角度の違いが筋活動に及ぼす影響	新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科	稲葉 和貴
1P2-05	健常者と慢性腰痛者における腰方形筋の質的評価を用いた検討 筋輝度と筋硬度の男女別検討	熊本セントラル病院	松下 大輝
1P2-06	腹横筋トレーニングが筋収縮率に及ぼす効果 ドロインと体幹回旋運動の比較	青森県立中央病院	郡場 遥
1P2-07	大腿骨近位部骨折の骨折型が術後の下肢機能および動作能力に与える影響	社会医療法人 平成記念会 平成記念病院 リハビリテーション課	徳田 光紀
1P2-08	スタティックストレッチングによる即時的な受動的張力の減少が筋内及び筋間の筋活動と筋張力に与える影響 単関節での等尺性筋力発揮における検討	京都大学大学院 医学研究科 人間健康科学系専攻	野尻 周佑
1P2-09	膝関節伸展筋群に対するInstrument assisted soft tissue mobilizationを用いた介入が等尺性伸展筋力に与える影響	貞松病院 リハビリテーション科	森本 将司
1P2-10	大腿骨近位部骨折患者における退院時のJOA スコアとJHEQの関連とJHEQを用いた受傷前歩行形態の獲得がQOLに与える影響について	社会医療法人 平成記念会 平成記念病院 リハビリテーション課	池本 大輝
1P2-11	深部血管への音波振動刺激は血管拡張作用をもたらすか。	日本鋼管福山病院 リハビリテーション科	横山 知樹
1P2-12	脳卒中片麻痺者における力学的エネルギーと麻痺側筋力の関係	南東北グループ医療法人財団 健貢会 総合東京病院	石田 晋ノ介
1P2-13	慢性期四肢麻痺患者の補足運動野に経頭蓋直流電気刺激を行った際の筋緊張の変化について - ケーススタディでの検証 -	介護老人保険施設 新井愛広苑	森本 忍
1P2-14	低栄養状態にある大腿骨近位部骨折術後患者における早期からのNMES介入が筋力向上に与える影響	社会医療法人 平成記念会 平成まほろば病院 リハビリテーション課	森川 雄生
1P2-15	足部自動ストレッチング機器による足部背屈ストレッチングが健常高齢者の腓腹筋筋腱複合体に及ぼす影響 超音波画像診断装置を用いた検討	愛知医療学院短期大学 リハビリテーション学科 理学療法専攻	山田 南欧美
1P2-16	整形外科疾患患者における患側遊脚期は健側立脚期の力学的エネルギー効率を低下させる	社会医療法人杏嶺会 上林記念病院 リハビリテーション科	川瀬 広大
1P2-17	痙縮を有する頸髄損傷者に対するロボットアシストトレーニング中の主観的努力量に基づく最適アシスト調整の試み 単一症例による探索的研究	茨城県立医療大学付属病院	吉川 憲一
1P2-18	人工股関節全置換術後患者 1 症例に対するHonda歩行アシスト®を用いた歩行練習効果 3次元動作解析及び筋電図を用いた検証	茨城県立医療大学付属病院	古関 一則
1P2-19	大腿四頭筋に対する嫌氣的トレーニングが筋持久力に及ぼす影響	春日井市民病院 リハビリテーション技術室	島本 将宜
1P2-20	足関節底屈筋のForce steadinessトレーニングが片脚立位時の足圧中心動揺に及ぼす即時効果	京都大学大学院 医学研究科 人間健康科学系専攻	廣野 哲也

11月30日 (土) 17時20分～18時20分			ポスター3 (神経生理学(運動学習・運動制御を含む)1)	会場:ポスター会場 (ポスター発表)
1P3-01	両側頭頂葉への経頭蓋直流電流刺激が注意経路の安静時機能的結合および注意課題パフォーマンスに与える影響	慶應義塾大学 医学部 リハビリテーション医学教室	辻本 憲吾	
1P3-02	運動準備状態の相違が皮質脊髄路の興奮性に及ぼす影響	神奈川県立保健福祉大学 リハビリテーション学科	小久江 智耶	
1P3-03	報酬スケジュールが時間知覚と皮質脊髄興奮性に及ぼす影響	東京家政大学 健康科学部	鈴木 誠	
1P3-04	異なる刺激パターンの末梢神経電気刺激が運動および感覚神経系に及ぼす影響	茨城県立医療大学大学院 保健医療科学研究科	石橋 清成	
1P3-05	一次体性感覚野への経頭蓋交流電流刺激が触覚方位弁別能力にもたらす効果と脳律動の関係	新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科	齊藤 慧	
1P3-06	補足運動野への経頭蓋磁気刺激が予測的姿勢制御へ与える影響	東海大学医学部付属病院	久保 大輔	
1P3-07	低負荷サイクリング運動後に大脳皮質運動野の興奮性は上がる。	医療法人 相生会 にしくまもと病院 リハビリテーション課	岡本 彬	
1P3-08	体性感覚刺激を用いた単純反応課題の反応時間短縮に伴う事象関連電位の変化	札幌医科大学大学院 保健医療学研究科	赤岩 眞悠	
1P3-09	脳波-筋電図コヒーレンスを刺激周波数に設定した電気刺激が運動調節能力に与える影響	山形県立保健医療大学大学院 保健医療学研究科 理学療法学分野	小関 忠	
1P3-10	運動と同時に進行運動イメージが脊髄神経機能の興奮性と運動の正確性に与える影響 KVIQ4による検討	関西医療大学 保健医療学部 理学療法学科	鶴田 菜月	
1P3-11	前庭器官への交流電流刺激が立位重心動揺に与える影響	新潟医療福祉大学 医療技術学部 理学療法学科	福富 尚輝	
1P3-12	前庭ノイズ電流刺激が片脚立位重心動揺に与える影響の検証	新潟医療福祉大学 医療技術学部 理学療法学科	小林 奈槻	
1P3-13	反復的な前庭ノイズ電流刺激が立位重心動揺に与える影響	新潟医療福祉大学 医療技術学部 理学療法学科	斎藤 美樹	
1P3-14	短下肢装具による3時間の足関節固定が皮質脊髄路興奮性と歩行運動に与える影響	大山リハビリテーション病院 リハビリテーション部	荻田 哲也	
1P3-15	条件刺激の刺激位置の違いがpaired pulse depressionに及ぼす影響	新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科	小島 翔	
1P3-16	立位姿勢における視覚及び体性感覚入力が前庭誘発筋電位へ与える影響	四條畷学園大学 リハビリテーション学部	青木 修	
1P3-17	歩行条件の違いによる表面脳血流動態の比較 機能的近赤外分光法での検討	前田病院 リハビリテーション科	真上 修一	
1P3-18	一定時間の他動運動が運動後抑制に与える影響-効果持続時間と反復効果の検討-	新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究科	木村 優太	
1P3-19	有酸素性ペダリング運動が一次体性感覚野抑制作用および体性感覚時間弁別に及ぼす影響	新潟医療福祉大学大学院	山崎 雄大	
1P3-20	脳卒中患者における麻痺側上肢の痙縮と安静時脳波との関連	慶應義塾大学 医学部 リハビリテーション医学教室	岡和田 愛実	
1P3-21	刺激の提示頻度の違いが反応時間および事象関連電位に及ぼす影響	札幌医科大学大学院 保健医療学研究科	岩田 昂樹	
1P3-22	運動課題の目的の明確性の違いが同側一次運動野皮質内抑制機能およびそのラテラルティに及ぼす影響	埼玉医科大学病院 リハビリテーション科	松本 卓也	
1P3-23	末梢神経電気刺激が体性感覚機能に及ぼす影響	新潟医療福祉大学 医療技術学部 理学療法学科	安藤 希	

- 1P3-24 扉門への経穴刺激理学療法抑制手技の実施は実施直後以降より脊髄運動神経機能の興奮性を低下させる
関西医療大学 保健医療学部 理学療法学科 前田 翔梧
- 1P3-25 領域間の半球間抑制から見た外側前頭前野に対する経頭蓋直流電流刺激効果の検証
藤田医科大学 上原 信太郎
- 1P3-26 異なる両側運動課題が体性感覚誘発電位に及ぼす影響
広島大学大学院 医系科学研究科 生体環境適応科学研究室 諏訪 翔真
- 1P3-27 In vivoでの脳神経活動の観察を可能にするヘッドマウント小型顕微鏡の作製と運動学習メカニズムの解明に向けて
広島大学大学院 医系科学研究科 運動器機能医科学研究室 藤原 一樹
- 1P3-28 相反筋に投射する皮質脊髄興奮性に対する視覚固有覚刺激の影響
埼玉県立大学 保健医療福祉学部 鈴木 貴子

11月30日 (土) 17時20分～18時20分 ポスター 4 (運動生理学1) 会場：ポスター会場 (ポスター発表)

- 1P4-01 運動強度の異なる筋力増強運動がマウス骨格筋の肥大や筋力および脂質代謝に与える影響
神戸大学大学院 保健学研究科 脇川 大誠
- 1P4-02 心肺運動負荷試験中の脳酸化応答と運動耐容能の関連
新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究科 小島 将
- 1P4-03 10分間中強度運動が異なるワーキングメモリ課題成績の被験者に対する影響
新潟医療福祉大学 秦 偉翔
- 1P4-04 背臥位の自転車ペダリング運動は健康成人男性の脳皮質運動関連領域の酸化を引き起こす
新潟医療福祉大学 医療技術学部 理学療法学科 佐藤 大地
- 1P4-05 下腿三頭筋に対する低負荷Eccentric Contraction exercise介入による影響の検討
新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科 蒲澤 拓真
- 1P4-06 ホットバックにおける関節可動域, 筋硬度, 筋温度の経時的変化
新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科 石川 達郎
- 1P4-07 低負荷レジスタンストレーニングのトレーニング強度の推定
一筋電図を用いた検討
新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科 須藤 重樹
- 1P4-08 多発性筋炎に対する高強度伸張性収縮トレーニングの安全性と有効性の検討
札幌医科大学大学院 保健医療学研究科 檜森 弘一

- | | |
|--------|--|
| 1P5-01 | 地域在住高齢者における1年後の手段的日常生活動作低下と身体機能との関連
東北福祉大学 健康科学部 相馬 正之 |
| 1P5-02 | 拡散テンソル画像を用いた皮質脊髄路及び皮質網様体路の評価と歩行能力に関連する因子の検討
一般財団法人 広南会 広南病院 リハビリテーション科 神 将文 |
| 1P5-03 | 回復期脳卒中者における入院直後の身体活動量と入院1か月後の日常生活活動自立度の改善量との関連
初台リハビリテーション病院 清水 夏生 |
| 1P5-04 | 脳卒中片麻痺者の麻痺側股関節、足関節筋力測定の信頼性と妥当性
総合東京病院 リハビリテーション科 北地 雄 |
| 1P5-05 | 慢性期脳卒中者における手すりをを用いた上肢支持の有無が起立-着座動作パフォーマンスに及ぼす影響
杏林大学 保健学部 理学療法学科 橋立 博幸 |
| 1P5-06 | 大腿骨頸部・転子部骨折後の立ち上がり及び着座動作の患側健側比に関する検討
東京慈恵会医科大学附属第三病院 吉田 啓晃 |
| 1P5-07 | THA・BHA患者における位相角への影響
福岡県済生会大牟田病院 福田 政輝 |
| 1P5-08 | 人工膝関節置換後患者の加速度計を用いたfluidityの評価の妥当性の分析
群馬大学大学院 保健学研究科 朝倉 智之 |
| 1P5-09 | 床反力推定を用いた筋骨格モデルシミュレーションによって算出された下肢筋活動の妥当性についての研究
鹿児島大学 医学部 保健学科 川田 将之 |
| 1P5-10 | 脊髄損傷者を対象とした体幹機能評価作成に向けた Scoping Review および試案の作成
茨城県立医療大学付属病院 佐藤 弘樹 |
| 1P5-11 | 加振器を用いたせん断波エラストグラフィのヒト骨格筋への応用
中山クリニック訪問リハビリテーション事業所 菅原 奎太 |

12月1日(日) 8時40分～9時40分	口述7(神経生理学4)	会場:第3会場(口述発表)
		座長 浦川 将(広島大学大学院) 上原 信太郎(藤田医科大学)

207-01	左後頭頂皮質に対する α 帯域経頭蓋交流電流刺激が二点識別能に与える影響 新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科 横田 裕丈
207-02	小脳への経頭蓋直流電気刺激が立位姿勢制御の学習に及ぼす影響 山形県立保健医療大学 奥山 祥祐理
207-03	M1および小脳への経頭蓋交流電流刺激中の運動練習が運動学習効率および学習保持に与える影響 新潟医療福祉大学 医療技術学部 理学療法学科 松本 侑也
207-04	後頭頂葉への経頭蓋直流電気刺激が上肢選択意思決定に与える影響 早稲田大学 人間科学研究科 平山 健人
207-05	下肢一次運動野領域への経頭蓋交流電流刺激が運動パフォーマンスに与える効果 新潟医療福祉大学 医療技術学部 理学療法学科 宮下 真衣
207-06	小脳への経頭蓋直流電気刺激が立位姿勢制御の学習と小脳抑制に及ぼす影響 山形県立保健医療大学 川上 紗輝

12月1日(日) 9時45分～10時45分	口述10(神経生理学5)	会場:第3会場(口述発表)
		座長 久保 雅義(新潟医療福祉大学) 菅田 陽怜(大分大学)

2010-01	Cerebellar transcranial magnetic stimulation reduces the cortical silent period during force control Shijonawate Gakuen University Matsugi Akiyoshi
2010-02	Motor cortical plasticity induced by volitional muscle activity-triggered transcranial magnetic stimulation of the resting motor cortex Graduate School of Rehabilitation Sciences, Health Sciences University of Hokkaido Pramudika Nirmani Kariyawasam Gamage
2010-03	Time-Dependent Effects of Cognitive Tasks on Motor Learning and Its Retention Tsukuba International University Kimura Takehide
2010-04	静磁場暴露による補足運動野の機能抑制 広島大学大学院 医系科学研究科 感覚運動神経科学 鶴 大輔
2010-05	経頭蓋ランダムノイズ刺激の刺激タイミングが皮質脊髄路の興奮性および運動機能に及ぼす影響 新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究科 保健学専攻 理学療法学分野 星 春輝
2010-06	一次運動野と運動前野への経頭蓋ランダムノイズ刺激が運動学習に及ぼす影響 新潟医療福祉大学 医療技術学部 理学療法学科 増野 成太

12月1日(日) 10時50分～11時50分	口述13(神経生理学6)	会場:第3会場(口述発表)
		座長 高橋 真(広島大学医歯薬保健学研究院) 齊藤 慧(新潟医療福祉大学)

2013-01	下肢一次運動野に対するシートバースト刺激が皮質興奮性に及ぼす影響 効果の個人差の検証 山形県立保健医療大学大学院 片桐 夏樹
2013-02	視覚運動学習課題における課題施行前の70Hz-tACSの効果 鹿児島大学病院 リハビリテーション部 原田 太樹
2013-03	運動学習課題に特異的な安静時脳機能結合の特定 大分大学 福祉健康科学部 理学療法コース 安部 レオ
2013-04	視覚誘導性運動錯覚の単回誘起は脳機能結合を変化させるか 慶應義塾大学大学院 医学研究科医科学専攻 米田 将基
2013-05	障害物回避歩行への二重課題干渉と背外側前頭前野刺激の効果 広島国際大学総合リハビリテーション学部 松浦 晃宏
2013-06	四極性前庭刺激が身体正中認知に与える影響 -健常成人及び半側空間無視一症例での検討- 埼玉みさと総合リハビリテーション病院 國場 開

12月1日(日) 8時40分～9時40分		口述8(生体評価学1)	会場:第4会場(口述発表)
		座長 吉田 啓晃(東京慈恵会医科大学附属第三病院) 宮崎 宣丞(垂水市立医療センター垂水中央病院)	
208-01	介護予防事業に参加した地域在住高齢者における転倒リスク・スクリーニングの指標としての膝伸展筋力の発揮率の有用性	医療法人健佑会 いちはら病院	渡邊 雅英
208-02	動画解析ソフトBMPmeasureを使用したステップ長とストライド長測定の信頼性と妥当性の検討	医療法人社団苑田会 苑田第二病院	口石 健悟
208-03	地域在住高齢者の筋力と筋肉量がバランス能力に及ぼす影響	高崎健康福祉大学	篠原 智行
208-04	脊髄疾患に対するMini-Balance Evaluation Systems TestとBerg Balance Scaleとの比較 -反応性、得点分布からの検討-	茨城県立医療大学付属病院	仲澤 諒
208-05	スクワット動作に関するスケルトン検出アルゴリズムの信頼性と妥当性の検証	京都大学大学院 医学研究科人間健康科学系専攻予防理学療法学講座	太田 恵
208-06	股関節ストレッチングが腸脛靭帯の受動的な弾性に与える影響	北星病院 リハビリテーション科	小川 哲広
12月1日(日) 9時45分～10時45分		口述11(生体評価学2)	会場:第4会場(口述発表)
		座長 小林 武(東北文化学園大学大学院) 高橋 博愛(医療法人社団水光会 宗像水光会総合病院)	
2011-01	脳卒中者への長下肢装具および短下肢装具の選定において理学療法士が重要とする評価	初台リハビリテーション病院	太田 智裕
2011-02	幼児を対象とした足部の形態評価と靴サイズの実態調査 -靴サイズの差による形態変化-	金城大学大学院 総合リハビリテーション学研究科	小島 聖
2011-03	幼児における足部形態の経年変化	医療法人社団 さくら会 森田病院	土田 早希
2011-04	関節可動域, stretch toleranceに破局的思考は影響するか?	新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究科	中村 雅俊
2011-05	地域高齢者を対象としたロコチェック数の関連要因の検討	河北中央病院 リハビリテーション科	米田 嗣音
2011-06	肝硬変における運動負荷と生化学検査値との関係	東京慈恵会医科大学附属病院 リハビリテーション科	五十嵐 祐介
12月1日(日) 10時50分～11時50分		口述14(身体運動学3)	会場:第4会場(口述発表)
		座長 金井 秀作(県立広島大学保健福祉学部) 鈴木 博人(東北文化学園大学)	
2014-01	Forefoot接地ランナーと非Forefoot接地ランナーの下腿三頭筋及びアキレス腱特性の比較	京都大学大学院 医学研究科 人間健康科学系専攻	佐藤 友作
2014-02	shear wave elastographyを用いた足関節底背屈時におけるkager's fat padの組織弾性変化について	社会医療法人 畿内会 岡波総合病院 リハビリテーション科	清水 恒良
2014-03	高齢者の不安定板上片脚立位制御と足趾および足関節におけるRate of Force Developmentの関連	早稲田大学 スポーツ科学学術院	佐伯 純弥
2014-04	歩行における足関節と足部の運動の相互作用	鹿児島医療技術専門学校	林 浩之
2014-05	歩行における足部アーチの運動は後足部の運動に影響を及ぼす	埼玉県立大学大学院 保健医療福祉学研究科	庄野 仁美
2014-06	正常足と扁平足の足部アライメントの違いがランニング中の膝蓋大腿関節ストレスに与える影響	新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所	高林 知也

12月1日(日) 13時10分～14時10分 口述16(身体運動学4) 会場:第4会場(口述発表)

座長 黒澤 和生(国際医療福祉大学 小田原保健医療学部)
石田 弘(川崎医療福祉大学)

- 2016-01 スタティックストレッチの強度がROMおよび受動トルクに及ぼす影響
新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究所 深谷 泰山
- 2016-02 解剖頸軸回旋肢位と肩屈曲・外転肢位における肩峰骨頭間距離および肩峰被覆率の比較
信原病院 リハビリテーション科 上田 泰之
- 2016-03 大腿直筋の伸張に伴う浅層および深層の深筋膜の伸張変化
京都大学大学院 医学研究科 人間健康科学系専攻 築瀬 康
- 2016-04 膝伸展方向への等尺性収縮の効果が等速性収縮に与える影響 BIODExを用いた定量的評価の試み
医療法人恭友会はせがわ整形外科クリニック 木村 仁美
- 2016-05 伸張性肘屈曲筋群の1RMの推定方法の検討
新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科 二木 星南
- 2016-06 Kraus-Weber testを基にした腹筋テストの検討
福岡リハビリテーション専門学校 理学療法学科 江口 淳子

12月1日(日) 8時40分～9時40分 口述9(構造・機能・情報学2) 会場:第5会場(口述発表)

座長 石田 和人(豊橋創造大学)
李 佐知子(名古屋大学大学院)

- 209-01 脳出血モデルラットにおける超早期リハビリテーションは炎症促進因子の発現を促進し、運動機能回復を遅延させる
新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科 玉越 敬悟
- 209-02 自発的な身体運動は脳損傷後の機能回復を効果的に促進させる
金沢医科大学 医学部 解剖学Ⅱ 田中 貴士
- 209-03 脳梗塞後および脳出血後の運動介入による運動機能改善効果および神経細胞死抑制効果の比較検証
新潟医療福祉大学 医療技術学部 理学療法学科 高橋 侑里
- 209-04 高脂肪食負荷による肥満・高インスリン血症はアルツハイマー病マウスモデルの脳内タウ病理を増悪させる
大阪大学大学院 医学系研究科 臨床遺伝子治療学 伊藤 祐規
- 209-05 エピジェネティクス制御を伴う有酸素運動が海馬における脳由来神経栄養因子の発現に与える影響
北海道大学大学院 保健科学院 北原 美佳
- 209-06 ES細胞由来神経幹細胞の増殖期における異なる時期の温熱刺激効果の検討
日本保健医療大学 保健医療学部 理学療法学科 大森 啓之

12月1日(日) 9時45分～10時45分 口述12(構造・機能・情報学3) 会場:第5会場(口述発表)

座長 山田 崇史(札幌医科大学)
荒川 高光(神戸大学大学院保健学研究科)

- 2012-01 相同モデルによる日本人肩甲骨の多様性の解明
札幌医科大学大学院 保健医療学研究科 時田 諒
- 2012-02 前距腓靭帯, 踵腓靭帯, 後距腓靭帯の解剖学的関係性
新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所 江玉 睦明
- 2012-03 肘尺側副靭帯および屈曲回内筋群共同腱のType分類
新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所 池津 真大
- 2012-04 有酸素運動が乳がんモデルラットの筋萎縮, 貧血, 腫瘍形成におよぼす影響
一低強度および中強度トレッドミル走行の比較一
長崎大学生命医科学域(保健学系) 中野 治郎
- 2012-05 血中分泌型microRNAを介した癌性悪液質の発症と運動療法介入効果
北海道医療大学 宮崎 充功
- 2012-06 体外衝撃波療法は閉経後の骨粗鬆症を改善する
神戸大学大学院 保健学研究科 井上 翔太

2015-01	メカニカルストレスによる筋原線維機能の制御機構	札幌医科大学大学院 保健医療学研究科	芦田 雪
2015-02	ラット骨格筋の温度低下が細胞内カルシウムイオン濃度に及ぼす影響	電気通信大学	高木 領
2015-03	異なる強度のトレッドミル走行がマウス骨格筋応答に与える影響	神戸大学大学院 保健学研究科	島山 隼平
2015-04	片脚ペダリング運動による運動中の脳酸素化動態と運動後の遂行機能への影響	新潟医療福祉大学 医療技術学部 理学療法学科	石井 佑典
2015-05	心不全増悪による再入院患者では前頭葉機能が低下している	地域医療振興協会 練馬光が丘病院	矢崎 祥一郎
2015-06	6週間のスタティックストレッチングが筋力と筋量に及ぼす影響 —異なる頻度、伸張時間を用いた検討—	新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究科	佐藤 成

12月1日(日) 13時40分～14時40分		ポスター6 (構造・機能・情報学2)	会場:ポスター会場 (ポスター発表)
2P1-01	肥満型2型糖尿病モデルラットの糖尿病性腎症に対する長期運動介入効果	新潟医療福祉大学 理学療法学科	滝 聖矢
2P1-02	長期的運動が多発性肝嚢胞モデルラットに与える効果	東北大学大学院 医学系研究科 内部障害学分野	佐藤 陽一
2P1-03	不活動および運動介入時の骨格筋と血中の脳由来神経栄養因子BDNFの動態	帝京科学大学 医療科学部 理学療法学科	相原 正博
2P1-04	大腿神経損傷が変形性膝関節症モデルの軟骨変性に及ぼす影響	田中町温泉ケアセンター	二谷 彩
2P1-05	モデルの違いによる変形性膝関節症の関節軟骨変性の違い	埼玉県立大学大学院 保健医療福祉研究科 リハビリテーション学専修	荒川 航平
2P1-06	ラット膝関節における術後癒着モデルの構築	京都大学大学院 医学研究科 理学療法学講座	中原 峻
2P1-07	ラット後肢免荷モデルにおいて非荷重環境もたらす関節軟骨の組織学的変化は膝関節コンパートメントごとに異なる	金沢大学附属病院 リハビリテーション部	高橋 郁文
2P1-08	関節不動に伴い関節包に出現するCD34陽性/CD31陰性細胞の検討	金沢大学 医薬保健研究域保健学系	松崎 太郎
2P1-09	ランニングの総走行距離がマウス膝関節軟骨厚に与える影響	神戸大学大学院 保健学研究科	脇本 祥夫
2P1-10	骨格筋ミトコンドリアの過剰負荷は酸化ストレスを促進し筋萎縮を誘導する ～栄養学的介入における重要な視点～	奈良県立医科大学 分子病理学	森 拓也
2P1-11	定量的負荷強度運動がラット不動性萎縮筋に与える影響	金沢大学 医薬保健研究域保健学系	田中 正二
2P1-12	ラットヒラメ筋の廃用性筋萎縮回復過程における荷重日内頻度の影響 —筋の長軸部位による介入効果の相違—	金沢大学附属病院 リハビリテーション部	森田 結衣
2P1-13	廃用性筋萎縮に対する1日2回の筋力トレーニング効果	みかんやま整形外科	田村 悠磨
2P1-14	がん悪液質に伴う筋萎縮に対するPre-Exerciseが筋タンパク質の合成系経路に与える効果	大阪大学大学院 医学系研究科老年・総合内科	田中 稔
2P1-15	がん悪液質は心筋細胞におけるミトコンドリア機能障害を惹起する	奈良県立医科大学大学院 分子病理学	宮川 良博
2P1-16	肺炎症モデルラットにおける分岐酸アミノ酸摂取の影響	畿央大学 健康科学部	今北 英高
2P1-17	末梢神経損傷後の運動介入が神経再生中の組織内微小環境に及ぼす影響	医療法人社団苑田会 竹の塚脳神経リハビリテーション病院	桑原 希望
2P1-18	ラット坐骨神経挫減損傷モデルに対する超音波刺激効果検証	京都大学大学院 医学研究科 理学療法学講座	伊藤 明良
2P1-19	非ヒト霊長類を用いたH波の同定	産業技術総合研究所 人間情報研究部門 ニューロリハビリテーション研究グループ	阿左見 祐二
2P1-20	交通外傷後の遷延性意識障害の重症度ならびに意識障害改善度と拡散テンソルtractography所見との関連性	一般財団法人広南会 広南病院東北療護センター	阿部 浩明
2P1-21	深層学習による入院時脳MRI画像を用いた脳梗塞患者の歩行自立可否の予測	埼玉石心会病院 リハビリテーション部	仲 桂吾
2P1-22	40mWの多チャンネルレーザー照射が知覚閾値と痛覚閾値に与える影響の検討	本庄総合病院 リハビリテーション科	松本 昌尚
2P1-23	経皮的炭酸ガス吸収療法がヒト骨格筋および関節可動域に及ぼす影響	神戸大学大学院 保健学研究科	李 昌欣
2P1-24	電子聴診器とPythonを用いた足関節音の分析	宝塚医療大学 保健医療学部 理学療法学科	松尾 慎

12月1日(日) 13時40分～14時40分		ポスター7 (身体運動学2)	会場:ポスター会場 (ポスター発表)
2P2-01	口にくわえて振動させる器具を用いた運動時の頸部筋活動 頭頸部屈曲位保持の影響	川崎医療福祉大学 リハビリテーション学科	石田 弘
2P2-02	対側杖の使用が立脚期の股関節間力インパルスに与える影響	新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所	稲井 卓真
2P2-03	APDF解析を用いたタイピング動作中の上肢筋活動負担の検討	埼玉県立大学大学院 博士課程前期課程	伊藤 貴紀
2P2-04	起立第1相におけるコアスタビリティと身体機能の関係	福岡県済生会 大牟田病院	下野 直也
2P2-05	内側広筋斜頭の膝伸展単収縮トルク発生貢献度に関する検討	関西医療大学 臨床理学療法学教室	谷埜 予士次
2P2-06	慢性足関節不安定症の有無が片脚着地からの切り返し動作時の足部機能に及ぼす影響	新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究所	渡部 貴也
2P2-07	足圧からみた健常若年者のスマホ歩行の特徴	中通リハビリテーション病院 リハビリテーション部	近藤 諒平
2P2-08	健常成人女性のFunctional Reach Testにおける運動パターンと運動力学の解析	東京都リハビリテーション病院	佐藤 義尚
2P2-09	僅かな脚長差が歩行に及ぼす影響 -骨盤・下肢に着目して-	順心リハビリテーション病院 リハビリテーション部	今福 健太郎
2P2-10	着座動作における膝関節圧迫力と筋張力発生パターンの解明	埼玉県立大学 保険医療福祉学研究所 リハビリテーション学専修 博士前期課程	滋野 莉穂
2P2-11	歩行中の外挿体重心における安定性の定量的評価と歩幅との関係について -安定した歩行は先行する外挿体重心(XcoM)に対して支持基底面が形成される-	医療法人社団 誠広会 平野総合病院	佐分 宏基
2P2-12	側方ステップ動作のバイオメカニクス的研究	山内ホスピタル リハビリテーション部	山藤 滉己
2P2-13	着座動作における運動軌道形成について ~座面幅による影響に着目して~	東北文化学園大学大学院 健康社会システム研究科	吉田 高幸
2P2-14	杖使用による脛骨大腿関節内側コンパートメントに生じる関節応力の変化	埼玉県立大学 保健医療福祉学部 理学療法学科	小栢 進也
2P2-15	身体重心位置の視覚フィードバックは関節運動の協調構造を変化させるか	大分大学	阿南 雅也
2P2-16	離散ウェーブレット変換による表面筋電図解析の基礎的研究 -筋出力へ影響する神経性要因の把握方法-	城西国際大学	諸角 一記
2P2-17	ダイナミックな動作を取り入れた体操教室の実施が高齢者の体幹筋量に及ぼす影響	早稲田大学 スポーツ科学学術院	大崎 諒
2P2-18	歩隔の大きさが歩行時の身体動揺とバランス戦略に及ぼす影響 上下及び前後の動揺からの検討	宇野病院	山本 庄真
2P2-19	ゴーグルの色の違いが水泳選手の上肢の筋力発揮に与える影響	国士舘大学 理工学部 人間情報学系	地神 裕史
2P2-20	歩行中における後足部接地パターンの違いによる力学的影響	大垣徳洲会病院	平田 光太郎

12月1日(日) 13時40分～14時40分			ポスター8(神経生理学(運動学習・運動制御を含む)2)	会場:ポスター会場(ポスター発表)
2P3-01	数字情報の視覚を用いた運動イメージ練習がピンチ運動の正確さに及ぼす効果 F波と脈波による解析	青森県立保健大学大学院	福本 悠樹	
2P3-02	感覚トレーニングの試行回数が触覚方位弁別覚にもたらす影響	新潟医療福祉大学 医療技術学部 理学療法学科	酒井 彩希	
2P3-03	運動学習過程における姿勢性難易度特性が及ぼす脊髄運動神経興奮性の位相特異的制御動態への影響	神奈川リハビリテーション病院研究部 リハビリテーション工学研究室	浅井 直樹	
2P3-04	体幹肢位の変化に伴う後脛骨筋の興奮性の変化の電気生理学的検討	IMSグループ 新戸塚病院	高木 武蔵	
2P3-05	急性期脳卒中患者における歩行の時間的対称性とバランス能力の関係性について	矢木脳神経外科病院	玉井 春貴	
2P3-06	断続的なフィードバック練習に用いる感覚の違いが姿勢バランス課題の運動学習に与える影響について	北海道大学大学院 保健科学研究院	長谷川 直哉	
2P3-07	加算平均を用いたF波波形分析	関西医療大学 保健医療学部 臨床理学療法教室	東藤 真理奈	
2P3-08	線維筋痛症モデルマウスのうつ症状に対する運動療法の抑制効果	富山大学大学院 医学薬学研究部 システム情動科学講座	宮原 謙一郎	
2P3-09	能動的・受動的触覚刺激による介入が感覚機能に及ぼす影響	新潟医療福祉大学大学院 保健学専攻 理学療法学分野	渡邊 拓	
2P3-10	両脚立位と片脚立位における足圧中心動揺に対するフラクタル時系列解析	人間総合科学大学 リハビリテーション学科 理学療法学専攻	藤野 努	
2P3-11	手指の照準運動による力の変動性	国際医療福祉大学塩谷病院	吉田 優斗	
2P3-12	視覚および体性感覚刺激が主観的視性垂直に与える影響	北海道大学大学院 保健科学院	大下 紘佳	
2P3-13	立位時の動的姿勢制御における力量感覚の影響	国際医療福祉大学塩谷病院 リハビリテーション室	神野 愛	
2P3-14	健康な若年成人男性におけるinternal focus of attentionに基づく言語指示が最大歩行速度に及ぼす即時的影響	東京天使病院	鈴木 堯之	
2P3-15	母指の正中感覚神経は尺骨神経や橈骨神経浅枝より何故に遅いのか	千葉県立保健医療大学	三和 真人	
2P3-16	認知負荷が選択的ステップ反応に与える影響について:ステップ方向に着目して	北海道大学 保健科学院健康科学コース	嶋 勇輔	
2P3-17	Drop jump時のKnee-inと下肢のボディイメージとの関係	獨協医科大学病院	水野 史弥	
2P3-18	スポーツによる脊髄損傷者上肢筋脳機能地図の拡張	東京大学大学院 総合文化研究科	中西 智也	
2P3-19	内受容感覚入力が痛み知覚に及ぼす影響	新潟医療福祉大学 医療技術学部 理学療法学科	石塚 優平	
2P3-20	座位における前後方向の様々な体幹位置での体幹位置知覚能と体幹筋活動との関係	金沢こども医療福祉センター リハビリテーション科	遠藤 壮馬	
2P3-21	筋収縮後増強における筋電図パワースペクトラムの変化	東京学芸大学大学院 連合学校教育学研究科	石井 智也	
2P3-22	他者との交流経験が運動共鳴に及ぼす影響 運動共鳴におけるTop-Down Modulation	畿央大学大学院 健康科学研究科 神経リハビリテーション学研究室	宮脇 裕	
2P3-23	他者への敵対感の想起が運動共鳴に及ぼす影響 運動共鳴におけるTop-Down Modulation	畿央大学大学院 健康科学研究科 神経リハビリテーション学研究室	塩中 裕介	
2P3-24	下肢の同期タッピング課題における運動位相の違いが提示音消失後のリズム保持能力に与える影響	東北文化学園大学 医療福祉学部	沼田 純希	

- 2P3-25 ガルバニック前庭刺激が触覚方位弁別能力に及ぼす影響
新潟医療福祉大学 医療技術学部 理学療法学科 田辺 萌
- 2P3-26 運動前野または背外側前頭前野に対する経頭蓋静磁場刺激の介入効果を検討するための予備的研究
広島大学大学院 医系科学研究科 感覚運動神経科学教室 久保 南実
- 2P3-27 左眼瞼の開きずらさを主訴とした顔面麻痺症例に対する視覚誘導性自己錯覚の即時的効果
画素数による開眼程度評価と自覚的評価 JAとりで総合医療センター リハビリテーション部 遠藤 博
- 2P3-28 足関節背屈補助ロボットを用いた歩行練習による痙性片麻痺患者の脊髄相反性Ia抑制への影響：ク
ロスオーバー試験による検討 広島大学大学院 医系科学研究科 生体環境適応科学研究室 内海 翔
- 2P3-29 慢性期脳卒中片麻痺患者における手指伸展屈曲反復運動の評価－表面筋電図による定量化－
慶應義塾大学大学院 医学研究科 医科学専攻 岡田 紘佑

12月1日(日) 13時40分～14時40分 ポスター9 (運動生理学2) 会場：ポスター会場 (ポスター発表)

- 2P4-01 異なる強度の有酸素運動によるマウス骨格筋エネルギー代謝の変化
神戸大学大学院 保健学研究科 木下 沙英
- 2P4-02 上肢動的運動の換気応答は筋代謝受容器反射に制御されている
新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科 金井 梨里
- 2P4-03 漸増運動負荷試験中の脳酸素化動態：
上肢クランク運動と下肢ペダリング運動の比較
新潟医療福祉大学 医療技術学部 理学療法学科 橋本 和哉
- 2P4-04 自転車エルゴメーター駆動時の姿勢の違いは心肺運動負荷試験で得られる換気効率に影響しない
新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科 伊藤 有紀
- 2P4-05 視覚的フィードバックによる横隔膜呼吸が呼吸筋酸素消費量に及ぼす効果
茨城県立中央病院 リハビリテーション技術科 石井 伸尚
- 2P4-06 超音波診断装置を用いた異なる姿勢における複数の体幹筋厚の検者内信頼性
国際医療福祉大学塩谷病院 リハビリテーション室 遠藤 佳章
- 2P4-07 表在寒冷刺激による筋硬度増加に脊髄興奮性は関与しない
－脊髄興奮性, 筋温の経時的変化の比較－ 新潟医療福祉大学大学院 医療福祉研究科 清野 涼介
- 2P4-08 遅発性筋痛を生じた筋に対するストレッチングの急性効果
HRSとmodified PNFの比較 新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科 八幡 薫

- 2P5-01 光刺激による明暗リズムの変化はアルツハイマー病マウスにせん妄様行動を誘発する
大阪大学大学院 医学系研究科 臨床遺伝子治療学 伊藤 祐規
- 2P5-02 電気刺激を用いた前脛骨筋の筋疲労モデル作成の検討
阪奈中央病院 リハビリテーション科 額賀 翔太
- 2P5-03 30% MVIC最大保持時間による末梢骨格筋機能評価と運動耐容能の関係性
春日井市民病院 安田 勇士
- 2P5-04 非接触的な身体姿勢評価の有用性
宝塚医療大学 大西 智也
- 2P5-05 高校生を対象とした足部の形態調査
男女差に注目して
金城大学 医療健康学部 丸尾 朝之
- 2P5-06 背臥位におけるハンドヘルドダイナモメーターを使用した股関節伸展筋力測定に関する研究
2種類の徒手固定法の相違について
関西福祉科学大学 保健医療学部 リハビリテーション学科 理学療法学専攻 有末 伊織
- 2P5-07 膝関節屈曲角度の違いによる短軸方向の皮膚可動率の検討
医療法人和幸会 阪奈中央病院 リハビリテーション科 後藤 淳
- 2P5-08 磁気刺激を用いた膝関節屈曲筋力における生理的・心理的限界の解明
札幌医科大学 保健医療学部 理学療法学第二講座 青木 信裕
- 2P5-09 矢状面における胸郭角度に関与する要因について
健常若年者の静止立位からの検討
昭和大学 保健医療学部 上條 史子
- 2P5-10 理学療法士養成校に在籍する大学生における3軸加速度計付き活動量計を用いた身体活動量の測定
と活動実態
医療法人社団輝生会初台リハビリテーション病院 河合 結実

演題抄録一覧

11月30日(土) 1日目

演題抄録 一覧

101-01

口述 1 (神経生理学 1)

歩行開始時における予測的姿勢調節の発達過程について：方向特異性に着目して

萬井 太規¹⁾・宮城島 沙織²⁾・小塚 直樹³⁾・種田 健二⁴⁾
井上 貴博⁴⁾・佐藤 優衣²⁾・武田 賢太⁵⁾・浅賀 忠義¹⁾1) 北海道大学大学院 保健科学研究院 2) 札幌医科大学附属病院 リハビリテーション部
3) 札幌医科大学 保健医療学部 理学療法学科 4) 北海道大学大学院 保健科学院
5) 国立障害者リハビリテーションセンター研究所 運動機能系障害研究部

Key word / 予測的姿勢調節、歩行開始、運動発達

【はじめに】

歩行開始時の予測的姿勢調節 (APAs) は、遊脚直前に観測される遊脚側かつ後方のCOP偏位で定義される。APA_sは、体重心 (COM) の加速度の産生を目的とし、遊脚方向のAPAsは、安定した単脚支持を得るための「安定性」に貢献し、後方のAPAsは、前方への歩行速度を産生するための「加速性」に貢献する。APAsは、単調な発達でないことが明らかになっており (Mani et al., 2018), 神経筋の成熟や姿勢制御の制御戦略の変化が関連する (Blanchet et al., 2019)。しかしながら、APAsの発達過程の方向特異性は見解が一致していない (Ledebt et al., 1998; Malouin et al., 2000)。本研究の目的は、歩行開始時の遊脚直前に見られる遊脚側かつ後方のCOP偏位から、APAsの発達過程の方向特異性を明らかにすることであった。

【方法】

3-10歳の77名の定型発達児と14名の若年成人 (22.8±2.7歳) を対象とした。77名の児は、各年代で区分した (3歳群: 9名, 4歳群: 16名, 5歳群: 13名, 6歳群: 12名, 7歳群: 9名, 8歳群: 5名, 9-10歳群: 12名)。対象者は、足幅を両上前腸骨棘間距離、上肢を体側に下垂した両脚立位をとった。3秒以上の両脚立位の後、歩行を開始し、3歩以上歩くよう指示された。三次元動作解析システムVICONと2枚の床反力計を同期させ、COPとCOMを算出した。APAsの開始 (APA_{onset}) は、COPが安静時から2倍の標準偏差を超えて遊脚側、あるいは後方へ偏移した最初の時点とした。APA_{onset}からCOPの側方位置が遊脚側から初期位置まで戻った時点 (T₁) をAPA_s相とした。APAs相のCOPの最大後方偏位と最大側方偏位 (APA_{AP}, APA_{ML}) を算出した。COP初期位置は、APA_{onset}時点の位置 (Static_{AP}, Static_{ML}) とした。前後方向の変数は足長、側方の変数は両上前腸骨棘間で正規化した。1歩目の踵接地時点までのCOMの最大前方速度 (COM_v) を算出した。√gl (l = COM高) で正規化した (Hof, 1996)。群間比較に一元配置分散分析を使用し、多重比較にはTukey法を用いた。危険率は5%とした。

【結果】

APA_{ML}のみ、群間の有意差が認められた ($p < 0.05$)。APA_{ML}は、3歳から8歳まで単調的に増大し、8歳群は、9-10歳群および成人群よりも有意に大きくなった ($p < 0.05$)。9歳群と成人群に有意差は認められなかった。COP初期位置は、Static_{AP}のみ群間の有意差が認められた。Static_{AP}は、3~8歳群は、成人と比較して有意に後方に位置していた ($p < 0.05$)。COM_vは群間の有意差を認めなかった。

【考察】

比較的遅い速度で達成できる歩行開始では、後方のAPAsは、3歳から成人と同様の制御が可能である。側方のAPAsは、体重移動時の側方の制御の複雑さや (Winter et al., 1996)、側方体重移動時の皮質抑制の必要性から、安定性を高めるために、8歳まで成熟していくことが示唆される。

【結論】

歩行開始時のAPAsの発達過程は方向特異性が存在する。側方のAPAsの発達過程の方が遅く、単調的に成熟しないことが示唆される。

【倫理的配慮、説明と同意】

研究に参加した全ての対象者、および対象者の親に研究目的及び手順について十分に説明し、インフォームドコンセントおよびインフォームドアセントを得てから、書面にて同意を得た。実験で得られたデータは研究活動のみで使用し、学会や論文発表などにおいて公表する場合には、個人を特定できないように対処しプライバシー保護に配慮する。本研究は所属機関の倫理委員会の承認を得ている (17-11-2, 28-2-52)。

101-02

口述 1 (神経生理学 1)

慢性期脳卒中片麻痺患者に対するHonda歩行アシスト使用前後での変化

大宅 良輔¹⁾・村上 武史¹⁾・久原 聡志¹⁾・寺松 寛明¹⁾
賀好 宏明¹⁾・白石 純一郎²⁾・佐伯 覚²⁾1) 産業医科大学病院 リハビリテーション部
2) 産業医科大学 リハビリテーション医学講座

Key word / ロボット、Honda歩行アシスト、脳卒中

【はじめに】

近年、ロボット技術を利用したリハビリテーションは著しく進化を遂げ、注目されている分野の一つである。Honda歩行アシスト (歩行アシスト) は股関節の動きを角度センサーで検知し、歩行時の股関節の屈曲と伸展を補助する機器である。本研究の目的は、慢性期脳卒中片麻痺患者に対し、歩行アシストを用いた歩行練習が麻痺、筋力および歩行機能を改善させるかを検証することである。

【方法】

対象は2017年12月~2018年5月の間に当院リハビリテーション科に入院した歩行が自立している慢性期脳卒中片麻痺患者 (発症後4.8±3.6年) で、認知症、整形外科的疾患などが無い8名 (性別: 男性・女性各4名、年齢: 68.6±7.2歳、下肢Br.stage: IVが4名、Vが3名、VIが1名) とした。介入は通常理学療法に加えて歩行アシストでの歩行練習を20分間、10日間実施した。歩行アシストの設定は歩行観察と歩行パラメーターをもとに仮設定し、患者の歩きやすいと感じるトルク値に調整した。測定項目は下肢Fugl-Meyer評価、股屈曲・膝伸展筋力 (麻痺側/非麻痺側)、10m歩行速度、Timed Up&Go Test (TUG)、6-Minute Walk Test (6MWT)、Physiological Cost Index (PCI)、歩幅 (麻痺側/非麻痺側)、歩幅の左右対称性 (非麻痺側と麻痺側の差)、ケーデンスとした。10日間の介入前後での比較はMann-Whitney U検定を行い、有意水準は5%未満とした。

【結果】

歩行アシスト前後での比較では麻痺、筋力、10m歩行速度、歩幅の左右対称性、ケーデンスは有意差を認めなかったが、TUGが22.4±12.1秒から16.6±8.0秒、6MWTは191±105mから238±121m、PCIは0.5±0.2から0.3±0.3、歩幅 (麻痺側/非麻痺側) は31.4±9.1cm/29.7±13.6cmから38.1±13.6cm/37.2±16.9cmと有意に改善した。

【考察】

10日間の介入によりTUGおよび6MWT、PCI、歩幅が改善した。今回、歩行アシストを導入したことにより運動学習の再獲得がなされ、その結果歩幅の増大、歩行効率の改善に繋がり、歩行機能が向上したと考える。過去の歩行アシストの報告は3~4ヶ月の介入が多かったが、今回は10日間という短期間で歩行機能が向上した。また大畑らは歩行の対称性が改善したと報告したが、本研究では同様の結果は得られなかった。今後、介入期間や対象者の適応を検討していく必要がある。本研究の限界として通常理学療法のみを実施した対照群を設定しなかったことが挙げられる。

【結論】

歩行アシストを用いた歩行練習でTUG、6MWT、PCI、歩幅 (両側) 等の歩行機能は有意に向上した。歩行アシストでの歩行練習は慢性期脳卒中片麻痺患者の歩行能力の改善に寄与する可能性がある。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は産業医科大学倫理委員会の承認 (承認番号: 第H30-039号) を得て実施し、産業医科大学病院と本田技術研究所との金銭的、利益相反はない。

脳卒中後慢性期に発症した症候性ジストニーによる歩行障害に対する免荷トレッドミル歩行の介入の効果 筋電図および機能的磁気共鳴画像を用いた検証

山本 哲¹⁾・金榮 香子²⁾・遠藤 悠介³⁾・吉川 憲一²⁾
古閑 一則²⁾・仲澤 諒²⁾・高野 華子²⁾・四津 有人¹⁾
・松下 明²⁾・河野 豊¹⁾

- 1) 茨城県立医療大学
2) 茨城県立医療大学付属病院
3) 健康科学大学

Key word / 免荷式トレッドミルトレーニング、機能的磁気共鳴画像、症候性ジストニー

【はじめに】

下肢に生じるジストニーでは、患者が座位や立位等の姿勢をとると、それに対応して身体の一部部位に常に同様な筋緊張亢進が生じ、異常姿勢となる。臥位ではこの筋緊張の亢進は解消されるが、再度同様な体位を取ると常に同じ異常姿勢が生じる。なお、ジストニーに対する理学療法の効果については一定した見解がない。そこで、今回我々は任意に免荷量を調節できる免荷式トレッドミル (BWS) を用いた歩行練習に着目し、ジストニーによる歩行障害に対するBWS単回介入による即時効果と、2週間のBWS介入による効果について、筋電図および機能的磁気共鳴画像を用いて検証した。

【方法】

71歳の男性1名を対象とした。現病歴は、13年前に左視床出血を発症し右上下肢に軽度の運動障害を後遺したが、装具の使用なく自宅内外の歩行が自立していた。半年前から右下肢の筋緊張の増加および反張膝が出現し歩行困難となり、入院加療を行った。初期評価時の臨床所見は、膝蓋腱反射およびアキレス腱反射は左右ともに正常でありFugl-Meyer下肢スコアは29/34点と、非荷重位での運動障害を認めなかった。右下肢の深部感覚障害は重度であった。歩行は屋内歩行が修正自立であったが、右下肢の反張膝のため著明な歩行速度の低下を認めた。本例に対し、通常のリハに加えて2週間のBWS介入を行った。BWSの設定は、理学療法士が歩容の評価を行いながら可能な限り対称になるよう行なった。評価は介入初日、最終日に加え、1週間後の3回行った。項目は、歩行中の右腓腹筋の筋電図および、機能的磁気共鳴画像にて右および左足背屈課題を行った際の大脳皮質の血流変化とした。

【結果】

介入前の平地歩行において、正常歩行で見られない、右遊脚期における右腓腹筋の活動が著明であった。この右腓腹筋の活動は単回のBWS介入により即時的に減少し、この効果はBWS直後の平地歩行時にも持続した。単回介入で見られた右遊脚期における右腓腹筋の活動減少は介入期間中に持続し、さらに1週後も持続した。機能的磁気共鳴画像では左右背屈課題ともに、初期評価時には運動野の下肢表象領域のみならず、広範な領域が賦活した。介入期間後には運動野の下肢表象領域に賦活領域が収束した。さらに1週後もこの賦活パターンは持続した。

【考察】

ジストニーが生じるメカニズムとして、オーバーフロー現象 (ある動作の際に、その動作に不必要な筋が不随意に収縮してジストニーを呈する現象) の関与が報告されている (Sitburana,2008)。ジストニーは非荷重位での障害は明らかでなく、姿勢変換や重力を受けることにより生じる。つまり、免荷によって下肢筋に対する荷重を減じることは、ジストニー症状を軽減させる可能性があると考えられる。

【結論】

脳血管障害後の症候性ジストニーに対してBWSを用いた歩行練習は即時的に動作パターンを変化させ、長期的に随意運動時の運動野の賦活状態を変化させることが示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、ヘルシンキ宣言の理念に則り行われ、茨城県立医療大学倫理委員会の承認を得ている (受付番号:797)。また、研究開始前に症例に対し書面を用いて本研究の説明を行い、同意を得た。

歩行時の連続的外乱に対する適応における動的安定性の必要性

平田 恵介¹⁾・埴 大樹^{1,2)}・宮澤 拓³⁾・久保田 圭祐¹⁾
園尾 萌香^{1,2,4)}・藤野 努^{1,5)}・国分 貴徳¹⁾・金村 尚彦¹⁾

- 1) 埼玉県立大学大学院 保健医療福祉学研究所
2) 日本学術振興会特別研究員 3) はすだセントラルクリニック
4) 国立研究開発法人 理化学研究所 CBS-トヨタ連携センター 5) 人間総合科学大学

Key word / Split-belt、適応、歩行

【はじめに】

ヒトは中枢神経系で運動指令を生成することで様々な環境に適応した二足歩行を実現している。運動指令は肢体間 (interlimb) および肢体内 (intra limb) 協調によって運動を調整する。この協調性は我々が多くの関節運動を制御することを助ける。肢体間、内協調の根本的なメカニズムを実証するため、近年split-belt (左右が異なるベルト速度) treadmillによる連続的な外乱時の時空間変数の変化によって歩行適応性を記述する手法が用いられてきた。中でも踵接地タイミングは適応歩行における歩行周期の位相中心になるよう誤差修正されることがわかっているが、その機序は不明である。そこで、踵接地での空間変数と動的安定性に着目し、歩行適応への機序との関連性の追求を目的に本研究を行った。

【方法】

健常若年成人群17名 (平均年齢22歳)、健常高齢者群9名 (平均年齢67歳) に3分間のtied-belt (若年者:0.9m/s, 高齢者:最大歩行速度の1/2)、続いて7分間のsplit-belt (若年者:0.9, 1.8m/s, 高齢者:最大歩行速度の1/2, 最大歩行速度) 歩行課題を実施した。計測は三次元動作解析装置VICON (100Hz, Plug In Gait Full Body AI model) を用い、立脚時間、ステップ長、両脚支持時間、及びまたFC時の身体質量中心と前方に位置する脚 (前脚) 足圧中心のなす角 (COMCOP角) の左右比を従属変数、フェーズ (tied-belt, split-belt適応前, split-belt適応後) を独立変数として、一要因の反復測定分散分析を行い、多重比較検定 (Bonferroni補正) を行った。また動的安定性の評価としてsplit-belt適応後のCOMCOP角の正接 (tangent θ) と前脚の制動成分と鉛直成分のベクトル長の比 (F_y/F_z) の差をt検定にて比較した。

【結果】

両群のステップ長、両脚支持時間、COM-COP角が歩行適応後にtied-beltと有意差がなくなった ($p=0.10-0.68$)。よってこれらの変数が左右異なる速度で駆動するsplit-belt歩行時に左右対称化していた。またその際、tangent θ と F_y/F_z の有意差がなくなり、適応歩行後の踵接地時に両者が一致していた。

【考察】

本研究では歩行適応に伴い左右対称化することがわかっている肢体間変数のステップ長と両脚支持時間に加え、COMと前脚のCOPのなす角度も左右対称化することがわかった。これは年齢に依存しない能力であり、その本質は前脚の身体に対する制動力が厳密にCOMに向かっている動的安定性に優れた物理的状态に収束させる能力であることを示した。

【結論】

ロボティクスによるsplit-belt研究では運動のリズムとその位相が、接地による求心性の入力からtry and errorを繰り返すことで摂動に適応した位相をシフトしリズムの再設定を行うことを提唱している。本研究は、接地した前脚が連続外乱の中で全身体と動的安定性に有利な位置関係となる接地位置を誤差修正していることを示唆した。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は所属大学倫理委員会の承認 (No.29501) を得た後、ヘルシンキ宣言に則って被験者に対する説明を紙面と口頭にて行い、同意を得た上で実施した。

恐怖・不安情動が重心動揺に与える影響について
若年者と高齢者の姿勢戦略の違い大谷 啓尊¹⁾・青木 修²⁾1) 神戸国際大学 リハビリテーション学部
2) 四条学園大学 リハビリテーション学部

Key word / 重心動揺、姿勢戦略、情動

【はじめに】

転倒恐怖感のような情動が立位バランスに与える影響について、高所環境では重心動揺が減少することや、もともと不安特性が高い者は重心動揺が大きいことが報告されている。情動が立位バランスに与える影響は一様でないことから、個々の心理的特性と外部環境が相互に作用していることが推測される。本研究では、個々の心理特性および情動を惹起させる環境を統制し、加齢的变化が恐怖・不安のような情動を惹起させた時のバランスに与える影響を検討した。

【方法】

実験参加者は、健常若年者14名（以下、若年群）と地域在住高齢者8名（以下、高齢群）であった。個々の不安特性を調べるために、質問紙のState-Trait Anxiety Inventory-Form JYZ（以下、STAI）を用いた。実験課題では、被験者に両上肢体側下垂位とした両脚立位保持を2分間保持してもらった。情動を惹起させるために被験者前方1.5mに国際情動写真集から選別された画像をランダムに提示した。課題条件は、画像提示のないコントロール条件、中性画像を提示する中性条件、恐怖不快画像を提示する恐怖条件を設定し、試行順はランダムとした。アウトカムについて、立位バランスの指標には重心動揺計測から実効値面積を求めた。心拍センサによる心拍間隔の測定を同時に行い、情動惹起に伴う交感神経活動度（以下、LF/HF）を評価した。実効値面積は、コントロール条件を基準とした変化率（以下、 Δ 実効値面積）を算出した。統計解析について、STAIと Δ 実効値面積は、各条件で対応のないt検定を用いて若年者と高齢者で群間比較を行い、 Δ 実効値面積の条件間の比較は、対応のあるt検定を各群で行った。LF/HFは、各群で中性条件と恐怖条件間の比較を対応のあるt検定を用いて解析した。各検定の統計学的有意水準は5%とした。

【結果】

STAIは群間で有意な差を認めなかった。LF/HFは、両群ともに恐怖条件が中性条件と比較して有意に大きかった（ $p < 0.01$ ）。 Δ 実効値面積について、中性条件では有意差を認めなかったが、恐怖条件では高齢者が若年群よりも有意に大きくなった（ $p = 0.002$ ）。また、若年群における Δ 実効値面積について、恐怖条件では中性条件よりも有意に減少した（ $p = 0.02$ ）。

【考察】

恐怖条件においてLF/HFが有意に大きかったことから、恐怖感が惹起されたことが確認された。恐怖条件のみで Δ 実効値面積に群間で有意差を認めたことから、恐怖・不安情動が惹起された際の姿勢制御は、加齢的变化による影響を受けることが推測された。さらに、若年群では恐怖条件において有意に重心動揺が減少していたことから、加齢的变化によってストラテジーが異なることが示唆された。

【結論】

立位中に恐怖感が惹起されると、高齢者は重心動揺変化が大きくなり、若年者は重心動揺が減少する。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、神戸国際大学リハビリテーション学部倫理委員会の承認（G2018-083）を得て実施された。すべての被験者に対し、書面を用いて本研究の趣旨および測定方法、結果の取り扱い等について十分な説明を行い同意を得た上で実施した。

内受容感覚と心理特性の関連性について

五十嵐 眸美¹⁾・大鶴 直史^{1,2)}・横田 裕丈^{1,2)}・大西 秀明^{1,2)}1) 新潟医療福祉大学 医療技術学部 理学療法学科
2) 運動機能医科学研究所

Key word / 内受容感覚、痛み、心理特性

【はじめに】

内受容感覚とは、身体内部の変化に関する感覚であり、主に、心拍や血圧、呼吸などの変化の受容に関わっている。内受容感覚は内受容感覚の正確性、内受容感覚への気づきの2つの側面で評価することができる。内受容感覚の情報処理においては、島皮質、前部帯状回、視床などが中心的な神経基盤を担っていることが報告されている。これらの神経基盤は痛みを感じる神経ネットワークとされる部位と重複していることが知られている。このことから、内受容感覚と痛みの情報処理には、認知的な処理において関連がある可能性がある。そこで、本研究では痛みに関与する心理特性と内受容感覚の2つの側面にどのような関係性があるかを明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象は、健常成人30名（平均 21 ± 0.4 歳）とした。内受容感覚の正確性の評価には、心拍検出課題を用いた。心拍検出課題は、25、35、45、100秒間の4条件において外的手がかりなしで自己心拍をカウントさせ、以下の数式により評価し、内受容感覚の正確性の指標とした。 $1/4 \Sigma |1 - ((\text{実際の心拍数} - \text{カウントした心拍数}) / \text{実際の心拍数})|$ 。内受容感覚への気づきはMultidimensional Assessment of Interoceptive Awareness (MAIA) を使用し評価を行った。痛みに関与する心理特性の指標としては、痛みに対する破局的思考の指標であるPain Catastrophizing Scale (PCS)、痛み環境下での運動恐怖感の指標であるTampa Scale for Kinesiophobia (TSK)を用いた。各指標間の関連性については、正規性の検定を行なった後、スピアマンの順位相関係数を用いて検定を行った。有意水準は5%とした。

【結果】

心拍検出課題（内受容感覚の正確性）はいずれの指標とも有意な相関は認められなかった。一方、内受容感覚への気づきの指標であるMAIAにおいては、下位項目である気が散らないとTSKで正の相関が認められ（ $r = 0.46$ ）、痛みや不快な感覚を無視出来ないほど痛みがあるときの運動に対する恐怖心が強い傾向を示した。また、注意制御とPCSと有意な負の相関が認められ（ $r = 0.46$ ）、身体感覚への注意を保ちコントロールすることが困難なほど痛みに対する破局的思考が強い傾向を示した。

【考察】

痛みとMAIAで評価される内受容感覚には関連性があることが示唆された。しかしながら、この関連の背景にある神経学的基盤に関しては不明であり、今後さらなる検討が必要である。

【結論】

MAIAで評価される内受容感覚と痛みに関与する心理特性には、関連性があることが示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言の趣旨に則り、所属機関の倫理委員会の承認（18154）を得て行った。また、対象者には、書面および口頭にて実験内容に関する説明を十分に実施し行った。

筋シナジーの選択と共有による肩関節運動制御の簡略化

梅原 潤^{1,2)}・八木 優英¹⁾・廣野 哲也^{1,2)}・上田 泰之^{1,3)}
市橋 則明¹⁾

- 1) 京都大学大学院 医学研究科 人間健康科学系専攻
2) 日本学術振興会特別研究員DC
3) 信原病院 リハビリテーション科

Key word / 筋シナジー、肩関節、運動制御

【はじめに】

肩関節は肩関節複合体とも呼ばれ、複数の関節と十数以上の筋により構成されており、運動の遂行には複数筋の適切かつ協調的な制御が必要となる。複数筋の制御方法を特定する手段として、筋シナジーがある。筋シナジーは類似した機能を有する筋を組織化した制御機構と定義され、複数の筋活動に分解アルゴリズムを適応することで算出することができる。本研究の目的は、多様な肩関節運動の遂行において、肩関節周囲筋がどのように制御されているかについて筋シナジーを用いて明らかにすることとした。

【方法】

対象は13名の健常男性とした。対象者は多方向に上肢を動かす14種類の肩関節運動を実施した。14種類の肩関節運動は、5つの面における拳上下制運動、5つの拳上角度における水平内外転運動、4つの上肢肢位での回旋運動とした。表面筋電図を使用して、運動中に対象者の利き手側上肢の肩関節周囲筋の筋活動を計測した。対象筋は三角筋の前部・中部・後部線維と僧帽筋の上部・中部・下部線維、棘下筋、広背筋、上腕二頭筋、上腕三頭筋、前鋸筋、大胸筋の8筋12部位とした。計測された筋活動に対して分解アルゴリズムである非負値行列因子分解(NMF)を適応し、筋シナジーを算出した。本研究では、2通りの方法で筋シナジーを算出した。1つは各運動において計測された筋活動をすべてまとめたデータセットから、もう1つは各運動において計測された筋活動それぞれのデータセットから筋シナジーを算出する方法とし、算出された筋シナジーをそれぞれglobalシナジー及びseparateシナジーとした。その後、separateシナジーをglobalシナジーまたはそれらの線形結合であるmergedシナジーにより説明できるかを検討するために、コサイン類似度をseparateシナジーとglobalシナジーまたはmergedシナジーとの間で算出した。並び替え検定を実施し、統計学的に有意なコサイン類似度の閾値を決定した。有意水準は5%とした。

【結果】

計測された肩関節周囲筋の筋活動に対しNMFを適用することで、5-7つのglobalシナジー、1-4つのseparateシナジーが算出された。並び替え検定の結果、コサイン類似度は0.76-0.98の範囲をとり、おおよそ80%のseparateシナジーがglobalシナジーまたはmergedシナジーにより説明された。

【考察】

各運動の筋活動から算出されたseparateシナジーの大半が全運動の筋活動より算出されたglobalシナジーまたはmergedシナジーにより説明された結果は、肩関節運動を遂行する際に制御機構である筋シナジーの選択的及び協調的動員によって肩関節周囲筋の制御に対する簡略化が図られたことを示唆する。

【結論】

多様な肩関節運動の遂行において、肩関節周囲筋は制御機構となる少数の筋シナジーを介して制御されていることが示された。また運動の種類によって、筋シナジーの動員様式が異なることが明らかとなった。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、ヘルシンキ宣言および我が国の人を対象とする医学系研究に関する倫理指針、個人情報保護に関する法律を遵守し、京都大学医学部の医の倫理委員会の承認(R1347)を得て実施した。なお、対象者には紙面および口頭にて研究の趣旨を説明し、同意を得た。

Internal focus of attention 教示と External focus of attention 教示の運動学習効果の差異
フォームの学習に着目して

我妻 昂樹¹⁾・鈴木 博人²⁾・松坂 大毅¹⁾・藤澤 宏幸¹⁾

- 1) 東北文化学園大学大学院 健康社会システム研究科 健康福祉専攻
2) 東北文化学園大学 医療福祉学部 リハビリテーション学科 理学療法専攻

Key word / 運動学習、フォーム、Focus of attention

【はじめに】

理学療法士は最適な運動パターンを指導する際に言語教示を多用している(Johnson, et al.)。この言語教示に関する分類の一つに、Internal Focus of Attention (IFA) と External Focus of Attention (EFA) がある。IFAとEFAの運動学習効果に関する研究は多くなされているが、理学療法において重要なフォームの学習に着目した研究が不足している。そこで本研究では、幾何学モデルによる最適なフォームの推定が可能な「膝立ち位でのファンクショナルリーチ (FR-k)」を学習課題として取り上げ、フォームの学習におけるIFAとEFAの運動学習効果の差異を明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象は健常青年30名とし、無作為にIFA群、EFA群、対照群に割り当てた。プレテストにてFR-kにおける大腿骨外側上顆から第3指末端までの水平距離 (FR-k距離) を測定した。また、矢状面からビデオ撮影を行い、FR-k距離が最大値を示した時の肩関節、股関節および膝関節の角度を計測した。さらに、FR-kモデルから最も手を遠くに伸ばすことできる関節角度 (最適値) を算出し、各関節角度の最適値と実測値の差 (最適値誤差) を求めた。練習については、10試行を1ブロックとし、計3ブロック設定した。教示については各練習ブロック開始直前に与えた。IFA群には「お辞儀をしながら、伸ばした腕が耳の高さよりも上になるようにしてください」と教示を与え、EFA群には「バーを押すことで、基準線から台車をできるだけ遠くに離すようにしてください」と教示を与えた。対照群には教示を与えなかった。保持テストについては練習期間終了の翌日と1週間後に実施し、FR-k距離および最適値誤差を指標として学習効果を測定した。[統計解析] FR-k距離および最適値誤差を従属変数として、群と試行の二元配置分散分析(混合計画)を実施した。有意水準は $\alpha=0.05$ とした。

【結果】

プレテストおよび練習期間において、FR-k距離と最適値誤差で群の主効果および試行の交互作用が認められた。そこで、単純主効果を確認したところ、FR-k距離では第2・第3ブロックにおいて、最適値誤差では第1・第2・第3ブロックにおいて有意な差が認められ、多重比較の結果、IFA群がEFA群および対照群より有意に大きな値を示した。また、第3ブロックおよび保持テストにおけるFR-k距離と最適値誤差で群の主効果が認められた。

【考察】

IFA群はEFA群および対照群よりも即時的なフォームの改善が認められ、FR-k距離も増加させた。また、そのパフォーマンスは保持テストにおいても保たれており、EFA群・対照群よりも優れていた。フォームの学習におけるIFA教示の効果については、学習初期においては意識的な運動制御が学習を妨害することはないとしたdeautomatization of skills hypothesis (Beilock, et al.) を支持する結果となった。

【結論】

フォームに着目した学習課題においては、IFA教示がEFA教示よりも運動学習に有効であることが示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、ヘルシンキ宣言に基づいたものであり、東北文化学園大学研究倫理審査委員会にて承認を受け実施した(文大倫第16-30号)。対象者には「姿勢調節に関する研究であること」、「測定は非侵襲的であること」を説明した後、対象者の権利についての説明を書面および口頭で十分に行い、実験参加の同意を得て実施した。また未成年者に対しては保護者からの同意も得た。

pitch角に着目した健常者に対するHead Mounted Display アダプテーションの影響

市川 恭兵¹⁾・沼尾 拓²⁾・網本 和³⁾

- 1) 医療法人社団 青葉会 新座病院
 2) 専門学校社会医学技術学院 理学療法学科
 3) 首都大学東京大学院 人間健康科学研究科 理学療法学科

Key word / HMD、正中認知テスト、pitch角

【目的】

半側空間無視 (USN) の治療に視野を水平面上で偏倚させるプリズムアダプテーション (PA) が報告されている。Head Mounted Display (HMD) とWEBカメラを使用することで、視野を水平面 (Yaw角) と前額面 (Roll角) と矢状面 (Pitch角) の三次元上で偏倚させることが可能となっている。USN患者では主観的正中位が右上に偏倚するとされており、水平面上のみの介入だけでなく、矢状面上の介入も必要とされている。そこで、今回は臨床応用の基礎として健常者に対し矢状面上の影響を検証することとした。

【方法】

健常成人30名 (女性15名、平均年齢25.3歳) を対象とした。介入の前後に評価課題として、カメラを正中に向けたHMDを装着し、椅子座位にて体幹背面と足底を接地させた肢位で、前方に設置したタッチパネルの体幹正中、剣状突起の高さを人差し指で指差す課題を右手で10回ずつ行わせた (正中認知テスト)。この際、自身の上半が見えないよう視界を調節した。正中は剣状突起からレーザーポインターを用いて測定し、そこからの指差しした位置の差を正中認知テストの値とした。介入は同様の肢位で胸部前方に4点のターゲットを表示し、目視しつつランダムに計48回指差しをさせた。その際、HMDに装着したカメラを矢状面上で上に10度傾けた群 (上方偏倚群) と正中位にした群 (正中群) と下に10度傾けた群 (下方偏倚群) に分けた。介入前後での指差し位置のずれを計測した。統計処理は、上方偏倚群と正中群と下方偏倚群で正中認知テストの介入前後のタッチした位置の値の比較を二元配置分散分析および多重比較法 (Bonferroni) で用い有意水準は5%未満とした。

【結果】

正中認知テストは上方偏倚群では矢状面上に下に約31.1mm偏倚し、下方偏倚群では上に約54.5mm偏倚し、介入前後で有意差を認めた ($p < 0.05$)。正中群では約5.7mm下方へ偏倚したが、介入前後で有意差を認めなかった。介入前後のタッチした位置の値は交互作用が有意であった為、正中群と上方偏倚群と下方偏倚群で多重比較を行ったところ、介入前ではそれぞれ有意差を認めなかったが、介入後では上方偏倚群と下方偏倚群のみ有意差を認めた ($p < 0.05$)。

【考察】

正中認知テストが上方偏倚群で下へ偏倚し、下方偏倚群で上に偏倚したことから、視野を矢状面上で上下に偏倚させた状態で、指差し課題を行ったことで、主観的正中位を矢状面状で上下に偏倚させる結果になったと考えられる。

【結論】

健常者においてHMDを装着しカメラを矢状面上で上下にそれぞれ10度傾けて指差し課題を48回行うことで、主観的正中位が上下に偏倚することが示唆された。今後は症例に対し介入していき、臨床での効果を確認していきたい。

【倫理的配慮、説明と同意】

ヘルシンキ宣言に基づき、対象者には研究参加前に十分な説明を説明用紙にて行い、自由意志にて同意を得た。また、首都大学東京荒川キャンパス研究倫理委員会の承認を得た (承認番号27507)

義足に対する注意の使用頻度に依存した増加義足の運動制御メカニズム解明

会津 直樹^{1,2)}・大内田 裕^{2,3)}・出江 紳一^{3,4)}

- 1) 藤田医科大学 保健衛生学部 リハビリテーション学科 専門基礎科学領域
 2) 東北大学大学院 医学系研究科 肢体不自由学分野
 3) 大阪教育大学 特別支援教育講座
 4) 東北大学大学院 医工学研究科 リハビリテーション医工学分野

Key word / 切断、注意、義足

【はじめに】

下肢切断者は、失った身体の代償として義足を自己身体の一部のように扱い、歩くことができる。しかしながら、義足歩行初期ではつまずきや転倒を生じることがあり、どのように義足歩行を獲得していくのか、義足の制御メカニズムは明らかになっていない。サルでは道具使用の熟達により、道具は自己身体の一部であるとする反応が脳で記録できること (Iriki 1996)、健常者の道具使用が熟達すると道具に自己身体に向けられるのと同程度の注意が向けられることが報告されている (Reed 2010)。このことから、切断者が失った身体の代償となる道具である義足を用いた歩行を獲得しているならば、義足に対して注意が向けられることが考えられるが、その報告は存在しない。我々は自己身体に潜在的に向けられる注意 (身体特異性注意) を計測する手法を報告しており (Aizu 2018)、この注意機能は正確な運動を実行するために必要な身体情報のモニタリングと考えられている (Oouchida 2016)。本研究では義足歩行の獲得によって義足に対する注意がどのように変化しているのか調べることを目的とした。

【方法】

対象は義足歩行獲得目的に理学療法を実施した下肢切断者14名と健常者11名とし、視覚刺激検出課題を用いて義足または健常足 (健常者は左右足) に対する注意を測定した。視覚刺激検出課題は、視覚刺激が義足上 (足部上) または義足外 (足部外) のいずれかに現れた際に右示指でなるべく早くボタンを押す反応時間課題である。視覚刺激が義足外に現れた際の反応時間から、視覚刺激が義足上に現れた際の反応時間を引いた値を義足 (足部) に対する注意量とした (Aizu 2018)。測定は義足歩行が監視レベルで歩行が可能となった初期と退院直前の習熟期に行った。義足歩行能力として最大歩行速度を測定した。

【結果】

切断者の義足歩行の初期では、健常足よりも義足に対する注意量が低かった ($p < 0.01$)。一方、習熟期では初期よりも義足に対する注意量が増加し ($p < 0.05$)、習熟期では義足と健常足に対する注意量に差がなくなった。さらに、初期よりも習熟期で最大歩行速度は速くなった ($p < 0.05$)。義足に対する注意量は義足の使用期間と正の相関を認め ($r = 0.68$)、義足使用期間が長ければ長いほど義足に対する注意量が増加した。健常者では、左右足部ともに足部上の視覚刺激に対する反応時間が足部外より短くなり、足部の身体特異性注意が確認できた。

【考察、結論】

義足を使用した歩行獲得の理学療法によって、自己身体と同様に義足に対して注意が向けられるようになり、運動に役立つ情報を脳が得ようとする適応的な義足の運動制御メカニズムが明らかとなった。さらに、義足に対する注意量は義足使用の熟達度を客観的に示すことができるかもしれない。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は東北大学大学院医学系研究科倫理委員会にて承認を得て (2011-572)、対象者の同意を得て実施された。

片脚立位保持における健常高齢者の中枢性代償戦略

野島 一平¹⁾・諏訪 有紀²⁾・野口 泰司³⁾・田辺 茂雄⁴⁾
杉浦 英志²⁾・渡邊 龍憲²⁾

1) 信州大学 医学部 保健学科 2) 名古屋大学大学院 医学系研究科

3) 国立長寿医療研究センター

4) 藤田医科大学 保健衛生学部 リハビリテーション学科

Key word / 下肢筋肉量、EMG-EMG Coherence、片脚立位

【はじめに】

近年、理学療法の予防事業への参入が大きな関心を集めており、サルコペニアやフレイルといった高齢者の身体的な虚弱が注目されている。一方、縦断研究のレビュー論文より、筋量減少に比べ筋力低下が数倍早く進行することが報告されている (Mitchell et al., 2012)。また健常高齢者を対象とした縦断研究においても、筋力などの身体機能変化が起こる前に神経系の変化が出現していることも報告されている (Clark et al., 2013)。これらの知見は、発揮できる筋力の決定要因は、筋量だけではなく神経系も関与しており、特に高齢者が虚弱へ移行する初期には神経系の変化が強く影響している可能性を示唆している。

高齢者の神経系の機能を評価する方法として筋電図間のCoherence解析があり、 β 帯域の活動は脳波筋電間の連絡を反映していることが報告されている (Grosse et al., 2002)。そこで今回、健常高齢者の身体機能と神経系の機能の関係性を検討することを目的とする。

【方法】

対象は名古屋大学と愛知県東郷町で実施している検診事業に参加した255名から参加希望のあった43名 (男性20名、女性23名、年齢73.44 \pm 6.6) とした。課題はフォースプレート上で30秒間の両脚および片脚立位を開眼で実施、その間の筋活動を足関節周囲の下腿筋群より測定した (近位・遠位前脛骨筋、内側・外側腓腹筋)。Coherence解析は先行研究に基づいて計算し、両脚立位で片脚立位時のCoherence値を正規化して算出した。また立位課題時の足圧中心 (COP) 変位も同時に測定した。筋肉量の評価は、生体電気インピーダンス法で行った。統計解析は、相関行列から各筋群におけるCoherenceとCOPの関係を検討した。次いで、ヒト立位制御に重要な腓腹筋群の β 帯域のCoherence値と関連するよう要因を検討するために、多重線型回帰分析を実施した。調整因子として、10m歩行速度、片脚立位時間、そして年齢を選択した。有意水準は5%とした。

【結果】

COPとCoherence値の間に有意な相関を認めるものはなかった。対象筋の各ペアにおけるCoherence値は、片脚立位で両脚立位に比べて有意に大きくなり、特に前脛骨筋内で交互作用が見られた ($p<0.01$)。 β 帯域のCoherence値と関連する身体的要因の検討では、下肢筋量との間に負の関連が示された (標準化 $\beta=-0.345$, $p=0.04$)。

【考察】

COPの変動とCoherence値の間に関係は見られないにも関わらず、皮質脊髄路活動を反映すると β 帯域のCoherence値と下肢筋肉量の間に関係が見られた今回の結果は、加齢による筋量減少による立位不安定性を上位からの入力増大で代償している可能性を示唆するものと考えられる。

【結論】

EMG Coherence解析により、健常高齢者の機能低下を早期に見ておく可能性がある。

【倫理的配慮、説明と同意】

当該施設の学内倫理委員会の承認を得たのち、被験者に対して文書および口頭で本研究を説明し、同意を得てから実施した。

提示信号の異なるGo/NoGo課題練習が練習効果に及ぼす影響

菅原 亜美¹⁾・小島 翔^{1,2)}・齊藤 慧^{1,2)}・大西 秀明^{1,2)}

1) 新潟医療福祉大学 医療技術学部 理学療法学科

2) 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所

Key word / Go/NoGo課題、運動練習、課題関連刺激

【はじめに】

Go/NoGo課題は提示された信号に対して運動実行または抑制する課題であり、3日間の練習によってGo信号に対する反応時間が短縮することが報告されている。また、運動練習では、練習中に注意を向けた知覚情報に対して学習が進むと報告されている。そこで我々は、Go/NoGo課題の提示信号を練習期間で同一のものにするか否かによって運動練習の効果が異なるのではないかと考えた。そこで本研究は、Go/NoGo課題を用いて、3日間の運動練習で用いる提示信号の違いが反応時間に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象は健常成人24名 (21.0 \pm 0.29歳) であり、各練習条件で3つの群に分けた。運動課題はGo/NoGo課題とし、被験者には前方のモニターに提示されるGo信号に対して可能な限り素早く右示指を伸展し、NoGo信号に対して安静を保持するように指示をした。Go/NoGo課題の提示確率は1:1 (信号提示間隔4秒) とし、課題施行数は1セット40回、反応時間の算出は、Go信号から示指伸筋の筋活動開始までの時間 (PMT) および運動開始までの時間 (RT) を算出した。運動開始は指先に設置したLEDセンサーで確認した。練習群は、①同じ信号 (Go: 赤丸, NoGo: 赤四角, 緑丸) で練習する群 (信号固定群)、②練習日ごとに異なる信号 (黄色四角, 黄色丸, 黄色三角, 白四角, 白丸, 白三角, 青四角, 青丸, 青三角から選択) で練習する群 (信号変動群)、③練習なし群 (コントロール群) とし、3セットの練習を3日間行った。すべての群は1日目および5日目に同一の信号 (Go: 赤丸, NoGo: 赤四角, 緑丸) でGo/NoGo課題を行い、記録された反応時間を練習前後で比較検討した。統計解析は各練習群でウィルコクソン符号付順位和検定を行い、有意水準は5%とした。

【結果】

信号固定群のPMTは練習前で287.7 ms、練習後で249.7 msとなり、練習前に比べ練習後で有意な短縮が認められた ($P=0.03$)。一方、信号変動群のPMTは練習前で287.0 ms、練習後で274.9 msとなり、コントロール群のPMTは練習前で280.4 ms、練習後で279.8 msとなり、信号変動群およびコントロール群では練習前後で有意な変化が認められなかった ($P>0.05$)。また、各練習群のRTは練習前後で有意な差が認められなかった (信号固定群, $P=0.051$; 信号変動群, コントロール群, $P>0.05$)。

【考察】

本研究では、3日間の運動練習で同一の提示信号を用いた群でのみPMTの短縮が認められた。運動練習に関する先行研究では、練習に用いた運動方向特異的に練習効果が認められることや練習すべき信号に注意を向けた場合にのみ学習効果が認められると報告している。これらのことから、3日間の運動練習で同一のGo/NoGo信号に注意を向けたことで練習効果が認められたと考えられる。

【結論】

Go/NoGo課題練習は、練習期間の提示信号が同一の場合にPMTの短縮が認められることが明らかとなった。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、ヘルシンキ宣言の趣旨に則り、かつ、対象者に対して書面および口頭にて研究内容を説明し、同意署名を得たうえで実施した。

心臓からの内受容感覚による連合性対刺激法が皮質脊髄路興奮性に与える影響

木下 栞¹⁾・大鶴 直史^{1,2)}・横田 裕丈^{1,2)}・小島 翔^{1,2)}
宮口 翔太^{1,2)}・大西 秀明^{1,2)}

1) 新潟医療福祉大学 医療技術学部 理学療法学科
2) 運動機能医科学研究所

Key word / 内受容感覚、連合性対刺激、皮質脊髄路興奮性

【はじめに】

近年、視覚・聴覚・触覚などの外受容感覚以外に、心拍など身体内部で生じる内受容感覚に注目が集まっている。内受容感覚は、島・前部帯状回を中心とした多くの皮質領域で情報処理されていることが示されており、感覚運動野に対しても入力があることが示唆されている。これまで、体性感覚刺激と経頭蓋磁気刺激(TMS)を、特定のタイミングで同期させる対刺激を繰り返すことで、皮質脊髄路の可塑的变化が誘導されることが示されている(連合性対刺激法)。しかし、内受容感覚からの入力による連合性対刺激法によって、皮質脊髄路の可塑的变化が誘導されるかは明らかとなっていない。そこで本研究は、心臓からの内受容感覚による連合性対刺激法が、皮質脊髄路興奮性に与える影響を明らかにすることとした。また、その影響が内受容感覚鋭敏性の個人差によって異なるかについても検討を行った。

【方法】

対象は健康成人16名とした。皮質脊髄路興奮性の評価には運動誘発電位(MEP)を用いた。導出筋は右第一背側骨間筋とし、TMSの刺激部位は同筋のHot spotとした。刺激強度は安静時運動閾値の1.2倍とし、20回のMEP計測を介入前後に行い、その平均値を皮質脊髄路興奮性の指標とした。内受容感覚による連合性対刺激法の介入は、心拍のRピーク直後(R0)、200ミリ秒後(R200)、400ミリ秒後(R400)にTMS刺激を行う3条件とした。各刺激条件における刺激は5秒以上の間隔をあけて行い、介入時間は30分間とした。また、各刺激条件はランダムに1週間以上の間隔をあけて行った。

内受容感覚鋭敏性の評価には、内受容感覚の鋭敏性を表す指標である心拍検出課題を用いた。25、35、45、100秒間の4条件において、脈を触れるなど外的手がかりなく自己の心拍をカウントさせ、以下の数式により内受容感覚鋭敏性の指標とした。 $1/4 \Sigma |1 - ((\text{実際の心拍数} - \text{カウントした心拍数}) / \text{実際の心拍数})|$ 。各介入条件における皮質脊髄路興奮性変化の評価には、二元配置分散分析(要因:介入前後、介入方法)を用いた。また、内受容感覚鋭敏性と皮質脊髄路興奮性の評価の関連を検討するため、ピアソンの相関係数を算出した。有意水準は5%とした。

【結果】

3つの異なる刺激条件間において、介入によるMEP変化は認められなかった。しかし、R200条件において内受容感覚鋭敏性と介入前後のMEP振幅差に負の相関が認められ、R400条件においては正の相関が認められた。

【考察】

皮質脊髄路興奮性は、内受容感覚鋭敏性が低い被験者ほどR+200ミリ秒後に増大し、高い被験者ほどR+400ミリ秒後に増大することが示された。これは、可塑的变化を誘導するのに適した連合性対刺激のタイミングが、個人の内受容感覚鋭敏性によって異なることを示唆している。

【結論】

心臓からの求心性入力により、皮質脊髄路興奮性が変動することが示唆された。しかし、背景となる神経学的メカニズムは未だ不明であり、更なる検討が必要である。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言の趣旨に則り、所属機関の倫理委員会の承認(承認番号18154)を得て行った。また、全対象者には書面および口頭にて実験内容を十分に説明し、同意書に署名および捺印を得た上で行われた。

一側下肢での反応課題のトレーニングが反応時間及び皮質脊髄路興奮性に及ぼす影響

服部 涼平¹⁾・小島 翔^{1,2)}・齊藤 慧^{1,2)}・大西 秀明^{1,2)}

1) 新潟医療福祉大学 医療技術学部 理学療法学科
2) 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所

Key word / 経頭蓋磁気刺激、単純反応課題、運動練習

【はじめに】

反復的な運動練習は運動機能や皮質脊髄路の興奮性を変動させることが報告されている。これらの研究の多くは上肢の運動練習を用いているものが多く、上肢の単純反応課題練習では運動機能の向上とともに皮質脊髄路の興奮性が増大することが報告されている。一方、下肢を対象とした先行研究では、視覚追従課題やペダリング課題により皮質脊髄路の興奮性が変化することが報告されているものの、下肢の単純反応課題練習が皮質脊髄路の興奮性に及ぼす影響は不明である。そこで本研究の目的は、下肢における単純反応課題の練習が運動機能および皮質脊髄路興奮性に及ぼす影響を明らかにすることとした。

【方法】

被験者は健康成人30名(20.9±0.5歳)を対象とし、右足練習群(15名)およびコントロール群(15名)に分けた。運動課題は単純反応課題とし、被験者には聴覚刺激に対して可能な限り素早く右足関節を背屈するよう指示をした。運動練習は30回の単純反応課題を1セットとし、2分間の休憩を挟み合計10セット行った。右足練習群は右足にて運動練習を行い、コントロール群は安静保持とした。運動練習または安静保持前後で、運動誘発電位(MEP)の計測および単純反応課題を1セット行った。反応課題時の筋電図導出は右前脛骨筋(TA)から行い、足関節に設置した関節角度計にて運動開始を記録した。反応課題では、聴覚刺激から筋活動開始までの時間(PMT)および関節運動開始までの時間(RT)をそれぞれ算出した。皮質脊髄路の興奮性評価はMEPを用い、刺激部位はTAより最もMEPが導出される点とし、刺激強度は安静時閾値の120%とした。比較対象は練習または安静前後のPMT、RTおよびMEP振幅値とした。統計解析は正規性が認められた場合に対応のあるt検定を用い、正規性が認められない場合にウィルコクソン符号付順位和検定を行った。有意水準は5%とした。

【結果】

右足練習群におけるPMTは練習前(343.4±14.2ms)に比べて、練習後に(333.7±18.3ms)有意に短縮した(P<0.05)。一方、コントロール群のPMTは有意な差が認められなかった。また、右足練習群のMEP振幅値は練習前(0.37±0.25 mV)に比べて練習後(0.60±0.34 mV)に有意に大きな値を示したが(P<0.01)、コントロール群では有意な差が認められなかった。

【考察】

先行研究では、筋出力を調整する課題により皮質脊髄路の興奮性が増大することやペダリング運動により皮質内の抑制作用が減弱することが報告されている。これらのことから、反復的な単純反応課題練習によるPMTの短縮とともに皮質内の抑制作用が減弱したためMEP振幅値が増大したと考えられる。

【結論】

本研究では、下肢における単純反応課題練習によりPMTが短縮するとともに皮質脊髄路の興奮性が増大することが明らかとなった。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、ヘルシンキ宣言の趣旨に則り、かつ、対象者に対して書面および口頭にて研究内容を説明し、同意署名を得たうえで実施した。

反復他動運動は脊髄相反性抑制を増強させる

平林 怜^{1,2)}・江玉 睦明^{1,2)}・小島 翔^{1,2)}・宮口 翔太^{1,2)}
大西 秀明^{1,2)}

1) 新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科
2) 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所

Key word / 反復他動運動、電気刺激、脊髄相反性抑制

【はじめに】

痙性疾患、小脳性失調症、パーキンソン病、脊髄損傷などの上位運動ニューロン障害では、拮抗筋に対して抑制が働かず、過剰な同時収縮を引き起こす。過剰な同時収縮を抑制させる改善法の1つとして、脊髄相反性抑制 (RI) の増強法が近年注目されている。先行研究で、反復他動運動 (RPM) は筋紡錘からの発火頻度が増加し、大脳皮質の興奮性を変調させることが報告されている。そのため、RIの抑制性介入ニューロンはIa線維であることから、筋紡錘の発火頻度の増加に伴いRIにも影響を及ぼしている可能性が考えられる。そこで、本研究の目的は、RPMがRIに及ぼす影響を明らかにすることとした。

【方法】

対象は健康成人20名とした。RIの測定肢位は股関節屈曲80°、膝関節屈曲60°、足関節底屈20°とし、足関節はフットプレートに固定した (竹井機器工業)。筋電図は前脛骨筋とヒラメ筋に貼付し、サンプリング周波数は10kHz、バンドパスフィルターは10Hzから1kHzとした。電気刺激は電気刺激装置 (日本光電) を用いて条件刺激 (腓骨神経) をM波閾値の刺激強度で刺激し、試験刺激 (脛骨神経) を最大M波振幅値の15-25%の刺激強度で刺激した。RI (Ia相反抑制, D1抑制) の計測方法は条件-試験刺激間隔を2ms (Ia相反抑制), 20ms (D1抑制) に設定し、条件刺激をしない試験刺激のみ (single) を加えた3条件をランダムにそれぞれ12回実施した。RIの増強の要因を詳細に検討するために、RPMの運動速度、回数、時間を変化させた。＜実験1＞RPM課題は、運動時間 (10分間) を統一して足関節底屈30°から背屈10°の範囲を運動速度40°/s, 80°/s, 120°/s, 160°/sで実施した。＜実験2＞RPM課題は、運動回数 (618回) を統一して運動速度80°/s, 160°/sで実施した。RIの計測は、RPM課題前、直後、5、10、15、20分後に実施した。統計処理は反復測定三元配置分散分析を行い、事後検定としてRPM課題、刺激条件の比較は多重比較検定、RIの比較はPreと他の5条件を比較するために、対応のあるt検定にBonferroni補正を行った。いずれも有意水準は5%とした。

【結果】

＜実験1＞Ia相反抑制は、RPM課題120°/s, 160°/sで10分後まで抑制が有意に増強した (p<0.01)。D1抑制は80°/s, 120°/sで10分後まで、160°/sで15分後まで抑制が有意に増強した (p<0.05)。＜実験2＞運動回数を統一したRPM課題で、Ia相反抑制は80°/sと比較して160°/sで抑制が5分後と10分後で有意に増強した (p<0.01)。

【考察】

本研究の結果はRPMによってRIを増強させた結果となった。RIの増強には、RPMの運動回数よりも運動速度に依存していることが示唆された。筋の伸長速度と伸長度合いが筋紡錘の発火頻度を増加させることから、本研究では運動速度が最も速いRPM課題でRIの抑制性介入ニューロンを活性化させ、RIを増強させた可能性が示唆された。

【結論】

RPMはRIを増強させ、運動速度に依存してRIの抑制が増強することが明らかとなった。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言の基づいたものであり、本学の倫理委員会の承認を得て実施した。また、対象者には実験内容及び対象者の権利についての説明を書面および口頭で十分にを行い、実験参加への同意を得たうえで実験を実施した。

筋弛緩制御に関わる運動プログラムの特異性

竹中 悠真・小久江 智耶・岡野 将也・鈴木 智高・菅原 憲一

神奈川県立保健福祉大学 リハビリテーション学科

Key word / 筋弛緩、Stop-signal課題、SSRT

【はじめに、目的】

ヒトの正常な随意運動においては、筋収縮に関わる制御だけではなく筋弛緩を制御するメカニズムも同様に重要な要素である。さらに、意図した運動の解除 (キャンセル) もその要素の一つであるといえる。本研究は、運動制御の中でも運動のキャンセルに着目し、Stop-signal課題を用い、筋収縮及び筋弛緩の運動プログラムとキャンセル制御の相違を検証することで筋弛緩に関わる特異的な制御動態の存在を検証することを目的とした。

【方法】

対象は健康成人9名 (うち男性5名, 年齢21.2歳±0.4歳)。運動課題は、右手関節にて、安静状態からの急速な背屈を行う (rest-contraction; RC) 条件、背屈弱収縮から急速な背屈を行う (contraction-contraction; CC) 条件、背屈弱収縮から急速な弛緩を行う (contraction-relaxation; CR) 条件の3条件を課した。各条件において開始後、目標 (1.6秒) に合わせて運動を行うGo課題、または、1.6秒以前に停止信号が現れ、運動しないことが求められるStop (キャンセル) 課題をランダムに行うStop-signal課題を実施した。3条件は異なる日に行い、各条件の繰り返しは200回 (Go課題: 110回) とした。解析のため、各条件においてGo課題における反応時間 (秒; s)、Stop課題失敗時の反応時間 (秒; s)、Stop課題の情報処理の時間であるStop-signal reaction time (SSRT; s)、CC及びCRのStop課題失敗率を算出した。統計解析は、3条件間のSSRTの比較をFriedman検定にて行い、多重比較をWilcoxonの符号順位検定 (Bonferroni法) により行った。また、Go課題とStop課題失敗時の反応時間及びCC条件とCR条件の失敗率の比較をWilcoxonの符号順位検定にて行った。なお、有意水準は5%とした。

【結果】

Go課題の反応時間は、全条件とも運動開始から1.6秒の目標時間付近であった (RC; CC; CR: 1.60±0.01s; 1.60±0.01s; 1.61±0.01s)。また、Stop課題失敗時の反応時間は、全条件ともGo課題の反応時間よりも有意に速かった。SSRTにおいては、CRで他の2条件よりも有意に延長した。Stop課題失敗率はCCに比べCRで有意に高値を示した。

【考察】

筋弛緩と筋収縮は双方ともに、その開始に関わる目標に合わせて行っていた。また、筋弛緩と筋収縮はともにその開始とキャンセルに関わる情報処理が相違するものであると考えられた。すなわち運動の開始とキャンセルに関わる制御はそれぞれ特異的なものであることが示唆された。加えて、筋弛緩をキャンセルすることは収縮をキャンセルするよりも時間を要し、かつ、難易度の高いものであることが示唆された。

【結論】

運動制御において、筋弛緩は筋収縮と同様に運動プログラムを形成することで制御していることが示唆された。一方で、時間的な因子としてキャンセルメカニズムにおいては遅延が認められ、筋弛緩に関わり特異的な制御動態が存在すると考えられた。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、神奈川県立保健福祉大学倫理委員会の承認 (承認番号 保大第 71-57) を受け、ヘルシンキ宣言に則り実施した。すべての対象者には研究内容を書面及び口頭で十分に説明を行ったうえで、署名にて同意を得て実施した。

歩行学習方法の違いが歩行学習効果と皮質脊髄路の活動量に与える影響

筋電図間コヒーレンス解析による検討

北谷 亮輔^{1,2)}・梅原 潤^{1,3)}・山田 重人¹⁾

1) 京都大学大学院 医学研究科 人間健康科学系専攻

2) 関西リハビリテーション病院

3) 日本学術振興会特別研究員

Key word / 筋電図、歩行適応、コヒーレンス

【はじめに】

歩行学習中に一次運動野の活動を抑制すると学習効果が低下することから一次運動野の歩行学習への関与が示唆されており、皮質脊髄路損傷のある脳卒中患者は健常高齢者より学習定着に時間を要することが報告されている。そのため、神経生理学的背景に基づいてより効果的と考えられる歩行学習方法を検討する必要がある。そこで、本研究の目的は歩行学習方法の違いによる学習効果を筋電図間コヒーレンス解析による皮質脊髄路の活動量とともに検討することとした。

【方法】

若年健常者13名を対象に、トレッドミル歩行中の右遊脚期に滑車を介した重錘により右足部を後方に牽引する学習課題を実施した。学習条件は体重の2%の重錘を一度に負荷する(Abrupt)条件と0.2%の重錘を1分毎に負荷する(Gradual)条件とし、各学習条件10分間の歩行と学習前後で5分間の定常歩行を実施した。学習前最終(BL)・学習中最終(AL)・学習後最終(PL)の10歩行周期と学習開始直後(AE)・学習後直後(PE)の5歩行周期における遊脚時間と歩幅の対称性を算出した。左右前脛骨筋近位部・遠位部間、内側・外側腓腹筋間においてBL・AE・AL時の10歩行周期を用いて筋電図間コヒーレンス(15-35HzのBeta帯域や35-60HzのGamma帯域は皮質脊髄路を介した下行性入力を反映する)を算出し、各条件でAE・AL時の値をBL時の値で除した比率とした。統計解析として遊脚時間と歩幅の対称性は二元配置分散分析(解析区間・学習条件)により比較検討し、筋電図間コヒーレンスはAE・AL時で2条件間の比較をWilcoxonの符号付順位検定にて検討した。

【結果】

遊脚時間・歩幅対称性ともに解析区間と学習条件の有意な主効果と交互作用が得られた。AE時にAbrupt条件の方が有意に右遊脚時間が延長し右歩幅が低下したが、AL時にはGradual条件の方が有意に右遊脚時間が延長した。学習の後効果が生じるPE時は2条件ともBL・PL時と比較して右遊脚時間が短縮し右歩幅が拡大したが、2条件間で有意な差は得られなかった。筋電図間コヒーレンスはAE時にAbrupt条件の方が右前脛骨筋間のGamma帯域が有意に高く、AL時にGradual条件の方が左腓腹筋間のGamma帯域が有意に高い結果が得られた。

【考察】

Abrupt条件での右前脛骨筋間コヒーレンスの増大は、学習開始時からの強い牽引による右歩幅の低下に対して前脛骨筋への皮質脊髄路の活動を増加させて右遊脚時間を延長させる適応運動を反映していると考えられる。一方、Gradual条件での左腓腹筋間コヒーレンスの増大は、牽引が強い状態での学習時間の短さに対して右遊脚時間を長くすることで歩幅を保つために、反対側の腓腹筋への皮質脊髄路の活動を増加させて立脚後期の支持性を増大させる適応運動を反映している可能性がある。

【結論】

歩行学習方法の違いにより直後の学習効果に差がなくても、神経生理学的背景として歩行学習中は学習方法で異なる皮質脊髄路の活動変化が生じていた。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言および人を対象とした医学系研究に関する倫理指針に基づき、事前に京都大学大学院医学研究科・医学部及び医学部附属病院医の倫理委員会の承認を得て行われている。また、各対象者に測定方法および本研究の目的を説明した後、書面にて同意を得て実施されている。

末梢電気刺激と随意運動を併用した際の運動学習効果の検証

平賀 篤^{1,2)}・土屋 順子³⁾・田辺 茂雄⁴⁾・鈴木 智高⁵⁾
菅原 憲一⁵⁾

1) 帝京科学大学 医療科学部

2) 神奈川県立保健福祉大学大学院 保健福祉学研究科

3) 東京工科大学 医療保健学部

4) 藤田医科大学 リハビリテーション学科

5) 神奈川県立保健福祉大学 保健福祉学研究科

Key word / 電気刺激、運動学習、併用効果

【はじめに】

中枢神経系疾患等に見られる運動麻痺の改善には、脳の可塑性を背景とした運動学習アプローチが重要であり、その方法は一般的に随意運動を、困難な場合には電気刺激による介入が多い。しかし両者を併用した際の運動学習効果の検証に関わる報告は少ない。そこで本研究では、運動学習における電気刺激と随意的反復運動を併用した際の有効性について、パフォーマンス変化の観点から検証することを目的とした。

【方法】

対象は健常成人30名とした。課題動作は左手関節背屈動作とし、運動学習課題としてPCディスプレイ上に表示された基線に、手関節背屈張力に運動して上下するマーカーを追従させるトラッキング課題を行った。基線は3段階に上昇した後下降する段階的な山型波形とし、1段を最大随意収縮の10%分として、最も出力の高い部分が最大随意収縮の30%となるように設定した。運動学習のためのトラッキング練習条件として、電気刺激(Electric stimulation: ES)と随意運動(Voluntary: Vol)を以下のように組み合わせを行った。練習方法を、①ES+Volにて練習する群(Hybrid群)、②Volは行わずESのみ行う群(ES群)、③Volのみで練習する群(Vol群)の3パターンとした。練習は11回を1セットとし、合計5セット実施した。練習前後に視覚フィードバックなしでのトラッキング課題を各10回実施し、基線と実施されたマーカー追従線との誤差面積、トラッキング各段の頂点に到達する出力及び時間誤差を算出して比較した。統計解析は、介入前後の誤差面積を反復測定分散分析、各段における出力誤差、時間誤差の比較には一元配置分散分析を行った。有意水準は5%とした。

【結果】

誤差面積は介入前後において主効果を認め、練習条件との交互作用を認めた。単純主効果検定にて、練習前後の比較ではHybrid群が有意に誤差減少した。練習後ではES群に比べHybrid群とVol群が有意に誤差減少した。各段における時間誤差は、1・3段目ではHybrid群に比べES群が有意に大きく、2段目ではES群が他の2群に比べ有意に大きかった。出力誤差は、1段目ではES群が他の2群に比べ有意に大きく、2・3段目ではHybrid群に比べES群が有意に大きかった。

【考察】

本研究の結果より、トラッキング課題のような連合学習を必要とする運動課題において、併用学習により電気刺激から体性感覚の入力増加によって出力系への興奮性入力が増強されることで筋収縮調整が円滑に生じたことが推察される。さらに、ESとVolの相乗効果は感覚-出力調節における中枢神経の可塑的变化を増大させ、随意運動の学習を賦活させた可能性が示唆された。一方で筋を弛緩させる際にはその有意差は認められず、併用刺激による学習にはその運動出力における特異性が存在する可能性が考えられた。

【結論】

段階的な筋出力調整を必要とするトラッキング課題を用いた運動学習には、ESとVolを併用した場合、運動出力上昇時においてその有効性が示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言に基づいたものであり、神奈川県立保健福祉大学研究倫理委員会において承認を得た上で実施した。全被験者に対し、研究目的および安全性、個人情報の保護について口頭と書面にて説明し、署名にて研究参加の同意を得た。

関節固定によって生じた関節拘縮におけるラット皮下組織の伸張性に関する研究

廣瀬 勇太^{1,2)}・小野 武也^{1,3)}・佐藤 勇太³⁾・木村 源太³⁾
沖 貞明^{1,3)}・積山 和加子^{1,3)}・田中 航⁴⁾

1) 県立広島大学大学院 総合学術研究科 保健福祉学専攻
2) 医療法人社団正和会松下クリニック
3) 県立広島大学 保健福祉学部 理学療法学科
4) 社会福祉法人 春海会エクセル福山

Key word / 関節拘縮、ラット、皮下組織

【はじめに】

関節運動には関節周囲軟部組織の伸張性が必要である。一方、関節固定を行った場合、関節周囲軟部組織の伸張性は低下し、関節拘縮を引き起こす。我々の研究では関節周囲軟部組織の一部である皮下組織の伸張性を測定し、引張り負荷に対する抗張力を定量化した。その結果、皮下組織には骨格筋の半分程度におよぶ抗張力が存在することを明らかにした。しかし、関節固定によって皮下組織の抗張力が変化するかは不明である。本研究の目的は関節固定によって生じた関節拘縮における皮下組織の抗張力への影響を調べることである。

【方法】

対象は10週齢のWistar系雄ラット11匹を使用した。群分けは、対照群(n=6)と関節固定を行う固定群(n=5)とした。固定群のラットは右後肢を膝関節最大伸展位、足関節最大底屈位で保持して4週間の関節固定を実施した。固定期間終了後、すべてのラット右下腿後面の皮膚に長さ20mm、幅4mm、厚さ1mmの木材を接着剤にて貼り付けた。次に、木材周囲の皮膚を筋外膜上まで切開した。抗張力の評価は引張試験機を使用し、木材を介して固定した下腿の皮下組織を伸張し長さ-張力曲線を求めた。伸張速度は10mm/minとした。統計処理は、破断時の伸張距離および抗張力、10mm伸張時の抗張力を抽出し、各群との間で比較した。群間比較には、対応のないt検定を行った。

【結果】

固定群の長さ-張力曲線は対照群と比較して左方に変化する傾向が見られた。皮下組織破断時の伸張距離と抗張力を平均±標準偏差で示すと、対照群では15.97±2.00mm、6.08±1.45Nであり、固定群は11.74±1.63mm、5.06±1.59Nであった。また、10mm伸張時の抗張力は、対照群において2.60±1.16Nであり、固定群は4.09±1.90Nであった。統計処理の結果、皮下組織破断時の伸張距離は対照群と固定群の間に有意差を認めた(p<0.05)。

【考察】

先行研究によると4週間の関節固定では骨格筋の破断時抗張力および伸張距離が低下する。本研究結果の皮下組織では、固定群の破断時の伸張距離が低下した。これは、皮下組織の伸張性が低下していることを意味する。本研究は、関節固定により皮下組織の伸張性が低下することを引張試験により明らかにした初めての研究である。

【結論】

4週間の関節固定によって生じた関節拘縮におけるラット皮下組織の伸張性は低下する。

【倫理的配慮、説明と同意】

すべてのラットの苦痛は麻酔を使用することで可能な限り排除した。本研究は、県立広島大学動物実験委員会の承認を受けて実施した(承認番号:16A-001-2号)。

温熱刺激の負荷時間の違いが骨格筋形態に与える影響 細胞質内カルシウムイオン濃度に着目して

池上 諒¹⁾・中島 敏明²⁾・長谷川 貴亮²⁾・狩野 豊¹⁾

1) 電気通信大学大学院
2) 獨協医科大学

Key word / 骨格筋肥大、温熱療法、カルシウムイオン

【はじめに】

近年、温熱療法は骨格筋量を増加させる可能性が示唆されており、積極的な運動トレーニングが困難な患者への応用が期待されている。しかしながら、温熱刺激による骨格筋肥大のメカニズムの大部分は未解明であるほか、骨格筋肥大を誘発する温熱刺激負荷条件も十分に検討されていない。これまでに我々は温熱刺激により骨格筋細胞内にカルシウムイオン(Ca²⁺)が流入することを明らかにした。Ca²⁺はタンパク質合成及び分解の両方に寄与するシグナル伝達物質であるため、温熱刺激に対する骨格筋の適応に関与し得る。本研究の目的は、温熱刺激負荷の時間経過による細胞質内Ca²⁺濃度([Ca²⁺]_i)の変化が温熱刺激による骨格筋形態の変化に与える影響を明らかにすることである。

【方法】

実験1: Wistar系雄性ラットのヒラメ筋(SOL)を麻酔下で露出させ、Ca²⁺感受性蛍光指示薬を導入した。その後、表面筋温40℃の温熱刺激負荷中の[Ca²⁺]_iを*in vivo*環境下で60分間測定した(Heat群)。対照群は筋温を30℃に維持し測定を行った(CONT群)。実験2: Wistar系雄性ラットの右後肢に温熱刺激(筋温40℃)を1回20分または60分、2日に1回の頻度で計7回負荷した。最終負荷から24時後にSOLを摘出し、筋湿重量及び組織染色による骨格筋形態の評価を行った。また、20分または60分の温熱刺激単回負荷を行い直後及び3時間後にSOLを摘出し、Western Blotによるタンパク合成経路の定量を行った。反対脚をControl(CONT)とした。

【結果】

実験1: Heat群の[Ca²⁺]_iは初期値と比較し20分時まで有意に増加し(20分後:20±7%)、その後筋細胞の膨張を伴い低下した(60分後:12±3%)。CONT群は観察中有意な[Ca²⁺]_iの変動を認めなかった。実験2: 筋湿重量は7回の温熱刺激により20分負荷ではCONTと比較し有意に増加したのに対し(11±2%)、60分負荷では減少傾向であった(4±2%)。さらに、組織染色において20分負荷ではCONTと比較し筋線維径の増大を認め、60分負荷では白血球による浸潤及び中心核を有する線維を認めた。また、単回の温熱刺激によりAKT、mTOR、S6のリン酸化はCONTと比較して20分及び60分で同様に増加した。

【考察】

20分及び60分の温熱刺激単回負荷により筋タンパク合成経路が活性化し、20分の温熱刺激7回負荷では筋重量及び筋線維径の増大を認めた。したがって、温熱刺激によるCa²⁺流入は温熱刺激による骨格筋肥大に関与し得る。しかしながら、60分の温熱刺激単回負荷では20分負荷と同様に筋タンパク合成経路が活性化したにも関わらず、60分の温熱刺激7回負荷後の筋重量は減少傾向であった。実験1において60分の温熱刺激負荷により筋の膨張を認め、実験2において組織染色により損傷筋が観察されたことから60分の温熱刺激負荷ではタンパク分解が合成を上回った可能性がある。

【結論】

温熱刺激負荷の時間経過による[Ca²⁺]_i動態の変化が温熱刺激に対する骨格筋の肥大と萎縮という相反する適応を惹起させることが示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

電気通信大学の動物実験倫理委員会の承認を受けて実施した。また、動物実験の理念である3R、①Replacement(科学上の利用の目的を達成することができる範囲で、できる限り動物を供する方法に代わり得るものを利用する)、②Reduction(科学上の利用の目的を達成することができる範囲で、可能な限り利用する動物数を減らす)、③Refinement(科学上の利用に必要な限度において、可能な限り動物に苦痛を与えない方法を用いる)に配慮した。動物の飼育に関しては、電気通信大学実験実施規定に則り、気温、湿度、照明時間が制御され飼育室で行った。

マウス足関節背屈筋群の伸張性収縮による筋損傷量は角速度に依存する

縣 信秀¹⁾・森 友洋²⁾・清島 大資³⁾・伊東 佑太⁴⁾
木村 菜穂子³⁾・宮津 真寿美³⁾・河上 敬介⁵⁾

1) 常葉大学 保健医療学部 2) 名古屋大学医学部付属病院
3) 愛知医療学院短期大学 リハビリテーション学科
4) 名古屋学院大学 リハビリテーション学部
5) 大分大学 福祉健康科学部

Key word / マウス、筋損傷、伸張性収縮

【はじめに】

これまで、ラットの前脛骨筋に対し、一定な角速度の伸張性収縮 (LC: lengthening contraction) によって、安定した筋損傷モデルを作製し、理学療法効果を検証してきた (Mori, 2014, 2018)。しかし、理学療法効果のメカニズムの詳細な検証には、遺伝子操作実験が行いやすいマウスの筋損傷モデルを作製する必要があると考える。そこで本研究では、マウス足関節背屈筋群に対して、異なる角速度でのLCを実施し、どの程度の筋損傷量、筋力の低下が生じるのかを明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象には、10週齢のC57BL/6J雄性マウスを用いた。小動物用足関節運動装置と電気刺激装置を用いて、イソフルランガス吸入麻酔下にてマウス足関節背屈筋群に、角速度200, 400, 800°/秒でLCを行った。LC時の足関節運動範囲は90° (背屈30°～底屈60°)、運動回数は50回 (10回×5セット) とした。また、筋力の評価として、LCを実施する前、LC48時間後に、マウス下腿前面に経皮的に電気刺激を与えて、マウス足関節背屈筋群の最大等尺性背屈トルクを測定した。LC実施前の最大等尺性背屈トルク値に対する、LC48時間後の最大等尺性背屈トルク値の割合を算出し、トルク減少率とした。筋損傷の組織学的評価として、LC24時間後にEvans Blue Dye (EBD) を腹腔内投与し、LC48時間後に前脛骨筋を採取した。採取した筋を急速凍結し、凍結横断切片を作製した。さらに、Lamininの免疫蛍光染色を行い、筋腹横断面で観察される全筋線維数に対するEBD陽性筋線維数の割合を算出し、筋損傷量の組織学的評価とした。

【結果】

筋腹横断面で観察される全筋線維数に対する EBD陽性筋線維数の割合は、角速度200°/秒でLCを行った筋が4.4±2.3%、400°/秒が14.7±1.2%、800°/秒が24.4±1.4% だった。一方、トルク減少率は、角速度200°/秒でLCを行った筋が77.7±23.5%、400°/秒が62.2±25.4%、800°/秒が62.6±14.1% だった。

【考察】

マウス前脛骨筋に対する LC では、角速度の大きさに伴い、損傷筋線維数が増加することが分かった。ただ、ラット足関節背屈筋群に対する角速度200°/秒のLCでは、EBD陽性筋線維数の割合が約15%であったのに対し、マウスを用いた本研究におけるその割合は、約4%であったことから、動物種により筋損傷量が異なることが考えられた。また、最大等尺性収縮トルクにおいて、角速度と損傷量との関係性が見いだせなかった。今後、トルク測定時の条件や精度を精査し、理学療法効果を検証するのに適した筋損傷モデルマウスを作製できる条件を、さらに検証していく必要がある。

【結論】

マウス足関節背屈筋群の伸張性収縮による筋損傷量は角速度に依存することがわかった。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、常葉大学動物実験委員会の承認を得て行った (承認番号: 第2018-A02号)。また、実験動物の飼養及び保管並びに苦痛の軽減に関する基準 (平成25年 環境省) にも配慮し、実験に用いる動物の生命を常に尊重するように最大限の努力を払っている。

骨格筋由来乳酸による骨格筋量調整に関する基礎的研究

大野 善隆・伊藤 貴史・松井 佑樹・安藤 孝輝・須田 陽平
横山 真吾・後藤 勝正

豊橋創造大学

Key word / 乳酸、筋量、骨格筋

【はじめに】

運動刺激や電気刺激を骨格筋に負荷することで筋量が増加するが、そのメカニズムの全貌は明らかではない。一方、近年では骨格筋から分泌される生理活性物質 (マイオカイン) などによる骨格筋機能あるいは全身の生理機能調節における役割が注目されている。乳酸は骨格筋で産生・分泌される物質の一つであり、運動刺激や電気刺激によって血中乳酸濃度が増加することはよく知られている。これまでに我々は、乳酸による筋増量作用を確認したが、乳酸の骨格筋機能調節における役割には不明点が多い。骨格筋に及ぼす乳酸の生理作用を解明することは、運動刺激や電気刺激などによる筋機能再生法の知的裏付けとなるのはもちろん、機能が低下した骨格筋に対する新規治療法の開発に発展する可能性がある。本研究では、乳酸による筋量増加ならびに筋萎縮抑制作用を追究した。

【方法】

実験には雄性マウス (C57BL/6J) を使い、対照群、乳酸投与群、筋萎縮群、筋萎縮+乳酸投与群に分類した。マウスを気温約23℃、明暗サイクル12時間、自由に餌と水を摂取できる環境下で飼育した。筋萎縮群と筋萎縮+乳酸投与群には2週間の後肢懸垂を負荷した。乳酸投与群と筋萎縮+乳酸投与群には乳酸 (乳酸ナトリウム) を経口投与 (1.0 g/kg体重、5回/週) した。乳酸投与開始後、マウス足底筋を摘出し、体重あたりの筋重量の変化を経時的に評価した。ウェスタンブロット法によりマウス足底筋におけるAMPKリン酸化レベルを評価した。また、乳酸投与後の血中乳酸濃度を測定した。実験で得られた値の比較には二元配置分散分析または一元配置分散分析、ならびに多重比較検定を用いた。本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費 (17K01762、18K10796、18H03160)、公益財団法人明治安田厚生事業団研究助成、豊橋創造大学大学院健康科学研究科「先端研究助成」を受けて実施された。

【結果】

本研究で用いた乳酸投与条件は血中乳酸濃度を増加させた。乳酸投与群の体重あたりの足底筋重量は、対照群に比べて、有意に高値を示した。筋萎縮+乳酸投与群の筋重量は筋萎縮群よりも高値を示した。乳酸投与は骨格筋におけるAMPKリン酸化レベルを低下させた。

【考察】

細胞外乳酸による筋細胞の肥大が報告されている。また、AMPKはタンパク質合成シグナルの阻害や分解シグナルの増強により、骨格筋量を負に制御すると考えられている。したがって、乳酸による筋量増加には、血中乳酸の増加およびAMPKリン酸化レベルの低下が関与する可能性がある。

【結論】

乳酸は、タンパク質合成・分解を調節するAMPKを介して、筋量増加ならびに筋萎縮抑制作用を持つことが示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究の動物実験は、所属機関の動物実験に関する規定に従い、所属機関の動物実験委員会による審査・承認を経て実施された。

ストレッチは脱神経に伴う筋細胞膜の興奮性低下を抑制する

阿部 真佐美・芦田 雪・玉井 勝星・檜森 弘一・山田 崇史

札幌医科大学大学院 保健医療学研究科

Key word / 脱神経筋、メカニカルストレス、ストレッチ

【はじめに】

脱神経 (DEN) 筋では、早期から著しい筋力低下が引き起こされ、それは主に筋細胞膜の興奮性の低下に起因する。一方、先行研究において、持続性のストレッチ (STR) がDENに伴うヒラメ筋の筋重量低下を軽減することが報告されている。これは、メカニカルストレス (MS) の欠如が、DENに伴う筋重量の低下に寄与することを示唆しているが、MSが電気的な筋細胞膜の興奮性の制御に関与するかどうかは不明である。そこで、本研究では、DENに伴う筋細胞膜の興奮性低下におけるMSの役割を明らかにするために、反復性の持続的なSTRがDEN筋の筋力およびクロナキシーに及ぼす影響を検討した。

【方法】

Wistar系雄性ラットを、左後肢の坐骨神経を切離すDEN群と、DEN直後から3日間、足関節底屈筋 (PF) に30分間のSTRを毎日12回負荷するDEN+STR群に分けた。STRは、テーピングにて足関節を最大背屈位で固定することで実施した。DEN3日後にin situにて最大等尺性足関節底屈トルク (MIT) およびクロナキシーを測定するとともに、PFを採取し重量を測定した。

【結果】

DEN群において、CNT群と比較してMITの著しい低下 (-37%) が認められた。またこの変化は、クロナキシーの顕著な増加とPF重量の低下 (-10%) を伴っていた。一方、DEN群では、スキンドファイバーにおけるCa²⁺誘因性最大張力に変化は認められなかった。興味深いことに、STRは、DENに伴うMITの低下を軽減するとともに、クロナキシーの増大を抑制した。さらに、STRは、DENによる足底筋およびヒラメ筋の筋重量低下を軽減した。

【考察】

本研究の結果、反復性の持続的STRは、DEN後早期に生じる筋細胞膜の興奮性低下を抑制し、筋力低下を軽減することが明らかとなった。これは、DENに伴うMSの欠如が、筋細胞膜の興奮性低下の要因であることを示唆している。これまで、後肢懸垂モデルラットにおいて、MSが減少した状態では、早期から筋細胞膜のNa⁺-K⁺-ATPaseの活性が低下することが報告されている。したがって、STRによるMSは、Na⁺-K⁺-ATPaseの活性低下を防ぐことで、DENに伴う筋細胞膜の興奮性の低下を軽減した可能性が考えられる。しかしながら、MSが筋細胞膜の興奮性を制御するメカニズムは未だ十分明らかにされておらず、今後さらに詳細な検討を行う必要がある。

【結論】

反復性の持続的なSTRは、筋細胞膜の興奮性の低下を抑制することで、DEN後早期に生じる筋力低下を軽減する。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、動物を対象としており、札幌医科大学における動物実験委員会の承認 (承認番号: 16-076) を受けたうえで、施設規程細則を遵守し遂行した。

培養筋管に対する超音波刺激の肥大効果 - 刺激強度や照射時間率が筋肥大効果へ与える影響 -

清島 大資^{1,4)}・縣 信秀²⁾・伊東 佑太³⁾・木村 菜穂子¹⁾
小林 剛⁴⁾・宮津 真寿美¹⁾・河上 敬介⁵⁾

1) 愛知医療学院短期大学 2) 常葉大学 保健医療学部

3) 名古屋学院大学 リハビリテーション学部

4) 名古屋大学大学院 医学系研究科 5) 大分大学 福祉健康科学部

Key word / 超音波、培養筋管、筋肥大

【はじめに】

これまでに、筋細胞から分化誘導した筋管に対する超音波刺激 (周波数3 MHz, 強度0.5 W/cm², 照射時間率50%) が培養筋管を肥大させることを報告した。一方、超音波の刺激強度や照射時間率によって、筋衛星細胞の増殖率が変化することも報告した (縣, 2019)。以上のことから、超音波刺激による培養筋管の肥大効果も、刺激強度や照射時間率によって異なることが考えられる。そこで、超音波刺激強度及び照射時間率の違いによる筋肥大効果を明らかにすることを目的にした。

【方法】

C57BL/6 Jマウスの長趾伸筋をコラゲナーゼ溶液に90分間浸した後、培地中で筋線維をほぐし単一筋線維のみを採取し、トリプシンによって筋衛星細胞を剥離し、ディッシュに播種した (1.5×10²個/35mm ディッシュ)。播種後3日間は増殖培地にて増殖させたのち、分化培地に交換して4日間培養し、筋衛星細胞の7~8割を筋管に分化させた。その後、超音波刺激をしない群 (以下nonUS群) と10分間の超音波刺激をする群 (以下US群) に分けた。さらにUS群は、超音波の刺激強度を0.1, 0.5, 1.0 W/cm²で与える群 (周波数3 MHz, 照射時間率50%), 照射時間率を10%, 20%, 50%で与える群 (周波数3 MHz, 強度0.5 W/cm²) に分けた。超音波は、超音波治療器 (UST-770, 伊藤超短波) を用いて、プローブ (直径1.8cm) 上にゲルを塗布し細胞を培養したディッシュを乗せて行った。超音波刺激24時間後に両群を位相差顕微鏡 (IMT-2; OLYMPUS) で観察し、デジタルカメラ (E-PL3; OLYMPUS) にて撮影した。取得した画像はImageJを用いて、筋管の横径を測定した。

【結果】

超音波刺激強度の違いを調べた結果、筋管の横径がnonUS群では80.20 ± 24.86 μm、0.1 W/cm²では65.74 ± 24.90 μm、0.5 W/cm²では90.33 ± 35.38 μm、1.0 W/cm²では107.19 ± 31.56 μmであった。0.5 W/cm²、1.0 W/cm²ではnonUS群に比べ有意に増大した。一方、照射時間率の違いを調べた結果、10%の照射時間率では87.67 ± 23.64 μm、20%の照射時間率では97.74 ± 30.28 μm、50%の照射時間率では94.96 ± 22.83 μmであった。20%、50%の照射時間率ではnonUS群に比べ有意に増大した。

【考察】

超音波刺激によって誘導される筋肥大における刺激強度や照射時間率の影響を検討したところ、本研究で用いた範囲においては刺激強度、照射時間率が高いほど肥大効果が高い傾向がみられた。超音波刺激は、刺激強度や照射時間率が高いほど振動作用による機械刺激が筋管に多く加わっていることが考えられる。また、超音波刺激による局所的な組織温の上昇が筋肥大に関与している可能性も考えられる。よって、今後は超音波刺激の何が肥大効果の違いに影響を及ぼしているかを含めて、筋肥大のメカニズムについても明らかにしていく。

【結論】

培養筋管に対する超音波刺激の筋肥大効果を、超音波の刺激強度や照射時間率の大きさと比較すると、本研究の条件の範囲内では刺激強度や照射時間率が高いほど効果が高い傾向がみられた。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、愛知医療学院短期大学動物実験委員会の承認を得て行った。また、実験動物の飼養及び保管並びに苦痛の軽減に関する基準 (平成25年環境省) にも配慮し、実験に用いる動物の生命を常に尊重するように最大限の努力を払っている。

抜重によるステップ動作の運動学的・筋電図学的特徴

藤井 信伍・塚越 累

明芳外科リハビリテーション病院

Key word / 抜重、床反力、古武術的身体操法

【はじめに】

近年、古武術的身体操法がバスケットボールや陸上競技等の各種スポーツの競技力向上に貢献していることが報告されている(金田2004)。「蹴らない」「踏ん張らない」といった、筋力に依存しない動作を行うこの古武術的身体操法では、重力を味方につけることによって効率的で身体への負担が少なくなることが指摘されている。しかし、実際に古武術的身体操法による動作と通常動作を運動学的、筋電図学的に比較した研究は少ない。本研究は古武術的身体操法の一つである膝関節の脱力による「抜重動作」を利用したステップ動作と、一般的な母趾球で地面を蹴って移動する「蹴り動作」によるステップ動作とを運動学的、筋電図学的観点から比較し、ステップ動作における古武術的身体操法の有用性や特徴を明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象は健康な男子大学生18名(年齢 21.2 ± 0.3 歳、身 171.0 ± 5.9 cm、体重 60.7 ± 6.4 kg)とした。対象者に前方3mの地点に設置された光刺激装置からの光刺激に対して、できるだけ素早く前方1mに設置された目標物へ一歩踏み出すステップ動作を行わせた。開始肢位は、左下肢を前肢、右下肢を後肢として空手道の構え姿勢を模した肢位とし、「抜重動作」と「蹴り動作」によるステップ動作をそれぞれ5回ずつ測定した。測定には、三次元動作解析装置(Vicon Nexus、200Hz)及び床反力計(AMTI、1,000Hz)を使用し、Plug-in-gaitマーカーセットに準じて対象者の全身35箇所に反射マーカーを貼付した。解析区間を前肢の床反力垂直分力の立ち上がり時から前方に設置した目標物に左上肢が接触するまでとし、両側の床反力、下肢関節の角度および内的関節モーメントの最大値を求めた。表面筋電計(Delsys trigno、2000Hz)を用いて、両側の前脛骨筋、腓腹筋、外側広筋、大腿二頭筋、中殿筋の筋活動を記録した。得られた生波形を50msのroot mean squareで処理した後、各筋の最大等尺性収縮を100%として正規化し、解析区間内の平均筋活動量を算出した。統計学的検定には対応のあるt検定を用い両動作の各変数を比較した。有意水準は5%とした。

【結果】

両動作の動作時間には有意な差は認められなかった。前肢の股関節外転モーメント、および床反力の後方分力については抜重動作が有意に低かった。筋活動においても抜重動作では後肢の外側広筋、大腿二頭筋および中殿筋において有意な活動減少を認めた。

【考察】

抜重動作は下肢筋の脱力により重心の位置エネルギーを運動エネルギーへ効率的に変換できる動作であるとされている(脇田2012)。前肢後方床反力の減少、後肢筋活動減少が、抜重動作が効率的な動作とされる要因と考えられる。

【結論】

抜重動作による動作速度向上の効果は本研究においては確認されなかったものの、抜重動作はより小さい力学的エネルギーで動作を行うことができる効率的な動作であることが示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は「臨床研究に関する倫理指針(平成15年厚生労働省告示第255号)」および「兵庫医療大学倫理審査委員会規程」を遵守して行った。また、本研究は兵庫医療大学倫理審査委員会の承認を得たうえで行った。全ての対象者に対して研究内容を説明し、自由意思による同意を得て実施した。

壁と人との違いが隙間通過時の歩行様式に与える影響

菊池 俊之¹⁾・志水 宏太郎²⁾・木原 由里子³⁾・伊藤 一成⁴⁾
田井 啓太⁵⁾・樋口 貴広⁶⁾・古名 丈人⁷⁾

1) 社会医療法人北斗病院 医療技術部 理学療法科 2) 医療法人社団豊生会 東苗穂病院 リハビリテーション部
3) 日本医療大学 保健医療学部 リハビリテーション学科
4) 旭川リハビリテーション病院 5) 医療法人社団永生会 南多摩病院 リハビリテーション科
6) 首都大学東京 人間健康科学研究科 ヘルスプロモーションサイエンス学域
7) 札幌医科大学 保健医療学部 理学療法学科 理学療法第一講座

Key word / 回避行動、歩行、隙間通過

【はじめに】

日常生活では隙間を通過する場面が多く、体幹を回旋させることで障害物との衝突を回避する戦略がとられる。この戦略は障害物の隙間幅の大きさと自身の身体幅の大きさに応じて調整されている。壁と壁の間隙を通る際は隙間幅が肩幅の1.3倍以下の時、人と人の隙間を通過する場合は隙間幅が肩幅の1.7倍以下である時に体幹の回旋角度が増加することが報告されており、隙間を構成する障害物の性質の違いにより回避戦略が変わることが推察される。しかしながら、左右で異なる障害物の隙間を通過する際の障害物回避戦略は明らかにされていない。そこで本研究では、人と物体のさまざまな組み合わせの隙間条件を設定し、通過する際の障害物回避戦略の違いについて検討することとした。

【方法】

対象者は若年健康男性8名。除外基準は整形外科的既往、神経外科的既往のある者とした。測定機器は三次元動作解析装置VICON(VICON社)を用いて、被験者の身体各部位にマーカーを貼付し、マーカーの軌跡から隙間通過時の体幹回旋角度(°)および障害物との側方マージン(mm)を算出した。対象者にはスタートから6.0mの位置に2つの障害物が設置された歩行路の隙間を通過することを求めた。障害物の隙間幅は肩幅の1.0倍、1.3倍、1.5倍、1.7倍の4条件を設定し、障害物は壁・壁、人・壁、壁・人、人・人の4条件を設定した。なお、踏み出す足と隙間通過時の回旋方向は全試行で統一した。統計解析には、幅条件(4条件)と障害物条件(4条件)を要因とした繰り返しのある二元配置分散分析を行い、その後の検定としてSidakの多重比較を行った。なお有意水準は5%とした。

【結果】

隙間通過時の体幹回旋角度については、隙間幅の違いによる有意な主効果が認められ($p < 0.05$)、その後の検定により全条件間で有意差が認められた。障害物との側方マージンについては障害物条件の違いによる有意な主効果が認められ、人を向く試行に比べて壁を向く試行で有意に増加した($p < 0.05$)。また隙間幅についても有意な主効果が認められ($p < 0.05$)、その後の検定により隙間幅1.0倍と1.3倍、1.3倍と1.7倍、1.5倍と1.7倍の間で有意差がみられた($p < 0.05$)。

【考察】

以上の結果より、今回の実験では壁・人条件または人・壁条件においては回旋角度に変化はないが、側方マージンの結果から隙間通過の際に壁側に歩行路を移動して通過していた可能性が考えられる。壁側に歩行路を移動させた理由としてはパーソナルスペースが影響していると考えられ、人と物体との間に形成されるパーソナルスペースが異なった点が推察される。また、隙間幅の違いに伴って、側方マージンに違いが生じており、先行研究を支持する結果となった。

【結論】

以上より本研究の結論としては、人と壁の隙間を通過する際は、体幹の回旋角度は変えずに、歩行路を壁側に移動して通過する戦略をとることが示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、札幌医科大学倫理委員会の審査を受け、承諾を受けた研究である(承認番号28-2-26)。なお本研究では、厚生労働省の「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」に則り、事前に本研究の説明を行い、書面による同意を得た上で実施した。

体幹前傾姿勢では少ない筋力で大きな前後方向COM加速度を得ることができる

徳永 由太¹⁾・高林 知也²⁾・稲井 卓真^{1,2)}・久保 雅義²⁾

1) 新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究所

2) 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所

Key word / Induced Acceleration解析、体幹前傾姿勢、筋骨格モデル

【はじめに】

体幹前傾姿勢は是正すべき不良姿勢と考えられている。しかし、我々が高齢者などのバランス能力の低下した者が体幹前傾姿勢をとるという事実から、この姿勢にはバランス保持をする上で何かしらの利益があると考えている。バランス能力を考える上で身体に存在する筋がCOMをどの方向にどの程度加速しているか、という情報は重要である。そこで本研究では、体幹前傾姿勢において下肢の各筋の作用によって生じる前後方向COM加速度がどのように変化するかを筋骨格モデルによるシミュレーションを用いて解明することを目的とした。

【方法】

対象は健康成人男性1名であった。動作課題は30秒間の直立姿勢(UP)および体幹前傾姿勢(TF)での立位保持をそれぞれ行った。計測には三次元動作解析装置(VICON)および床反力計(AMTI)を使用した。筋が1Nの張力を発揮した際に、どの程度のCOM前後方向加速度を生じさせるのかをInduced Acceleration(IA)解析により評価した。IA解析は身体に作用する力と、その結果として生じる身体各部位に生じる動きの関係を明らかにすることができる。解析対象は前脛骨筋、ヒラメ筋、腓腹筋、広筋群、大腿直筋、大腿二頭筋短頭、ハムストリングス、大殿筋、腸腰筋の8筋とした。なお、IA解析はOpenSim 3.3を用いて行った。

【結果】

両条件において前脛骨筋、広筋群は後方COM加速度を、ヒラメ筋、腓腹筋、大腿二頭筋短頭は前方COM加速度を生じさせていた。また、上記の筋機能はTFにおいて増強していた(前脛骨筋 UP: -1.4 cm/sec^2 , TF: -0.24 cm/sec^2 , ヒラメ筋 UP: 0.12 cm/sec^2 , TF: 0.16 cm/sec^2 , 腓腹筋 UP: 0.19 cm/sec^2 , TF: 0.25 cm/sec^2 , 広筋群 UP: -1.1 cm/sec^2 , TF: -0.13 cm/sec^2 , 大腿二頭筋短頭 UP: 0.046 cm/sec^2 , TF: 0.098 cm/sec^2)。UPでは大殿筋は前方COM加速度を、腸腰筋は後方COM加速度を生じさせていたが、TFではそれらの筋機能は逆方向に変化していた(大殿筋 UP: 0.015 cm/sec^2 , TF: -0.045 cm/sec^2 , 腸腰筋 UP: -0.019 cm/sec^2 , TF: 0.029 cm/sec^2)。ハムストリングスおよび大腿直筋の機能は両条件間でほとんど変化しなかった。

【考察】

本研究の結果より、TFではUPに比較してほとんど全ての筋において前後方向COM加速度を生み出す能力が増加することが明らかとなった。このことは、体幹前傾姿勢ではより少ない筋力でより大きな前後方向COM加速度を生み出すことができることを意味している。先行研究において、高齢者は前後方向の外乱刺激により重心位置が大きく変位すること、加齢により筋力が減少すること、が報告されている。以上のことより、高齢者などのバランス能力が低下した者は前後方向のバランス保持を容易に行うために体幹前傾姿勢をとっている可能性が考えられた。

【結論】

体幹前傾姿勢での立位保持は前後方向の外乱に対して、より少ない筋力でも対応できる可能性がある。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言に基づいて実施された。対象者には口頭および書面にて本研究についての説明を行い、書面による同意を得た上で実験に参加してもらった。

体幹加速度解析によるパーキンソン病患者におけるすくみ足の定量化法の検討

山崎 諒¹⁾・井上 優¹⁾・戸田 晴貴²⁾

1) 倉敷平成病院 リハビリテーション部 理学療法科

2) 産業技術総合研究所 人工知能研究センター

Key word / 高速フーリエ変換、体幹加速度、すくみ足

【はじめに】

すくみ足(Freezing of gait: FOG)はパーキンソン病患者の主要な運動症状の一つであるが、未だ定量的評価法が確立されていない。これまで歩行中の下腿部の加速度解析を用いた報告は散見されるが体幹加速度のみでの検討は少ない。そこで本研究では、臨床における汎用性、簡便性の観点から体幹加速度解析によりFOGの定量化が可能か検証した。

【方法】

対象は脳深部刺激療法を目的に入院したパーキンソン病患者5名とし、抗パーキンソン病薬、脳深部刺激の有無により、FOGが発生しにくい状態(on条件)、発生しやすい状態(off条件)の2条件で計測した。計測は3軸加速度センサー(サンプリング周波数200Hz)を第3腰椎棘突起上に固定し、Timed Up and Go test(TUG)施行中の体幹加速度と動画を記録した。加速度鉛直成分から5秒間のデータを0.2秒ずつシフトさせて切り出してハニング窓を掛け、高速フーリエ変換によりパワースペクトルを求めた。Mooreらの方法を参考に、パワースペクトルの3~8Hz域の面積2乗値を0.5~3Hz域の面積2乗値で除しindex of FOG(iFOG)を算出した。iFOGが3以上でFOGありと定義し、TUG1試行中のFOG発生頻度と、所要時間に対するFOG発生時間の割合(%FOG_a)を求めた。記録動画から2名の理学療法士の合議によりFOG発生の有無を判断し、発生頻度、FOG発生時間の割合(%FOG_o)を求め、iFOGから算出した結果と比較した。また個人内でon条件とoff条件でiFOGを比較した。

【結果】

1名は計測が1回行えず、TUGの全対象者合計9試行であった。観察上、FOGありと判断された6試行中、4試行はiFOGが3を超え、%FOG_aは%FOG_oに近い値を示した。残り2試行ではiFOGは3未満であった。観察上FOG未発生試行では、全てiFOGは3未満で、FOG発生頻度は観察とiFOGに基づく結果で一致しなかった。個人内比較では、on条件と比してoff条件でiFOGは高値であった。

【考察】

観察上FOGを認めた4試行で%FOG_aと%FOG_oは近い値を示し、FOG中の高周波振動を伴う下肢の挙動を体幹でも捉えられたと考える。一方、iFOGで検出できなかった2試行のFOGは、減速する程度の軽度のものであったと考える。このことがFOG発生頻度にも関連し、観察とiFOGに基づく結果の不一致の一因と考えられた。個人内比較では、off条件でiFOGが上昇し、iFOGがパーキンソン病患者におけるFOGの有無という歩行状態の違いを反映する可能性が示唆された。

【結論】

体幹加速度鉛直成分から高速フーリエ変換によりiFOGを得ることで、下肢の高周波振動を伴うFOGの定量化が行える可能性はあるが、減速する程度の軽度FOGは検出できない可能性がある。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、ヘルシンキ宣言の趣旨に従い実施し、対象者には本研究の目的、方法を十分に説明し、同意を得た。

脳卒中片麻痺歩行における機能的下肢短縮指標としての上前腸骨棘 (ASIS) -つま先間距離の妥当性

春山 幸志郎¹⁾・岡田 紘佑^{1,2)}・川上 途行¹⁾・奥山 航平¹⁾
都築 圭太¹⁾・中村 拓也¹⁾・里宇 明元¹⁾

1) 慶應義塾大学 医学部 リハビリテーション医学教室
2) 社会医療法人北斗 北斗病院

Key word / 脳卒中、歩行解析、下肢長

【はじめに】

3次元歩行解析では関節角度などの多くの代表値が使用可能であるが、歩行に関連する複雑な関節運動を定量化する単一の指標は依然として乏しい。遊脚運動の定量化として矢状面上の最大下肢短縮率が報告されているが、臨床的な根拠は乏しい。本研究の目的は、歩行の運動学的代表値としてASIS-つま先間距離 (ASIS-Toe distance : ATD) およびその対称性を提案し、臨床指標との関連を明らかにすることで、ATDの妥当性を明らかにすることである。

【方法】

対象者は慢性期脳卒中片麻痺患者19名 (平均52.3歳、男性13名) と健康若年者5名 (平均29.2歳、男性4名) とした。三次元動作解析装置 (Vicon nexus 2.5) のPlug-in gait model (下肢) を使用して、裸足条件の至適歩行速度での歩行解析を行い、10ストライドのデータを歩行周期で正規化した。ASISマーカーとToeマーカー (第2中足骨頭) を結ぶ3次元空間内の直線距離をATDと定義し、静的立位におけるATDで正規化した。代表値として、遊脚期における最小peak値 (ATD min)、前遊脚期から遊脚期の間の最大peak値とそれに続く最小peak値の差 (ATD diff) を算出した。さらに各ATD指標の対称性を明らかにするために、麻痺側/非麻痺側 (健康者では右側/左側) の比率を算出した。統計処理として、各ATD比を対応のないt検定を用いて健康者と脳卒中群で比較した。さらに脳卒中群については、ATD比をFugl-Meyer Assessment下肢項目 (FMA-LE)、歩行速度、床反力の推進力成分を評価し、Pearsonの積率相関係数を求めた。統計解析にはSPSS statistics 25を使用し、有意水準はすべて5%に設定した。

【結果】

各ATD比はすべて健康者と比較して脳卒中群で有意に低値を示した (すべて $p < 0.01$)。脳卒中群において各ATD比は年齢、性別、麻痺側との関連はなかった。ATD min比はFMA-LE ($r = -0.70$)、のみと有意に相関し、ATD diff比はFMA-LE ($r = 0.56$)、歩行速度 ($r = 0.47$)、床反力の推進力成分 ($r = 0.55$) のすべてと有意に相関した。

【考察】

ATD指標は健康者と比較して非対称であるだけでなく、麻痺の重症度や歩行能力とも特異的に関連を示したことから、定量化されたATD比は歩行中の機能的下肢短縮指標として妥当であると考えられた。特にATD minで得られる遊脚期の最大短縮率だけでなく、ATD diffで得られる下肢長の動的変化量は立脚期と遊脚期の双方の特性を反映するより包括的な指標と考えられる。

【結論】

歩行の運動学的指標の一つとしてASIS-つま先間距離が利用可能であることが示唆された。これらの臨床的な意義については継続した検証が必要である。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言に則って当施設倫理委員会の承認を得て実施された。対象者のプライバシーに十分配慮し説明と同意がなされ、個人情報には匿名化された。

理学療法士のハンドリングスキルの運動学的分析—理学療法士群と対照群の比較—

鈴木 博人¹⁾・我妻 昂樹²⁾・松坂 大毅²⁾・藤澤 宏幸²⁾

1) 東北文化学園大学 医療福祉学部
2) 東北文化学園大学大学院 健康社会システム研究科

Key word / 運動学的分析、理学療法士、ハンドリング

【緒言】

ハンドリング (身体操作) は、目標とする運動パターンの学習を促す手技の一つであり、理学療法場面において頻繁に用いられている。しかし、定量化にそぐわない面からエビデンスが蓄積されていない。この要因として、治療対象となる動作の運動自由度が高いことやハンドリングスキルの評価が難しいことなどがあげられる。そこで本研究の目的は、リーチ動作を運動学的に分析し、その目標値と実測値の誤差を評価することで、理学療法士のハンドリングスキルの特徴を明らかにすることとした。

【方法】

[対象] 理学療法士12名 (PT群) と運動・動作の指導習慣のない健康成人10名 (対照群) とした。[測定手順] はじめに、対象者へ実験概要に関する説明の映像を2回視聴させた。事前説明の後、事前に撮影しておいた健康成人男性 (観察モデル) のリーチ動作の映像を対象者へ5回観察させた。映像を観察させる前には、映像内テロップにて空間的要素 (身体位置や動き) と時間的要素 (動作時間・速度) の両方を再現するように求めた。続いて、観察モデルと同じサイズに作成した上肢モデルを使用し観察した動作を再現させた。その際、上肢モデルの第3指末端に貼付した赤外線マーカーを3次元動作解析装置で測定した。映像による観察と上肢モデルでの動作再現を1ブロックとし、計3ブロック実施させた。その後、15分間の休憩を取らせ、ハンドリングスキルの保持テストとしてさらに動作再現を5回実施させた。[データ解析] 3次元データより、所要時間誤差、総指先軌跡長誤差、指先軌道誤差を算出した。誤差については、観察映像の撮影時に同時に測定した観察モデル3次元データ (目標値) と動作再現時のデータ (実測値) から算出した。また、指先軌道誤差については、3次元データを所要時間からspline関数にて101データ補間したデータを使用し、その同時点における2点の直線距離の総和とした。[統計解析] 従属変数を所要時間誤差、総指先軌跡長誤差、指先軌道誤差とし、グループ (PT群×対照群) と測定時期 (ブロックとテスト) の二元配置分散分析 (混合計画) を実施した。有意水準は $\alpha = 0.05$ とした。

【結果】

所要時間誤差および指先軌道誤差について、グループおよび測定時期に有意な主効果が認められたが、交互作用は認められなかった。総指先軌跡長誤差については、測定時期における主効果のみ認められた。

【結論】

時間的要素が含まれる所要時間誤差および指先軌道誤差においてPT群が有意に低値を示した。この点について、動作指導の経験が乏しい対照群には、空間的要素と時間的要素を同時に制御することが難しく、空間的要素の制御を優先した結果、時間的要素での誤差が生じたものと推察した。したがって、理学療法士のハンドリングスキルにおける優れた特徴は特に時間的要素の制御にある可能性が示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言に基づいており、東北文化学園大学研究倫理審査委員会にて承認を受け実施した (文大倫第18-3号)。また、対象者には研究概要について書面および口頭で十分に行い説明を行い、同意の上で実験に参加させた。

内部関節トルクは変形性膝関節症における筋活動を表現する指標であるか

運動方程式に基づく内部関節トルク定義の再考

園尾 萌香^{1,2,3)}・久保田 圭祐¹⁾・藤野 努^{1,4)}・喜多 俊介¹⁾
宮澤 拓⁵⁾・埴 大樹^{1,2)}・平田 恵介¹⁾・鶴田 歩¹⁾
国分 貴徳⁶⁾・金村 尚彦⁶⁾

1) 埼玉県立大学大学院 保健医療福祉学研究所 2) 日本学術振興会 特別研究員
3) 国立研究開発法人 理化学研究所 CBS-トヨタ連携センター
4) 人間総合科学大学 保健医療学部 リハビリテーション学科 理学療法学専攻
5) 医療法人社団彩修会 はすだセントラルクリニック
6) 埼玉県立大学 保健医療福祉学部 理学療法学科

Key word / 変形性膝関節症、外部関節トルク、筋トルク

【はじめに】

1990年に内部関節トルク (NET) が「筋により生じ、関節圧縮力に関連する力」として考察されて以来、反対向きで等しい大きさの力であるピーク外部膝関節トルクを変形性膝関節症 (膝OA) 者に対する膝関節の負担代替指標として扱ってきた。一方で物理学定義では、筋による力の筋トルク (MUS)・重力トルク・相互作用トルクを合計した力がNETであり、MUSが筋活動に対応する。さらに、立ち上がり動作において膝OA者のピークNETは健常高齢者より減少するが、筋活動減少を伴わなかったという筆者らの系統的レビュー結果は、筋活動に対する指標としてNETの不適合性を示唆した。本研究では筋活動の記述にMUSとNETのどちらがより適格かを明らかにすることを目的とした。

【方法】

膝OA群 (7名, 平均年齢69歳)、対照群 (7名, 平均年齢66歳) を対象とした。3リンク (股, 膝, 足関節) のラグランジュの運動方程式をトルク分解へ拡張した。三次元動作解析装置 (100Hz) と床反力計 (1000Hz) の計測データからNETとMUSを算出した (+: 伸展)。また、大腿直筋・内側広筋・外側広筋の筋電計 (1000Hz) から筋電図取得した。3筋に対して非負値行列分解を行い、膝関節伸筋群としての時系列活動パターンを抽出後、時系列パターンの (1) ピーク時点に対するピークNET, MUSの時間差を Δ NET, Δ MUS, (2) ピーク値を100%とした際のピークNET, MUS時点における割合を%NET, %MUSとして算出した。統計は対応のないt検定とScheirer-Ray-Hare testにて比較した ($p < 0.05$)。

【結果】

膝OA群、対照群の順で記載した。膝OA群のピークNETは対照群と比較して有意に減少したが (0.73 ± 0.17 Nm/kg, 1.41 ± 0.52 Nm/kg; $p < 0.01$)、同時点におけるMUS (1.63 ± 0.20 Nm/kg, 1.49 ± 0.40 Nm/kg) に有意差は認められなかった。 Δ MUS (85.7 [74.2, 110.8] msec, 74.1 [74.1, 81.0] msec) は Δ NET (300.6 [181.8, 323.5] msec, 335.7 [242.0, 385.7] msec) より有意に筋活動ピークに近接した ($F_{1,64} = 19.3$, $p < 0.01$)。%MUS (67.0 [63.2, 74.4] %, 74.0 [66.5, 83.9] %) は%NET (54.5 [52.6, 58.0] %, 47.8 [43.7, 54.8] %) と比較して有意に大きい値を示した ($F_{1,29} = 15.8$, $p < 0.01$)。交互作用は認めなかった。

【考察】

Δ MUSは Δ NETよりも筋収縮における電気-機械的な変換過程を意味する電気力学的遅延時間 (50msec) に近似し、MUSが筋活動を反映する指標であることを筋生理学的視点から支持した。また、%MUSが大きな筋活動を示し、ピークNET時点では既に筋活動がピーク値よりも50%近く減衰した。そのため、両群共に筋活動・NETピークの対応関係は薄く、筋活動を反映する力とは言い難い。また、ピークNET・MUSの群間差は同様の関係を示さず、両者を同等の力としては扱えないと考えられる。

【結論】

本研究は慣例的に使用されるNETではなく、MUSが筋活動をより適切に示すことを物理学・生理学的視点から示した。有症患者を対象としたバイオメカニクス分野の研究ではトルク要素の物理学的定義を理解し、目的に応じ使い分ける必要がある。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は所属大学倫理委員会の承認を得た後、ヘルシンキ宣言に則って被験者に対する説明を紙面と口頭にて行い、同意を得た上で実施した。

変形性膝関節症患者における内側広筋と大腿直筋の筋張力は軟骨損傷の程度と関連する

八木 優英¹⁾・谷口 匡史¹⁾・建内 宏重¹⁾・廣野 哲也^{1,2)}
野尻 周佑¹⁾・梅原 潤^{1,2)}・小林 政史³⁾・市橋 則明¹⁾

1) 京都大学大学院 医学研究科 人間健康科学系専攻
2) 日本学術振興会 特別研究員DC
3) 小林整形外科医院

Key word / 筋張力、軟骨厚、変形性膝関節症

【はじめに】

共同筋間における発揮張力の不均衡は関節負荷を増大させ、関節損傷の誘因となるため、筋力発揮中の筋張力バランスを評価することは重要である。これまで、筋張力バランスの評価には筋断面積や最大筋力の比率が用いられてきた。しかし、低強度な筋力発揮中の筋張力バランスには筋断面積以外に筋活動が影響する。変形性膝関節症 (膝OA) 患者は大腿四頭筋の低強度の筋張力が必要とされる日常生活動作中に痛みを有するため、低強度な筋力発揮中の大腿四頭筋間の筋張力バランスは、膝OA患者の症状や関節症進行に関連する可能性がある。そこで、本研究の目的は、膝OA患者における低強度膝関節伸展運動時の筋張力バランスが膝関節症状、変性と関連するかを明らかにすることとした。

【方法】

対象は整形外科に通院中の内側型膝OA患者16名 (全例女性、年齢: 70.1 ± 5.8 歳・BMI: 22.9 ± 2.8 kg/m²) とした。対象はKellgren-Lawrence gradeのgrade 2が6名、grade 3が6名、grade 4が4名であった。The Knee Society Score (KSS) 疼痛スケールおよび超音波診断装置で大腿骨内側顆軟骨厚と水腫量を評価した。また、レントゲン画像より立位時の内側・外側関節裂隙幅を計測し、関節裂隙比を求めた。次に、患者をダイナモメーター上座位で患側膝関節屈曲45°に固定し、超音波診断装置にて安静時の大腿直筋、内側広筋、外側広筋の筋断面積を測定した。その後、20Nmの等尺性膝関節伸展運動における各筋の弾性率をせん断波エラストグラフィ機能で計測した。筋張力の指標として、各筋の弾性率と筋断面積の積を算出した。そして各筋の筋張力と、KSS疼痛スケール、軟骨厚、水腫量、関節裂隙比との関連性を分析した (Pearsonの相関係数)。有意水準は5%とした。

【結果】

内側広筋の筋張力は軟骨厚と有意な正の相関関係 ($r = 0.632$) を認め、大腿直筋の筋張力は軟骨厚と有意な負の相関関係を示した ($r = -0.554$)。また、水腫量が内側広筋の筋張力と負の相関の傾向を示した ($r = -0.430$, $p = 0.096$)。そして、内側広筋、大腿直筋の筋張力は他の指標と有意な相関を示さず、外側広筋の筋張力はどの指標とも有意な相関を示さなかった。

【考察】

内側広筋と大腿直筋の筋張力は軟骨量と関係を示したことから、内側広筋と大腿直筋の発揮筋張力の違いが関節軟骨の損傷に関連する可能性が示唆された。

【結論】

低強度膝伸展時の内側広筋、大腿直筋の筋張力は関節軟骨の損傷の程度と関連する。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、ヘルシンキ宣言および人を対象とする医学系研究に関する倫理指針に基づいて実施した。対象者には研究の内容を説明し、書面にて研究参加への同意を得た。なお、本研究は京都大学大学院医学研究科倫理委員会の承認を得て行われた (承認番号 R1647)。

変形性膝関節症者における膝周囲筋共同収縮の時空間的变化の検討

久保田 圭祐¹⁾・園尾 萌香^{1,2)}・平田 恵介¹⁾・埴 大樹^{1,2)}
 宮澤 拓³⁾・鶴田 歩¹⁾・喜多 俊介¹⁾・藤野 努^{1,4)}
 国分 貴徳⁵⁾・金村 尚彦⁵⁾

1) 埼玉県立大学大学院 保健医療福祉学研究所 2) 日本学術振興会 特別研究員
 3) 医療法人社団彩悠会 はすだセントラルクリニック
 4) 人間総合科学大学 保健医療学部 リハビリテーション学科 理学療法学専攻
 5) 埼玉県立大学 保健医療福祉学部 理学療法学科

Key word / 筋シナジー、変形性膝関節症、共同収縮

【はじめに】

変形性膝関節症（以下、膝OA）における膝関節の主動作筋と拮抗筋の共同収縮は、関節圧迫力の増加に繋がり軟骨変性を助長する。しかし、膝関節の機械的剛性を高めることは、衝撃吸収が必要となる立脚初期においては不可欠である。従って、共同収縮そのものは運動制御方略の一部であり、膝OA特異的な共同収縮は歩行周期における時空間的变化にあると考えられる。そこで今回、我々は共同収縮の時空間的变化を明らかにする目的として、膝関節周囲筋群に筋シナジー解析を適用し、膝OAにおける特徴的な筋活動パターンを解明を試みた。

【方法】

対象は、膝OA群10名と対照群10名。表面筋電計（1000Hz）を用いて、片側下肢の膝関節周囲筋7筋（大腿直筋、内側広筋、外側広筋、半腱様筋、大腿二頭筋、腓腹筋内側頭、腓腹筋外側頭）に電極を貼付、3 km/hにおける1分間の連続歩行時の筋活動を取得した。歩行周期で時間正規化を行ったのち、10周期分の加算平均波形を作成し、非負値行列因子分解を用いて筋シナジーを抽出した。抽出された筋シナジー数に対して、ウィルコクソンの順位と検定を使用して2群間の比較を行った。また、全被験者の全筋シナジーの空間的要素に対してコサイン類似度を用いて、各筋シナジーの機能的類似性を検討した。

【結果】

膝OA群と対照群の2群間では、膝OAにおいて有意に筋シナジー数が減少した（ $p<0.05$ ）。筋シナジーが3つ抽出された被験者は、それぞれ立脚初期における大腿前・後面筋群の共同収縮（ $r=0.76$ ）、立脚後期における下腿後面筋群（ $r=0.68$ ）、遊脚後期における大腿後面筋群（ $r=0.75$ ）に分類された。筋シナジーが2つ抽出された被験者では、遊脚後期から立脚初期における大腿前・後面筋群の共同収縮（ $r=0.66$ ）、立脚後期における下腿後面筋群（ $r=0.75$ ）に分類された。

【考察】

対照群では、遊脚後半の下腿の減速と立脚初期の膝関節剛性に関わるハムストリングスの収縮が分離していたことで3つのシナジーが抽出された。これに対し、膝OA群では遊脚後半から立脚前半までのハムストリングスの活動が遷延化したことでシナジーは2つになったと解釈される。これは対照群では歩行周期に応じた機能的な筋活動が発現されていたのに対し、膝OA群では立脚期の関節不安定性に対する代償的な筋活動であった可能性が示唆された。

【結論】

膝OA群では、立脚期前半において大腿前・後面筋群活動が遷延することが示された。以上のことから、共同収縮という現象はそれ自体が膝OAに関連するわけではなく、歩行周期に渡って遷延することが疾患特徴であると考えられる。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は所属大学倫理委員会の承認を得た後、ヘルシンキ宣言に則って被験者に対する説明を紙面と口頭にて行い、同意を得た上で実施した（承認番号 28507）。

異なるスクワット姿勢における関節モーメントと筋シナジーについて

渡邊 健人^{1,2)}・小栢 進也³⁾・井上 和久³⁾・原 和彦³⁾

1) 東埼玉総合病院
 2) 埼玉県立大学大学院 博士前期課程
 3) 埼玉県立大学 保健医療福祉学部 理学療法学科

Key word / スクワット、関節モーメント、筋シナジー

【はじめに】

特定関節へ力学的負荷のかからない安全なスクワット動作の獲得によりスポーツ競技では安全で良好なパフォーマンスが期待できる。近年、筋シナジーによる様々な動作検証が行われている。スクワットの姿勢・関節モーメントが異なれば、中枢からの運動指令である筋シナジーが異なると考え、スクワットの運動学・運動力学と筋シナジーの関連を明らかにすることを目的とした。

【方法】

健常成人10名を対象に、Functional Movement Screening™ (FMS) のディープスクワットを基準通りに行える者をPerfect (P) 群、行えない者をCompensate (C) 群として2群に分けた。三次元動作解析装置、床反力計、表面筋電図を用いて、上肢挙上・体幹垂直位に保つよう指示したパラレルスクワットを測定し、矢状面上の股・膝・足・股外転・股外旋の関節角度・関節モーメントおよび上部体幹・下部体幹角度、足長正規化した身体質量中心 (CoM) 後方変位量を算出し、ウィルコクソンの順位と検定を用いて比較した（有意水準5%）。活動・時間正規化した積分筋電図を非負値行列因子分解することで筋シナジーを抽出、Scalar Product (SP) により比較し、 $SP \geq 0.75$ で類似とした。

【結果】

P,C群で関節角度（°）は上部体幹前傾14.22、下部体幹前傾8.13がC群で有意に大きく、股外旋-3.17がC群で有意に小さく（ $p<0.01$ ）、股屈曲83.85、膝屈曲112.110、足背屈36.35、股外転10.9は有意差を認めなかった。関節モーメント（Nm/kg）は股外転-0.07、-0.15、股外旋0.19、0.08がC群で有意に小さく（ $p<0.01$ ）、股伸展0.46、0.49、膝伸展0.47、0.64、足底屈0.09、0.14は有意差を認めなかった。CoM後方変位量（mm/cm）は1.608で、C群で有意に小さかった（ $p<0.01$ ）。両群で3つの筋シナジーが抽出され、全て $SP \geq 0.95$ であった。

【考察】

C群はP群と比較して股外転・外旋モーメントが小さく、体幹前傾・股内旋位でCoM後方変位量が小さかった。ディープスクワットが行えないC群は、代償運動のためP群に比べて体幹前傾位・股内旋位をとり、身体中心に固定する筋作用が働いたためCoM後方変位量が有意に小さくなった。つまり、ディープスクワットが行えるP群はCoM後方変位量が大きくても姿勢を維持できることが特徴的な群だと示唆された。一方、群間で全ての筋シナジーが類似した結果からスクワットの姿勢制御が異なっても筋活動の機能的単位である筋シナジーは変化しない可能性が示唆された。

【結論】

スクワットの姿勢・関節モーメントが異なっても、抽出された筋シナジーは類似しており、異なるスクワット姿勢における関節モーメントと筋シナジーの関連は見出せなかった。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は所属の倫理審査委員会の承認を受け、ヘルシンキ宣言に基づいて実施した（承認番号：30503）。

運動療法における関節と筋の負荷の推定 臥位における運動を含めた検討

竹下 康文^{1,2)}・川田 将之³⁾・中辻 晋太郎¹⁾・宮崎 宣丞^{1,2)}
中井 雄貴^{2,3)}・木山 良二³⁾

- 1) 鹿児島大学大学院 保健学研究科
2) 垂水市立医療センター垂水中央病院
3) 鹿児島大学 医学部 保健学科

Key word / 筋骨格モデル、関節反力、筋張力

【はじめに】

運動療法が関節や筋へ与える影響については立位での報告が多く、臥位での運動は検討されていない。この背景には、臥位ではプラットフォームからの反力を考慮する必要があり、関節反力の算出が困難であることが挙げられる。近年では、数学的な筋骨格モデルと最適化法によるシミュレーションを用いることにより、プラットフォームからの反力を含めた解析が可能になって来ている。そこで我々は、筋骨格モデルシミュレーションを用いて、立位・臥位での運動療法における関節と筋の負荷を推定し、安全性と効果を検討した。

【方法】

対象は健康成人男性5名(年齢:27.2±2.2歳,身長:169.6±8.0cm,体重:61.0±7.1kg)とした。分析する運動は、スクワット、SLR(右足を拳上、20N負荷)、ブリッジとした。これらの運動を三次元動作解析装置(VICON, Oxford Metrics社)および床反力計(BP600400, AMTI社)にてモーションキャプチャーし、得られたデータを筋骨格モデルシミュレーションソフト(AnyBody7.1, AnyBody Technology社)へ入力し、関節反力と筋張力を算出した。関節反力は、L4-L5関節、股関節、膝関節、筋張力は、体幹・下肢主要筋の最大値を算出した。それぞれの運動を5回施行し、平均値を右側と比較した。臥位における運動の解析では、プラットフォームから作用する反力を、最適化法により推定して解析を行った。また、各運動の関節反力と筋張力は歩行中の最大値で正規化した。

【結果】

スクワットにおける関節反力はL4-L5関節104.3%、股関節70.8%、膝関節98.1%と歩行と同等であった。SLRにおいてはL4-L5関節26.0%、股関節48.0%、膝関節23.2%と歩行と比較して非常に小さかった。ブリッジにおいては、L4-L5関節113.3%、股関節11.9%、膝関節26.6%と腰部への負担が大きいことが分かった。歩行を上回る筋張力が計算されたのは大腿直筋ではスクワット(194.3%)が最も大きく、次いでSLR(144.4%)であった。大腿二頭筋長頭はブリッジ(112.9%)のみであった。脊柱起立筋ではブリッジ(181.4%)、スクワット(152.7%)であった。多裂筋ではスクワット(161.8%)に対して、ブリッジ(403.9%)が非常に大きかった。

【考察】

スクワットでは歩行時より大きい筋張力が求められるが、関節反力は歩行と同等かそれ以下であった。SLRは他の運動と比較して関節反力は非常に小さいが、大腿直筋への負荷は歩行時と比較して大きかったため、大腿直筋のトレーニングとして安全かつ効果的であると考えられる。ブリッジは大腿二頭筋や脊柱起立筋、多裂筋が他の運動より特に大きいため、これらの筋へ特異的に負荷を与えられるが、L4-L5関節へは負担が大きいことが分かった。今後は対象者を増やして統計学的な解析を行っていきたい。

【結論】

関節に障害を有する対象へ運動療法を実施する際には、関節への負荷が小さく、筋張力が大きい臥位での運動からは始めることで、疼痛などの有害事象を減らすことが期待できる。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は鹿児島大学における倫理審査委員会において承認を受け(承認番号:180113疫)、ヘルシンキ宣言に則り研究を行った。対象者には説明を行い、同意を得た上で実施した。

聴覚に対する様々なノイズが立位姿勢保持における中 枢および末梢メカニズムに与える影響

山縣 桃子・Pataky Todd・建内 宏重・市橋 則明

京都大学大学院 医学研究科

Key word / 姿勢制御、足圧中心、聴覚刺激

【はじめに】

近年、聴覚と姿勢制御との関連が調査されており、立位中に聴覚を遮断することで身体の動揺が増大することや、White-noiseなどの音刺激により身体の動揺が減少することが示されている。身体の揺れは足圧中心(COP)によって評価されるが、聴覚による身体の揺れが神経系のどのレベルによって変化するのかわかりません。そこで我々は、COPを2つの要素(Rambling (Rm)とTrembling (Tr))に分解する手法に着目した。Rmは、身体重心が安定位置から逸脱した場合にそれを修正するための要素であり、主に脊髄上位の制御を反映している。一方、Trは筋活動など末梢メカニズムを反映している。先行研究では、立位中に閉眼することで低周波領域のRmのパワーが増大したことが示されており、身体重心が安定位置から逸脱したことを感知しCOPを修正するのが遅延した結果であると解釈されている。このRm増加やCOP修正の遅延は聴覚刺激によって軽減される可能性があるが、聴覚刺激とRm・Trとの関連は不明である。そのため本研究の目的は、聴覚刺激がRmとTrに与える影響を調査することとした。

【方法】

11名の健康若年者を対象とし、4つの聴覚条件下(No-noise, White-noise, Pink-noise, Lorenz-noise)で70秒間の閉脚立位を閉眼で実施した。No-noise条件では、イヤホンのノイズキャンセル機能により外部の音を遮断し、その他の条件では周波数特性の異なる3つの音刺激を与えた。White-noiseはあらゆる周波数成分を同等に含んでいる音刺激、Pink-noiseはパワーが周波数に反比例する音刺激、Lorenz-noiseはカオス波形を持つ音刺激である。床反力データから前後・左右方向のCOP変位量、Rm、Trを計算し、周波数解析を行った。大きなパワーを占める0.1Hz以下のCOP変位量とRm、0.2-1.5HzのTrを算出し、各変数に対して一元配置分散分析を行った。さらに、どの聴覚刺激がより姿勢に影響を与えるかを調査するため、主効果がみられた場合は事後検定を実施した。有意水準は5%とした。

【結果】

前後方向には聴覚刺激による影響はみられなかったが、左右方向のRmとCOPに聴覚刺激の影響がみられた。事後検定の結果、RmとCOPともにNo-noiseと比較してPink-noiseは有意に低値を示した。

【考察】

聴覚刺激の影響は、支持基底面が小さく不安定性が高い左右方向においてみられた。聴覚刺激を与えない条件と比べPink-noiseを与えた条件で低周波領域のRmが低下したことから、Pink-noiseの刺激によって脊髄上位の制御が変化し、身体の素早い修正が可能となったことが示唆された。

【結論】

Pink-noiseの聴覚刺激により、立位中の身体の素早い修正が可能となった。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言を順守し、所属機関の倫理委員会の承認(承認番号 R-0433)を得て行った。対象者には紙面及び口頭で研究の趣旨を説明し、同意を得た。

c-Fosタンパクの発現を指標にした線維筋痛症の脊髄機構解明

江尻 侑斗・亀谷 伊織・濱上 陽平・田口 徹

新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科

Key word / 線維筋痛症、脊髄機構、c-Fos

【はじめに】

線維筋痛症 (fibromyalgia, FM) は全身の恒常的な痛みを主訴とし、自律神経症状や精神症状などの多様な随伴症状を高頻度に呈する慢性難治性疾患である。本邦で約200万人の患者がいると推計され、日常生活動作やQOLを著しく制限することから、臨床的に大きな問題となっている。近年、FMの基礎研究に資する動物モデルが開発され、その末梢神経機構の一端が解明されてきたが、FMの痛みに関わる中枢神経機構は未解明である。そこで本研究では、痛みの神経マーカーを用いた免疫組織化学実験より、FMの脊髄機構の一端を解明することを目的とした。

【方法】

Nagakuraら (*Pain*, 2009) に準じ、生体アミンの枯渇剤であるレセルピンをラットの背部皮下に連続3日間投与し、FMモデルを作製した (RES群)。同様に、対照群には溶媒のみを投与した (VEH群)。モデル作製の成否はレセルピン投与後の顕著な体重低下から確認した。痛覚過敏の発症が明らかなレセルピン投与後3日目に、左後肢の足底に5%フォルマリンを皮下投与し、化学刺激誘発性疼痛を与えた。投与2時間後、ペントバルビタールナトリウムの腹腔内投与により深麻酔を行い、リン酸緩衝液と10%フォルマリン液を用いて灌流・固定を行った。L3~L5腰髄を摘出し、凍結組織標本を作製した。クライオスタットにて脊髄薄切切片を作成後、痛みの神経マーカーとして汎用されるc-Fosタンパクの発現を指標に、痛みによって活性化される脊髄経路の局在と程度を可視化および定量化した。

【結果】

フォルマリンを投与した足底皮膚を支配するL4~L5腰髄におけるc-Fos陽性細胞の分布を観察したところ、VEH群のフォルマリン投与側では、投与反対側に比べc-Fos陽性細胞数が顕著に増加していた。同様に、RES群のフォルマリン投与側では、投与反対側に比べc-Fos陽性細胞数が顕著に増加していた。また、L4~L5腰髄におけるc-Fos陽性細胞数をカウントしたところ、VEH群に比べ、RES群の後角表層 (I-II層) および後角頸部 (V-VI層) においてc-Fos陽性細胞数が有意に多かった。このような変化は隣接する脊髄分節であるL3にもみられた。一方、固有受容器からの感覚入力を密に受ける固有核 (III-IV層) ではc-Fos陽性細胞数に群間差はなかった。フォルマリン投与反対側の脊髄後角 (I-VI層) にもc-Fos陽性細胞数の有意な群間差はなかった。

【考察】

FMモデルの脊髄後角では末梢からの痛み入力に対し、侵害受容経路が強く活性化することがわかった。また、その活性化は隣接する脊髄分節に拡大して生じることがわかった。

【結論】

以上の結果は、FM患者に特徴的な広範囲の痛みを脊髄レベルで説明する神経解剖学的知見になると考えられる。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は新潟医療福祉大学動物実験委員会の規定に従い、同委員会の承認を得て行った (承認番号: 29018)。

線維筋痛症モデルラットの脊髄後角ニューロンの興奮性増大に対する抗うつ薬アミトリプチリンの抑制効果

田口 徹¹⁾・歌 大介²⁾・坪島 功幸³⁾・西条 寿夫³⁾

1) 新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科

2) 富山大学大学院 医学薬学研究部 応用薬理学教室

3) 富山大学大学院 医学薬学研究部 システム情動科学講座

Key word / 線維筋痛症、脊髄後角ニューロン、抗うつ薬

【はじめに】

線維筋痛症 (FM) は全身性の恒常的な激しい痛みを主訴とする慢性難治性疾患であり、本邦では人口の約1.7% (約200万人) が罹患しているとされる。痛みのためFM患者の日常生活は著しく制限され、QOLも低下するため、リハビリテーション領域での重要性が認識されつつある。FMのメカニズムは不明な点が多いが、セロトニンやノルアドレナリンを神経伝達物質とする下行性疼痛抑制系の機能低下がその病態機構として重要であると考えられている。また、近年、セロトニンやノルアドレナリンの再取り込み阻害を薬理作用とする抗うつ薬がFM患者の疼痛緩和に有効であるという知見が得られている。しかしながら、その詳細な鎮痛機構は不明である。そこで本研究では生体アミンの枯渇剤であるレセルピンを投与し、下行性疼痛抑制系を機能減弱させたFMモデルラットを用い、抗うつ薬がFMに対して疼痛緩和を生じる神経生理学的メカニズムの一端を脊髄レベルで解明することを目的とした。

【方法】

先行研究 (Nagakura et al. *Pain*, 2009) に準じ、生体アミンの枯渇剤であるレセルピン (1 mg/kg) をラットの背部皮下に連続3日間投与し、FMモデルを作製した (RES群)。同様に、対照群には溶媒のみを投与した (VEH群)。FMモデル作製の成否はレセルピン投与後の顕著な体重低下から確認した。痛覚過敏の発症が明らかなレセルピン投与後1日目にラットをウレタンで麻酔し、脳脊髄定位固定装置に固定した。椎弓切除術を施した後、後肢の痛覚情報伝達を担うL4およびL5腰髄の後角表層ニューロンから、その活動を*in vivo*細胞外記録法により電気生理学的に記録・解析した。解析項目は、①安静時の自発放電、および②受容野への定量的機械刺激 (0.07~60.0 g) に対する機械反応とした。抗うつ薬には三環系抗うつ薬であるアミトリプチリン (0~1.0 mM) を用い、これを脊髄表面に灌流投与し、①および②の変化を記録・解析した。

【結果】

FMモデルラット (RES群) では対照群 (VEH群) に対し、脊髄後角表層ニューロンの自発放電や機械反応が顕著に増大していた。これに対し、アミトリプチリンの脊髄表面投与はFMモデルで増大した自発放電頻度および機械反応を投与濃度依存的に減弱した。

【考察】

アミトリプチリンはノルアドレナリンやセロトニンなど、モノアミンの再取り込みを阻害する薬理作用をもつ。これにより、シナプス領域のモノアミン量が増加したことで、下行性疼痛抑制系の機能が回復したため、FMモデルで増大した自発放電頻度および機械反応が減弱したと考えられる。

【結論】

抗うつ薬アミトリプチリンは脊髄後角表層ニューロンの活動抑制を介してFMに対し鎮痛効果を示す可能性がある。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は富山大学動物実験委員会の規定に従い、同委員会の承認を得て行った (承認番号: A2016MED-23)。

ラットおよびマウス遅発性筋痛モデルの機械痛覚過敏におけるTRPA1の関与

太田 大樹^{1,2)}・林 功栄²⁾・片野坂 公明^{2,3)}・村瀬 詩織^{2,4)}
加塩 麻紀子⁵⁾・富永 真琴^{6,7)}・田口 徹^{1,2)}・水村 和枝^{2,4,8)}

1) 新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科
2) 名古屋大学 環境医学研究所 神経系分野II 3) 中部大学 生命健康科学部 生命医科学科
4) 中部大学 生命健康科学部 理学療法学科 5) 愛知医科大学 医学部 生理学講座
6) 生理学研究所 細胞生理研究部門 7) 生命創成探究センター 温度生物学グループ
8) 日本大学 歯学部 生理学講座

Key word / 神経成長因子 (NGF)、遅発性筋痛、TRPA1

【はじめに】

遅発性筋痛 (DOMS) は、不慣れた運動後に遅れて発症する骨格筋の機械痛覚過敏である。患者や高齢者、アスリートにとって継続的な運動の妨げになるが、その発症メカニズムは不明な点が多い。我々はこれまでに、Transient receptor potential (TRP) ファミリーのTRPV1やTRPV4がDOMSの機械痛覚過敏の発生に関与することを報告した (Ota et al., *PLoS One*, 2013)。一方、同じTRPチャネルファミリーに属するTRPA1は一次感覚神経線維に多く発現し機械刺激感受性をもつと考えられているが、DOMSへの関与は不明である。そこで本研究では、TRPA1のDOMSへの関与を行動薬理学および分子生物学的手法により調べた。

【方法】

1) 足関節背屈筋に伸張性収縮 (LC) を負荷して作製したDOMSモデルラットに対し、選択的TRPA1阻害薬 (HC-030031, 10 μ mol) を筋注射し、筋機械逃避閾値を測定した。2) 野生型マウス (WT) およびTRPA1ノックアウトマウス (KO) の腓腹筋にLCを負荷後、筋機械逃避閾値を測定し、DOMSの発生におけるTRPA1の関与を調べた。3) LCを負荷したWTおよびTRPA1 KOの腓腹筋において、神経成長因子 (NGF) ならびにシクロオキシゲナーゼ2 (COX-2) のmRNA発現をリアルタイムPCRにて定量した。

【結果】

1) DOMSモデルラットへのHC-030031投与により、LC負荷後に低下した筋機械逃避閾値が有意に上昇した。2) WTの筋機械逃避閾値はLC負荷により有意に低下したが、TRPA1 KOでは低下しなかった。3) WTではLC負荷3時間後のNGF mRNAの発現レベルが対照群に比べ有意に上昇したが、TRPA1 KOでは上昇しなかった。一方、TRPA1 KOにおけるCOX-2 mRNAの発現レベルはWTと同様に上昇した。

【考察】

結果1) 2) より、DOMSの筋機械痛覚過敏の発生にTRPA1が関与することがわかった。また結果3) より、TRPA1はLC負荷によるNGF産生に関与することがわかった。先行研究 (Murase et al., *J Neurosci*, 2010; 他) において、NGFはDOMSの末梢感作に関わることから、TRPA1はNGF産生を介してDOMSの機械痛覚過敏を引き起こすと考えられた。

【結論】

TRPA1はLC負荷筋でのNGF産生を介しDOMSの機械痛覚過敏を生じることがわかった。本研究成果は、DOMSの治療や予防に結びつく有用な知見であると考えられる。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は名古屋大学環境医学研究所動物実験委員会 (承認番号: 10104) ならびに同機関の組換えDNA実験安全委員会 (承認番号: 86) の規定に従い、各々の承認を得て行った。

複合持続ストレスにより生じる痛みの脊髄機構

亀谷 伊織・江尻 侑斗・高橋 侑紀・濱上 陽平・田口 徹

新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科

Key word / ストレス誘発性疼痛、脊髄機構、c-Fos

【はじめに】

慢性的なストレス環境への暴露は痛覚過敏を生じる。このようなストレス誘発性疼痛 (stress-induced pain, SiP) は自律神経症状や精神症状などの多様な随伴症状を高頻度に呈するだけでなく、患者の日常生活やQOLを著しく阻害する要因となる。近年、種々のSiPの動物モデルが開発され、その痛みに対する治療薬の探索が精力的に行われているが、SiPの神経機構は未解明な点が多い。そこで本研究では、肉体的および精神的な複合持続ストレス (multiple continuous stress, MCS) を負荷したSiPの動物モデルを用い、その脊髄機構の一端を解明することを目的とした。

【方法】

Yasuiら (*Glia*, 2014) に準じ、深さ1.5 cmの水を張ったケージ内で6日間飼育するMCSをラットに負荷し、SiPモデルを作製した。痛覚過敏の発症が明らかなるストレス負荷終了日に、左後肢の足底皮下に5% フォルマリンを投与し、痛み刺激を与えた。投与2時間後、ペントバルビタールナトリウムの腹腔内投与により深麻酔を行い、リン酸緩衝液と10%フォルマリン液を用いて灌流・固定を行った。L3~L5 腰髄を摘出し、凍結組織標本を作製した。クライオスタットにて脊髄薄切切片を作成後、痛みの神経マーカーとして汎用されるc-Fos陽性細胞の脊髄後角における数および局在を免疫組織化学染色にて可視化および定量化し、無処置対照群とMCS群間で比較した。

【結果】

フォルマリンを投与して痛み刺激を与えた足底皮膚の支配髄節であるL4~L5 腰髄の後角において、対照群のフォルマリン投与側では、投与反対側に比べc-Fos陽性細胞数が顕著に増加した。同様に、MCS群のフォルマリン投与側では、投与反対側に比べc-Fos陽性細胞数が顕著に増加した。特に、侵害受容に重要な後角表層 (I-II層) のフォルマリン投与側では、対照群に比べMCS群のc-Fos陽性細胞数が有意に多かった。興味深いことに、MCS群のフォルマリン投与反対側でも同様に、c-Fos陽性細胞数の有意な増加がみられた。上述のすべての変化は隣接する脊髄分節であるL3にもみられた。

【考察】

MCSモデルの脊髄後角では末梢からの痛み入力に対し、侵害受容経路が強く活性化することがわかった。また、その活性化は隣接する脊髄分節に拡大して生じることがわかった。

【結論】

以上の結果は、ストレス誘発性疼痛患者にみられる広範囲の痛みを脊髄レベルで説明する神経解剖学的知見であると考えられる。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は新潟医療福祉大学動物実験委員会の規定に従い、同委員会の承認を得て行った (承認番号: 29018)。

脳卒中後疼痛モデル動物に対する運動野への刺激が疼痛様行動に及ぼす影響 サルモデルとラットモデルを用いた検証

長坂 和明^{1,2,3)}・高島 一郎^{2,3)}・坂東 大豪^{2,3)}・松田 圭司²⁾
肥後 範行²⁾

- 1) 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所
2) 産業技術総合研究所 人間情報研究部門
3) 筑波大学 人間総合科学研究科

Key word / 脳卒中後疼痛、動物モデル、慢性疼痛

【はじめに】

脳卒中後に異常な痛みが生じる脳卒中後疼痛は、根治的な治療法がなく、苦痛をもたらす後遺症として臨床の大きな問題となっている。一方で、慢性疼痛患者に対する運動野電気刺激または磁気刺激によって一時的な除痛効果が得られることが明らかになってきており、特に低頻度刺激と比べて高頻度刺激が推奨されている。それらを臨床へ広く適応するために、より最適な刺激パラダイムの確立や除痛メカニズムを解明することが求められている。そこで我々は、将来的な動物実験基盤の確立と臨床応用を見据え、視床損傷後の脳卒中後疼痛ラットモデルおよびマカクサルモデルを対象に、異なる刺激頻度で運動野刺激を行い、疼痛様行動に対する影響を調べた。

【方法】

脳卒中後疼痛ラットモデル (n=5) およびサルモデル (n=2) は視床の後外側腹側核にCollagenase type IVを投与し、局所的な出血損傷を誘発することで作成した。両モデル動物とも疼痛様行動の評価として手指 (前肢) のvon Frey式フィラメントを用いた触痛覚閾値 (g) と、温熱刺激に対する待機時間 (秒) をそれぞれ計測した。ラットモデルでは、逃避行動が見られた4週以降に、損傷半球と同側の一次運動野に埋め込み電極を留置し、十分に回復させた後、運動誘発閾値以下の低頻度電気刺激 (1 Hz) と高頻度電気刺激 (50 Hz) をそれぞれ30分間与え、行動評価を行った。サルモデルでは、損傷側一次運動野に対して、運動誘発閾値以下の反復経頭蓋磁気刺激 (30秒刺激を15セット) を低頻度 (1 Hz) および高頻度 (5 Hz) でを行い、行動評価を行った。

【結果】

ラットモデルとサルモデルは、それぞれ視床損傷後3週および8週以降で、触覚刺激および温熱刺激に対して、損傷前と比較して顕著な疼痛様行動を示した。ラットモデルへの高頻度の運動野電気刺激は、視床損傷対側前肢の機械刺激および温熱刺激に対する逃避行動を有意に減弱させた。一方で、低頻度刺激ではそれらの効果が認められなかった。サルモデルへの高頻度磁気刺激は視床損傷反対側手指の機械刺激および温熱刺激に対する逃避行動を減弱させたが、低頻度刺激ではそれらの効果が認められなかった。

【考察】

齧歯類と非ヒト霊長類を用いた脳卒中後疼痛モデルにおいても、ヒト患者と同様に、高頻度の運動野刺激によって損傷対側身体を除痛効果が認められることが明らかになった。本実験では、磁気刺激と電気刺激による違いがあるものの、両刺激とも高頻度刺激によって刺激部位の興奮性上昇が認められることが知られている。運動野の興奮性上昇がどのように異常な痛みを制御するのかについて、将来的に局所の細胞レベルと脳全体にまたがるネットワークレベルの変化を特定していくことが必要と考えられる。

【結論】

脳卒中後疼痛の動物モデルに対する高頻度運動野刺激は疼痛様行動を減弱させる。また本モデルは除痛メカニズムを調べるために有用である。

【倫理的配慮、説明と同意】

施設等において、動物愛護、enrichmentに配慮しながら動物実験などのデータの科学的信頼性を高め、かつ、動物実験実施者の安全を確保するために実験動物の飼育・保管・健康管理・施設設備等も考慮に入れた。あらかじめ国立研究開発法人産業技術総合研究所の動物実験委員会に実験計画書を提出して、審査を受けると共に、産業技術総合研究所によって規定された動物実験要項 (NIHにより制定された動物実験の倫理基準に準拠) を遵守して、実験を遂行した。

癒着モデルラットの筋組織動態と疼痛の関係性

嘉摩尻 伸^{1,2)}・額賀 翔太^{3,4)}・工藤 慎太郎⁵⁾・河西 謙吾⁵⁾
後藤 淳³⁾・森 拓也^{1,4)}・今北 英高¹⁾

- 1) 畿央大学大学院 健康科学研究科
2) 岸和田リハビリテーション病院 リハビリテーションセンター
3) 阪奈中央病院 リハビリテーション科 4) 奈良県立医科大学 医学研究科
5) 森ノ宮医療大学大学院 保健医療学研究科

Key word / 筋組織動態、疼痛、癒着

【はじめに】

外傷や手術に伴う組織損傷の疼痛には様々な要因が絡み合うが、その1つに筋・筋膜由来の疼痛がある。皮下組織には浅層に浅筋膜 (Superficial Fascia; SF)、深層には深筋膜 (Deep Fascia; DF) が存在することが知られ、それらは侵害受容器に富み、二次的な疼痛を引き起こす原因になり得る。さらに筋膜は疼痛の発生源のみならず、軟部組織の潤滑油的な役割を担うことも報告されており、関節運動に密接に関係している。これらの知見より、術侵襲などで損傷を受けた筋膜は運動性が欠落し、疼痛を惹起することが考えられるが、筋膜の運動動態と疼痛の関連性を追求した報告はない。よって本研究は皮下組織における異なる深度を損傷させた癒着モデルラットを作成し、疼痛と筋組織動態の関連性を検証したので報告する。

【方法】

Wistar系雄ラット8匹 (11週齢) を用いた。通常飼育のControl群 (2匹; 4肢)、前脛骨筋上の表皮から皮下組織 (SF) までをメスで切開し縫合したSF群 (3匹; 6肢)、表皮から前脛骨筋までを切開し縫合したDF群 (3匹; 6肢) に分けた。モデル作成後、3週間の通常飼育を行い、実験期間中は1週毎に疼痛評価を実施した。疼痛はモノフィラメントを用いたVon Frey testを行い逃避反射の50%閾値を採用した。切開から3週間後にエコー (日立社製 ALOKA) を用いて、他動的な足関節底背屈運動における前脛骨筋の動きを計測し、筋組織動態を画像解析ソフト (Flow/PIVライブラリー社製) を用いて解析した。尚、関心領域は前脛骨筋上の創部を境とした近位部と遠位部の2カ所とし、各々の関心領域内での流速を計測した。計測した流速データを時系列に配列し、相関関係を滑走係数として算出した。

【結果】

疼痛における50%閾値は、1週間後・2週間後ともにControl群とDF群でのみ有意差を認めた (P<0.05)。前脛骨筋の近位部と遠位部における滑走係数の平均は、Control群0.66±0.03、SF群0.38±0.11、DF群0.38±0.07であり、SF群・DF群において、創部を境に前脛骨筋近位部と遠位部の筋組織動態にそれぞれ独立性を認めた。

【考察】

本研究結果より、SF・DF損傷は筋組織動態の変化が確認された。さらにDF群では疼痛閾値を低下させることが示唆された。DF群における筋組織動態と疼痛の反応は、侵害受容器に富んだ筋膜の損傷に加え、関節運動における筋膜の潤滑油的役割の破綻により疼痛が惹起された可能性がある。

【結論】

SF・DF損傷は皮下組織の癒着を引き起こし、筋組織動態に影響を及ぼすことが示唆され、癒着の程度や損傷部位によっては疼痛と関係する可能性が示唆された。今後、疼痛のメカニズムの解明や組織学的検索を進める必要がある。

【倫理的配慮、説明と同意】

畿央大学動物実験倫理委員会にて承認を受けた (承認番号; H30-09)。

絞扼性神経損傷モデルに対する間歇的他動運動が疼痛閾値に与える影響

岡田 圭祐^{1,2)}・嘉摩尻 伸^{2,3)}・今北 英高²⁾

- 1) 医療法人 藤井会香芝生喜病院 リハビリテーション室
 2) 畿央大学大学院 健康科学研究科
 3) 岸和田リハビリテーション病院 リハビリテーションセンター

Key word / 絞扼性神経障害、他動運動、疼痛

【はじめに】

神経障害性疼痛は慢性疼痛疾患の中でも重症度が高く、非神経障害性疼痛と比較して、QOLに与える影響が大きいとされている。絞扼性神経損傷 (CCI) モデルはCRPS type2に類似した症状を示すと言われている。慢性疼痛に対する運動療法はガイドラインで強く推奨されており、先行研究では、神経障害性疼痛モデルに対する運動負荷が早期に疼痛を改善させることや早期の運動開始が疼痛の悪化を予防することが示されている。本研究はCCIモデルに対しする間歇的他動運動が疼痛閾値に与える影響を検討する。

【方法】

対象はSprague Dawleyラット19匹とし、偽手術群 (SH) 4匹、CCI群7匹、CCIモデルに間歇的他動運動を加えた群 (CCIEX) 8匹に無作為に振り分けた。ラット右後肢に対しCCI手術もしくは偽手術を施行した。術前および術後1週ごとに体重測定、疼痛評価としてVon Frey Filament (VFF) test、麻痺の評価としてBeam walking testを行った。なお、術後1週間の時点で疼痛閾値の低下していないもの、麻痺が強い3匹を除外しCCI6匹、CCIEX6匹となった。運動はラットを麻酔下で右後足部を把持し10分間、5秒に1回の頻度で足関節の底背屈運動を繰り返した。術後1週目より運動を開始し、5日/週の頻度で4週間実施した。運動期間終了後、麻酔下でヒラメ筋 (SOL)、長趾伸筋 (EDL) を採取し、筋湿重量を計測した。統計処理は3群間の比較として一元配置分散分析を用い、多重比較検定にBonferroni法を用いた。なお、危険率5%をもって統計学的有意とした。

【結果】

各群の体重に有意な差はなかった。疼痛評価では、術後1週目よりCCI (9.0±4.8g)、CCIEX (10.5±4.5g) においてSH (28.8±0.0g) と比較し疼痛閾値の低下を認めた。術後5週目にCCIEX (15.7±4.1g) はCCI (9.2±3.0g) と比較し有意に高値を示した。筋湿重量は右SOL (SH: 0.16±0.02g, CCI: 0.12±0.03g, CCIEX: 0.15±0.02g) では有意な差は認めなかったが、右EDL (SH: 0.20±0.02g, CCI: 0.16±0.02g, CCIEX: 0.17±0.01g) ではCCIおよびCCIEXはSHと比較し有意に低値を示した。

【考察】

CCI後1週間で痛覚過敏症を発症した。先行研究においてトレッドミル走行や水泳はCCIの痛覚過敏を軽減することが示されている。また、ギプス固定モデルなどでは他動運動を加えると痛覚過敏が軽減することが示されている。本研究において、10分間の運動介入で痛覚過敏症を改善することができた。短時間の他動運動においても神経障害性疼痛に対する有効な治療手段である可能性が示唆された。

【結論】

CCIモデルでは患側に痛覚過敏症と同時にEDLの筋萎縮が認められた。4週間の間歇的他動運動はCCIの痛覚過敏症を改善することが示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本実験は畿央大学動物実験倫理委員会の承認を得て、畿央大学動物実験管理規定に従って実施した。(承認番号: H30-05)

吻側延髄腹内側部のセロトニン作動性ニューロン除去後の三叉神経尾側亜核における下行性疼痛調節

杉生 真一・金澤 佑治・武田 功

大阪人間科学大学 人間科学部 理学療法学科

Key word / 下行性疼痛調節、セロトニン、三叉神経

【はじめに】

セロトニン (5HT) 作動性ニューロンと侵害受容経路における他の特有の伝達系との正確な回路および相互作用は、あまり知られていない。外因的に適用される5HTは、投与経路、用量および適用される核に依存して、侵害受容性または抗侵害受容性を示す。三叉神経尾側亜核 (Vc) の表面層 (VcI/II) は、大縫線核および巨大細胞網様核に隣接する網状組織を形成する傍巨大細胞網様核を含む吻側延髄腹内側部 (RVM) から強い5HT作動性神経支配を受ける (Fields and Basbaum 1999)。よってRVMは、侵害受容性処理を含む重要な調節部である。RVMの5HT作動性ニューロンを削除した動物を用いて、ホルマリン誘導疼痛関連行動 (PRB) およびVcのニューロンの活動性の変化を調べ、5HT作動性ニューロンが及ぼす顔面部疼痛制御の解明を目的とする。

【方法】

麻酔下、S-D系雄性ラットを脳定位固定装置に固定し、マイクロシリッジにてRVMまたはCM (小脳延髄槽) にSERT-Sap (Anti 5HTトランスporter抗体サポリン) またはBl-Sap (ブランクサポリン) を注入した。術後、左上口唇へのホルマリン注射後のPRBを1時間計数した。ホルマリン注入2時間後、灌流固定し脳幹を取り出し、通法に従い免疫組織化学法にて延髄の5HTおよびc-Fosの免疫染色を行った。

【結果】

RVMへのSERT-Sap注入例ではBl-Sap注入例に比べPRBは2相で有意に減少した。CMへの注入例では2相で有意に増加した。RVM、CMへのSERT-Sap注入例ではいずれもBlank-Sap注入例に比べRVMの5HT陽性ニューロンは減少した。CMへのSERT-Sap注入例ではVcの5HT陽性ニューロン終末が、RVMへのSERT-Sap注入例に比べより減少していた。ホルマリン刺激誘導c-Fos発現はRVMへのSERT-Sap注入例ではBlank-Sap注入例に比べ左側右側ともにVcI/II、VcIII/IVで有意に減少していた。CMへの注入例では左側のVcI/II、VcIII/IVで増加傾向があったが有意には至らなかった。

【考察】

以前の研究で、三叉神経-RVMの相互投射を示し、イボテン酸によるRVMのニューロンの破壊が筋肉炎症性痛覚過敏を軽減させることを実証し、RVMのRVM-Vc路の5HTニューロンを含む全てのRVMニューロンの全体の働きは、顔面部への炎症例に対して疼痛促進性であり得ることを示した (Sugiyo et al 2005)。さらに今回の実験結果からRVMに多く存在する5HTニューロンの働きが疼痛促進性である可能性が高いと考察された。

【結論】

RVMの5HTニューロンには顔面の侵害受容反応を強める群と弱める群が存在する。RVMのRVM-Vc路の5HTニューロンは、顔面部へのホルマリン誘導侵害受容例に対して疼痛促進性であり得る。

【倫理的配慮、説明と同意】

使用された動物の数と苦しみを最小限に抑えるためにすべての努力がなされた。本研究は大阪人間科学大学動物実験委員会 (許可番号1) にて承認を得たものである。全ての実験および実験動物への処置は大阪人間科学大学の動物実験指針に従って実施し、すべての外科手術がレビュー、承認され、国立実験動物衛生研究所ガイドラインに適合した。

冷温度受容体 (TRPM8) 活性化剤の皮膚塗布による運動神経動員制御への影響

田村 晃太郎¹⁾・杉田 聡¹⁾・徳永 忠之²⁾・峯岸 慶彦¹⁾
 太田 宣康¹⁾

1) 花王 (株) 生物科学研究所

2) 花王 (株) パーソナルヘルスケア研究所

Key word / 体性感覚、運動神経、脊髄

【はじめに】

運動神経の動員順序は一般的にサイズの原理に従うが、電気刺激や冷刺激等の感覚入力により運動神経の興奮性は変調することが報告され、筋力・歩行トレーニングへ応用が期待される。これまでに我々は、大腿四頭筋上の皮膚ヘメントールを塗布することで誘導される冷感覚が、低負荷運動時の筋活動を増加させることを表面筋電図計測により報告した。筋表層は主に速筋線維で構成されることから、表面筋電計の捉えた筋活動増加は速筋線維の動員促進を反映したものと示唆される。しかし、冷感覚入力時の脊髄運動神経の動員制御と機序については十分明らかでない。本研究では、実験動物に対して冷感覚と運動を負荷した際の脊髄神経活動を組織染色により評価し、運動神経動員制御への影響を検証した。

【方法】

TRPM8活性化剤としてイシリンを用いた。予め下肢体毛を剃った雄性C57B6Jマウスを、安静群 (Sed)、安静+イシリン塗布群 (Sed+I)、低強度走行群 (LowRun)、高強度走行群 (High Run)、低強度走行+イシリン塗布群 (Low Run+I) に分けた。イシリン溶液または溶媒を下肢全体に塗布し、トレッドミル走行を60分間負荷した。運動強度は低強度12m/分、高強度20m/分とし、安静群はケージ内にて自由活動とした。走行終了から60分後、全身を灌流固定し、脊髄を単離した。次に、下肢筋群を支配する腰椎L3-5の切片を作製し、二重免疫染色によりコリン作動性神経のマーカーChATおよび神経活性化のマーカーc-fosを標識した。画像解析によりc-fos陽性の運動神経数および細胞体サイズ、c-fos陽性のコリン作動性介在神経数を定量した。統計処理は一元配置分散分析とTukeyの多重比較検定を用い、有意水準は5%未満とした。

【結果】

走行によりc-fos陽性運動神経数は有意に増加したが、強度依存性やイシリン塗布の影響はなかった。一方で、c-fos陽性運動神経のうち細胞体サイズが $1000\mu\text{m}^2$ 以上の運動神経の割合は、LowRun群と比べHighRun群およびLowRun+I群において有意に増大した。さらに、脊髄中心管付近のc-fos陽性コリン作動性介在神経数は運動強度依存的に増加し、またLowRun群に対しLowRun+I群において有意に増加した。

【考察】

イシリン塗布と低強度走行の組み合わせは、活性化した運動神経の数には影響しなかったが、大きな細胞体の運動神経の活性化が促進された。細胞体サイズが $1000\mu\text{m}^2$ 以上の大きな運動神経は速筋線維を支配する速筋型運動神経であり、イシリン塗布による感覚入力、速筋型運動神経を優先的に動員させたと考えられる。さらに、脊髄中心管付近のコリン作動性介在神経は、運動神経に投射しその興奮性を制御すると報告されており、これらの介在神経の活性化を介して速筋型運動神経の優先的な動員が生じた可能性が示唆された。

【結論】

冷感覚入力は、低負荷運動時に優先的な速筋型運動神経の動員を促進することが明らかとなり、その機序としてコリン作動性介在神経の関与が示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

全ての実験は所属機関における動物実験に関する指針に従い、動物実験委員会の承認を得て実施した。

早産モデルマウスにおける生後脳のニューロン新生の変化

伊藤 晃^{1,2)}・川瀬 恒哉¹⁾・澤田 雅人¹⁾・澤本 和延¹⁾

1) 名古屋市立大学大学院 医学研究科 再生医学分野

2) 社会医療法人 宏潤会 大同病院 リハビリテーション科

Key word / 神経幹細胞、生後脳のニューロン新生、早産

【はじめに】

近年、周産期医療は劇的に進歩してきたものの、低酸素虚血脳症や早産児脳症などの新生児脳傷害に対する根本的な治療法は依然として確立されていない。早産児の脳傷害は、第一に脳室周囲白質軟化症に代表される白質傷害であり、虚血・低酸素・炎症によって生じると考えられてきた。一方で近年、明らかな白質傷害がない早産児でも生後の神経発達予後が不良であることが分かってきた。そのメカニズムが明らかになれば、リハビリテーション介入の可能性を検討できることから、早産の病態を解明することは非常に重要な課題である。胎生期の脳では、放射状グリアが神経幹細胞としてはたらき、活発に新しいニューロンを産生する。出生直後には、放射状グリアはほとんどの脳領域で消失するが、側脳室外側壁に面した脳室下帯ではアストロサイト様の神経幹細胞へと分化し、新生ニューロンを産生し続けることから、出生時期が生後のニューロン新生の調節に重要であると考えられる。さらに、脳室下帯のニューロン新生はヒト新生児脳でも保存されており、生後脳の可塑性に関与する可能性があることから、早産が生後のニューロン新生を低下させ、神経発達に影響を及ぼす可能性がある。そこで本研究では、早産がニューロン新生に与える影響について明らかにすることを目的とした。

【方法】

脳室下帯の神経幹細胞を蛍光タンパク質で標識するために、*Gfap-EGFP*マウスを用いた。また、早産モデルマウスの脳薄切切片を作製し、神経前駆細胞のマーカーやGFPに対する抗体を用いて免疫組織化学染色を行った。正産産・早産の二群間で脳室下帯から嗅球における陽性細胞の数を計測し、比較した。

【結果】

脳室下帯の神経幹細胞および神経前駆細胞に対して早産が与える影響を調べた結果、正産産マウスと比較して、早産マウスでは脳室下帯における神経前駆細胞の数が減少した。さらに、嗅球において成熟した新生ニューロンの数が減少した。

【考察】

早産モデルマウスでは、脳室下帯におけるニューロン新生の低下が示唆されたことから、重度の白質傷害が見られないヒト早産児においても同様にニューロン新生が低下している可能性が考えられる。今後、新生ニューロンの産生・移動・成熟過程を賦活化するために、出生後早期からリハビリテーション等を実施することができれば、障害された脳機能の回復に貢献するかもしれない。

【結論】

出生時期が生後脳におけるニューロン新生の調節に重要であることが示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

動物実験は当施設の動物実験委員会の承認を得て行われた。

マカサル小脳を細区分するコンパートメントマーカー発現

山本 竜也^{1,2)}・吉田 由子²⁾・村田 弓²⁾・肥後 範行²⁾

1) つくば国際大学 医療保健学部 理学療法学科

2) 産業技術総合研究所 人間情報研究部門 ニューロリハビリテーション研究グループ

Key word / 小脳、タンパク発現、霊長類

【はじめに】

小脳は小脳皮質と小脳核で構成され、前者は虫部と半球に、後者は室頂核・挿入核・歯状核に区分される。皮質虫部-室頂核および皮質半球内側-挿入核はそれぞれ体幹と四肢の運動制御に、皮質半球外側-歯状核は運動の計画・実行などに関与する。近年、タンパク質の発現パターンを基準にしたより詳細な区分がなされており、小脳の細区分に関与する数種類の小脳コンパートメントマーカータンパク質 (Aldolase C: Aldoc, Phospholipase C beta 3: PLCB3, Phospholipase C beta 4: PLCB4 を含む) が同定されている。小脳皮質 (虫部と半球の両者) において、Aldocは陽性と陰性領域が交互に入れ替わる縦縞の発現パターンを示し、PLCB3はAldocと同様な発現パターンを、PLCB4はAldocと相反的な縦縞の発現パターンを示す。一方、小脳核において、Aldocは陽性領域 (吻側-腹側領域) と陰性領域 (尾側-背側領域) がクラスター状に分布し、PLCB4は発現を認めないことが知られている (PLCB3に関しては報告がない)。このような知見は主に齧歯類を対象にした研究から得られたものであり、系統発生的にヒトに近縁な霊長類では報告が乏しい。本研究はマカサル小脳皮質および小脳核におけるAldoc・PLCB3・PLCB4の発現パターンを検証し、齧歯類における発現パターンとの系統学的差異を明らかにするものである。

【方法】

マカサル4頭 (*Macaca mulatta*、体重: 5.0 - 8.4 kg、性別: オス) を灌流固定し、矢状断 (n=2) および水平断 (n=2) の凍結連続切片を作製した。Aldoc・PLCB3・PLCB4の発現を可視化するために、免疫組織化学染色 (アルカリホスファターゼを用いた酵素抗体法) を行った。

【結果】

AldocおよびPLCB4の相反的な縦縞発現パターンは、小脳皮質虫部では明瞭に観察されたが、小脳皮質半球では不明瞭であった。一方、PLCB3の縦縞発現パターンは小脳皮質の虫部と半球の両者で不明瞭であった。小脳核において、AldocおよびPLCB3は異なるクラスター状の発現パターンを示した。特に室頂核では両者の発現の有無により、4つの領域が細区分された。Aldocの陽性領域と陰性領域はそれぞれ吻側-腹側領域と尾側-背側領域に認め、PLCB4の発現は認められなかった。

【考察】

小脳皮質における縦縞の発現パターンは、マカサルと齧歯類では異なっており、系統発生的に高次な種の皮質内側では比較的保たれるが、皮質外側では不明瞭になることが示唆された。小脳核におけるAldocとPLCB4のクラスター状の発現パターンに顕著な種差は認めなかった。AldocとPLCB3の発現パターンの組み合わせにより、小脳核領域を細区分できることが示唆された。

【結論】

本研究結果は、小脳の各領域が担う機能の分子基盤が霊長類と齧歯類では異なることを示唆する。運動制御の座である小脳領域が有する特徴を詳細に理解する本研究成果は、リハビリテーション分野の発展に寄与する重要な基礎的資料になることが期待される。

【倫理的配慮、説明と同意】

本実験は国立研究開発法人産業技術総合研究所の動物実験委員会による承認を得て行われた。産業技術総合研究所が規定する動物実験要項はアメリカ国立衛生研究所により制定された動物実験の倫理基準に準拠する。北米神経科学学会により承認されたPolicies on the Use of Animals and Humans in Neuroscience Researchに従い、実験により与える苦痛を最小限にするなど生命倫理に対して十分な対策を講じた。

巧緻運動を司る皮質脊髄路の接続-機能と再編

上野 将紀¹⁾・佐藤 時春¹⁾・中村 由香¹⁾・吉田 富²⁾

1) 新潟大学 脳研究所システム脳病態学

2) シンシナティ小児病院 医療センター

Key word / 皮質脊髄路、巧緻運動、脳卒中

【はじめに】

運動は上位中枢から脊髄にいたる多様な神経回路により制御されるが、中でも大脳皮質と脊髄をつなぐ皮質脊髄路は、自発運動や巧緻運動に重要と考えられている。脳卒中や脊髄損傷により、皮質脊髄路はしばしば破綻し、重篤な運動機能の低下をもたらすことから、皮質脊髄路の再建方法の確立が求められている。しかし、神経損傷後にどのような接続と機能を持った回路を再建すべきなのか、皮質脊髄路の回路の実体は不明のままである。本研究では、マウスをモデルとして、皮質脊髄路をなす神経細胞の構成や接続様式、機能を詳細に明らかにすることを目的に実験を行った。また、皮質脊髄路が損傷した場合に、どのように回路が再編するかを探索した。

【方法】

遺伝子改変マウスや各種のウイルス神経トレーサーを用いて、皮質脊髄路の投射や細胞体の分布、接続の様式を解剖学的に調べた。見出した皮質脊髄路の接続について、光遺伝学的手法などを用い、電気生理学的に解析した。化学遺伝学的手法を用いて見出した特定の神経回路を遮断し、巧緻運動に起こる変化をキネマティック解析により評価し、各神経回路の機能を探った。最後に、明らかにした皮質脊髄路の回路が、脳の損傷によりどのような変化を示すかを調べた。

【結果】

皮質脊髄路の接続様式を詳細に調べたところ、皮質脊髄路ニューロンは、大脳皮質の局在と脊髄への投射様式が異なる、いくつかのサブタイプがあることを見出した。これらサブタイプは、運動や感覚機能に関わる脊髄介在ニューロン種と特異的な接続様式を有していた。これら皮質脊髄路の各内在回路の活動を遮断すると、巧緻運動の際、リーチ運動や把握運動に多様な変化が現れた。脳の損傷後には、障害から逃れ残存した皮質脊髄路の軸索が、新たな神経回路を脊髄で作りに出していた。

【考察】

皮質脊髄路は単一の回路ではなく、多様な機能モジュールから成り立っており、それらが統合されることにより、巧緻運動が制御されていることが示唆された。

【結論】

本研究から、巧緻運動を制御する神経基盤の一端が明らかとなった。脳や脊髄の損傷時に、再建すべき運動回路の実体が明らかになった。

【倫理的配慮、説明と同意】

遺伝子組換え実験においては、遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律、等関係法令に従い、また、新潟大学の遺伝子組換え実験に関する内規を遵守し、当大学の遺伝子組換え実験安全委員会の指示と承認のもとに実験を行った。動物実験においては、研究機関等における動物実験等の実施に関する基本指針 (文部科学省)、等関係法令に従い、また、新潟大学の動物実験に関する内規を遵守し、当大学の動物実験倫理委員会の指示と承認のもとに実験を行った。これらに関する実験は規定のP1、P2実験室、動物実験施設 (P1A、P2A) で行った (承認済)。

外的・内的要因を標的にした脊髄損傷後の皮質脊髄路の再生効果の検証

中村 由香¹⁾・上野 将紀¹⁾・吉田 富²⁾

1) 新潟大学 脳研究所システム脳病態学

2) シンシナティ小児病院 医療センター

Key word / 脊髄損傷、軸索再生、皮質脊髄路

【はじめに】

脳や脊髄の損傷から回復するには、神経回路の再建が不可欠であるが、損傷された神経軸索の再生はほとんど起こらないため、再生をうながす標的分子の探索が求められている。神経軸索が再生しにくい2大要因に、1) 周囲環境にある軸索伸長阻害因子(外的要因)、2) 軸索伸長を促す神経細胞内シグナルの枯渇(内的要因)が挙げられる。外因性の軸索伸長阻害因子は、Rhoシグナルを介して軸索の伸長を阻害する。一方、mTOR pathwayの枯渇により、神経細胞の軸索伸長能力が失われていることが知られている。軸索伸長を阻害する2大要因双方について、根本となるシグナル分子を同時に取り払い、神経回路の再生と機能回復に及ぼす影響を明らかにした報告は未だない。本研究では、外的要因のシグナルを担う低分子量Gタンパク質RhoA、内的要因となるmTOR pathwayの阻害タンパク質Ptenのダブルノックアウトにより、軸索の伸長能力を最大限に引き出し、脊髄損傷後の運動回路の再生と機能回復の効果を明らかにすることを目的に研究を行った。

【方法】

RhoA、RhoCおよびPtenのシングル、ダブル、トリプルノックアウトした培養神経細胞を用い、軸索の伸長効果を検証した。これらのコンディショナルノックアウトマウスにおいて、脊髄損傷を実験的におこし、各種の神経トレーサーを用いて、皮質脊髄路の軸索発芽や再生の度合いを解剖学的に調べた。また、経シナプスウィルス神経トレーサーを用いて、脊髄損傷後の大脳皮質-脊髄-筋間の神経経路の再建の度合いを評価した。最後に、各種の運動テストを行い、運動機能の回復過程を評価した。

【結果】

培養実験において、RhoA、RhoC、Ptenのノックアウトにより、軸索の伸長効果が認められた。脊髄損傷後、RhoA、RhoCのノックアウトでは、軸索の退縮(axon dieback)の抑制が認められた。一方、Ptenのノックアウトでは、皮質脊髄路の軸索の再生と発芽の増加が認められた。RhoAおよびPtenのダブルノックアウトにより、大脳皮質-脊髄-筋間の神経経路の再形成が顕著に亢進した。

【考察】

外的および内的要因を制御する各シグナルは、神経回路の再形成に関わる異なる過程(軸索の伸長や発芽、退縮、接続など)に作用し、神経回路の再生を阻んでいることが示された。

【結論】

成体脳の神経回路の再生を阻害する2大要因を解除することにより、神経回路の再生を促進できることが明らかになった。リハビリテーションの併用などにより、機能回復をうながす機能的な回路を再構築する方法の確立が期待される。

【倫理的配慮、説明と同意】

遺伝子組換え実験においては、遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律、等関係法令に従い、また、新潟大学の遺伝子組換え実験に関する内規を遵守し、当大学の遺伝子組換え実験安全委員会の指示と承認のもとに実験を行った。動物実験においては、研究機関等における動物実験等の実施に関する基本指針(文部科学省)、等関係法令に従い、また、新潟大学の動物実験に関する内規を遵守し、当大学の動物実験倫理委員会の指示と承認のもとに実験を行った。これらに関する実験は規定のP1、P2実験室、動物実験施設(P1A、P2A)で行った(承認済)。

サル脊髄損傷後の手指機能回復と大脳皮質運動関連領域に分布する巨大錐体細胞の形態について

高田 裕生¹⁾・中川 浩²⁾・山中 創¹⁾・高田 昌彦¹⁾

1) 京都大学霊長類研究所 統合脳システム分野

2) 大阪大学 免疫学フロンティア研究センター

Key word / 脊髄損傷、サル、神経可塑性

【はじめに】

脳血管障害や脊髄損傷などによって、中枢神経が損傷を受けると神経細胞の細胞死や変性が生じ、運動機能障害が出現する。我々は、これまでに脊髄損傷後の運動機能回復に伴い、一次運動野(MI)由来の皮質脊髄路の神経回路の再編成が生じていることを明らかにした。しかし、皮質脊髄路を構成する神経軸索は、MIだけでなく他の運動関連領域(補足運動野;SMA、背側及び腹側運動前野;PMd, PMv)からも投射されている。先行研究において、脊髄損傷後の運動機能回復時に運動関連領域の神経活動量が上昇することが報告されている。しかし、この神経活動量の変化が運動機能回復にどのように関与しているかについては明らかになっていない。そこで、本研究では運動関連領域における神経可塑性の変化と運動機能回復の関係を明らかにするために、皮質脊髄路を形成する大脳皮質5層の巨大錐体細胞の損傷前と急性期(損傷後10日)、回復期(損傷後30日)における形態を解析し、比較を行った。

【方法】

実験にはニホンザル(4-6歳、6.0-7.0kg)を使用し、各運動関連領域の手指領域を同定するために皮質内微小刺激(ICMS)を行った。脊髄損傷は深麻酔下にて右頸髄6/7間の片側2/3を切除し作製した。行動学的解析には、手指の巧緻動作を評価できるReaching and grasping taskを損傷前5日間と損傷後3、5、7、10日後に実施し、その後は1週間2回実施し、餌の摂取成功率を算出した。形態学的解析のために、脊髄損傷後10日目と30日目に脳を摘出し、ゴルジ染色法によって巨大錐体細胞を可視化した。形態の解析は、主にSholl解析を用いて各運動関連領域5層の巨大錐体細胞の樹状突起の長さや枝分かれの数、スパインの密度と成熟度を定量化した。

【結果】

脊髄損傷後急性期には、精密把持によって餌を取ることが困難となった。その後、手指の巧緻性は時間経過とともに徐々に回復した。コントロール群と急性期モデルの巨大錐体細胞の形態を比較すると急性期モデルの樹状突起と長さやスパインの密度は減少していることが明らかになった。他方、コントロール群と回復期モデルの巨大錐体細胞の形態には、有意な差は認められなかった。

【考察】

これまでに、我々は脊髄損傷後の手指の巧緻性の低下に伴い、運動関連領域の巨大錐体細胞の形態が複雑性を失い単純化することを明らかにしていた。そして、本研究の結果によって運動機能回復に伴い、各運動関連領域において単純化していた巨大錐体細胞の形態が複雑性を再獲得した可能性が示唆された。

【結論】

以上の成果は、運動機能と巨大錐体細胞の形態の関連性を示すものである。今後、各運動関連領域の活動量を増加させる運動を取り入れたリハビリテーションを行うモデルを作製することによって、運動機能回復に重要な領域を明らかにすることができると考える。これらを解明することは、運動機能回復を促進するプログラム立案の一助となることを期待できる。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、京都大学霊長類研究所サル委員会が定めるガイドライン、ならびに「動物の愛護及び管理に関する法律」をはじめとする関係法令を遵守して行われた。

Digoxinによるシナプス新生と運動学習の促進

橋本 遵一^{1,3)}・倉田 夏芽²⁾・竹田 紗菜²⁾・松本-宮井 和政¹⁾

- 1) 大阪府立大学大学院 総合リハビリテーション学研究所
 2) 大阪府立大学 地域保健学域総合リハビリテーション学類理学療法学専攻
 3) 山中脳神経外科リハビリクリニック

Key word / フィロポディア、シナプス可塑性、運動学習

【はじめに】

脳損傷後の機能回復には、シナプス可塑性による機能的再組織化が重要な役割を果たしているが、脳損傷後に生じる機能的再組織化にはTime windowが存在する。しかしながら、人為的にシナプス形成を促進できれば、時間的な制限を受けず、高い機能回復を得られる可能性がある。新たなシナプス形成にはスパイン前駆体であるフィロポディアの新生が必要となる。フィロポディアはニューロトリプシン-アグリンシグナル経路によるNa/Kポンプ活性の調節により生じることが知られている。そこで、Na/Kポンプの修飾薬であるDigoxinを用い、フィロポディア新生を促すことで、運動学習が促進されるか検討することを本研究の目的とした。

【方法】

動物は、ニューロトリプシン遺伝子欠損マウス (NT-KOマウス)、ニューロトリプシン野生型マウス (NT-WTマウス)、C57BL/6Nマウスの3種を使用した。NT-KOマウスは、成熟期において刺激に応じたフィロポディア新生が認められない。以上の動物群で、フィロポディア新生が学習行動に与える影響を解析した。運動学習試験としては、加速する回転棒上に留まれる時間を指標としたロータロッド試験を実施した。Digoxinは0 μg/kg、65 μg/kg (Na/Kポンプ活性化)、650 μg/kg (Na/Kポンプ阻害)の3条件で投与した。投与方法は腹腔内注射とし、試験1、2、3日目の開始1時間前に投与した。また、Digoxinは高濃度投与で自発活動量を減少させるとの報告があるため、オープンフィールド試験にて各濃度のDigoxin投与が自発活動量に与える影響を解析した。

【結果】

ロータロッド試験では、NT-WTマウスの65 μg/kg投与群において、2日目と10日目で0 μg/kg投与群に比べ有意に回転棒上に留まった時間が増加した。NT-KOマウスでも、65 μg/kg投与群において、2日目、3日目、10日目で0 μg/kg投与群に比べ有意に回転棒上に留まった時間が増加した。オープンフィールド試験では、3種のマウスにおいて、650 μg/kg投与群で他群に比べ有意に自発活動量が減少していた。

【考察】

ロータロッド試験では、NT-WTマウスとNT-KOマウスにおいて65 μg/kg投与群 (Na/Kポンプ活性化) で有意に高い学習成績を示した。この結果から、DigoxinによってNa/Kポンプを活性化すると学習効果が促進されたと考えられた。また、65 μg/kg投与群で高い学習成績が得られたことは、Na/Kポンプの活性化がニューロトリプシン-アグリン経路と同様にフィロポディア新生を促す可能性も示唆している。フィロポディアが新生されれば、新たなシナプス形成の選択肢が増加し、より早期に最適な神経回路が形成され得ると考えられる。オープンフィールド試験では、他2群に比べ650 μg/kg投与群で、自発活動量減少を認めた。ロータロッド試験での650 μg/kg投与群の成績不良は、自発活動量減少が原因と推察できる。

【結論】

Digoxin投与は運動学習を促進することが示された。本薬剤投与により脳損傷後のリハビリテーションを促進できる可能性がある。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究で実施した動物実験は大阪府立大学が定めた動物実験規程を遵守しており、年度ごとに大阪府立大学動物実験委員会での承認を受けてから実施している。

大脳皮質感覚運動領域における限局的脳梗塞モデルラットの運動学的な歩行分析

吉川 輝¹⁾・森下 紗帆^{2,3)}・外村 和也³⁾・梅村 和夫³⁾
大滝 博和¹⁾・泉崎 雅彦¹⁾・熊田 竜郎⁴⁾

- 1) 昭和大学 医学部
 2) 常葉大学 健康プロデュース学部
 3) 浜松医科大学 医学部 4) 常葉大学 保健医療学部

Key word / 脳梗塞、歩行分析、運動学

【はじめに】

我々は脳梗塞モデルラットに対し運動を行うことで、運動機能の回復と神経の可塑的变化について報告している。そこで、我々の次の研究課題は、運動機能の回復と神経の可塑性の関連をより詳細に検証することと考えた。これまで我々は現存する定性的な行動評価を用いたが、我々の専門領域の一つである運動学的な分析技術法をモデル動物に駆使することは、運動機能の回復と神経の可塑性の関連に関して、メカニズム解明の一端を担うことができるのではないかと考えた。そこで本研究は、大脳皮質感覚運動領域に限局的な脳梗塞を誘導する方法を用いて脳梗塞モデルラットを作成し、このモデルラットを対象に歩行運動の変化を運動学的に明らかにすることを目的とした。

【方法】

8週齢のSD系雄性ラット11匹を用いた。脳梗塞の作出方法は浜松医科大学で一部改変したPhotochemically Induced Thrombosis法を採用した。ラットの頭皮を正中切開し、左感覚運動領域に位置する頭蓋骨をドリルにて開頭した。その後、ローズベンガルを尾静注し開頭部位に緑色光を一定時間照射させることで限局的な脳梗塞を作出した。歩行運動の評価は、3次元歩行分析法を用いることで定量的な歩行分析を行った。評価は脳梗塞直前 (pre)、脳梗塞後1日 (pold)の2回実施した。麻酔下のラットに対して両後肢の各関節にカラーマーカーを貼付した。その後、十分に麻酔から覚醒した状態でラットをトレッドミル上で歩行させた。ラットの歩行はデジタルハイスピードカメラを用い4方向から同時録画した。録画したデータはKinemaTracer (KISSEI COMTEC社)を用いて解析を行った。統計解析は、対応のあるT検定を用い有意水準は5%未満とした。

【結果】

歩行周期、立脚期、遊脚期、ステップ長、ストライド長はpre、poldで有意差は見られなかった。歩隔は、preと比較してpoldの立脚前期で有意に狭小化していることが示された。歩隔の変化が見られたため、足関節の動きの軌跡をxy、yz、zx平面上で解析した。その結果、preと比較しpoldのx軸上での右足関節の軌跡が有意に狭小化していることが示された。x軸上の軌跡は右足関節のみではなく右膝関節、右股関節においても有意に狭小化していた。さらにこの現象は右側だけではなく左側のそれぞれの関節においても認められた。

【考察】

本研究では、脳梗塞モデルラットの歩行の変化を運動学的に示した。本結果は、脳梗塞による影響側の歩行の変化のみならず非影響側の変化も運動学的に捉えることができた。このことは、運動機能の回復と神経の可塑的变化の関係を詳細に検証できる可能性に加えこれまでの運動療法の効果に新たな科学的な知見を加えることができる可能性を示唆した。

【結論】

本研究では、左大脳皮質感覚運動領域に限局する脳梗塞モデルラットの歩行の変化を運動学的に示した。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は昭和大学および常葉大学に設置されている動物実験委員会の承認を得て実施した。

棘下筋の肩関節後方安定化作用

星川 恭賛・由利 拓真・清重 佳郎

山形県立保健医療大学

Key word / Infraspinatus、Subregion、Shear wave elastography

【はじめに】

棘下筋 (infraspinatus : ISP) は肩関節外旋のprime moverであるが、回旋腱板の一員としては肩関節 (gleno-humeral joint : GHJ) の stabilizerであり、prime moverである三角筋を補助する。特に等尺性上肢保持時には、prime moverと stabilizerは同期的に働く。従来筋活動は筋電図学的に評価されてきたが、深部筋を評価したり、筋の一部 (筋は線維の走行方向や膠原線維皮膜により亜区画 (subregion) に分割され、それぞれのsubregionは異なった機能を持つとされる) の活動を評価するには侵襲的に針電極を用いる必要があった。近年、超音波elastographyを用いて筋活動を推測しようとする試みが為されている。今回、3つのsubregion (頭側からsuperior, middle and inferior subregions : SP, MP, IP) からなるとされるISPのGHJ stabilizerとしての作用を明らかにする目的で超音波elastographyを用いた以下の実験を行った。

【方法】

対象は肩関節障害の既往の無い若年男性8名。平均年齢19.5歳。平均身長173.3 cm。平均体重61.4 kg。被験者を椅子に座らせ、左側上肢を0°~150°の範囲で15°毎に屈曲させ、最小限の力でその位置を保持させた。同側ISPの3 subregionの組織弾性率 (elastic modulus : EM) をshear wave elastography (SWE) を用いて測定した。統計学的解析は分散分析を用い、5%有意とした。

【結果】

SPおよびMPのEMは屈曲90°にピークがあり、統計学的に前者は45° (p=0.25) ~105° (p=1)、後者は60° (p=0.081) ~105° (p=0.304) の範囲で有意な筋活動が行われていた。IPは105°にピークがあり、45° (p=0.068) ~135° (p=0.076) の範囲で有意な活動があった。各subregionのピークのEMはそれぞれ101.5±15.7、143.3±21.4、126.3±28.0 kPaであり、MPとSP間に有意差があった (p=0.013)。

【考察】

有意な筋活動角度範囲では、上腕長軸方向に対し各subregionが垂直に走行しており、肩関節屈曲が増すとともに、SP、MP、IPの順にGHJ後方安定性に寄与していくものと考えられ、中でもMPがその中心であるが、上腕の重さも付加される深屈曲ではIPもより活動していた。

【結論】

ISPの各々のsubregionは、肩関節屈曲等尺性負荷時にGHJの後方安定性に寄与するが、屈曲角度により寄与程度が異なり解剖学的位置関係に一致していた。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は山形県立保健医療大学倫理審査 (#1608-10) の承認を得た。対象者の募集はポスターを用いて行い、応募者に書面を用いた十分な説明と同意を得て行った。験者が男性で、背部を露出して測定する必要があることから、被験者は男性とした。SWE測定時間は30分以内とした。

足背の筋群における起始の解剖学的変異

一とくに足根洞を構成する靭帯、および伸筋支帯からの起始について

池澤 秀起^{1,2)}・櫻屋 透真¹⁾・荒川 高光¹⁾

1) 神戸大学大学院 保健学研究科

2) 喜馬病院

Key word / テーピング、短腓骨筋、長腓骨筋

【はじめに】

足関節の内反捻挫により損傷を被る足部の外側部には、靭帯以外にも腱鞘、筋などが存在するため、内反捻挫後の病態を正確に把握するには足部外側の軟部組織に関する包括的な解剖学的情報が不可欠である。内反捻挫後に生じる足部外側の問題には足根洞周囲の軟部組織の関与が提唱されている (O'Connor, 1958)。足根洞とは、足根骨の外側面において、踵骨と距骨の間、前方に観察される間隙を指す (RichardL.Drake, 2016)。足根洞の靭帯は下伸筋支帯との関係性が報告されている (Li, 2013)。下伸筋支帯は足背筋膜の近位部が厚くなったものであり (森と大内, 1982)、近年下伸筋支帯の外側面は外側、中間、内側の3つに分岐し、外側部は踵骨外側面、中間部は足根洞入口部、内側部は足根洞内に付着することが明らかとなった (Jotoku, 2006)。下伸筋支帯からは通常短趾伸筋が起始する (森と大内, 1982)。すなわち、足部外側の損傷部を理解するためには、足根洞の靭帯とそこに連続する下伸筋支帯、さらにはそこから起始する足背の筋群の関係を包括的に調べる必要がある。よって今回は、短母趾伸筋と短趾伸筋の起始、および起始部周囲の構造との関係を肉眼解剖学的に精査した。

【方法】

所属大学解剖実習用遺体6体10側の遺体を使用した。短母趾伸筋と短趾伸筋の起始部を剖出し、スケッチとデジタル画像にて記録した。

【結果】

短母趾伸筋と短趾伸筋は全例で踵骨背面から起始した。足根洞を構成する靭帯の一つである頸靭帯から短母趾伸筋は全例起始するが、短趾伸筋が起始する例はなかった。下伸筋支帯の外側部においては、短母趾伸筋のみ起始する例が7側、短母趾伸筋と短趾伸筋の双方が起始する例は2側、どちらも起始しない例は1側であった。下伸筋支帯の中間部においては、短母趾伸筋のみ起始する例が3側、短趾伸筋のみ起始する例が2側、双方が起始する例は5側であった。下伸筋支帯の内側部においては、短母趾伸筋のみ起始する例が7側、短母趾伸筋と短趾伸筋双方が起始する例は3側であった。これに加え、短趾伸筋が短腓骨筋の停止部から起始するものが1側存在した。

【考察】

内反捻挫の際には頸靭帯そのものや、そこに起始する短母趾伸筋に損傷が加わる可能性がある。足背の筋群と伸筋支帯との関係性に変異があったことから、内反捻挫後に生じる多様な症状は、本研究で明らかとなった短母趾伸筋と短趾伸筋の起始の個体差にも起因する可能性がある。

【結論】

短母趾伸筋と短趾伸筋は踵骨背面や頸靭帯から起始するが、下伸筋支帯からの起始には個体差が多かった。足根洞症候群を含む足部外側の軟部組織損傷において、短母趾伸筋と短趾伸筋の下伸筋支帯からの起始の個体差を含む情報は、病態を把握する際に有益であると考えられる。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は筆頭著者所属施設の倫理委員会の承認を得たものである (承認番号 : 第487号)。本研究は死体解剖保存法に則り、本法に抵触しないよう実施されたものである。具体的には体解剖資格者 (共著者の内1名) の指導の下に、定められた実習室内で、礼意を持って実施された。使用された標本は全て筆頭著者所属施設の研究者の解剖に際して同意を得られたもののみを使用している。

上殿皮神経の走行と分布に関する肉眼解剖学的研究 腰背腱膜の構成との関係に着目して

石川 博隆^{1,2)}・泉田 瑞希³⁾・山本 凜太郎³⁾・池澤 秀起¹⁾
櫻屋 透真¹⁾・荒川 高光¹⁾

- 1) 神戸大学大学院 保健学研究科
2) レッツリハビリリハビリサービスセンター掛川
3) 神戸大学 医学部 保健学科

Key word / 後枝外側枝、変異、疼痛

【はじめに】

上殿皮神経は脊髄神経後枝外側枝が発達した皮枝であり(金子ら, 2000)、腸骨稜近傍で腰背腱膜を貫通し殿部に至る(Neel, 2015)。上殿皮神経は変異が多く(相澤ら, 1996)、実際に剖出すると走行や分布に個体差があり、上殿皮神経の同定に難渋する事がある。他方、上殿皮神経は腰背腱膜による絞扼が腰殿部痛の原因になる(Maigneら, 1997)。上殿皮神経由来の疼痛は多様性を認めるが(金ら, 2016)、その原因は不明である。多様性を認める原因として、前記した上殿皮神経に変異が多い事に加え、腰背腱膜の構成の変異が起因する可能性がある。腰背腱膜は広背筋、側腹筋群等の起始・停止腱が関与して構成するが(Willardら, 2012)、広背筋の起始は変異を認める(Nishi, 1953)。つまり、腰背腱膜の構成には変異が存在する可能性が高いが、上殿皮神経の走行との関係も含め変異の有無は不明である。そこで本研究では、実習用遺体を用いて上殿皮神経を含めた後枝外側皮枝の走行と分布について観察し、腰背腱膜の構成との関係も含め精査した。

【方法】

2019年度所属大学医学部人体解剖学実習用遺体2体3側を使用した。2体ともに腰殿部の外傷歴や手術歴は認めなかった。腰背腱膜を貫通する後枝外側皮枝とともに腸骨稜周辺の腰背腱膜と構成する筋を剖出し、デジタル画像とスケッチに記録した。貫通部位を構成する筋とともに後枝外側皮枝が腰背腱膜を貫通した後の走行と分布を観察した。

【結果】

後枝外側皮枝は全例で腸骨稜に近づくに従い、上方では広背筋の起始腱膜を貫き、その下方では内腹斜筋から連続した腱膜を貫いた。また、2側ではさらに下方で中殿筋を包む腱膜と腸骨稜の間から下方へと出る後枝外側皮枝が存在した。広背筋の起始腱膜を貫く後枝外側皮枝は腰部へ分布した。内腹斜筋腱膜を貫くものは広背筋起始腱膜を貫くものよりも下方へと分布し、中殿筋を包む腱膜と腸骨稜の間から出るものはさらに下方へと分布したが、分布範囲は殿部上部までの例から大転子周囲まで広がる例もあった。

【考察】

後枝外側皮枝は下方になるに従い貫く腱膜が変わり、中殿筋を包む腱膜の深層から出る例も存在した。臨床で後枝外側皮枝に問題がある場合、腰部周囲のみに疼痛が局限している場合は上方の枝、すなわち広背筋を貫く神経が問題である可能性が高い。さらに下方へも広がる部の疼痛であれば、内腹斜筋腱膜を貫く神経の問題であるかもしれない。さらに下方へ広がる範囲、下肢に近い部に疼痛がある場合は、中殿筋を包む腱膜と腸骨稜の間を出た神経が問題となっている可能性がある。しかし、貫く位置が同じでも分布範囲に個体差があったため、一概に走行と分布範囲の間に関係性が存在しないことも分かった。

【結論】

後枝外側皮枝は下方になるに従い貫く腱膜が変わる。その貫く腱膜の個体差とともに神経の走行と分布に個体差がある事が、本神経に問題がある場合の疼痛に多様性を認める原因である可能性が示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は筆頭演者所属施設の倫理委員会の承認を得たものである(承認番号:第487号)。本研究は死体解剖保存法に則り、本法に抵触しないよう実施されたものである。具体的には死体解剖資格者(共同演者の内1名)の指導の下に、定められた実習室内で、礼意を持って実施された。使用された遺体は全て筆頭演者所属施設の研究者の解剖に際して同意を得られた者のみを使用している。

鎖骨下筋停止部の個体差と菱形靱帯・円錐靱帯との解剖学的関係性について

泉田 瑞希¹⁾・江村 健児²⁾・櫻屋 透真³⁾・山本 凜太郎¹⁾
池澤 秀起^{3,4)}・清水 貴大⁵⁾・荒川 高光³⁾

- 1) 神戸大学 医学部 保健学科 2) 姫路獨協大学 医療保健学部 理学療法学科
3) 神戸大学大学院 保健学研究科 4) 喜馬病院
5) 神戸大学大学院 医学研究科

Key word / 鎖骨、肩甲骨、遺体

【はじめに】

鎖骨骨折受傷後のリハビリテーションにおいては、固定肢位への対処に加え、骨折部において損傷される軟部組織の保護と機能的回復を考慮しなければならない。鎖骨骨折後の病態やその後の回復には個体差が存在するが、その個体差が受傷機転のみに起因するのかわか不明である。鎖骨骨折の頻発する鎖骨の外側1/3には、鎖骨下筋の停止部、菱形靱帯、円錐靱帯結節がちょうど隣接して位置する。すなわち、鎖骨骨折後のリハビリテーションにおいては、鎖骨下筋と菱形・円錐靱帯の機能的回復についても考慮しなければならない。近年、鎖骨下筋とその周囲靱帯、筋膜についての詳細な解剖学的報告がなされたが(Nakazawa et al., 2011)、鎖骨下筋と菱形・円錐靱帯について包括的に、かつ個体差を含めて言及された解剖学的報告は、驚くほど乏しい。よって今回は解剖学実習用遺体を用いて鎖骨下筋の附着部を、菱形・円錐靱帯との関係性を含めて解剖学的に精査することとした。

【方法】

神戸大学医学部実習用遺体29体46側の菱形・円錐靱帯と鎖骨下筋を包括的に観察した。うち10側では、鎖骨下筋の筋束構成を精査した。

【結果】

鎖骨下筋の起始は全例で第1肋骨上面であった。筋束構成を精査した例では、筋束構成から見て鎖骨下筋は全例において①内側上部と②外側下部に分けることができた。鎖骨下筋内側上部は紡錘状筋であり、起始腱から外側上方へと走行し、鎖骨の中間あたりの停止腱へと附着した。本停止腱は鎖骨外側1/3、円錐靱帯結節の近くまで停止腱を伸ばした。鎖骨下筋外側下部は比較的発達した筋束を持つ羽状筋であり、起始腱において内側上部の前面と下面、後面から外側へと走行した。鎖骨下筋外側下部の内側部は鎖骨下筋内側上部の停止腱へと附着した。残りの部の円錐靱帯との関係性に個体差が存在し、3タイプに分類できた。タイプ1:鎖骨下筋外側下部の外側停止部が、円錐靱帯と離れるもの(12側26.1%)、タイプ2:円錐靱帯結節に隣接して停止するもの(27側58.7%)、タイプ3:円錐靱帯に附着するもの(7側15.2%)が存在した。

【考察】

鎖骨骨折が、鎖骨外側1/3に相当する円錐靱帯結節付近で生じた場合、タイプ2とタイプ3(合計34側、73.9%)では鎖骨下筋に何らかの影響が及ぶと考えられた。円錐靱帯は上肢挙上時の肩甲骨上方回旋と後傾時に伸長される。鎖骨骨折後に肩甲骨の上方回旋と後傾を行う際には、円錐靱帯と鎖骨下筋の関係性と個体差も考慮した対処が求められる。

【結論】

鎖骨下筋の発達した外側下部の筋束は多数の例で円錐靱帯と関係し、数%の例では円錐靱帯そのものに附着していることが明らかとなった。鎖骨骨折後の病態とその回復の個体差には、本研究で明らかとなった鎖骨下筋停止部の個体差が関係している可能性がある。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は筆頭演者所属施設の倫理委員会の承認を得たものである(承認番号:第487号)。本研究は死体解剖保存法に則り、本法に抵触しないよう実施されたものである。具体的には死体解剖資格者(共著者の内1名)の指導の下に、定められた実習室内で、礼意を持って実施された。使用された標本は全て筆頭演者所属施設の研究者の解剖に際して同意を得られたもののみを使用している。

Master knot of Henryが足趾屈曲に与える影響

鈴木 勇太¹⁾・越湖 侑太郎¹⁾・内藤 輝²⁾・清重 佳郎¹⁾1) 山形県立保健医療大学
2) 山形大学 医学部第1解剖

Key word / Master knot of Henry、claw toe、spasticity

【はじめに】

しばしば片麻痺がclaw toeを呈することがあるが、I～III趾であることが多い。claw toeの原因が長母趾屈筋 (flexor hallucis longus : FHL) および長趾屈筋 (flexor digitorum longus : FDL) のspasticityであるとすれば、I～V趾まで冒されるはずである。I～III趾に限定される原因としてFHLとFDL腱の腱性結合 (Master knot of Henry : MKH) の存在が指摘されている。MKHがclaw toeを生じさせるかを明らかにする目的で、学生実習用検体を用いて検討した。

【方法】

学生実習用検体10体20足を用いた。MKHのvariationを確認し、MKHの近位部および遠位部でFHLおよびFDLを牽引し各足趾の屈曲の程度を観察した。

【結果】

FHLをMKH近位で牽引した場合、I～II趾が屈曲するものが16足 (80%)、I～III趾が屈曲するものが4足 (20%) 存在した。遠位で牽引した場合、すべての足でI趾のみが屈曲した。また、FDLをMKH近位で牽引した場合、II趾の屈曲が不十分なものが6足 (30%)、V趾の屈曲が不十分なものは1足 (5%) 存在した。足底方形筋 (quadratus plantae : QP) 内側頭からFDLに明らかな腱様組織による結合は2足 (10%) に認められ、いずれも近位で牽引するとIII～IV趾が屈曲した。遠位で牽引した場合、II～V趾が屈曲するものが15 (75%) 足、II～IV趾が屈曲するものが2足 (10%)、III～V趾が屈曲するものが3足 (15%) 存在した。

【考察】

FHLをMKH近位で牽引すると、II趾あるいはII～III趾が屈曲することから、MKHを介してFHLのspasticityのみでclaw toeが生じ得ると考えられる。健常者では足趾を自動屈曲させるとI～V趾は十分屈曲する。しかし本研究の結果では、FDLをMKH近位および遠位で牽引しても、II～V趾が屈曲することは100%ではなかった。II～V趾の屈曲には、FDLのほかMKHを介したFHLや、FDLに停止するQPの関与が示唆され、足趾屈曲はFHL・FDL・QP複合体によって為されると考えられた。

【結論】

MKHを介してFHLのspasticityのみでclaw toeが生じ得る。II～V趾屈曲はFHL・FDL・QP複合体によって為される。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は山形大学医学部倫理委員会 (#315) および山形県立保健医療大学倫理委員会 (#1701-22) の承認を得た。

os peroneumの骨様・軟骨様の割合

越湖 侑太郎¹⁾・鈴木 勇太¹⁾・内藤 輝²⁾・清重 佳郎¹⁾1) 山形県立保健医療大学 理学療法学科
2) 山形大学 医学部 第1解剖

Key word / os peroneum、種子骨、圧迫応力

【はじめに】

長腓骨筋腱 (peroneus longus tendon : PLT) 内に存在するos peroneum (OP) は、膝蓋骨と同様な腱内種子骨である。しかし膝蓋骨は100%骨組織であるが、OPが骨である割合は2.3～35%とされている。大腿骨には膝蓋骨に対する軟骨に覆われた滑車部が存在するが、OPに対しては、立方骨から踵立方関節底外側にfacetが存在する。腱組織はその走行を変える部分に圧迫応力が加わり、圧迫応力の大きさに応じて圧迫面は、骨軟骨組織、線維性軟骨、高密度線維組織などであったりする。ヒヒやテナガザルではOPがほぼ骨として存在し、ラミダス猿人にも立方骨facetが存在することから、足 (下肢) 機能とOPの骨化に関係があるという仮説のもとに、学生実習用検体を用いて、OPと立方骨facetの関係を調査した。

【方法】

学生実習用検体10体20足を用いた。立方骨facet部でPLTを縦割し、OPが骨様組織、軟骨様組織、高密度線維組織のいずれかであるかを肉眼的に観察した。また、facetに対するOPを含むPLT膨大部の中心とOP中心の間の距離 (X)、PLT膨大部の中心と立方骨長腓骨筋腱溝外側縁の距離 (Y) を計測した。有意差の検討にはstudent t-testを用い、有意水準を0.05とした。

【結果】

20足中、OPが骨様は6足 (30%)、軟骨様は13足 (65%)、1足 (5%) が高密度線維性組織で、必ずしも左右が同一組織では無かった。X、Yは、骨様群 $4.6 \pm 1.9\text{mm}$ 、 $9.6 \pm 2.4\text{mm}$ で、軟骨様群 $3.5 \pm 2.7\text{mm}$ 、 $10.9 \pm 6.2\text{mm}$ と軟骨様群がXは有意に小さく ($p < 0.05$)、Yは有意に大きかった ($p < 0.05$)。すなわち、両群ともOP中心は近位に偏位し、軟骨様群でPLT膨大部中心はより近位に偏位していた。

【考察】

ヒヒやテナガザルでは第1楔状中足関節は可動性を有し、PLTは足趾把持時の母趾内転に重要な役割を持つ。しかし、ヒトが二足歩行をし始めるに連れ、母趾を内転する必要が無くなり楔状中足関節は可動域を失うこととなった。OPの骨である割合低下は、進化過程における立方骨facet部での圧迫応力減少の結果と考えられた。また、OP中心が近位に偏位し、骨様群よりも圧迫応力の減少が考えられる。軟骨様群のPLT膨大部中心がより近位に偏位していることは、更なるPLTの機能の変化を示唆する。本研究の限界は、OPの性状を組織学的ではなく、肉眼で判断していること。

【結論】

OPは、骨様は6足 (30%)、軟骨様は13足 (65%)、1足 (5%) が高密度線維性組織であった。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は山形大学医学部倫理委員会 (#315) および山形県立保健医療大学倫理委員会 (#1701-22) の承認を得た。

第5中足骨近位部に付着する組織の解剖学的特徴 ～付着領域・付着面積の検討～

金子 史弥^{1,2)}・江玉 睦明^{1,2,3)}・池津 真大^{1,2)}・松澤 寛大^{1,2)}
平林 怜^{1,2)}・影山 幾男³⁾

- 1) 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所
- 2) 新潟医療福祉大学 アスリートサポート研究センター
- 3) 日本歯科大学 新潟生命歯学部 解剖学第一講座

Key word / 第5中足骨、ジョーンズ骨折、肉眼解剖学

【はじめに】

第5中足骨近位部 (Zone2) 骨折は同等の重症度でも治癒期間に個人差が存在する。この原因として、第5中足骨に付着する短腓骨筋・第3腓骨筋・足底腱膜外側索・長足底靭帯の牽引力が骨の修復を阻害すると考えられている。さらに、付着部がZone2より近位にある場合、組織の牽引力は骨折線を有意に離開させると報告されている。そのため、Zone2に対する付着部位を理解することは治癒期間の個人差を説明するために重要である。しかし、Zoneと付着部の位置関係に着目した報告は十分に検討されていない。そこで本研究は第5中足骨に付着する短腓骨筋、第3腓骨筋、足底腱膜外側索、長足底靭帯がZone2に対してどこに付着するかをType分類し、その分類に基づき各組織の付着面積を比較することを目的とした。

【方法】

対象は固定遺体14体21側 (ペア14側) とした。付着部は、Zone2への付着関係を基にType分類をした。面積は、Microscribe装置 (G2X-SYS, Revware社) を用いて付着部の周径を三次元デジタル化し、Typeごとに算出した。統計的検討について、各Typeの存在率は χ^2 検定、ライアンの名義水準を用いた多重比較検定を使用した。面積の比較には、2標本のt検定、マンホイットニーU検定を使用した。有意水準は5%とした。

【結果】

付着部のTypeは短腓骨筋で3つのType、第3腓骨筋と足底腱膜外側索で2つのTypeに分類できた。長足底靭帯は第5中足骨に付着しなかった。Type分類はZone2より近位に付着したものをType I (短腓骨筋42.9%、足底腱膜外側索28.6%)、Zone2を跨ぐように付着し付着腱が1つのものをType II a (第3腓骨筋23.8%、短腓骨筋47.6%、足底腱膜外側索71.4%)、Zone2を跨ぐように付着し付着腱が2つ以上のものをType II b (第3腓骨筋76.2%、短腓骨筋9.5%) とした。第3腓骨筋はType II b、足底腱膜外側索はType II aが有意に多く存在し、短腓骨筋はType II aがII bに対して有意に多く存在した。面積に関して、各組織のType間に有意な差はなかった。

【考察】

本研究よりZone2より近位に付着するType I は短腓骨筋と足底腱膜外側索に存在すること、Type間の面積には差がないことが明らかとなった。治癒遅延には、骨折線の近位に付着する組織の牽引力が関与すると考えられている。第5中足骨近位部骨折の治癒遅延例は4.5~12.9%存在すると報告されている。また、本研究のType I は有意に多い存在率ではなく、Type間の面積に有意な差はなかった。このことから治癒遅延となる症例には、Zone2よりも近位に付着する短腓骨筋と足底腱膜外側索が関与し、付着面積による影響は少ない可能性がある。

【結論】

本研究より付着部の違いはZone2骨折の治癒遅延に影響する可能性が明らかになった。今後は、付着Type別の牽引力検証や生体を対象にしたType分類の可視化を行い、骨折治癒への関与を明らかにする必要がある。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、死体解剖保存法および献体法に基づき教育と研究のために大学に献体された遺体を使用した。また、本研究は本学倫理審査委員会にて承認を得た。

超音波画像診断装置を用いたばね靭帯機能評価と後脛骨筋腱水腫との関係

田中 謙次^{1,2)}・工藤 慎太郎^{1,3)}

- 1) 森ノ宮医療大学大学院 保健医療学研究科
- 2) たつえクリニック
- 3) 森ノ宮医療大学 保健医療学部 理学療法学科

Key word / 超音波、後脛骨筋腱水腫、ばね靭帯

【はじめに】

成人後天性扁平足 (以下、扁平足) の発生機序は、後脛骨筋腱機能不全症 (PTTD) に続発し、ばね靭帯 (以下SL) など静的支持機構が破綻して進行するとしてJohnsonの説が本邦でも一般的であるが、近年、SLが主要な内側アーチの支持組織であり、PTTDはSL不全に続発して発症するとして分類も報告されている。つまり扁平足の治療において、SLの形態や機能の評価は重要と考えられる。しかしSLの評価はまだ確立されておらず、機能特性は不明な点が多い。我々は予備的研究で超音波画像診断装置 (以下US) により、SL厚を高い信頼性の下、計測できることを確認した。またPTTDの所見である後脛骨筋腱 (PTT) の水腫は、健常人のばね靭帯撮像時のUS画像にもみられる。しかしその診断的意義やSL厚、足部アライメントとの関係は不明である。そこで本研究の目的は、健常人のUSによるSL厚計測時にPTTの水腫がどの程度みられるかを検証し、水腫の有無とSL厚、足部アライメントとの関係を検証することとした。

【方法】

対象は健常若年男性31名62足 (年齢22±4.5歳)、女性20名40足 (年齢20.6±1.1歳) とした。非荷重および90%荷重時のSL厚 (以下NSL、WSL) をUS (Aplio300) を用いて長軸で描出した。SLは距骨頭上を乗り越える高エコーの線維束と定義した。計測画像においてPTTの周囲に明らかな低エコー領域がある時を水腫ありとした。足部アーチの形態評価はNavicular Drop test、10%、90%荷重での足部アーチの形態をArch height Index、足部アーチのflexibilityをArch height flexibilityを用いて、先行研究に則り計測した。NSLとWSLの変化は対応のあるt検定、SL厚、BMI、足部アライメント評価の各項目を水腫の有無に分け、Welchのt検定を用いて比較した。危険率5%未満とした。

【結果】

SL厚は、NSL:2.3±0.4mm/WSL:2.1±0.3mmであった。性別ごとに確認すると、男性2.4±0.4mm/2.3±0.3mm、女性2.1±0.3 mm/1.9±0.3mmで、SL厚には性差を認め、荷重条件においても有意差を認めた (p<0.01)。水腫ありは25足 (男性16足、女性9足) であった。水腫の有無による各項目での比較ではいずれの項目においても有意差を認めなかった。

【考察】

Davisは屍体足を用いてバネ靭帯は弾性の低い組織であると述べている。本研究において荷重によるSL厚変化は有意差を認めたものの、予備的研究より、SL厚の最小可検変化量は0.28mmであり、SLは荷重負荷により厚みが変化したと言えない。つまり、生体においても弾性の低い組織であることを明らかにできた。また本研究の参加者の25.8%にPTTの水腫が存在したが、SL厚や足部アライメントとの関係は認めなかった。PTTの水腫単独での診断的意義は少ないことが示唆された。

【結論】

NSLの健常若年者の標準値は男性2.0-2.8mm、女性1.8-2.4mmであった。SLは弾性の低い組織である。健常人では、US評価におけるPTT水腫の有無の診断的意義は低い。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言を遵守し、所属機関の倫理審査委員会の承認 (承認番号2018-018) を得て実施した。また参加者には本研究に関する目的や方法に関して十分に説明し、同意を得た。

測定条件の違いが下腿三頭筋の筋厚値に与える影響
健常者・脳卒中患者に対する検討五十嵐 達也^{1,2)}・松岡 秀典¹⁾・星野 涼¹⁾・臼田 滋²⁾1) 沼田脳神経外科循環器科病院
2) 群馬大学大学院

Key word / 下腿三頭筋、筋厚、超音波診断装置

【はじめに】

急性期患者では、意識障害や不良な全身状態から十分な筋力評価を行えないことがあり、超音波診断装置 (US) による筋量の評価は、早期から発生する筋萎縮の評価や予後予測の一助となり得る。健常者の下腿後面の筋厚で、立位に比して腹臥位で検者内信頼性が低下し (Thorisら, 2009)、児童の腓腹筋内側頭では、足関節中間位が最大底屈位よりも有意に高値であった (Legeriotzら, 2010) が、急性期脳卒中患者における測定条件の違いが、下腿三頭筋の筋厚値に与える影響は検討されていない。本研究の目的は、健常者および脳卒中患者を対象に、USを用いた下腿三頭筋の筋厚測定で、異なる測定条件が筋厚値に与える影響を検討することである。

【方法】

健常者15名 (男性8名、年齢 23.7 ± 2.8 歳)、脳卒中患者16名 (脳梗塞15名、脳出血1名、男性9名、年齢 70.3 ± 11.9 歳) を対象とした。USはCX50 (PHILIPS) のBモードで3-12MHzのリニアプローブを用い、短軸像にて測定した。対象筋はヒラメ筋 (SOL)、腓腹筋内側頭 (GM) で、健常者は支持脚1肢、脳卒中患者は両側を測定した。背臥位で膝関節を90°屈曲し足関節を0°、15°、30°の底屈位とした。ランダムに1肢位を2回ずつ測定し、平均値を代表値とした。各筋の3条件に対し、信頼性の検討としてICC (1,1)、Bland-Altman分析、diff 95%CI、SEMとMDC₉₅を算出し、各測定条件間で反復測定一元配置分散分析を行なった。SPSSver.25を用い、有意水準は5%とした。

【結果】

筋厚値の結果 (cm) は、健常者でSOL 0° 1.75 ± 0.33 、SOL15° 1.77 ± 0.33 、SOL30° 1.76 ± 0.35 、GM 0° 2.05 ± 0.26 、GM15° 2.04 ± 0.24 、GM30° 2.05 ± 0.25 であった。脳卒中患者 (非麻痺側/麻痺側) は、それぞれSOLで $1.65 \pm 0.34/1.63 \pm 0.26$ 、 $1.61 \pm 0.32/1.60 \pm 0.28$ 、 $1.63 \pm 0.37/1.59 \pm 0.30$ 、GMで $1.65 \pm 0.37/1.67 \pm 0.44$ 、 $1.68 \pm 0.36/1.70 \pm 0.43$ 、 $1.71 \pm 0.41/1.69 \pm 0.44$ であった。ICC (1,1) は全条件で0.8以上、非麻痺側GM 0°のみ回歸直線の傾きが0.47、diff 95%CIは麻痺側GM 0°のみ0.003-0.076であった。SEM (健常者/非麻痺側/麻痺側) は0.03-0.05/0.02-0.12/0.03-0.05、MDC₉₅は0.07-0.13/0.08-0.33/0.08-0.14であった。反復測定一元配置分散分析は、健常者と脳卒中患者共に測定条件間に有意差を認めなかった。

【考察】

Gaoらの報告では、慢性期脳卒中患者のGMの筋厚を足関節背屈15°と底屈45°で比較した結果、膝関節屈曲0°、30°、60°、90°の全条件で底屈45°の筋厚が増加した。本研究では、膝関節を90°屈曲位で足関節の角度を3条件で比較したが、いずれも有意な影響を受けなかった。発症早期の脳卒中患者では運動麻痺や痙縮により足関節の背屈制限を認める場合があるが、本研究により足関節に背屈制限を認める場合でも、膝関節の角度を統一することで、下腿三頭筋の筋萎縮や状態の観察が可能であることが示唆された。

【結論】

健常者および脳卒中患者において、足関節の底屈角度によりSOL、GMの筋厚値は有意な影響を受けないことが明らかとなった。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は当院の倫理審査委員会の承認を得て実施した。対象者には文書にて説明し、同意を得た。

異なる頻度、持続時間におけるSS介入がROMと腓腹筋
スティフネスにもたらす効果の検討平泉 翔¹⁾・清野 涼介^{2,3)}・佐藤 成^{2,3)}・中村 雅俊^{1,2,3)}
深谷 泰山^{2,3)}1) 新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科
2) 新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究所
3) 運動機能医科学研究所

Key word / スタティックストレッチング、筋スティフネス、ROM

【はじめに】

スタティックストレッチングの長期介入により、関節可動域 (ROM) の増加や筋スティフネスの減少が生じると報告されている。また、スタティックストレッチングの効果は、1回の伸張時間や反復回数に関わらず、総ストレッチング時間により変化することが報告されている。しかし、6週間にわたるスタティックストレッチングがROMと筋スティフネスに及ぼす影響に関して、週当たりの総ストレッチング時間を統一し、週の頻度と1回の伸張時間を変化させた場合の効果の違いは不明である。よって、本研究の目的は総ストレッチング時間を統一し、異なる頻度と1回の伸張時間を用いた場合の6週間のスタティックストレッチングがROM、筋スティフネスに及ぼす影響を検討することである。

【方法】

対象は健常男性24名の利き脚側の腓腹筋とし、週当たりの総ストレッチング時間が6分間となるように、6分×1回/週群と2分×3回/週群の2群に分け、6週間のスタティックストレッチング介入を行った。スタティックストレッチングは、ストレッチボードを用い、痛みや不快感がない足関節最大可動域角度で保持した。足関節背屈ROMは膝完全伸展位にて、足関節を痛みや不快感を伴わず最大限耐えることができる角度まで他動的に背屈させ、測定した。筋スティフネスは、足関節背屈0°から背屈20°まで他動的に背屈させたときに足関節底屈方向に生じる受動的トルクの変化量を、その時の筋腱移行部の移動量で除することで算出した。統計処理は各群におけるスタティックストレッチング介入効果を検討するため、全測定項目において分割プロット分散分析 (時期×群) を用いた。事後検定として、介入前後の比較には対応のあるt検定を用いた。なお、有意水準は5%とした。

【結果】

統計処理の結果、足関節背屈ROMおよび筋スティフネスには有意な交互作用を認めた。事後検定の結果、2分×3回/週群において介入前と比較して介入後に足関節背屈ROMは有意に増加し、筋スティフネスは有意に低下した。6分×1回/週群は、足関節背屈ROM、筋スティフネスともに介入前後で有意な変化は認められなかった。

【考察】

本研究の結果より、6週間のスタティックストレッチング介入において、6分、週1回の介入ではROM増加と筋スティフネス低下は生じないが、2分、週3回の介入によりROM増加と筋スティフネス低下が生じることが明らかとなった。6分、週1回の介入では、介入効果が次週の介入までの1週間で消失してしまったことが考えられる。2分、週3回の介入においては、介入効果が時間経過とともに加算され、その結果、ROM増加と筋スティフネス低下が生じたと考えられる。

【結論】

6週間のスタティックストレッチングにおいて、総ストレッチング時間を統一した場合、各週の介入頻度と1回の伸張時間の違いが、ROMおよび筋スティフネスに対する効果に影響することが示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は本学の倫理審査委員会の承認を受けて実施された。また、本研究はヘルシンキ宣言に則っており、実験開始時に対象者に本研究内容を口頭と書面にて十分に説明し、同意を得た上で行なわれた。

内腹斜筋の筋厚は背臥位より端座位での体幹回旋で増大する

白幡 紗也¹⁾・齊藤 明²⁾・川崎 真吾¹⁾・佐々木 優³⁾
並木 雄介⁴⁾

- 1) 盛岡赤十字病院
2) 秋田大学大学院 医学系研究科 保健学専攻
3) 下北医療センターむつ総合病院 4) 市立秋田総合病院

Key word / 背臥位、体幹回旋、内腹斜筋

【はじめに、目的】

内腹斜筋は、腹横筋とともに腹圧を上昇させ、脊柱の安定性を増加させることが知られており、臨床においては臥位にて頭部屈曲および体幹回旋を行う方法が一般的である。先行研究においては端座位での体幹回旋や一側の股関節屈曲を行うことで内腹斜筋の筋厚が増大すると報告されているが、背臥位での体幹回旋と比べどの程度筋厚が変化するか明らかになっていない。そこで本研究は、背臥位での体幹回旋、端座位での体幹回旋、端座位での体幹回旋 + 股関節屈曲の3条件で内腹斜筋の筋厚がどの程度変化するかを明らかにし、内腹斜筋トレーニングの方法を検討することを目的とした。

【方法】

健常大学生30名(男性15名、女性15名、平均年齢20.9±2.8歳)を対象とし、背臥位での体幹右回旋、端座位での体幹右回旋、端座位での体幹右回旋+左股関節屈曲の3条件において超音波診断装置(日立製作所)を用いて内腹斜筋の筋厚を測定した。得られた筋厚は、(動作時-安静背臥位時)/安静背臥位時の計算式により各条件とも安静背臥位時に対する動作時の変化率を求めた。また、各条件において実施時の自覚的運動強度を12段階修正Borgスケールを用いて評価した。統計学的分析は、各条件間での筋厚変化を比較するため、反復測定分散分析およびTukey多重比較法を用いて行い、自覚的運動強度はFriedman検定およびBonferroni多重比較法を行った。統計処理には、SPSS Statistica24 (IBM社)を使用し、いずれも有意水準は5%とした。

【結果】

内腹斜筋の筋厚変化率は、背臥位での体幹回旋と比較して、端座位での体幹回旋、体幹回旋 + 股関節屈曲において有意に高値を示した(背臥位回旋55.0±5.6% vs 端座位回旋69.1±1.2% or、端座位回旋 + 股関節屈曲73.2±19.7%、それぞれP=0.038、P=0.005)。また、自覚的運動強度は端座位での体幹回旋が、端座位での体幹回旋 + 股関節屈曲と比較して有意に低値であった(P=0.001)。

【考察】

このような結果となった要因として、座位姿勢における内腹斜筋の活動特性が挙げられる。座位などの抗重力位では内腹斜筋、腹横筋、腰部多裂筋などの筋群が協調して収縮するとされている。よって端座位という抗重力姿勢に体幹回旋運動を加えた2条件において内腹斜筋の筋厚変化率が増大したと考えられる。自覚的運動強度について、いずれの運動も運動強度としては極軽度であるため、実際に筋力増強運動として実施した場合も大きな差はないと推察される。

【結論】

端座位での体幹回旋は背臥位での体幹回旋に比べ内腹斜筋の筋厚変化率が高く、内腹斜筋筋力増強運動としてより高い効果が得られる可能性が示唆された。また、自覚的運動強度が低く、特に背臥位をとることができない患者や、背臥位からの体幹回旋を十分に行えない患者にとって有効な方法であると考えられる。

【倫理的配慮、説明と同意】

対象者には、ヘルシンキ宣言に基づき研究の主旨、目的などを十分に説明し、口頭および書面にて同意を得た。

レッグプレス運動における開始肢位の膝関節角度の違いが筋活動に及ぼす影響

稲葉 和貴¹⁾・清野 涼介^{2,3)}・佐藤 成^{2,3)}・須藤 重樹¹⁾
平泉 翔¹⁾・八幡 薫¹⁾・熊崎 昌⁴⁾・中村 雅俊^{1,2,3)}

- 1) 新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科
2) 新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究所
3) 運動機能医科学研究所
4) 新潟医療福祉大学 健康科学部 健康スポーツ学科

Key word / レッグプレス、膝関節角度、筋電図

【はじめに】

レッグプレス(LP)は座位姿勢で運動が遂行されるため、転倒リスクが少なく、多くの人に処方可能なトレーニングだと考えられる。LPに関する先行研究では、等尺性収縮での検討や反復回数、強度の低い設定での検討、股関節角度を変化させ、大殿筋の筋活動を検討した報告があるが、膝関節角度を変化させ、大殿筋を含めた下肢の筋活動の変化を検討した報告はみられない。そこで本研究の目的は、LPで開始肢位の膝関節角度の変化が、下肢筋の筋活動に及ぼす影響を明らかにすることとした。さらに、血圧変化や自覚的運動強度(RPE)もレジスタンストレーニング(RT)処方に重要な情報であるため、筋活動に加えて血圧およびPREの変化も併せて検討した。

【方法】

対象は健常成人男性14名の利き脚側の大殿筋(Gmax)、大腿二頭筋(BF)、大腿直筋(RF)、外側広筋(VL)、腓腹筋内側頭(MG)とした。膝関節90°、120°の2条件で1RM測定後、別日に各角度の20、40、60、80% 1RMの4強度で運動を行い、筋活動およびRPE、血圧、脈拍を記録した。マシンは水平LP(COP-1201Z R)を用い、開始肢位から脚伸展運動を8回反復した。筋電図は全波整流後に全ての動作間の積分値を解析に用いた。統計学的処理は、各条件および強度間を比較するため繰り返しのある二元配置分散分析を行った。

【結果】

統計処理の結果、BFでは角度および強度間において筋活動に有意な交互作用が、RFでは条件および強度、GmaxとVLは強度において主効果を認めた。しかし、MGにおいては交互作用、主効果ともに認められなかった。事後検定の結果、90°と120°においてBFの筋活動は強度増加に伴い有意に高値を示したが、60%・80% 1RMにおいては、90°の方が有意に高値を示した。また、RFの筋活動においては両角度ともに強度増加に伴い増加したが、120°の方が9有意に高い筋活動を示した。GmaxおよびVLにおいては両角度ともに強度増加に伴い増加した。RPE、血圧、脈拍においては有意な交互作用は認められなかったが、強度に主効果を認め、強度増大に伴い有意に高値を示した。

【考察】

本研究の結果より、膝関節120°でRF、膝関節90°でBFの筋活動が増加した。しかし、多くの強度において高い筋活動を示すことはなく、各筋の筋肥大、筋力増強に必要とされる高い筋活動を得ることは困難であることが示唆された。また、膝関節角度の変化によるRF・BF以外の筋の筋活動、RPE、血圧上昇の影響はないことから、LP運動処方においてはどちらの膝関節角度を用いても違いはない可能性がある。しかし先行研究において、広い可動域でのRTの有用性が示されており、120°からのLPを行うことで、筋力や神経筋機能の改善効果が期待できるのではないかと考えられる。

【結論】

膝関節角度の変化によりRFは90°より120°、BFは120°より90°で筋活動が増大したが、他の下肢筋および血圧・RPEには影響を及ぼさないことが明らかとなった。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は本学の倫理審査委員会の承認を受けて実施された。また、本研究はヘルシンキ宣言に則っており、実験開始前に対象者に本研究内容を口頭と書面にて十分に説明し、同意を得た上で行われた。

健常者と慢性腰痛者における腰方形筋の質的評価を用いた検討 筋輝度と筋硬度の男女別検討

松下 大輝^{1,2)}・吉元 慎¹⁾・森本 将司²⁾・西原 翔太²⁾
吉里 雄伸²⁾・二宮 省悟²⁾

1) 熊本セントラル病院
2) 九州看護福祉大学 大学院

Key word / 質的評価、腰方形筋、慢性腰痛

【はじめに】

腰痛予防にはローカル筋システムが重要とされている。腰方形筋（以下、QL）は線維別にローカル筋、グローバル筋に分類されるが、先行研究ではQLの安定化作用を報告するものもあれば、腰痛者における過活動やTightnessがあるとの報告もみられ、統一した見解がない。そこで本研究は、男女別に慢性腰痛者におけるQLの筋輝度と筋硬度を測定し、QLと腰痛との関連から、健常者と慢性腰痛者の違いを明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象は、健常者16名（男性8名 28.8±3.7歳、女性8名 25.8±6.3歳）、慢性腰痛者20名（男性9名 32.9±9.6歳、女性11名 32.0±12.3歳）。慢性腰痛者の包含基準は3カ月以上腰部に痛みが持続、もしくは症状の軽減と増悪を繰り返している状態とした。測定項目はQLの筋輝度と筋硬度とし、健常者は左右QL、慢性腰痛者は疼痛部位によって疼痛側と非疼痛側に分けて測定した。測定機材は超音波エコー計測・観察装置JS2（メディケアー社製）を使用し、Bモードにて超音波画像を撮影した。測定肢位は腹臥位にて、QLは上後腸骨棘からの垂線と第3腰椎高との交点で撮影を行った。得られた画像は画像処理ソフトImage J ver.2.0（アメリカ国立衛生研究所）を使用し、筋輝度はグレースケールを平均ピクセル値として算出した。また、筋硬度はStrain elastography機能を用いて、関心領域と総面積の面積比で算出した。統計処理はSPSS ver. 25.0（IBM社製）を使用し、正規性を確認後、健常群右側・左側（以下、右側及び左側）、慢性腰痛群疼痛側・非疼痛側（以下、疼痛側及び非疼痛側）の4群間で一元配置分散分析を用い、事後検定はTukey法を行った。有意水準は5%とした。

【結果】

筋輝度は男性/女性（右側、左側、疼痛側、非疼痛側）：43.4±7.6, 42.9±11.6, 42.9±5.6, 38.1±5.9/45.8±8.7, 44.1±11.8, 46.0±13.4, 41.9±11.8）であり、男女とも有意差は認めなかった（男性p=0.53, 女性p=0.84）。

筋硬度は男性/女性（右側、左側、疼痛側、非疼痛側）：10.5±4.1%, 10.3%±3.9%, 9.3±4.8%, 11.1±3.2%/9.2±3.5%, 8.3±3.5%, 5.0±2.7%, 5.6±2.8%）であり、男性の有意差は認めなかったが、女性の疼痛側で有意に低値を示した（男性p=0.80, 女性p>0.01）。

【考察】

筋輝度は男女とも有意差は認めず、非収縮組織の増加・組織変性は認めないことが示唆された。これは対象者の平均年齢が若かったことが要因と考えられた。筋硬度は女性の疼痛側において有意に低値を示し、筋柔軟性が低下していることが示唆された。慢性腰痛により筋の循環不全や局所的な筋硬化によりQLが持続的に筋緊張を亢進させ、慢性的な筋疲労を起こしている可能性が考えられた。

【結論】

若年慢性腰痛者のQLは非収縮組織の増加、組織変性は認めなかった。慢性腰痛者の疼痛側において筋柔軟性が低下しており、腰痛の一要因となることが示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、九州看護福祉大学倫理審査委員会の承認を受けて実施した（承認番号：30-019）。対象者には、ヘルシンキ宣言に基づき、研究の主旨及び目的を十分に説明し、書面にて同意を得た。なお、本研究において開示すべき利益相反関係にあたる企業等はない。

腹横筋トレーニングが筋収縮率に及ぼす効果 ドロインと体幹回旋運動の比較

郡場 遥¹⁾・齊藤 明²⁾・水野 史弥³⁾

1) 青森県立中央病院
2) 秋田大学大学院 医学系研究科 保健学専攻
3) 獨協医科大学病院

Key word / ドロイン、体幹回旋、腹横筋

【はじめに】

ドロインは腹横筋の選択的収縮を促すトレーニング方法として知られているが指導方法が難しく高齢者をはじめ動作の習得に時間を要することが指摘されている。近年、体幹回旋運動でも腹横筋の筋活動が高まることが報告されているが、長期的な効果は明らかにされていない。本研究の目的は、腹横筋の強化に対する体幹回旋トレーニングの長期的な効果を検証し、従来行われているドロインとの効果を比較することである。

【方法】

健常大学生27名を対象とし、コントロール群9名、ドロイン群9名、体幹回旋群9名の3群に振り分けた。ドロイントレーニングは、被検者へ「普通に呼吸しながら、おへそを引っ込めるように力を入れて下さい」と口頭指示した。体幹回旋トレーニングは端座位で行い、その肢位より体幹を20°右回旋させた。両トレーニング法とも、3秒間の保持の後に3秒間の休憩を与え10回を1セットとした。自主トレーニングの実施頻度は1日3セットを週4日、計8週間とした。外腹斜筋、内腹斜筋、腹横筋の筋厚測定には超音波画像診断装置（HI VISION Avius、日立製作所社製）を使用し、背臥位にて右前腋窩線上における肋骨下縁と腸骨稜の中央部で測定した。各筋ともに安静呼気終末時および最大呼気努力時に計測し、安静呼気終末時に対する最大呼気努力時の変化率を算出した。統計学的分析は各群における介入前後での比較を対応のあるt検定、各群間の比較を一元配置分散分析および多重比較法にて行った。

【結果】

各群における介入前後での比較では、腹横筋収縮率はドロイン群と体幹回旋群において介入後に有意に増加した（p<0.05）。介入前後における各測定項目の群間比較では、介入後、ドロイン群がコントロール群に比べ腹横筋収縮率が有意に高かった（p<0.05）。

【考察】

体幹回旋群において介入前後に腹横筋の収縮率に有意差が認められた。座位姿勢は抗重力位での姿勢保持であり、重力に対する脊椎の分節や骨盤の安定性が求められ深層筋である腹横筋が作用する。さらに腹斜筋群による体幹回旋動作に対して、腹横筋が動的安定性を向上させるために作用することで筋活動が増加し、介入後に腹横筋収縮率が増加したと考える。介入後の群間比較では、ドロイン群がコントロール群に比べ腹横筋収縮率が有意に高く、その他有意差は見られなかった。筋電図を使用した先行研究によるとドロイン時の腹横筋の筋活動は25%MVC、一方体幹回旋は0.2-29.6%MVCであったと報告されており、体幹回旋は値の幅が広いこと、筋活動に個人差が生じていた可能性がありドロイン同様の効果がなかったと考える。

【結論】

動作の習得が困難であると言われていたドロインを行う前の導入運動として体幹回旋運動を行い、筋収縮を促した後、ドロイントレーニングに移行するのが最適であると考えられる。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言に基づき、対象者に研究の目的や検査内容、個人情報の保護について口頭と書面にて十分に説明をした上で同意を得た。

大腿骨近位部骨折の骨折型が術後の下肢機能および動作能力に与える影響

徳田 光紀^{1,2)}・唄 大輔^{1,3)}・前原 由貴⁴⁾・山田 祐嘉¹⁾
 杉森 信吾¹⁾・池本 大輝¹⁾・奥田 博之⁵⁾・森川 雄生⁵⁾
 庄本 康治²⁾

1) 社会医療法人 平成記念会 平成記念病院 リハビリテーション課
 2) 畿央大学大学院 健康科学研究科
 3) 奈良県立医科大学大学院 運動器再建医学教室
 4) 医療法人 琴仁会 光生病院 リハビリテーション科
 5) 社会医療法人 平成記念会 平成まほろば病院 リハビリテーション課

Key word / 骨折型、予後、大腿骨近位部骨折

【はじめに】

大腿骨近位部骨折は大腿骨頸部骨折と大腿骨転子部骨折に分類される。一般的には大腿骨頸部骨折は大腿骨転子部骨折よりも術後の下肢機能や歩行能力の予後が良好であると報告されているが、大腿骨転子部骨折では不安定型よりも安定型の方が予後は良好であると報告されていることを考慮すると、骨折型をより細分化して検討する必要がある。本研究の目的は、大腿骨頸部骨折、大腿骨転子部骨折の安定型、不安定型の3つに分類した骨折型が術後の下肢機能および動作能力に与える影響を検討することとした。

【方法】

対象は大腿骨頸部骨折に対して人工骨頭置換術を施行した34名(BHA)および大腿骨転子部骨折に対してガンマネイル固定術を施行した34名(安定型21名:S型, 不安定型13名:US型)とした。包含基準は受傷前に屋外を独歩または一本杖歩行が可能であった者とし、除外基準は歩行に影響を与える骨関節疾患や脳血管疾患を有する者、認知症を有する者とした。評価は下肢機能としてハンドヘルドダイナモメーター(utasF-1)で膝伸展筋力(患側側比を算出)と日本整形外科学会股関節機能判定基準(JOAスコア)を術後1, 2, 3, 4週目および退院時に測定し、動作能力として下肢伸展挙上(SLR)、移乗、一本杖歩行の獲得日数(日)を記録した。統計解析は、下肢機能について骨折型と評価時期を2要因とする二元配置分散分析、動作能力について一元配置分散分析を用い、Bonferroniの多重比較を実施した。有意水準は5%とした。

【結果】

下肢機能は、膝伸展筋力、JOAスコアともに交互作用および骨折型、評価時期の主効果を認めた。多重比較において、BHAではS型よりも膝伸展筋力(術後1, 2, 3, 4週目)、JOAスコア(術後2, 3, 4週目、退院時)ともに有意に高値を示した。US型はBHAおよびS型よりも全ての評価時期で膝伸展筋力、JOAスコアともに有意に低値を示した。

動作の獲得日数(BHA, S型, US型)は、SLR(3.3±1.8, 6.0±4.7, 17.1±6.2)、移乗(4.1±1.7, 4.4±2.3, 8.0±4.7)、一本杖歩行(19.5±9.4, 23.2±5.6, 38.6±10.8)となった。SLRはBHA, S型, US型の順で有意に早く獲得できた。移乗、一本杖歩行はBHAとS型に有意差は認めなかったが、US型はBHAおよびS型よりも有意に獲得が遅かった。

【考察】

大腿骨転子部骨折のS型はBHAと比較して、下肢機能は低下するものの、動作の獲得日数は変わらなかった。US型は、S型よりもさらに下肢機能が低下し、動作の獲得も遅かった。大腿骨近位部骨折の予後は、大腿骨頸部骨折と大腿骨転子部骨折の2分類ではなく、大腿骨転子部骨折をS型、US型に分類し、3つの骨折型に分類して考慮することが重要であると考えられる。

【結論】

大腿骨近位部骨折の術後の下肢機能は大腿骨頸部骨折、大腿骨転子部骨折のS型、US型の順で不良となり、動作能力は、大腿骨頸部骨折と大腿骨転子部骨折のS型に大きな差は認めないが、US型では不良となることが示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言を遵守し、全症例に十分な説明を行い、書面にて同意を得た。また、平成記念病院倫理委員会の承認を得たうえで実施した(承認番号15-1)。

スタティックストレッチングによる即時的な受動的張力の減少が筋内及び筋間の筋活動と筋張力に与える影響 単関節での等尺性筋力発揮における検討

野尻 周佑¹⁾・建内 宏重¹⁾・梅原 潤^{1,2)}・八木 優英¹⁾
 本村 芳樹¹⁾・市橋 則明¹⁾

1) 京都大学大学院 医学研究科 人間健康科学系専攻
 2) 日本学術振興会特別研究員DC

Key word / 筋張力、受動的張力、下腿三頭筋

【はじめに】

運動時に発揮される筋張力は、伸張によって生じる受動的張力と筋活動によって生じる能動的張力から構成される。受動的張力が減少した場合、代償的に当該筋の筋活動あるいは共同筋の筋活動・筋張力が増加することで発揮筋力が一定に保たれると考えられるが、この点について明らかではない。本研究の目的は、スタティックストレッチング(SS)による腓腹筋の受動的張力の減少が、腓腹筋およびヒラメ筋の筋活動や筋張力に与える影響を明らかにすることとした。

【方法】

対象は健康若年男性13名とした。測定対象筋は右側の腓腹筋内側頭(GM)、腓腹筋外側頭(GL)、ヒラメ筋(SOL)とし、超音波画像診断装置せん断波エラストグラフィ機能を用いて筋弾性率を、表面筋電図を用いて筋活動をそれぞれ測定した。ダイナモメーター上座位で、体幹15°後傾・膝関節完全伸展位にて足部をアタッチメントに固定した。足関節最大背屈位でのSSを5分間実施し、SS前後で以下の課題および測定を行った。課題は、足関節背屈25度においてSS前に測定した最大筋力の20%を発揮する等尺性収縮とし、SS前後で同じ筋力を発揮した。課題中に筋張力としての筋弾性率と筋活動を測定した。筋活動は、課題中の平均筋活動量を最大筋力発揮時の筋活動量で正規化した。受動的張力として背屈25度で安静時の筋弾性率を測定した。各測定項目について筋ごとにWilcoxonの符号付順位検定を用いてSS前後での変化を検討した。また、各筋の弾性率についてSS前後での受動的張力の変化率と課題中の筋張力の変化率をそれぞれ算出し、それらの関連性を分析することで、SSによる受動的張力の減少程度が筋張力の変化に影響するかを検討した。さらに、課題中(SS前)の各筋の筋活動比とSS前後での各筋の筋活動変化率を算出し、それらの関連性を分析することで、SS前の筋活動バランスがSS後の変化に影響するかを検討した。関連性の分析にはSpearmanの順位相関係数を用いた。有意水準は5%とした。

【結果】

受動的張力はGMとGLでSS後に減少したがSOLでは有意差を認めなかった。課題中においてはGLの筋張力のみ減少しその他の筋張力や筋活動には有意差を認めなかった。弾性率の相関分析では各筋において受動的張力の変化率と筋張力の変化率との間に相関を認めなかった。筋活動の相関分析では、GMにおいてSS前の筋活動比が低かった人ほどSS前後での筋活動変化率が大きいという相関を認め($\rho=-.560$)、その他の筋では有意な相関を認めなかった。

【考察】

受動的張力が減少した状態で同じ筋力を発揮する際には、GLの張力は減少する一方でGMとSOLの挙動の変化には個人間で異なった傾向が認められ、GMにおいてSS前に相対的な筋活動が低い場合ほどSS後に筋活動が増加した。

【結論】

GM及びGLの受動的張力が減少した状態で同じ筋力を発揮する場合、GLは同程度の筋活動で筋張力が減少し、それを補完するためのGM及びSOLの挙動の変化は個人によって異なった。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、ヘルシンキ宣言および人を対象とする医学系研究に関する倫理指針に基づいて実施した。対象者には研究の内容を説明し、書面にて研究参加への同意を得た。なお、本研究は京都大学大学院医学研究科倫理委員会の承認を得て行われた(承認番号 R0233-4)。

膝関節伸展筋群に対するInstrument assisted soft tissue mobilization を用いた介入が等尺性伸展筋力に与える影響

森本 将司^{1,3)}・松下 大輝³⁾・西原 翔太³⁾・吉里 雄伸³⁾
貞松 俊弘²⁾・二宮 省悟³⁾

- 1) 貞松病院 リハビリテーション科
2) 貞松病院 整形外科
3) 九州看護福祉大学 大学院

Key word / IASTM、最大等尺性膝関節伸展筋力、膝関節伸展トルク

【はじめに】

Instrument assisted soft tissue mobilization (以下: IASTM) は、潤滑剤を塗布した皮膚表面上から対象組織を金属器具でこする治療手技である。動物実験では線維芽細胞の増加や血流増加、ヒトを対象とした研究では関節可動域や軟部組織柔軟性の改善を認めたが、筋機能の改善に有意差を認めた報告はない。ASTYMという金属とは異なる素材を用いた類似する治療手技では、スクワットマシンにて膝関節伸展筋力の増加が報告されている。そこで本研究の目的を、IASTMが即時的に膝関節伸展筋力を増加させるか検証することとした。

【方法】

膝関節に既往歴のない健康男性7名(14膝、年齢 24.4 ± 3.8 歳、身長 171.0 ± 4.6 cm、体重 69.6 ± 12.0 kg)を対象とした。最大等尺性膝関節伸展筋力(以下: ピークトルク)をPURIMUS RS (BTE社製)を用いて介入前後に各3回測定し、平均値を算出した。端座位にて膝関節90度屈曲位から伸展した。測定5秒間のうち前後1秒を除いた3秒間はピークトルクを維持するように指示した。平均トルクは3秒間の平均値から算出された。介入はIASTM治療(内側広筋、大腿直筋、外側広筋に対し各3分間介入)とハーフスクワットを10回行った。IASTM治療の圧は疼痛(NRS)5/10を越えないように実施した。得られたピークトルクと平均トルクは個体差を考慮し体重比に換算した。介入前後の比較は正規性の確認後、対応のあるt検定とWilcoxon検定を行った。統計処理はR2.8.1を使用し有意水準を5%とした。

【結果】

ピークトルクは 169.8 ± 23.4 Nmから 181.5 ± 25.8 Nmへ有意に増加し(95%CI: 2.04-21.5, $p=0.02$)、体重比ピークトルクは 2.48 ± 0.43 Nm/kgから 2.65 ± 0.49 Nm/kg (95%CI: 0.04-0.31, $p=0.02$)へ増加した。平均トルクは 123.1 ± 26.5 Nmから 134.4 ± 20.8 Nmへ増加し($p=0.016$)、体重比平均トルクは 1.79 ± 0.38 Nm/kgから 1.96 ± 0.34 Nm/kgへ増加した(95%CI: 0.04-0.29, $p=0.013$)。対象者が治療中に感じたNRSは 3.71 ± 1.06 であった。

【考察】

IASTM治療は等尺性膝関節伸展筋力を有意に増加させた。しかし、IASTMが筋出力を増加させる作用機序は不明である。そのため、機械的刺激による運動単位への影響や、柔軟性向上が筋線維特性に与える影響を検証する必要がある。本研究の限界として、学習効果やサンプルサイズの影響が挙げられる。

【結論】

IASTMは等尺性膝関節伸展筋力を向上させる。今後は、筋電図や超音波を用いて筋線維の特性や滑走の変化を検証し、メカニズムを解明する必要がある。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、人を対象とする医学系研究に関する倫理指針に基づき九州看護福祉大学倫理委員会の審査を受けて実施した(承認番号: 30-020)。研究の趣旨及び目的を十分に説明し、同意を得た。測定中は張り紙をして外部から見えないように配慮した。なお、本研究において開示すべき利益相反関係にある企業等はない。

大腿骨近位部骨折患者における退院時のJOAスコアとJHEQの関連とJHEQを用いた受傷前歩行形態の獲得がQOLに与える影響について

池本 大輝¹⁾・唄 大輔^{1,2)}・前原 由貴³⁾・山田 祐嘉¹⁾
杉森 信吾¹⁾・奥田 博之⁴⁾・森川 雄生⁴⁾・徳田 光紀^{1,5)}

- 1) 社会医療法人 平成記念会 平成記念病院 リハビリテーション課
2) 奈良県立医科大学大学院 運動器再建医学教室
3) 医療法人 琴仁会 光生病院 リハビリテーション科
4) 社会医療法人 平成記念会 平成まほろば病院 リハビリテーション課
5) 畿央大学大学院 健康科学研究科

Key word / JOAスコア、JHEQ、大腿骨近位部骨折

【はじめに】

日本整形外科学会股関節機能判定基準(JOAスコア)は機能的側面を重視した医療従事者立脚型の評価指標であり、日本整形外科学会股関節疾患評価質問票(JHEQ)はQuality of Life(QOL)を重視した患者立脚型の評価指標である。JHEQは3つの下位尺度と股関節の状態(不満足度)から構成され、不満足度はVisual Analogue Scale(VAS)で測定される。JHEQについての報告は、人工股関節全置換術患者を対象とした報告が多く、大腿骨近位部骨折患者を対象とした報告は少ない。大腿骨近位部骨折患者は、歩行能力低下に伴いQOLが低下しやすく、退院後のQOLの決定要因として受傷前生活への復帰状況が重要とされている。そのため受傷前歩行形態を獲得できず、受傷前生活への復帰が困難となれば、QOLの低下が予想される。しかし大腿骨近位部骨折患者にJHEQを用いて、受傷前歩行形態の獲得の可否がQOLに与える影響を検討した報告はない。本研究の目的は、大腿骨近位部骨折患者におけるJOAスコアとJHEQの関連性を検討すること、及び、受傷前歩行形態の獲得の可否がQOLに与える影響をJHEQを用いて検討することとした。

【方法】

大腿骨近位部骨折を受傷し手術(人工骨頭置換術23名、骨接合術22名)を施行した45名を対象とした。認知症、脳血管疾患や骨関節疾患により、明らかな歩行障害を有する者は除外した。アウトカムは退院時にJOAスコアを評価、自己記入式でJHEQを実施した。受傷前歩行形態の獲得の可否を調査し、獲得群32名と非獲得群13名に分類した。統計解析は、JOAスコアの合計点とJHEQの合計点の関連性をPearsonの相関係数を用いて検討した。また受傷前歩行形態の獲得の可否がQOLに与える影響を検討するために、獲得群と非獲得群におけるJHEQの合計点とVASについて対応のないt検定を用いて比較した。有意水準は5%とした。

【結果】

JOAスコアの合計点とJHEQの合計点に相関を認めなかった($r=0.2$, $p=0.19$)。獲得群と非獲得群におけるJHEQの合計点には有意差を認めなかったが($p=0.92$)、非獲得群と比較して、獲得群のVASは有意に低値を示した($p=0.03$)。

【考察】

JOAスコアとJHEQは、それぞれが反映できる患者の特徴が異なる可能性があり、医療従事者側の評価と患者側の自己評価との間に差異があると考えられる。よってJOAスコアとJHEQの両方を評価することで、より多角的な評価ができると考えられる。また大腿骨近位部骨折患者が受傷前歩行形態を獲得できると、不満足度が低下し、QOLが向上すると考えられる。今後の展望として、本研究では獲得群と非獲得群におけるJHEQの合計点に有意差を認めなかったため、JHEQの合計点とVASのそれぞれに影響を与える因子について検討する必要がある。

【結論】

大腿骨近位部骨折患者における退院時のJOAスコアとJHEQの間に関連性は認められなかった。また受傷前歩行形態を獲得できると、患者の不満足度が低下し、QOL向上に寄与する可能性が示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言を遵守し、全症例に十分な説明を行い、書面にて同意を得た。また、平成記念病院倫理委員会の承認を得たうえで実施した(承認番号15-1)

深部血管への音波振動刺激は血管拡張作用をもたらすか。

横山 知樹¹⁾・神尾 昌利¹⁾・加藤 久佳²⁾

1) 日本鋼管福山病院 リハビリテーション科

2) 日本鋼管福山病院 整形外科

Key word / 血圧、血管、振動

【はじめに】

横川ら(2009)は、動脈に振動が加わると、血管内皮細胞から一酸化窒素(以下、NO)などの血管拡張物質が産生され、血管拡張が起こると報告している。山元ら(2009)は、中高齢者において身体柔軟性と血管脈波伝播速度との間には、負の相関関係があると報告しており、血管と身体柔軟性は関係があるとしている。これらのことから、動脈への振動刺激で身体柔軟性向上が可能であれば、新しい運動療法となり得る。しかし、動脈は身体深部に存在し、振動刺激を与えることが困難である。そこで、今回我々は水中でも音が伝播する事に着目し、動脈へ音波振動刺激を加えること(以下、加振)が、血管拡張に作用するか検証した。

【方法】

対象は、循環器系に既往のない健康成人10名(平均年齢34.4±8.2歳)とし、加振前後の収縮期血圧低下率(以下、加振あり群低下率)と加振を与えず5分安静前後の収縮期血圧低下率(以下、加振なし群低下率)を比較検討した。加振位置は大動脈弓(左鎖骨より3cm背側)をターゲットとして、加振方法は我々の開発した加振器(筒状アクリルコーンの広口端を振動皮膜で覆い、対側の狭口端は皮膚に密着させ、振動皮膜を叩いて音波振動を送る器具)による振動刺激(叩打数500回)を送った。血圧測定は上腕・下腿にマンシエットを巻き、両側の上腕、両側の下腿で収縮期血圧(4項目)を測定した。低下率は前収縮期血圧と後収縮期血圧との割合とした。統計学的処理はt検定を用い、検定の有意水準は5%未満とした。

【結果】

加振あり群低下率

右上肢低下率 平均96.1% ± 2.2%, 左上肢低下率 平均95.9% ± 3.9%,

右下肢低下率 平均98.9% ± 5.2%, 左下肢低下率 平均96.7% ± 2.9%

加振なし群低下率

右上肢低下率 平均98.9% ± 3.3%, 左上肢低下率 平均100.2% ± 3.4%,

右下肢低下率 平均98.8% ± 3.6%, 左下肢低下率 平均100.5% ± 4.6%

両上肢低下率, 左下肢低下率で有意な差が見られた。(p<0.05)

【考察】

本研究の結果から、加振により四肢において収縮期血圧の低下があった。特に両上肢、左下肢においては有意な差が認められた。既に振動刺激を利用して血流を増加させる技術は褥瘡予防などに活用されており、良好な結果が得られている。その作用メカニズムとして、振動による血管内皮細胞へのずり力が、血管内皮細胞内でのNO発生を促進させ、このNOにより血管拡張作用が起こる。この作用が本研究での音波振動刺激により起こり、収縮期血圧の低下が起こったと考えられる。また、音波による振動は、他の振動と比べて振動減衰が小さいとされており、深部血管への音波振動刺激が今回可能であったと考えられる。今後は、血管への加振が運動機能にもたらす影響を確認し、それに適した振動の周波数や強度を検証する必要がある。

【結論】

深部血管への加振は、血管拡張作用をもたらすことが認められた。筋や筋膜以外に、血管への加振による血管拡張作用が、身体柔軟性に関与し、新しい運動療法となり得るか検証する必要がある。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、日本鋼管福山病院 倫理委員会(承認番号2019-02)の承認を得たうえで実施した。研究実施に際しては、ヘルシキ宣言を遵守するとともに、対象者には研究開始前に紙面および口頭にて、研究の目的・趣旨を十分に説明した。また、研究参加は被験者の自由意思によって決定され、不参加によって被験者に不利益が生じないことも説明し、同意書に署名を得た。尚、個人情報流出を防ぐために、分析に際してのデータはコード化し、個人が特定されないように扱った。

脳卒中片麻痺者における力学的エネルギーと麻痺側筋力の関係

石田 晋ノ介・北地 雄・宮野 佐年

南東北グループ医療法人財団 健真会 総合東京病院

Key word / 麻痺側筋力、力学的エネルギー、脳卒中片麻痺者

【はじめに】

脳卒中片麻痺者が実用的に広い生活範囲を活動するためには、歩行速度と合わせて歩行効率という視点も重要である。力学的エネルギーの変換率から捉える効率性においては身体特性、筋活動量、関節可動域制限、体幹運動などの観点から報告されてきた。しかしながら、脳卒中片麻痺者の歩行速度と関連が強い下肢筋力と出力された力学的エネルギー及び歩行効率を検討した報告は少ない。今回はその前段階として、比較的簡便に実施可能な歩行の2次元運動学的分析から麻痺側下肢における力学的エネルギーを算出し、股関節屈曲筋力(以下、股屈曲筋力)、股関節伸展筋力(以下、股伸展筋力)の関係を検討した。

【方法】

対象は当院に入院した脳卒中者15名であった(年齢60.5歳、女性4名、男性11名、発症から計測まで79.5日)。取り込み基準は歩行補助具および装具なく10m以上の自力歩行が可能なものとした。歩行中の重心位置を抽出するため、肩峰、大転子、大腿骨外側上顆、外果直下の踵骨、第5中足骨頭部に蛍光色の卓球ボールをクラフト粘着テープで貼付し、それらをマーカーとした。対象者は快適歩行速度で約16mの直線歩行路を2回ずつ歩行し、その様子を約5m離れた矢状面からスマートフォンを用いて撮影をした(1080p×30fps)。撮影した動画から、ImageJ(NIH)を用いて各マーカーの座標情報を抽出した。座標情報は計測ノイズを除去するためBryantのフィルタを用いて平滑化を行い、計測マーカーの進行方向及び上下方向の重心位置変位を抽出した。抽出されたデータから運動エネルギーの増加量(Kinetic Work以下、Wk)と位置エネルギーの増加量(Potential Work以下、Wp)を求めた。筋力測定はハンドヘルドダイナモメーター(徒手筋力測定器μ-Tas MF-01、アニマ社製)を使用し、測定項目は股屈曲、股伸展の筋力値とした。股屈曲筋力はManual Muscle Test(以下、MMT)に準じ、センサーパッドの位置は大腿遠位部、股伸展筋力はMMTの変法に準じ、センサーパッドの位置は下腿遠位部とした。それぞれ徒手固定とし、make testにて測定を行った。各変数とspearman相関係数から関連を検討した。統計解析はSPSS ver25.0を使用し、有意水準は5%とした。

【結果】

Wkは中央値7.0J、最大値23.0J、最小値1.1J、Wpは中央値6.3J、最大値15.0J、最小値1.5J、股屈曲筋力は中央値0.5、最大値1.0、最小値0.1、股伸展筋力は中央値1.5、最大値2.1、最小値0.6であり、Wkと股屈曲筋力のみ相関が認められた(r=0.615)。

【考察】

Wpと股伸展筋力に相関が認められず、Wkと股屈曲筋力に相関が認められた。このことから、麻痺側立脚期におけるWpの供給不足を麻痺側遊脚に必要な高さまで上昇するために股屈曲筋力によって、Wkの供給を代償的に増加させている可能性が考えられる。

【結論】

自力歩行が可能な脳卒中片麻痺者において、Wkは股屈曲筋力によって供給されている可能性が示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は当院倫理委員会の承認後、対象者には研究の概要、参加が任意であること、参加しなくても一切の不利益がないこと、いつでも参加撤回できること、個人情報の取り扱いなどを口頭および書面にて説明し、研究参加の同意を得た。

慢性期四肢麻痺患者の補足運動野に経頭蓋直流電気刺激を行った際の筋緊張の変化について

- ケーススタディでの検証 -

森本 忍¹⁾・池上 遥菜²⁾・朝井 健人²⁾・紙谷 貴裕²⁾
小島 翔³⁾・椿 淳裕³⁾・高橋 友哉⁴⁾

- 1) 介護老人保険施設 新井愛広苑
- 2) 医療法人社団秋桜 丸川病院 リハビリテーション部
- 3) 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所
- 4) 医療法人社団秋桜 丸川病院 診療部

Key word / 脳卒中、筋緊張、経頭蓋直流電気刺激

【はじめに】

脳血管障害患者にリハビリテーションを行う場合、筋緊張亢進が阻害因子となることが多い。筋緊張の調整に補足運動野からの下行路である皮質網様体路が関係していると報告されている。近年、脳活動を非侵襲的に調整することができる経頭蓋直流電気刺激 (Transcranial Direct Current Stimulation, tDCS) が注目され、臨床応用の報告が増大している。このtDCSを使用し補足運動野を賦活することで、筋緊張軽減が図れるのではないかと考えた。そこで今回、慢性期四肢麻痺患者の補足運動野にtDCSを行った際の下肢の筋緊張、関節可動域の変化を報告する。

【方法】

対象者は60代男性。発症から3年経過しリハビリ目的で当院入院。診断名は脳幹梗塞 (橋)、四肢麻痺。感覚軽度鈍麻、高次脳機能障害はなし。Stroke Impairment Assessment Set (SIAS) motor右1-1-0-0-0、左0-0-0-0-0。Modified Ashworth Scale (MAS) 下腿三頭筋両側とも4。tDCS (NeuroConn社製) の刺激条件として、電極は5cm×7cmを使用し、2mAで1回20分を5日間、国際10-20法を参考に陽極刺激を補足運動野、陰極刺激を左額に行った。刺激中は背臥位で安静を維持するように指示した。尚、tDCSは理学療法直前に行い、理学療法内容は統一した。tDCS前後の評価項目は関節可動域、MASとした。

【結果】

tDCS実施前では股関節屈曲 (左/右) 95°/90°、股関節外転0°/5°、下肢伸展挙上60°/35°、足関節背屈-35°/-40°、MASは下腿三頭筋両側とも4であった。tDCS実施5日後では股関節屈曲115°/110°、股関節外転15°/15°、下肢伸展挙上70°/60°、足関節背屈-25°/-30°、MASは下腿三頭筋両側とも3であった。

【考察】

慢性期四肢麻痺患者の補足運動野にtDCSを行った結果、下肢の筋緊張が軽減し、関節可動域が拡大した。筋緊張調整には延髄からの延髄網様体路と橋からの橋網様体路が関わっているとされている。また延髄網様体路の元を辿ると補足運動野に起源をもつ皮質網様体路がある。この補足運動野からの皮質網様体路が筋緊張軽減に、橋網様体路は筋緊張亢進に働くとする。今回、tDCSで補足運動野が賦活されたことにより、皮質網様体路、また延髄網様体路が活性化し筋緊張軽減に繋がったのではないかと考える。

【結論】

慢性期四肢麻痺患者の補足運動野に対するtDCSは下肢の筋緊張軽減と関節可動域拡大に影響を与える可能性が示唆された。今後は症例数を増やし、病態や発症からの期間で効果が異なるのかを検証していきたい。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言に沿って実施され、対象者に対して医師から企画内容を書面、口頭で説明し同意を得ている。

低栄養状態にある大腿骨近位部骨折術後患者における早期からのNMES介入が筋力向上に与える影響

森川 雄生¹⁾・唄 大輔^{2,3)}・前原 由貴⁴⁾・山田 祐嘉²⁾
杉森 信吾²⁾・奥田 博之¹⁾・池本 大輝²⁾・徳田 光紀^{2,5)}

- 1) 社会医療法人 平成記念会 平成まほろば病院 リハビリテーション課
- 2) 社会医療法人 平成記念会 平成記念病院 リハビリテーション課
- 3) 奈良県立医科大学大学院 運動器再建医学教室
- 4) 医療法人 琴仁会 光生病院 リハビリテーション科
- 5) 畿央大学大学院 健康科学研究科

Key word / 栄養状態、大腿骨近位部骨折、神経筋電気刺激

【はじめに】

大腿骨近位部骨折では約4割に低栄養を認め、アルブミン値 (Alb値) が低いほど機能予後が悪化すると報告されている。しかし高齢者の栄養評価はAlb値のみで評価するのではなく、Alb値と骨格筋量や体脂肪量の指標となる身体計測指標を組み合わせたGeriatric Nutritional Risk Index (GNRI) が有用とされている。大腿骨近位部骨折術後の下肢筋力が歩行自立や生命予後に影響があるため下肢筋力向上が不可欠であるが、低栄養は筋力向上を阻害する要因と言われている。術後早期の筋力低下の要因は、中枢神経システムの弱体化が原因である。その中枢神経システムの弱体化に対して中枢性筋力強化を促進できる神経筋電気刺激療法 (Neuromuscular Electrical Stimulation: NMES) による介入が望ましい。実際に大腿骨近位部骨折患者に対して術後翌日からNMESを行った研究では、膝伸展筋力向上や早期歩行獲得に有効であったと報告されているが、術後早期の低栄養状態にある患者に焦点を当てて検討した報告はない。そこで本研究は、NMESが術後早期の低栄養状態にある大腿骨近位部骨折術後症例の筋力向上に有効であるかを検討した。

【方法】

対象は大腿骨近位部骨折術後症例44名 (人工骨頭置換術20名、骨接合術24名) とした。包括基準は、受傷前に歩行可能かつ術後1週目のGNRIが低栄養の基準値とされる92未満であった者とした。除外基準は、歩行に影響を与える骨関節疾患や脳血管疾患、認知症を有する者とした。無作為にNMES群22名、コントロール群22名に割り付け、通常理学療法を全症例に施行した。NMES群は電気刺激治療器 (ESPURGE, 伊藤超短波社製) で患側大腿四頭筋に対して術後翌日から毎日20分実施した。評価は下肢機能としてハンドヘルドダイナモメーター (utasF-1) で膝伸展筋力 (体重比を算出) を術後1, 3, 5, 7, 14日目、退院時に測定した。

統計解析は、各群と評価時期を2要因とする二元配置分散分析を用いた。有意水準は5%とした。

【結果】

患側膝伸展筋力は3, 5, 7 (P<0.001), 14日目 (P<0.01), 退院時 (P<0.001) にコントロール群と比較してNMES群で有意に高値を示した。健側膝伸展筋力は退院時 (P<0.001) のみコントロール群と比較してNMES群で有意に高値を示した。

【考察】

NMES群ではコントロール群と比較して術後3日目以降で有意な筋力向上を認めた。一般的に筋肥大に伴う筋力向上効果は2週目以降で生じると報告されているため、術後3日目より生じた筋力向上は運動単位の数や発火頻度の向上などの中枢神経システムが賦活されたと考えられる。NMESは低栄養状態の患者の術後早期の筋力向上に有用であると考えられる。

先行研究では術後早期にNMESを用いると動作獲得日数が早くなると報告されているが、本研究では検討することができていないため今後の課題とする。

【結論】

NMESは術後早期の低栄養状態にある大腿骨近位部骨折術後症例の筋力を効果的に改善できることが示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言を遵守し、全症例に十分な説明を行い、書面にて同意を得た。また、平成記念病院倫理委員会の承認を得たうえで実施した (承認番号15-1)。

足部自動ストレッチング機器による足部背屈ストレッチングが健常高齢者の腓腹筋筋腱複合体に及ぼす影響 超音波画像診断装置を用いた検討

山田 南欧美^{1,2)}・橋本 千里¹⁾・後藤 華奈¹⁾・白石 雄馬²⁾
岡本 正吾²⁾・秋山 靖博²⁾・山田 陽滋²⁾

1) 愛知医療学院短期大学 リハビリテーション学科 理学療法専攻
2) 名古屋大学大学院 工学研究科 機械システム工学専攻

Key word / 超音波画像診断装置、筋腱複合体、ストレッチング

【はじめに】

リハビリテーションにおけるロボット参入が進められている中、臨床で頻回に行われる足部のストレッチングを自動化するため、我々は足部自動ストレッチング機器を開発中である。本研究では、実際の使用者となりうる地域在住健常高齢者を対象に、足部自動ストレッチング機器によるストレッチングが腓腹筋筋腱複合体に影響を及ぼすかを検討した。

【方法】

実験には、地域在住高齢者12名が参加した。足部自動ストレッチング機器は、市販の足部自動運動機器 (Relegs、株式会社エルエービー製) を改良し、使用者自身が伸張感を感じる位置まで足部を他動的に背屈し、設定した時間だけ、その位置を保持できる仕様とした。右足部に対し、自動ストレッチング機器による足部背屈ストレッチングを2分間×5セットの計10分間施行した (Relegs群)。また、コントロールとして、左足部にはタオルを使用したセルフ背屈ストレッチングを10分間施行した (Self群)。評価指標は、足関節他動背屈角度、および腓腹筋内側頭の筋腱移行部 (muscle tendon junction; 以下、MTJ) の移動距離とし、右足、左足それぞれのストレッチング前後に計測した。背屈角度はゴニオメーターで測定した。MTJ移動距離は、超音波画像診断装置 (ARIETTA Prologue、株式会社日立製作所製) を用いて、測定した。他動的に足部を背屈させながら、背屈0°、5°、10°、15°に至ったときの腓腹筋内側頭MTJを撮像し、プローブ直下の皮膚上に貼付した音響反射マーカからMTJまでの距離を画像処理ソフトウェア (ImageJ、National Institute of Health製) を用いて測定し、0°での距離をベースに各角度における距離への変化量をMTJ移動距離とした。統計処理は、背屈角度には、ストレッチング前後の測定値に対応のあるt検定を、MTJ移動距離には、ストレッチング前後と背屈角度を2要因とした繰り返しのある二元配置分散分析を適用した。

【結果】

12名中、エコー画像が明瞭に撮像できた7名を分析対象とした。足関節他動背屈角度は、Relegs群はストレッチング前 $20.6 \pm 3.8^\circ$ からストレッチング後 $27.4 \pm 5.7^\circ$ に有意に増大した ($p < 0.01$)。また、Self群においても、 $17.3 \pm 2.4^\circ$ から $21.4 \pm 3.2^\circ$ に有意に増大した ($p < 0.05$)。MTJ移動距離は、Relegs群では、ストレッチング前後と背屈角度ともに有意差はみられなかった。また、Self群でも、両要因ともに有意差はみられなかった。

【考察】

足部自動ストレッチング機器を用い、セルフストレッチングと同様に、有意に足関節背屈角度を改善することができた。しかし、MTJ移動距離は、ストレッチング前後で変化がみられなかった。セルフストレッチングでも同様の結果であり、健常高齢者の筋腱複合体では、加齢に伴った質的変化が生じており、結果に影響したと考えられる。

【結論】

足部自動ストレッチング機器による足部背屈ストレッチングでは、健常高齢者の腓腹筋筋腱複合体に有意な影響を与えなかった。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、愛知医療学院短期大学倫理委員会の承認を得た上で実施した。また、実験参加者には事前に本研究の趣旨と内容を書面および口頭にて説明し、全ての参加者から書面にて同意を得た。

整形外科疾患患者における患側遊脚期は健側立脚期の力学的エネルギー効率を低下させる

川瀬 広大¹⁾・植木 努²⁾・曾田 直樹²⁾

1) 社会医療法人杏嶺会 上林記念病院 リハビリテーション科
2) 平成医療短期大学 リハビリテーション学科 理学療法専攻

Key word / 力学的エネルギー効率、力学的エネルギー伝達量、力学的仕事

【目的】

我々は、自立歩行を獲得した整形外科疾患患者に対し、力学的エネルギー効率を評価した結果、患側立脚期のみならず健側立脚期にも低下が認められた事を報告した。これは患側遊脚期が健側立脚期の力学的エネルギー効率に影響を及ぼしていると考えたが、その関係は明らかとなっていない。先行研究では、身体部分間の力学的エネルギー伝達量が大きい程、力学的エネルギー利用の有効性が高いと報告されている。つまり、患側遊脚期の身体部分間の力学的エネルギー伝達は健側立脚期のエネルギー効率に影響する事が考えられる。

そこで本研究は、自立歩行を獲得した整形外科疾患患者の患側遊脚期の身体部分間の力学的エネルギー伝達量が健側立脚期の力学的エネルギー効率に与える影響について明らかにする事を目的とする。

【方法】

対象は歩行が自立した整形外科疾患患者10名 (年齢 77.6 ± 5.6 歳) とし、三次元動作解析装置を用い、トレッドミルにて快適歩行を測定した。解析区間は左右の3歩行周期から立脚期と遊脚期を抽出した。立脚期の解析は、身体重心より力学的エネルギーを算出し、健側及び患側の%Recovery (%R) を計算した。

遊脚期の解析は、座標データより患側Swing速度、大腿、下腿部分の力学的エネルギーを算出した。

また、身体部分間で力学的エネルギー伝達量 (Tb) の算出は、Pierrynowskiの方法を参考に「 $Tb = Ww - Wwb$ 」を用いた。Wwは身体部分間での力学的エネルギーの伝達がないと仮定した場合の力学的仕事とし、Wwbは伝達があると仮定した場合の力学的仕事とする。なお、法元らはTbの値が高い程、力学的エネルギーを有効に利用していると報告している。統計学的解析は、患側Wwb・Tbと健側% R、Tbと患側Swing速度との関係をPearsonの相関係数を用い分析した。 ($p = 0.05$)

【結果】

歩行速度は 2.0 ± 0.8 km/h、患側Swing速度は 3.2 ± 1.6 m/sであった。また%Rは健側 $27.3 \pm 8.8\%$ 、患側 $23.7 \pm 10.6\%$ であり、どちらも健常者の%Rより低値を示した。患側遊脚期におけるWwbは 4.9 ± 4.5 J/kgであった。Tbは、 0.5 ± 0.4 J/kgであり、先行研究の健常者の値と比較し低値を示した。

健側%Rと患側Wwbとの関係では相関係数 (-0.35) を認めた。健側%Rと患側Tbでは相関係数は認めず、患側Tbと患側下肢Swing速度では相関係数 (0.85) を認めた。

【考察】

健側%Rと患側遊脚期との関係では、患側遊脚期の力学的仕事量が多くなるほど、健側立脚期の力学的エネルギー効率が悪くなることが示唆された。

また、患側Tbの結果では健側%Rとの関係は認めなかったが、患側下肢Swing速度と関係性を認めた。つまり、遊脚期のエネルギー伝達量は下肢Swing速度を決定する要素であると言える。

下肢Swing速度は立脚期の速度を維持する為に重要であると考えられ、遊脚中の力学的作用は対側立脚期に相互に作用する可能性が考えられる。

【結論】

整形外科疾患患者の効率的な歩行を獲得するには、患側立脚期のみならず遊脚期の再建も重要である。

【倫理的配慮、説明と同意】

全ての対象者に同意を得た上でヘルシンキ宣言を順守し実施した。また、当院倫理委員会の承認を得て実施した。(承認番号: 2019008番)

痙縮を有する頸髄損傷者に対するロボットアシストトレーニング中の主観的努力量に基づく最適アシスト調整の試み 単一症例による探索的研究

吉川 憲一¹⁾・古閑 一則¹⁾・遠藤 悠介^{2,3)}・山本 哲²⁾
金榮 香子¹⁾・竹内 亮子²⁾・四津 有人²⁾・六崎 裕高²⁾

- 1) 茨城県立医療大学付属病院
2) 茨城県立医療大学
3) 健康科学大学

Key word / 主観的努力、脊髄損傷、ロボットアシストトレーニング

【はじめに】

痙縮を有する脊髄損傷 (SCI) 者に対する Robot Assisted Training (RAT) において最適アシスト量と患者努力の程度に関する報告は皆無である。本研究は SCI 患者 1 例に対して筋電位ベースのアシストロボットを使用し、ロボットの関節アシストと患者の主観的努力量の関係を探査することを目的とした。

【方法】

対象は頸髄損傷の 60 歳代男性であり、American Spinal Injury Association (ASIA) による Impairment Scale (AIS) は C、神経学的残存高位は C4 であった。初回の RAT 実施は受傷後 403 日目であり、右上腕二頭筋 (Bi) および上腕三頭筋 (Tri) の ASIA 上肢スコアは 4 および 2 であった。右 Bi および Tri の痙縮は Modified Ashworth Scale にて 2 および 1+ であった。右肘の ROM 制限は無かった。Bi の痙縮・共同収縮によって肘伸展が困難であるとの訴えがあり、困難さには日々変動があった。

RAT には Hybrid Assistive Limb 単関節タイプ (HAL-SJ) を使い、右肘関節に装着した。RAT 中は右肩屈曲 90 度位かつ上腕は台に固定し、水平面上の肘屈伸運動を実施した。メトロノームを提示し運動が一定リズムとなるよう指示した。1 セッション中に同運動 10 回 6 セットを実施した。事前に HAL-SJ を装着し、快適に運動を実施できる HAL-SJ 設定を確認し、これを基準にアシストレベルを調整して RAT 中の努力条件を (①快適な努力量/②かなり努力が必要/③努力の必要なし) の 3 条件に設定した。努力量の指標は Numeric Rating Scale (NRS: 0~10) を用いた。1 条件につき 1 セッションのトレーニングを実施した (計 3 セッション)。

各セッションの直前および直後に、HAL-SJ 非装着での肘屈伸運動 10 回の努力量 (NRS)、同運動 10 回中の Bi と Tri の筋電図 (EMG)、Bi と Tri の Modified Ashworth Scale (MAS)、最大肘伸展/屈曲トルクを評価した。EMG 電極はセッション中終止一貫して貼付した。アシストを定量化するために RAT を開始する際に HAL-SJ 装着・アシスト下での最大肘伸展/屈曲トルクを測定し、HAL-SJ 無しでのトルクからアシスト率を算出した。

【結果】

HAL-SJ 設定を調整し我々が意図した通りの 3 条件の努力量を設定できた。条件①と②で RAT 直後に MAS の改善 (双方 2 から 1+へ)、肘運動の努力量 (NRS) 低下を認めた。EMG では③条件でのみ伸展相の Bi の共収縮が増加した。伸展トルクは全てのセッションで変化せず、屈曲トルクは全てのセッションで減少した。

【考察】

SCI 患者に対する HAL-SJ での RAT では、ある程度の努力量を要するアシストレベルは痙縮を即時的に減少させ、努力が不要となる程のアシストは拮抗筋の共同収縮を増加させる可能性が示唆された。

【結論】

臨床上、RAT を実施する際には所望の運動が軽くなることに注力する可能性はある。運動中の主観的努力を精査するのは困難であるが、効果的な RAT を提供するためには努力量の観察と一定の努力量を伴うロボットアシストの調整が必要となる可能性がある。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言に則って実施され、本学倫理審査委員会の承認 (承認番号 797) を受け、対象者に対する書面による説明および書面による同意を得た後に実施された。

人工股関節全置換術後患者 1 症例に対する Honda 歩行アシスト®を用いた歩行練習効果 3 次元動作解析及び筋電図を用いた検証

古閑 一則¹⁾・吉川 憲一¹⁾・遠藤 悠介²⁾・高野 華子¹⁾
前沢 孝之¹⁾・四津 有人^{1,3)}・河野 豊^{1,3)}・六崎 裕高^{1,3)}

- 1) 茨城県立医療大学付属病院
2) 健康科学大学
3) 茨城県立医療大学

Key word / 人工股関節全置換術、Honda 歩行アシスト®、歩行練習

【はじめに】

人工股関節全置換術 (THA) は重度の変形性股関節症 (股 OA) 患者に対し一般に行われる治療であり、疼痛の除去に有効であるが歩行能力や歩容の改善には時間が要することが報告されている。Honda 歩行アシスト (HWA) は股関節に設置されたモーターにより歩行中の股関節の屈曲/伸展をアシストすることで、歩行時の股関節運動を促すことができる外骨格型の歩行訓練用ロボットである。今回、THA 後の患者に対して HWA を使用した歩行練習を行い、3 次元動作解析及び筋電図の手法を用いてその効果を検証したため報告する。

【方法】

症例は右股 OA の診断を受けた 76 歳の女性 1 例。術前股関節伸展制限 (R/L): -10°/15°, 外転制限: 25°/45° であり、歩行の特徴として過度の骨盤前傾、右立脚期の股関節伸展の欠如及び歩行中の股関節屈曲-伸展範囲 (Hip Range) の減少を認めた。本症例に対し、通常理学療法に加え、術後 1 週から 5 週までの期間に 1 回 20 分、週 5 回、計 20 回の HWA 介入を行った。歩行評価は 3 次元動作解析 (VICON MX: Plug-in Gait) 及び下肢表面筋電図 (Trigno Wireless system, 貼付筋: 大殿筋、中殿筋、外側広筋、内側広筋、大腿二頭筋、前脛骨筋、腓腹筋内側頭) を使い、歩行中の矢状面における骨盤・股関節・膝関節・足関節角度のピーク値、範囲及び歩行中の下肢筋活動積分値 (iEMG) を比較した。評価時期は術前、術後 1 週、5 週、10 週 (follow-up) に計測した。

【結果】

歩行時の最大骨盤前傾角度 (術前、術後 1 週、5 週、10 週: 16.7°, 21.2°, 10.9°, 13.7°)、最大股関節伸展角度 (-17.7°, -25.3°, -8.9°, -12.4°)、Hip Range (12.8°, 20.4°, 25.4°, 24.5°) は前述のように変化し、HWA 介入前後で最大骨盤前傾角度の減少、最大股関節伸展角度、Hip Range の増加を認めた。また大殿筋、中殿筋、腓腹筋の iEMG は介入前後で減少したが、中殿筋の iEMG は follow-up で微増した。

【考察】

先行研究より、HWA は THA 術後患者の歩行能力改善に寄与することが報告されている。結果より、HWA 介入により歩行時の骨盤前傾、股関節伸展角度、Hip Range の改善と大殿筋、中殿筋、腓腹筋の iEMG の減少が認められた。これは HWA が立脚期における股関節伸筋トルクを補い股関節伸展運動を促進した結果、歩行中の股関節角度の増加をもたらすことを示唆している。これらは立脚期での大殿筋、中殿筋、腓腹筋から必要とされる労力を減らすことに寄与し、骨盤、足部での代償的な運動を抑制した効率的な前進運動を可能にする。これらの運動学的変化が THA 術後患者の歩行能力の回復を促進したと考えた。一方、follow-up での股関節、骨盤前後傾角度、中殿筋の iEMG が若干の増悪を示しており、最適な介入頻度や介入期間はより詳細に検討する必要があると考えられる。

【結論】

THA 術後患者において、HWA を用いた歩行練習が歩行時の骨盤及び股関節運動を改善させることにより効果的な歩行能力改善を促すことができる可能性が示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、ヘルシンキ宣言の理念に則り行われ、茨城県立医療大学倫理委員会の承認を得ている (受付番号: e192)。また、研究開始前に症例に対し書面を用いて本研究の説明を行い、同意を得た。

大腿四頭筋に対する嫌氣的トレーニングが筋持久力に及ぼす影響

島本 将宜¹⁾・久保 裕介²⁾・安田 勇士¹⁾・岡崎 誉¹⁾

1) 春日井市民病院 リハビリテーション技術室
2) こぼり整形外科クリニック

Key word / 嫌氣的トレーニング、筋収縮保持時間、筋持久力

【はじめに】

整形外科手術における駆血帯の利用は、駆血帯より遠位の骨格筋に虚血再灌流障害を発生させ、骨格筋の筋萎縮に関与する。近年、前十字靭帯再建術後に生じる大腿四頭筋の筋萎縮を抑制する因子として、術前における大腿四頭筋の筋持久力が挙げられた。筋持久力の指標は、膝関節屈曲70°にて膝伸展筋力の30%MVIC (Maximal voluntary isometric contraction) 負荷を保持した持続時間 (以下、30%MVIC最大保持時間) であった。また、筋持久力の向上を目的とした介入方法として、持続的な筋収縮により血管を圧迫し低酸素状態で運動する筋発揮張力維持法が着目されている。筋発揮張力維持法などの嫌氣代謝を用いたトレーニングは、ミトコンドリア密度の上昇、抗酸化物質の産生、ミオカインの産生による血管新生や筋肥大を生じさせると報告されている。そこで我々は、30%MVIC負荷の持続的な筋収縮を用いた嫌氣的トレーニングにより、虚血再灌流障害が惹起する筋萎縮を予防するために必要な筋持久力が向上すると仮説を立てた。本研究の目的は、健常成人を対象とし、膝伸展筋力の30%MVIC負荷による嫌氣的トレーニングが筋持久力 (30%MVIC最大保持時間) に与える影響を明らかにすることである。

【方法】

対象は運動習慣がない健常男性16名 (平均±標準偏差: 26±5歳) とした。トレーニングに関しては、座位姿勢において、膝伸展筋力の30%MVIC負荷にて膝関節屈曲70°を保持するトレーニングを週2回の頻度で4週間実施した。トレーニング前後の測定項目は、膝伸展筋力、30%MVIC最大保持時間、下肢筋量とした。膝伸展筋力と30%MVIC最大保持時間の測定にはIsoforce GT-380 (OG技研) を用い、最大保持時間の計測は、膝関節屈曲70°を3秒以上保持困難となった時点までとした。下肢筋量の測定には、マルチ周波数体組成計MC-780A (タニタ社) を用いた。統計解析は、介入前後の測定項目を対応のあるt検定を用いて比較検討した。有意水準は、危険率5%未満とした。

【結果】

介入前後で有意な差を認めた項目は、筋持久力 (介入前: 110秒、介入後: 145秒、 $p < 0.05$) であった。膝伸展筋力 (介入前: 3.05Nm/kg、介入後: 3.28Nm/kg、 $p = 0.38$)、下肢筋量 (介入前: 10.3kg、介入後: 10.6kg、 $p = 0.68$) においては、有意な差は認められなかった。

【考察】

筋発揮張力維持法などの嫌氣代謝を用いたトレーニングは、活性酸素種 (以下: ROS) を産生させる。ROSの産生によりミトコンドリア密度の増加、ROSに対する抗酸化物質の産生、ミオカインの産生による血管新生や筋肥大が生じると報告されている。そのため、ミトコンドリア密度の増加、血管新生が生じた結果として筋持久力の指標である30%MVIC最大保持時間が延長したと考えられた。

【結論】

大腿四頭筋における30%MVICの持続的な収縮を用いたトレーニングは、虚血再灌流障害が惹起する筋萎縮を予防するために必要な筋持久力を向上させる介入手段である可能性が示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、ヘルシンキ宣言を準拠して実施された。対象者には、研究目的、研究方法及び倫理的配慮に関して説明した。その際、研究への参加は自由意志であること、いつでも中断できること、個人情報厳守、得られたデータは研究以外では使用しないこと、発表に際しては個人が特定されることのないことを口頭にて説明し同意を得た。

足関節底屈筋のForce steadinessトレーニングが片脚立位時の足圧中心動揺に及ぼす即時効果

廣野 哲也^{1,2)}・池添 冬芽¹⁾・谷口 匡史¹⁾・山縣 桃子¹⁾
梅原 潤^{1,2)}・市橋 則明¹⁾

1) 京都大学大学院 医学研究科 人間健康科学系専攻
2) 日本学術振興会特別研究員DC

Key word / 低強度筋力トレーニング、姿勢制御、Force steadiness

【はじめに】

Force steadiness (FS) とは筋力発揮を一定に調節する能力のことである。我々は、足関節底屈筋FSと安定面・不安定面上で片脚立位保持させた時の足圧中心 (COP) 動揺との関連を検討した結果、最大筋力 (MVC) の5%のFSは安定面COP動揺と関連し、20%のFSは不安定面COP動揺と関連することを示した。この結果から、一定の筋力値を保持させるFSトレーニングが立位姿勢制御に及ぼす影響は、FSトレーニングの強度によって異なる可能性が考えられる。そこで本研究の目的は、3種類の運動強度でFSトレーニングを実施し、安定面・不安定面上での片脚立位時COP動揺に及ぼす即時効果について明らかにすることとした。

【方法】

健常若年者16名 (男性8名、女性8名) を対象とし、3種類の強度での足関節底屈筋FSトレーニングをクロスオーバーデザインにて、それぞれ別日に無作為な順序で実施した。FSトレーニングは、5%、20%、50%MVCいずれかを目標トルクとし、画面による視覚フィードバック下にて15秒間足関節底屈の筋力発揮する課題を5回3セット実施した。セットごとにFSトレーニング中の発揮トルクの変動係数 (標準偏差/平均値) を算出し、1セット目から3セット目の変動係数の変化量をFSの習熟度として評価した。変化量が大きければFSの習熟度が向上したことを意味する。立位課題として安定面および不安定面上でそれぞれ20秒間片脚立位保持させ、その間のCOPの前後方向の標準偏差をCOP動揺の指標とした。各FSトレーニングが安定面および不安定面条件下でのCOP動揺に与える影響を検証するために、強度 (5%、20%、50%MVC)、立位条件 (安定面、不安定面)、トレーニング前後の3要因の反復測定分散分析を行った。またトレーニング前後のCOP動揺の変化量とFS習熟度との関係性を調べるために、Spearmanの順位相関係数 (ρ) を求めた。有意水準は0.05とした。

【結果】

分散分析の結果、交互作用および主効果はいずれも認められなかった。相関分析の結果、20%MVCのFSトレーニングにおいて、FS習熟度と安定面・不安定面COP動揺の変化量との間に有意な相関を認めた (安定面: $\rho = 0.624$, 不安定面: $\rho = 0.621$)。一方、5%MVCと50%MVCのFSトレーニングの習熟度はいずれも相関を認めなかった。

【考察】

いずれの強度でFSトレーニングを実施しても、即時的にCOP動揺を減少させることはできなかった。しかしながら、FSトレーニングのうち20%MVC強度のみ、FSの習熟度がCOP動揺の変化量と関連することが示された。これらのことから、FS課題の習熟には個人差があり、20%MVC強度のFSトレーニングにおいては、その習熟度が立位姿勢制御に対する即時効果と関連することが示唆された。

【結論】

FSトレーニングが片脚立位時の足圧中心動揺に及ぼす即時効果については、安定条件・不安定条件ともに認められなかったものの、20%MVCのFSトレーニングにおいて課題の習熟度が高い者はCOP動揺が減少することが示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

研究を実施するにあたり、ヘルシンキ宣言、文部科学省及び厚生労働省による疫学研究に関する倫理指針を遵守し、対象者には口頭にて本研究の主旨、目的、方法について詳細に説明を行い、研究参加への同意を書面にて得た。なお、本研究は京都大学大学院医学研究科倫理委員会の承認を得て行われた。

両側頭頂葉への経頭蓋直流電流刺激が注意経路の安静時機能的結合および注意課題パフォーマンスに与える影響

辻本 憲吾^{1,2)}・水野 勝広^{1,3,4)}・田原 正俊⁴⁾・西田 大輔^{1,3,4)}
里宇 明元¹⁾

1) 慶應義塾大学 医学部 リハビリテーション医学教室
2) 東京大学医学部附属病院 精神神経科 3) 国立精神神経医療研究センター
4) 済生会東神奈川リハビリテーション病院

Key word / 注意経路、経頭蓋直流電流刺激、安静時機能的結合

【はじめに】

注意経路 (AN) には、背側注意経路 (DAN) と腹側注意経路 (VAN) がある。DANは頭頂間溝 (IPS) と前頭眼野 (FEF)、VANは下側頭回 (STG) と中前頭回 (MFG) が関係している。VANが障害されることで同側半球のDANの安静時機能的結合 (FC) が低下し、対側半球のDANのFCが増加することで左右半球間の不均衡が生じて半側空間無視 (USN) が出現すると報告されている。この左右半球間の不均衡を改善するために、両側頭頂葉に経頭蓋直流電流刺激 (tDCS) を施行することでUSN症状が改善したとする報告がある。しかし、両側頭頂葉へのtDCSでANのFCや注意課題成績の変化を調べた報告はない。本研究は、両側頭頂葉へのtDCSでANのFCと注意課題成績への影響を検証した。

【方法】

対象は健常成人20名とした。すべての被験者はSham条件、tDCS条件の順で施行し、各条件前後でFCと注意課題を施行した。tDCSの刺激強度は2.0mA、刺激時間は20分とした。電極位置は、陽極電極を左頭頂葉 (P3)、陰極電極を右頭頂葉 (P4) とした。注意課題は10個の刺激の中に1つだけターゲットがある場合とない場合があり、2つのボタンでターゲットの有無を判断するように指示した。刺激は画面の左側または右側にランダムで表示した。また、刺激の左右とターゲットの有無の出現率は均等にした。FCは1.5TのMRI装置を使用して撮像した。注意課題の解析は、反応時間 (RT) を算出し、二元配置分散分析およびBonferroni法による多重比較を行った。FCの解析は、Seed-based analysisを用いた。関心領域 (ROI) はANの領域であるIPS、FEF、STG、MFGを配置した。得られた信号からROI間のFisher Z変換した相関係数を算出した。また、課題のRTとFCとの関連性をピアソンの相関係数で調べた。

【結果】

RTは刺激が左側でターゲットありの場合にtDCS条件後にsham刺激前後と比較して有意に延長した。FCはtDCS条件後の右DANでsham刺激前後と比較して有意に増加し、tDCS条件後の右VANでsham刺激前後と比較して有意に低下した。刺激が左側でターゲットありのRTと右DANのFCで有意な正の相関が認められ ($r=0.55, p=0.01$)、左側でターゲットありのRTと右VANのFCで有意な負の相関が認められた ($r=-0.71, p=0.004$)。さらに、tDCS条件後の右DANのFCと右VANのFCに有意な負の相関が認められた ($r=-0.57, p=0.01$)。

【考察】

本研究は陽極電極を左頭頂葉、陰極電極を右頭頂葉に配置した。Ellisonは陰極電極を右頭頂葉に配置した場合に課題のRTが長くなったと報告している。また、Callanの報告では、右頭頂葉のみへのtDCSではANのFCに変化は認められていない。本研究から両側頭頂葉への刺激により、左側への刺激に対するRTが長くなること、ANのFCを変化させることが可能であることが明らかになった。

【結論】

両側頭頂葉へのtDCSでANのFCを変化させることが可能であった。この結果は、USNのリハビリテーションの発展や機能回復機序の解明に重要な情報である。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言の趣旨に則り、慶應義塾大学医学部倫理委員会の承認を得て行った (承認番号: 20170403)。また対象者には、本研究の目的や方法等について口頭および書面で十分な説明を行い、研究参加の同意を得た。

運動準備状態の相違が皮質脊髄路の興奮性に及ぼす影響

小久江 智耶・竹中 悠真・岡野 将也・鈴木 智高・菅原 憲一

神奈川県立保健福祉大学 リハビリテーション学科

Key word / 運動誘発電位、予測、準備状態

【はじめに】

日常生活動作の円滑な遂行には、当該運動に関わる予測的制御が大きな役割を果たしている。運動準備状態における予測の有無が、皮質脊髄路の興奮性動態に様々な変化を誘引するものの、その詳細は不明である。そこで本研究では、運動開始に関わる予測信号の有無が、準備状態にある皮質脊髄路の経時的興奮性動態に与える影響について検証を行うことを目的とした。

【方法】

対象は健常成人12名 (内男性6名、年齢 21.1 ± 0.3 歳)。運動課題は、電気刺激を起点として瞬時に駆動するパウダーブレーキ機構を用いて重量負荷を誘起し、手関節の伸展方向への重量負荷がなされる際に可能な限り素早い抵抗運動を行うこととした。被験者は予測条件と非予測条件の2条件を行った。予測条件は、負荷開始のタイミングが予測可能な状態となるように、視覚刺激を提示した。非予測条件では、負荷開始を予測できない状態とした。なお、負荷開始のタイミングはランダムとした。両条件で、準備状態の期間において、負荷開始から-900ms、-500ms、-100msの時点で経頭蓋磁気刺激 (transcranial magnetic stimulation: TMS) を行い、橈側手根屈筋 (flexor carpi radialis: FCR) と、橈側手根伸筋 (extensor carpi radialis: ECR) から運動誘発電位 (motor evoked potential: MEP) を計測した。また、両条件においてTMSを行わない条件で、反応時間 (reaction time: RT) を筋電図から計測した。データ解析は、各条件におけるMEPの振幅値 (安静時比: control ratio) と、RTを算出した。統計解析は、MEP振幅の時間要因 (-900ms、-500ms、-100ms) についてDunnnett法を用い、安静時を対照群として多重比較を行った。また両条件間 (予測条件、非予測条件) のMEP振幅値とRTについて、Wilcoxonの符号順位検定を用いて比較を行った。なお、有意水準は5%とした。

【結果】

MEP振幅 (control ratio) は安静時と比較して、予測条件は-100ms、非予測条件は-500、-100msで有意な増加を示していた ($p<0.05$)。また、予測条件は非予測条件と比較して、-900、-500msで有意な低下を示していた ($p<0.05$)。RTは予測条件の方が非予測条件よりも有意に短縮していた ($p<0.05$)。

【考察】

予測条件では、動作開始に関わる正確な運動イメージを持つことが可能であり、動作開始のタイミングに合わせて皮質脊髄路の興奮性を増加させることが出来たと考えられた。一方、非予測条件では、動作開始のタイミングを予測することが困難であり、準備状態において高い興奮性を維持する必要があったと考えられた。本研究より、動作開始の予測の有無が、準備状態における皮質脊髄路の興奮性動態を変化させる可能性が示唆された。

【結論】

予測条件、非予測条件で、準備状態において異なる皮質脊髄路の興奮性動態の変化を示した。本研究から、予測の有無により準備状態における運動制御動態が変化することが示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、神奈川県立保健福祉大学倫理委員会の承認を受け (承認番号 保大第71-61)、ヘルシンキ宣言に則り実施した。すべての対象者には研究内容を口頭および書面で十分に説明を行ったうえ、署名にて同意を得て実施した。

報酬スケジュールが時間知覚と皮質脊髄興奮性に及ぼす影響

鈴木 誠¹⁾・鈴木 貴子²⁾・磯 直樹¹⁾・岡部 拓大¹⁾・趙 吉春¹⁾
濱口 豊太²⁾

1) 東京家政大学 健康科学部
2) 埼玉県立大学 保健医療福祉学部

Key word / 報酬、時間知覚、皮質脊髄興奮性

【はじめに】

課題に没頭してあっという間に時間が進む。これは人の重要な行動特性を表している。近年では、主観的な時間がドーパミン神経の活動によって伸縮することが示され (Soaresら, 2016), 報酬が時間知覚に関連する行動に影響を及ぼすことが示唆されている。一方、対象者が適切な行動を学習し、それを日常生活の中で定着するためには、報酬を提示する頻度を系統的に決める報酬スケジュールの調整が有効であることが知られている (Balkeら, 2016)。しかし、報酬スケジュールが時間知覚や行動に及ぼす影響については、十分に明らかになっていない。もし、主観的な時間知覚がドーパミン神経の活動によって伸縮するとすれば、報酬スケジュールに応じて時間知覚や皮質脊髄興奮性が変化することが推測される。本研究では、3種類の定頻度 (fixed ratio: FR) 報酬スケジュールにおける時間知覚および皮質脊髄興奮性の相違を比較することを目的とした。

【方法】

健常者10名を対象とした。対象者の前方に2つのボタンを並行に設置し、前方のモニターに提示された行動開始合図に応じて左側のボタンを右示指で素早く押し、その2.5秒後に右側のボタンを押すよう対象者に教示した。報酬の提示には3種類のFR報酬スケジュール (FR1, FR2, FR4) を用いた。FR1スケジュールでは、左側のボタンを押した直後に毎回、FR2スケジュールでは2回毎、FR4スケジュールでは4回毎に「10-yen」の文字を提示し、実験終了後に総獲得金額と同等の謝品を付与した。また、左側のボタン押しの1秒後に第一背側骨間筋のhotspotに安静時運動閾値の120%の強度の経頭蓋磁気刺激を行い、運動誘発電位を記録した。

【結果】

主観的時間については、FR1, FR2, FR4の報酬スケジュールすべてにおいて目標時間間隔 (2.5秒) よりも延長したが、スケジュール間に有意な差を認めなかった ($p = 0.499$)。一方、運動誘発電位振幅については、FR1スケジュールがよりもFR2およびFR4スケジュールにおいて有意に大きかった (FR1 vs. FR2, $p < 0.0001$; FR1 vs. FR4, $p < 0.0001$)。ただし、FR2とFR4スケジュール間には有意な差を認めなかった ($p = 0.812$)。

【考察】

報酬の提示頻度が高いスケジュールでは、低いスケジュールよりもMEP振幅が減少した。この背景として、報酬確率と報酬値が相反的な関係にあることが影響しているものと推測される (Nosikら, 2015)。一方、主観的時間は全ての報酬スケジュールにおいて延長し、報酬スケジュールが主観的な時間スケールを短縮することが示唆された。ただし、今回の実験で用いた10円の報酬では報酬スケジュール間の主観的な時間知覚の相違を顕在化するには不十分であることが示唆された。

【結論】

報酬スケジュールが皮質脊髄興奮性に影響を及ぼすことが示唆された。今後は、今回の知見を基に理学療法におけるトレーニングスケジュールを検討していきたい。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は埼玉県立大学倫理委員会によって承認され、ヘルシンキ宣言に則って実施された。また、全ての対象者にはあらかじめ実験内容に関する十分な説明を行い、本実験への参加についての同意を文書にて得た。

異なる刺激パターンの末梢神経電気刺激が運動および感覚神経系に及ぼす影響

石橋 清成^{1,2)}・石井 大典³⁾・山本 哲⁴⁾・河野 豊³⁾

1) 茨城県立医療大学大学院 保健医療科学研究科
2) 茨城県立医療大学付属病院 リハビリテーション部 理学療法科
3) 茨城県立医療大学 医学センター
4) 茨城県立医療大学 保健医療学部 理学療法学科

Key word / 刺激パターン、体性感覚誘発電位、運動誘発電位

【はじめに】

末梢神経電気刺激 (peripheral nerve electrical stimulation: PNES) により中枢神経損傷患者の運動麻痺が改善すると報告されている。この改善はPNESによる求心性入力、感覚神経系を介し皮質脊髄路の興奮性を増大させることで引き起こされると考えられている。これまでに、PNESの刺激パラメーターの違いが皮質脊髄路の興奮性に与える影響について調べられており、刺激強度や介入時間に依存し、興奮性または抑制性に作用することが報告されている。しかし、PNESの刺激パターン (一定の刺激休止を含む間欠刺激、または一定頻度の持続刺激) の違いによる皮質脊髄路の興奮性への影響は調べられておらず、不明である。

【方法】

対象は右利き健常成人男性12名。刺激パターンの異なるPNES前後に経頭蓋磁気刺激による運動誘発電位 (motor evoked potentials: MEP) および体性感覚誘発電位 (somatosensory evoked potentials: SEP) を記録し、皮質脊髄路と感覚神経系の興奮性変化を評価した。PNESは右正中神経を対象に、一定の刺激休止を含む間欠刺激 (intermittent条件: 30 Hzで4秒 on - 6秒 offの間欠刺激) と一定頻度の持続刺激 (continuous条件: 12 Hzの持続刺激) の2条件とし、それぞれ別日に20分間実施した。なお、PNESの刺激パターンによる影響を比較するため、PNESの刺激強度、総刺激パルス数は2条件で一定とした。

【結果】

MEPはintermittent条件で有意な増大、continuous条件で有意な減少を認めた。SEPはP14成分の振幅にPNESの刺激パターンに依存した変化を認めたが、その他の成分には有意な変化を認めなかった。また、全てのSEP成分の中で、P14成分の振幅とMEP振幅の間の変化量にのみ有意な相関を認めた。

【考察】

PNESの刺激パターンは皮質脊髄路の興奮性に影響を与え、intermittent条件では興奮性を増大、continuous条件では興奮性を減弱させた。また、異なる刺激パターンのPNESによるSEPの変化は、皮質成分ではなく、楔状束核が起源とされるP14成分で認めたことから、刺激パターンによる感覚神経系への影響は、感覚皮質より楔状束核で強いことが示唆された。さらに、SEPの皮質成分ではなく、P14成分とMEPの変化量に相関関係を認めたことから、PNESによる皮質脊髄路の興奮性変化には感覚皮質を介さない経路の関与が示唆された。

【結論】

PNESの刺激パターンは皮質脊髄路の興奮性変化を誘導する重要なパラメーターの一つである。PNESによる皮質脊髄路の興奮性変化のメカニズムとして、感覚皮質を介さない経路の関与が示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は茨城県立医療大学倫理委員会の承認 (承認番号: 821) を得て実施された。実験を行うに際し、研究協力者には口頭と書面にて研究の目的および方法を説明し、文書による同意を得た。

一次体性感覚野への経頭蓋交流電流刺激が触覚方位弁別能力にもたらす効果と脳律動の関係

齊藤 慧^{1,2)}・大鶴 直史^{1,2)}・犬飼 康人^{1,2)}・小島 翔^{1,2)}
宮口 翔太^{1,2)}・横田 裕丈^{1,2)}・大西 秀明^{1,2)}

1) 新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科
2) 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所

Key word / 経頭蓋交流電流刺激、一次体性感覚野、触覚方位弁別能力

【はじめに】

経頭蓋交流電流刺激 (tACS) には刺激周波数帯域の脳律動を高める効果がある。先行研究では、 α 帯域の脳律動と体性感覚機能の間には逆U字型の関係があることが報告されており、 α 帯域の脳律動が適度な大きさであるときに体性感覚機能が高くなる。そのため、刺激前の α 帯域の脳律動が小さいときにはtACSを与えることで体性感覚機能が向上する可能性がある。本研究では、一次体性感覚野に対する α 帯域のtACSが触覚方位弁別能力にもたらす影響と α 帯域の脳律動の間にある関係を明らかにする。

【方法】

対象は健康成人男性15名とした。tACSは①10 Hz tACS、②sham刺激の2条件とした。刺激強度は0.7 mA、電極サイズは5 cm × 5 cmとし、刺激電極はC3の3 cm後方と左肩に貼付した。体性感覚機能の評価として、触覚方位弁別課題 (GOT) をtACS刺激前と刺激中に実施した。GOTでは8種類の異なる幅の縞が刻み込まれたドーム状の機器を対象者の右手指に押し当て、その縞の方向を回答させ、75%の確率で正答することができる刺激幅 (弁別閾値) を算出した。また、脳律動を評価するために、記録電極をC3、基準電極をFzとして安静時と右正中神経刺激時の脳波を計測した。安静時の脳波データからは α 帯域 (8-14 Hz) のパワースペクトル密度、正中神経刺激時の脳波データからは α 帯域の事象関連同期・脱同期 (α -ERS, α -rebound, α -ERD) を算出した。統計解析として、弁別閾値を比較するためにWilcoxonの符号付順位検定を用いた。また、弁別閾値の変化率と脳波データの相関関係を検証するためにSpearmanの順位相関係数を用いた。有意水準はいずれも5%とした。

【結果】

10 Hz tACSでは刺激前の弁別閾値が 1.04 ± 0.20 mm、刺激中が 0.98 ± 0.32 mm、sham刺激では刺激前が 0.98 ± 0.18 mm、刺激中が 0.99 ± 0.21 mmであり、いずれも刺激による有意な変化を認めなかった。一方、10 Hz tACSによる弁別閾値の変化率は α -ERSとの間には有意な正の相関を認めたが、他の脳波データとの間に相関関係を認めなかった。つまり、 α -ERSが低いときには10 Hz tACSによって触覚方位弁別能力が向上し、 α -ERSが高いときには触覚方位弁別能力が低下した。

【考察】

α -ERSは抑制機能を反映することから、 α -ERSが低いときにはtACSによって α -ERSが適度な高さへと推移し、課題を遂行するうえで不必要な情報が抑制されることで触覚方位弁別能力が向上した可能性がある。一方、 α -ERSが高いときにはtACSによって課題遂行に必要な情報も抑制され、触覚方位弁別能力は低下した可能性がある。

【結論】

一次体性感覚野への10 Hz tACSは α -ERSに応じて体性感覚機能を変化させる。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は本学倫理審査会の承認後、対象には実験の内容について説明し書面にて同意の得られた上で、実験を実施した。

補足運動野への経頭蓋磁気刺激が予測的姿勢制御へ与える影響

久保 大輔^{1,2)}・高木 武蔵^{2,3)}・鈴木 智高²⁾・高橋 真須美¹⁾
菅原 憲一²⁾

1) 東海大学医学部付属病院
2) 神奈川県立保健福祉大学大学院
3) IMSグループ 新戸塚病院

Key word / 補足運動野、予測的姿勢制御、経頭蓋磁気刺激

【はじめに】

予測的姿勢制御 (以下: APA) はある動作に先行して、関連する姿勢制御筋の活動が生じる現象である。APAは補足運動野 (以下: SMA) が関与するメカニズムであることが報告されている。このメカニズムに対して大脳を非侵襲的に刺激することが可能な経頭蓋磁気刺激 (以下: TMS) を用いてAPAにおけるSMAの時間的特性を明らかにすることを目的とし検討を行った。

【方法】

対象は健康者8名 (22.8 ± 2.5歳)。運動課題は立位からシグナル音に反応して急速に一側上肢を前方挙上する反応時間課題 (以下: RT) を用いた。筋電図記録は三角筋 (以下: DEL) と大腿二頭筋 (以下: BF) の2筋から行った。まず、コントロール施行としてこのRTを15回記録した (コントロール施行)。次に、TMSによるSMAへの刺激を行いつつRTを行った (条件施行)。刺激にはダブルコイルを用いた。刺激部位は立位姿勢で得たBFのHot Spotから3 cm前方の位置 (SMA付近) とした。刺激強度は運動閾値下刺激 (45 ± 2.8%) で行った。刺激は動作開始のシグナル音から0・30・50・70msのタイミングで与え、各15回の測定を行った。各筋の筋活動開始時間 (以下: onset) は波形を整流化し、コンピュータ・プログラムにより検出した。DELに対するBFの先行時間を"APA時間"としDEL onsetとBF onsetの差を検出した。その後、APAの発生メカニズムに関わる検討を行うため、DEL onsetから-100ms以内にTMS刺激を行った試行 (以下: APA内刺激) と-100ms以前にTMS刺激を行った試行 (以下: APA外刺激) の2群に分類し比較検討を行った。なお、各被験者の値はコントロール施行によるAPA時間で除し、"APA ratio"を算出した。統計解析には対応のあるt検定を行い、有意水準は5%とした。

【結果】

APA ratioはAPA内刺激では -1.016 ± 0.011 、APA外刺激は -1.035 ± 0.018 であった。APA内刺激はAPA外刺激と比較して有意にAPA ratioが低値を示していた。すなわち、DEL onsetとBF onsetが近接する結果となった。

【考察】

SMAへの刺激がDEL onsetから-100ms以内に行われた場合にAPA時間は短縮した。当研究結果から、このDEL onsetから-100ms以内の時間はTMS刺激が補足運動野の活動に干渉を呈したことが考えられる。すなわち、この時間はSMAにおけるAPAを機能的に構築する特異的な時間であることが推察された。

【結論】

DEL onsetから-100ms以内のSMAへの外乱刺激はAPA時間を短縮する可能性がある。今後はより詳細なAPAにおける補足運動野の役割を明らかにしていく必要がある。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は神奈川県立保健福祉大学倫理審査委員会の承認を得た上で実施した (承認番号: 保大第71-42)。対象者には書面および口頭にて研究内容を説明し、同意書に署名を得た上で行った。

低負荷サイクリング運動後に大脳皮質運動野の興奮性は上がる。

岡本 彬^{1,2)}・土井 篤³⁾

1) 医療法人 相生会 にしくまもと病院 リハビリテーション課
2) 熊本保健科学大学 保健科学研究科 大学院 リハビリテーション領域
3) 熊本保健科学大学 リハビリテーション学科 理学療法学専攻 保健科学研究科 リハビリテーション領域

Key word / 大脳皮質運動野、MEP、低負荷サイクリング運動

【はじめに】

非疲労性サイクリング運動において、運動中の皮質脊髄路の興奮性は増強すると報告されているが、その非疲労性サイクリング運動を終了した後の大脳皮質興奮性については明らかにされていない。そこで本研究では低負荷サイクリング運動前後における大脳皮質の興奮性について検討したので報告する。

【方法】

対象を健康男性13名(平均年齢23.2±3.94歳、平均体重64.53±5.72kg)とし、それらの対象者に低負荷サイクリング運動を実施した。低負荷サイクリング運動は、1 W/kg体重の負荷で10分間サイクリング運動を60rpmで維持させるよう指示した。実施するに当たり、運動前をコントロールとし、運動中(1分毎に計測)、運動後(直後、5分後、10分後、20分後、30分後)の心拍数、修正Borgスケールを測定した。大脳皮質運動野の興奮性は経頭蓋磁気刺激法(以下TMS、magstim社製TMS)を用いた。TMSの刺激プローブ(ダブルコイル)をCz付近に固定し、刺激することによって右下肢の前脛骨筋から運動誘発電位(以下MEP)を導出した。TMSの刺激強度は、当該筋の安静状態で50%以上の確率で50μVのMEP振幅を誘発可能な最低の強度とした。運動前にMEPを10発×3セット(計30回)の測定を行い、MEPの平均値を算出し、コントロールとした。さらに、運動直後、5分後、10分後、20分後、30分後にそれぞれ10回のMEPを測定し、その平均値を算出した後に運動前後の比較検討を行った。統計解析は、運動前と運動後の心拍数、修正Borgスケール、MEPのそれぞれの変化をWilcoxon符号付順位和検定にて検討した(有意水準を5%)。

【結果】

心拍数と修正Borgスケールはコントロールに比し、運動後5分まで有意に増加していたが(P<0.05)、運動後10分以降に有意差は見られず、コントロール群に近い値まで戻った。MEPはコントロールと比較し、運動直後は減少傾向であり、運動後20分後よりMEPは増加傾向となった。そして運動後30分のMEPが唯一有意に増加した(P<0.05)。

【考察】

短時間低負荷サイクリング運動による血中乳酸値の上昇及び乳酸増加に関連する脳代謝率低下の報告から、運動直後のMEP減少傾向は乳酸上昇に関連する脳代謝率低下に起因しているのかもしれない。さらに、低負荷サイクリング運動後に起こる疲労とその回復は脳内における細胞内外イオンの恒常性や細胞活性化との関連が示唆されており、本研究における運動終了後30分後のMEP上昇は疲労回復による大脳皮質運動野の活性化が関係しているのかもしれない。

【結論】

今回の結果から、低負荷によるサイクリング運動を行うと、運動終了後30分後に大脳皮質運動野の興奮性は上昇することがわかった。

【倫理的配慮、説明と同意】

熊本保健科学大学研究倫理審査委員会の承認後(承認番号:18054)、全対象者に研究内容を十分に説明し、同意を得た。

体性感覚刺激を用いた単純反応課題の反応時間短縮に伴う事象関連電位の変化

赤岩 眞悠¹⁾・岩田 昂樹¹⁾・齊藤 秀和²⁾・佐々木 健史³⁾
古名 丈人³⁾・古名 丈人³⁾・菅原 和広³⁾

1) 札幌医科大学大学院 保健医療学研究科
2) 札幌医科大学 保健医療学部 作業療法学科 作業療法学第一講座
3) 札幌医科大学 保健医療学部 理学療法学科 理学療法学第一講座

Key word / 体性感覚誘発電位、Reaction time task、事象関連電位

【はじめに】

長期的な運動は反応時間(Reaction time: RT)が短縮するとともに、事象関連電位(Event related potentials: ERPs)に変化が生じることが明らかになっている。反応課題中にERPを計測し、運動パフォーマンスと情報処理過程の関係を検討した研究は多く見られるが、実際に運動課題練習を行い、その運動学習過程におけるERPの変化を検討した報告は見当たらない。そこで本研究は末梢感覚刺激を用いて3日間の反応課題の反復練習を行い、運動学習過程におけるRTの短縮とERPの変化の関連性について調査した。

【方法】

対象は健康成人15名(22.5 ± 3.1歳)とし、正中神経刺激に對してできるだけ早く母指対立運動を行う反応課題を用いて、3日間の反応課題の反復練習を行った。まず初めに体性感覚誘発電位(Somatosensory evoked potentials: SEPs)とRTを計測し(pre)、その後3日間の反応課題の練習を設け、後日再び同様の設定でSEPsとRTの計測を行った(post)。SEPsは10-20法に従いF3、Cz、C3'(C3の2cm後方)に電極を貼付し、左耳朶を基準とした。計測時のSampling周波数は10 kHz、Filterは2 Hz-2 kHzのband-passを用いた。RTは右正中神経刺激から右短母指外転筋の筋収縮開始までの時間として算出した。正中神経刺激は右手関節腹側より、刺激間隔を3~10 sのランダムとして刺激した。筋電図は右短母指外転筋から導出し、Sampling周波数は1 kHz、Filterは1-300 Hzのband-passにて計測した。SEPsの解析は刺激開始を基準(0 ms)とし、baseline区間を-100~0 msとして行った。解析項目はpreおよびpostのRTとSEPsの100 ms以降の成分(P100、N140、N250、P300)の潜時、振幅とした。

【結果】

3日間の反復練習を行った結果、15人中14人でRTが短縮した(pre, 166.3 ± 23.6 ms; post, 144.9 ± 18.9 ms)。また、RTの変化量(ΔRT)と各SEPsの振幅と潜時の変化量(ΔP100, ΔN140, ΔN250, ΔP300)に対して相関分析を行ったところ、F3、Cz、C3'のΔN140潜時(F3, r=0.67, p<0.05; Cz, r=0.66, p<0.05; C3', r=0.66, p<0.05)、F3のΔN250潜時(r=0.62, p<0.05)において有意な正の相関、C3'のΔP300振幅において有意な負の相関が認められた(r=-0.53, p<0.05)。

【考察】

本研究ではRTが短縮した被験者ほど、刺激への注意を反映するといわれているN140、N250の潜時が短縮した。3日間の反復練習は正中神経刺激への注意に関する情報処理が短縮したことが示唆された。また、先行研究よりアスリートと非アスリートのERPを比較すると、P300の振幅はアスリートで特に大きくなることが明らかにされているが、本研究もRTの短縮に伴ってP300の振幅が増大した。P300の振幅は刺激への注意量を反映すると報告されており、反応課題の反復練習は刺激への注意機能を向上させ、RTを短縮させる可能性が示唆された。

【結論】

3日間の反応課題の反復練習は、脳内における感覚情報処理過程に変化が生じ、その結果SEPsを変化させることが示された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は札幌医科大学倫理審査の承認を得ており(承認番号:29-2-58)、被験者には書面にて実験内容十分に説明し、実験参加への同意を得た。

1P3-09

ポスター3 (神経生理学(運動学習・運動制御を含む)1)

脳波－筋電図コヒーレンスを刺激周波数に設定した電気刺激が運動調節能力に与える影響

小関 忠樹¹⁾・片桐 夏樹¹⁾・工藤 大輔¹⁾・難波 樹央¹⁾
田辺 茂雄²⁾・山口 智史³⁾

- 1) 山形県立保健医療大学大学院 保健医療学研究科 理学療法学分野
- 2) 藤田医科大学 保健学研究科
- 3) 山形県立保健医療大学 理学療法学科

Key word / 運動制御、末梢神経電気刺激、脳波－筋電図コヒーレンス

【はじめに】

脳波－筋電図コヒーレンス (Corticomuscular Coherence : CMC) は、脳と脊髄における神経活動の同期周波数を評価することが可能である。CMCは脳卒中のリハビリテーション後に高まることから知られており、CMCの変化は運動機能改善と関連する可能性がある。一方で、近年、末梢神経電気刺激後においても、CMCが高まることから報告されているが、刺激設定の違いがCMCに与える影響と運動パフォーマンスに与える影響は検討されていない。そこで、より有効な電気刺激の設定を検討することを目的に、異なる刺激周波数の末梢神経電気刺激がCMCと運動調節能力に与える影響を検討した。

【方法】

対象は健康成人24名 (男性12名、平均年齢23±2歳) とし、すべての対象者が以下の2条件について日を変えて実施した。介入条件は、1) 各個人のCMCのピーク周波数 (β帯域: 15~30 Hz) を刺激周波数に用いた電気刺激 (CMC条件)、2) 100 Hzのバースト刺激であるPatterned Electrical Stimulation (PES条件) とした。介入順序はカウンターバランスを考慮した。刺激強度は、運動閾値の95%とし、20分間の刺激を右深腓骨神経に対して行った。

CMCは、足関節背屈運動中の脳波と筋電図から解析した。脳波は一次運動野下肢領域 (Cz) とCzから5cm前方、筋電図は右前脛骨筋から記録した。また、足関節背屈運動は、最大等尺性背屈トルクの10%を2分間保持する課題とした。被験者には、前方に設置したディスプレイに提示した基線 (10%背屈トルク) 上に、カーソルを保持するように指示した。CMCと足関節トルクの計測は介入の直前、直後、10分後、20分後に実施した。解析はCMCと背屈トルクの変動係数 (Force Coefficient of variation : Force CV) を算出し、介入前の値を基準とした変化量を評価した。統計解析は、介入によるCMC、Force CVの変化を明らかにするためにFriedman検定を用いた。また、介入によるCMCの変化量とForce CVの変化量の関係を明らかにするためにSpearmanの順位相関係数を用いた。

【結果】

両刺激条件において、介入前後でCMCおよびForce CVの有意な変化を認めなかった。CMC条件においては、刺激前後のCMC変化量とForce CV変化量との間に有意な負の相関 ($r=-0.668$, $p=0.001$) を認めた。PES群では有意な相関は認めなかった。

【考察】

本研究の結果から、CMC条件およびPES条件前後では、脳と脊髄の同期的神経活動と運動調節には有意な変化を認めなかった。一方で、CMC条件により誘導されるCMC変化量とForce CV変化量の間に関連があることが示唆された。この相関はCMC刺激群でのみ観察されたことから、個別CMCの周波数を用いた電気刺激がCMCと運動調節に影響を与えた可能性が考えられた。

【結論】

電気刺激の周波数の違いがCMCや運動調節に影響する可能性がある。今後は異なる評価指標や運動課題を用いた検討を行い、メカニズムをより詳細に検討する必要があると考える。

【倫理的配慮、説明と同意】

所属大学における倫理審査委員会で承認後に実施した (承認番号: 1806-06)。また、被験者には事前に書面及び口頭にて研究目的や方法について説明し、自由意志のもと、書面で同意を得た。

1P3-10

ポスター3 (神経生理学(運動学習・運動制御を含む)1)

運動と同時に行う運動イメージが脊髄神経機能の興奮性と運動の正確性に与える影響

KVIQ 4 による検討

鶴田 菜月¹⁾・福本 悠樹^{1,2)}・東藤 真理奈^{1,2)}・谷 万喜子^{2,3)}
鈴木 俊明^{1,2,3)}

- 1) 関西医療大学 保健医療学部 理学療法学科
- 2) 関西医療大学 保健医療学部 臨床理学療法学教室
- 3) 関西医療大学大学院 保健医療学研究科

Key word / 実運動と運動イメージの併用、F波、運動の正確性

【はじめに】

運動イメージは、日常生活を意識した上肢機能評価であるAction Research Arm Testのスコア改善や筋力の増加、筋の柔軟性に効果があるという報告は多くあるが、運動の正確性に与える影響は少ない。しかし、実運動と運動イメージを組み合わせて検討した例もあり、実運動と運動イメージの併用で正確性を向上させるのではないかと仮説した。さらに、運動イメージの効果は、運動イメージの明瞭性が高い場合で得られやすいという報告があり、運動イメージの明瞭度の評価方法の一つとして、KVIQがある。そこで、本研究では、運動イメージが鮮明であるKVIQ 4の被験者を対象に実運動と運動イメージの併用で脊髄神経機能の興奮性と運動の正確性に与える影響を検討した。

【方法】

健康者33名 (平均年齢20.9歳) にKVIQを実施した。KVIQは運動イメージの明瞭性を評価する指標であり、4「しっかりと感じる」と回答した12名 (平均年齢20.8歳) を対象とした。まず、母指と示指の対立運動の最大随意収縮 (MVC) を測定し、その20%MVCを運動課題とした。安静F波測定 (rest) 後、デジタルモニターに表示される数値を注視させ、20%MVCのピンチ力に調節する練習 (Motor Practice、MP) をし、同時にF波を計測した。直後に視覚情報を遮断し、正確性の確認を行った (ピンチ課題1回目)。続いて、運動イメージのみ (Motor Image、MI) を行い、F波を計測し、その後、再度正確性の確認を行った (ピンチ課題2回目)。次に実運動と運動イメージを同時に行い (Motor Practice+Motor Image、MP+MI)、F波を計測し、その後、正確性の確認を行った (ピンチ課題3回目)。最後に安静F波を計測した (rest 2)。F波分析項目は、振幅F/M比と出現頻度とした。規定値と実測値の差を絶対値変換し、20%MVCからの絶対誤差を算出し、運動の正確性の指標とした。また、MP後、MI後、MP+MI後の運動の正確性変化を検討するために、それぞれの直後にピンチ課題を実施し、比較検討した。

【結果】

振幅F/M比と出現頻度は、restと比較して、MP、MI、MP+MIで増加していた。また、振幅F/M比では、MIと比較してMP、MP+MIで増加していた。20%MVCからの絶対誤差は、ピンチ課題1回目と比較して3回目で減少していた。

【考察】

実運動や運動イメージでの脊髄神経機能の興奮性の増大は、運動関連領域の賦活とそこからの下行性線維の影響が考えられる。運動の正確性は、ピンチ課題1回目に対して2回目で維持し、3回目で向上しており、練習をやめると正確性は低下するとの報告があるが、運動イメージの実施によりピンチ課題2回目の正確性を維持したと考える。またピンチ課題3回目は、実運動との併用によって鮮明に運動イメージができたことで、実運動と運動イメージの間に差が少なく、20%MVCへの調節が容易となり、正確性が向上したと考える。

【結論】

運動イメージが鮮明である場合に、実運動と運動イメージの併用は脊髄神経機能の興奮性を高め、運動の正確性が向上することが分かった。

【倫理的配慮、説明と同意】

個人情報、暗号化しプライバシーポリシーに十分に配慮した。本研究対象者には、個別に研究の目的と方法と概要について十分に説明し、同意を得られたうえで協力いただいた。

前庭器官への交流電流刺激が立位重心動揺に与える影響

福富 尚輝¹⁾・犬飼 康人^{1,2)}・宮口 翔太^{1,2)}・大西 秀明^{1,2)}

1) 新潟医療福祉大学 医療技術学部 理学療法学科
2) 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所

Key word / 交流電流刺激、前庭器官、重心動揺

【はじめに】

半規管ならび耳石器から構成される前庭器官から入力される前庭感覚は、ヒトの立位姿勢制御に関与する感覚システムの1つである。ガルバニック前庭刺激 (GVS) は非侵襲的に前庭器官を刺激できる刺激方法である。直流電流を用いたGVSを行うと、足圧中心 (COP) が陽極側へ変位すること (Day et al., 1997, Son et al., 2008), ノイズ電流を用いたGVS (nGVS) を行うと、刺激中の立位重心動揺が減少することが報告されている (Inukai et al., 2018)。しかしながら、これまでに交流電流を用いたGVSがヒトの立位姿勢制御に与える影響は明らかとなっていない。本研究の目的は、交流電流を用いたGVS (aGVS) が立位姿勢制御に与える影響を明らかにすることである。

【方法】

対象は健康成人26名 (aGVS群:13名, コントロール群:13名) とした。aGVSにはDC-Stimulator Plusを使用し、刺激電極は直径1.5cmの円形電極を使用した。両群ともに介入前と介入後に立位重心動揺測定 (開眼・閉眼) を各2回行い、総軌跡長、左右方向平均動揺速度、前後方向平均動揺速度、実効値面積の平均値を算出した。aGVS群には開眼立位にて30秒間のaGVS介入 (刺激強度:1.0mA, 周波数:1.0Hz) を10回行い、コントロール群には開眼立位にて30秒間のSham刺激介入 (刺激強度:0 mA) を10回行った。混合要因三元配置分散分析 [グループ (aGVS群, コントロール群), 視覚 (開眼, 閉眼), 時間 (介入前, 介入後)] を行い、事後検定には対応のあるt検定を用いた。有意水準はいずれも5%とした。

【結果】

混合要因三元配置分散分析の結果、総軌跡長、左右方向平均動揺速度に交互作用 (グループ×視覚×時間) を認めた ($p<0.05$)。事後検定の結果、aGVS群の総軌跡長ならび左右方向平均動揺速度は、開眼条件と閉眼条件の両条件で介入前と比べて介入後に有意な減少を認めた ($p<0.05$)。一方、コントロール群の総軌跡長ならび左右方向平均動揺速度は、開眼条件と閉眼条件ともに介入前後で変化を認めなかった ($p>0.05$)。

【考察】

本研究より、aGVS (刺激強度:1.0mA, 周波数:1.0Hz) を反復的に施行することにより、立位重心動揺 (開眼・閉眼) が減少することが明らかとなった。前庭器官への交流電流刺激により、前庭機能が強化されたことにより、立位重心動揺が減少した可能性が考えられる。aGVSは、立位バランスを改善させる介入方法として有効である可能性が示唆された。

【結論】

前庭器官への交流電流刺激 (刺激強度:1.0mA, 周波数:1.0Hz) は、健康成人の立位重心動揺を減少させることが明らかとなった。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言に則り、被験者に実験内容を十分に説明し、同意を得た上で行った。

前庭ノイズ電流刺激が片脚立位重心動揺に与える影響の検証

小林 奈槻¹⁾・犬飼 康人^{1,2)}・宮口 翔太^{1,2)}・大西 秀明^{1,2)}

1) 新潟医療福祉大学 医療技術学部 理学療法学科
2) 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所

Key word / ノイズ電流刺激、前庭器官、片脚立位

【はじめに】

バランス障害は、高齢者の転倒を引き起こす危険因子であり、転倒を繰り返す高頻度転倒者は非転倒者に比べて、安静立位や片脚立位での重心動揺が高値を示すことが明らかとなっている (Melzer et al., 2004, Oliverira et al., 2018)。前庭ノイズ電流刺激 (nGVS) は、前庭求心性神経の機能を増強することが可能な非侵襲的な刺激方法である。先行研究において、0.4 mAまたは1.0 mAの刺激強度でのnGVS中に健康若年者の立位重心動揺が減少すること (Inukai et al., 2018a), 0.4 mAの刺激強度でのnGVS中に地域在住高齢者の立位重心動揺が減少することが報告されている (Inukai et al., 2018b)。しかしながら、nGVSが片脚立位時の重心動揺に与える影響については明らかとなっていない。本研究の目的は、nGVSが片脚立位時の重心動揺に与える影響を明らかにすることである。

【方法】

対象は健康若年者36名とした。nGVSの電極貼付位置は両側乳様突起とし、刺激電極には直径1.5cmの円形電極を用いた。対象者36名を0.2mAの刺激強度でnGVSを行う0.2mA群、0.4mAの刺激強度でnGVSを行う0.4mA群、Sham刺激 (0 mA刺激) を行うSham群にそれぞれ12名ずつランダムに振り分けた。各群ともに刺激前・刺激中の右脚片脚立位時の重心動揺を2回ずつ測定し、総軌跡長、平均動揺速度 (前後方向・左右方向)、実効値面積の平均値を算出した。混合要因二元配置分散分析 [グループ (0.2mA群, 0.4mA群, Sham群), 時間 (刺激前, 刺激中)] を行い、事後検定には対応のあるt検定を用いた。有意水準はいずれも5%とした。

【結果】

混合要因二元配置分散分析の結果、総軌跡長、左右方向平均動揺速度、前後方向平均動揺速度に交互作用 (グループ×時間) を認めた ($p<0.05$)。0.2mA群は、刺激前に比べて刺激中の総軌跡長、左右方向平均動揺速度、前後方向平均動揺速度が有意に減少した ($p<0.05$)。一方、0.4mA群ならびSham群では総軌跡長、左右方向平均動揺速度、前後方向平均動揺速度のいずれも刺激前と刺激中で変化を認めなかった ($p>0.05$)。

【考察】

本研究より、0.2mAでのnGVSは健康若年者の片脚立位時の重心動揺を減少させることが明らかとなった。nGVSは非侵襲的に前庭機能を向上させることが報告されており (Keywan et al., 2018), 0.2mAのnGVSにより前庭機能が向上した結果、片脚立位時の重心動揺が減少したと考える。0.2mAでのnGVSは、即時的に片脚立位バランスを改善させることができる有効な介入方法であることが示唆される。

【結論】

健康若年者の片脚立位時の重心動揺は、0.2mAのnGVS中に有意に減少することが明らかとなった。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言に則り、被験者に実験内容を十分に説明し、同意を得た上で行った。なお、本研究は新潟医療福祉大学倫理委員会の承認を得ている。

反復的な前庭ノイズ電流刺激が立位重心動揺に与える影響

斎藤 美樹¹⁾・犬飼 康人^{1,2)}・宮口 翔太^{1,2)}・大西 秀明^{1,2)}

1) 新潟医療福祉大学 医療技術学部 理学療法学科
2) 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所

Key word / ノイズ電流刺激、前庭器官、反復刺激効果

【はじめに】

近年、バランス障害に対する新たな治療法として前庭ノイズ電流刺激(nGVS)が注目されている。Inukaiら(2018)は、安静立位時にnGVSを行うと、刺激中の立位重心動揺が減少することを報告している。非転倒者と比べて易転倒性を呈する高齢者は、立位重心動揺が増加していることが明らかとなっており(Melzer et al., 2004)、立位重心動揺を減少させるnGVSは高齢者のバランス障害に対する有効な治療法である可能性が示唆されている。しかし、nGVSを反復的に施行した後にもたらされる介入効果については不明である。本研究の目的は、反復的なnGVS介入が介入終了後の立位重心動揺に与える影響を明らかにすることである。

【方法】

対象は健康成人24名(nGVS群:12名, コントロール群:12名)とした。nGVSには直径1.5cmの刺激電極を使用し、電極貼付位置は両側の乳様突起部とした。両群ともに重心動揺測定を2回行った後に、nGVS群はnGVS介入中(刺激強度:0.4mA, 刺激周波数帯:0.1-640Hz)、コントロール群はSham刺激介入中(刺激強度:0mA)の重心動揺測定を合計6回行った。さらに、介入終了直後に2回、介入終了10分後に2回の重心動揺測定を行った。重心動揺測定の測定条件は開眼閉脚立位とし、測定時間は30秒とした。介入前の2回の平均値をPre、介入1, 2回目の平均値を介入1, 介入3, 4回目の平均値を介入2, 介入5, 6回目の平均値を介入3, 介入終了直後の2回の平均値をPost0, 介入終了10分後の平均値をPost10として、総軌跡長、左右方向平均動揺速度、前後方向平均動揺速度を算出した。統計分析にはTukey法を用い、有意水準は5%とした。

【結果】

nGVS群では、総軌跡長はPreと比較して介入3, Post0, Post10で有意に減少した($p<0.05$)。また、前後方向平均動揺速度は、Preと比較して介入1, 介入2, 介入3, Post0, Post10で有意に減少した($p<0.01$)。一方、コントロール群ではいずれの項目においても有意な変化は認められなかった($p>0.05$)。

【考察】

先行研究において、30分間のnGVSは刺激終了4時間後まで重心動揺を減少させることが報告されている(Fujimoto et al., 2016)。本研究では、開眼閉脚立位にて30秒のnGVSを反復的に6回(合計180秒)行うと、刺激後の総軌跡長ならび前後方向平均動揺速度が減少することが明らかとなった。本研究結果より、nGVSは短時間であっても繰り返し行うことで、介入後の重心動揺を減少させる効果を有することが示唆された。

【結論】

反復的なnGVS介入は介入終了後の立位重心動揺を有意に減少させることが明らかとなった。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言に則り、被験者に実験内容を十分に説明し、同意を得た上で行った。なお、本研究は新潟医療福祉大学倫理委員会の承認を得ている。

短下肢装具による3時間の足関節固定が皮質脊髄路興奮性と歩行運動に与える影響

刈田 哲也¹⁾・松浦 晃宏²⁾・近藤 至宏¹⁾・森 大志³⁾

1) 大山リハビリテーション病院 リハビリテーション部
2) 広島国際大学 総合リハビリテーション学部
3) 県立広島大学 保健福祉学部

Key word / 皮質脊髄路興奮性、歩行、関節固定

【はじめに】

脳神経や筋骨疾患後のリハビリテーションでは関節固定を必要とする場面があり、歩行運動能力の再獲得のための下肢装具もその一つである。近年では、関節固定は局所の筋萎縮のみならず中枢神経活動にも影響を与えることが知られているが、下肢固定に伴う知見は多くない。本研究では短下肢装具による短時間の足関節固定が皮質脊髄路の興奮性や歩行時の関節運動へどのような影響を与えるかを検証した。この研究成果は、下肢装具の使用法や適応を検討する上で基礎的な情報を与えるものと期待される。

【方法】

健康成人7名(男性5名, 女性2名, 平均年齢 29.3 ± 7.2 歳)を対象とした。プラスチック短下肢装具(AFO)を用い、非利き足側の足関節を3時間固定した。固定前後の皮質脊髄路の興奮性を評価するために経頭蓋磁気刺激(TMS)を用いた。そのため、安静時に一次運動野の前脛骨筋(TA)と腓腹筋(Ga)の最遠頭皮位置へのTMSで導出される運動誘発電位(MEP)を記録した。歩行運動は、矢状面上の動作解析およびTAとGaの筋活動から評価した。動作解析は、至適速度での3メートル歩行をデジタルカメラ(120フレーム/秒)で撮影し、二次元動作解析ソフトを用いて歩行相各期(初期接地, 立脚終期, 遊脚初期)の足関節角度と遊脚中期時の腓骨頭高を測定した。TAとGaの筋活動は表面筋電図(EMG)を用いて記録した。一歩行周期を100%に正規化した上で階級幅10%の各筋の筋電積分値(iEMG)を算出し、最大等尺性収縮時のiEMGに対する割合(%iEMG)を求めた。歩行評価は各被験者に対し2回実施し、加算平均値を代表値とした。解析は各項目について固定前後での差の検定を行い、有意水準は5%とした。

【結果】

TA及びGaのMEPは固定後に有意に低下した。歩行相各期の関節角度のうち初期接地の足関節背屈角度と立脚終期の足関節底屈角度が有意に低下した。遊脚中期時の腓骨頭高については固定後に有意に高くなった。筋活動は固定前後で有意に変化しなかった。

【考察】

臨床リハビリテーションでしばしば用いる下肢装具による過度な関節固定は、皮質脊髄路興奮性および歩行時の足関節運動に影響をおよぼすことが示され、使用に伴う“負の要素”が存在することが明らかになった。

【結論】

臨床現場での下肢装具の使用に際しては、その適応や使用方法等の判断を慎重に行う必要があると考えられる。

【倫理的配慮、説明と同意】

全ての対象者に研究内容を説明して書面による同意を得た。本研究は、ヘルシンキ宣言に従い、県立広島大学研究倫理委員会の承認(第17MH066号)を得て実施した。

条件刺激の刺激位置の違いがpaired pulse depressionに及ぼす影響

小島 翔^{1,2)}・大鶴 直史^{1,2)}・宮口 翔太^{1,2)}・横田 裕丈^{1,2)}
齊藤 慧^{1,2)}・犬飼 康人^{1,2)}・白水 洋史³⁾・大西 秀明^{1,2)}

- 1) 新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科
2) 新潟医療福祉大学 運動機能医学研究所
3) 国立病院機構 西新潟中央病院

Key word / 脳磁図、paired pulse depression、機械的触覚刺激

【はじめに】

脳波や脳磁図によって記録される末梢神経刺激後の皮質活動は先行刺激によって減弱すること (Paired pulse depression; PPD) が報告されている。これまでの先行研究では、条件刺激と試験刺激の刺激間隔や条件刺激の刺激強度に依存してPPDの抑制度合いが変動することが報告されているものの、条件刺激の刺激位置の違いがPPDに及ぼす影響は不明である。そこで本研究の目的は、条件刺激の刺激位置の違いがPPDに及ぼす影響を明らかにすることとした。

【方法】

対象は健康成人7名 (25.9±6.1歳) であった。脳磁界計測には、Neuromag社製306チャンネル全頭型脳磁界計測装置を使用し、右示指を触覚刺激した時の体性感覚誘発磁界を計測した。触覚刺激には、KGS社製の機械的触圧覚刺激装置および点字様刺激ピン6本を用いた。刺激条件は、①示指先端を単発で試験刺激を行う条件 (single条件) に加え、条件刺激と試験刺激の二連発刺激条件として②試験刺激と同一部位に条件刺激を行う条件 (PPD_normal)、③試験刺激部位の2.4 mm近位に条件刺激を行う条件 (PPD_near)、④試験刺激部位の7.2 mm近位に条件刺激を行う条件 (PPD_middle)、⑤試験刺激部位の12.0 mm近位に条件刺激を行う条件 (PPD_far) を設定した。なお、試験刺激は全ての条件で同一部位に行い、条件刺激と試験刺激の間隔は100 msとし、各200回の刺激を2秒から3秒の間隔でランダムに行った。得られた波形はBrainstormを用いて、200回の加算平均波形より一次体性感覚野における電流強度を算出し、刺激後50 ms付近で確認される絶対値 (M50) を比較対象とした。PPDは、PPD条件の波形からsingle時の波形を差し引いた波形のM50を算出した。統計解析には、反復測定一元配置分散分析 (刺激条件要因) を用いて、主効果が認められた場合、事後検定としてFisher's LSD法を用いた。なお、有意水準は5%とした。

【結果】

各刺激条件で得られたM50は、5.45±2.45 pAm (single条件)、3.40±1.12 pAm (PPD_normal条件)、3.70±1.38 pAm (PPD_near条件)、3.74±1.26 pAm (PPD_middle条件)、2.38±1.52 pAm (PPD_far条件) となり、反復測定一元配置分散分析の結果、主効果を認めた ($F(4,24) = 6.7, P = 0.001$)。事後検定の結果、単発刺激時の振幅値に比べPPD_normal条件およびPPD_far条件で有意に小さな値を示し (PPD_normal条件、 $P = 0.024$; PPD_far条件、 $P = 0.001$)、その他の条件では有意な差が認められなかった。

【考察】

PPDは、GABA作動性ニューロンの活動や皮質活動周波数の変化が関与していると報告されている。本研究結果は、これまで報告されている作用機序に加え、条件刺激に対する受動的注意の影響が関連している可能性があると考えている。

【結論】

PPDによる抑制作用は、条件刺激の刺激位置によって異なることが示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言の趣旨に則り、かつ我々の所属する機関の倫理委員会の承認を得て行った。また、対象者には、書面および口頭にて実験内容に関する説明を十分に実施し、実験参加の同意を得た上で実施した。

立位姿勢における視覚及び体性感覚入力が前庭誘発筋電位へ与える影響

青木 修¹⁾・大谷 啓尊²⁾

- 1) 四條畷学園大学 リハビリテーション学部
2) 神戸国際大学 リハビリテーション学部

Key word / 感覚入力、立位、前庭誘発筋電位

【はじめに】

立位姿勢における個々の入力感覚はある程度の冗長性を持っており、感覚障害が生じた場合や置かれた環境によって、入力感覚の重みづけは変化すると考えられている。特に前庭系からの入力は視覚や体性感覚と比較して鋭敏ではなく、冗長性が高いことが示唆されている。本研究では、立位姿勢において入力感覚を変化させたときの、前庭系入力による姿勢への影響を、前庭誘発筋電位を用いて検討した。

【方法】

対象は下肢ならびに体幹に整形外科疾患を有さない健康若年者15名とした。被験者を重心動揺計上に両上肢体側下垂位で顔を90°左回旋させた閉脚立位をとらせた。前庭電気刺激は、両側乳様突起に貼付した電極 (5×5 cm) を通じて一方を陽極、他方を陰極とした矩形波電気刺激 (4 mA-20ms、2 Hz) を120回×2実施した (右陽極条件と左陽極条件)。5 cm間隔で貼付した左右の前脛骨筋 (Lt-TA、Rt-TA)、左右のヒラメ筋 (Lt-Sol、Rt-Sol) 電極から、刺激前50msから刺激後250msまでの電位を記録した。立位条件は閉眼閉脚立位 (EC)、開眼閉脚立位 (EO)、指尖支持による閉眼閉脚立位 (EC+T) の3条件とした。

筋電波形は刺激前50msの平均値 (背景筋電位) を差し引いた120回分を加算平均した。波形から、短潜時反応 (SL)、中潜時反応 (ML) を同定し、背景筋電位を基準とした百分率で最大値ならびに積分値を指標として算出した。

それぞれの指標について、立位条件間の比較をWilcoxon検定で行った。有意水準を5%と設定し、Benjamini-Hochberg法により補正した。

【結果】

Lt-TAでは、SL、MLの最大値とSLの積分値でEC条件が他の2条件よりも有意に高値を示した (すべて $p<0.04$)。MLの積分値はEC条件がEO条件よりも有意に高値を示した ($p<0.01$)。

Rt-TAでは、SLの最大値では有意差を認めなかった。MLの最大値、SL、MLの積分値でEC条件がEO条件よりも高値であった (すべて $p<0.02$)。

Lt-Solでは、SLの最大値では有意差を認めなかった。MLの最大値、積分値ではEC条件が他の2条件よりも高値を示した (すべて $p<0.04$)。SLの積分値ではEC条件がEO条件よりも高値であった ($p<0.01$)。

Rt-Solでは、SL、MLの最大値と積分値においてEC条件が他の2条件よりも有意に高値を示した ($p<0.001$)。

【考察】

入力感覚を変化させた立位姿勢において、前脛骨筋およびヒラメ筋ともに前庭誘発筋電位が得られたものの、立位条件による影響は右のヒラメ筋で顕著に観察できた。これは、前庭系からの入力による筋緊張の調整度合いが筋によって異なることを意味する。また、入力感覚ではEC条件とEO条件との比較で有意差がみられやすかったことから、視覚が前庭入力の抑制に影響を与えやすいことが示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は四條畷学園大学の倫理委員会に承認され、被験者には本研究の目的および方法を説明した上で書面による同意を得て研究を実施した。

歩行条件の違いによる表面脳血流動態の比較
機能的近赤外分光法での検討

真上 修一¹⁾・久本 萌美²⁾・中西 萌乃³⁾・猪野瀬 卓⁴⁾
飯田 修平⁵⁾

- 1) 前田病院 リハビリテーション科
- 2) 高木病院 リハビリテーション科
- 3) 王子生協病院 リハビリテーション科
- 4) 茨城リハビリテーション病院 リハビリテーション科
- 5) 帝京平成大学 健康メディカル学部 理学療法学科

Key word / 近赤外分光法、二重課題、前頭前野

【はじめに、目的】
歩行は始めに一次運動野と補足運動野が働き、その後脊髄のCentral pattern generator (以下CPG) により無意識下での歩行が可能になるため、大脳皮質は大きく関与しないとされている。最近、スマートフォンをしながらの歩行(以下スマホ歩行)が社会問題になっており、音楽を聴きながらの歩行(以下音楽歩行)も多く見られる。上記の2歩行では通常と異なる動作や刺激が脳に伝わるため運動野に影響があり、二重課題を行うことで注意機能に関与する前頭前野にも変化が見られると考える。そのため本研究では、基準となる通常歩行と上記の2歩行時の前頭前野・運動前野・補足運動野の表面脳血流動態を近赤外分光法を用いて計測し比較することで検証する。

【方法】
スマホを右手で操作している健常成人男女20名を対象とした。装置は、島津製作社製の携帯用光脳機能イメージング装置(以下LIGHTNIRS)を用い、全20チャンネル(以下ch)で前頭前野・運動前野・補足運動野の表面脳血流動態を計測した。LIGHTNIRSプローブの装着方法は、Miyaiらの本法を参照した。計16本のプローブを縦4列・横4列に被検者の前頭部から頭頂部にかけて配置した。この際、運動前野と補足運動野には脳波測定法の国際10-20法における、Cz点を通る両側の耳介を結ぶ線から3cm前方にchの後列(ch18~20)がくるように設定した。前頭前野には、Cz点と鼻根を結ぶ線を5分割し、鼻根から1/5上方をFpz点とし、Fpz点をFp1点とFp2点の間に設定して全20chで計測を行った。安静立位・通常歩行・音楽歩行・スマホ歩行の順にそれぞれ15秒間計測を行った。音楽歩行では、右手にスマホを把持し、両耳にイヤホン装着した。スマホ歩行では、右手にスマホを把持し、可能な限り早くフリック操作で五十音順に文字を打つよう指示した。また、どの歩行条件時も歩行速度は被験者の心地良い速度とした。解析方法は統計ソフトIBM社製のSPSSを用い、統計学的解析は一元配置分散分析後、Bonferroni検定を行った。有意水準はP<0.05とした。

【結果】
通常歩行と比較して、スマホ歩行において両側前頭前野に有意差が見られた。

【考察】
スマホ歩行ではスマホを操作しながら歩行したことにより、スマホに注意を向けると同時に運動の計画や企画を行ったため両側前頭前野が働いたと考えた。運動前野では有意差は見られなかった。しかし、通常歩行と比較してスマホ歩行・音楽歩行で表面脳血流動態に減少が見られた。これは、3つの歩行条件を連続して行ったことにより、歩行と環境に慣れたためと考える。補足運動野も有意差は見られなかったが、3条件すべてで表面脳血流動態が上昇した。これは、どの歩行においても補足運動野が歩行開始時に働くためであると考えられる。

【結論】
スマホ歩行では、スマホ操作と歩行の二重課題を行っており、スマホに注意が集中し、周囲への注意が散漫となる可能性が考えられる。このことは、スマホ歩行の危険性を示唆すると考える。

【倫理的配慮、説明と同意】
本研究は、ヘルシンキ宣言に従って行った研究である。帝京平成大学倫理委員会の承認(承認番号29-116)を得た上で、対象者には事前に研究手順を説明し、署名にて承諾を得た後に計測を開始した。尚、被験者への研究の目的の説明は、脳活動への影響を配慮して測定終了後に行うことも同意を得て実施した。

一定時間の他動運動が運動後抑制に与える影響 - 効果持続時間と反復効果の検討 -

木村 優太^{1,2)}・小島 翔^{3,4)}・大鶴 直史^{3,4)}・大西 秀明^{3,4)}

- 1) 新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究所
- 2) 神戸市立医療センター中央市民病院 リハビリテーション技術部
- 3) 新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科
- 4) 新潟医療福祉大学 運動機能医学研究所

Key word / 他動運動、運動後抑制、経頭蓋磁気刺激

【はじめに】
一定時間の反復随意運動後に皮質脊髄路興奮性は低下する。この現象を運動後抑制(PED)といい、運動の持続時間や反復運動のセット数に影響されて変動することが明らかになっている。一方、PEDは随意運動だけでなく他動運動後にも認められることが報告されているが、随意運動後のPEDと同様に他動運動の持続時間やセット数に応じて変化するか否かは不明である。そこで本研究の目的は、短時間の反復他動運動および他動運動の繰り返しによるPED持続時間に与える影響を明らかにすることとした。

【方法】
対象は健常成人15名(21.3 ± 0.83歳)とした。運動課題は右示指内外転他動運動とし、運動頻度は5 Hz、運動時間は5分間とした。皮質脊髄路興奮性の指標は運動誘発電位(MEP)とし、磁気刺激による反応を右第一背側骨間筋(FDI)から記録した。刺激部位は右FDIから最もMEPが導出される点とし、刺激強度は約1 mVのMEPが誘発される最小強度とした。本研究は実験1と実験2に分けて実施した。実験1では介入前のMEP計測後に、5分間の他動運動介入を行い、終了直後から15分間および20分後にMEP計測を行った。また、実験2では介入前のMEP計測後、5分間の他動運動と5分間のMEP計測を1セットとし、3セット繰り返した。記録されたMEPは1分間ごとに計測された12波形のうち、最大および最小値の波形を除き加算平均し、その波形の最大最小値を算出した。統計解析は各実験において反復測定一元配置分散分析後、事後検定としてFisher's LSD検定を用いた(有意水準: 5%)。

【結果】
実験1のMEP振幅値は、介入前(1.04 ± 0.02 mV)に対して介入直後から4分間(直後、0.62 ± 0.07 mV; 1分後、0.63 ± 0.09 mV; 2分後、0.71 ± 0.09 mV; 3分後、0.78 ± 0.09 mV)において有意な低下が認められた(p < 0.05)。実験2のMEP振幅値は、介入前(1.04 ± 0.02 mV)に対して1セット目で5分間(直後、0.56 ± 0.06 mV; 1分後、0.67 ± 0.07 mV; 2分後、0.79 ± 0.08 mV; 3分後、0.74 ± 0.09 mV; 4分後、0.82 ± 0.09 mV)、2セット目で4分間(直後、0.70 ± 0.08 mV; 1分後、0.65 ± 0.07 mV; 2分後、0.73 ± 0.09 mV; 3分後、0.71 ± 0.06 mV)、3セット目で3分間(直後、0.61 ± 0.11 mV; 1分後、0.75 ± 0.13 mV; 2分後、0.73 ± 0.10 mV)において有意な低下が認められた(p < 0.05)。

【考察】
10分間の他動運動を行った先行研究に比べ、実験1では持続時間が短かった。PEDは一次運動野(M1)の活動量に依存すると報告されており、本研究では短時間の運動でM1の活動量が少なかったことが起因していると考えられる。実験2では、随意運動と同様、他動運動の繰り返しにより同一の刺激が繰り返されたことでM1内もしくは一次体性感覚野からM1への抑制性作用が減弱しPED持続時間が短縮したと考えられる。

【結論】
5分間の反復他動運動によりPEDが認められ、その持続時間は運動を繰り返すことで短縮することが明らかとなった。

【倫理的配慮、説明と同意】
本研究はヘルシンキ宣言の趣旨に則り、また、対象者には、口頭にて実験内容に関する説明を十分に実施し、実験参加の同意を得た上で実施した。

有酸素性ペダリング運動が一次体性感覚野抑制作用および体性感覚時間弁別能に及ぼす影響

山崎 雄大^{1,2,3)}・山代 幸哉^{2,4)}・大西 秀明^{2,5)}・大鶴 直史^{2,5)}
小島 翔^{2,5)}・齊藤 慧^{2,5)}・佐藤 大輔^{2,4)}

1) 新潟医療福祉大学大学院 2) 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所
3) 日本学術振興会 特別研究員DC
4) 新潟医療福祉大学 健康科学部 健康スポーツ学科
5) 新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科

Key word / 有酸素性運動、二連発抑制、体性感覚弁別能

【はじめに】

一過性有酸素性運動が多くの脳機能を改善する可能性が指摘されているものの、有酸素性運動が一次体性感覚野(S1)の活動、およびS1が関連する体性感覚機能に与える影響は明らかでない。本研究では、体性感覚誘発電位(SEP)の二連発抑制(PPI)と、体性感覚時間弁別課題(STDT)を用いて、有酸素性運動による効果を明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象は右利きの健常若年者15名とし、実験1ではSEPおよびPPIを、実験2ではSTDTを計測した。いずれの実験も、20分の中等度運動を行う条件と、30分の低強度運動を行う条件、安静コントロール条件をランダムな順で実施した。運動はリカンベント型エルゴメーターによるペダリング運動とし、介入前後にそれぞれの計測を行った。実験1では、右正中神経に電気刺激を行い、C3'の位置からSEPを記録した。PPIの刺激間隔(ISI)は5、30、100msに設定した。Single SEPの解析はN20、P27、N20-P27の振幅および潜時とした。PPIはN20成分を対象とし、Single SEPと二連発刺激の二発目の成分との比で算出した。STDTはISI 0-120msの電気刺激を右手指先端にランダムな順で与えた。対象者はボタン押しにより刺激が1発であったか2発であったかを回答した。運動前後のSingle SEP、PPI、STDTの変化、およびPPIの変化とSTDTの変化の関係性について解析を行った。

【結果】

Single SEP振幅は、いずれの成分もそれぞれの試技で有意な変化は認められなかった。一方で、N20潜時は中等度運動の直後に有意に短縮した。PPIの変化について、中等度運動20分後のPPI 30msは低強度運動条件、コントロール条件と比較して有意に低かった。STDTはそれぞれの試技で有意な変化は認められなかった。一方で、実験1のPPIの変化と実験2のSTDTの変化には有意な相関が見られ、運動によってPPIが減弱する対象者ほどSTDTが改善した。

【考察】

運動によるN20潜時の短縮については、先行研究で報告されているように体温の上昇が影響していると予想される。また、中等度運動によるPPIの減弱については、運動に伴うカテコールアミンの増大が関係している可能性がある。運動によるPPIの減弱はSTDTの改善と関連していることが示されたが、この関係性は先行研究で報告されているものとは異なっていた。これは、先行研究で用いた非侵襲的脳刺激や末梢電気刺激によるPPIの変化と有酸素性運動によるPPI変化ではメカニズムが異なっているためだと考えられる。

【結論】

有酸素性ペダリング運動はPPIを減弱させることが明らかになった。また、運動によるPPIの変化はSTDTの変化と関係する可能性が示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言に基づいており、また、所属大学の倫理委員会の承認を得て実施した。実験内容・研究協力の任意性等について、書面および口頭にて十分に説明を行い、対象者の同意を得たうえで実験を実施した。

脳卒中患者における麻痺側上肢の痙縮と安静時脳波との関連

岡和田 愛実^{1,2)}・金子 文成¹⁾・米田 将基^{2,3)}・新藤 恵一郎¹⁾
赤星 和人^{1,4)}・里宇 明元¹⁾

1) 慶應義塾大学 医学部 リハビリテーション医学教室
2) 社会医療法人北斗 北斗病院
3) 慶應義塾大学大学院 医学研究科 医科学専攻
4) 社会医療法人北斗 十勝リハビリテーションセンター

Key word / 脳波、痙縮、脳卒中片麻痺

【はじめに】

脳波の強度や位相は覚醒状態や運動意図などにより変化するが、周波数帯域によってその特徴は異なる。 α 帯域のパワー値は安静や閉眼により増大し、運動意図やイメージにより減弱する。 β 帯域のパワー値は知的活動の遂行などにより変動するが、 α 帯域と同様に運動意図やイメージにより減弱する。

一方、先行研究では脳卒中片麻痺患者の安静時EEGについて、麻痺が重度なほど高周波数帯域(β , γ 帯域など)のパワー値が高いと報告されている(Thibaut A, et al, 2017)。重度上肢麻痺を呈する患者では、麻痺の重症度だけでなく痙縮の程度も動作に影響を与える。そこで本研究では、Stroke Impairment Assessment Set (SIAS) 上肢遠位が1A(手指伸展不能)の患者を対象とし、安静時EEGのパワー値と痙縮との関連を検証した。

【方法】

対象は脳卒中片麻痺患者12例(麻痺側;右5例,左7例,性別;男性9例,女性3例,年齢;50.0±12.5歳)で、発症から10か月~18年経過していた。取り込み基準は、SIAS上肢遠位が1Aで、初回発症で片側病変の者とした。

検査項目は、安静時EEGと痙縮の指標であるmodified Ashworth Scale (MAS)とした。安静時EEGは多チャンネル脳波計(NetStation System)を使用した。課題は安静5秒、手指伸展運動イメージ5秒とした。このうち本研究では安静2秒から4秒までの2秒間を解析した。課題は20試技実施した。解析区間中に瞬きなどがあった試技は除外した。解析チャンネルは損傷半球と非損傷半球のF3/4, C3/4, P3/4とした。周波数解析は α (8-13Hz), β (14-30Hz), γ (31-80Hz)帯域ごとにパワー値を算出した。MASは肘関節屈筋、手関節屈筋、手指屈筋についてそれぞれ計測した。1+は2に、2, 3, 4はそれぞれ3, 4, 5に変換し、MAS合計点を算出した。

統計学的解析として、各チャンネルにおける各周波数帯域の安静時脳波とMAS合計点の相関係数をPearsonの積率相関係数により解析した。有意水準は5%とした。

【結果】

MAS合計点は9.5±1.8点であった。 α 帯域において、損傷半球C3/4, P3/4, 非損傷半球C3/4にてMAS合計点と負の相関が認められた(損傷半球C3/4; $r = -0.668$, $p = 0.018$, 損傷半球P3/4; $r = -0.748$, $p = 0.005$, 非損傷半球C3/4; $r = -0.688$, $p = 0.013$)。 β , γ 帯域においてはMAS合計点と有意な相関が認められなかった。

【考察】

本研究の結果、両側感覚運動野周囲や損傷側頭頂葉周囲に配置した電極において、 α 帯域のパワー値が低いほど、痙縮は重度であった。先行研究では上肢麻痺の重症度をFugl-Meyer Assessmentにて評価し、麻痺が重度なほど高周波数帯域のパワー値が高いと報告されている。安静時EEGにおいて、痙縮の重症度は麻痺の重症度とは異なる周波数に反映される可能性がある。

【結論】

安静時EEGにおいて、痙縮の強さは両側感覚運動野と損傷側頭頂葉領域の α 帯域のパワー値と関連する。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は「ヘルシンキ宣言」あるいは「人を対象とした医学系研究の倫理指針」に沿って実施され、湘南慶育病院倫理委員会の承認を得た。データ収集、公表では個人情報特定できないように匿名化を行った。

刺激の提示頻度の違いが反応時間および事象関連電位に及ぼす影響

岩田 昂樹¹⁾・赤岩 眞悠¹⁾・齊藤 秀和²⁾・佐々木 健史³⁾
古名 丈人³⁾・菅原 和広³⁾

- 1) 札幌医科大学大学院 保健医療学研究所
2) 札幌医科大学 保健医療学部 作業療法学科 作業療法第一講座
3) 札幌医科大学 保健医療学部 理学療法学科 理学療法第一講座

Key word / P300、反応課題、事象関連電位

【はじめに】

提示頻度の異なる刺激をランダムに行い、低頻度に提示される刺激に選択的に注意を向けた時、P300などの事象関連電位が観察される。しかし、刺激の提示頻度の違いによる事象関連電位とreaction time (RT)の変化を報告した研究はほとんど見られない。そこで本研究は刺激の提示頻度を変化させた際の事象関連電位とRTの変化を調査した。

【方法】

対象は健康成人6名(21.8 ± 0.9歳)とし、右示指への電気刺激に対する反応課題時の脳電位を計測した。電気刺激はリング電極を用いて右示指と右小指に行い、提示頻度はそれぞれ2:8(低頻度条件)と8:2(高頻度条件)の2条件とした。課題は刺激を無視するignore課題、刺激回数を数えるcount課題、刺激に対してできるだけ早く右示指を伸展させるmovement課題の3つを行い、小指への刺激は全て無視するよう教示した。脳波電極は国際10-20法に従い、Fz、Cz、Pzに貼付し、基準電極は両耳朶に貼付した。計測時のSampling周波数は1000 Hz、Filterは0.1-200 Hzのband-passを用いた。電気刺激の刺激強度は各指の感覚閾値の3倍、刺激間隔は2000 msとした。RTは右示指への電気刺激から右示指伸筋の筋収縮開始までの時間とした。解析は右示指への電気刺激前100 msから刺激後500 ms区間で加算平均を行い、P100、N140、P300の振幅値と潜時を算出した。加算回数は全条件60回以上とした。統計処理はRTに対して対応のあるt検定、各成分の振幅値と潜時に対して二元配置分散分析とBonferroni法による多重比較検定を行った。有意水準は5%とした。

【結果】

RTは低頻度条件で277.1 ± 67.1 ms、高頻度条件で190.2 ± 53.9 msとなり、高頻度条件で有意に短縮した。交互作用はFzのP100、N140振幅、Cz、PzのP300振幅で認められ、事後検定ではFzのP100振幅でignore課題における条件間、N140振幅でmovement課題における条件間、Cz、PzのP300振幅で全課題の条件間に有意差を認めた。高頻度条件と比較して低頻度条件においてFzのP300、Cz、PzのP100、P300振幅が有意に高値を示し、Fz、Cz、PzのP300潜時が有意に遅延した。

【考察】

P100、P300は刺激に対する注意や評価、N140は刺激への選択的な注意や情報の処理活動を反映すると報告されている。Cz、PzのP300振幅においてignore課題を含む全課題で条件間の有意差を認めたことから刺激の提示頻度が能動的、受動的注意に影響する可能性が示された。提示頻度の高い課題と比較して提示頻度の低い課題を行った際、課題に関わる脳領域の活動が増加したと報告されており、本研究においても低頻度条件時に刺激への注意に関する脳活動が増加したことでP100やP300の振幅が増大した可能性がある。条件間でのP300潜時とRTの変化は、条件に応じて刺激への準備状態が変化し、刺激の知覚や評価に要する時間が変化することで生じた可能性がある。

【結論】

刺激頻度に応じて刺激への注意や準備状態が変化することでRTが変動することが示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言および厚生労働省の「人を対象とする医学系研究に係る倫理指針」に則ったものであり、対象者には事前に書面にて実験内容を十分に説明し、実験参加への同意を得て行った。なお本研究は札幌医科大学倫理委員会の承認を得て実施したものである(承認番号:29-2-58)。本研究において開示すべき利益相反にあたる企業等はない。

運動課題の目的の明確性の違いが同側一次運動野皮質内抑制機能およびそのラテラルリティに及ぼす影響

松本 卓也¹⁾・桑原 貴之²⁾・桐本 光³⁾

- 1) 埼玉医科大学病院 リハビリテーション科
2) 新潟大学地域医療センター 魚沼基幹病院
3) 広島大学大学院 医系科学研究科 感覚運動神経科学教室

Key word / 同側一次運動野、皮質内抑制機能、ラテラルリティ

【はじめに】

一側上肢の運動時には運動肢と対側のみならず同側一次運動野(M1)の興奮性も増大する。同側M1の興奮性増大は単純な運動課題より複雑な運動課題や課題の目的が明確な運動課題時に起こることを示唆する報告はあるが、その詳細は未解明な部分が多い。非侵襲的にヒトのM1の興奮性を評価する手法として2連発経頭蓋磁気刺激法(TMS)が用いられている。この手法では、閾下の条件刺激の3 ms後又は閾値上の条件刺激の100 ms後に閾値上の試験刺激を与えた場合、試験刺激のみを与えた場合と比較して運動誘発電位(MEP)の振幅は低下する。この抑制現象は短潜時皮質内抑制(SICI)、長潜時皮質内抑制(LICI)と呼ばれている。右利き被験者において安静時のSICIとLICIは右より左M1で強く作用する、即ちラテラルリティの存在が報告されているが、運動時におけるラテラルリティについては明らかではない。本研究では、SICIとLICIを指標とし、課題の目的の明確性が同側M1の興奮性に影響を及ぼすか否か、又その変化にはラテラルリティが存在するか否かを検証した。

【方法】

右利きの健康成人12名を対象とした。被験者は、自己ペースの単純タッピングとそれよりも課題を遂行する目的が明確な3種類の課題(キーボード上の光るキーを叩打する光刺激追従課題、キーボードへの疑似単語又は実単語の入力課題)を利き手、非利き手で行った。安静時、運動課題時に運動肢と同側M1への単発又は2連発TMSを行い、安静肢の第一背側骨間筋からMEPを記録した。2連発TMSの刺激間隔は3 ms、100 msとし、SICI、LICIをそれぞれ評価した。

【結果】

安静時と比べ、利き手での光刺激追従課題遂行時に同側M1内のSICIは有意に減弱した(p<0.05)。光刺激追従課題時の同側M1内のSICI及び単純タッピング課題遂行時の同側M1内のLICIは非利き手での課題遂行時と比べ、利き手での課題遂行時に有意に減弱した(p<0.05)。

【考察】

本研究結果から、1)手指運動課題時の同側M1におけるSICI、LICIの変化は非利き手よりも利き手での運動で大きい、2)安静時と比べ、利き手での視覚誘導性運動時に同側M1内のSICIは減弱する、3)課題が含有する目的の明確性は同側M1におけるLICIの変化に影響を及ぼさない、以上のことが明らかになった。以上の結果は、単なるタッピング運動よりも、光刺激を追従する手指運動を利き手で行った場合には同側のM1が興奮しやすいことを示唆する。

【結論】

運動肢と同側M1の皮質内抑制機能は、非利き手よりも利き手での光刺激を追従する手指運動課題時に減弱する傾向が認められた。単純なタッピング運動より課題の目的が明確な運動課題を遂行しても必ずしも同側M1の皮質内抑制機能を減弱させるとは限らない。理学療法において、随意運動が困難な脳卒中片麻痺患者へのアプローチとして、非麻痺手の運動により、その同側M1、即ち損傷半球M1の興奮性増大を目的とした介入方法の発展の一助になると考えられる。

【倫理的配慮、説明と同意】

被験者には、予め実験内容に関する十分な説明を行い、本実験への参加についての同意を書面へのサインにより得た。尚、本研究はヘルシンキ宣言の趣旨に則り計画され、新潟医療福祉大学倫理委員会からの承認を得た。

末梢神経電気刺激が体性感覚機能に及ぼす影響

安藤 希¹⁾・齊藤 慧^{1,2)}・酒井 彩希¹⁾・田辺 萌¹⁾
小島 翔^{1,2)}・大西 秀明^{1,2)}

1) 新潟医療福祉大学 医療技術学部 理学療法学科
2) 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所

Key word / 末梢神経電気刺激、刺激強度、触覚方位弁別覚

【はじめに】

体性感覚機能を変化させる方法のひとつに末梢電気刺激がある。先行研究において、手指に対して末梢電気刺激を与えることで2点識別覚が向上することが明らかになっている。しかし、正中神経などの末梢神経を刺激したときに体性感覚機能がどのように変化するのは明らかになっていない。2点識別覚の向上には一次体性感覚野の興奮性が重要な役割を担っていることから、正中神経に対して末梢神経電気刺激(PES)を与えたときにも体性感覚機能は向上する可能性がある。本研究では正中神経に対するPESが触覚方位弁別能力に与える効果を検証した。

【方法】

対象は健康成人15名(女性:10名,男性:5名,平均年齢:20.9±0.44歳)とした。PESは右手関節部にて正中神経に対して20Hzの刺激パルス(1秒on-5秒off)の刺激サイクルで30分間与えた。刺激強度は刺激を知覚しはじめる強度の1.2倍(低強度PES)と母指の筋収縮が出現する強度の1.2倍(高強度PES)の2条件とした。体性感覚機能の評価として、触覚方位弁別課題(GOT)をPES前(pre)とPES終了直後(post)、PES終了20分後(post20)に実施した。GOTでは異なる幅(3.0, 2.0, 1.5, 1.2, 1.0, 0.75, 0.5, 0.35mm)の縞が刻まれたドーム状の接触器を右示指に押し当て、縞の方向を回答させた。データ解析として、各刺激幅において算出した正答率をプロットし、一般化線形モデルに基づきロジスティック曲線により回帰した。回帰によって得られる心理物理曲線から75%の確率で正答できる刺激幅(GOT閾値)を算出した。統計解析として、各計測時間のGOT閾値を比較するためにFriedmanの検定を用いた。また、刺激前のGOT閾値とPESによって生じるGOT閾値の変化率の間にある関係を検証するために、ピアソンの相関係数を用いた。有意水準はいずれも5%とした。

【結果】

GOT閾値は、低強度PESではpreが 0.99 ± 0.26 mm, postが 1.01 ± 0.35 mm, post20が 1.05 ± 0.39 mm, 高強度PESではpreが 0.97 ± 0.20 mm, postが 0.98 ± 0.22 mm, post20が 0.97 ± 0.24 mmであり、いずれの刺激強度でも有意な変化は認められなかったが、高強度PES条件でのみpostでのGOT閾値の変化率とpreのGOT閾値の間に負の相関関係が認められた($r = -0.55$, $P = 0.03$)。

【考察】

刺激前のGOT閾値が高いほど、高強度PESを与えることでGOT閾値が低下することが明らかになった。高強度PESの刺激効果には刺激前の体性感覚機能が大きく影響すると考えられる。

【結論】

正中神経に対する高強度PESは触覚方位弁別覚に影響をもたらすが、その刺激効果は刺激前の弁別閾値によって変化する。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は本学倫理審査会の承認後、対象には実験の内容について説明し書面にて同意の得られた上で、実験を実施した。

郛門への経穴刺激理学療法抑制手技の実施は実施直後以降より脊髄運動神経機能の興奮性を低下させる

前田 翔梧¹⁾・伊藤 夢基¹⁾・島地 陽登¹⁾・松下 可南子¹⁾
安井 柚夏¹⁾・福本 悠樹^{1,2)}・東藤 真理奈^{1,2)}・谷 万喜子^{2,3)}
鈴木 俊明^{1,2,3)}

1) 関西医療大学 保健医療学部 理学療法学科
2) 関西医療大学 保健医療学部 臨床理学療法学教室
3) 関西医療大学大学院 保健医療学研究科

Key word / 経穴刺激理学療法、F波、郛門

【はじめに】

刺激直後から短母指外転筋に対応した脊髄運動神経機能の尺沢への経穴刺激理学療法(Acupoint Stimulated Physical Therapy; 以後ASPT)抑制手技は、短母指外転筋に対応した脊髄運動神経機能の興奮性を抑制させたと報告されている。加えて刺激直後からヒラメ筋に対応した脊髄運動神経機能の崑崙へのASPT抑制手技もヒラメ筋に対応した脊髄運動神経機能の興奮性を抑制させたと報告されている。これらの報告では対象筋を通る経絡上の経穴が対象であるが、支配神経の走行上の経絡に対する検討は行われていない。そこで本研究は、短母指外転筋の支配神経である正中神経の走行上に存在する郛門へASPT抑制手技を行い、F波を用いて脊髄運動神経機能の興奮性変化を検証した。

【方法】

健康者10名(平均年齢:20.3±0.6歳)に対し、安静状態でのF波計測後(安静)、手厥陰心包経の郛門にASPT抑制手技を1分間実施し、F波を計測した(ASPT中)。さらにASPT実施直後、5分後、10分後、15分後にもF波を記録した。F波計測にはViking Quest Ver9.0(Natus社製)を用い、最大上刺激の1.2倍強度にて左手関節部の正中神経を刺激し、左母指球上の筋群より記録した。なお、刺激持続時間を0.2msとし0.5Hzの頻度にて30回刺激した。F波分析項目は、出現頻度、振幅F/M比とした。次にASPT手技は、前腕掌側中央部よりやや遠位、かつ長掌筋と橈側手根屈筋の間に位置する郛門に対し5N/sの速さで垂直方向に疼痛閾値の圧刺激を与えた。なお疼痛閾値は、組織硬度計/圧痛計OE-220(伊藤超短波株式会社製)にて郛門へ痛みを感じる圧刺激を3度加え、その平均値をもって個人の疼痛閾値と設定した。

【結果】

振幅F/M比は全ての試行間において差を認めなかった。F波出現頻度はASPT中と比較して実施直後、5分後、10分後、15分後にて低下、さらに安静と比較してASPT実施15分後にて低下傾向($p = 0.07$)を認めた。

【考察】

鈴木らはASPTの垂直方向圧刺激が脊髄運動神経機能の興奮性に抑制へと働くとし、その機序として体性感覚が脊髄内の抑制介在ニューロンを介し、運動ニューロンの興奮性を抑制させたとしている。そして郛門が存在する皮膚におけるデルマトームはTh1に対応し、本研究で用いた痛覚の1次ニューロンは、脊髄内で1ないし2髄節間を上下行するとされる。F波記録筋である母指球上の筋群のうち短母指外転筋の支配レベルはC7であることから、Th1レベルで与えられた痛覚刺激が2髄節上行し、C7領域の支配筋である短母指外転筋に影響したと考える。さらに本研究では振幅F/M比は変化せずに出現頻度のみの低下を認めたが、これは脊髄前角細胞個々の興奮性に変化を認めず、再発火する脊髄前角細胞数が低下したと考える。

【結論】

ASPT抑制手技は、実施直後から脊髄運動神経機能興奮性を低下させる可能性がある。さらに実施15分後には、脊髄運動神経機能の興奮性が安静値よりもさらに低下する可能性がある。

【倫理的配慮、説明と同意】

対象者には、本研究の意義・目的・方法、加えて研究への参加により生じる危険性やその配慮、参加の自由と棄権の権利について十分な説明を行い、書面にて同意を得て実施した。なお、本研究において開示すべき利益相反はない。

領域間の半球間抑制から見た外側前頭前野に対する経頭蓋直流電流刺激効果の検証

上原 信太郎^{1,2)}・Mawase Firas^{2,3)}・Cherry-Allen Kendra²⁾
Runnals Keith²⁾・Khan Maheen²⁾・Celnik Pablo²⁾

- 1) 藤田医科大学
2) Johns Hopkins University
3) Israel Institute of Technology

Key word / 経頭蓋直流電流刺激、二連発経頭蓋磁気刺激、外側前頭前野

【はじめに】

外側前頭前野 (PFC) は高次な認知・運動処理において重要な役割を担い、同領域の機能低下によって様々な高次機能に問題が生じることが知られている。近年、経頭蓋直流電流刺激 (tDCS) による神経興奮性修飾作用を期待して、同領域への刺激介入による機能向上への試みがなされている。しかし、tDCSによる興奮性修飾効果はその多くが一次運動野 (M1) での検証結果に基づいており、PFCの興奮性変化を支持する神経生理的根拠は乏しいのが現状である。そこで本研究は、PFCへのtDCS介入が同領域の神経興奮性を修飾する可能性について、経頭蓋磁気刺激 (TMS) を用いた神経生理的指標を基に検証を行った。

【方法】

まず、健常成人15名を対象とし、PFCへのtDCS介入前後で神経興奮性を評価した (実験1)。PFCの興奮性変化を捉えるための間接的指標として、同領域から対側一次運動野 (M1) への半球間抑制 (PFC to M1 interhemispheric inhibition: PFC-M1 IHI) 効果に着目した。これは、左側M1に対する試験TMS刺激の50ms前に条件TMS刺激として右側PFCを刺激することで、試験刺激によって誘発される右第一背側骨格筋からの筋電位振幅が小さくなる現象を指す。この抑制度合いに変化が生じた場合、PFC領域の神経興奮性が変化しているものと解釈した。条件・試験TMS強度は、それぞれ安静時間値の120%、約1mVの誘発電位が記録できるTMS強度とした。tDCS介入時、刺激電極は右PFC領域 (MNI座標 [41, 28, 31]) と左眼窩上部に設置され、刺激は陽極、陰極 (2mA、15分)、そして擬似刺激 (30秒) の3条件下で与えられた。実験は二重盲検・クロスオーバーデザインに基づき、同一被験者が各刺激条件下での実験に参加した。PFC-M1 IHIはtDCS介入の前・後 (刺激後0、10、20分) で測定し、その経時的変化を検証した。また、同指標が何らかの介入によって変化し得ることを確認するため、異なる15名の健常成人において、PFC領域の貢献が明らかとなっている視覚-運動応答課題実行中に同指標の計測を行った (実験2)。この時、参加者には、呈示される視覚刺激に応じて右側示指でのキー押しをできるだけ早く且つ正確に実行することを求めた。

【結果】

分散分析 (刺激条件x時間) の結果、tDCS介入による刺激極性特異的なPFC-M1 IHIの変化は確認できなかった (要因間交互作用、 $p > 0.05$)。一方で、反応課題実行中、特に運動応答が発揮される直前にPFC-M1 IHIは減弱することが確認された ($p < 0.05$)。

【考察】

PFCからM1への抑制強度は運動課題の文脈に応じて変化する一方で、tDCS介入による変化は確認できなかった。このことから、PFC領域へのtDCS介入は、同領域の神経興奮性を高い確実性を持って修飾できないか、或いはPFC-M1 IHIの変化として検出できる程の十分な興奮性変化を誘導できないことが示唆された。

【結論】

右側PFCに対するtDCS介入は、PFCから対側M1への半球間抑制強度に影響しない。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はJohns Hopkins University School of Medicine Institutional Review Boardの承認を経た上で行われた。実験上の全ての手続きはヘルシンキ宣言の原則を遵守し、実験参加者には口頭および紙面にて実験についての十分な事前説明を行い、実験は参加者からの同意 (同意書への署名) を得た上で行われた。

異なる両側運動課題が体性感覚誘発電位に及ぼす影響

諏訪 翔真

広島大学大学院 医系科学研究科 生体環境適応科学研究室

Key word / 体性感覚誘発電位、両側運動、gating

【はじめに】

両側運動を行うとその運動様式によって行い易さが異なることが報告されており、その差異によって得られる脳応答が異なる可能性が考えられる。また、運動遂行によって一次体性感覚野の応答が減少すること (gating) が知られているが、両側運動時に体性感覚情報がどのように処理されているかは不明である。そこで本研究では異なる両側上肢運動遂行時の一次体性感覚野の皮質活動を評価し、両側上肢運動による感覚運動統合のメカニズムを調べることを目的とした。

【方法】

対象は右利き健常成人11名 (24.0±3.1歳) であった。被験者は肩関節軽度屈曲・肘関節屈曲60°・前腕回内位でリクライニングシートにもたれた状態で座り、運動課題を行った。運動課題は、1) 安静、2) 対称 (左右示指外転)、3) 非対称 (右示指外転・左示指内転) の3条件とした。被験者は筋電図のフィードバックを前方1メートルに置かれたモニターより受けながら、示指外転位10°で最大随意収縮の30%を維持した。脳波計測は、右尺骨神経に経皮電気刺激を行い、左頭頂部より体性感覚誘発電位 (somatosensory evoked potential: SEP) を導出した。記録電極は国際10-20法のC3より2cm後方 (C3') に、基準電極は左耳朶 (A1) に設置した。SEPは10,000倍に増幅され、サンプリング周波数4,000Hzで記録した。通過帯域は0.5-1,000Hzとし、300回分の記録を加算平均処理した。尺骨神経への経皮電気刺激は持続時間0.2msの矩形波を、強度は運動閾値、頻度は3Hzで行った。Base lineは刺激開始前50msから0msとし、解析区間は刺激開始前50msから刺激開始後100msとした。各条件で得られたSEP成分 (N20, P25, N33, P45) の振幅値を計測し、得られた振幅値は、安静条件の値で正規化した。運動課題試行中の%EMGおよび各条件におけるSEP振幅値の平均値の差の検定には、反復測定一元配置分散分析を行った。Mauchlyの球面性の検定の結果、有意確率が5%未満の時は、Grrenhouse-Geisserのイプシロンによって修正した自由度を採用した。事後検定にはBonferroniの多重比較検定を使用し、有意水準は5%未満とした。

【結果】

各条件における%MVCに有意な差はなく、各対象者ともに同等の運動課題を遂行できた。反復測定一元配置分散分析の結果、P25およびN33の振幅値に有意な差が認められた (P25: F2, 20=5.19, $p < 0.05$, N33: F2, 20=18.81, $p < 0.001$)。多重比較検定の結果、P25の振幅値は安静条件と比較して非対称条件で有意に低下した ($p < 0.001$)。また、N33の振幅値は、安静条件と比較して対称条件 ($p < 0.001$) および非対称条件 ($p < 0.001$) で有意に低下した。

【考察】

先行研究では両側運動が鏡面対称に動くこと、つまり同名筋を同時に活性化することを好み、運動学的にも対称運動は非対称運動よりも安定し、正確に行えることが報告されている。本研究より、両側運動の運動様式によって、運動制御に際して感覚情報を上位中枢に伝える働きが異なることが示唆された。

【結論】

両側運動時には対称運動と比較して非対称運動においてgating量が増大することが示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、ヘルシンキ宣言の趣旨に則り、かつ広島大学疫学倫理審査委員会の承認を得て行った (承認番号: E-1657)。また、対象者には本研究の概要について書面および口頭にて説明を行い、参加の同意を得た。

In vivoでの脳神経活動の観察を可能にするヘッドマウント小型顕微鏡の作製と運動学習メカニズムの解明に向けて

藤原 一樹¹⁾・九里 信夫²⁾・藤田 直人¹⁾・越智 亮介¹⁾
浦川 将¹⁾

1) 広島大学大学院 医系科学研究科 運動器機能医科学研究室
2) 産業総合研究所 人間情報科学研究部門

Key word / 運動学習、In vivo、カルシウムイメージング

【はじめに】

リハビリテーション課題における運動学習には、大脳皮質や皮質下神経回路における制御を介した神経の可塑的变化が誘導されるが、その詳細なメカニズムについては不明な点も多い。神経細胞レベルの発火頻度変化を、運動学習中にリアルタイムで観察するには、カルシウムイメージングの技術が有用である。現在、導入を進めているヘッドマウント小型顕微鏡は、比較的安価で作製でき、自由行動下で複数の神経活動を同時計測できる。このカルシウムイメージングと行動実験や組織学的解析を行うことで、運動学習メカニズムの解明が期待できる。

【方法】

作成した小型顕微鏡は、産業総合研究所人間情報科学研究部門の九里信夫先生監修のもと、カリフォルニア大学ロサンゼルス校の研究チームがオープンソースとして公開しているものを参考にした。ラットの脳内にイメージングに必要なG-CaMPをアデノ随伴ウイルス(AAV5-CamK2-GCaMP6f-WPRE-SV40 Penn Vector Core, 米国)によって発現させ、一次運動野領域に直接GRIN (graded index lens) レンズを埋め込み、観察を行った。G-CaMPは、緑色蛍光タンパク質(GFP)とカルシウム結合タンパク質であるカルモジュリンが結合しており、Ca²⁺が結合することで緑色蛍光タンパク質の構造が変化する。それにより蛍光強度が変化し、神経細胞の活動電位発生を観察することが可能となる。観察終了後、イソフルランにて深麻酔状態にし、4%パラホルムアルデヒドにて灌流固定を行った。脳を摘出後、ミクロトームにて50 μmの冠状切片を作製した。作製した切片はDAPI染色液にて染色後、蛍光観察を行った。

【結果】

今回のカルシウムイメージング観察では脳神経活動を明確に捉えることはできなかった。イメージングを行った脳を摘出し、蛍光顕微鏡でG-CaMPの発現位置を確認したところ、G-CaMPはレンズの直下ではなくレンズ側方に発現していた。

【考察】

脳に埋め込むGRINレンズには直径や長さ、レンズ内部への加工など様々な種類が存在する。観察後の組織学的検討結果から、大脳皮質浅層での観察には、レンズ直下のみならず、レンズ周囲の広い範囲から集光できるプリズム加工されたものを使用する方が、観察に適していることが示唆された。

【結論】

小型蛍光顕微鏡を用いたカルシウムイメージングは、自由行動下での同一の神経活動を長期間観察できるというメリットがある反面、うまく撮影ができないことも多い実験手法である。また撮影箇所は特定の脳領域に限られ、興奮性による活動か、抑制性による活動かを判断することは難しい。そのため組織学的解析と並行して実験を進めることで、広範囲の脳領域の観察を行い、運動学習前後の脳活動領域や活性化された細胞の種類について明らかにすることで、より詳細な運動学習メカニズムの解明に繋がると考えている。今後は、数種類の運動課題を組み合わせ、c-fosなど最初期遺伝子の発現とともに検討していく。

【倫理的配慮、説明と同意】

全ての実験は産業総合研究所の施設倫理に従い行った。

相反筋に投射する皮質脊髄興奮性に対する視覚固有覚刺激の影響

鈴木 貴子¹⁾・鈴木 誠²⁾・金村 尚彦¹⁾・濱口 豊太¹⁾

1) 埼玉県立大学 保健医療福祉学部
2) 東京家政大学 健康科学部

Key word / 固有覚、視覚、皮質脊髄興奮性

【はじめに】

固有覚や視覚などの多感覚情報の統合が、正確な運動を実行するための重要な役割を担っている。近年では、固有覚あるいは視覚入力によって皮質脊髄の興奮性が増加することが示されている(Lapoleら, 2015; Wrightら, 2016)。しかし、固有覚と視覚を統合した刺激が、運動の主動筋および拮抗筋に投射する皮質脊髄興奮性に及ぼす影響については明らかになっていない。本研究では、固有覚刺激と視覚刺激に不一致を生じさせた観察課題を作成し、相反的な筋に投射する皮質脊髄興奮性の変化を観察することを目的とした。

【方法】

健常成人20名を対象とし、橈側手根屈筋(FCR)および橈側手根伸筋(ECR)から運動誘発電位(MEP)を記録した。まず、経頭蓋磁気刺激(TMS)にて両筋を同時に刺激する最適部位を探索するため、頭皮上の25カ所を刺激して誘発されたMEP振幅を基に運動野マップを作成し、そのcenter of gravity (CoG)を算出した。観察課題中は、両筋のCoGの中心にTMSコイルを固定した。

観察課題は、4種類の条件をランダムな順序で、それぞれ20試行実施した。条件1では、黒色スクリーンを対象者に注視させてTMSを行った。条件2にはモザイク画像、条件3には手関節の静止画像、条件4には手関節屈曲の動画を用い、各画像を注視している対象者のECR腱に80 Hzの振動刺激を4秒間行った。また振動刺激の直後にTMSを行った。

【結果】

全ての対象者が腱の振動刺激によって手関節屈曲の運動錯覚を生じた。振動刺激の有無による皮質脊髄興奮性の変化を検討するため条件1と条件2におけるMEP振幅を比較したところ、ECRについては条件1よりも条件2で有意に増加した。一方FCRについては、条件間に有意差を認めなかった。次に、固有覚と視覚の不一致による影響を検討するため、条件3および条件4におけるMEP振幅を条件2における振幅で除して正規化した上で比較した。その結果、ECRにおける正規化MEP振幅は、条件4よりも条件3で有意に高かった。一方FCRの正規化MEP振幅は、条件3よりも条件4で有意に高かった。

【考察】

固有覚入力により、ECRに投射する皮質脊髄興奮性が増加したもののFCRは変化しなかった。また、固有覚と視覚に不一致を生じさせた刺激ではECRに投射する皮質脊髄興奮性が増加した。Haguraら(2007)は、振動刺激による運動錯覚中に静止画像を視聴させた場合、多感覚情報の統合に関与する後頭頂葉の活動が増加したことを報告している。頭頂葉と運動前野および一次運動野間に神経投射が存在することから(McGuireら, 2011)、固有覚および視覚の不一致がECRに投射する皮質脊髄興奮性に影響を及ぼしたものと推測される。本研究の知見は、脳卒中の理学療法における視覚固有覚刺激の提示方法の検討に貢献しうる。

【結論】

固有覚と視覚の不一致により運動の拮抗筋に投射する皮質脊髄興奮性が増加した。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は埼玉県立大学倫理委員会によって承認され、ヘルシンキ宣言に則って実施された。また、全ての対象者にはあらかじめ実験内容に関する十分な説明を行い、本実験への参加についての同意を文書にて得た。

運動強度の異なる筋力増強運動がマウス骨格筋の肥大や筋力および脂質代謝に与える影響

脇川 大誠¹⁾・畠山 隼平¹⁾・木下 沙英¹⁾・椿 俊哉¹⁾
井上 翔太¹⁾・脇本 祥夫¹⁾・李 晶欣¹⁾・多鹿 理絵¹⁾
森山 英樹²⁾

1) 神戸大学大学院 保健学研究科
2) 神戸大学 生命・医学系保健学域

Key word / 運動強度、筋肥大、筋力増強

【はじめに、目的】

臨床現場において、高強度の筋力増強運動が筋肥大に効果的であると広く受け入れられている。しかし、近年の基礎研究は、高強度のトレーニングは筋の生理に対して負の影響を及ぼすことを報告しており、筋量や筋力、さらには代謝を増加させることに最適な筋力増強運動の強度は未だ不明である。また、筋線維はI型線維とII型線維に大別され、筋肥大をもたらすのに最も効果的な運動強度はそれぞれの筋線維タイプに特異的であることが示唆されている。しかしながら、この仮説は実験的研究によって十分に検証されていない。したがって、本研究では、筋力や代謝を増加させることに効果的な筋力増強運動の強度を明らかにし、さらにはI型線維とII型線維の肥大を促進する運動強度が異なるのか否か検証することを目的とした。

【方法】

合計16匹の7週齢雄性C57BL/6Jマウスを、介入を行わない通常飼育群と介入強度の異なる3つの運動群にそれぞれ4匹ずつ無作為に分けた。自家作製したラダートレーニング機器を使用して、低強度・中等度強度・高強度の筋力増強運動を3日に1回の頻度で2か月間行った。最終運動24時間後、握力測定試験と体重測定を行い、上腕三頭筋、肝臓を採取した。各組織湿重量を測定し、上腕三頭筋は凍結保存した。作製した凍結切片にSDH染色を施し、筋線維平均横断面積を算出した。統計学的解析には、一元配置分散分析とStudent's t検定による多重比較を行った。

【結果】

体重および上腕三頭筋の相対湿重量比は群間に有意な差が認められなかったが、肝臓の相対湿重量比において、中等度強度群で通常飼育群と比較して有意に低値を示した ($p < 0.05$)。全線維及びII型線維において、高強度群で通常飼育群と比較して有意な肥大が認められた一方、I型線維では高強度群に加え、中等度強度群においても、通常飼育群と比較して有意な肥大が認められた ($p < 0.05$)。筋力を体重または上腕三頭筋の筋湿重量で除した相対筋力と筋質において、中等度強度群で通常飼育群と比較して有意な増加が認められた ($p < 0.05$)。

【考察】

本実験において、II型線維の肥大には高強度の負荷が必要であったのに対し、I型線維では中等度の強度で肥大を招いた。これは、サイズの原理や筋線維がもつ特性から運動刺激に対してI型線維とII型線維が異なる同化反応を示したためであると考えられる。また、筋力では中等度強度で有意に増強された一方、高強度では増強されなかった。筋力増強運動による急性効果が48時間続くと考えられており、本実験で筋力測定を行った運動24時間後では、高負荷に対する十分な疲労回復がなされていなかった可能性が示唆される。

【結論】

本研究によって筋肥大をもたらす筋力増強運動の強度は、筋線維タイプに依存して異なることが明らかとなった。また、筋力増強および脂質代謝の亢進には、中等度強度の筋力増強運動が効果的である可能性が示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

神戸大学動物実験委員会の承認を得た (承認番号: P180602)。

心肺運動負荷試験中の脳酸素化応答と運動耐容能の関連

小島 将^{1,2)}・森下 慎一郎²⁾・堀田 一樹²⁾・秦 偉翔²⁾
椿 淳裕²⁾

1) 新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究所
2) 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所

Key word / 心肺運動負荷試験、脳酸素化応答、運動耐容能

【はじめに】

近赤外線分光法 (NIRS) は脳酸素化ヘモグロビン (O_2Hb) から脳の神経活動や血流変化を計測できる。心肺運動負荷試験 (CPET) は運動耐容能の評価として多く用いられている。運動習慣がある者はCPET中の前頭前野 (PFC) の O_2Hb が高値を示すと報告されているが、運動耐容能の違いによる O_2Hb の経時的変化や O_2Hb と運動耐容能の関係は不明である。本研究の目的は運動耐容能の違いによる O_2Hb の経時的変化、 O_2Hb と運動耐容能の関連を明らかにすることである。

【方法】

本研究は健康成人男性23名が参加した。自転車エルゴメータを用いて安静4分とウォームアップ4分後、ramp20 (20watt/分) のCPETを実施した。安静からCPET終了までNIRSを用いてPFCの O_2Hb を計測した。また、呼吸ガス分析装置を用いて最高酸素摂取量 (VO_{2peak}) を計測し、 VO_{2peak} の中央値で被験者を高体力群 ($n=12$; 年齢, 20.7 ± 0.1 歳; 身長, 172.7 ± 1.5 cm; 体重, 64.0 ± 3.5 kg; VO_{2peak} , 40.8 ± 1.1 ml/kg/min) と低体力群 ($n=11$; 年齢, 20.7 ± 0.1 歳; 身長, 172.4 ± 1.9 cm; 体重, 63.5 ± 2.1 kg; VO_{2peak} , 31.4 ± 0.6 ml/kg/min) の2群に分けた。 O_2Hb は安静4分の平均値からの変化量として算出した。 O_2Hb の経時的変化を比較するため、安静4分、ウォームアップ4分の平均値とCPET開始から終了までの時間を10分割し、CPET中の10%ごとの平均値を算出した。2群間の経時的変化の比較は二元配置分散分析を用い、事後検定には対応のないt検定とDunnett検定を用いた。CPET中の O_2Hb 最高値 (O_2Hb_{peak}) と VO_{2peak} の関連はピアソンの積率相関係数を用いた。有意水準は5%未満とした。

【結果】

高体力群と低体力群の年齢、身長、体重に有意差はなかった。 VO_{2peak} は低体力群と比較して高体力群で有意に高値 ($p < 0.01$) だった。 O_2Hb の経時的変化は有意な交互作用を認めた ($p < 0.01$)。 O_2Hb は低体力群と比較して高体力群でCPET60%から80%まで有意に高値 ($p < 0.05$) だった。また、 O_2Hb は安静と比較し、低体力群でCPET70%から100%まで有意に増加 ($p < 0.05$) し、高体力群ではCPET50%から100%まで有意に増加 ($p < 0.05$) した。 O_2Hb_{peak} と VO_{2max} の間に有意な相関関係は認めなかった。

【考察】

高体力群は低体力群と比較してCPET60%から80%で O_2Hb が有意に高値を示した。運動習慣のある者は運動習慣のない者と比較してCPET中の O_2Hb が有意に高値であると報告されており、本研究も類似の結果を示した。さらに、 O_2Hb は安静と比較し、高体力群ではCPET50%から有意に増加し、低体力群ではCPET70%から有意に増加した。このことから、高体力群で O_2Hb が高値を示した要因として、運動負荷に対する脳酸素化応答が早期に生じることが関連すると考えられる。

【結論】

健康成人男性に対してCPETを実施した結果、高体力群は低体力群と比較して運動負荷に対する脳酸素化応答が早期かつ著明に生じることが明らかとなった。

【倫理的配慮、説明と同意】

ヘルシンキ宣言の趣旨に則り、研究目的、研究方法、研究内容、研究対象者にもたらされる利益および不利益、個人情報保護、研究成果の公表、研究協力の任意性と撤回の自由、研究終了後の対応について、被験者に対する説明を書面と口頭にて丁寧に行い、質問に答える時間を十分に設けた。被験者から同意書に署名、捺印を得た。同意書の原本を研究代表者が保管し、その写しを被験者に渡した。本研究は、自転車エルゴメータによる心肺運動負荷試験を行った。運動中のリスク管理として心電図、呼吸循環応答をモニタリングし、異常所見の出現がないか確認し、確認された場合は、速やかに実験を中止し、必要な措置を行った。

10分間中強度運動が異なるワーキングメモリ課題成績の被験者に対する影響

秦 偉翔・小島 将・森下 慎一郎・堀田 一樹・椿 淳裕

新潟医療福祉大学

Key word / ワーキングメモリ、認知機能、中強度運動

【はじめに】

認知機能にはワーキングメモリ (WM) という情報を一時的に保持しながら操作する機能が含まれている。中等度強度の有酸素運動はWMを改善できることが報告されている。しかし、運動で改善したWMには個人差があることも確認されている。そのため、本研究の目的は、中強度有酸素運動がWMに及ぼす影響の個人差を評価することである。

【方法】

被験者は健康男性12名 (年齢: 21.0 ± 0.5 歳) であった。運動課題は、自転車エルゴメータペダリング運動とした。4分間の安静およびウォームアップを実施し、その後、10分間の中強度 (50%最大酸素摂取量) ペダリング運動を行った。2-back課題は、安静前 (Pre) および運動直後 (post) にそれぞれ10セット実施し、反応時間 (RT) を測定した。安静から運動直後まで近赤外線分光法を用いて、左前頭前野の O_2Hb を測定した。各被験者のRTは、preとpostそれぞれの平均値を算出した。preの成績により、RTが短い6人と長い6人の被験者を速い群 (FG) と遅い群 (SG) とに分けた。FGとSGのpreとpostは二元配置分散分析を行い、主効果の認められた項目に関して事後検定としてTukey-Kramer法を用いた。また、 O_2Hb の結果は、安静平均値からの変化量として算出し、変化量を1分ごとに平均した。運動中 O_2Hb 最高値 (Peak O_2Hb) に至るまで時間を算出した。最後に、運動前後FGとSGのRT変化量 (post - pre) とPeak O_2Hb に至るまで時間の相関をピアソンの相関係数により求めた。

【結果】

FGのRTは、pre (1.87 ± 0.45 秒) とpost (1.76 ± 0.71 秒) とで変化がなかった ($p > 0.05$)。一方、SGのRTは、pre (2.97 ± 0.31 秒) に比べpost (2.21 ± 0.21 秒) で有意に短縮した ($p < 0.01$)。Peak O_2Hb に至るまで時間は、FG (運動中 8.33 ± 1.34 分) とSG (8.67 ± 1.60 分) との間に有意差がなかった ($p > 0.05$)。FGとSGのRT変化量とPeak O_2Hb に至るまで時間の間には有意な相関関係が認められた (FG: $r = -0.88$, $p < 0.05$; SG: $r = 0.85$, $p < 0.05$)。

【考察】

運動前後のRTの比較では、先行研究と同じようにSGが改善した。一方、FGのRTは変化がなかった。これまでの研究で、認知機能の改善は認知課題の難易度と関連があると報告されており、FGが改善していなかった原因として、2-back課題難易度が関係していると考えられる。SG群のRT変化量とPeak O_2Hb に至るまで時間との間に有意な正の相関関係を認めたことから、Peak O_2Hb に至るまで時間はWM改善の1つ指標として考えられる。

【結論】

RTの長い対象者は、10分間の中強度運動によって2-back課題のRTの短縮が得られた。また短縮が大きい人ほど O_2Hb の最高値に至るまでの時間が短かった。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言の趣旨に則り、かつ我々の所属する機関の倫理委員会の承認を得て行った。また、対象者には、書面および口頭にて実験内容に関する説明を十分に実施し、実験参加の同意を得た上で実施した。

背臥位の自転車ペダリング運動は健康成人男性の大脳皮質運動関連領域の酸素化を引き起こす

佐藤 大地¹⁾・森下 慎一郎²⁾・堀田 一樹²⁾・伊藤 有紀¹⁾
白山 彰人¹⁾・小島 将²⁾・秦 偉翔²⁾・椿 淳裕²⁾

1) 新潟医療福祉大学 医療技術学部 理学療法学科

2) 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所

Key word / 運動関連領域、酸素化ヘモグロビン、近赤外線分光法

【はじめに】

脳の代謝を維持するには、脳への酸素・血流供給が必要である。酸素化ヘモグロビン (oxygenation hemoglobin: O_2Hb) の上昇には神経活動、脳血流および循環動態等の様々な因子が影響するが、座位と比較し背臥位では安静時の脳血流や運動時の心拍出量が高値を示すと報告されている。運動は大脳皮質の O_2Hb を上昇させるが、特に運動の制御・プログラミングに関わる一次運動野 (primary motor cortex: M1)、補足運動野 (supplementary motor area: SMA)、運動前野 (premotor area: PMA) において酸素化が生ずる。以上から、 O_2Hb が座位と比べて背臥位運動時に高値を示すと考えた。本研究の目的は、健康成人男性を対象に背臥位の自転車エルゴメータ駆動時の運動関連領域における O_2Hb の変化を座位と比較することである。

【方法】

被験者は右利きの健康成人男性11名 (20.8 ± 0.6 歳) とした。運動課題は、自転車エルゴメータを用いたペダリング運動とし、姿勢条件は背臥位及びリカンベント肢位 (座位) とした。事前に実施した心肺運動負荷試験 (20 W/分) で得た最高酸素摂取量の50%を運動強度とし、安静5分の後主運動30分を実施した。左右のPMA, SMA, M1を運動関連領域として、近赤外線分光法 (near-infrared spectroscopy: NIRS) を用いて O_2Hb を計測した。NIRSの計測と同時に頭皮血流、平均血圧、心拍出量、呼気終末二酸化炭素分圧を計測し、時間と姿勢の2要因について重複測定二元配置分散分析 (ANOVA) を行った。運動時に得られた O_2Hb は、運動開始10分目以降の値の平均値と安静時の平均値の差を算出し、解析値とした。

【結果】

背臥位の運動時の右PMA (座位 vs. 背臥位: 0.031 ± 0.01 vs. 0.693 ± 0.01 mM·cm)、左PMA (座位 vs. 背臥位: 0.027 ± 0.01 vs. 0.085 ± 0.013 mM·cm) およびSMA (座位 vs. 背臥位: 0.041 ± 0.011 vs. 0.076 ± 0.008 mM·cm) における O_2Hb は座位と比較して有意に高値を示した (それぞれ $p < 0.05$) が、M1は姿勢間で差を認めなかった。ANOVAの結果、運動中の頭皮血流、平均血圧、心拍出量、呼気終末二酸化炭素分圧は姿勢の要因の主効果および交互作用を認めなかった。

【考察】

本研究により、座位と比較し背臥位ペダリング運動中のPMAとSMAの O_2Hb は高値を示すことが明らかとなった。本研究では頭皮血流、平均血圧、心拍出量、呼気終末二酸化炭素分圧に姿勢間で差がないため、PMAとSMA領域の酸素化は神経活動に伴う変化であると考えられ、呼吸循環動態の影響でない事が明らかとなった。PMAが運動習得過程で、SMAが既に習熟した運動を行う時に活動することから、座位と背臥位でのペダリング運動に対する被験者の習熟度がこれらの領域の酸素化に影響していた可能性がある。

【結論】

本研究では、健康成人男性を対象に中強度ペダリング運動を実施した。その結果、左右のPMAとSMAにおいては座位と比べて背臥位で O_2Hb の増加が起きた。

【倫理的配慮、説明と同意】

研究目的、研究方法、研究内容、研究対象者にもたらされる利益及び不利益、個人情報保護、研究成果の公表、研究協力の任意性と撤回の自由、研究終了後の対応について、書面及び口頭にて説明を行い、質問等に答える時間を十分に設けた。その後、書面にて同意を得ることのできた者を本研究の被験者とした。本研究はヘルシンキ宣言に基づき行われた。なお、本研究は新潟医療福祉大学倫理委員会の承認を受けた上で実施した (承認番号18127-190123)。

下腿三頭筋に対する低負荷Eccentric Contraction exercise介入による影響の検討

蒲澤 拓真¹⁾・佐藤 成^{2,3)}・清野 涼介^{2,3)}・稲葉 和貴¹⁾
須藤 重樹¹⁾・中村 雅俊^{1,2,3)}

- 1) 新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科
2) 新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究所
3) 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所

Key word / Eccentric Contraction exercise, 低負荷, カーフレイズ

【はじめに】

高負荷のレジスタンストレーニング (RT) が筋肥大・筋力増強に有効であることは知られているが, 高齢者を含めた, 脳血管疾患, 心疾患を患った患者に対する高い負荷によるRTは, 血圧の急激な上昇等のリスクがある。そこで, 低負荷のRTで効果を示す事が可能な方法として, 伸張性収縮エクササイズ (ECC-ex) が挙げられる。高強度のECC-exを用いたRTでは短縮性収縮エクササイズ (CON-ex) と比較して筋肥大・筋力増強の効果が大きいと報告されている。しかし, 低負荷のECC-exにおける筋肥大・筋力増強効果については不明である。そこで今回, 低負荷のECC-exとして, 自重負荷を用いたカーフレイズに着目した。本研究の目的は, 自重負荷を用いたカーフレイズにおいてECC-exを強調して行うことで, 下腿三頭筋の筋肥大・筋力増強効果が有るか否かを明らかにすることとする。

【方法】

対象は健康成人男性16名の下腿三頭筋とし, 無作為に片側をECC-ex側, 反対側をCON-ex側とした。介入プロトコルは週2回, 8週間カーフレイズ介入を行った。カーフレイズは1秒間で両脚で最大底屈位までCON-exを行い, その後, 3秒かけて最大背屈位までECC-exを行った。トレーニングの負荷量は漸増させた。下腿三頭筋の構造的な指標は, 超音波画像診断装置 (Aplio500) を用いて, 足関節0°位における腓腹筋内側頭 (MG)・外側頭 (LG), ヒラメ筋 (Sol) の短軸像より筋厚を測定した。また, MGにおける長軸像より筋束長を算出した。足関節底屈筋力は, 等速性筋力測定装置 (Biodex system 3.0) を用いて, 股関節70°屈曲位, 膝関節完全伸展位足関節中間位 (0°) の肢位において最大等尺性収縮筋力を測定した。統計処理は, 各トレーニング側の介入効果を検討するために全測定項目において反復測定二元配置分散分析 (トレーニング側×時期) を用いた。事後検定として, 介入前後の比較は対応のあるt検定を用いた。なお, 有意水準は5%とした。

【結果】

筋厚はMG, LG, Solにおいて有意な交互作用を認めしたが, MGの筋束長は有意な交互作用を認めなかった。また, 最大等尺性収縮筋力において有意な交互作用を認めた。事後検定の結果, ECC-ex側のMG, LG, Solの筋厚は介入前と比較して, 介入後に有意に高値を示した。さらに, ECC-ex側の最大等尺性収縮筋力において介入前と比較して, 介入後に有意に高値を示した。

【考察】

本研究の結果, CON-exのみを用いた場合, 自重負荷という低負荷では筋肥大, 筋力増強は生じないが, 高負荷RTと同様にECC-exでは低負荷RTにおいても下腿三頭筋の筋肥大, 筋力増強効果が生じることが明らかとなった。ECCにおいては速筋線維を優先的に使用するという特徴を有するため, 自重という限られた低負荷であっても効率的に速筋線維の収縮が促され, その結果, 筋肥大, 筋力増強効果が生じたと考えられる。

【結論】

自重負荷という低負荷であってもECC-exを強調して行うカーフレイズは筋肥大・筋力増強に有用であることが示唆された。

【倫理的配慮, 説明と同意】

本研究は本学の倫理審査委員会の承認を受けて実施された。また, 本研究はヘルシンキ宣言に則っており, 実験開始前に対象者に本研究内容を口頭と書面にて十分に説明し, 同意を得た上で行われた。

ホットパックにおける関節可動域, 筋硬度, 筋温度の経時的变化

石川 達郎¹⁾・清野 涼介^{2,3)}・佐藤 成^{2,3)}・中村 雅俊^{1,2,3)}

- 1) 新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科
2) 新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究所
3) 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所

Key word / 表在温熱刺激, 関節可動域, 筋硬度

【はじめに】

温熱療法は関節可動域 (ROM) を改善するのに有益であると周知されており, 臨床現場においては簡便さからホットパック (HP) を用いて, リハビリテーションの1単位としてHP療法を20分間施行することが多い。しかし, HPにおけるROMの変化に関する経時的な変化について検討した報告は少なく, HPの処方時間については不明である。また, ROMの変化に加えて, 筋硬度や筋温度の経時的な変化を検討することで, HPによるROM改善のメカニズムが解明できると考えられる。本研究の目的は, HPにおける経時的な変化の検討を通して, HP処方の時間の検討とそのROMの変化メカニズムを明らかにすることとした。

【方法】

対象は健康成人男性18名の利き足側の内側腓腹筋 (MG) とし, 対象者を多用途筋機能評価運動装置 (BIODEX system 3.0) 上腹臥位にさせ, フットプレートで足関節0°で固定し, 20分間のHPを実施した。HP開始前および開始5分, 10分, 15分, 20分後に筋硬度および筋温度, 足関節背屈角度 (DF ROM), 対象者の伸張に対する耐性の指標であるDF ROMにおける受動的トルクを測定した。筋硬度は超音波画像診断装置 (Aplio 500) に搭載されているせん断波エラストグラフィ機能を用いて足関節背屈10°におけるMGの弾性率を測定した。また, DF ROMは対象者が痛みを訴えることなく最大限耐えることが出来る背屈角度と定義し, その際に底屈方向に生じる抵抗を受動的トルクとして測定し, 対象者の伸張刺激に対する耐性 (stretch tolerance) の指標とした。加えて, 筋温度は筋温度測定装置 (コアテンプCM-210) を用いて, MGの筋温度を測定した。統計処理には, 各項目における経時的な変化を検討するため, Bonferroni法を行った。

【結果】

統計処理の結果, DF ROMは開始前と比較して, 開始5分後に有意に高値を示し, 開始20分では開始5分と比較して, 有意に高値を示した。また, 筋硬度はHP開始前と比較して, 開始5分後より有意に低値を示した。また, DF ROMにおける受動的トルクは開始前と比較して, 開始5分後に有意に高値を示した。筋温度は開始前と比較して, 開始5分後以降, 5分後と比較して, 10分後は有意に高値を示した。

【考察】

本研究の結果より, DF ROMはHP開始5分後に有意に高値を示し, さらに5分後と比較して20分後に有意に高値を示したことから, ROMの増加を目的とする場合, HPを最低5分間は処方する必要があり, さらにROM増加効果を期待するのであれば, 20分以上の処方時間が必要であることが明らかとなった。また, 筋硬度の減少には筋温度増加に伴う筋の粘弾性の減少が関与していることが示唆された。加えて, HPによるROM増加には筋硬度の減少およびstretch toleranceの変化の両要素の変化が関与している可能性が明らかとなった。

【結論】

HP処方時間は, ROM増加を目的とする場合は5分以上必要であり, HPによるROM増加に筋硬度の減少とstretch toleranceの変化が関与している可能性が示唆された。

【倫理的配慮, 説明と同意】

本研究は新潟医療福祉大学の倫理審査委員会の承認を得て実施された。また, 本研究は十分な説明をし, 同意を得られた上で行われた。

低負荷レジスタンストレーニングのトレーニング強度の推定 —筋電図を用いた検討—

須藤 重樹¹⁾・中村 雅俊^{1,2,3)}・清野 涼介^{2,3)}・佐藤 成^{2,3)}
平泉 翔¹⁾・八幡 薫¹⁾・森下 慎一郎^{1,2,3)}

- 1) 新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科
2) 新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究所
3) 運動機能医学研究所

Key word / 低負荷レジスタンストレーニング、筋力増強、筋肥大

【はじめに】

レジスタンストレーニング (RT) は筋力低下に対する治療として臨床現場において高い頻度で実施されている。American College of Sport medicineのガイドラインによると、負荷とトレーニング量においては初心者と中級者には、中等度の負荷 [70~85% 1 Repetition Maximum (RM)] 8~12回、1~3セット実施することが推奨される。また、上級者では、70~100% 1 RMの負荷で、1~12回、3~6セット行うことが推奨されている。実際のリハビリテーション現場で行われている代表的なRTであるスクワット、立ち上がり、前方段昇降、後方段昇降、重錘を用いた膝関節伸展は大腿四頭筋に対する比較的軽負荷でのRTであるといえる。しかし、これらのRTが1 RMのどの程度の強度に相当するかは不明であるため、これらのRTが筋力強化、筋肥大には有効なのかは不明である。そこで、本研究の目的は、上記5つの低負荷RTが何% 1 RMに相当するのかを明らかにし、筋力増強、筋肥大における有効なRTであるか否かを検討することとした。

【方法】

対象は、健康男性17名、健康女性19名の右下肢の大腿直筋 (RF) と外側広筋 (VL) とし、課題動作として膝関節伸展の1 RM測定、および10%~80% 1 RMでの膝関節伸展運動およびスクワット・立ち上がり・前方段昇降、後方段昇降・重錘 (3 kg) を用いた膝関節伸展時の筋活動量を無作為な順番で測定した。筋電図測定には、表面筋電図 (Ambu社製、Blue Sensor N) を用いて記録した。5種類の低負荷RTにおけるRFおよびVLの筋活動が膝関節伸展運動の何%RMに相当するかを検討した。

【結果】

5つの低負荷RTにおける筋活動量において、各動作が何% 1 RMに相当するか検討した結果、RFにおいてスクワットと重錘を用いた膝関節伸展は20~30% 1 RM、前方段昇降と後方段昇降が10~20% 1 RM、立ち上がりが10% 1 RMを下回った。VLにおいてはスクワットが40~50% 1 RM、その他4つのRTは10~20% 1 RMとなった。

【考察】

本研究の結果、スクワットが最も大きな筋活動を示したが、全ての動作においてRF、VLどちらにおいても筋力増強・筋肥大の基本条件とされている65% 1 RMを下回ることが明らかとなった。そのため、これら低負荷RTを筋力増強、筋肥大を目的としたRTとして行う場合は強度が低く、10回3セットのような反復回数では不十分であることが示唆された。

【結論】

リハビリテーション現場で用いられることの多いスクワット、立ち上がり、前方段昇降、後方段昇降、重錘を用いた膝伸展という低負荷RTでは、筋力増強、筋肥大効果を期待出来る運動強度は望めないことが明らかとなった。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は本学の倫理審査委員会の承認を受けて実施された。また、本研究はヘルシンキ宣言に則っており、実験開始前に対象者に本研究内容を口頭と書面にて十分に説明し、同意を得た上で行われた。

多発性筋炎に対する高強度伸張性収縮トレーニングの安全性と有効性の検討

檜森 弘一^{1,2)}・芦田 雪^{1,2)}・館林 大介¹⁾・齋藤 悠城³⁾
千見寺 貴子⁴⁾・山田 崇史¹⁾

- 1) 札幌医科大学大学院 保健医療学研究科
2) 日本学術振興会 特別研究員
3) 札幌医科大学 医学部 解剖学第二講座 4) 北海道大学 医学部 保健学科

Key word / 高強度運動、伸張性収縮、多発性筋炎

【はじめに】

従来、多発性筋炎 (PM) 患者では、炎症の増悪を引き起こすことを危惧するあまり、高強度運動の処方では敬遠されてきた。一方、近年、PM患者に対する高強度運動が、炎症の増悪なしに筋力低下を改善することが報告され注目を集めている。しかしながら、その安全性と有効性を裏付ける根拠は未だ十分に示されていない。そこで、本研究では、実験的自己免疫性筋炎 (EAM) マウスを用い、PMに伴う筋力低下に対する高強度伸張性収縮 (ECC) トレーニングの安全性と有効性を検討した。

【方法】

Balb/cマウスを対照 (CNT) 群及びEAM群に分け、下腿三頭筋に対し、単回の損傷性ECC (100回、150°/s) あるいは4週間の非損傷性ECCトレーニング (20回、20°/s、1回/2日) を負荷した。EAMは、ラットミオシンとフロイント完全アジュバントの混合物を1週間おきに3回投与することで惹起した。ECCは、麻酔下にて、マウスの下腿三頭筋へ電気刺激を加えるのと同時に、足関節を強制背屈させることで誘発した。

【結果】

EAMマウスでは、最大足関節底屈トルクの著しい低下が、腓腹筋のスキンドファイバーにおけるCa²⁺誘因性最大張力の低下、ミオシンの発現量の減少、炎症-酸化還元関連タンパク質 (High mobility group box 1, NADPHオキシダーゼ2, 誘導型一酸化窒素合成酵素) の増加を伴っていた。また、単回の損傷性ECC負荷後48時間におけるエバンスブルー陽性線維数の割合は、CNTに比べ、EAMマウスの腓腹筋で増加しなかった。さらに、EAM誘因性の筋力低下は、ECCトレーニングにより改善した。ECCトレーニングは、EAMに伴う収縮タンパク質の減少や炎症-酸化還元関連タンパク質の増加を正常化しなかったが、カタラーゼ、αB-crystallin及び熱ショックタンパク質 (HSP) 25の発現量を増加させた。

【考察】

EAMマウスの骨格筋では、筋原線維機能の低下が筋力低下の要因であること、また、それには炎症-酸化ストレスの増大によるミオシンの減少が関与することが示唆された。一方、驚くべきことに、EAMマウスの骨格筋では、損傷性ECCによる細胞膜の透過性亢進が、CNTと比べ増大しないことが明らかとなった。これは、ECCに対する易損傷性の増大が顕著に認められるデュシェンヌ型筋ジストロフィーとは異なり、EAMマウスの骨格筋では、ECCに対する抵抗性が正常筋と同等に備わっていることを示唆している。さらに興味深いことに、4週間のECCトレーニングは、EAMに伴う炎症-酸化ストレスを増悪することなく、抗酸化防御システムを増強することで筋機能低下を改善した。

【結論】

高強度-ECCトレーニングは安全かつ効果的にPMに伴う筋力低下を改善する有望な運動療法であると考えられる。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究における全ての実験は、札幌医科大学動物実験委員会の承認を受け (承認番号: 18-030)、施設が定める規則に則り遂行した。

地域在住高齢者における1年後の手段的日常生活動作低下と身体機能との関連

相馬 正之¹⁾・村田 伸²⁾・堀江 淳²⁾・白岩 加代子²⁾
安彦 鉄平²⁾

1) 東北福祉大学 健康科学部
2) 京都橋大学 健康科学部

Key word / 手段的日常生活活動、足趾把持力、地域在住高齢者

【はじめに】

手段的日常生活活動 (IADL) は、地域社会の中で自立した生活を営むために重要な能力である。IADLの低下要因について、これまで最速歩行速度などの身体機能や抑うつ症状などの精神機能の低下が明らかにされている。

足趾・足底機能は、足底が唯一の接地面となることから、重要性が指摘され、足趾把持力に関する多くの報告が行われている。足趾把持力は強化可能であり、それにより身体機能が向上することが示されている。しかし、足趾把持力とIADLとの関連は明らかにされていない。そこで本研究では、縦断的にIADLと足趾把持力などの身体機能との関連を検討することを目的とした。

【方法】

体力測定会に2014~2015年の2年連続で参加した65歳以上の高齢者138名 (平均74.3±5.4歳, 平均152.8±7.5cm, 平均52.2±8.6kg) を対象にした。測定項目は、老研式活動能力指標 (TMIG)、上体起こし、長座体前屈、最速歩行速度、握力、大腿四頭筋筋力、足趾把持力とした。2014年、1年後の2015年の体力測定会におけるTMIGの結果から、TMIGが維持・向上した群と低下した群に分類し、身体機能の比較を群 (維持・向上群, 低下群) および年度 (2014, 2015) の二元配置分散分析、有意水準を5%未満として検討した。(IBM社, SPSS ver23.0)。

【結果】

2015年の体力測定会におけるTMIGの結果から維持・向上群112名, 低下群26名に分類された。維持・向上群と低下群における上体起こしは、6.3~8.8回、長座体前屈は34.1~37.6cm, 握力は26.4~27.4kg, 大腿四頭筋筋力は17.4~19.2kgであった。維持・向上群の最速歩行速度 (2014→2015) は2.0±0.4m/sec→2.1±0.4m/sec, 足趾把持力は11.1±4.4kg→11.7±4.4kgであった。低下群の最速歩行速度は2.1±0.3m/sec→1.9±0.3m/sec, 足趾把持力は12.1±4.5kg→9.6±4.4kgであった。二元配置分散分析の結果、主効果が認められなかったものの、最速歩行速度と足趾把持力の交互作用が有意であった (歩行速度: (F (1,137) = 6.62, p<0.05, 足趾把持力: (F (1,137) = 6.63, p<0.05)。単純主効果の結果、低下群では、2015年の最速歩行速度と足趾把持力が2014年に比べ、有意に低値を示した。

【結論】

本研究からは、最速歩行速度や足趾把持力の低下は、1年後のIADL低下に関連している可能性が示された。最速歩行速度については先行研究でも示されており、本研究ではこれを追認した。足趾把持力については、身体活動量や運動習慣との間に関係が示されており、本研究においても手段的自立の項目を含むTMIGとの間に関連が認められたことが考えられた。

【倫理的配慮、説明と同意】

対象者には研究の趣旨と内容、得られたデータは研究の目的以外には使用しないこと、および個人情報の漏洩に注意することについて説明し、理解を得たうえで協力を求めた。また、研究への参加は自由意志であり、被験者にならなくても不利益にならないことを口答と書面で説明し、同意を得て研究を開始した。なお、本研究は、所属している大学研究倫理委員会の承認 (RS171002) を受け実施した。

拡散テンソル画像を用いた皮質脊髄路及び皮質網様体路の評価と歩行能力に関連する因子の検討

神 将文・阿部 浩明

一般財団法人 広南会 広南病院 リハビリテーション科

Key word / 拡散テンソル画像、歩行、皮質網様体路

【はじめに】

拡散テンソル画像 (DTI) は、脳白質線維の構造の可視化や微細構造の定量的な評価が可能な撮像法である。DTIを用いた白質の定量的指標となるfractional anisotropy (FA) 値が算出可能で、視覚的に明瞭なトラクトグラフィーを描出し各種神経線維の描出線維数などが評価可能である。先行研究では、皮質脊髄路 (CST) の描出線維数やFA値が運動機能の回復や歩行能力を予測する事が可能となる事が報告されている。また近年、CST近傍を通過する皮質網様体路 (CRT) の損傷の程度と歩行能力の予後には関連性があることが報告されているが、少数の報告にとどまっており、CST及びCRTの損傷の程度と歩行能力の関係についてはさらなる調査が必要であると思われる。本研究の目的は、DTIを用いてCST近傍に病変を有する症例のCST及びCRT損傷の程度と各症例の特性を把握し、当院転院時の歩行自立度に関連する因子を抽出することである。

【方法】

対象は2013年10月から2017年6月の間に当院に入院しDTIの撮像がなされ、CST近傍に病変を有した41名とした。調査項目は、年齢、性別、病型、損傷側、発症から撮像までの期間、発症から退院までの期間、BRS、SIAS (下肢運動機能、下肢感覚、視空間認知)、MWS、BBS、BI、FACとし、身体機能については初回・最終評価共に調査した。CSTのDTIパラメータは、中脳大脳脚におけるFA値 (CST FA値) を算出し、その左右比 (CST FA ratio) を比較した。また、解析対象となる白質線維が通過するvoxelのみを解析の対象として選択できる解析法であるtract specific analysisの手法を用いCSTのFA値 (T-CST FA値)、FA ratio (T-CST FA ratio)、CST描出線維数を算出し、CRTのFA値 (T-CRT FA値)、FA ratio (T-CRT FA ratio)、CRT描出線維数を算出し比較した。対象者の最終評価時のFACが2以下の歩行介助群とFACが3以上の監視歩行以上の歩行が可能な歩行可能群の2群に分類し、各群の調査項目を正規性検定の後、t検定またはMann-Whitney検定にて比較した。2群間の比較で有意差を認めた項目については、多重共線性に配慮しつつ独立変数とし、最終評価時の歩行自立度を従属変数としてステップワイズ法を用いた重回帰分析を行った。統計学的有意水準は5%とした。

【結果】

重回帰分析の結果、当院転院時の歩行自立度を予測する因子として、初回SIAS下肢 (下肢3項目の合計値) 運動機能 ($\beta=0.424$)、T-CRT FA ratio ($\beta=0.326$)、年齢 ($\beta=0.249$) の3項目が選択された (調整済 $R^2=0.518$)。

【考察】

当院転院時の歩行自立度を予測する因子として、初回SIAS下肢運動機能、T-CRT FA ratio、年齢が関連したが、寄与率は低く歩行自立度の予後予測の精度は高くなかった。本研究の結果より、歩行自立度の予後予測を行う際には運動機能に影響するCST及びCRT損傷の程度を把握するのみならず、歩行自立度に関与すると考えられる高次脳機能障害などの各種機能障害も把握した上で、包括的に評価する必要があると思われる。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、研究代表者所属施設の倫理委員会の承認を得て後方視的に実施した。

回復期脳卒中者における入院直後の身体活動量と入院1か月後の日常生活活動自立度の改善量との関連

清水 夏生¹⁾・橋立 博幸²⁾・太田 智裕¹⁾・鈴木 堯之³⁾
野口 隆太郎¹⁾・山中 誠一郎¹⁾・八並 光信²⁾

- 1) 初台リハビリテーション病院
2) 杏林大学 保健学部 理学療法学科
3) 東京天使病院

Key word / 日常生活自立度、脳卒中、身体活動量

【はじめに】

近年、急性期加療後に全身状態が安定した脳卒中者に対して十分な運動機会を提供し、活動量の増加を図ることが生活機能の改善を促すうえで重要であるとされており、回復期脳卒中者においても入院後早期から活動量の増加を図る必要があると考えられる。とくに活動量は回復期脳卒中者の重要な治療目標である日常生活活動(ADL)自立度の改善に対する関連要因になり得るが、活動強度別活動量が基本的ADLのいずれの側面の改善と関連するかについては明らかになっていない。本研究では回復期脳卒中者における入院直後の活動量と1か月後のADL自立度の改善量との関連を調査し、入院後早期における活動量のADL自立度向上に対する関連要因としての特性を明らかにすることを主な目的とした。

【方法】

回復期病院に入院した歩行非自立の初発脳卒中者38人(平均年齢61.5歳、発症からの平均日数28.8日)を対象に、入院直後の活動量、および入院直後と1か月後のfunctional independence measure (FIM)を調査した。FIMは合計18項目、運動13項目、認知5項目の点数とともに、運動項目のうちセルフケア6項目、排泄管理2項目、移乗3項目、ならびに移動2項目についてそれぞれ点数を算出した。活動量はOMRON社製の活動量計を用いて、7時~19時の推定metabolic equivalents (METs)を1分毎に1週間記録し、1.6~2.9 METsの低強度活動(LIPA)と、3 METs以上の中強度~高強度活動(MVPA)における1日あたりの平均時間を算出した。

【結果】

入院直後の平均活動量は、LIPAが124.9 ± 56.6分、MVPAが8.6 ± 8.8分であった。t検定にて入院直後と1か月後のFIMを比較した結果、FIM合計(改善量19.8 ± 8.3点)、運動項目(改善量16.7 ± 7.6点)、認知項目(改善量3.1 ± 4.0点)およびセルフケア項目(改善量7.2 ± 4.0点)、排泄管理項目(改善量1.1 ± 2.5点)、移乗項目(改善量4.0 ± 2.0点)と移動項目(改善量5.3 ± 3.2点)に有意な改善がみられた。また、入院直後のLIPAおよびMVPAと1か月後のFIM改善量とのPearson相関係数を算出した結果、LIPAとFIM移動項目との間にのみ有意な相関が認められた($r = 0.487, p < 0.05$)。LIPAと有意な相関が示された。さらに、FIM移動項目の改善量を従属変数、LIPAとMVPAを独立変数とした重回帰分析を年齢と入院直後のFIM合計点で調整して実施した結果、LIPAがFIM移動項目の改善量に対する有意な関連項目として抽出された($p < 0.05$)。

【考察】

歩行非自立の回復期脳卒中者では、入院直後のLIPAは1か月後のFIM移動項目の改善に対して密接な関連を示した。入院直後の歩行非自立者では立位動作や低速度での歩行に相当するLIPAはADL自立度の中でも移動能力の改善に反映されやすい活動特性を有していると推察された。

【結論】

歩行非自立の回復期脳卒中者では、入院直後の活動量は1か月後の移動に関するADL自立度の改善に影響を及ぼす要因の1つであり、入院後早期から活動量を評価し、LIPAに着目して活動量の増加を図ることが移動の自立を促すうえで有益な介入となる可能性があると考えられた。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言に基づいて実施し、対象者には研究の主旨について口頭および紙面にて十分に説明し、書面にて参加の同意を得た。また、本研究は杏林大学保健学部倫理委員会の承認を得てから実施した(承認番号:28.9)。

脳卒中片麻痺者の麻痺側股関節、足関節筋力測定信頼性と妥当性

北地 雄・宮野 佐年

総合東京病院 リハビリテーション科

Key word / ハンドヘルドダイナモメーター、脳卒中、筋力

【はじめに】

理学療法の基本的評価の一つにハンドヘルドダイナモメーター(HHD)を用いた徒手筋力測定があるが、多くは膝伸展筋力を対象としており(例えばBohannon1990)、その他の筋群(Dorsch2012)に関しては方法が確立されていない。本研究の目的は、歩行に重要と考えられる股関節屈曲(Nadeau1999)・伸展(Olney1991)、足関節底屈筋力(Neptune2001)のHHDを用いた筋力測定の信頼性と妥当性を検証することである。

【方法】

対象は当院に入院した脳卒中者32名であった(年齢60.7歳、女性10名、発症から計測まで76.9日)。取り込み基準は歩行補助具および器具なく10m以上の自力歩行が可能なものとした。評価項目は歩行速度、股関節屈曲・伸展、および足関節底屈筋力、股関節伸展ROM、足関節背屈ROM(膝関節伸展位および屈曲位)とした。HHDを用いた股関節屈曲筋力測定はMMTの方法に準じ、センサー位置は大腿遠位、股関節伸展筋力は背臥位で行うMMTの変法に準じ、センサー位置は下腿遠位、足関節底屈筋力は背臥位にて、股関節および膝関節伸展位、足関節軽度底屈位で行い、センサー位置は中足骨頭付近とした。筋力測定は3回ずつ行い、測定毎に30秒以上の休憩を設けた。得られた筋力値はモーメントアームと体重で補正した(Nm/kg)。統計学的解析は筋力測定の信頼性を評価するため級内相関係数(ICC 1.1)を、筋力測定の妥当性の評価は筋力とその他変数とのSpearmanの相関係数を算出した。

【結果】

対象者の歩行速度は中央値0.84m/sec、最大値1.46m/sec、最小値0.12m/secであった。各筋力値(Nm/kg)の平均±標準偏差は股関節屈曲筋力(麻痺側/非麻痺側)が0.49±0.23/0.73±0.22、股関節伸展筋力が1.53±0.41/1.79±0.35、および足関節底屈筋力が0.52±0.18/0.65±0.16であった。股関節伸展ROMは19.2±6.7°、足関節背屈ROMは膝伸展位が7.9±6.5°、膝屈曲位が19.7±6.8°であった。股関節屈曲、伸展、および足関節底屈筋力のICC(1.1)は0.88~0.94であり、95%信頼区間の下限でも0.80であった。麻痺側の股関節屈曲筋力と足関節底屈筋力は歩行速度と相関を認めた(それぞれ $r=0.55, 0.49$)。両側の股関節伸展筋力と麻痺側の足関節底屈筋力は、麻痺側の膝関節伸展位における足関節背屈ROMと相関を認めた(それぞれ $r=0.42, 0.55, 0.36$)。

【考察】

股関節伸展筋力は歩行速度との関連を認めなかった。独歩可能なものにおいては股関節屈曲や足関節底屈筋力がより歩行速度の決定要因であると考えられる。股関節伸展筋力は足関節背屈ROMと関連を認め、平均股関節伸展筋力(Nm)は90.5であり、Perry(2004)の結果からMMTのGradeは4あたりであった。

【結論】

固定ベルトを用いなくてもHHDを用いた筋力測定は高い信頼性を得られ、股関節屈曲と足関節底屈筋力は歩行速度との関連があった。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は当院の倫理委員会の承認を得て実施した(承認番号58)。対象者には研究の概要、参加が任意であること、参加しなくても一切の不利がないこと、いつでも参加撤回できること、個人情報の取り扱いなどを口頭、および書面にて説明し、研究参加の同意を得た。

慢性期脳卒中者における手すりを用いた上肢支持の有無が起立-着座動作パフォーマンスに及ぼす影響

橋立 博幸¹⁾・澤田 圭祐²⁾・菊池 雅樹³⁾・鈴木 友紀⁴⁾
 深澤 雄希⁵⁾・笹本 憲男⁶⁾

1) 杏林大学 保健学部 理学療法学科
 2) 医療法人 笹本会おおくに訪問リハビリテーション
 3) 医療法人 笹本会おおくに通所リハビリテーション
 4) 医療法人 笹本会グループホームおおくにの家
 5) 社会福祉法人 笹の葉会ケアプラザ昭和
 6) 医療法人 笹本会やまなしかケアアカデミー

Key word / 上肢支持、起立-着座動作、脳卒中

【はじめに】

地域在住の脳卒中者における在宅生活では手摺などの支持物を用いても生活上の起立-着座動作の自立を検討するが、手摺を用いることで起立-着座動作がどのように変化するかについては十分に検証されていない。本研究では、地域在住の慢性期脳卒中者における手すりを用いた一側上肢支持の有無が起立-着座動作パフォーマンスに及ぼす影響を検討することを目的とした。

【方法】

上肢支持を要せずに端座位からの起立-着座動作を独力で連続5回実施できる慢性期脳卒中者16名(平均年齢74.5歳)を対象に、5回反復起立-着座テスト(FRSTS)を実施した。FRSTSは、手摺を把持して上肢支持しながら行う条件(支持あり条件)と手摺を用いずに行う条件(支持なし条件)の2条件で実施し、開始肢位は座面高を膝関節90度の高さで設定した端座位、手摺の高さは起立後の立位における大腿骨大転子の高さとした。各条件ともに2試行実施し、1回目~5回目の各起立-着座動作の所要時間(FRSTS1~5)とその合計時間(FRSTS)を算出するとともに、各測定値について2試行の平均値と変動係数CV(標準偏差*100/平均値)を算出した。また、各条件のFRSTS測定前にはFRSTSを遂行する自信の程度について0点(まったく自信が無い)から10点(完全に自信がある)で、FRSTS測定後にはFRSTSを遂行した際の安楽性の程度について0点(非常にきつい)から10点(非常に楽である)にて、それぞれ対象者から聴取し、各測定項目を条件間で比較した。

【結果】

条件間でFRSTSの平均値およびCVを比較した結果、支持あり条件(平均12.2±3.3秒、CV9.1±6.2%)が支持なし条件(平均16.0±5.7秒、CV10.6±6.4%)と比べて有意な低値を示した(p<0.05)。FRSTS1~5の各平均値はいずれも支持あり条件が支持なし条件と比べて有意な低値を示し(p<0.05)、CVはFRSTS1においてのみ有意差が認められ、支持あり条件(13.1±10.5%)が支持なし条件(22.3±13.0%)と比べて有意な低値を示した(p<0.05)。また、支持あり条件でのSTS遂行の自信(7.8±1.9点)および安楽性(8.4±2.0点)は支持なし条件でのSTS遂行の自信(5.9±2.4点)および安楽性(6.8±2.6点)と比べて有意な高値を示した(p<0.01)。

【考察】

支持あり条件では支持なし条件と比べてFRSTSの所要時間が有意に短いだけでなく、自信や安楽性が有意に高かったことから、手摺での上肢支持を用いることで起立-着座動作を速くかつ安楽に遂行可能となると考えられた。また、FRSTS1~5の中でも1回目の起立-着座のCVに条件間の有意差がみられたことから、脳卒中者では初動のパフォーマンスに変動が生じやすく、手摺を用いることでその変動を少なくすることができる可能性があるかと推察された。

【結論】

慢性期脳卒中者において、起立-着座動作遂行時における手摺を用いた上肢支持の使用は、起立-着座動作の速度、動作遂行の自信や安楽性を高め、日常生活で都度行われる起立-着座動作の現実性や安定性を高める影響を及ぼす可能性が示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究の実施に際して、対象者または家族に対して研究概要を事前に説明し同意を得た。本研究は医療法人笹本会倫理委員会の承認を得て実施した。

大腿骨頸部・転子部骨折後の立ち上がり及び着座動作の患側健側比に関する検討

吉田 啓晃¹⁾・大沼 雄海¹⁾・高橋 仁¹⁾・中山 恭秀²⁾
 安保 雅博³⁾

1) 東京慈恵会医科大学附属第三病院
 2) 東京慈恵会医科大学附属病院
 3) 東京慈恵会医科大学 リハビリテーション医学講座

Key word / 立ち上がり、大腿骨頸部・転子部骨折、着座

【目的】

大腿骨近位部骨折術後の立ち上がり動作の足圧分析では、動作発揮速度や力発揮の大きさが健側に偏りやすい。臨床では、立ち上がりのみならず着座動作でも健側への偏りは観察されるが、その特徴は明らかではない。脳卒中片麻痺者の着座動作においては健側への偏りが報告され、その程度は立ち上がり動作の偏りと同じ傾向を示すとされている。本研究は、大腿骨頸部転子部骨折患者を対象に、椅子からの立ち上がり・着座動作について患側健側比を求め、その特徴を検討した。検討1は横断的検討、検討2はシングルケースによる縦断的検討とした。

【対象と方法】

検討1: 大腿骨頸部・転子部骨折術後患者11名(平均81.1歳、術後24.2日)を対象とし、足圧分析装置Win FDM-T(zebris社製)を用いて立ち上がり、着座動作を計測した。高さ45cmの椅子から左右の下肢に均等に荷重するように立ち上がり、3秒間保持した後、着座した。清水らの報告を参考に、立ち上がりと着座の最大荷重時における患側及び健側の足圧を体重で除した値を求めた。計測は3回行い、その平均値を採用した。患側荷重量と患側健側比について、立ち上がり時と着座時の差を対応のあるt検定にて比較した。検討2: 大腿骨転子部骨折術後の81歳女性を対象に、術後2~5か月まで、立ち上がり及び着座動作の計測を行い、経過を追った。症例は術後1か月でT杖歩行が自立して自宅退院し、術後2か月より週1回外来理学療法を行った。検討1と同様の方法で、毎回の練習の最後に計測した。

【結果】

検討1: 患側荷重量は、立ち上がり 0.66 ± 0.27 N/kg、着座 0.69 ± 0.28 N/kgで差はなかった。患側健側比でも立ち上がり及び着座動作に差はなかった。検討2: 1か月毎の平均値は、立ち上がり、着座ともに患側荷重量は増加した(着座 $132.6 \rightarrow 203.7 \rightarrow 225.4$ N/kg)。患側健側比は、立ち上がり時 $0.5 \rightarrow 0.63 \rightarrow 0.81$ に対し、着座時は $0.5 \rightarrow 0.75 \rightarrow 0.88$ と術後3か月以降が高かった。

【考察】

検討1より、着座時の荷重量は健側に偏位し、その程度は立ち上がり動作と同程度であった。検討2では、術後数ヶ月で患側荷重量は立ち上がり、着座ともに向上したが、興味深いことは患側健側比の改善は着座動作の方が早いことである。

大腿骨近位部骨折症例の着座の特徴として、股関節屈曲角度が小さく、抗重力筋の筋力が低下していると体幹前傾角度が小さくなり、殿部を後方に引くことができない。検討2の症例は、環境に慣れたことで着座の恐怖心が減り、遠心性収縮による筋力発揮を含めた患側下肢のトレーニングになっていた可能性もある。左右下肢の荷重量だけでなく、動作筋電図や重心の軌跡も併せて検討を進める必要があり、着座動作が患側荷重を促すための練習に応用できるか、その可能性を探りたい。

【結論】

大腿骨近位部骨折後の着座動作は、立ち上がりと同様に荷重は健側に偏りやすい。術後5ヶ月間の経過をみると、立ち上がり、着座ともに患側荷重量は増加する可能性がある。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は東京慈恵会医科大学の倫理審査委員会の承認を受け、ヘルシンキ宣言に則り実施した。対象患者に趣旨を説明し同意を得た上で実施した。

THA・BHA患者における位相角への影響

福田 政輝・下野 直也・大坪 義昭・松岡 健

福岡県済生会大牟田病院

Key word / 位相角、体脂肪率、部位別筋肉量

【はじめに】

近年、医療・介護施設において身近に利用されつつある体組成計にて計測可能な位相角は生命予後指標としても注目されており、がん患者の生存率予測にも有効であることが報告されている。また、透析患者において位相角は年齢と負の相関、骨格筋量指標 (BaumgartnerによるSMI) と正の相関を認めている。さらに、栄養評価の一つとされ、骨格筋の発達や細胞機能向上との関連が示唆されている。一方、池田らによると、Total Hip Arthroplasty (以下THA) 術前のOA患者において、患側の廃用性変化は、女性で筋力と筋量の低下を認めているとし、身体活動量の維持は筋量低下と脂肪化を予防すると報告している。そのため、身体活動量と下肢機能は相互に影響を及ぼしあっていることが予測される。そこで今回、Bipolar Hip Arthroplasty (以下BHA)、THA患者の位相角と%MV、部位別筋肉量、体脂肪率、部位別脂肪量、部位別位相角の関連性について検証を行った。

【方法】

対象は回復期病棟に入棟された顕著な認知機能低下、糖尿病疾患や、ペースメーカー等の体内埋め込み型医用電子機器使用者は除外した歩行可能なTHA・BHA患者15名 (男性3名、女性12名) とした。今回15名の患者は右を患側に統一した。体組成分析装置In body770を用いて%MV、部位別筋肉量 (左右上肢・体幹・左右下肢)、体脂肪率、部位別脂肪量 (左右上肢・体幹・左右下肢)、位相角 (50kHz)、部位別位相角 (左右上肢・体幹・左右下肢) の測定を行なった。%MVは (筋肉量 (kg) / 現体重 (kg)) × 100 にて算出した。筋肉量・脂肪量はそれぞれ体重で補正し算出した。統計処理にはSPSS Statistics 25を用い、%MV・部位別筋肉量・体脂肪率・部位別脂肪量・位相角・部位別位相角の關係にPearsonの相関係数を用いた。また、目的変数を位相角、説明変数を部位別位相角とした重回帰分析、ステップワイズ法を用い、影響因子を抽出した。有意水準は5%未満とした。

【結果】

全身の位相角と右上肢の筋肉量 ($r=0.734$, $p<0.01$)、左上肢の筋肉量 ($r=0.823$, $p<0.01$)、右 (患側) 下肢の筋肉量 ($r=0.868$, $p<0.01$) において高い相関を認めた。全身の位相角と左 (健側) 下肢の筋肉量 ($r=0.669$, $p<0.01$) において相関を認めた。また、ステップワイズ重回帰分析において、位相角と部位別位相角において右 (患側) 下肢、右上肢、体幹が抽出され、標準偏回帰係数はそれぞれ0.98、0.98、0.76であった。

【考察】

THA・BHA患者の全身の位相角は右 (患側) 下肢、右上肢、体幹の順に影響を受けることが示唆されたため、位相角は体幹より患側側の上下肢の影響を受けることが示唆された。また、四肢の筋肉量は位相角へ影響を与えていることが考察される。

【結論】

今回の研究では、THA・BHA患者の位相角は四肢の筋肉量の影響がある結果となった。

【倫理的配慮、説明と同意】

福岡県済生会大牟田病院の倫理委員会の承諾を受けた上で測定を実施した。ヘルシンキ宣言に基づき、すべての対象者には本研究の趣旨と動作を口頭で説明するとともに実演し、同意を得たのちに検証を行った。

人工膝関節置換後患者の加速度計を用いたfluidityの評価の妥当性の分析

朝倉 智之¹⁾・齊藤 竜太²⁾・岡元 翔吾³⁾・皆川 幸光²⁾
木村 典子²⁾・畑山 和久³⁾・寺内 正紀³⁾・白田 滋¹⁾

1) 群馬大学大学院 保健学研究科

2) 群馬中央病院 リハビリテーション部

3) 国立スポーツ科学センター 4) 群馬中央病院 整形外科

Key word / 加速度計、Sit-to-Walk task、fluidity

【はじめに】

Sit-to-Walk task (STW) は椅子座位姿勢からの歩行開始動作であり、健常者では立ち上がり完了する前に歩行が開始する流動性 (fluidity) が認められる。fluidityは三次元動作解析装置によるFluidity Index (FI) や肉眼的な観察から判定するFluidity Scaleによって評価されるが、装置の必要性や評価の厳密性から臨床での利便性に乏しい。そこで本研究では人工膝関節置換術後患者を対象に、加速度計を用いてのFI推測の妥当性について検討することを目的とした。

【方法】

測定は術後2週時と退院時の2回とし、STWはMalouinらの方法に基づき、動作速度は快適速度と最大速度の2条件とした。測定機器は加速度計 (マイクロストーン社製、MVP-RF8-HC) を第3、4腰椎棘突起間に固定し、三次元動作解析装置 (アニマ社製、ローカス3DMA3000) を同時に用い、100Hzの測定周波数とした。STW中のイベントとして、動作開始、立ち上がり時に生じる体幹最大前傾、第1歩目のheel strike (HS) に着目し、加速度波形上のイベント定義は健常者、地域在住高齢者を対象とした先行研究 (Asakura; 2015, 2017) と同様とした。動作開始から体幹最大前傾までの時間をPhase 1、体幹最大前傾からHSまでの時間をPhase 2、および両Phaseを通しての時間をPhase 1+2とし、これらを独立変数、FIを従属変数とする単回帰分析を行った。有意水準は5%とした。

【結果】

対象者は術後2週時に測定できたものが15人、退院時まで測定できたものが10人であった。Phase 1を独立変数としたとき、術後2週時の快適速度、最大速度、退院時の快適速度、最大速度の順で R^2 値は0.38、0.19、0.04、0.01未満であった。Phase 2を独立変数としたとき、同様に0.47、0.47、0.53、0.01であった。Phase 1+2を独立変数としたとき、0.54、0.35、0.32、0.01未満であった。

【考察】

FIの推測について地域在住高齢者を対象とした研究では、Phase 2から高い精度で推測できる ($R^2=0.73\sim0.75$) ことが示されており、今回の人工膝関節置換術後患者においても退院時の快適速度条件では R^2 値が0.5以上となり一定の妥当性が示すことができた。一方で退院時の最大速度条件では妥当性が認められなかった。また術後2週時点でも先行研究と比べ R^2 値は低値にとどまった。人工膝関節置換術後患者の中には、HSの調整 (足底接地の仕方、歩幅およびclearance等) で非典型的な波形を示すものがある可能性があり、今後は象者を増やすとともに、動作戦略の違いや加速度波形上の空間的要素も着目した詳細な分析が必要である。

【結論】

人工膝関節置換術後患者においてFIを推測するためには、加速度波形の時間的要素を用いるだけでは限界があり、より詳細な分析を基に他の要因も加味する必要がある。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は群馬大学人を対象とする医学系研究倫理審査委員会での承認 (試験番号2017-022) および JCHO群馬中央病院人を対象とする医学系研究倫理審査委員会の承認 (承認番号2017-020) を得た。対象者には口頭および文書にて説明し、署名をもって研究参加への同意を得た。

床反力推定を用いた筋骨格モデルシミュレーションによって算出された下肢筋活動の妥当性についての研究

川田 将之¹⁾・竹下 康文²⁾・中辻 晋太郎²⁾・宮崎 宣丞²⁾
中井 雄貴²⁾・木山 良二¹⁾

1) 鹿児島大学 医学部 保健学科
2) 鹿児島大学大学院 保健学研究科

Key word / 筋骨格モデルシミュレーション、歩行、床反力推定

【はじめに】

筋骨格モデルシミュレーション(以下、筋骨格モデル)は関節・筋の負荷を非侵襲的に定量化する方法として、理学療法分野でも実施されている。しかし、その解析には三次元動作解析装置、床反力計で計測したデータが必要となり、測定場所が制限されるという欠点がある。近年、床反力を推定することで、床反力の測定が不要な解析が行われている。床反力計が必要であれば、慣性センサーや可搬式の三次元動作解析装置を用いることで、測定場所の制限を減らすことができる。しかし、床反力推定による筋骨格モデルの妥当性の検討は現状では不十分である。本研究の目的は、床反力推定による筋骨格モデルから算出した歩行中の筋活動の妥当性を検討することである。

【方法】

対象者は健康成人男性5名(年齢:23.4±3.0歳,身長:170.4±6.2cm,体重:62.6±10.8kg)。対象者は、全身40箇所に反射マーカーを貼付し、快適速度にて平地歩行を5回行った。歩行データは、三次元動作解析装置(VICON MX)、床反力計(AMTI)を用いて計測した。得られた反射マーカーの位置データ、床反力から、筋骨格モデルシミュレーションソフトウェアAnyBody7.1(AnyBody Technology)にて右下肢7筋の筋活動を算出した。筋活動の算出は、床反力を用いた通常の逆動力学解析と、推定された床反力を用いた解析の2通りを行った。床反力推定は、足底に設定した12点と床との距離から接地を判定し、最適化法にて行った。各対象者の5回のデータを加算平均し、2通りの解析によって得られた波形に対して相互相関係数を算出し、一致度を検討した。

【結果】

対象者5名における下肢7筋の相関係数は以下となった。腓腹筋内側0.63-0.97, 前脛骨筋0.40-0.69, 内側広筋0.94-0.98, 大腿直筋0.37-0.94, 大腿二頭筋0.67-0.96, 中殿筋0.93-0.98, 大殿筋0.92-0.97(5名の最小値-最大値)。

【考察】

本研究の結果、床反力の実測値を使用する解析と床反力推定を使用する解析により算出された下肢筋活動は概ね一致することが明らかとなった。内側広筋、中殿筋、大殿筋は全対象者の相関係数が0.9以上と、非常に強い相関が得られたことから、これらの筋を対象とした場合は、床反力推定による解析は実用に足るものと考えられる。それ以外の筋については、中等度～強い相関関係が認められたが、対象者によっては相関係数が0.3～0.4となったことから、さらなる検証が必要と考えられる。本研究の限界は、対象者が少なく、統計処理を行っていない点である。今後さらに対象者を増やし、筋電図など外的基準との比較や筋だけでなく関節反力の検討を行い、床反力推定による解析の妥当性の検証を進めていきたい。

【結論】

床反力推定を用いた筋骨格モデルによって算出された下肢筋活動は、床反力を用いて算出したものと概ね一致したことから妥当性はあると考えられる。しかし、筋によっては一致度の低いものもあり、他の項目も含め、今後も検討が必要であると考えられる。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言に沿った研究であり、鹿児島大学医学部倫理審査委員会の承認を得た研究である(承認番号:180113疫)。対象者には事前に研究内容、研究に参加しなくても不利益がないこと、いつでも同意撤回ができることについての説明を行ったうえで同意を得た。

脊髄損傷者を対象とした体幹機能評価作成に向けた Scoping Review および試案の作成

佐藤 弘樹^{1,2)}・吉川 憲一¹⁾・佐野 歩¹⁾・水上 昌文³⁾

1) 茨城県立医療大学付属病院
2) 茨城県立医療大学大学院 保健医療科学研究科
3) 茨城県立医療大学 保健医療学部 理学療法学科

Key word / 評価、脊髄損傷、体幹機能

【はじめに】

体幹には支持性や運動性の他、四肢の運動の中枢部として安定性が求められる。高齢者や脳卒中、パーキンソン病といった様々な疾患における体幹機能評価についての報告が散見される。

一方で、脊髄損傷と関連した体幹機能評価は乏しくなかった。頸髄損傷では上肢の機能障害によってより下肢体幹機能が求められ、胸髄損傷では上肢の力を麻痺域に伝播させるための体幹機能が求められるため、その評価の必要性は十分にあると考えられる。

本研究では、臨床で用いられている体幹機能評価法にどのような項目が含まれているのか調査した。また、その結果をもとに、脊髄損傷者の体幹機能評価に必要と考えられる項目を内部専門家で選定・追加し、試案作成を行った。

【方法】

評価法の抽出には、Google Scholarを用いて「trunk, function, control, assessment, scale」、もしくは「体幹, 機能, 調節, 評価, 尺度」と検索し、6つの評価法を抽出した。①Stroke Impairment Assessment Set(以下、SIAS)の体幹評価項目、②Trunk Control Test(以下、TCT)、③Modified Postural Assessment Scale for Stroke(以下、PASS)、④Trunk Impairment Scale(以下、TIS)、⑤Functional Assessment for Control of Trunk(以下、FACT)、⑥Seated Side Tapping Test(以下、SSTT)を対象とし、それぞれの項目数、内容、全体の傾向を調査した。

その結果をもとに、デルファイ法に則り脊髄障害認定理学療法士4名によって項目の選定・追加を行った。

【結果】

項目数は、SIAS:2, TCT:4, PASS:12, TIS:24, FACT:10, SSTT:1だった(8.83±8.6)。内容とその割合は、SIAS:座位2, TCT:寝返り2, 起居・臥床1, 座位1, PASS:寝返り2, 起居・臥床2, 座位1, 起立・着座2, 立位5, TIS:寝返り2, 座位22, FACT:座位10, SSTT:座位1であり、全体では、寝返り6, 起居・臥床3, 座位36, 起立・着座2, 立位5と約70%が座位課題で体幹機能を評価していた。

この結果をもとに、脊髄損傷者の体幹機能を評価するため、四つ這いや膝立ちの項目を含む第1試案(計72項目、すべて○×で判定)を作成した。その後、前後方向の制御、左右方向への制御など目的ごとに類似項目や必要性が低い項目を除外し、第2試案(計32項目、難易度によってRating)を作成した。

【考察】

体幹機能を評価できると報告されている6つの評価法を調査した結果、座位と寝返りの項目で80%以上を占めていた。

脊髄損傷者の体幹機能を評価するためには、下肢機能が影響しやすい起立・着座、立位の項目を減らし、四つ這いや膝立ちの他にも、寝返りや起居・臥床といったベッド上動作を含む幅広い課題が必要になると考えられる。

【結論】

6つの体幹機能評価法を抽出し、内容の傾向を調査した。それをもとに作成した第2試案を、デルファイ法に則り、外部専門家の校閲を行いながら完成させ、その信頼性・妥当性の検証を行うことで、有用なものになると考えられる。

【倫理的配慮、説明と同意】

ヒトを対象とした研究デザインではないため、倫理審査非該当である。

加振器を用いたせん断波エラストグラフィのヒト骨格筋への応用

菅原 奎太

中山クリニック 訪問リハビリテーション事業所

Key word / せん断波エラストグラフィ、硬度、ヒト骨格筋

【はじめに】

近年、超音波エラストグラフィ機能を用いて組織の硬度を非侵襲的に測定することが注目されており、理学療法分野では筋硬度の評価に応用されている。その中でも、組織内にせん断波を生じさせ、そのせん断波の伝播速度を測定するせん断波エラストグラフィでは、圧迫を必要とせず操作者依存性が少ないため再現性が高く、定量的に弾性率を測定することができる。しかし、超音波エラストグラフィは非侵襲的に高精度に筋硬度を評価できるが、装置が高価であり、エラストグラフィ機能が付随した超音波診断装置の臨床導入は未だ少ないのが現状である。そこで今回、せん断波エラストグラフィ機能が付随していない超音波診断装置のカラードプラモードと加振器を用いたヒト骨格筋の硬度測定信頼性および再現性を検証した。

【方法】

対象は、若年健常男性15名の上腕二頭筋、橈側手根屈筋、内側ハムストリング、外側ハムストリング、腓腹筋、前脛骨筋とした。測定には、超音波診断装置と加振器（山越ら開発のシステム）を用いた。硬度の指標は、カラードプラ画像より算出したせん断波の伝播速度とした。測定は、1日2回、1日以上空け2日間行った。信頼性および再現性の検証には、変動係数（coefficient of variation : CV）、級内相関係数（intraclass correlation coefficients : ICC）を用いた。

【結果】

伝播速度のCV（日内・日間）は、上腕二頭筋（0.1～6.6・0.5～9.7）、橈側手根屈筋（0.4～4.3・0.0～6.1）、内側ハムストリング（0.9～8.4・0.1～9.3）、外側ハムストリング（0.1～9.5・0.0～9.0）、腓腹筋（0.4～5.9・0.1～7.7）、前脛骨筋（0.2～4.0・0.3～6.4）のいずれの筋でも、高い再現性を示した。ICC（日内・日間）は、上腕二頭筋（0.99・0.98）、橈側手根屈筋（0.97・0.82）、内側ハムストリング（0.97・0.96）、外側ハムストリング（0.95・0.95）、腓腹筋（0.98・0.98）、前脛骨筋（0.99・0.99）のいずれの筋でも、高い信頼性を示した。

【考察】

上腕二頭筋、橈側手根屈筋、内側ハムストリング、外側ハムストリング、腓腹筋、前脛骨筋を対象とした伝播速度のCV、ICCの結果より、日内、日間ともに高い再現性および信頼性が確認でき、表層に位置する骨格筋の硬度測定に適応できる可能性が示唆され、筋硬度を評価する有効な手段となると考えられる。今後は、深層に位置する骨格筋組織への適応について検討していくとともに、それぞれの筋組織における測定位置などの測定方法について詳細に検討することが必要と考えられる。

【結論】

加振器を用いたせん断波エラストグラフィによる硬度測定方法は、ヒト骨格筋の硬度を評価する有用な手段となる可能性が示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、日本福祉大学の倫理審査委員会の承認を得て行った。対象者に対して、書面および口頭にて研究内容を説明し、同意署名を得た上で実施した。

演題抄録一覧

12月1日(日) 2日目

左後頭頂皮質に対する α 帯域経頭蓋交流電流刺激が二点識別能に与える影響

横田 裕丈^{1,2)}・大鶴 直史^{1,2)}・齊藤 慧^{1,2)}・小島 翔^{1,2)}
宮口 翔太^{1,2)}・犬飼 康人^{1,2)}・大西 秀明^{1,2)}

1) 新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科
2) 運動機能医学研究所

Key word / 左後頭頂皮質、二点識別覚、経頭蓋交流電流刺激

【はじめに】

知覚機能における高次の評価指標として、二点識別覚 (Two-point discrimination: TPD) が古くから用いられている。このTPDは、末梢への触覚刺激や電気刺激により閾値が低下することや、一次体性感覚野の α パワー増大が関与していることが報告されている。また、左後頭頂皮質 (PPC) 内の下頭頂小葉がTPDの認知過程において重要な役割を果たしている可能性が示唆されているが、それらの皮質領域の活動を外的に変動させた際に、TPD閾値がどのように変化するかは不明である。経頭蓋交流電流刺激 (tACS) は、非侵襲的に脳を外部から刺激することで、直下の皮質部位の脳律動を刺激周波数と同調させることができる。そのため、 α 帯域のtACSを用いて左PPCの α 脳律動を人為的に高めることで、知覚機能を向上できる可能性がある。本研究は、tACSを用いてTPDの認知段階における責任領域であるとされる左PPCの α 帯域活動を高めることで、二点識別能が向上するかを明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象は、健康成人14名 (平均年齢: 20.4 ± 0.7 歳) とした。tACSの電極は、国際10-20法に基づき、PPCと右肩に $5 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$ の電極を貼付した。刺激強度は1.0 mAとし、刺激周波数は10Hzとした。TPD測定には、特注により作成した二点式触覚刺激装置を用いて、安静イス坐位にて計測した。我々の先行研究より得られた至適な測定強度である刺激ピン深達度1.0 mm、刺激ピン刺入速度10 mm/s、刺激提示時間2000 msを用いて、右示指指腹に対して一点、または二点の触覚刺激を提示した。二点間の距離は1.0 mmから0.5 mm間隔で5.0 mmまでの9種類の二点刺激に、一点刺激を加えた合計10条件とし、左手でボタンを押すことにより回答させた。尚、被験者には提示された触覚刺激に対してできる限り早く回答し、確実に二点と判別できたときのみ二点、曖昧な刺激に対しては全て一点と回答するよう指示した。実験プロトコルは、はじめに練習として10回のTPD計測を行った後、80回のTPD測定を1 blockとし、tACS条件2 blockとsham条件2 blockをランダムに実施した。計測により得られた値から、横軸にTPD閾値、縦軸に正答率をプロットし、一般化線形モデルに基づくロジスティック回帰分析により心理物理曲線を描出した。得られた心理物理曲線から50%正答率の値を算出し、TPD閾値と規定した。統計解析は、正規性の検定の後に対応のあるt検定を用いた。有意水準は5%とした。

【結果】

TPD閾値はそれぞれtACS条件で $2.67 \pm 0.78 \text{ mm}$ 、sham条件で $2.84 \pm 0.71 \text{ mm}$ であり、tACS条件ではsham条件と比較して有意に低値を示した ($p < 0.05$)。

【考察】

α 帯域のtACSにより左PPCを刺激したことで、左PPCの脳律動における α パワーが増大し、TPD閾値の低下をもたらしたと考えられる。本研究結果は、左PPCがTPDの認知過程における責任領域である可能性を支持するものである。

【結論】

左後頭頂皮質に対する α 帯域のtACSは、二点識別能を向上させる。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言の趣旨に則り、所属機関の倫理委員会の承認を得て行った。また、対象者には、書面および口頭にて実験内容に関する説明を十分に実施し、実験参加の同意を得た上で実施した。

小脳への経頭蓋直流電気刺激が立位姿勢制御の学習に及ぼす影響

奥山 祥祐^{1,2)}・川上 紗輝^{1,3)}・片桐 夏樹⁴⁾・小関 忠樹⁴⁾
工藤 大輔⁴⁾・難波 樹央⁴⁾・田辺 茂雄⁵⁾・山口 智史¹⁾

1) 山形県立保健医療大学 2) 篠田総合病院
3) 新潟勤労者医療協会下越病院 4) 山形県立保健医療大学大学院
5) 藤田医科大学 医療科学部 リハビリテーション学科

Key word / 姿勢制御、経頭蓋直流電気刺激、運動学習

【はじめに】

近年、バランス能力向上を目的とした小脳への経頭蓋直流電気刺激 (ctDCS) が注目されている。これまでにctDCSが立位姿勢制御へ与える影響について、陽極刺激および陰極刺激ともに、姿勢制御を即時的に改善もしくは阻害するという報告があり、一定の見解が得られていない。さらに、立位姿勢制御の学習に与える影響は検討されていない。ctDCSが姿勢制御の学習に及ぼす影響を検討することは、ctDCSを理学療法に応用する上で、重要な知見を提供できると考える。そこで本研究の目的は、ctDCSが立位姿勢制御の習熟過程と学習保持に及ぼす影響を検討した。

【方法】

健康成人36名 (女性18名、平均年齢 22 ± 2 歳) を対象とした。介入条件は、陽極刺激群、陰極刺激群、偽刺激群の3条件とし、性別で層化後、ブロックランダム割付法を用いて12名ずつ割付けた。対象者と評価者には介入条件を盲検化した。ctDCS (2 mA, 20分) は、刺激電極を外後頭隆起の2 cm下方に貼付し、対極電極を右前額部に貼付した。偽刺激群では最初の15秒間のみ通電した。学習課題は、立位で足圧中心を前後に移動させることで、カーソルを指標となる上下曲線に合わせる追従課題とした。課題の正答率をカーソルと指標波形との誤差として、対象者に対して試行毎に教示し、正答率を向上させるように指示した。1試行時間は30秒とし、10秒休憩を設定した。これを5回行い1ブロックとして、計6ブロック (20分) 実施した。実験手順は、学習前の評価として学習課題と同じ課題を1ブロック行った。次にtDCSを20分間行った。その後、学習課題を6ブロック行った。1日後と1週間後には、評価として学習課題を1ブロック行った。統計解析は、学習過程の相違を検討するために、2要因 (groupとtime) の分割プロット分散分析と多重比較検定を用いた。学習保持への影響を検討するために、学習保持率を算出した。学習保持率は、1日目の最終ブロックの正答率から1日後or1週間後の正答率の差を求め、その値を1日目の最終ブロックの正答率で除した。その後、一元配置分散分析と多重比較検定を行った。有意水準は5%とした。

【結果】

学習過程について、有意な交互作用 ($F(12,198) = 1.97, p < 0.05$) およびtimeの主効果を認めた ($p < 0.01$) が、groupの主効果を認めなかった。多重比較検定の結果、陽極刺激群において、偽刺激群と比較して、学習課題3ブロック目と5ブロック目で有意に正答率が低下した ($p < 0.05$)。また、陰極刺激群において、偽刺激群と比較して、5ブロック目と6ブロック目で有意に正答率が低下した ($p < 0.05$)。学習保持効果については、3群間で有意差は認められなかった ($p > 0.05$)。

【考察】

結果から、陽極および陰極ctDCSは、立位姿勢制御課題の学習過程の習熟を阻害することが明らかになった。一方で、学習保持には影響を与えないことが示唆された。

【結論】

陽極および陰極ctDCSは、健康者の立位姿勢制御の学習を阻害する。

【倫理的配慮、説明と同意】

所属大学における倫理審査会で承認後に実施した (承認番号: 1806-06)。

M1および小脳への経頭蓋交流電流刺激中の運動練習が運動学習効率および学習保持に与える影響

松本 侑也¹⁾・宮口 翔太^{1,2)}・犬飼 康人^{1,2)}・大西 秀明^{1,2)}1) 新潟医療福祉大学 医療技術学部 理学療法学科
2) 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所

Key word / 経頭蓋交流電流刺激、運動学習、視覚追従課題

【はじめに】

経頭蓋交流電流刺激 (tACS) は、皮質領域の律動活動を調節することが可能な非侵襲的脳刺激法である。tACSによりM1および小脳半球をγ帯域の周波数で刺激することで、刺激中の運動遂行能力が向上することが示されているが (Miyaguchi et al., 2018), 運動学習に与える効果は不明である。そこで本研究は、M1および小脳半球へのtACS中の運動練習が、運動学習効率および学習の保持に与える効果を明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象は健康成人29名 (21.0±0.4歳) とし、tACS条件15名、疑似刺激条件14名とした。tACSは、右M1直上および左小脳半球直上に電極 (5 cm × 5 cm) を貼付し、1 mAの強度および70 Hzの周波数で刺激した。介入条件は、tACS条件と疑似刺激条件の2条件とした。運動パフォーマンスの評価には、左示指の等尺性外転運動による視覚追従課題を用いた。60秒間の視覚追従課題を1 trialとし、各刺激条件試行中に運動学習として8 trial遂行した。また運動学習前後に各1 trial、さらに翌日に5 trial実施した (計15 trial)。ターゲットと外転張力の値の差を最大張力の値で正規化した値を誤差率とした。また運動学習後のtrialの誤差率と翌日の1 trial目の誤差率の比率を学習保持率とした。各条件における誤差率の比較には、反復測定二元配置分散分析 (条件要因×時間要因) を用いた。事後検定にはBonferroni法を用いた。学習保持率の比較には対応のないt検定を用いた。有意水準は5%とした。

【結果】

tACS条件の平均誤差率は、3.61±0.6% (学習前)、2.19±0.2% (学習後)、2.40±0.3% (翌日) となった。また疑似刺激条件の平均誤差率は、3.84±0.7% (学習前)、2.24±0.4% (学習後)、2.65±0.5% (翌日) となった。反復測定二元配置分散分析の結果、条件要因、時間要因の主効果、交互作用が認められたが、事後検定では条件間に有意差は認められなかった。学習保持率は、疑似刺激条件 (85.1%±7.5) よりもtACS条件 (109.8%±9.1) において有意に高値を示した (p<0.001)。

【考察】

M1と小脳領域は運動学習において重要な役割を果たしており (Spampinato et al., 2017), M1と小脳半球へのtACSにより領域間の神経ネットワークが高まる可能性が示されている (Miyaguchi et al., 2018)。本研究においてもtACSによりM1と小脳半球間の神経ネットワークが高まったことにより学習の保持が向上した可能性がある。

【結論】

M1と小脳半球に対する70 HzのtACSは、学習保持を高める可能性が示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、全被験者に実験に関する説明を書面および口頭にて十分に行い、同意書に署名および捺印を得た。また本研究はヘルシンキ宣言の趣旨に則り、かつ新潟医療福祉大学倫理委員会の承認を得た上で行った。またtACSの安全性に関するガイドライン (Antal et al., 2017) に則り、刺激条件を設定した。

後頭頂葉への経頭蓋直流電気刺激が上肢選択意思決定に与える影響

平山 健人^{1,3)}・古賀 敬之¹⁾・大須 理英子²⁾1) 早稲田大学 人間科学研究科
2) 早稲田大学 人間科学学術院
3) 東京湾岸リハビリテーション病院

Key word / ニューロモジュレーション、リーチ運動、上肢選択

【はじめに】

脳卒中片麻痺による麻痺手の学習性不使用は、麻痺手の機能予後を低下させる1つの要因であり、リハビリテーションで介入すべき対象である。近年、右手と左手とどちらでもリーチできるターゲットに対し、どちらの手を選んでリーチするかという左右手の使用の選択に関して、磁気共鳴機能画像法 (fMRI) にて両側の後頭頂葉領域 (PPC) に特異的な活動があることが明らかとなった。一方、経頭蓋磁気刺激 (TMS) を用いた先行研究では、左PPCに抑制刺激を行なった場合に右手の選択が減少した。本研究では、上肢選択課題を用いて両側PPCに経頭蓋直流電気刺激 (tDCS) にて刺激を実施し、手の選択にバイアスが生じるかどうかについて検証する。仮説は、リーチ手の選択に関して、左陰極・右陽極同時刺激は右手選択を減少、左手選択を増加させ、一方で左陽極・右陰極同時刺激は右手選択を増加、左手選択を減少させるとした。

【方法】

対象は健康成人14名、右利きの者とした。実験課題は上肢選択リーチ課題を実施した。被験者の両側示指に3次元動作解析装置 (FASTRAK) のセンサーを貼付し、実験台の上に水平に置かれたスクリーン上に示指先の位置を呈示した。被験者は左右均等な9つの位置にランダムに呈示された直径4 cmの円 (ターゲット) に800 ms以内にリーチを行った。tDCSは、陽極と陰極刺激を左右のPPC (国際10-20法:P3とP4) に2 mAの強度で、10分間刺激を行った。左陰極・右陽極刺激条件をLCRA条件、左陽極・右陰極刺激条件をLARC条件とし、同じ被験者に対し1週間後に刺激を入れ替えて同様の実験を行った。ターゲットが呈示された後に開始位置の圧力センサーから先に離れた手を選択手とした。各ターゲット位置における左右手の選択率を算出し、ロジスティック曲線により回帰し、左右手の選択が50%となる位置 (PSE; the point of subjective equality) を同定した。各刺激条件において、刺激実施前のPSEと実施中、実施後のPSEを比較した。さらに、刺激前のPSEを基準として刺激中および刺激後のPSEの変化量を刺激条件間で比較した。

【結果】

LCRA条件において、PSEは刺激前と比較して刺激中および刺激後に有意に右側に変位し (p<0.05)、左手を選択する範囲が増加した。一方でLARC条件では、有意なPSEの変化を認めなかった。また、刺激条件間比較では、刺激後のPSEの変化量はLCRA条件がLARC条件と比較して有意に大きい値となった (p<0.01)。

【考察】

本研究では、LCRA条件において刺激前と比較し刺激中、刺激後に有意なPSEの変化を認めた。先行研究において、fMRI研究では両側PPC、TMS研究では左PPCに関与が示唆されている。tDCSを用いた本研究においては、TMS研究で示されたとおり、手の選択に対し左PPCの関与が示唆された。

【結論】

tDCSによる左PPCへの陰極刺激と右PPCへの陽極刺激は上肢選択リーチ課題において左上肢の選択率を増加、右上肢の選択率を減少させる。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言の趣旨に則り、かつ我々の所属する機関の倫理委員会の承認を得て行った。また、対象者には、書面および口頭にて実験内容に関する説明を十分に実施し、実験参加の同意を得た上で実施した。

下肢一次運動野領域への経頭蓋交流電流刺激が運動パフォーマンスに与える効果

宮下 真衣¹⁾・宮口 翔太^{1,2)}・犬飼 康人^{1,2)}・大西 秀明^{1,2)}

1) 新潟医療福祉大学 医療技術学部 理学療法学科
2) 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所

Key word / 経頭蓋交流電流刺激、運動パフォーマンス、視覚追従課題

【はじめに】

経頭蓋交流電流刺激 (tACS) は、皮質領域の律動的な脳活動を調節することが可能な非侵襲的脳刺激法である。先行研究では、一次運動野 (M1) への γ 帯域の tACS によって上肢の運動成績が向上することが報告されている (Moisa et al., 2016)。しかし、下肢の運動成績に対しても有効かどうかは明らかにされていない。また下肢は上肢に比べ皮質領域が小さくかつ深部に位置しているため、上肢と同様の効果が得られるか否かは不明である。そこで本研究は、下肢 M1 への tACS が下肢の運動成績に与える効果を明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象は健康成人 22 名 (20.9 \pm 0.2 歳) であった。tACS は、右 M1 直上および左肩部に電極を貼付し、2.0 mA の強度で刺激した。刺激条件は、① 20 Hz 条件、② 70 Hz 条件、③ 疑似刺激条件の 3 条件とした。運動パフォーマンスの評価には、左足関節底屈運動による視覚追従課題を用いた。30 秒間の視覚追従課題を 1 trial とし、初めに 3 trial 実施した (ベースライン)。その後、各刺激条件をランダムな順序で試行しながら 3 trial ずつ実施した。各条件におけるエラー率 (ターゲットと底屈張力の差の平均値/最大張力 \times 100) を算出し、一元配置分散分析を用いて比較した。またターゲットと底屈張力との間の交差相関係数とラグ値 (ターゲットと底屈張力が何サンプル分ずれているかを示す値) を算出した。さらにベースラインのラグ値と各条件のラグ値との間の関係性、およびエラー変化量 (各条件のエラー率とベースラインのエラー率との差) と全 trial のラグ値の標準偏差との間の関係性を検討するためにスピアマンの順位相関係数を算出した。有意水準は 5% とした。

【結果】

各条件におけるエラー率に有意な差は認められなかった。ベースラインのラグ値と 20 Hz 条件のラグ値との間に正の相関関係 (刺激中もベースラインと同様のラグ値になる傾向) が認められた ($p=0.029$, $r=0.465$)。また 70 Hz 条件におけるエラー変化量とラグ値の標準偏差との間に負の相関関係 (ラグ値が変動する人ほどエラーが低下する傾向) ($p=0.017$, $r=0.504$) が認められた。

【考察】

β 帯域および γ 帯域の神経活動はそれぞれ運動実行プランの維持および更新に関与する (Hosaka et al., 2016)。そのため、20 Hz の tACS では運動実行プランの維持が促された可能性が考えられる。また運動の時間的なバラつきが大きい人 (運動実行プランを更新し続ける人) に対して 70 Hz の tACS を与えることによって、運動実行プランの更新が促され、運動成績が向上した可能性が考えられる。

【結論】

下肢 M1 への tACS は、刺激周波数に依存して運動戦略および運動成績を変化させる可能性が示された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、全被験者に実験に関する説明を書面および口頭にて十分に行い、同意書に署名および捺印を得た。また本研究はヘルシンキ宣言の趣旨に則り、かつ新潟医療福祉大学倫理委員会の承認を得た上で行った。また tACS の安全性に関するガイドライン (Antal et al., 2017) に則り、刺激条件を設定した。

小脳への経頭蓋直流電気刺激が立位姿勢制御の学習と小脳抑制に及ぼす影響

川上 紗輝^{1,2)}・奥山 祥祐理^{1,3)}・片桐 夏樹⁴⁾・小関 忠樹⁴⁾
工藤 大輔⁴⁾・難波 樹央⁴⁾・田辺 茂雄⁵⁾・山口 智史¹⁾

1) 山形県立保健医療大学 2) 新潟勤労者医療協会 下越病院
3) 篠田総合病院 4) 山形県立保健医療大学大学院
5) 藤田医科大学 (医療科学部リハビリテーション学科)

Key word / 運動学習、経頭蓋直流電気刺激、小脳抑制

【はじめに】

経頭蓋直流電気刺激 (tDCS) は、非侵襲的に脳活動を修飾することが可能であり、リハビリテーションへの応用が期待されている。小脳は姿勢制御や運動学習に重要な役割を担っており、小脳への tDCS (ctDCS) はバランス能力や運動学習の促進に有効な可能性が報告されている。しかし、ctDCS が立位姿勢制御の学習に与える影響とその効果メカニズムは検討されていない。学習への効果とメカニズムを明らかにすることは、ctDCS を理学療法で使用する上で重要な知見を提供すると考える。そこで本研究は、ctDCS が立位姿勢制御の学習と小脳から一次運動野への抑制 (小脳抑制) に与える影響を明らかにすることを目的とした。

【対象と方法】

対象は健康成人 36 名 (年齢: 22 \pm 2 歳、男女各 18 名) とし、性別で層化後に 12 名ずつ陽極、陰極、偽刺激群の 3 条件に割り付けた。対象者および評価者には介入条件をマスク化した。ctDCS の刺激電極は外後頭隆起より 2 cm 下方および右前額部に貼付し、2 mA で 20 分間 (偽刺激は 15 秒) 学習課題の直前に実施した。

学習課題は、立位で前後重心移動によりマーカーを指標の曲線に追従させる課題とした。対象者には、施行毎にマーカーと曲線の誤差 (正答率) をフィードバックし、正答率を向上させるように指示した。小脳抑制および皮質脊髄路興奮性について、baseline (課題前)、ctDCS 刺激と学習課題後 (課題後)、1 日後、7 日後において、経頭蓋磁気刺激法を用いて評価した。

統計解析は、二要因 (群 \times 時間) の分割プロット分散分析と多重比較検定を実施した。ctDCS による運動学習への影響と小脳抑制の変化の関係を明らかにするために、学習課題の最初と最終の正答率の変化と課題前後の小脳抑制の変化について、Spearman の順位相関係数を用いた。有意水準は 5% とした。

【結果】

学習課題の習熟過程において、陽極および陰極刺激群は、偽刺激群と比較して、有意に低値を示した ($p<0.05$)。小脳抑制について、陽極刺激群では、課題前と比較して、課題後で有意に小脳抑制が増強した ($p<0.05$)。一方、陰極刺激群は、有意に小脳抑制が减弱した ($p<0.05$)。陽極刺激群では、課題前後で、皮質脊髄路興奮性が有意に減少した ($p<0.05$)。陰極刺激群においても減少する傾向 ($p=0.054$) を認めた。偽刺激群では、有意な変化を認めなかった ($p>0.05$)。運動学習と小脳抑制の関係について、陽極刺激群では学習の程度と小脳抑制の変化に有意な正の相関 ($r=0.55$, $p=0.04$) を認めた。陰極刺激群と偽刺激群では、有意な相関を認めなかった。

【考察】

立位姿勢制御の学習前後において、陽極 ctDCS により小脳抑制が増強し、皮質脊髄路興奮性が減少した。さらに学習の程度と小脳抑制の変化に正の相関を認め、陽極 ctDCS による小脳抑制の変化が、学習過程の習熟に影響を与えることが示唆された。

【結語】

小脳への tDCS は、姿勢制御の習熟過程を阻害し、陽極では小脳抑制の変化が阻害の程度に影響していることが示された。

【倫理的配慮、説明と同意】

所属大学における倫理審査会で承認後に実施した (承認番号: 1806-06)。また被験者には事前に書面及び口頭にて研究目的や方法について説明し、自由意志のもと、書面で同意を得た。

Cerebellar transcranial magnetic stimulation reduces the cortical silent period during force control

Matsugi Akiyoshi¹⁾ · Douchi Shinya²⁾ · Suzuki Koudai³⁾
 Oku Kosuke¹⁾ · Tanaka Hiroaki^{4,5)} · Mori Nobuhiko⁶⁾
 Kikuchi Yutaka⁷⁾ · Bando Kyota⁸⁾ · Okada Yohei⁹⁾

1) Shijonawate Gakuen University 2) Kyoto Medical Center 3) Hanna Central Hospital
 4) Baba Memorial Hospital, Graduate School of Health Sciences, Kio University
 5) Graduate School of Health Sciences, Kio University
 6) Department of Neurosurgery, Osaka University Graduate School of Medicine
 7) Mihara Memorial Hospital 8) National Center of Neurology and Psychiatry
 9) Neurorehabilitation Research Center of Kio University

Key word / Cortical silent period, Cerebellum, Transcranial magnetic stimulation

【Background/Purpose】

In spinocerebellar ataxia, the corticospinal excitability build-up for force control is disturbed; however, the neural circuit associated with this dysfunction is not fully understood. One of the possible circuits has been previously reported as an inhibitory pathway associated with short interval intracortical inhibition driven by transcranial magnetic stimulation (TMS) over primary motor cortex (M1). However, there is no evidence to prove that the inhibitory neural circuit in M1, estimated by cortical silent period (cSP) on electromyograph (EMG) of the target finger muscle is affected by cerebellar disturbance. Here, we investigated whether the cSP is affected by the cerebellum using conditioning single pulse TMS over the cerebellum.

【Methods】

Fourteen healthy adult participants were asked to control the force of abduction of the right index finger to 20% of the maximum voluntary contraction, using a visual feedback. We delivered a single pulse TMS to the left M1 region during this task. TMS conditioning in the right cerebellum (C-TMS) was delivered 0-80 ms prior to M1-TMS (interstimulus intervals (ISI) : 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80ms). Ten trials for each conditioning and no-conditioning trials were conducted randomly. We used the Friedman's test and post-hoc Scheffe's test to evaluate the effect of C-TMS on cSP. The alpha level was set to 0.05.

【Results】

Friedman's test revealed a significant difference between the stimulation conditions. Post-hoc test revealed a significant difference of cSP (median), between no-conditioning (100.7 ms) vs. ISI 20 (86.1ms), 30 (80.5ms), and 40 (79.5ms).

【Discussion/Conclusion】

Cerebellar TMS significantly reduced cSP induced by contralateral M1-TMS in ISI 20-40ms. M1-TMS drives gamma-aminobutyric acid (GABA)-mediated inhibitory neural circuit in M1 resulting inducing cSP on EMG. Therefore, our results indicate C-TMS may deactivate the GABAergic inhibitory circuit in contralateral M1.

【Ethical consideration, Informed consent】

The ethics committee of Shijonawate Gakuen University approved the experimental procedures (ethical approval code: 30-3), and this study was conducted according to the principles and guidelines of the Declaration of Helsinki. After an explanation of the experimental protocol, informed consent was obtained from all participants included in the study.

Motor cortical plasticity induced by volitional muscle activity-triggered transcranial magnetic stimulation of the resting motor cortex

Pramudika Nirmani Kariyawasam Gamage¹⁾
 Suzuki Shinya²⁾ · Yoshida Susumu²⁾

1) Graduate School of Rehabilitation Sciences, Health Sciences University of Hokkaido
 2) Department of Physical Therapy, School of Rehabilitation Sciences, Health Sciences University of Hokkaido

Key word / Bilateral motor training, Transcranial magnetic stimulation, Motor cortex plasticity

【Background/Purpose】

Bilateral motor training (BMT) is one of the useful methods for recovery of arm function after stroke which induces reorganization of circuits in the primary motor cortex (M1). However, the training protocol has a limitation for application in patients with severe motor paralysis. As an alternative, movement-triggered transcranial magnetic stimulation (TMS) of the M1 can efficiently activate residual neural circuits (Thabit et al. 2010; Edwardson et al. 2015). We investigated whether a modified training protocol, which stimulates the M1 by ipsilateral voluntary muscle contraction, induces plastic changes in the M1 excitability.

【Methods or Cases】

Surface electromyograms (EMG) of the abductor pollicis brevis (APB) muscles were recorded bilaterally in 12 healthy subjects (4 females, age : 20-50 years). The subjects were asked to perform quick right thumb abduction at 0.2 Hz, 360 times. The EMG activity of the right APB was detected by a spike detector and converted to a pulse signal. Then, the pulse signal triggered TMS over the right M1 (hand area) caused artificial contraction of the left APB. Resting motor threshold (RMT), motor evoked potentials (MEPs) induced by single-pulse TMS, intra-cortical inhibition (ICI) and facilitation (ICF) induced by paired-pulse TMS were assessed in the left APB before (baseline), immediately after, 20, 40 and 60 min after intervention.

【Results】

The RMT was not significantly different with the time and intervention. Compared to the baseline, the MEP amplitude after intervention was significantly increased and last up to 60 minutes after the intervention. The ICI was significantly decreased immediately after the intervention but there was no significant difference in the ICF when compared with the baseline.

【Discussion/Conclusion】

We found that the present protocol caused long lasting changes in the M1 excitability. Our findings suggest that suppression of inhibitory circuits in the M1 is partly involved in the observed changes.

【Ethical consideration, Informed consent】

Ethical approval for the study was obtained from the ethics review committee, School of Rehabilitation Sciences, Health Sciences university of Hokkaido (18R057066). Written informed consent was obtained from all the participants prior to the experiments.

Time-Dependent Effects of Cognitive Tasks on Motor Learning and Its Retention

Kimura Takehide¹⁾ · Nakano Wataru²⁾

1) Tsukuba International University

2) Tokoha University

Key word / Cognitive task、Promotion、Motor learning

【Background/Purpose】

Motor learning plays an important role in acquiring new motor skills. The purpose of our study was to determine whether a cognitive task promoted motor learning. In addition, brain excitabilities related to motor learning changed depending on a duration of motor learning. Thus, we divided the duration of motor learning into the early and late phase, and examined an effect of cognitive task on motor learning in each phase.

【Methods or Cases】

Sixty-eight healthy adults (26 females, mean age = 20.8 years) were recruited. We used a mouse tracking task as the motor learning task. Participants performed this task for two consecutive days (35 min/day). We adjusted the daily task volume such that motor learning could be established at the end of the second day. An N-back task was used as the cognitive task. Participants performed the N-back task for 20 min, prior to the mouse tracking task.

Participants were randomly assigned to one of following four groups (each group N = 17): 1. "early group" (perform N-back task on the first day), 2. "late group" (perform N-back task on the second day), 3. "early/late group" (perform N-back task on the first and second days), or 4. "control group" (no N-back task performed). The mouse tracking task performance was measured through the first and second days to evaluate the progression of motor learning, and measured at the 14th and 28th days to assess the retention of motor learning.

【Results】

There were no differences among the groups in the progression of motor learning. However, in the early and the early/late groups, the mouse-tracking task performance on the 28th day was significantly improved compared with that of the control group.

【Discussion/Conclusion】

Performing a cognitive task during the early phase of motor learning improved the retention of motor learning.

【Ethical consideration, Informed consent】

All study protocols were approved by the ethical committee of Tsukuba International University (approval number: 29-30). All participants provided written informed consent according to the declaration of Helsinki prior to their study enrollment.

静磁場暴露による補足運動野の機能抑制

鶴 大輔¹⁾ · 陳 瀟瀟¹⁾ · 久保 南実¹⁾ · 豎山 彩香¹⁾ · 砂川 融²⁾
桐本 光¹⁾

1) 広島大学大学院 医系科学研究科 感覚運動神経科学

2) 広島大学大学院 医系科学研究科 上肢機能解析制御科学

Key word / 経頭蓋静磁場刺激、補足運動野、先行随伴性姿勢調節

【はじめに、目的】

近年、頭皮上にネオジム永久磁石を設置することにより、皮質の興奮性が抑制性に変わることが明らかとなり、経頭蓋静磁場刺激 (transcranial static magnetic fields stimulation: tSMS) と呼ばれている (Oliviero et al, 2011). 我々は、これまでに一次体性感覚運動野へのtSMSにより、体性感覚誘発電位や痛覚神経刺激誘発電位の振幅が減少することを報告してきたが (Kirimoto et al, 2014; 2016; 2018), 補足運動野 (supplementary motor area: SMA) に対するtSMSの介入効果を検討した報告はない. 本研究は、tSMSをSMAに行い、この脳部位が運動指令の生成に重要な役割を果たす先行随伴性姿勢調節 (anticipatory postural adjustments: APAs) 機能に変化が生じるか否かを検討することを目的とした.

【方法】

健康成人被験者19名を対象に、SMAに対する20分間のtSMS、及び疑似刺激を別日にランダムな順序で行った. 刺激場所は先行する脳機能イメージング研究に準拠し、Cz (国際10-20法) の2cm前方とした. 使用したネオジム磁石は直径5cm、厚さ3cm、質量約500gで、疑似刺激にはこれと同形状、同質量の非磁性シリンドラを使用した. 被験者は、tSMS前、刺激中、刺激終了直後、ならびに刺激終了10分間後に右上肢急速挙上課題を床反力計上で各10回行った. この時の右三角筋 (主動作筋) と右大腿二頭筋 (姿勢調節筋) の活動を表面筋電図で記録し、両筋の放電開始時間差 (Δ EMG onset) によりAPAsの機能を評価した. 床反力計上に投影される足圧中心位置 (center of pressure: COP) の変動を立位保持機能の指標とした.

【結果】

tSMS終了後に、疑似刺激後と比較して Δ EMG onsetの有意な短縮が認められた. また、 Δ EMG onsetとCOPのX軸上最大移動速度との間に有意な負の相関が認められた.

【考察】

APAの生成過程には、大脳基底核-視床-SMAループが重要な役割を果たすことが広く知られている. 本研究結果からは、SMAに対するtSMSによりAPAs機能が抑制され、その結果、上肢急速挙上課題中のCOPの変動が増大したと推察される. SMAの過剰な興奮性を低頻度反復磁気刺激で抑制することにより、運動障害が軽減するとの報告が複数あり (Le et al, 2013; Wu et al, 2014; Shirota et al, 2013), 従来の非侵襲的脳刺激法と比較して、圧倒的に低コストで操作性が簡易なtSMSがその代替ツールとなりうるか、今後詳細な検討を重ねる必要がある.

【結論】

SMAに対するtSMSは、刺激部位に抑制的に作用し、APAs機能を変調することが示唆された.

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言に則った内容で計画され、実験の実施について広島大学病院「人を対象にする医学系 (臨床) 臨床審査」委員会の許可を得た (整理番号: C20180015). 実験開始前に被験者には十分な説明を行い、研究参加への同意を書面で得た.

経頭蓋ランダムノイズ刺激の刺激タイミングが皮質脊髄路の興奮性および運動機能に及ぼす影響

星 春輝^{1,2)}・小島 翔^{3,4)}・大鶴 直史^{3,4)}・金子 文成⁵⁾
大西 秀明^{3,4)}

1) 新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究所 保健学専攻 理学療法学分野
2) 社会医療法人 北斗 3) 新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科
4) 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所
5) 慶応義塾大学 医学部 リハビリテーション医学教室

Key word / 経頭蓋磁気刺激、運動学習、経頭蓋ランダムノイズ刺激

【はじめに】

経頭蓋ランダムノイズ刺激 (tRNS) は、頭部に貼付した2つの電極間にランダムな刺激周波数で通電することで皮質脊髄路興奮性を変化させる手法であり、経頭蓋直流電気刺激 (tDCS) と比較して、より安定して皮質脊髄路興奮性を増大させる。またtDCSは、運動練習前よりも運動練習中に刺激介入を行うことでより運動機能を向上させることが報告されているが、tRNSが運動機能を向上させる最も効果的な刺激タイミングは明らかになっていない。そこで本研究は、tRNSの刺激タイミングが皮質脊髄路興奮性と運動機能に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象は健康成人10名 (21.3±0.67歳) とし、皮質脊髄路興奮性評価には左一次運動野に対して経頭蓋磁気刺激を実施し右第一背側骨間筋から導出される運動誘発電位 (MEP) を用いた。運動課題は正弦波形を用いた視覚追従課題とし、運動練習は30秒間の運動課題と30秒間の休憩を1セットとし10セット実施した。tRNSの刺激タイミング (介入条件) は3条件とし (Before: 運動練習前, During: 運動練習中, After: 運動練習後)、0.1-640 HzのtRNSを左一次運動野に対して1.0mAの刺激強度で10分間刺激した。運動機能とMEP計測は各介入前後と介入日の翌日に実施し、各条件は1週間以上の間隔を空けて別日に実施した。運動機能には正弦波形と張力の誤差とし、MEP振幅値は加算平均波形の最大最小値を算出し比較検討を行なった。統計解析は条件要因と時間要因に対して反復測定二元配置分散分析を実施し、事後検定としてTukey法を用いた (有意水準: 5%)。

【結果】

二元配置分散分析の結果、運動機能は時間要因に主効果を認めたが、条件間の主効果と交互作用は認められなかった (交互作用, $p=0.91$; 条件要因, $p=0.404$; 時間要因, $p=0.00$)。MEP振幅値は、条件要因と時間要因の主効果及び交互作用を認めた (交互作用, $p=0.025$; 条件要因, $p=0.022$; 時間要因, $p=0.00$)。事後検定の結果、各条件とも運動練習とtRNSの介入後 (Before, 介入前 0.98 ± 0.08 mV, 介入後 2.35 ± 1.08 mV; During, 介入前 0.99 ± 0.12 mV, 介入後 2.07 ± 1.14 mV; After, 介入前 0.91 ± 0.18 mV, 介入後 1.58 ± 0.88 mV) に有意な増大を認めた ($P < 0.05$)。

【考察】

tRNSによるMEP振幅値の増大と運動機能の向上は、Naイオンチャネルの反復開口または確率共鳴が関与していることが示唆されており、本研究においても同様のメカニズムの影響により介入後にMEP振幅値が増大したと考える。またtDCSを運動練習中に行うことで運動学習が向上することが報告されているが、tRNSではそのような効果が認められず、tRNSのタイミングによる運動学習効果に差は認められなかった。これは、tDCSとtRNSとの作用メカニズムの違いが影響していると考えた。

【結論】

一次運動野へのtRNSは、刺激タイミングに関わらず皮質脊髄路興奮性を増大させるが、tRNSの刺激タイミングは運動学習効果に影響を及ぼさないことが明らかになった。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は「ヘルシンキ宣言」に沿って実施され、被験者には口頭にて本研究の実験内容を十分に説明し同意を得た。

一次運動野と運動前野への経頭蓋ランダムノイズ刺激が運動学習に及ぼす影響

増野 成太¹⁾・小島 翔^{1,2)}・齊藤 慧^{1,2)}・大西 秀明^{1,2)}

1) 新潟医療福祉大学 医療技術学部 理学療法学科
2) 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所

Key word / 経頭蓋ランダムノイズ刺激、経頭蓋磁気刺激、系列反応時間課題

【はじめに】

系列反応時間課題 (SRTT) は、手続き学習を研究する方法の一つとして広く用いられている。このSRTT課題中には、一次運動野 (M1) および運動前野 (PM) の活動が認められることが示されており、この二つの領域の活動を増加させることが出来れば、より課題学習が向上する可能性が考えられる。近年、非侵襲的に皮質を刺激する方法として経頭蓋ランダムノイズ刺激 (tRNS) が注目されており、tRNSは安定して皮質興奮性を増大することが報告されている。そこで、本研究の目的は、SRTTに關与するM1およびPMに対するtRNSが運動学習に及ぼす影響を明らかにすることとした。

【方法】

対象は健康成人45名 (21.1±0.6歳) とし、刺激条件ごとに3群に分けた。tRNSの刺激条件は、①M1刺激条件、②PM刺激条件および③sham刺激条件の3条件とし、電極貼付位置は左M1または左PMおよび右前額部とした。刺激強度は1.0 mAとし、刺激周波数は0.1-640 Hzとした。SRTT課題はモニター上に提示された4つの四角のうち、赤四角提示に対して可能な限り正確にかつ迅速に対応したキーを押すこととし、シーケンス条件 (10個の配列を繰り返す条件) およびランダム条件 (ランダムな配列条件) を設定した。運動機能評価には各条件でのSRTTを100試行行い、運動学習課題はシーケンス条件100試行を1ブロックとし6ブロック行った。皮質脊髄路興奮性評価には経頭蓋磁気刺激を用い、M1刺激により導出される運動誘発電位 (MEP) を第一背側骨間筋から記録した。刺激強度は、安静時に約1.0 mVのMEPが誘発される最小強度とした。実験手順は、介入前に運動機能およびMEP評価を行った後、各刺激条件のtRNS中に運動学習課題を実施し、課題直後に運動機能およびMEP評価を行った。比較対象はMEP振幅値およびSRTT中の反応時間とし、MEP振幅値は介入前後で対応のあるt検定を実施し、反応時間は正規性が認められた場合、刺激条件ごとに反復測定一元配置分散分析を行い、正規性が認められなかった場合、フリードマン検定を実施した。なお、有意水準は5%とした。

【結果】

運動学習課題中の反応時間は、PM刺激条件において1ブロック目と比較して5-6ブロック目で有意な短縮が認められた。一方、その他の条件では有意な差が認められなかった。M1刺激条件のMEP振幅値は、 1.00 ± 0.12 mV (学習課題前) および 0.73 ± 0.38 mV (学習課題後) となり、有意な減少が認められたが、その他の刺激条件では有意な差が認められなかった。

【考察】

PMは運動の企図や実行に関与していることが報告されており、tRNSにより運動前野の興奮性が増大したことで、運動学習が促進したと考えられる。また、PMに対する陽極tDCSによりSRTTの反応時間が短縮することが報告されており、tDCS同様にtRNSにおいても運動学習が促進したと考えられる。

【結論】

運動学習課題中のtRNSは刺激部位により介入効果が異なり、PMに対するtRNSによって運動学習を促進することが示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、ヘルシンキ宣言の趣旨に則り、対象者に対して書面および口頭にて研究内容を説明し、同意書名を得たうえで実施した。

下肢一次運動野に対するシータバースト刺激が皮質興奮性に及ぼす影響 効果の個人差の検証

片桐 夏樹¹⁾・吉田 信哉¹⁾・小関 忠樹¹⁾・工藤 大輔¹⁾
難波 樹央¹⁾・田辺 茂雄²⁾・山口 智史³⁾

1) 山形県立保健医療大学大学院

2) 藤田医科大学

3) 山形県立保健医療大学

Key word / 非侵襲的脳刺激、個人差、皮質可塑性

【はじめに】

シータバースト刺激 (TBS) は、頭蓋上からの磁気刺激により、短時間で非侵襲的に皮質興奮性を変調することが可能である (Huang et al., 2005)。しかし、その効果には個人差があり、上肢一次運動野へのTBSは50%程度の対象者でしか、期待した効果が得られないことが報告されている (Hamada et al., 2013)。一方で、TBSを下肢一次運動野に適用した報告は少なく、効果の個人差については検討されていない。そこで本研究の目的は、TBSが下肢領域の皮質興奮性に及ぼす影響とその効果の個人差を検証することである。

【方法】

対象は健康者24名 (21 ± 2歳, 女性12名) とし, intermittent TBS (iTBS), continuous TBS (cTBS), 偽iTBSの3条件すべて日を変えて実施した。介入順はカウンターバランスを考慮した。刺激部位は、左下肢一次運動野における前脛骨筋 (TA) のhot spotとした。刺激強度は、TAの収縮時運動閾値の80%とした。収縮時運動閾値は100 μVのTA等尺性収縮中に200 μV以上の運動誘発電位 (MEP) が50%の割合で誘発される強度とした。iTBSは50 Hzの3連発刺激を10秒毎に5 Hzで合計600パルス刺激した。cTBSでは3連発刺激を5 Hzで連続600パルス刺激した。偽iTBS条件ではコイルを反転してiTBS条件を実施した。

皮質興奮性の評価は、経頭蓋磁気刺激法によりMEPをTAから測定した。刺激強度は安静時運動閾値の120%とした。安静時運動閾値は、安静状態で50 μV以上のMEPが50%で誘発される強度とした。評価は、介入前に2回 (baseline 1, baseline 2), 介入直後から15分毎に45分までの計6回行い、各時点で15回MEPを記録した。

データ解析はMEP振幅値の平均値を算出し、baseline 1に対する変化率を算出した。統計解析は、TBS前後での皮質興奮性変化の検討を目的に対応のあるt検定またはウィルコクソン検定を用いた。また効果の個人差の検討を目的に、各TBSの直後から45分後までのMEP変化率を用いて2ステップクラスター分析を行った。有意水準は5%とした。

【結果】

MEP変化率について、刺激前と比較して、直後、15分後、30分後でiTBSでは有意に高値を示し、cTBSでは有意に低値であった ($p < 0.05$)。一方、偽iTBSでは有意差を認めなかった ($p > 0.05$)。クラスター分析の結果、iTBS, cTBSともに2つのクラスターに分類された。iTBSでMEPが増加した群は45.8% (11人), その他は54.2% (13人)であった。cTBSでMEPが減少した群は66.7% (16人)で、その他は33.3% (8人)であった。

【考察】

上肢に対するTBSの報告と同様に、iTBSでは皮質興奮性が増加し、cTBSで減少した。一方で、先行研究と比較し、効果の持続時間はiTBSでより長く、cTBSでより短い傾向を示した。また、刺激後の反応はどちらのTBSも2つのクラスターに分類可能であった。加えて、下肢に対するcTBSは、上肢と比較して、個人差が小さいことが示唆された。

【結論】

TBSは下肢領域の皮質興奮性を変調し、その効果の個人差は2種類に分類され、下肢においても個人差の存在を認めた。

【倫理的配慮、説明と同意】

所属大学における倫理審査会の承認後、全対象者に研究内容を説明し、書面にて同意を得た (承認番号: 1806-06)。

視覚運動学習課題における課題施行前の70Hz-tACSの効果

原田 太樹¹⁾・原 正之²⁾・松下 光次郎³⁾・菅田 陽恰⁴⁾

1) 鹿児島大学病院 リハビリテーション部

2) 埼玉大学理工学研究科 戦略的研究部門

3) 岐阜大学機械工学科 知能機械コース

4) 大分大学福祉健康科学部 理学療法コース

Key word / 70Hz、運動学習、tACS

【はじめに】

経頭蓋交流電気刺激 (tACS) による交流電流は、外的に脳律動を制御することで、神経生理学及び行動学的に周波数特異的に調節できるとされている。中でも一次運動野のhigh gamma帯域 (70Hz) をターゲットとした刺激 (70Hz-tACS) は、運動学習能力に影響を及ぼすことが示されていることから (Sugata, 2018), 新たな神経リハビリテーション (リハビリ) の開発につながるが期待されている。しかし、高次の運動学習課題である視覚運動学習課題 (VMLT) に対する課題施行前のtACSが運動学習の習熟度に及ぼす影響に関する報告はこれまでにない。そこで今回我々は、課題施行前の一次運動野に対する70Hz-tACSがVMLTに及ぼす影響について調査した。

【方法】

18歳以上の右利き健康者33名を対象とした。VMLTには、ディスプレイ上のポインターをレバー式コントローラーでターゲットに到達させる課題を用いた。ターゲットは5方向とし、各ターゲットはランダムに呈示した (1 block)。Baseline Task (BT) ではコントローラーとポインターとの間で操作誤差なし課題を40block実施し、Training Task (TT) では±30°の操作誤差あり課題を40block実施した。各blockにおける平均誤差修正角度を運動学習の指標と定義した (BT1-40, TT1-40)。tACSはDC-STIMULATOR Plus (NeuroConn GmbH製) を使用し、BTとTTの間で実施した。刺激部位は左一次運動野直上の頭皮とし、リファレンス電極は右眼窩部とした。刺激パターンは70Hz-tACSおよびSham刺激 (70Hz群; 9名, sham群; 11名) とし、1 mAの刺激強度で10分間実施した。

統計学的解析はSPSS (Ver.25.0) を使用し、BT1-BT40, BT40-TT1, TT1-TT40に対して反復測定分散分析 (block × stimulation) を行った。

【結果】

反復測定分散分析の結果、BT40-TT1間及びBT1 - BT40間で有意な主効果と交互作用を認めた (BT40-TT1, TT1-TT40; main effect, $p < 0.001$, interaction, $p < 0.05$)。事後検定の結果、TT1でsham群に比較して70Hz群で誤差修正角度が有意差に小さいことを示した (sham vs. 70Hz群, $p < 0.05$)。またTT40でsham群に比較して70Hz群で誤差修正角度が有意差に大きいことを示した (sham vs. 70Hz群, $p < 0.05$)。

【考察】

本研究の結果は、TT1において平均誤差角度がsham群と比較し70Hz群で有意に小さいことを示した。Santarnecchiらは、課題中のhigh-gamma刺激が視覚運動を促進することを示しており、またSugataらは課題前の70Hz刺激がボタン押しの運動学習能力を促進することを示し、その神経生理学的メカニズムとして興奮性及び抑制性シナプスの活動バランスの可塑的变化が影響する可能性を報告した。本研究では、課題施行前の70Hz-tACSによって初期誤差修正が促進されたことから、より高次の運動学習であるVMLTにおいても、70Hz-tACSによる興奮性及び抑制性シナプスの活動バランスの可塑的变化が運動学習の習熟度に影響を与えたと考えられた。

【結論】

VMLT前の70Hz-tACSが初期の誤差修正を促進した。本研究により、リハビリ実施前の70Hz-tACSがリハビリの効果を高める可能性が示された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言を遵守し、個人が特定されないことがないように配慮した。また対象者には書面にて研究の趣旨を説明し、調査・測定したデータを研究に使用する同意を得た。なお、本研究は大分大学医学部倫理委員会の承認 (承認番号: 1184-T1) を受けて実施した。

運動学習課題に特異的な安静時脳機能結合の特定

安部 レオ¹⁾・近藤 美咲¹⁾・宮崎 悠介¹⁾・原 正之²⁾
池田 尊司³⁾・松下 光次郎⁴⁾・菅田 陽怜¹⁾

1) 大分大学 福祉健康科学部 理学療法コース 2) 埼玉大学 理工学研究科
3) 金沢大学 こどものこころの発達研究センター
4) 岐阜大学 工学部 機械工学科 機械コース

Key word / 安静時脳機能結合、運動学習、amplitude envelope correlation

【はじめに】

近年、安静時脳機能結合 (rs-FC) などの安静状態の脳活動を調べることで運動学習能力を予測できるという研究が増えている。また、rs-FCを応用して運動パフォーマンスの事前予測につなげようとする研究も盛んに行なわれている。一方で、運動学習の研究では様々な運動要素を含む課題が利用されているため、それぞれの課題で動員される脳機能も異なる可能性がある。しかし、rs-FCを対象とした研究においてこのような運動学習課題の特性に着目し比較したものは少ない。そこで本研究では異なる運動要素を有する2種の運動学習課題を用いて、学習成績とrs-FCとの関連性について検討した。

【方法】

対象は18歳以上の健常右利きの男女16名 (20.8±1.2) とした。運動学習課題は系列反応学習課題 (SRTT) と視覚運動学習課題とし、被験者は右手を使用して両課題を実施した。80チャンネル脳波計 (g. HIamp, g.tec) を装着させ、6分間の安静状態脳波および両課題遂行中の脳波を計測した。解析には数値解析ソフトウェア (MATLAB, MathWorks) を使用し、SRTTは反応時間の変化、視覚運動学習課題は操作誤差の変化を算出し学習成績の指標とした。脳波動解析では課題ごとにβ (13~35 Hz) 帯域の事象関連脱同期 (ERD) を抽出後、左一次運動野のERDのピーク位置を算出しseedと定義した。その後、amplitude envelope correlation (AEC) によるseed-based rs-FC解析を行い、AEC値を算出した。さらに、それぞれの学習成績と得られたAEC値との間で全脳の相関解析を行った。

【結果】

SRTTでは左下頭頂小葉、上側頭回、中側頭回とM1との結合が強いほど学習成績が悪く、視覚運動学習課題では左上前頭回、中前頭回上部、上頭頂小葉とM1との結合が強いほど学習成績が良い傾向にあった。また、視覚運動学習課題では両側の上前頭回とM1との結合が強いほど学習記憶の残存が弱い傾向にあった。

【考察】

SRTTで見られた、下頭頂小葉や中・上側頭回などはDefault Mode Network (DMN) の領域に含まれることから、安静状態でのM1とDMNとの接続は運動学習を妨げるように影響すると考えられる。一方、視覚運動学習課題で見られた上頭頂小葉はDorsal Attention Network (DAN) に含まれ、上前頭回の前部はDMNやcognitive control network、後部はcognitive execution network との接続があると報告されており、注意・認知系などのrs-FCとM1との接続が強いほど学習能力が高い可能性がある。一方で、上前頭回は運動前野として、運動の計画などの機能があるといわれている。このことからM1-上前頭回間のrs-FC強度と学習記憶残存との負の相関は、過去の学習の残存が新たな学習を記憶することを妨げる可能性を示していると考えられる。

【結論】

それぞれの運動学習課題で相関が認められた脳活動の領域は異なるものであった。このことから、運動学習研究における課題の選択は、その特性によって脳活動が異なることを考慮して行う必要があるといえる。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究では全て、「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」に従って大分大学医学部倫理審査委員会による倫理審査を受け、承認を得たうえで実施した。研究計画は全てヘルシンキ宣言に則り、被験者には研究目的・方法・研究によって起こり得る事象を文書により説明し、文書にて同意を得たうえで実験を実施した。

視覚誘導性運動錯覚の単回誘起は脳機能結合を変化させるか

米田 将基^{1,2)}・金子 文成³⁾・岡和田 愛実^{2,3)}・里宇 明元³⁾

1) 慶應義塾大学大学院 医学研究科医科学専攻
2) 社会医療法人北斗 北斗病院
3) 慶應義塾大学医学部 リハビリテーション医学教室

Key word / 安静時脳機能結合、運動錯覚、機能的磁気共鳴画像法

【はじめに】

視覚誘導性運動錯覚 (KINVIS) とは、仮想身体が運動している映像による視覚刺激で、自己の四肢が運動しているような錯覚が生じる心理的現象である。過去の我々の研究により、KINVIS中は腹・背側運動前野、上・下頭頂小葉や島皮質などに脳活動が生じることが明らかとなった。また臨床研究から、脳卒中患者にKINVISを応用したアプローチを反復すると運動機能が改善する結果が得られ、非損傷半球側の背側運動前野と上・下頭頂小葉との間の安静時脳機能結合 (FC) が変化する可能性が示唆された。そこで本研究では患者で起こった変化がアプローチ特異的なものか検証するために、健常者を対象としてKINVISを単回で誘起した後に生じるFCの変化を探索した。

【方法】

対象は右利きの健常成人15名とした (男: 8名, 女: 7名, 年齢26.0±5.4歳)。機能的磁気共鳴画像法により安静時blood-oxygenation-level-dependent (BOLD) 信号を2回計測した。計測は、KINVIS実施日より前 (ベースライン条件) とKINVIS実施後10分以内 (KINVIS後条件) に実施した。KINVISは計20分間とした。視覚刺激には、あらかじめ6秒1周期の左手関節掌背屈を撮影し、水平反転させた動画を使用した。動画は、被験者自身の右前腕と映像中の前腕が連続してみえる位置に提示した。実施後に質問紙で運動錯覚感を聴取し、運動錯覚が生じなかった被験者4名を解析から除外した。BOLD信号の計測には静磁場強度1.5-Tの機器 (Optima 450w, GE社) を使用した。得られたデータに対し前処理とSeed-based解析を行い、関心領域と他領域におけるBOLD信号の相関をFCとして算出した。関心領域はKINVISと運動遂行に関わる脳部位20箇所を設定した。対応のあるt検定を行い、ベースライン条件とKINVIS後条件を比較した。統計学的な閾値はボクセルごとの相関値において有意水準0.1%とし、クラスタサイズにおいてFalse discovery rate補正済み有意水準5%とした。

【結果】

FCが変化した組み合わせに関心領域-クラスタピーク部位の順に示す。KINVIS後条件でFCが有意に増加したのは左島皮質-右前頭極、右島皮質-左前頭極、右縁上回-左前頭極、右背側運動前野-右縁上回 (クラスタ内に上頭頂小葉を含む) であった。また左頭頂間溝-左縁上回、右頭頂間溝-左縁上回、左上頭頂小葉-左楔前部、右背側運動前野-左楔部ではFCが有意に減少した。

【考察】

視覚刺激を提示した手と同側の背側運動前野と上・下頭頂葉の間でFCが変化し、過去の臨床研究における結果と類似した。また本研究では運動錯覚に関連するとされる島皮質と、対側前頭極間とのFCが変化した。このことから、高次な認知情報処理と関連が深い前頭極が、KINVISを誘起した際に関与する可能性が示唆された。

【結論】

健常者においてKINVISの単回誘起によってFCが変化する脳部位が明らかとなり、KINVISの誘起によるFC変化の基礎的知見を得た。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は「ヘルシンキ宣言」および「人を対象とした医学系研究の倫理指針」に沿って実施され、倫理審査委員会の承認を得た。データ収集、公表では個人情報特定できないように匿名化を行った。被験者には書面で十分に研究の内容を説明し、署名で同意を得た。

障害物回避歩行への二重課題干渉と背外側前頭前野刺激の効果

松浦 晃宏¹⁾・篠田 亮平²⁾・石川 衛²⁾・吉野 開²⁾
 苅田 哲也²⁾・森 大志²⁾

- 1) 広島国際大学 総合リハビリテーション学部
 2) 大山リハビリテーション病院 リハビリテーション部
 3) 県立広島大学 保健福祉学部

Key word / 経頭蓋直流電気刺激、障害物回避歩行、二重課題

【はじめに】

背外側前頭前野 (Dorsolateral prefrontal cortex, DLPFC) は二重課題の実行における重要な領域の一つであることが示されている。このDLPFCの活動性を変化させることにより歩行中の二重課題実行機能の向上をみた研究も散見されるが、日常生活における転倒などの危険な状況を想定すると、あらゆる歩行状況下での研究が必要である。

そこで我々は、歩行中の障害物回避への認知負荷による二重課題干渉の影響を調べ、DLPFCへの経頭蓋直流電気刺激 (Transcranial direct current stimulation, tDCS) による二重課題実行機能の改善効果を調査した。

【方法】

対象は健康成人9名 (26.1±5.1歳) とした。対象者は、単純課題 (Single-task, ST) として提示された3桁の数字より7ずつ減算する減算課題、1周15mのコース上に高さ7.5cmのハードルを6個設置した歩行路を6周する歩行課題を行った。さらに減算課題と歩行課題を同時に行う二重課題 (Dual-task, DT) を実施した。その後、左DLPFCに相当するF3領域 (国際10-20法) への陽極tDCSを実施した。tDCSは、2mAの刺激電流 (実刺激) または無電流 (偽刺激) で20分間刺激し、刺激後に再び各課題を実施した。解析は、減算課題時の1分間の減算正答数と二次動作解析から求めた歩行課題中の障害物回避時のリード足・トレイル足のクリアランス高、ハードル前後の足部接地位置それぞれについて、刺激の有無 (stim), 刺激の前後 (time), 課題条件 (condition) を要因とする反復測定分散分析を行った。有意水準は5%とした。

【結果】

減算正答数における3要因の分散分析は、有意な交互作用を示し (p=0.019), DTの減算正答数が実刺激後に増加することが示された。また、障害物回避時の分散分析は、実刺激によるDT時のリード足クリアランス高の低下および、ハードル前のハードルに対する足部接地位置の短縮を示した (足部高 p=0.048, 接地位置p=0.003)。さらに、conditionの主効果が有意であり、STに比べてDTではリード足のクリアランス高が高く、ハードル前の足部接地位置が遠くなることが示された (足部高 p<0.001, 接地位置p=0.004)。ハードル後の足部接地位置およびトレイル足のクリアランス高に交互作用と主効果は示されなかった。

【考察】

DT時の障害物回避歩行は、ハードル前である足部接地位置とリード足のクリアランス高に影響を及ぼした。これらは、ハードルの視認-記憶に基づく運動として、二重課題によりこのネットワークが干渉を受けたと考えられる。左DLPFCへのtDCSは、DT時の障害物回避歩行にみられたリード足のクリアランスの過大とハードル前の足部接地位置の短縮に対して、二重課題干渉の影響を減少させることが示された。

【結論】

本研究の結果は、複雑な歩行課題下でのDTパフォーマンスが、左DLPFCの活性化と関連があることを示唆し、DLPFCの調整がその治療介入となりうる可能性を示している。

【倫理的配慮、説明と同意】

対象者には事前に本研究の目的と主旨を説明して書面にて同意を得た。また本研究は大山リハビリテーション病院倫理審査委員会の承認に基づき実施した。

四極性前庭刺激が身体正中認知に与える影響 - 健康成人及び半側空間無視一症例での検討 -

國場 開^{1,2)}・網本 和²⁾・万治 敦史¹⁾・植原 真由¹⁾

- 1) 埼玉みさと総合リハビリテーション病院
 2) 首都大学東京大学院 人間健康科学研究科

Key word / 四極性前庭刺激、身体正中認知、半側空間無視

【はじめに】

前庭刺激 (Galvanic Vestibular Stimulation : 以下GVS) は、半側空間無視 (Unilateral Spatial Neglect : 以下USN) の治療アプローチの一つとして用いられており、線分抹消試験にて左GVSの方が改善を示したとの報告がある。近年、Aoyamaらの報告にて、健康成人男性に対して四極性GVSでは回旋方向の変化が優位に見られ、頭部の右または左回旋の加速度感覚が惹起されることが示唆されている。しかし、この四極性GVSが体幹正中認知に与える影響については十分明らかではない。本研究の目的は四極性前庭刺激が健康成人に与える即時効果及び脳血管障害による半側空間無視例の身体正中認知への影響について検証することとした。

【方法】

対象は、20歳代 (25±1.59) の健康成人15名 (男性8人 女性7人) 及び回復期病院に入院中の初回脳卒中発症後の左USNを呈した1例 (40歳代男性、Behavioural Inattention Test : 126/146点、MMSE30点、HDS-R29点) とした。刺激装置は、NF-M1 (伊藤極超短波株式会社) を使用しパルス波を用いた。刺激強度は先行研究を参考にし、3mAにて実施し、刺激時間は10分間にて設定した。刺激は端座位上にて実施。左乳様突起陽極・左側頭部陰極、右乳様突起陰極・右側頭部陽極を設置し左回旋方向の加速度感覚を誘発させる左回旋GVSを実施した。アウトカム評価は、閉眼位で示指にて胸骨柄からタッチパネルディスプレイ上へ正中だと思われる位置を指してもらった課題である体幹正中認知課題Subjective Straight-ahead (以下SSA) を計測した。

【結果】

健康成人におけるSSAは左回旋GVS条件で、①刺激前、②刺激中、③刺激10分後にて、画面中央を原点 (左-, 右+) とし、X軸が-6.1mm、-10.8mm、-8.0mmへと偏倚し、刺激前・刺激中に有意に左方向への偏倚を認めた。半側空間無視症例では、SSAは左回旋GVS条件にて、刺激前、刺激中、刺激10分後にて+17.4mm、+8mm、+7mmとなった。

【考察】

今回健康成人では、左回旋GVS条件にて刺激前、刺激中に有意にSSAの改善を認めた。2極性のGVSにて半側空間無視が改善するメカニズムとしては、半側空間無視と前庭機能との関連性が関わっているとの報告がある。健康成人におけるGVS実施中のfMRIの変化を調査した研究では、左GVSでは両側の前庭皮質が賦活したとしている。この結果より、左GVSは広範囲に前庭皮質、近接領域の活動を高めることで半側空間無視に効果がある可能性が示唆されている。本研究における症例の結果からは、身体正中認知を有意に左方向へ偏移させ、半側空間無視を改善する可能性が示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

埼玉みさと総合リハビリテーション病院倫理委員会の承認を得た。(承認番号: 069)

介護予防事業に参加した地域在住高齢者における転倒リスク・スクリーニングの指標としての膝伸展筋力の発揮率の有用性

渡邊 雅英^{1,2)}・馬場 孝浩^{3,4)}・荻原 啓文⁵⁾・半田 秀一⁶⁾
 笹本 和宏⁷⁾・岡田 真平⁶⁾・奥泉 宏康⁸⁾・木村 貞治⁹⁾

1) 医療法人健佑会 いちはら病院 2) 信州大学大学院 総合理工学研究所 医学系専攻
 3) 鹿教湯三才山リハビリテーションセンター 介護療養型老人保健施設 いずみの
 4) 信州大学大学院 医学系研究科保健学専攻 5) 日本保健医療大学 保健医療学部 理学療法学科
 6) 公益財団法人 身体教育医学研究所 7) 社会福祉法人 みまき福祉会
 8) 東御市立みまき温泉診療所 9) 信州大学 医学部 保健学科

Key word / 転倒予防、筋力発揮率、30秒椅子立ち上がりテスト

【はじめに、目的】

高齢者の転倒予防には、躓き時に崩れかけたバランスを補正するためのとっさの一步を踏み出すような瞬発的な筋の反応が必要とされている。このような素早い動作に関連する筋力発揮の指標として、膝伸展筋力の発揮率 (rate of force development, RFD) がある。そこで、本研究は、地域在住高齢者の転倒リスク・スクリーニングの指標としてのRFDの有用性を、従来、転倒リスク・スクリーニングの指標として位置づけられ、妥当性・信頼性が高く、下肢筋力とも関連性のあるとされる30秒椅子立ち上がりテスト (30-seconds chair-stand test, CS-30) や、筋力の量的指標である随意最大筋力 (maximum voluntary contraction, MVC) と比較・検証することとした。

【方法】

対象は、介護予防事業に参加している地域在住高齢者43名 (男性10名, 平均年齢: 82.1±5.8歳) とした。身長、体重の測定とアンケート調査にて過去1年間の転倒歴の有無の聴取を行った後に、転倒歴のある者を転倒群 (12名)、転倒歴のない者を非転倒群 (31名) に分類した。RFDの測定として、できるだけ速く、強く膝を伸展させた際の力-時間曲線の開始から50ms, 100ms, 200msの時点のRFD (RFD₅₀, RFD₁₀₀, RFD₂₀₀) と、力-時間曲線のピーク値となるMVCを3回測定した。また、40cmの肘掛けのない椅子に座り、30秒間できるだけ多く立ち上がり動作を繰り返した際の回数をカウントするCS-30の測定を2回実施した。統計解析として、RFD, MVCおよびCS-30の群間差と、転倒の有無を識別するための感度、特異度、カットオフ値、転倒を状態変数としたReceiver Operating Characteristics (ROC) 曲線の曲線下面積 (area under the curve, AUC) の差を解析した。

【結果】

転倒群のRFD₅₀, RFD₁₀₀は非転倒群より有意に低下していたが、CS-30, RFD₂₀₀, MVCについては、両群間で有意差が認められなかった。感度、特異度、カットオフ値については、以下この順で、RFD₅₀は48.4%, 91.7%, 211.5Nm/s, RFD₁₀₀は32.3%, 100%, 256.5Nm/s, RFD₂₀₀は51.6%, 83.3%, 149.8Nm/s, CS-30は93.5%, 50%, 9回, MVCは51.6%, 83.3%, 17.8kgであった。RFDとCS-30, MVCのそれぞれのAUCを比較した結果、有意差は認められなかった。

【考察】

RFD₅₀とRFD₁₀₀は転倒群で有意に低下していたことから、躓き時のとっさの一步のような素早い動作に関連するとされるRFDの低下による転倒回避能力の低下が、転倒の要因の一つとなる可能性が示唆された。しかし、転倒リスク・スクリーニングの指標としての有用性については、CS-30およびMVCと有意な差が認められないということが示された。

【結語】

RFDとCS-30の2つのAUCに有意差は認められなかったことから、本研究の結果では、転倒リスク・スクリーニングの指標としての有用性は、RFDとCS-30, MVCで差がないという可能性が示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言に則り、信州大学医学部医倫理委員会による承認 (承認番号 3987) を得て実施した。対象者には研究内容を十分に説明し、書面にて同意を得た。

動画解析ソフトBMPmeasureを使用したステップ長とストライド長測定の信頼性と妥当性の検討

口石 健悟

医療法人社団苑田会 苑田第二病院

Key word / BMPmeasure、妥当性、信頼性

【はじめに】

理学療法の中で歩行能力を評価する機会は多く、片麻痺患者や下肢整形外科疾患患者などの患側股立脚期が短縮する揃え型歩行は多く目にする。先行研究においても揃え型歩行などの非対称的な歩行は後の移動能力に影響するとされている。揃え型歩行を明確にするには、ステップ長やストライド長を測定する必要がある。これらは歩行速度や歩行率に大きく影響するものである。しかし、日々の臨床場面においてこれらを簡易的に測定するツールは少なく、さらには動画解析ソフトを用いてステップ長やストライド長を測定した信頼性、妥当性の報告はない。そこで本研究では、動画解析ソフトBMPmeasure (以下:BMPmeasure) を用いて算出したステップ長、ストライド長の信頼性、妥当性を検証することとした。

【方法】

対象者は健常成人15名、評価者を2名とし、各々の10m歩行を3m離れた位置のカメラで撮影した。撮影した動画をPCに取り込み、両脚支持期の静止画を選択した。次にBMPmeasureを用いて選択した静止画に被験者の両側踵と床面の一定距離の座標点を記録しステップ長とストライド長をそれぞれ算出しICC (2,1) を算出した。さらに1週間後、同様の方法にてステップ長とストライド長を算出しICC (1,1) を算出した。絶対信頼性検討の為にBland-Altman分析を用いて系統誤差の有無と最小可検変化量 (minimal detectable change:MDC) を算出した。妥当性の検討では、歩行路に長さを規定したテープを貼付しその長さをBMPmeasureを用いて算出した。測定するテープの長さは無作為に選択し、評価者には盲検化した。テープの実際の長さとはBMPmeasureを用いて算出した測定値に関連があるかをPearsonの積率相関分析を実施した。

【結果】

ステップ長 (左右)、ストライド長 (左右) の測定のICC (1,1) は0.99であり、絶対信頼性においては系統誤差の混入は認められなかった。MDCの値は左右のステップ長、ストライド長で1.79~2.41cmであった。ICC (2,1) では、0.98~0.99であり、絶対信頼性において、ストライド長 (右) のみ加算誤差を認め、その他の測定項目では系統誤差の混入は認められなかった。MDCの値は左右のステップ長、ストライド長で1.78~2.35cmであった。妥当性の検討では1回目と2回目の測定において有意な相関 (r=0.99, p<0.01) が認められた。

【考察】

左右のステップ長、ストライド長のICC (1,1) とICC (2,1) はいずれも0.98~0.99であり、Landisの判定基準に基づきalmost perfectであった。妥当性においても有意な相関が認められ、以上のことからBMPmeasureを使用したステップ長とストライド長の測定方法は信頼性および妥当性があるといえる。

【結論】

BMPmeasureを用いたステップ長、ストライド長測定は測定者の能力や経験を問わず高い信頼性があった。また、妥当性においても強い相関があり臨床場面でも適応できる可能性が示された。また、MDCの値以上は真の変化として解釈できることが示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、当法人の倫理審査委員会の承認を受けて実施した。対象者には、ヘルシンキ宣言に基づき本研究の目的と内容を説明し同意を得たうえで実施した。

地域在住高齢者の筋力と筋肉量がバランス能力に及ぼす影響

篠原 智行¹⁾・齋田 高介¹⁾・田中 繁弥¹⁾・宮田 一弘²⁾
 山上 徹也³⁾

1) 高崎健康福祉大学

2) 茨城県立医療大学

3) 群馬大学大学院

Key word / バランス能力、筋力、筋肉量

【はじめに】

高齢者のサルコペニアやダイナペニアは、筋力や筋肉量が指標となる。これらの低下は生活不活発の一因となり、バランス能力低下も予見される。そこで、本研究は、地域在住高齢者の筋力および筋肉量がバランス能力に及ぼす影響を明らかにするため、バランス能力を I. 生体力学的制約、II. 安定限界、III. 姿勢変化、IV. 反応的姿勢制御、V. 感覚機能、VI. 歩行安定性の 6 つの要素で評価する Brief-Balance Evaluation Systems Test (BESTest) を用いて検証した。

【方法】

対象は65歳以上の女性の地域在住高齢者83名とした。平均年齢は76.3歳であった。測定項目はBrief-BESTest、握力、大腿四頭筋筋力、筋肉量とした。体格補正のため筋力は体重で除した(握力比、下肢筋力比)。また、筋肉量は上肢、下肢、上下肢の合計、体幹を身長²で除した(上肢筋量、下肢筋量、四肢筋量、体幹筋量)。解析はBrief-BESTestと年齢、各測定値のSpearmanの順位相関係数を求めた。また、従属変数をBrief-BESTestの合計点、独立変数を年齢と各測定項目とするステップワイズ法での重回帰分析を行った。有意水準は5%とした。

【結果】

Brief-BESTestの中央値はセクションIが3.0、IIが2.0、IIIが5.0、IVが5.0、Vが3.0、VIが3.0、合計点が20.0であった。各測定値の平均値は握力比が0.44kg/kg、下肢筋力比が0.40kgf/kg、上肢筋量が1.36 kg/m²、下肢筋量が4.22kg/m²、四肢筋量が5.59kg/m²、体幹筋量が6.58 kg/m²であった。セクションIと有意な相関を認められたのは年齢、握力比、下肢筋力比、下肢筋量で $r_s = -0.34 - 0.36$ 、IIとは年齢、握力比、下肢筋力比、下肢筋量で $r_s = -0.32 - 0.33$ 、IIIとは年齢、握力比、下肢筋力比、下肢筋量で $r_s = -0.47 - 0.41$ 、IVとは年齢のみで $r_s = -0.22$ 、Vとは年齢、握力比、下肢筋量で $r_s = -0.31 - 0.25$ 、VIとは年齢と下肢筋力比で $r_s = -0.38 - 0.33$ 、合計とは年齢、握力比、下肢筋力比、下肢筋量、四肢筋量で $r_s = -0.47 - 0.35$ であった。重回帰分析では上肢筋量と体幹筋量に強い相関関係を認められたため、体幹筋量を独立変数とした。採択された独立変数は年齢、下肢筋量、体幹筋量であり、標準回帰係数はそれぞれ-0.38、0.56、-0.42であった。

【考察】

筋力や筋肉量は、バランス能力の各要素に異なる影響を与えていることが示唆された。セクションIVのステップ反応は、筋力や筋肉量の低下より加齢と関連するバランス能力であると考えられた。重回帰分析では、バランス能力は筋肉量の影響が大きく、また、下肢筋量と体幹筋量による影響は逆となった。加齢に伴う筋肉量減少の特徴は下肢と体幹で異なるため、バランス能力への影響は一様ではない可能性があるが、経時的変化を含めた解析など、体幹筋量との検証は今後の課題である。

【結論】

地域在住高齢者のバランス能力の各要素において、筋力および筋肉量との関連性はそれぞれ異なった。また、バランス能力全体でみた場合、筋肉量の影響が大きかった。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言を順守した。また、高崎健康福祉大学の研究倫理審査を受審した(第2936号)。対象者には事前に研究の趣旨を説明し、書面にて同意を得た。

脊髄疾患に対するMini-Balance Evaluation Systems TestとBerg Balance Scaleとの比較 - 反応性、得点分布からの検討 -

仲澤 諒¹⁾・吉川 憲一¹⁾・宮田 一弘²⁾・古閑 一則¹⁾
 水上 昌文²⁾

1) 茨城県立医療大学付属病院

2) 茨城県立医療大学

Key word / BBS、脊髄疾患、Mini-BESTest

【はじめに】

近年、動的バランスの評価指標としてMini-Balance Evaluation Systems Test (Mini-BESTest) が使用されており、様々な疾患でその信頼性や妥当性などが検討されている。しかし、脊髄疾患においてMini-BESTestの信頼性や妥当性などの検討を報告した研究はごくわずかである。本研究の目的は、広く使用されているバランス評価の一つであるBerg Balance Scale (BBS) とMini-BESTestの反応性や得点分布の比較を行うことで、脊髄疾患でのMini-BESTestの臨床的有用性を検討することである。

【方法】

2018年4月から2019年4月までに当院に入院した、介助なく10m歩行可能な不全脊髄疾患患者11例(平均年齢68.4±7.8歳、平均罹患月間31.8±66.1か月)を対象とした。疾患は脊髄損傷9例、頸椎症性脊髄症1例、脊髄梗塞1例であり、損傷・病変部位は頸髄9例、胸髄1例、腰髄1例であった。対象者は入院中(平均入院日数98.6±32.0日)に身体機能やADL能力改善を目的とするリハビリテーションを実施した。Mini-BESTestとBBSを入院時及び退院時に評価し、Mini-BESTestとBBSの変化量(ΔMini-BESTest、ΔBBS)との相関関係にて反応性を確認した。相関関係はSpearmanの順位相関係数を用いて確認した。さらに、双方のStandardized Response Mean (SRM)を算出した。SRMが0.8を超えた場合、反応性はlargeであると判定した。Mini-BESTestとBBSの比較では退院時の2評価の得点分布を確認し、歪度を算出した。Mini-BESTestとBBSのそれぞれの平均点(mean)と標準偏差(SD)の合計値(mean+SD)が満点(Mini-BESTest:28点、BBS:56点)を上回る場合には天井効果ありと判定した。有意水準は5%未満とした。

【結果】

Mini-BESTestのMean±SD(得点範囲)は入院時13.5±9.1点(1-27点)、退院時20.4±7.1点(9-27点)であった。BBSのMean±SD(得点範囲)は入院時38.7±14.7点(12-56点)、退院時50.2±7.9点(31-56点)であった。ΔMini-BESTestは6.9±7.4点、ΔBBSは11.5±12.9点であった。ΔMini-BESTestとΔBBSの相関は $r=0.915$ ($p<0.01$)、SRMはMini-BESTestで0.98、BBSで0.93であり双方largeであった。満点者はBBSのみ4例確認した。退院時のMini-BESTestのmean+SDは27.2、BBSのmean+SDは57.7であった。歪度はMini-BESTestで-0.7、BBSで-1.6であった。

【考察】

Mini-BESTestはBBSと同等以上の反応性を示した。また、BBSのみ天井効果と高得点者が多いという得点の偏りもみられた。Mini-BESTestはBBSと比較して天井効果の影響を受けにくく、反応性が高いという結果から歩行可能な脊髄疾患患者のバランス能力の変化を検知しやすい可能性が示唆された。

【結論】

バランス機能が高く、歩行を獲得した脊髄疾患患者の場合、Mini-BESTestを評価指標とすることが臨床上有用である可能性がある。今後は信頼性の検討等を行い、脊髄疾患におけるMini-BESTestの有用性を検討していきたい。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は茨城県立医療大学倫理審査委員会によって承認され(承認番号:860号)、当院ホームページ内にてオプトアウトしたのちに実施された。

スクワット動作に関するスケルトン検出アルゴリズムの信頼性と妥当性の検証

太田 恵^{1,2)}・建内 宏重¹⁾・荻野 泰弘³⁾・加藤 文博⁴⁾
橋口 昂矢³⁾・山縣 桃子⁴⁾・市橋 則明⁴⁾

- 1) 京都大学大学院 医学研究科 人間健康科学系専攻 予防理学療法学講座
2) 早稲田大学スポーツ学術院 3) 株式会社スマートヘルス
4) 京都大学大学院 医学研究科 人間健康科学系専攻 理学療法学講座

Key word / 動作解析、スケルトン検出アルゴリズム、OpenPose

【はじめに】

動作解析には三次元動作解析装置が多用されているが、高価で測定に時間と技術を要する。一方、OpenPoseは一般公開されているアルゴリズムであり、市販のデジタルカメラの動画から深層学習を用いて人物の関節点を検出でき、新たな動作解析手法と注目されている。しかし、OpenPoseの信頼性と妥当性の検証実験は皆無に等しい。本研究の目的は、スクワット動作に関してOpenPoseの信頼性と妥当性を検証することとした。

【方法】

対象は健康者20名(年齢 26.0 ± 3.4 歳)とした。運動課題はスクワット動作(立位から上前腸骨棘のマーカが隠れる直前まで下肢を屈曲して立位に戻るとし、3施行を解析した。矢状面における体幹角度、右側の股・膝・足関節角度を計測した。VICON(VICON Motion Systems Ltd.;カメラ8台)による測定ではPlug-in-gaitモデルを用い、体幹は胸郭セグメントのグローバル座標での角度を求めた。同時にデジタルカメラで右側から撮影し、OpenPoseにより各関節点を推定し各角度を求めた(体幹:頸部と両股関節中点を結ぶ線の傾き、股関節:頸部・股・膝関節の成す角度、膝関節:股・膝・足関節の成す角度、足関節:膝・足関節を結ぶ線と踵・第5趾MTP関節を結ぶ線の成す角度)。いずれもサンプリング周波数60Hz、low-pass filter 6 Hzに設定し、立位からの最大変化量を解析に用いた。信頼性の検証のために同一画像をOpenPoseで2回解析し、級内相関係数[ICC(1,1)]を算出した。妥当性の検証のためにOpenPoseとVICONの関連をPearsonの積率相関係数と級内相関係数[ICC(2,1)]を用いて検討し、誤差の検証のためにBland-Altman分析を実施した。有意水準は0.05とした。

【結果】

ICC(1,1)は、いずれも1.00であった。Pearsonの積率相関係数は、体幹($r=0.84$)・膝関節($r=0.96$)・足関節($r=0.77$)と強い相関を示したが、股関節($r=0.49$)は中等度の相関であった。ICC(2,1)は、体幹(0.80)・膝関節(0.89)は高値だったが、股関節(0.34)・足関節(0.30)はやや低値であった。Bland-Altman分析では、股関節(OpenPoseとVICONの平均値の差:10.0度)・膝関節(-5.6度)・足関節(-9.7度)で加算誤差、体幹と股関節で比例誤差を認めた。

【考察】

誤差が生じた要因は、OpenPoseはVICONとは異なり二次元解析であることに加え、両手法では角度算出方法が異なるため、特に体幹や股関節においては骨盤や脊柱内部での動きが影響したことが考えられる。

【結論】

スクワット動作においては、OpenPoseの高い信頼性が確認できた。また両手法間ですべての値に相関を認めたが、股関節と足関節は加算誤差が大きくICC(2,1)が低値であり、また体幹と股関節では比例誤差があったことから、妥当性の向上のために補正を加える必要性が示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は本学医の倫理委員会の承認(承認番号 R1823)のもとで実施し、ヘルシンキ宣言に基づいて被験者には研究について事前に説明し同意を得た。

股関節ストレッチングが腸脛靭帯の受動的な弾性に与える影響

小川 哲広¹⁾・小林 匠²⁾・加藤 史織¹⁾・澤野 純平¹⁾
谷口 圭吾³⁾

- 1) 北星病院 リハビリテーション科
2) 北海道千歳リハビリテーション大学 健康科学部 リハビリテーション学科
3) 札幌医科大学 保健医療学部 理学療法学第二講座

Key word / 組織弾性、ストレッチング、超音波剪断波エラストグラフィ法

【はじめに】

腸脛靭帯炎は、ランニング等の反復動作における腸脛靭帯(ITB)と大腿骨外側上顆間の圧迫ストレスが発症の一因とされる。ITBは大腿筋膜張筋(TFL)、中殿筋(GMe)、大殿筋(GMa)から発生し、それ自身は収縮様式をもたないが、これらの筋の収縮に伴い伸張されると考えられる。そのため、ITBを構成する筋の弾性変化によってITBの弾性が変化すると推測されるが、現時点でそのような研究は見られない。本研究は、股関節ストレッチングがITBの受動的な弾性に与える影響を明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象はOverテスト陽性の健康男性11名(27.1 \pm 4.4歳, 171.8 \pm 5.4cm, 63.4 \pm 8.9kg, 全例右脚)とした。各組織(GMe・TFL・ITB前部線維・ITB後部線維)の受動張力の評価指標には、超音波せん断波エラストグラフィ装置(Aixplorer Ver.6)より得られた、せん断弾性係数を使用した。GMe・TFLの撮影部位はSENIAM推奨の表面電極貼付位置に準じ、長軸像にて計測した。ITBの撮影部位は大腿骨外側上顆近位部とし、短軸像にて横径1/2で前部線維と後部線維に分けた後、長軸像にて計測した。背臥位(股関節中間位・膝伸展位)で各部位の弾性率を計測後、①左側臥位での股関節伸展・内転(TFLストレッチ)、②背臥位での股関節屈曲・内転(GMeストレッチ)をランダムな順序で実施した。各ストレッチングは他動的に20秒実施し、介入30秒経過後に再度計測を行った。その後、30分以上経過後にもう一方のストレッチングを実施し、介入前後で弾性率を計測した。各2回の測定の平均値を採用し、介入方法・介入前後を要因とした反復測定二元配置分散分析にて検討した(有意水準5%)。

【結果】

ITBは交互作用を認めず、介入前後に主効果を認めた(上部:p=0.003, 下部:p=0.023)。ITB前部線維の弾性係数は、介入前94.8 \pm 47.0kPa・介入後66.8 \pm 37.1kPa、ITB後部線維の弾性係数は、介入前106.1 \pm 50.3kPa・介入後77.5 \pm 47.2kPaであり、介入後に有意に低下した。TFL・GMeは有意な交互作用・主効果を認めなかった。

【考察】

本研究結果から、GMeおよびTFLストレッチングはITBの受動的な弾性を即時的に低下させることが示された。一方でストレッチングによるTFL・GMeの弾性変化を認めなかったことから、ITBはこれらの筋の弾性変化には依らずに弾性変化が生じる可能性が示唆された。これは、ITBが他の靭帯構造とは異なる筋膜様の疎性結合組織であることが影響していると推察された。

【結論】

GMeおよびTFLの静的ストレッチングは、ITBの受動的な弾性を即時的に低下させる。本研究結果は、腸脛靭帯炎の発症メカニズム推測や効率的な理学療法考案の一助となり得る。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は研究代表者が所属する医療機関の倫理委員会の承認を受けて実施した。全ての対象者は、ヘルシンキ宣言に則り研究参加前に研究の目的と個人情報守秘義務について説明を受け、同意した上で本研究に参加した。

脳卒中者への長下肢装具および短下肢装具の選定において理学療法士が重要とする評価

太田 智裕¹⁾・橋立 博幸²⁾・清水 夏生¹⁾・鈴木 堯之³⁾

- 1) 初台リハビリテーション病院
2) 杏林大学 保健学部 理学療法学科
3) 東京天使病院

Key word / 下肢装具、評価、脳卒中

【はじめに】

脳卒中者へ用いられる代表的な下肢装具である長下肢装具 (KAFO) と短下肢装具 (AFO) の選定方法に関してこれまで報告されてきているが、評価項目と評価手順は異なっている。本研究では、臨床において理学療法士がKAFOおよびAFOを選定する際に重要とする評価を明らかにすることを目的とした。

【方法】

研究デザインは横断研究であり、医療機関に所属する理学療法士112人を対象にアンケート調査を行った。アンケートでは、金属支柱付きKAFOまたは金属支柱付きAFOを選定する際に重要とする評価について、麻痺側下肢機能、非麻痺側下肢機能、体幹機能、高次脳機能、端坐位と立位での姿勢保持・動作、起立、立位でのステップ、歩行の動作能力に関する32項目から上位5項目の回答を求めた。また、麻痺側下肢運動麻痺の代表的な評価指標であるBrunnstrom stage (BS) を用いてKAFOおよびAFOを選定する際に、それぞれの下肢装具を使用すると判断するBSの下限值および上限値について回答を求めた。得られた回答を集計し、重要とする評価とBSの下限值および上限値について装具間で比較した。

【結果】

アンケートの回収率は40%、有効回答率は38%、対象の理学療法士としての経験年数は平均5年であった。下肢装具を選定する際に重要とする評価において最も回答数の多かった項目は、KAFOでは麻痺側下肢運動麻痺 (11.6%)、AFOでは歩行能力 (15.3%) であった。KAFOおよびAFOを選定する際に重要とする評価を χ^2 検定で比較した結果、KAFOでは体幹機能、意識障害、pusher現象、端坐位保持能力、立位時の麻痺側下肢の膝折れ、AFOでは麻痺側足底表在覚、麻痺側足関節底屈筋の筋緊張、麻痺側大殿筋・大腿四頭筋以外の筋収縮、起立能力、麻痺側下肢でのステップ動作能力、非麻痺側下肢でのステップ動作能力、歩行能力と回答した人の割合がそれぞれ有意に高かった ($p<0.001$)。また、KAFOおよびAFOを使用すると判断するBSの下限值および上限値を χ^2 検定で比較した結果、下限値ではKAFOでBS I (73.2%)、AFOでBS III (63.4%) と回答した人の割合が有意に高く、上限値ではKAFOでBS II (22.0%) および III (61.0%)、AFOでBS V (48.8%) および VI (17.1%) と回答した人の割合が有意に高かった ($p<0.001$)。

【考察】

KAFOおよびAFOが適用となる脳卒中者の重症度は異なり、KAFOでは姿勢保持、AFOでは立位に関連した動作の評価が特異的に優先されていたと考えられた。また、下肢装具で代償を図る麻痺側下肢機能に関する評価が、KAFOおよびAFOの選定に共通する重要な項目であり、共同運動が可能となるBS IIIがKAFOおよびAFOのいずれを使用するかを判断する基準の1つになると推察された。

【結論】

臨床での下肢装具の選定において優先的に重要視されている評価は、KAFOでは静的な課題、AFOでは動的な課題の動作能力であり、麻痺側下肢機能はKAFOおよびAFOに共通して重要視されている評価であった。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究の実施にあたり、本人に研究の目的および概要について説明した後、同意を得て行った。また、本研究は杏林大学保健学部倫理委員会 (承認番号: 28-4) および初台リハビリテーション病院倫理委員会 (承認番号: 初H27-85) の承認を得て実施した。

幼児を対象とした足部の形態評価と靴サイズの実態調査

一靴サイズの差による形態変化一

小島 聖¹⁾・丸尾 朝之²⁾・川口 朋子²⁾・金城 智代³⁾
二谷 彩⁴⁾・土田 早希⁵⁾・小間井 宏尚⁶⁾

- 1) 金城大学大学院 総合リハビリテーション学研究所
2) 金城大学 医療健康学部 3) 金城大学 社会福祉学部
4) 田中町温泉ケアセンター 5) 森田病院
6) 株式会社 シューズ・アカデミック

Key word / 浮き趾、靴サイズ、足部アーチ

【はじめに】

幼児における足部形態の変化に浮き趾の増加 (松田ら、2011) が挙げられ、その実態や関連要因の検討が散見される。しかし報告により相違が認められ、足部形態の変化に靴が及ぼす影響は検討の余地を残している。そこで、本研究では幼児を対象に足部の形態評価と靴サイズの実態調査を行い、靴サイズの差による形態異常の発生率を明らかにすることを目的として実施した。

【方法】

A市内の保育施設に通園している幼児で、本研究の実施に同意が得られた1,041名のうち、全測定項目が実施可能であった537名 (3歳児280名、4歳児123名、5歳児134名) の両足1,074足を対象足とした。足底接地状況の調査は、Foot Look (フットルック社製) を用いた。左右の足の幅は任意とした安静立位で姿勢を保ち、足裏をスキャンして画像データとした。得られた画像データを専用解析ソフトにて解析し、足長、足幅、母趾角、小趾角、アーチの形成度を算出した。また、安静立位で足部内側面を写真撮影し、その画像データから舟状骨高を算出した。舟状骨高を足長で除し、アーチ高率を求めた。靴は通園時に使用しているものを用い、サイズを記録した。靴サイズと足長の差をサイズ差として算出した。サイズ差が0~1.0cm以内の適合群と1.1cmよりも大きい不適合群の2群に分けた。統計ソフトR (ver.3.5.0) を用いて、群間による形態異常の発生率をカイ二乗検定により比較検討した。

【結果】

3歳児、4歳児、5歳児の順に、足長は 15.6 ± 0.8 cm、 16.6 ± 0.7 cm、 17.5 ± 0.9 cm、足幅は 6.6 ± 0.4 cm、 7.0 ± 0.4 cm、 7.3 ± 0.4 cm、母趾角は $7.6 \pm 4.7^\circ$ 、 $7.2 \pm 4.8^\circ$ 、 $6.7 \pm 5.3^\circ$ 、小趾角は $10.8 \pm 5.0^\circ$ 、 $10.1 \pm 5.5^\circ$ 、 $10.2 \pm 5.3^\circ$ であった。アーチの形成度は第3趾レベルが431足 (40.1%) と最も多く、アーチ未形成は152足 (14.2%) であった。サイズ差については、適合群は260名 (48.4%)、不適合群は277名 (51.6%) であり、半数以上が不適合であった。母趾角が16度以上の割合は適合群、不適合群の順に6.0%、4.5%、小趾角が12度以上の割合は44.4%、47.3%であり、群間に有意差は認められなかった。浮き趾を認める割合は60.8%、74.7%であり、有意差が認められた ($p<0.05$)。アーチの形成率は4歳児で96.2%、89.4%であり、有意差が認められた ($p<0.05$)。

【考察】

浮き趾の原因として、靴 (内田ら、2003) や靴下の影響 (原田、1992) が指摘されている。また、足趾に変形が生じる原因の一つに、不適切な大きさの靴の使用 (塩之谷ら、2008) が指摘している。本研究においても、不適切な大きさの靴が浮き趾の出現およびアーチの未形成に関与していると考えられる。その機序は不明であるが、不適切な大きさの靴は足趾の運動を阻害することや、足部の安定性の低下を及ぼしている可能性がある。

【結論】

幼児の半数以上が不適切な大きさの靴を履いている実態が明らかになった。また、不適切な大きさの靴は、浮き趾の出現とアーチ形成率に影響を及ぼす。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究の実施前に、対象者とその保護者には研究の趣旨を説明し、書面にて同意を得た。また、測定前にもインフォームド・アセントを行い、自由意志で参加・不参加の決定を保証した。本研究は所属機関の倫理委員会の承認を得てから実施した (承認番号 第28-13号)。

幼児における足部形態の経年変化

土田 早希¹⁾・小島 聖²⁾・丸尾 朝之³⁾・二谷 彩^{2,4)}
川口 朋子⁵⁾・小間井 宏尚⁶⁾

- 1) 医療法人社団 さくら会 森田病院
2) 金城大学大学院 総合リハビリテーション学研究所
3) 金城大学 医療健康学部 理学療法学科 4) 田中町温泉ケアセンター
5) 金城大学 医療健康学部 作業療法学科 6) 株式会社 シューズ・アカデミック

Key word / 足部形態、浮き趾、幼児

【はじめに】

幼児を対象とした足部の形態調査では、2本以上の浮き趾を有する幼児は男児の70.5%、女児の80.3%に認められ、これは外側の趾に多く認められることが報告されている(松田ら, 2011年)。しかし、成長に伴う浮き趾の変化を調査したものは見当たらず、幼児期における浮き趾の経年変化は不明である。そこで本研究では、幼児の足部の形態調査を行い、浮き趾の発生状況と経年変化を明らかにすることを目的として調査を実施した。

【方法】

A市内の保育施設に通園している3歳児の幼児74名を対象とした。初回調査から2年間の追跡調査を行い、追跡できなかった7名を除外した67名を解析対象とした。足裏接地状況の評価は、FootLook(フットルック社製)を用い、安静立位にて足裏をスキャンした。この際、立位時の足幅は被験者の任意とし、前方を直視させ両手を体側に自然に垂らした直立姿勢を保持させた。安定した直立姿勢がとれたことを確認した後、足裏のスキャンを行った。解析方法は、専用解析ソフトを用い撮影した画像から、浮き趾の有無を算出した。本調査では、浮き趾は解析ソフトウェア上で足趾の接地が認められないことと定義し、同一検者が判断した。なお、初回調査、1年後、2年後の計3回とも同様の方法で調査した。

【結果】

各趾における浮き趾の発生状況は、初回、1年後、2年後の順に、第1趾は1本、17本、14本、第2趾は11本、23本、18本、第3趾は3本、14本、8本、第4趾は15本、36本、24本、第5趾は67本、93本、79本であり、第5趾が最も多かった。調査期間の3回とも浮き趾なしは4名、3回とも浮き趾ありは20名、浮き趾の有無に変化がみられたのは43名であった。浮き趾の本数は、初回、1年後、2年後の順に0本が22名、9名、15名、1本が18名、11名、10名、2本が15名、17名、19名、3本が4名、8名、10名、4本以上は8名、22名、13名であった。1年後に浮き趾が増加したのは57名(85%)、減少したのは10名(15%)、2年後は増加したのは52名(78%)、減少したのは15名(22%)であった。

【考察】

本研究の結果から、足趾の外側に浮き趾が高い割合で生じていることと、成長により浮き趾の発生率が高くなる実態が明らかになった。櫻木らは、5歳児に浮き趾が多発する原因として、靴を履く年数が増えることにより外側の足趾に浮き趾が好発することを報告している。これに加え、幼児期における歩行時の重心軌道は直線的に第1趾方向に向かうため第5趾に浮き趾が発生しやすいと推察している。本研究においても同様の原因で外側に浮き趾が多く認められ、成長により浮き趾の発生率が高くなったものと考えられる。これらは活動量と密接に関わると考えられるため、今後は活動量との関係性を明らかにする必要がある。

【結論】

幼児では外側の趾に浮き趾が生じやすいこと、成長によりその発生率は増加する実態が明らかとなった。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は所属機関の研究倫理委員会の承認を得て実施した(承認番号第28-13号)。対象者とその保護者にはあらかじめ研究の趣旨を説明し、書面にて同意を得た。また、調査実施前にはインフォームド・アセントを行い、研究への自由参加を保証した。

関節可動域、stretch toleranceに破局的思考は影響するか？

中村 雅俊¹⁾・佐藤 成^{1,2)}・清野 涼介^{1,2)}・八幡 薫³⁾
稲葉 和貴³⁾・深谷 泰山^{1,4)}・武内 孝祐⁵⁾

- 1) 新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究所
2) 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所
3) 新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法科
4) 京都九条病院 リハビリテーション部
5) 神戸国際大学 リハビリテーション学部 理学療法学科

Key word / 関節可動域、stretch tolerance、破局的思考

【はじめに】

関節可動域(Range of motion: ROM)は、身体機能において重要な要素である。近年では、このROMを規定する因子として、対象者の伸張刺激に対する耐性、いわゆるstretch toleranceが関与していることが報告されている。またストレッチング介入によるROMの増加にも、この伸張刺激に対する耐性の変化が関与しているとも報告されている。しかし、この伸張刺激に対する耐性に関与する因子については不明であるため、この因子を明らかにすることによりROM制限を生じやすい対象者やストレッチング効果が生じにくい対象者を評価することが可能になる。近年、痛みをネガティブにとらえる傾向にある破局的思考が着目されており、先行研究において、この破局的思考が大きな対象者は疼痛が慢性化しやすいことや遅発性筋痛で大きな痛みを訴えることが報告されている。そのため、この破局的思考が強い人ほど、ROM測定時の伸張刺激を痛みとして過剰に感じ、その結果、伸張刺激に対する耐性が低く、その結果、ROMが小さくなる傾向があるのではないかと考えられる。そこで、本研究の目的は、ROMや対象者の伸張刺激に対する耐性と痛みに対する破局的思考との関係を明らかにすることである。

【方法】

対象は健康な男女学生65名とし、対象筋は利き脚側の腓腹筋とした。対象者は多用途筋機能評価運動装置(BIODEX system 3.0)上、長座位にし、膝関節完全伸展位で足関節をフットプレートに固定した。足関節背屈ROMは対象者が痛みを訴えることなく、最大限耐えることが出来る背屈角度と定義し、その際に底屈方向に生じる抵抗を受動的トルクとして測定した。この背屈ROM時の受動的トルクを対象者の伸張刺激に対する耐性と定義した。また、破局的思考尺度(pain catastrophizing scale: PCS)を用いて破局的思考を評価し、分析には反芻、拡大視、無力感の3項目のそれぞれの点数と3項目の合計点を用いた。背屈ROMおよび背屈ROM時の受動的トルクとPCSのそれぞれの点数および合計点の関係性について、身長、体重、性別を制御変数とした偏相関分析を行った。

【結果】

本研究の結果、背屈ROMは $26.6 \pm 9.4^\circ$ 、背屈ROM時の受動的トルクは $37.4 \pm 14.3 \text{ Nm}$ であった。偏相関分析の結果、背屈ROMと背屈ROM時の受動的トルクとPCSの各項目および合計点には有意な相関関係は認められなかった($r=0.085-0.152$)。

【考察】

PCSは痛みの情動体験をネガティブにとらえる破局的思考の評価指標であり、PCSの点数が高い程、伸張刺激に対する耐性やROMが低くなると考えられたが、本研究結果より、背屈ROMと伸張刺激に対する耐性の指標である背屈ROM時の受動的トルクとPCSには有意な相関関係を認めなかった。本研究の結果より、ROM測定時に生じる伸張感と痛みは別の感覚である可能性があることが明らかとなった。

【結論】

痛みに対する破局的思考の指標であるPCSとROMや伸張刺激に対する耐性には関係がないことが明らかとなった。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は本学の倫理審査委員会の承認を受けて実施された。また、本研究はヘルシンキ宣言に則っており、実験開始前に対象者に本研究内容を口頭と書面にて十分に説明し、同意を得た上で行われた。

地域高齢者を対象としたロコチェック数の関連要因の検討

米田 嗣音・東 実紀・寺崎 修一

河北中央病院 リハビリテーション科

Key word / 日常生活活動量、運動機能評価、ロコチェック

【はじめに】

ロコモティブシンドローム (以下ロコモ) は平成19年に日本整形外科学会が提唱した概念である。ロコモとは、骨や関節、筋肉といった運動器の障害が基となり、移動能力の低下をきたし、介護が必要な状態あるいは介護が必要となるリスクが高い状態を意味している。ロコモのスクリーニングテストとして自記式質問票であるロコチェックがある。ロコチェックは運動評価を含まないことから簡便性に優れており、臨床現場でも多く利用されている。しかし、ロコチェックと運動機能評価の関連性を検討した報告は少なく、また地域高齢者の日常生活の活動量との関連性を検討した報告は見当たらなかった。今後もロコチェックの有用性を高めるためには検証が必要であると考え。そのため、今回地域高齢者を対象とし、ロコチェック数の関連要因を検討したため報告する。

【方法】

対象は平成30年10月に行われた健康祭りの来場者で当院のロコチェックのブースに参加された方とした。参加された53名の内、65歳未満の方、データ欠損者を除いた42名 (男性10名、女性32名、年齢 70.5 ± 5.2 歳) を本研究の対象とした。対象者にはロコチェックを行い、質問紙調査にて転倒状況、外出頻度、運動習慣、趣味活動、主観的健康感を面接により聴取した。その後、運動機能評価として左右握力とTimed Up and Go Test (以下TUG) を実施した。統計学的解析方法として目的変数をロコチェックのチェック数とし、説明変数を年齢、性別、左右握力、TUG、各質問紙調査6項目として重回帰分析を用いて目的変数に影響を与える因子を検討した。統計解析にはBellCurve for Excelを用い、有意水準は5%とした。

【結果】

ロコチェックのチェック数に与える因子として性別 (女性)、TUG、質問紙調査の「外出の頻度」の3項目であり、標準偏回帰係数は順に0.44 ($p < 0.05$)、0.47 ($p < 0.01$)、0.3 ($p < 0.05$) であった。

【考察】

本研究は地域高齢者のロコチェック数に与える影響因子について検討を行った。まず、性別として女性を選択された。ロコチェックは骨・筋肉・関節の影響を受けやすいとされている。女性は高齢化に伴い変形性関節症や骨粗鬆症を呈する事はよく知られており、それらの要因が影響しているものと考えた。また、運動機能評価ではTUGが選択された。先行研究からもロコチェックとTUGとの相関関係は認められており、本研究も先行研究を支持する結果が得られた。質問紙調査では「外出を毎日する方」が選択された。今回の質問紙調査では毎日の活動は「外出の頻度」を問う質問のみであった。このことから、運動習慣や町内活動を週に数回行うことより、毎日目的を持った屋外活動がロコチェック数に影響を与えると示唆された。

【結論】

本研究においてロコチェックの関連要因は運動機能評価として「TUG」、質問紙調査では「毎日の外出」が選択され、この結果がロコモ予防への助言の一助となる事が示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、河北中央病院倫理審査委員会より承認 (承認番号 No36) を受け、対象者には書面にて説明を行い、同意を得て行った。

肝硬変における運動負荷と生化学検査値との関係

五十嵐 祐介¹⁾・中山 恭秀¹⁾・佐伯 千里²⁾・及川 恒一²⁾
大高 愛子¹⁾・高橋 慧朗¹⁾・寺尾 友佑¹⁾・安保 雅博³⁾

1) 東京慈恵会医科大学附属病院 リハビリテーション科

2) 東京慈恵会医科大学 内科学講座 消化器・肝臓内科

3) 東京慈恵会医科大学 リハビリテーション医学講座

Key word / 運動負荷、肝硬変、アンモニア

【はじめに】

肝臓はエネルギー代謝の中心的な機能を担っており骨格筋との関連を検討した報告が多くみられている。以前では肝機能への負担を考慮し肝疾患患者への運動負荷は避けられてきたが、近年ではサルコペニア合併のリスクから運動負荷への検討が行われてきている。直接的な介入による報告では肝疾患患者に対し2.5~4.0METsの負荷による運動療法を1日20分で合計7.5日間 (中央値) 実施し肝機能に大きく影響はみられなかったとしている。先行文献では一定の負荷による検討がおこなわれているが運動負荷の強度別による肝機能への検討は行われていない。そこで、本研究では肝硬変外来患者における1週間の運動量を強度別に分類し肝機能と照らしあわせることで運動強度と肝機能の関係を検討することを目的とする。

【方法】

対象は当大学附属病院消化器肝臓内科に外来通院している肝硬変患者41名 (平均年齢 68.39 ± 9.2 歳) とした。活動量の評価はスズケン社製ライフコーダ (ライフコーダGS) を使用し測定期間は10日間とした。そのうち前後2日間を除いた6日間を評価対象とし、得られた結果から先行文献を参考に運動強度1~3の低強度 (< 3 METs)、4~6の中等強度 ($3 \sim 6$ METs)、7~9の高強度 (> 6 METs) と3段階に分類し各段階における運動量の合計値を算出した。各段階の合計値より平均以上と以下の2群間に分け、生化学検査値 (AST、ALT、LDH、ビリルビン、アンモニア、TP、Alb、Hb、パリン、ロイシン、イソロイシン) をそれぞれ対応の無いt検定にて比較した。

【結果】

高強度におけるアンモニア値のみで平均以上群 (平均値 $56.7 \pm 28.7 \mu\text{g}/\text{dl}$) と平均以下群 (平均値 $35.5 \pm 23.5 \mu\text{g}/\text{dl}$) の間に有意な差が認められた。

【考察】

肝硬変患者において高強度運動の量が多い群で有意に高いアンモニア値となった。アンモニアは運動により血中濃度が上昇し肝臓で解毒処理されるが、肝機能が低下して処理しきれない場合は骨格筋にて解毒処理される。今回、分類した群間で肝機能を示す生化学検査値に有意な差はみられていない中で高強度におけるアンモニア値にのみ有意差がみられた事より、日常的に6 METs以上の高強度運動を行うことでアンモニア濃度の上昇がもたらされる可能性があると考えられる。運動負荷による肝機能の変化を検討した先行文献ではほとんどが3~4 METsの中等度強度によるものであり、本研究の中等度強度においても運動量の差による肝機能に有意な差はみられなかった。今回の結果を踏まえると肝硬変患者への運動指導では6 METs以下に留めておく必要があると考える。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は当大学倫理委員会の承認を得て実施している (倫理番号28-196)

Forefoot接地ランナーと非Forefoot接地ランナーの下腿三頭筋及びアキレス腱特性の比較

佐藤 友作¹⁾・建内 宏重¹⁾・中尾 彩佳¹⁾・廣野 哲也^{1,2)}
市橋 則明¹⁾

1) 京都大学大学院 医学研究科 人間健康科学系専攻
2) 日本学術振興会 特別研究員DC

Key word / Forefoot、アキレス腱、下腿三頭筋

【はじめに】

膝蓋大腿痛など、走行による様々な障害と関連する床反力垂直成分が小さくなるため、近年Forefoot (以下、FF) 接地に関心が寄せられている。しかし、FF接地は非FF接地と比較して、下腿三頭筋やアキレス腱への負荷が大きい接地方式とされている。このように、FF接地と非FF接地では下腿三頭筋及びアキレス腱にかかる負荷が異なるため、筋腱の大きさや粘弾性などの特性に違いがある可能性があるが、接地方式の異なるランナーの筋腱の特性を比較した研究は少ない。そこで、本研究の目的は、FF接地ランナーと非FF接地ランナーの下腿三頭筋及びアキレス腱特性の違いを明らかにすることとした。

【方法】

対象は、本大学陸上部に所属する週間走行距離が20km以上の男子大学生FF接地ランナー12名、非FF接地ランナー7名とした。対象者の接地方式は、先行研究に基づいて3.5m/sにてトレッドミル走行中の床面と靴底面の接地角度から判別した。足関節のpassive stiffness (以下、ps) は、BIODEXを用いて他動的足関節背屈中のトルク角度曲線の傾きから、また、背屈10°、底屈10°での等尺性足関節最大底屈筋力も同様にBIODEXを用いて、それぞれ2回ずつ測定した。等尺性最大底屈筋力は体重で除して補正した。アキレス腱断面積、腓腹筋断面積は、超音波画像診断装置B-modeを用いて、それぞれ踵骨隆起から5cmの部位、外果から膝窩中央の近位30%の部位で3回ずつ測定した。また、アキレス腱長率は、踵骨隆起-腓腹筋腱移行部を下腿長で除して算出した。ストレッチショートニングサイクルの能力の指標とされているjump-index (以下、j-i) は、マルチジャンプテスターを用いて、膝関節屈曲をさせない足関節での5回の安定した連続リバウンドジャンプのジャンプ高を接地時間で除して計測した。2群の各測定項目の等分散性を確認し、2群間で各変数について対応のない検定を用いて比較した。有意水準は5%とした。

【結果】

ps、腓腹筋断面積、j-iはFF群が非FF接地群よりも有意に高値を示した。その他の測定項目において有意差は認めなかった。

【考察】

FF接地群のpsが有意に高かったことから、より高い足関節のpsはFF接地に適応するための潜在的な要因になる可能性がある。また、腓腹筋断面積がFF接地群で有意に高値を示した理由は、FF接地による走行中に非FF接地と比較して腓腹筋の筋活動が高いことに起因していると考えられる。FF接地群でj-iが有意に高く、2群で等尺性足関節最大底屈筋力に有意差を認めなかったことから、FF接地に適応するためには、足関節底屈筋力よりも足関節のストレッチショートニングサイクルの能力が高いことが重要である可能性がある。

【結論】

本研究より、FF接地ランナーは非FF接地ランナーと比較して、ps、腓腹筋断面積、j-iが高値であることが明らかとなった。それゆえ、これらの指標を測定することで、各ランナーの特性に応じた接地方式を検討する一助になる可能性がある。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、ヘルシンキ宣言および人を対象とする医学系研究に関する倫理指針に基づいて実施した。対象者には研究の内容を説明し、研究参加への同意を得た。なお、本研究は本学における医の倫理委員会の承認を得て実施した。

shear wave elastographyを用いた足関節底背屈時におけるkager's fat padの組織弾性変化について

清水 恒良¹⁾・林 拓¹⁾・界外 忠之²⁾・上田 健司²⁾
徳田 光紀³⁾・篠原 靖司⁴⁾

1) 社会医療法人 畿内会 岡波総合病院 リハビリテーション科
2) 社会医療法人 畿内会 岡波総合病院 放射線科
3) 社会医療法人 平成記念会 平成記念病院 リハビリテーション課
4) 立命館大学 スポーツ健康科学研究科

Key word / kager's fat pad、shear wave elastography、組織弾性硬度

【はじめに】

アキレス腱深層部にはkager's fat pad (以下、KFP) と呼ばれる脂肪性結合組織が存在し、足関節底背屈時にその形態を変化させ滑液包内の内圧調整と腱滑動性を円滑化する役割があるとされる。また、KFPには多くの侵害受容器が存在し疼痛との関係も報告されている。つまり、足関節の可動性に対応して流動的に形態変化する柔軟性が必要とされる。本研究はKFPの機能を理解するため足関節肢位の違いによる組織弾性変化をshear wave elastography機能を用いて測定し、客観的評価として肢位別の硬度を把握することを目的とした。

【方法】

対象は健康成人8名16肢 (男性6名、女性2名)、平均年齢30.1±6.5歳とした。KFPの組織弾性測定には超音波診断装置TOSHIBA社製Aplio i800のshear wave elastography機能 (以下、SWE) を用いた。測定肢位は腹臥位とし、足関節中間位、最大他動背屈位、最大他動底屈位の3肢位で測定した。測定者は同一者とし各々の肢位でそれぞれ7回計測し、その平均値を計測値とした。統計処理は足関節中間位、背屈位、底屈位の各測定値において一元配置分散分析を行い、多重比較にはBonferroni法を用いた。

【結果】

足関節中間位での組織弾性平均値は2.05±0.49m/s、足関節背屈位での組織弾性平均値は2.16±1.39m/s、足関節底屈位での組織弾性平均値は2.54±0.7m/sであった。足関節中間位と足関節背屈位では組織弾性に有意差はなかったが、足関節底屈位は足関節中間位よりも有意に高値を示した (p<0.05)。また、足関節底屈位は足関節背屈位よりも有意に高値を示した。(p<0.05)。

【考察】

本研究の結果から、KFPの組織弾性硬度として足関節中間位と足関節背屈位では硬度に差は認められなかったが、足関節底屈位は足関節中間位と足関節背屈位と比較してKFPが硬くなること示され、客観的に評価でき、肢位によって硬度が変化することも確認できた。KFPはアキレス腱、FHL腱、ウェッジ腱に分類され、その動態は足関節底屈位ではKFPの底面が踵骨の上面から押し上げられて圧迫され、それぞれの部分が円滑に形態変化しているため、関節肢位の変化に対応できる柔軟性が必要である。特にKFPの組織弾性測定結果により足関節底屈位で硬度が上昇した現象からKFPは底屈位では中間位や背屈位と比較して介在するスペースが圧迫されて組織自体が圧縮されていると考えられる。今回、健康人での測定で、底屈位でのKFPの組織弾性硬度が中間位や背屈位よりも上昇した結果は、一方で中間位や背屈位では底屈位と比較して柔軟性が必要であると言い換えることができ正常な生理的反応と言える。

【結論】

本研究の結果はSWEによるKFPの組織弾性変化を測定することによって客観的な評価が可能となった。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は当院倫理委員会の承認を得て、また規則に則って発表内容について対象者に対しヘルシンキ宣言をもとに本研究の趣旨を口頭および書面で説明し同意を得た。また対象者は研究への参加の同意をいつでも撤回でき、それによる不利益は生じないこと、更にプライバシー保護についても書面にて十分に説明を行なった。

高齢者の不安定板上片脚立位制御と足趾および足関節におけるRate of Force Developmentの関連

佐伯 純弥^{1,2,3)}・池添 冬芽³⁾・加藤 文博³⁾・市橋 則明³⁾

1) 早稲田大学スポーツ科学学術院

2) 日本学術振興会

3) 京都大学大学院 医学研究科 人間健康科学系専攻

Key word / 地域在住高齢者、立位姿勢制御、筋力特性

【はじめに】

我々はこれまでに、高齢者における不安定板上での片脚立位制御には足関節底屈筋力を素早く、強く発揮させる能力 (Rate of Force Development: RFD) が関連することを報告した (加藤ら、第52回日本理学療法学会)。一方、高齢者の転倒には第2～第5趾の筋力低下が関連し、高齢者の転倒を予測する因子として足趾底屈筋力が有用であることが報告されており、足趾においてもRFDが高齢者の姿勢制御能力と関連している可能性がある。本研究は従来検討されてきた足関節RFDに加え、第1中足趾筋 (MTP) 関節および第2～第5 MTP関節におけるRFDを測定し、高齢者における不安定板上での片脚立位制御との関連を検討することを目的とした。

【方法】

地域在住の健常高齢女性44名 (年齢: 72.0±3.2歳、身長: 152.0±5.4 cm、体重: 50.1±7.0 kg) を対象とした。対象は前後または左右の一方方向のみ傾斜する不安定板 (DYJOC board plus、酒井医療製) 上に右片脚立位となり、不安定板または下肢が床に接触しないよう姿勢を保持した。20秒維持できた試行における不安定板の傾斜角度から総角度変動量を算出した。また、右側の足関節、第1および第2～第5 MTP関節における底屈の最大筋力およびRFDをそれぞれ測定した。RFDは「できるだけ素早く、強く」最大筋力を発揮させたときの力-時間曲線の傾きから算出した。力発揮のonsetから30msまでのRFDをEarly RFD、onsetから200msまでのRFDをLate RFDとして算出した。統計解析において、従属変数を前後および左右の不安定傾斜板の総角度変動量、独立変数を年齢、身長、体重、各関節における最大筋力、Early RFD、Late RFDとした重回帰分析 (ステップワイズ法) を行った。

【結果】

重回帰分析の結果、左右方向の総角度変動量に影響を及ぼす因子として、足関節底屈Early RFD (標準偏回帰係数 $\beta = 0.67$) および第2～第5 MTP関節底屈Late RFD (標準偏回帰係数 $\beta = -0.47$) が抽出された ($R^2 = 0.41$)。前後方向の総角度変動量について影響因子は抽出されなかった。

【考察】

左右方向の総角度変動量に影響を及ぼす因子として抽出された足関節底屈Early RFDの標準偏回帰係数は正であり、第2～第5 MTP関節底屈Late RFDの標準偏回帰係数は負であった。したがって、足関節底屈Early RFDが大きいほど左右方向の総角度変動量が大きく、第2～第5 MTP関節底屈Late RFDが大きいほど左右方向の総角度変動量が小さいことが示された。総角度変動量は大きいほど不安定板が頻回に動いていることを示し、小さいほど不安定板の動きが少ないことを示すため、足関節RFDは不安定板を素早く頻回に動かすこと、第2～第5 MTP関節RFDは不安定板が過剰に動かないよう制御することに、それぞれ寄与していることが示唆された。

【結論】

高齢者の不安定板上片脚立位における左右方向の制御には、足関節底屈および第2～第5 MTP関節底屈のRFDが関連することが明らかとなった。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、ヘルシンキ宣言および人を対象とする医学系研究に関する倫理指針に基づき、所属機関における倫理委員会の承認を得た上で実施した。対象には研究内容について書面および口頭での十分な説明を行った上で同意を得た。

歩行における足関節と足部の運動の相互作用

林 浩之^{1,2)}・横山 尚宏¹⁾・木山 良二³⁾・川田 将之³⁾
宮崎 宣丞^{2,4)}・竹下 康文^{2,4)}

1) 鹿児島医療技術専門学校

2) 鹿児島大学大学院 保健学研究科

3) 鹿児島大学 医学部 保健学科

4) 垂水市医療センター 垂水中央病院

Key word / 足部、足関節、Oxford foot model

【はじめに】

足部は多くのセグメントにより構成されており、機能的に形状を変化させ、衝撃の吸収、支持基底面への適応および推進力の発生を行う。近年では、足部を前足部、中足部、後足部のセグメントに分割し、各セグメント間の運動の解析が進められている。これまでの研究では、歩行速度による影響、成長や加齢に伴う歩行中の足部運動の変化が報告されている。歩行中の足関節や足部セグメントは協調的、相補的に作用していると考えられる。しかし、このような観点から歩行中の足関節と足部の運動を分析した研究は少ない。本研究の目的は、歩行における足関節と足部の運動の相互作用を明らかにすることである。

【方法】

健常成人男性15名および女性15名 (年齢20.8±2.0歳) を対象とした。快適歩行中の足部の運動を三次元動作解析システム (VICON Vero) を用い計測した。Oxford foot modelを用い、利き足の距腿関節、前足部-後足部、母趾-前足部の角度を算出した。なお今回は、矢状面における角度のみ分析した。各角度の立脚相における最大値を代表値とし、5試行の値を平均した。性別による影響を対応のない検定もしくはマン・ホイットニーのU検定で分析した。また、各セグメントの角度間の相互関係をピアソンの相関係数で分析した。統計処理にはSPSS 25を用い、有意水準は5%とした。

【結果】

いずれの角度においても性別による有意な差を認めなかったため ($p=0.111-0.757$)、男性と女性を1群として分析した。立脚相における距腿関節の最大背屈角度は5.8±4.0°、前足部-後足部の最大背屈角度は8.6±4.8°、母趾-前足部の伸展角度は15.0±8.4°であった。相関分析の結果、距腿関節と前足-後足角 ($r=-0.799$, $p<0.001$)、母趾-前足と前足-後足角 ($r=-0.405$, $p=0.0265$) に有意な負の相関が認められた。一方、距腿関節と母趾-前足角には有意な相関を認めなかった ($r=0.180$, $p=0.341$)。

【考察】

距腿関節の背屈角度と前足-後足角は有意な負の相関関係を示した。この結果は、距腿関節の運動に対する前足部-後足部の相補的な作用を示しており、距腿関節の運動が大きい者では前足部-後足部の運動が小さくなることを意味している。また、同様な関係が母趾-前足部と前足部-後足部にも認められた。足関節と足部間の運動は相互に影響を及ぼしあっており、一部の運動の制限や傷害は、他部位への過負荷を生じる可能性が示唆される。今後は、足関節や足部の柔軟性やアライメントとの関係を含めた検討を進めていきたい。

【結論】

歩行中の距腿関節と前足部-後足部、母趾-前足部の運動は相互に影響を及ぼすことが明らかとなった。距腿関節や足部の柔軟性の低下は、他のセグメントへの過負荷を生じる可能性が示唆される。足部の運動機能障害を有する症例では、この影響を加味した治療プログラムの検討が必要と考える。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言に基づき、対象者のプライバシーおよび個人情報保護研究内容の説明、研究への参加の撤回について十分に説明し同意を得た。また、鹿児島医療技術専門学校倫理委員会の承認 (承認番号: 019) を得て実施した。

歩行における足部アーチの運動は後足部の運動に影響を及ぼす

庄野 仁美^{1,2)}・小林 章¹⁾・埴 大樹^{1,3)}・鶴田 歩^{1,4)}
 国分 貴徳⁵⁾・金村 尚彦⁵⁾

1) 埼玉県立大学大学院 保健医療福祉学研究所
 2) 幹誠会 川久保整形外科クリニック 3) 日本学術振興会 特別研究員
 4) 医療法人彩悠会 上尾二ツ宮クリニック
 5) 埼玉県立大学 保健医療福祉学部 理学療法学科

Key word / アーチ構造、歩行、足部運動

【はじめに】

ヒトの足部はアーチ構造と呼ばれる特異的な構造を有し、接地時の衝撃吸収や前方への推進という役割を果たすとされている。臨床ではアーチの高さに着目することが多く、高さの違いによる傷害パターンや脚のstiffnessへの影響を明らかにした先行研究は散見されるが、運動時の足部アーチの動態に着目したものは少ない。足部アーチの役割が運動時に発揮すると考えると、歩行における足部の挙動を解明することは、より詳細な足部機能の解明と歩行障害に対する基礎的知見の一端となると考える。本研究の目的は、歩行中の足部アーチの変位量を明らかにし、その変位量が足部の運動に与える影響を明らかにすることである。

【方法】

対象は過去1年以内に下肢の整形外科的既往を有さない者とした。加えて被験者間の足部アーチ高を一定とするため、40名からArch Height Index (以下AHI) が0.32~0.36である男子学生15名を選定した。全身にOxford foot modelとPlug in gait full body AIに準じて61個の赤外線反射マーカーを貼付し、床反力計付トレッドミルBertecと3次元動作解析装置VICONにて被験者の快適歩行速度を約30秒計測した。歩行立脚期を100%時間正規化・加算平均処理を行い、各被験者の後足部に対する前足部の矢状面上の相対角度(足部アーチ)、下腿に対する後足部の前額面上の相対角度(後足部)を採用した。各関節角度の変位量から、2つの関節におけるpearsonの相関係数を算出した。

【結果】

被験者15名における足部アーチの変位量は4~13°の可動範囲を示した。足部アーチの変位量と後足部回内外の角度変位量は、相関関係を認めた($r=0.727$)。

【考察】

本研究ではAHIを用いて足部アーチの高さが一定となるよう採用することで、被験者の元々の形状による影響を抑えた足部アーチの可動性を算出している。従って足部アーチの高さが一定の健常者であっても、個人により足部アーチの可動範囲が異なることが示唆された。この足部アーチの変位量と後足部回内外の角度変位量が相関関係を示したことから、足部アーチの運動が後足部の関節運動に影響する可能性が示唆された。

【結論】

本研究から高さが一定であっても、歩行における足部アーチの運動に個人差が生じ、その運動が後足部回内外に関与する可能性が明らかとなった。後足部回内外は下腿へも運動連鎖として波及する可能性があり、歩行時の足部アーチの可動性が膝関節などの上位関節への挙動にも影響を与える可能性がある。今後、より近位の関節運動や下肢筋群の解析を進めることで、下肢に対する足部機能の基礎データとして理学療法介入の一助となると考える。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言に則り、埼玉県立大学研究倫理審査委員会の承認を得て行った(承認番号30509号)。被験者には事前に実験に関する説明を行い、同意書への署名を得た。同意書は筆頭演者所属機関内に鍵付きの保管庫を用意し、他者が解錠することの無いよう厳重に保管した。測定データは匿名化し取り扱い、インターネットに接続しないパーソナルコンピュータに保管、更にログインに際しパスワードを入力するように設定した。

正常足と扁平足の足部アライメントの違いがランニング中の膝蓋大腿関節ストレスに与える影響

高林 知也・江玉 睦明・稲井 卓真・徳永 由太・久保 雅義

新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所

Key word / 膝蓋大腿関節症、扁平足、膝蓋大腿関節ストレス

【はじめに】

現在、男女問わず幅広い年齢層でランニングの人気の高まっているが、ランニング障害の発生率も増加している。ランニング障害のなかでも、膝蓋大腿関節症(PFP)はランニング障害全体の25%を占め、危険因子のひとつに扁平足のような足部マライメントがある。治療介入として、PFPに対しfoot orthosisで足部アライメントを修正する治療も行われており、治療効果も確認されている。それゆえ、足部アライメントは膝蓋大腿関節に影響を及ぼしていることが考えられるが、なぜ扁平足がPFPに起因するかは明らかになっていない。そこで、PFPに関与するとされている膝蓋大腿関節ストレス(PFJS)に着目し、正常足と扁平足の足部アライメントの違いがランニング中のPFJSに与える影響について検証した。

【方法】

対象は健常成人男性の正常足10名(年齢 21.7 ± 0.4 歳、体重 62.6 ± 5.6 kg)と扁平足10名(年齢 21.0 ± 0.8 歳、体重 67.4 ± 9.5 kg)とした。検者間の再現性が認められているFoot posture indexを用いて、スコアが0~+5を正常足、6以上を扁平足として分類した。対象者の右下肢に25個の反射マーカーを貼付し、対象者は床反力計上で5回のランニング動作を自由速度で実施した。計測された反射マーカー位置と床反力の値から、立脚期における膝関節屈伸角度と膝関節屈伸モーメントを計算した。先行研究に準じて、膝関節角度と膝関節モーメントの値をもとに大腿四頭筋のレバーアーム、大腿四頭筋張力、PFJ圧迫力、膝蓋骨と大腿骨の接触面積を求め、最終的にPFJ圧迫力を接触面積で除すことでPFJSを計算した。また、PFJSに影響を与えるランニング速度、足部接地角度も計算した。Student's t-testを用いてPFJS、ランニング速度、足部接地角度を正常足と扁平足間で比較した。有意水準は5%とし、R studio(ver.1.1.453)を用いて統計解析を実施した。

【結果】

ランニング速度と足部接地角度において、正常足と扁平足間で有意差は認められなかった(それぞれ $p = 0.24$, $p = 0.14$)。また、扁平足におけるランニング中のPFJS(16.8 ± 3.1 N/mm²)は、正常足(14.2 ± 1.5 N/mm²)と比較して有意に高値を示していた($p = 0.02$)。

【考察】

本研究結果から、ランニング速度と足部接地角度はPFJSに影響を与えないことを示している。PFPの発生や進行には様々な危険因子が関与しているが、その中のバイオメカニカルな危険因子の一つにPFJSの増加がある。さらに、扁平足のような足部マライメントもPFPの発生要因と報告されている。本研究より、扁平足は正常足と比較してランニング中のPFJSが有意に増加していたため、PFJSの増加が扁平足のPFPの発生に関与している可能性が考えられた。しかし、本研究は横断的な研究であるため、今後は縦断的な研究として検証していく必要がある。

【結論】

本研究結果は、扁平足がなぜPFPを発生しやすいかを説明するうえで役立つひとつの基礎的知見になり得る。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は所属機関の倫理審査委員会の承認を受けて実施された(No.17984-180516)。また、本研究はヘルシンキ宣言に則っており、実験開始前に対象者に本研究内容を口頭と書面にて十分に説明し、同意を得た上で行われた。

スタティックストレッチングの強度がROMおよび受動トルクに及ぼす影響

深谷 泰山^{1,2)}・中村 雅俊^{1,3,4)}・佐藤 成^{1,3)}・清野 涼介^{1,3)}
八幡 薫⁴⁾・稲葉 和貴⁴⁾・西下 智^{5,6,7)}・大西 秀明^{1,3,4)}

1) 新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究所
2) 医療法人同仁会(社団) 京都九条病院 リハビリテーション部
3) 新潟医療福祉大学 運動機能医学研究所
4) 新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法科
5) リハビリテーション科学総合研究所 6) 関西リハビリテーション病院
7) 京都大学大学院 医学研究科 人間健康科学系専攻

Key word / ストレッチング強度、スタティックストレッチング、ROM

【はじめに、目的】

スタティックストレッチング(SS)による柔軟性の効果は幅広く知られており、関節可動域(range of motion: ROM)の改善により報告されている。強度に着目すると、SS時の強度は高強度である方がROMの改善が大きかったことを報告した研究とSS時の強度は影響しないと報告する研究があり、一定の見解が得られていない。また、これらの研究では、強度の設定において、被験者の主観的な感覚から決定しており、被験者間で差があることが予想される。しかしながら、各被験者間の強度の違いがSSの効果に影響を及ぼすかは不明である。そこで本研究の目的は、SSの強度がROMおよび受動トルクに及ぼす影響について調査する事とした。

【方法】

対象は健康な男女学生65名とし、対象筋は利き脚側の腓腹筋とした。SSは痛みを感じない最大足関節背屈ROMで2分間保持することで行った。評価指標は、SS前後のROM、SS実施前後で小さかった方の最大ROM時の受動トルクとした。また、SS強度は、SS実施時と実施前のROMの比(%強度)およびSS実施角度として定義した。なお、統計解析は、有意水準を5%とし、各評価指標の実施前後の変化に対して、対応のあるt検定を実施した。さらに、ROMおよび受動トルクの変化量とSS強度についてPearsonの相関係数を算出した。

【結果】

SS実施前後でROMは有意に増加し(13.8±16.4%)、受動トルクは有意に低下した(-10.7±10.9%)。一方、SS強度は、%強度は91.6±11.6%、SS実施角度は24.2±8.9°であった。%強度において、ROM(r=0.444, p<0.05)と有意な正の相関関係を認めしたが、受動トルクとは相関関係を認めなかった。SS実施角度はROMと相関関係を認めなかったが、受動トルク(r=-0.342, p<0.05)と負の相関関係を認めた。

【考察】

本研究において、SS強度(%強度)はSSによるROMの変化との間に正の相関関係を認めた。また、SS強度(%強度)は受動トルクとの間に相関関係を認めなかった。このROMの変化は先行研究を支持する結果であり、SS強度は強い方が、SSの効果が大きくなることが示唆された。一般的にROMの変化は対象者の感覚(stretch tolerance)と受動トルク等の力学的特性が関与すると報告されている。したがって、SS強度が強い人ほどROMは増大するが、このことは力学的特性の変化よりもstretch toleranceの変化が大きく生じたことが示唆される。一方で、SS実施角度は受動トルクとのみ負の相関関係を認めた。これは、対象者のROMが小さい方が受動トルクの変化は大きい、つまりROMが小さい被験者の方がストレッチングにより筋腱複合体の力学的特性が大きく変化することが示唆された。本研究では強度によるSS後のROMの変化にはstretch toleranceが関与したことが推察された。

【結論】

SS強度は強い方がROMに対するSS効果は大きくなることが示唆された。また、SS実施前のROMが小さい方が力学的特性の変化が大きく生じることが示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は本学の倫理審査委員会も承認を受けて実施された。また、本研究はヘルシンキ宣言に則っており、実験開始前に対象者に本研究内容を口頭と書面にて十分に説明し、同意を得た上で行われた。

解剖頸軸回旋肢位と肩屈曲・外転肢位における肩峰骨頭間距離および肩峰被覆率の比較

上田 泰之^{1,2)}・田中 洋³⁾・富田 浩二⁴⁾・立花 孝¹⁾
乾 浩明³⁾・信原 克哉³⁾・梅原 潤^{2,5)}・市橋 則明²⁾

1) 信原病院 リハビリテーション科
2) 京都大学大学院 医学研究科 人間健康科学系
3) 信原病院・バイオメカニクス研究所
4) 信原病院 放射線科 5) 日本学術振興会 特別研究員DC

Key word / 肩峰骨頭間距離、肩峰被覆率、解剖頸軸回旋

【はじめに】

肩関節の疼痛は上肢挙上位において肩峰骨頭間距離の狭小化や、大結節・小結節に対して肩峰の被覆率が大きくなり起こる。そのため、運動療法を行う場合には肩峰骨頭間距離を保つか、大結節・小結節を肩峰下にいれない運動が望まれる。解剖頸に垂直な軸で回旋を行う解剖頸軸回旋運動は、上腕骨の頸体角や後捻角を考慮するため、理論上は大結節や小結節は肩峰の外側を通過するはずであるが、この点について定量的に報告した研究は見当たらない。さらに、この解剖頸軸回旋運動を行う場合には、その他の運動より上肢挙上可動域の改善に有効であることを示す必要があるが、この点についても明らかでない。そこで本研究では解剖頸軸回旋肢位(解剖頸肢位)と肩屈曲・外転肢位において、肩峰骨頭間距離、肩峰被覆率および下方関節包伸張率を比較することで、解剖頸軸回旋肢位の有用性について示すことを目的とした。

【方法】

対象は健康成人男性7名とした。解剖頸肢位(肩挙上90度、水平内転45度、外旋30度)、肩屈曲位(肩屈曲90度、外旋0度)、肩外転位(肩外転90度、外旋0度)における静止肢位での肩関節をMRI装置(APERTO Eterna、日立メディコ)で撮影し、画像処理ソフトウェア(Mimics 14、Materialise Inc.)を用い上腕骨と肩甲骨の三次元姿勢を再現した。大結節と小結節の腱板付着部において、肩峰との最短距離、肩峰の被覆率を算出した。また、上肢下垂位での下方関節包の長さを基準とした各肢位における下方関節包の長さの比率を算出した。統計学的検定では反復測定による一元配置分散分析を用い、解剖頸肢位、肩屈曲、肩外転位で各項目について比較した。事後検定としてBonferroni法を用いた。危険率5%未満を有意とした。

【結果】

大結節に対する肩峰被覆率では、解剖頸肢位が19.2±8.9%、肩屈曲位が28.6±29.5%、肩外転位が69.8±17.6%であり、肩外転位が他の肢位に比べ有意に高値を示した。小結節に対する肩峰被覆率では解剖頸肢位が15.1±13.8%、肩屈曲位が20.8±22.1%、肩外転位が0.2±0.6%であり、3つの肢位で有意差はみられなかった。大結節に対する肩峰骨頭間距離では3つの肢位に差はみられなかったが、小結節に対する肩峰骨頭間距離では肩外転位が26.1±4.6mm、解剖頸肢位が8.8±3.0mm、肩屈曲位が8.9±2.6mmであり、肩外転位が他の肢位より有意に大きい値を示した。下方関節包の伸張率においては、解剖頸肢位が3.7±0.3、肩屈曲位が2.0±0.9、肩外転位が2.2±0.9であり、解剖頸肢位が他の肢位より有意に大きい値を示した。

【考察】

解剖頸肢位において大結節や小結節は一部肩峰下に被覆されており、仮説とは異なった。これは上腕骨の頸体角・後捻角の個人差や肩甲骨運動を考慮していないためと考えられる。

【結論】

解剖頸肢位は、大結節に対しては肩峰被覆率が低く、下方関節包をより伸張できる肢位であることから、大結節の病態においては有用であることが示された。

【倫理的配慮、説明と同意】

対象には本研究の内容を説明し、十分理解・了承した上で同意を得て実施した。研究によって疲労や痛みが生じた場合には、実験の延期・中止という対処をとるよう配慮した。尚本研究は当施設の治験・臨床研究等審査委員会(No.177)の承認を得て行った。

大腿直筋の伸張に伴う浅層および深層の深筋膜の伸張変化

築瀬 康¹⁾・池添 冬芽¹⁾・建内 宏重¹⁾・太田 恵¹⁾
八木 優英¹⁾・野尻 周佑¹⁾・駒村 智史²⁾・市橋 則明¹⁾

1) 京都大学大学院 医学研究科 人間健康科学系専攻
2) 千葉大学医学部付属病院 リハビリテーション科

Key word / 深筋膜、筋伸張、弾性率

【はじめに】

ストレッチングは骨格筋の柔軟性向上のために有効な治療法である。これまでストレッチング時の筋組織の伸張変化については多く報告されているが、筋実質を取り巻く深筋膜の特性の変化については着目されてこなかった。深筋膜は筋の浅層と深層に位置し、各部位で関節モーメントアームが異なるため、それぞれ伸張の程度が異なる可能性がある。また、加齢に伴う深筋膜を構成するコラーゲン線維の変化により、深筋膜の伸張性が変化する可能性がある。筋実質の伸張に伴う深筋膜の伸張変化について明らかにすることは、効果的なストレッチング法の開発のための重要な知見となると考える。近年、超音波画像診断装置せん断波エラストグラフィ機能（以下、SWE）によって、ヒト生体組織の弾性率計測が可能となり、骨格筋や深筋膜組織の伸張程度の定量的な評価が可能となった。本研究の目的は他動的な股関節伸張による大腿直筋の深筋膜の伸張変化をSWEによる弾性率を用いて評価し、部位による違いおよび加齢変化について明らかにすることである。

【方法】

対象は健康若年女性24名（19-34歳）および健康中年女性21名（45-64歳）とした。SWEを用いて、大腿直筋（以下、RF）、RFの浅層つまりRFと皮下脂肪の間に位置する深筋膜（以下、SD）およびRFの深層つまりRFと中間筋の間に位置する深筋膜（以下、DD）の弾性率を測定した。なお、弾性率は高値であるほど組織が硬いことを示し、伸張されるほど高値になるとされている。背臥位・膝関節90度屈曲位で、股関節屈曲90度位（以下、屈曲位）および股関節伸張5度位（以下、伸展位）の2部位で弾性率を測定した。統計解析は屈曲位と伸展位の弾性率を比較するために対応のあるt検定を行った。また、伸張の程度を示す指標として屈曲位に対する伸展位の弾性率の変化率を算出し、部位（RF・SD・DD）と年代（若年群・中年群）の2要因で分割プロットデザインによる分散分析を行った。

【結果】

t検定の結果、若年群・中年群いずれもRF・SD・DDの全部位において、屈曲位と比較して伸展位の弾性率が有意に高値を示した。分散分析の結果、交互作用は認めず、部位に主効果がみられた。多重比較法による事後検定の結果、弾性率の変化率はSD、RF、DDの順で有意に高値を示した。一方で年代に主効果はみられなかった。

【考察】

弾性率を用いてRFの深筋膜の伸張変化について調べた結果、股関節伸展時に深筋膜も伸張されることが示された。深筋膜は主に弾性を有するコラーゲン線維から構成されているため、RFの伸張に伴い、深筋膜も伸張されたと考える。また浅層の組織ほど関節モーメントアームが大きくなるため、SD、RF、DDの順で伸張の程度が大きくなったと考える。

【結論】

他動的な股関節伸展時に大腿直筋の伸張に伴い深筋膜も伸張され、浅層に位置する組織ほど大きく伸張されることが示唆された。一方、若年者と中年者で深筋膜の伸張性に違いは認められないことが示された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は京都大学医の倫理委員会の承認を得て実施した。ヘルシンキ宣言に基づき、被験者には実験の内容について十分に説明し、書面にて同意を得た上で研究を実施した。

膝伸展方向への等尺性収縮の効果が等速性収縮に与える影響

BIODEXを用いた定量的評価の試み

木村 仁美¹⁾・松本 和興²⁾・萩原 真梨奈³⁾・飯塚 千紘⁴⁾
佐藤 翔⁵⁾・新谷 益巳⁶⁾

1) 医療法人恭友会 はせがわ整形外科クリニック
2) 一般財団法人 とちぎメディカルセンターしもつが
3) 医療法人横浜平成会 平成横浜病院 4) 医療法人育生会 篠塚病院
5) 特定医療法人 西大宮病院 6) 群馬医療福祉大学

Key word / 特異性の原則、等速性収縮、等尺性収縮

【はじめに】

等尺性筋力トレーニングでは、過負荷の原則と特異性の原則を基に行う。関節角度の特異性について、等尺性トレーニングがどの可動範囲まで筋力増強効果がみられるかについての文献は散見したが、等速性収縮を用いて関節角度を細かく分析した研究は少ない。そこで本研究の目的は膝伸展等尺性トレーニングがどの範囲まで筋力増強効果を与えているか等速性収縮を用いて検討することである。

【方法】

対象は膝関節に既往のない男子学生18名とし、年齢は20±2歳、身長は172.2±4.4cm、体重は63.5±5.8kgであった。等尺性膝伸展筋力の測定にはBIODEXを用いて膝屈曲60°にて最大努力で5秒間を計5回行った。分析にはそのうち上位3つの最大トルク/体重値を用いた。等尺性トレーニングは膝関節屈曲60°で実施し、負荷量は1週間毎に計測した等尺性最大トルクの70%とした。5秒間等尺性トレーニングを行い、休憩は5秒とし、10回行う（1 set）。計3 set実施し、set間の休憩は3分間とした。次に、等速性膝伸展筋力の測定は角速度60deg/secとした。最大努力で5回行い、膝伸展0°～屈曲90°で計測した。分析は30～70°の範囲で10°毎に区分し、最大トルク/体重値を用いた。トレーニング期間は4週間毎週2回行った。トレーニング前と1週間毎に4回計測した値の変化を調べるために統計学分析を行った。まずShapiroWilk検定にて正規性の確認をしたが、正規性が得られないためノンパラメトリックとしてFriedman検定で多重比較検定を行った。ただし有意水準は5%未満とした（IBM SPSS statistics21）。

【結果】

最大等尺性膝伸展筋力はトレーニング開始3週間後で有意差が認められ、平均13%の改善がみられた。等速性膝伸展筋力はトレーニング開始4週間後で膝屈曲50°にて約4%、70°で約7%改善がみられ、有意差が認められた（p<0.05）。

【考察】

等尺性筋力が改善した理由は、意識性の原則が関与していると考えた。トレーニング時に被験者がモニターを確認し、70% MVCを意識させた結果、中枢神経系の関与により筋収縮の部位やタイミングを意識したことで効果が高まった。またMaffulettiらによると膝屈曲65°で等尺性トレーニングを100%MVCで7週間行うと55～75°で筋力向上したとの報告がある。本研究ではトレーニング角度±10°で等速性筋力の向上がみられ、先行研究と同様の結果が得られた。トレーニングが4週間では膝屈曲60°で筋力向上しなかったが、有意差が0.091であったためトレーニング継続により筋力が有意に向上すると考える。

【結論】

膝屈曲60°での膝伸展最大等尺性筋力は特異性の原則と意識性の原則によりトレーニング開始3週間後で有意に向上した。また、等尺性筋力トレーニングによる等速性収縮への効果は、トレーニング角度±10°で認められた。今後は等速性収縮の角度を5°ずつに区分し、さらに詳細に設定した条件下で研究していく必要がある。

【倫理的配慮、説明と同意】

研究の趣旨と内容を理解を得た上で協力を求め、書面にて研究参加の同意を得た。また、20歳未満の対象者には書面にて同意を得た。さらに本研究は群馬医療福祉大学研究倫理審査委員会の承認を得て研究を進めた（承認番号：17B-13）。

伸張性肘屈曲筋群の1RMの推定方法の検討

二木 星南¹⁾・須藤 重樹¹⁾・稲葉 和貴¹⁾・佐藤 成^{2,3)}
清野 涼介^{2,3)}・中村 雅俊^{1,2)}

- 1) 新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科
2) 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所
3) 新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究所

Key word / レジスタンストレーニング、負荷量、伸張性1RM

【はじめに】

臨床現場において筋力低下に対する治療として短縮性収縮と伸張性収縮を併用したレジスタンストレーニング (RT) が実施されている。またRTの負荷強度設定には1RMの値が参考となるとされており、臨床では短縮性収縮時の1RMを用いて負荷量を決定し、短縮相、伸張相を通じて一定の負荷量でトレーニングを行っている。しかし同負荷におけるRTでは、短縮性収縮に比べて伸張性収縮は筋出力が小さいとされており、伸張相においては負荷量が不足していると考えられる。また伸張性トレーニングは短縮性トレーニングに比べて筋肥大や筋力増強効果が高く、低負荷でも筋肥大を引き起こすことができると報告されている。しかし、先行研究で測定されている1RMは短縮相に着目しているものが多く、伸張相での1RMを測定した報告は少ない。筋腱障害の発生リスクを伴う伸張性1RMの測定は、簡便に推定することが望まれるため短縮性1RMに加え、簡便に測定できる等尺性肘屈曲筋力や筋厚、周径に着目し、これらから伸張性1RMの値を推定できないかと考えた。よって本研究では、測定を行いやすい短縮性1RMや等尺性収縮筋力、周径、筋厚から伸張性1RMを推定することができるかを明らかにすることを目的とする。

【方法】

対象は健康成人男女38名 (男性20名、女性18名) の利き腕側の上腕二頭筋とし、筋厚、上腕周径、等尺性収縮筋力、短縮性1RM、伸張性1RMを測定した。上腕周径は上腕長 (肩甲骨の肩峰から上腕骨の外側上顆までの距離) の高さ60%の位置で測定し、上腕二頭筋の筋厚測定も同部位で超音波診断装置 (GEヘルスケア社製LOGIQ e V2) にて測定した。また、等尺性収縮筋力はハンドヘルドダイナモメーター (アニマ株式会社製ミュータスF-1) を用いて、肘関節90°屈曲位における最大肘関節屈曲筋力を3回測定し、平均値を解析に用いた。統計学的処理は、各測定項目と伸張性1RMの関連性を検討するため、性別を調整変数とした偏相関係数を用いて検討した。

【結果】

本研究の結果、伸張性1RMは 12.1 ± 4.5 kg、短縮性1RMは 9.9 ± 4.4 kgとなった。

また偏相関係数の結果、伸張性1RMと短縮性1RM、等尺性収縮筋力、筋厚、上腕周径の相関係数は $r=0.94, 0.75, 0.62, 0.72$ (すべて $p<0.01$) と有意な正の相関関係を示し、特に短縮性1RMとの間に強い相関関係が認められた。

【考察】

本研究の結果より、伸張性1RMは短縮性1RM、筋厚、上腕周径、等尺性収縮筋力と有意な相関関係が認められたことから、これらの項目から伸張性1RMを推定できると考えられた。特に短縮性1RMとの相関が強かったことから、短縮性1RMから伸張性1RMを推定することが最も妥当性が高く、伸張性収縮を用いたRTの負荷量を設定する時には、伸張性1RMの値は短縮性1RMの1.27倍であることを考慮し、設定する必要があることが示唆された。

【結論】

伸張性1RMは短縮性1RM、等尺性収縮筋力、筋厚、上腕周径から簡易的に推定可能であった。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は本学の倫理審査委員会の承認を受けて実施された。また、本研究はヘルシンキ宣言に則っており、実験開始前に対象者に本研究内容を口頭と書面にて十分に説明し、同意を得た上で行われた。

Kraus-Weber testを基にした腹筋テストの検討

江口 淳子¹⁾・岩本 博行¹⁾・中山 彰一²⁾

- 1) 福岡リハビリテーション専門学校 理学療法学科
2) 福岡リハビリテーション専門学校

Key word / 腹筋テスト、GJL、筋力

【はじめに】

脊柱機能検査としてKraus-Weber testがあり、これは腹筋群の瞬発力と持久力、背筋群の持久力に関する項目から構成された体幹機能検査である。脇元らはそれを基に上体起こしのみを1から10点で評価した腹筋テスト (以下、腹筋テスト) を体幹機能検査として提唱している。この腹筋テストでは体幹機能として体幹筋力の他に脊柱柔軟性も大きく影響していると考えられる。そこで本研究の目的は、腹筋テストで評価している身体機能について検討することである。

【方法】

対象は身体機能に問題のない健康成人41名 (男性26名、女性15名) とし、平均年齢 18.0 ± 0.2 歳、平均身長 162.8 ± 24.6 cm、平均体重 61.8 ± 10.0 kgであった。腹筋テストは基本姿勢から上体を起こし上肢の肢位を変化させることで点数化している。その他の身体機能の評価として、骨格筋量は体成分分析装置 (バイオスペース社製InBody) で測定した。筋力評価として上肢筋力は握力計 (竹井機器工業) にて立位で測定、下肢筋力はハンドヘルドダイナモメーター (アニマ社) にて座位、膝関節90°屈曲位で等尺性での膝伸展筋力を測定、背筋力は背筋力計 (竹井機器工業) にてそれぞれ2回測定し平均値を体重比にて算出した。柔軟性は全身関節弛緩性 (以下、GJL) の評価を実施した。統計処理にはPASW statistics17.0を用い、Spearmanの順位相関係数にて各項目の関連性を検討した。有意水準は5%未満とした。

【結果】

各項目の平均値±標準偏差を示す。腹筋テストは 6.7 ± 2.3 点、骨格筋量は $74.8 \pm 8.7\%$ 、握力は右 34.6 ± 9.0 、左 33.4 ± 9.3 、膝伸展筋力は右 120.1 ± 20.7 、左 114.6 ± 18.6 、背筋力は 81.2 ± 24.0 、GJLは 3.1 ± 1.9 点であった。骨格筋量、左右握力、左右膝伸展筋力、背筋力には互いに中等度から強い正の相関がみられたが、骨格筋量、筋力評価項目と腹筋テスト、GJLには相関はなかった。腹筋テストとGJLには中等度の正の相関 ($r=0.42, p<0.01$) がみられた。

【考察】

腹筋テストは筋量や筋力ではなく柔軟性と相関がみられた。嵩下らは胸郭彎曲可動域と腹筋テストに正の相関があると述べている。腹筋テストでは得点が高くなるにつれて、より脊柱の動きが必要とされる。本研究でもGJLのみと相関があったことから、腹筋テストは筋力よりも身体の柔軟性が大きく影響していると考えられる。

【結論】

腹筋テストでは筋力よりも柔軟性を反映していることが示唆される。今後の課題としては腹筋力をどのように評価していくかを検討することである。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は福岡リハビリテーション専門学校倫理委員会の承認 (承認番号1923) を得て、被験者には口頭にて研究の趣旨を十分に説明し、同意を得た後に実験を行った。

脳出血モデルラットにおける超早期リハビリテーションは炎症促進因子の発現を促進し、運動機能回復を遅延させる

玉越 敬悟・早尾 啓志・高橋 英明

新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科

Key word / 超早期介入、炎症、脳出血

【はじめに】

近年、大規模な臨床研究で、脳卒中発症後24時間以内の超急性期リハビリテーションは機能予後を悪化させることが報告された。さらに、脳梗塞モデル動物を用いた基礎研究においても、発症後24時間以内の運動介入は炎症促進因子を増加促進し、神経細胞死を促進することが報告されている。先行研究では脳梗塞や大脳皮質損傷を対象とした検証をしており、脳出血後の超早期リハビリテーションの効果は検証されていない。そこで、本研究は、脳出血後の超早期リハビリテーションが運動機能回復および脳組織に及ぼす影響について検証することを目的とした。

【方法】

実験動物にはWistar系雄性ラットを用いた。対象を無作為に偽手術群 (SHAM群)、脳出血+非運動群 (ICH+Cont群)、脳出血+超早期トレッドミル群 (ICH+VET群) の3群に分けた。脳出血モデルは、左方3.0mm、前方0.5mm、深度4.0mmの位置にカニューレを挿入し、コラゲナーゼ・Type IV (200 U/ml, 1.6ul) を一定流速で注入して作製した。ICH+VET群は、手術6時間後から6日まで、1日1回、60分間トレッドミル装置で走行させた。手術6時間後は、9 m/minで行い、その後は、11m/minで実施した。運動機能評価にはHorizontal ladder testを用いて、梯子から前肢が落下した割合 (エラー率) を解析した。手術6日目に全群の脳組織を採取した。また、発症初期における運動の急性効果を検証するために、手術6時間後と24時間後に運動を実施した後、脳組織を採取した。脳組織解析では、血腫体積、脳浮腫を測定した。また、リアルタイムPCR法を用いて、大脳皮質感覚運動野におけるIL-1b, TGF-b 1, IGF-1のmRNA発現量を解析した。統計処理にはTukey法による多重比較検定を用いて群間比較を行った。

【結果】

Horizontal ladder testにおいて、ICH+VET群のエラー率が、ICH+Cont群と比較して有意に増加した。血腫体積および脳浮腫は、ICH+Cont群とICH+VET群の間に有意差はなかった。ICH+VET群のIL-1bのmRNA発現量は、SHAM群と比較して有意に増加した。ICH+Cont群のTGF-b 1とIGF-1のmRNA発現量は、SHAM群と比較して有意に増加した。ICH+VET群のTGF-b 1のmRNA発現量は、ICH+Cont群と比較して有意に低下した。

【考察】

本研究から、脳出血後24時間以内から開始する運動は、運動機能障害を悪化させることが明らかとなった。脳組織の解析から、運動機能障害の増悪は、血腫体積や脳浮腫の増大助長ではなく、感覚運動野において、抗炎症関連因子と神経成長因子の増大が抑制し、炎症促進因子が増加促進したことが関与していると考えられる。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は新潟医療福祉大学動物実験倫理委員会の承認を得て実施された。

自発的な身体運動は脳損傷後の機能回復を効果的に促進させる

田中 貴士^{1,2)}・上野 将紀³⁾・本間 智¹⁾

1) 金沢医科大学 医学部 解剖学Ⅱ

2) 近畿大学 東洋医学研究所 分子脳科学研究部門

3) 新潟大学 脳研究所 システム脳病態学

Key word / 脳損傷、機能回復、神経回路再編

【はじめに】

脳損傷後の機能回復には、残存する神経回路の再編をいかに促すかが重要である。しかし、成体の中枢神経は可塑性が乏しいため、機能回復は容易ではない。神経可塑性を促す方法としてリハビリテーションが重要であるが、どのような身体運動、どの程度の運動量が効果的であるか詳細な検証は不十分である。本研究では、脳損傷後の神経回路の再編および運動機能の回復に効果的な運動の種類や運動量を検証した。

【方法】

成体の雄マウス (C57BL/6J) に片側の大脳皮質運動野を全て消失させる脳損傷モデルを作製した。脳損傷の前後6週間にわたり、性質の異なる3種の身体運動を各々実施した: ①トレッドミル (強制的な持久性運動、16m/分、30分/日、7日/週)、②ロータロッド (強制的な協調性運動、4~40rpm、30分/日、7日/週)、③自走式の回転運動器 (自発的な協調性運動、夜間12時間/日、7日/週)。まず、各運動群に非運動群を加えた4群間において、脳損傷後における脳由来神経栄養因子 (BDNF) とその受容体 (TrkB)、これら神経再生因子の抑制作用をもつチロシン脱リン酸化酵素 (SHP-1) の発現変化を評価した。また、脳損傷後の脳へ順行性トレーサー、麻痺筋へ逆行性トレーサーを注入し、脊髄における皮質脊髄路の神経回路の再編を解析した。さらに、脳損傷から1週毎に麻痺側前肢の運動機能の回復過程を評価し、運動量との相関関係を検討した。

【結果】

損傷後の脳において、BDNFとTrkBの減少やSHP-1の増加が認められた。上記3種の運動の中で、自発的な運動のみがBDNFとTrkBを増加させるとともにSHP-1を減少させ、脳損傷後の神経回路の再編や運動機能の回復を顕著に促すことができた。また、SHP-1の遺伝学的な減少マウスに自発的な運動を実施した結果、脳損傷後の神経回路の再編や機能回復がさらに促進された。1日の運動量をみると、平均で約10km (運動量の少ないマウスは約2km、多いマウスは約20km) 走行していたが、機能回復と運動量との間に相関関係は認められなかった。

【考察】

損傷によって脳は神経可塑性にさらに不適な環境になること、自発的な運動によってその環境を好転できることが示された。神経再生の阻害因子であるSHP-1は、神経回路の再編を促すうえで重要なターゲット因子であることが明らかになった。また、機能回復と運動量との相関関係は認められなかったが、運動量の少ないマウスからは機能回復に必要な最低限の運動量が確保できている可能性が示され、運動量の多いマウスからは運動が過度な場合においても機能回復への悪影響はないことが示唆された。

【結論】

自発的な身体運動は、神経再生因子を増加させるだけでなく神経再生の阻害因子を減少させることで、脳損傷後の神経回路の再編および機能回復を効果的に高めていることが明らかになった。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究における全ての動物実験は、金沢医科大学動物実験委員会の承認を得て、動物の愛護及び管理に関する法律や金沢医科大学動物実験規程等を遵守して行った。可能な限り使用する動物は低減し、開頭を伴う脳損傷やトレーサー注入等の身体的苦痛が最小限になるような配慮の下で実験を実施した。

脳梗塞後および脳出血後の運動介入による運動機能改善効果および神経細胞死抑制効果の比較検証

高橋 侑里・玉越 敬悟・目黒 昂太・常川 真未・早尾 啓志
高橋 英明

新潟医療福祉大学 医療技術学部 理学療法学科

Key word / 脳出血、脳梗塞、神経細胞死

【はじめに】

脳卒中は大きく脳梗塞と脳出血に大別される。これらの発症機序や病態は大きく異なるが、リハビリテーションアプローチは病型別に実施されていない。脳卒中モデルラットを用いた研究では、脳梗塞後あるいは脳出血後のトレッドミル運動は運動機能改善に有効であり、さらに神経細胞死を抑制すると報告されている。しかし、これらの先行研究では、病巣の部位や程度、運動条件が異なっており、脳梗塞と脳出血を直接比較することはできない。本研究は、脳卒中病型別リハビリテーション方針の策定に向けて、組織傷害が同部位、同程度の大きさの脳梗塞モデルラットおよび脳出血モデルラットの運動介入効果および神経細胞死抑制効果を比較検証することを目的とした。

【方法】

実験動物にはWistar系雄性ラットを用いた。脳出血モデルラットは血管壁を脆弱化させるコラゲナーゼ溶液、脳梗塞モデルラットは血管を攣縮させるエンドセリン-1溶液を左線条体に微量注入して作製した。実験群には、偽手術群 (SHAM群)、脳出血+非運動群 (ICH群)、脳梗塞+非運動群 (ISC群)、脳出血+運動群 (ICH+EX群)、脳梗塞+運動群 (ISC+EX群) を設けた。運動介入はトレッドミル走行装置を用いて術後4日目から28日目まで実施した。巧緻動作を評価するHorizontal ladder testを用いて経時的に運動機能評価を行った。術後29日目に脳組織を採取し、脳切片を作製した後、免疫組織化学染色を施した。画像解析ソフトを用いて傷害巣周辺のCaspase-3陽性細胞数を解析した。統計処理にはTukey法による多重比較検定を用いて群間比較を行った。

【結果】

Horizontal ladder testでは、ISC+EX群はISC群と比較して有意な改善を認められたが、ICH+EX群はICH群と比較して有意な改善を認めなかった。Caspase-3陽性細胞数では、ISC群はICH群より有意に高値を示した。また、ISC+EX群はISC群と比較して減少傾向であった。

【考察】

組織傷害が同部位・同程度とした脳梗塞と脳出血では、脳梗塞は脳出血と比較して運動介入による機能改善効果が大きいことが分かった。脳梗塞は脳出血と比較してCaspase-3の発現量が高いが、運動介入によるCaspase-3の発現抑制が運動機能改善に寄与したと考えられる。一方、脳出血は、脳梗塞と同運動条件では運動機能を改善することができないことが示唆された。脳出血は脳梗塞と比較してCaspase-3の発現量が低く、神経細胞死の経時的変化が異なる可能性が高い。脳梗塞と同運動条件では、抑制効果が認められなかったため、より効果的な運動介入条件を検証する必要がある。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は新潟医療福祉大学動物実験倫理委員会の承認を得て実施された。

高脂肪食負荷による肥満・高インスリン血症はアルツハイマー病マウスモデルの脳内タウ病理を増悪させる

伊藤 祐規¹⁾・武田 朱公¹⁾・中嶋 恒男²⁾・大山 茜²⁾
竹下 ひかり²⁾・鷹見 洋一²⁾・竹屋 泰²⁾・樂木 宏実²⁾
森下 竜一¹⁾

1) 大阪大学大学院 医学系研究科 臨床遺伝子治療学

2) 大阪大学大学院 医学系研究科 老年・総合内科学

Key word / タウ、アルツハイマー病、糖尿病

【はじめに】

糖尿病がアルツハイマー病 (AD) 発症の危険因子であることが疫学的に示されているが、その背景にあるメカニズムは十分に解明されていない。AD神経病理の一つである神経原線維変化は主にタウという細胞骨格蛋白から構成され、AD病態において重要な役割を果たしていることが知られている。本研究では、タウ病理を呈するADモデルタウTgマウスに高カロリー負荷をかけることで、糖尿病病態が脳内タウ病理に与える影響を解析した。

【方法】

タウTgマウス (PS19) に対して1.5ヶ月齢時から高脂肪食負荷 (n = 10) を行い、9ヶ月齢の時点で行動解析 (Open-field試験、概日リズム評価、筋力測定、運動麻痺試験) と脳生化学的解析 (脳可溶性・不溶性画分タウのWB、ELISA測定) を行った。対象群には通常食を負荷した (n = 9)。糖尿病病態の評価として体重、血糖、血中インスリン値の測定とグルコース負荷試験を行った。

【結果】

高脂肪食負荷タウTgマウスは通常食群と比較して血糖値の上昇は極軽度であったが、顕著な肥満・高インスリン血症を呈していた (p < 0.01)。高脂肪食負荷タウTgマウスでは運動障害の発症に起因すると思われる体重減少が7ヶ月齢頃から生じ、新規環境に対する順化の障害と運動麻痺の早期発症という行動異常がみられた。脳内可溶性画分のタウ量には二群間で差はみられなかったが、高脂肪食群では不溶性画分のリン酸化タウ量が有意に増加していた (p < 0.05)。

【考察】

高脂肪食負荷タウTgマウスでは運動麻痺や行動異常が早期から顕在化していたことから、動物モデルにおいても代謝異常がAD脳内病態を増悪させることが示唆され、糖尿病とADの病態連関のメカニズム解明に有用なモデルになると考えられる。高脂肪食負荷タウTgマウスでは脳不溶性画分のリン酸化タウが増加していたことから、末梢での代謝異常が脳内でのタウの翻訳後修飾に影響を与えることが示唆される。

【結論】

高血糖を伴わない肥満・インスリン抵抗性の段階においても、糖尿病病態はタウのリン酸化と凝集性増加を促進することが示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

発表者は動物実験、遺伝子組み換え実験を行うにあたり、大阪大学医学部附属動物実験施設の講習会を受講し、大阪大学大学院医学系研究科動物実験委員会と大阪大学遺伝子組み換え実験安全委員会において研究課題の承認を受けている。

動物・細胞 (遺伝子組み換え動物・細胞を含む) を用いた実験は、動物愛護法等の関連法規や遺伝子組換え生物等規制の関連法規を遵守して実施した。さらに同法規に則った拡散防止措置を講じ、廃棄物処理法に基づく同研究科及び同動物実験施設の手順を遵守して廃棄物の処理を行った。

エピジェネティクス制御を伴う有酸素運動が海馬における脳由来神経栄養因子の発現に与える影響

北原 美佳¹⁾・井上 貴博^{1,3)}・萬井 太規²⁾・高松 泰行²⁾
前島 洋²⁾

1) 北海道大学大学院保健科学院

2) 北海道大学大学院保健科学研究院

3) 独立行政法人 日本学術振興会 特別研究員DC1

Key word / エピジェネティクス制御、認知機能、脳由来神経栄養因子

【はじめに】

有酸素運動は海馬における脳由来神経栄養因子 (brain-derived neurotrophic factor, BDNF) の発現量を増強させ、認知機能を向上させることが報告されている。遺伝子発現にはエピジェネティクス制御が関与しているが、特にヒストン脱アセチル化酵素 (Histone Deacetylase, HDAC) はヒストンのアセチル化を阻害し、遺伝子発現を抑制する。HDAC阻害剤の投与により、海馬におけるヒストンアセチル化および遺伝子発現が促進することが報告されている。そこで、HDAC阻害剤の投与による遺伝子発現の促進が期待される脳内環境下において有酸素運動を行うことにより、海馬における運動依存的なBDNF発現が増強され、認知機能が向上されることが期待される。本研究ではマウスを対象にHDAC阻害剤と有酸素運動を併用することにより、両要因の相乗効果を検討することを目的とした。

【方法】

実験動物には13週齢の雄性ICRマウスを用い、有酸素運動およびHDAC阻害剤 (Sodium butyrate : NaB) 投与の2要因で4群に群分けした。NaBは1日1回1.2 g/kgを腹腔内投与し、有酸素運動は1日1時間のトレッドミル運動 (10 m/分) を実施した。NaB投与を行わない群に対しては同量の生理食塩水を腹腔内投与した。以上の介入を週5日、4週間行った。認知機能評価としてY字迷路試験、新奇物体認知試験、受動的回避試験を実施した。最終介入の24時間後に全脳を採取し、凍結保存した。海馬におけるBDNF、TrkB、p75、c-fos、NR1、NR2A mRNA 発現を Real Time-PCRを用いて解析した。また、ELISA法を用いてBDNF蛋白発現量を解析した。統計解析として、一元配置分散分析およびBonferroni法による4群間の多重比較を行った。有意水準は5%とした。

【結果】

認知機能評価のいずれにおいても群間差は認められなかった。また、BDNF、TrkB、p75、c-fos、NR1、NR2AのいずれにおいてもmRNA発現に群間差は認められなかった。一方、BDNF蛋白量は有酸素運動、HDAC阻害剤による介入により有意に低下していることが認められた。

【考察】

本研究では有酸素運動、HDAC阻害剤による認知機能、海馬における遺伝子発現への効果は認められず、BDNF蛋白量の低下が認められた。仮説と異なりBDNF発現量が増加しなかったため、認知機能へ影響しなかったと考えられる。運動は海馬におけるBDNF発現量を増強させることが数多くの先行研究で報告されていることから、本研究におけるBDNF蛋白量低下の要因として、強制走行によるストレス、運動処方、運動後のサンプル採取のタイミング等がBDNF発現低下に影響している可能性が示唆される。更に、HDAC阻害による遺伝子発現の修飾も認められなかったことから、今後、有酸素運動およびHDAC阻害の介入方法について更なる検証が期待される。

【結論】

HDAC阻害剤および有酸素運動による遺伝子発現、認知機能への長期的介入効果は認められず、海馬におけるBDNF蛋白の減少が生じる可能性が示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本実験は北海道大学動物実験委員会の承認と指導の下で行った (倫理申請番号18-0132)。

ES細胞由来神経幹細胞の増殖期における異なる時期の温熱刺激効果の検討

大森 啓之¹⁾・柴田 雅祥²⁾

1) 日本保健医療大学 保健医療学部 理学療法学科

2) 人間総合科学大学 保健医療学部 リハビリテーション学科 理学療法専攻

Key word / 神経幹細胞、ES細胞、温熱刺激

【はじめに】

自己増殖能と多分化能をもつ神経幹細胞は、ES細胞、iPS細胞より作製可能な細胞で、脊髄損傷などの中枢神経障害の機能再生のための移植細胞として利用されており、移植に適した神経系細胞作製のためには有用な培養条件を検討することが重要である。温熱刺激は、細胞の生存、保護に影響することが知られているが、幹細胞由来神経幹細胞から神経系細胞を作製する過程での効果は十分に検討されていない。本研究では、マウスES細胞由来神経幹細胞の増殖期における異なる時期の温熱刺激効果について検討した。

【方法】

我々が確立したNSS法によってマウスES細胞 (RIKEN BRC) から作製した神経幹細胞を、Neurobasal培地 (+B27, +bFGF) (以下、増殖条件) で増殖させた。増殖条件で培養する神経幹細胞に対して培養0日目、1日目、3日目に42℃、43℃、44℃、45℃条件に加温した恒温槽で20分間温熱刺激を加えた。残存細胞数計測のため、温熱刺激24時間後に位相差顕微鏡で接着細胞数を計測しControlとの割合 (%) を算出した。細胞死の評価として、温熱刺激後の接着細胞に対してTUNEL法を行った。温熱刺激応答の評価として、温熱刺激後の細胞に対してリアルタイム RT-PCR法による遺伝子発現解析を行った。解析遺伝子は、Hsp70、Hsp40、Caspase3、BAX、Tdag51とした。

【結果】

温熱刺激24時間後の接着細胞数の計測では、43℃、44℃条件で0日目と比較して3日目で接着細胞数のControlに対する割合が有意に増加した。42℃、45℃条件では0日目と3日目で差異は認められなかったが、3日目で接着細胞数の割合が増加する傾向がみられた。TUNEL法では、43℃、44℃条件でControlと比較してTUNEL陽性細胞が増加していることを確認した。遺伝子発現解析では、3日目の44℃条件でHsp70、Hsp 40の顕著な増加とCaspase3の減少傾向がみられた。

【考察】

43℃、44℃条件の温熱刺激でのTUNEL陽性細胞の増加から、0日目、3日目共に温熱刺激によるアポトーシス誘導で細胞数減少が引き起こされたことが示唆された。また、3日目の44℃条件の温熱刺激で細胞死から細胞を保護する働きを持つHsp70、Hsp40の遺伝子の顕著な増加とアポトーシス誘導時に発現するCaspase3遺伝子の培養中の経時的な減少傾向の結果より、培養が経過すると高温刺激時に細胞死を抑制する状態へ細胞の性質が変化している可能性があることが示唆された。

【結論】

幹細胞由来神経幹細胞の増殖条件における温熱刺激では、培養期間によって温熱刺激応答が異なるため、有用な温熱刺激条件の検討には、温度、刺激時間だけでなく刺激時期の検討も必要である。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、日本保健医療大学研究倫理・利益相反委員会の承認 (承認番号 P3002) を得て実施した。

相同モデルによる日本人肩甲骨の多様性の解明

時田 諒¹⁾・谷尻 豊寿²⁾・佐藤 尚輝³⁾・戸田 創⁴⁾・松村 博文⁴⁾

- 1) 札幌医科大学大学院 保健医療学研究科
 2) 株式会社 メディックエンジニアリング
 3) 札幌清田整形外科病院 リハビリテーション部
 4) 札幌医科大学 保健医療学部 理学療法第2講座

Key word / 肩甲骨、日本人、相同モデル

【はじめに】

近年、3次元形状データに対して統計学的処理を行う統計的形状モデル (Statistical shape model: SSM) という技術が普及している。その1つとして、共通のランドマークに基づいて3次元形状データを同一一点数、同一位相幾何学構造の多面体モデルとして再構成することで、形状データの標準化を行う「相同モデル化」という手法がある。本研究の目的は、日本人の肩甲骨を相同モデル化し、その形態バリエーションを明らかにすることである。

【方法】

札幌医科大学に保管されている日本人右肩甲骨59体 (男性41体、女性18体) を対象とした。3次元スキャナーを用いて全肩甲骨の3次元データを収集し、相同モデル化支援ソフトウェアHBM-Rugleによって全ての肩甲骨データを複数のランドマークに基づいて相同モデル化した。

相同モデル化後の3次元データに対し、全座標点を対象とした主成分分析を実施した。また、各主成分の因子負荷量をカラーマッピングすることで、主成分とX軸、Y軸、Z軸の相関関係を表現し、各成分の解釈を視覚的に補完した。

【結果】

相同モデル化後の肩甲骨3次元データの頂点数は4458点となった。主成分分析の結果、第1主成分から第8主成分までの累積寄与率は81.3%となった。第1主成分 (寄与率26.9%) は肩甲骨全体と高い因子負荷量を有していたため、サイズ因子と考えられた。第2主成分 (20.1%) は、内側縁の彎曲と関節窩の傾きが連動している因子と解釈された。第3主成分以降は、肩甲骨の細部形状に関連する因子と考えられ、第3主成分 (10.0%) は関節窩前縁や肩甲切痕、第4主成分 (8.5%) は棘上窩や鳥口突起起始部、第5主成分 (5.1%) は肩甲棘基部や棘窩切痕、第6主成分 (4.6%) は肩甲骨外側縁、第7主成分 (3.6%) は肩甲骨内側縁、第8主成分 (2.8%) は肩峰の形状と関連していた。

【結論】

本研究の結果、日本人の肩甲骨は全体の大きさだけでなく、細部の形状にも多くのバリエーションが存在することが明らかとなった。またそのバリエーションは、先行研究で調査されている他集団の傾向とは異なるものであり、日本人に特有の形状バリエーションである可能性が示唆された。今後は同手法を用いることで、変形性肩関節症や腱板損傷といった疾患を有する肩甲骨の形態特性を解明することが期待できる。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究で使用した人骨資料は倫理審査の対象外であり、その使用に問題は無い。人骨資料の取り扱いにあたっては、ヘルシンキ宣言に従い、細心の注意を払い慎重な取り扱いに努めた。

前距腓靭帯、踵腓靭帯、後距腓靭帯の解剖学的関係性

江玉 睦明¹⁾・高林 知也¹⁾・稲井 卓真¹⁾・平林 怜¹⁾
 池津 真大¹⁾・金子 史弥¹⁾・松澤 寛大¹⁾・影山 幾男²⁾

- 1) 新潟医療福祉大学 運動機能医学研究所
 2) 日本歯科大学新潟生命歯学部 解剖学第1講座

Key word / 複合体、解剖学的関係性、足関節外側靭帯

【目的】

足関節外側靭帯は前距腓靭帯 (ATFL)、踵腓靭帯 (CFL)、後距腓靭帯 (PTFL) で構成され、それぞれが部分的に交通線維を有していることから複合体として考えられている。更に、付着部位などの解剖学的特徴が複合靭帯損傷の一因である可能性が示唆されている。そこで本研究では、ATFL、CFL、PTFLの関係性を詳細に検討し、交通線維の有無、位置関係や付着部位を明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象は、固定遺体25体50足 (年齢: 79±13歳、男性30足、女性20足) を使用した。腓骨の前面と後面から観察して、ATFL、CFL、PTFLの交通線維の有無、位置関係や付着部位に着目して分類した。

【結果】

全例で腓骨の前面でATFLとCFLは交通線維を有していた。ATFLとCFLの位置関係については、CFLがATFLの表層を走行して結合するType (表層Type: 51%)、CFLがATFLの深層を走行して結合するType (深層Type: 27%)、CFLとATFLが並走して結合するType (並走Type: 15%)、CFLがATFLの表層や深層を走行して結合するType (混合Type: 7%) に分類できた。ATFLとCFLの付着部位については、CFLがATFLの下部に付着するType (下部Type: 69%)、CFLがATFLの近位部 (腓骨付着部) の全域に付着するType (全域Type: 31%) に分類できた。また、全例で腓骨の後面でATFLとPTFLは交通線維を有していた。ATFLとPTFLの付着部位については、PTFLがATFLの下部線維束と結合するType (下部Type: 14%)、PTFLがATFLの上部線維束と結合するType (上部Type: 54%)、PTFLがATFLの上部・下部線維束と結合するType (上下Type: 32%) に分類できた。

【考察】

先行研究では、3つの靭帯はそれぞれが部分的に交通線維を有していることが報告されている。しかし、本研究結果から、3つの靭帯は互いに交通線維を有しているだけでなく、様々な位置関係や付着部位が存在することが明らかとなった。先行研究では、腓骨側付着部でATFLの下部線維束がCFLと結合していることからATFL損傷に伴ったCFLの損傷が多いことと関係している可能性が示唆されている。本研究結果から、各靭帯の交通線維の有無だけでなく、位置関係や付着部位が複合靭帯損傷の発生要因に関与している可能性が推察された。

【結論】

ATFL、CFL、PTFLは互いに交通線維を有しているだけでなく様々な位置関係や付着部位が存在することが明らかとなった。今後は、本研究結果を基に生体力学的な検証を行い、解剖学的特徴と複合靭帯損傷との関係性を明らかにしていく必要がある。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究で使用した遺体は、全て死体解剖保存法と献体法に基づき、教育と研究のために本学に献体された標本である。

肘尺側副靭帯および屈曲回内筋群共同腱のType分類

池津 真大^{1,2)}・江玉 睦明^{1,2,3)}・松澤 寛大^{1,2)}・金子 史弥^{1,2)}
清水 蒼平²⁾・平林 怜^{1,2)}・影山 幾男³⁾

- 1) 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所
- 2) 新潟医療福祉大学 アスリートサポート研究センター
- 3) 日本歯科大学 新潟生命歯学部 解剖学第一講座

Key word / 屈曲回内筋群共同腱、肉眼解剖学、肘尺側副靭帯

【はじめに】

肘尺側副靭帯 (UCL) は、前斜走線維 (AOL)、後斜走線維 (POL)、横走線維から構成され、肘外反安定化に重要である。AOLとPOLの制動機能に関しては、肘屈曲位や伸展位で制動するという報告や、全可動域を制動するなど異なる見解が報告されている。この原因として、UCLや屈曲回内筋群共同腱を含めた肘内側の解剖学的特徴が十分に検証されていないことが問題点として考えられる。そこで、本研究はUCLおよび共同腱をType分類することを目的とした。

【方法】

対象は、固定遺体30体55肘とした。共同腱の検証は、共同腱が残存していた固定遺体23体34肘を対象とした。各構造の剖出手順は、上腕骨中央部と前腕中央部で切断した肘単離標本を作成し、皮膚、皮下組織、筋組織を除去してAOL、POL、共同腱を丁寧に剖出した。AOL、POL、共同腱のType分類は、AOLはPOLまたは関節包との位置関係、POLは関節包との位置関係、共同腱はAOLとの位置関係に着目して分類した。

【結果】

AOLと共同腱は2つのType、POLは4つのTypeに分類することができた。AOLではPOLまたは関節包より浅層に位置し、単一の線維束として分離できるものがType I (78.2%)、POLおよび関節包と同じ層に位置し、単一の線維束として分離できないものがType II (21.8%)であった。POLではPOLの前縁と後縁が関節包よりも表層に位置し、単一の線維束として分離できるものがType I (49.1%)、POLの前縁は分離できるが後縁は分離できないものがType II-a (10.9%)、POLの後縁は分離できるが前縁は分離できないものがType II-b (12.7%)、分離できないものがType III (27.3%)であった。共同腱ではAOLが共同腱よりも表層に位置し、互いに分離できるものがType I (52.9%)、AOLと共同腱が同じ層に位置し、互いに分離できないものがType II (47.1%)であった。

【考察】

本研究の結果から、独立した形態であったAOLのType I は78.2%、POLのType I は49.1%、共同腱のType I は52.9%であった。一方、不明瞭な形態であったAOLのType II は21.8%、POLのType II-a、Type II-b、Type III は合計50.9%、共同腱のType II は47.1%であった。先行研究において、AOLとPOLの制動機能は一定の見解が得られていない。解剖学的研究では、腱複合体と関節包の一部が従来のAOLであるという報告や、POLは関節包が肥厚したものと考えられており、明確な定義がないと報告されている。従って、先行研究ではAOL、POL、共同腱の不明瞭な構造をAOLやPOLとして測定していた可能性がある。また、本研究の結果からAOL、POL、共同腱は、互いに分離することができない不明瞭な形態が多く存在した。従って、AOL、POL、共同腱は複合体を形成していることが示唆される。

【結論】

AOL、POL、共同腱は、独立した形態のTypeと不明瞭な形態のTypeに分類することができた。今後は本研究の結果を基に生体力学的検証を行い、AOL、POL、共同腱との関係を明らかにしていく必要がある。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、死体解剖保存法および献体法に基づき教育と研究のために大学に献体された遺体を使用した。また、本研究は本学倫理審査委員会で承認を得た。

有酸素運動が乳がんモデルラットの筋萎縮、貧血、腫瘍形成におよぼす影響

—低強度および中強度トレッドミル走行の比較—

中野 治郎¹⁾・二里 明音²⁾・近藤 史悠³⁾・増田 彩香⁴⁾
沼田 未来⁵⁾・山木 理恵⁶⁾・森 健次郎⁵⁾

- 1) 長崎大学 生命医科学域 (保健学系)
- 2) 佐世保市総合医療センター リハビリテーション部
- 3) 有馬温泉病院 リハビリテーション部
- 4) 長崎原爆病院 リハビリテーション部
- 5) 長崎北病院 リハビリテーション部
- 6) 長崎記念病院 リハビリテーション部

Key word / 有酸素運動、腫瘍、がん

【はじめに】

がんリハビリテーションの主な内容は運動療法であり、運動機能や日常生活動作能力、生活の質などの改善を目的として行われている。一方、最近の研究によれば、運動療法はがん関連の身体症状や腫瘍自体の進行を抑制する可能性がいくつか示されており、注目を集めつつある。しかし、どのような運動療法が効果的なのかについては検討されておらず、情報は不足している。そこで今回、乳がんモデルラットを用いて低強度および中強度の有酸素運動が筋萎縮、貧血、腫瘍形成に及ぼす影響について検討した。

【方法】

実験動物には5週齢のSprague Dawley系雌系ラットを60匹用い、これらを無作為に1) 通常飼育する対照群 (n=10)、2) 乳がんを惹起させた後、通常飼育する非運動群 (n=17)、3) 乳がんを惹起させた後、低強度の有酸素運動を負荷する低強度群 (n=17)、4) 乳がんを惹起させた後、中強度の有酸素運動を負荷する中強度群 (n=16) の4群に振り分けた。非運動群、低強度群、中強度群の3群には5、14週齢の時点でN-ニトロソNメチル尿素 (MNU) を腹腔内投与し、乳がんを惹起させた。その後16週齢の時点から、低強度群には低速 (10m/分) でのトレッドミル走行を30分間、中強度群には中速 (20m/分) でのトレッドミル走行を15分間実施し、4週間継続した (週5回)。実験期間中は腫瘍の計測と採血を隔週行い、実験終了後にはヒラメ筋と長趾伸筋を摘出して相対重量比を算出した。

【結果】

赤血球とヘモグロビンは非運動群と比較して低強度群と中強度群が有意に高値を示し、その2群間で有意差を認めなかった。腫瘍の個数と総重量は非運動群と比較して低強度群と中強度群で低値を示し、2群間で有意差を認めなかった。一方、ヒラメ筋の相対重量比は非運動群と比較して低強度群が有意に高値を示したが中強度群は有意差を認めず、長趾伸筋に関しては低強度群、中強度群のいずれも対照群と変わらなかった。

【考察】

今回の結果、乳がんモデルラットに対する低強度および中強度の有酸素運動は、筋萎縮の進行抑制だけでなく、貧血の抑制、腫瘍形成の抑制効果が得られることが示された。臨床においては中強度以上の運動が実施困難ながん患者は多くいるが、そのような場合でも低強度の運動を提供することで上記のような効果が得られる可能性がある。これらことから、がん患者に対する運動療法の有効性は今後さらに高まることが伺われ、さらなる研究が期待される。

【倫理的配慮、説明と同意】

今回の実験は長崎大学が定める動物実験指針に準じ (許可番号: 180424150)、長崎大学先端生命科学研究支援センター動物実験施設で実施した。

血中分泌型microRNAを介した癌性悪液質の発症と運動療法介入効果

宮崎 充功・吉田 晋

北海道医療大学

Key word / 悪液質、血中分泌型microRNA、運動療法

【はじめに】

癌やAIDSといった慢性消耗性疾患における、脂肪および骨格筋量の低下を主徴とした全身性代謝障害症候群として、悪液質という病態が問題視されている。全身の骨格筋量低下はタンパク質同化/異化バランス障害の結果として引き起こされるが、その発生機序はほとんど解明されていない。本研究では、腫瘍細胞から放出される血中分泌型microRNAに着目し、癌性悪液質モデルマウスの血中分泌型microRNAの網羅的スクリーニングおよび機能解析を行った。また癌性悪液質の予防策として身体運動介入を行い、その介入効果および血中分泌型microRNA発現への影響を検討した。

【方法】

CD2F1系マウス(8週齢、雄性)を対象とし、1) 対照群(CON, n=10)、2) 癌性悪液質群(C26, n=9)、3) 癌性悪液質+運動介入群(C26-RUN, n=11)の3群に分類した。癌性悪液質モデルとしてマウス大腸ガン由来細胞株(C26: Colon-26)を皮下移植(1個体当たり 1×10^6 個)し、対照群にはリン酸緩衝食塩水のみを投与した。身体運動介入には自発走運動を採用した。介入4週目に血清および骨格筋サンプルを採取し、エクソソームに内包されたRNA(血清サンプル)および総RNA(骨格筋サンプル)を精製した後、マイクロアレイ法による遺伝子発現プロファイリングを行った。

【結果】

C26細胞の移植により体重・骨格筋量・発揮筋力の低下といった悪液質の諸症候が誘導され、また走運動介入により悪液質の発症が抑制された。血清中のエクソソーム内包型microRNAの網羅的解析を行ったところ、35種類のmicroRNAが悪液質に伴う発現変動(2倍以上の上昇: 13種類、1/2以下への発現低下: 22種類)を示し、そのうち19種類が運動介入による発現変動の是正を示した。また同定されたmicroRNA(計10種類: 悪液質に伴いUP、運動介入によってDOWN)の標的遺伝子(合計14861個)のうち、骨格筋において予測と類似した発現変動パターン(悪液質に伴いDOWN、運動介入によってUP)を示す53種類の遺伝子が同定され、Gene Ontology解析の結果、その多くは細胞外マトリクスに関連した遺伝子群であった。

【考察】

先行研究において、細胞外マトリクス関連遺伝子の発現調節が、骨格筋の量的変化や機械的脆弱性の制御に関与することが示されている。このことは、癌性悪液質に伴う骨格筋量の減少や発揮筋力の低下、運動療法介入による予防効果において、悪液質誘導性の血中分泌型microRNAを介した骨格筋遺伝子発現調節機構が関与する可能性を示唆している。

【結論】

癌性悪液質の発症および運動療法介入による予防効果に関与する可能性のある血中分泌型microRNA(計10種類)およびその標的候補遺伝子(計53種類)が同定された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、北海道医療大学動物実験規程の定めに基づいて計画され、北海道医療大学動物実験委員会の承認を経て実施された(動物実験計画承認番号第096号、平成28年)。

体外衝撃波療法は閉経後の骨粗鬆症を改善する

井上 翔太¹⁾・脇本 祥夫¹⁾・李 昌欣¹⁾・畠山 隼平¹⁾
新倉 隆宏²⁾・大江 啓介²⁾・福井 友章²⁾・黒木 裕士³⁾
森山 英樹⁴⁾

1) 神戸大学大学院 保健学研究科

2) 神戸大学大学院 医学研究科

3) 京都大学大学院 医学研究科

4) 神戸大学 生命・医学系保健学域

Key word / メカニカルストレス、体外衝撃波、骨粗鬆症

【はじめに】

骨粗鬆症は骨が脆弱化した状態であり、程度の差こそあれ、閉経後女性に必発する。骨粗鬆症治療の第一選択である薬物療法は全身に作用するが、骨折頻発部位は脊椎や大腿骨であるため、これらの部位を集中的に治療できれば、本来の治療目的である骨折の予防を効率的に果たせると考える。我々の研究室では適切なメカニカルストレスが骨形成を促進することを見出した。そこで、メカニカルストレスを介して、局所の組織再生を促進可能な体外衝撃波療法を骨粗鬆症治療に応用することを着想した。しかし、体外衝撃波療法が骨粗鬆症治療に真に有効であるかは明らかでなく、その作用機序も不明である。本研究では、閉経後骨粗鬆症を模す動物モデルを用い、体外衝撃波療法が骨粗鬆症による骨量と骨強度の低下を改善するか検討した。

【方法】

24匹のWistar系雌性ラットを通常飼育群、卵巣摘除群、強度の異なる3つの介入群(1, 2, 3 bar群)に分け、卵巣摘除群と介入群のラットの卵巣を摘除した。体外衝撃波介入は卵巣摘除8週間後から開始し、大腿部に対して週に1回、計4週間行った。実験期間終了後、大腿骨を採取し、マイクロCT撮影を行い、骨幹端部の微細構造を解析した。その後、大腿骨骨幹端部の力学的強度を圧縮試験により評価した。さらに、凍結包埋した大腿骨から非脱灰未固定切片を作製し、アルカリ性フォスファターゼ染色と酒石酸抵抗性フォスファターゼ染色を行い、骨芽細胞と破骨細胞の活性を定量した。全ての結果は一元配置分散分析とLSD法による多重比較検定を行った。統計学的有意水準は5%とした。

【結果】

マイクロCT解析の結果、2 bar、3 bar群の骨量体積比は卵巣摘除群よりも有意に高値であった。加えて、海綿骨の微細構造を示す、骨梁間隙、SMIは2 bar、3 bar群で、卵巣摘除群よりも有意に低値を示した。大腿骨の力学的強度は3 bar群において、卵巣摘除群と比較して、有意に増加した。骨芽細胞活性は卵巣摘除群と比較し、2 bar群と3 bar群で有意に増加した。一方で、破骨細胞活性は、卵巣摘除群と各介入群の間に有意な差は認められなかった。

【考察】

本研究結果より、体外衝撃波療法の改善効果は強度依存的であり、3 barの刺激が骨粗鬆症治療に有効である可能性が示唆された。体外衝撃波療法は骨芽細胞活性の増加を誘導し、骨形成を促進させることで、骨量が増加し、その結果として、骨強度の改善に至ったと考えられる。骨へのメカニカルストレスはスクレロステチンの発現を抑制することで、骨形成を促進することが知られている。本研究における骨形成の増加がメカニカルストレスによるものかは現時点では不明であるが、現在、スクレロステチンの免疫組織化学染色、およびmRNA発現の分析を進めており、学会で報告したい。

【結論】

体外衝撃波療法が閉経後の骨粗鬆症による骨量減少と骨強度低下の改善に有効である可能性が示唆された。我々は薬物療法に加え、新たな骨粗鬆症治療法として体外衝撃波療法を提案する。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は神戸大学動物実験委員からの承認を得た(承認番号: P160607)。

メカニカルストレスによる筋原線維機能の制御機構

芦田 雪・館林 大介・玉井 勝是・阿部 真佐美・檜森 弘一
山田 崇史

札幌医科大学大学院 保健医療学研究科

Key word / 筋萎縮、メカニカルストレス、筋原線維機能

【はじめに】

様々な病態において認められる筋力低下の要因の一つに、筋原線維機能の低下が挙げられる。しかしながら、その制御因子については未だ十分に明らかにされていない。本研究では、筋原線維機能におけるメカニカルストレス (MS) の役割を明らかにするために、MS依存性 (脱神経処置: DEN) と、MS非依存性 (デキサメタゾン投与: DEX) の筋萎縮モデルにおいて筋原線維機能を比較するとともに、それらに対する神経-筋電気刺激 (ES) の影響を検討した。

【方法】

Wistar系雄性ラットを無処置の対照 (CNT) 群、両後肢の坐骨神経を切離するDEN群およびDEX (5 mg/kg/day) を毎日投与するDEX群に分けた。また、各ラットの左後肢をES側とし、表面電極により下腿三頭筋にES (45 V, 50 Hz, 2 s on/4 s off, 5回×4セット) を7日間毎日負荷した。最終ES終了の24時間後に最大等尺性足関節底屈トルク (MIT) を測定した後、腓腹筋 (Gas) を採取し分析に供した。

【結果】

MITは、DEX群 (-10%) と比較してDEN群 (-74%) において著しく低下した。一方、両群間におけるMITの低下率の差異は、Gasの萎縮率の違いに起因しなかった (DEX群: -17%, DEN群: -24%)。また、MITの結果と同様に、スキンドファイバーにおける最大Ca²⁺誘引性張力 (P_{max}) は、DEX群 (-16%) に比べDEN群 (-53%) において著しく低下した。加えて、DEN群では、ミオシンの減少、NOX2の増加、nNOSの細胞膜から細胞質への移行、MuRF-1/Atrogin-1 mRNAの増加が認められた。ESトレーニングは、DEN群におけるMITの減少を軽減するとともに、P_{max}の低下およびこれらの分子変化をすべて防止した。

【考察】

DEN群において、P_{max}の低下がミオシンの減少を伴っていたことから、DENによる筋原線維機能の低下には、クロスブリッジ数の減少が関与することが示唆された。興味深いことに、nNOSの細胞質への局在変化は、NO生成量増大を介し、主要な筋タンパク質分解経路であるユビキチンプロテアソーム系の活性化を引き起こすことが報告されている。したがって、この経路の活性化が、DENによるミオシンの減少およびP_{max}低下の要因となることが示唆された。一方、これらの変化は、ESによりMSを負荷することで防がれること、また、MSが保持されているDEX群では認められないことから、MSの欠如がその引き金となると考えられる。

【結論】

MSは、nNOSの局在変化を制御することで、筋原線維機能の維持に重要な役割を果たすことが示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究におけるすべての実験は、札幌医科大学動物実験委員会の承認を受け (承認番号: 16-076) 施設が定める規則に則り遂行した。

ラット骨格筋の温度低下が細胞内カルシウムイオン濃度に及ぼす影響

高木 領・池上 諒・田淵 絢香・田中 嘉法・狩野 豊

電気通信大学

Key word / 骨格筋、温度、カルシウム

【はじめに】

骨格筋において細胞内カルシウムイオン濃度の変動は種々の細胞応答を引き起こす。特に過度な運動は細胞内カルシウムイオン濃度を上昇させ、カルシウム依存性タンパク質分解酵素などの活性化により筋損傷を誘発する。一般的な骨格筋損傷後の治療手段の一つにアイシングが挙げられる。アイシングは二次損傷を抑制する目的で行われているが、筋の温度低下と細胞内カルシウムイオン濃度、損傷程度の関連性は十分に明らかになっていない。今回、我々は筋の温度を低下させた際の細胞内カルシウムイオン濃度の変動を明らかにするために基礎応答として安静状態に対する介入応答を明らかにした。

【方法】

イソフルラン麻酔下でWistar系雄ラット10週齢の露出した脊柱僧帽筋を対象にクレブス液浸漬下で筋表面温度を30, 20, 10度と変動させた。細胞内カルシウムイオン濃度はfura2を用いてin vivoイメージングにより計測し、各温度で10分経過した時点の蛍光強度比で比較した。

【結果】

各温度での蛍光強度比の筋線維内での不均一性は認めず、温度変化に対する筋線維毎の応答差も大きく認めなかった。蛍光強度比の全体的な平均値は、30度と比較して20度で5.0±2.8%、10度で6.7±2.4%低下した。また10度から20, 30度へと再び温度を戻すことで蛍光強度比が増加することを確認した。

【考察】

骨格筋の細胞内カルシウムイオン濃度は小胞体やミトコンドリアに代表される細胞内カルシウムストアや細胞内外のカルシウムイオン移動によって制御される。今回の温度低下による細胞内カルシウムイオン濃度低下は細胞内への流入の低下、かつもしくは流出の増加によるが、代表的なものに非ふるえ熱産生機構として筋の小胞体によるカルシウムイオン取り込み亢進の関与が考えられる。また関連してミトコンドリアによるATP産生のためのカルシウムイオン取り込み亢進の関与も考えられる。メカニズムに関しては今後さらなる研究が必要であるが、今回得られた結果は、過度な運動後のアイシングが細胞内カルシウムイオン濃度の上昇を軽減させ、二次損傷を抑制する可能性を示唆する。

【結論】

骨格筋の温度低下は安静時の筋細胞内カルシウムイオン濃度を一様に低下させることが明らかとなった。

【倫理的配慮、説明と同意】

電気通信大学の倫理委員会の承認を得た。

異なる強度のトレッドミル走行がマウス骨格筋応答に与える影響

畠山 隼平¹⁾・井上 翔太¹⁾・木下 沙英¹⁾・椿 俊哉¹⁾
脇川 大誠¹⁾・脇本 祥夫¹⁾・李 昌欣¹⁾・多鹿 理絵¹⁾
森山 英樹²⁾

1) 神戸大学大学院 保健学研究科
2) 神戸大学 生命・医学系保健学域

Key word / 骨格筋、マウス、有酸素運動

【はじめに】

有酸素運動は、骨格筋の代謝を亢進させる効果を持ち、心疾患や廃用症候群など多くの疾病の予防や治療に用いられている。有酸素運動は、筋内ミトコンドリア量やその活性、血管新生、エネルギー基質などの改善や筋線維のType変化を生じさせ、代謝を亢進させる。これら骨格筋応答は、運動強度によって異なる変化が生じ、それに伴い持久力向上や体脂肪減少など身体への影響も変化する。そのため、運動処方の際には目的に応じて適切な運動強度の設定が必要になる。しかし、これまで運動強度別に骨格筋応答を詳細に調査されてこなかった。そこで本研究では、異なる運動強度の有酸素運動がマウス骨格筋応答へ及ぼす影響について検討することを目的とした。

【方法】

合計16匹の7週齢雄性C57BL/6Jマウスを、8m/分、13m/分、18m/分(低強度群、中強度群、高強度群)の異なる運動強度のトレッドミル走行を60分間で、4週間、3日に1回の頻度で本介入する3つの運動群、または同一週齢対照群の計4群に各4匹ずつ割り当てた。運動群は、介入終了後にヒラメ筋、前脛骨筋、肝臓を採取し、肝臓は重量を測定し体重との相対比を算出した。前脛骨筋の凍結切片を作製後、コハク酸脱水素酵素(以下、SDH)染色により全筋線維、I型、II型筋線維におけるSDH活性値を測定し、ヒラメ筋のミトコンドリアDNA(mtDNA)コピー数をリアルタイムPCRにより評価した。統計学的処理には、一元配置分散分析とその後のTurkey's HSD検定を用いて解析した。

【結果】

5週間の介入後に、中強度群は対照群と比較し、全筋線維とII型筋線維でSDH活性値が有意に向上し($p<0.05$)、体重と肝臓重量が減少する傾向があった($p<0.01$)。また、高強度群は、全筋線維とII型筋線維でSDH活性値が有意に向上し($p<0.05$)、mtDNA量が有意に増加した($p<0.05$)。

【考察】

SDH活性値は骨格筋での酸化系代謝能力を反映する。中強度及び高強度の運動で全筋線維及びII型筋線維でSDH活性値が向上した結果から、IIb線維からIIa線維への移行が生じ、骨格筋全体の酸化系代謝能力の向上に寄与したと考えられる。mtDNA量は、持久力の向上に寄与するミトコンドリア生合成の指標として用いられる。mtDNAは高強度群のみ増加したため、持久力を効果的に改善させるのは高強度の運動であると考えられる。また、中等度の運動により体重・肝臓重量の体重相対比が減少しており、脂肪代謝の亢進が示唆された。今後、肝臓トリグリセリドと筋内グリコーゲンなど代謝物質への影響に関する解析を進め、学会で発表したい。

【結論】

本研究では、骨格筋の酸化系代謝能力の向上は、中強度以上の有酸素運動によって生じることが分かった。また、今回検討した結果から、体脂肪減少には中強度の運動が、持久力向上には高強度の運動が効果的であることが示唆された。本研究は、理学療法士が目的に応じて運動強度を設定する必要性を示した点で有益であると考えられる。

【倫理的配慮、説明と同意】

神戸大学動物実験委員会の承認を得た(承認番号:P180602)。

片脚ペダリング運動による運動中の脳酸素化動態と運動後の遂行機能への影響

石井 佑典¹⁾・堀田 一樹²⁾・浅見 崇之¹⁾・酒井 渉¹⁾
森下 慎一郎²⁾・椿 淳裕²⁾

1) 新潟医療福祉大学 医療技術学部 理学療法学科
2) 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所

Key word / 片脚ペダリング運動、脳酸素化動態、近赤外線分光法

【はじめに】

脳卒中患者に対してAHA/ASAガイドラインでは再発予防として有酸素運動を推奨しており、臨床では片麻痺患者に対して片脚でのペダリング運動が運動の手段として用いられている。先行研究によると、中強度での両脚ペダリング運動を行うことによってカラーワードストループ課題(CWST)の成績が向上することが報告されており、この改善には課題中の左前頭前野(PFC)の活動が関与すると報告されている。しかし左PFCの酸素化動態に運動脚の左右の違いが影響を与えるのかについては明らかにされていない。近赤外線分光法は大脳皮質の酸素化動態を測定することが出来、これにより皮質活動に反応した酸素供給を測定することが可能である。

そのため本実験の目的は、片脚運動中の左右PFCの酸素化動態を測定し、運動脚の左右の違いによる酸素化動態、運動後の遂行機能改善への影響について明らかにすることとした。

【方法】

右利き健康成人男性13人を対象とし、定常負荷での片脚ペダリング運動を行った。運動強度は事前に行った右脚ペダリング運動での心肺運動負荷試験で得られた最高酸素摂取量の50%時の強度とし、ペダル回転数は50~55回/分とした。定常負荷運動は10分間行い、CWSTを運動前後に行った。被験者は右片脚運動、左片脚運動、コントロールとしての安静の3条件を3日間空けてランダムに行った。運動中の左右PFCでの酸素化動態を観察するために酸素化ヘモグロビン(OxyHb)、脱酸素化ヘモグロビン(DeoxyHb)を測定した。運動中のOxyHb、DeoxyHbの値は独立成分分析を行った後、安静5分間の平均値からの変化量として求め、1分間ごとの平均値を算出した。そして得られた波形の曲線下面積を求め、条件間で比較を行った。また運動中の左右PFCのOxyHbと認知課題に対する処理速度を示すストループ干渉時間の変化量との相関関係を求めた。

【結果】

運動中のOxyHbは左右PFCにおいて条件間で有意差は示さなかったが、DeoxyHbは右PFCにおいて右脚、左脚条件で安静条件よりも有意に高値であった(右脚vs安静: 0.08 ± 0.02 vs -0.01 ± 0.01 a.u.: $p<0.05$, 左脚vs安静: 0.09 ± 0.02 vs -0.01 ± 0.01 a.u.: $p<0.01$) (平均値±SE)。ストループ干渉時間は右脚、左脚条件で運動後に有意に減少した(右脚運動前vs後: 98.6 ± 16.5 vs 45.9 ± 7.7 ms: $p<0.01$, 左脚運動前vs後: 95.5 ± 16.6 vs 47.7 ± 8.0 ms: $p<0.01$) (平均値±SE)。運動中の右または左PFCのOxyHbとストループ干渉時間の変化量との間には、有意な相関関係はみられなかった(右PFC: $r=0.3$, $p=0.1$; 左PFC: $r=-0.1$, $p=0.6$)。

【考察】

運動中の左右PFCでの酸素化と運動後の遂行機能改善との間には関係性がないことが考えられる。

【結論】

片脚ペダリング運動でも運動後の遂行機能が改善することが明らかとなった。また運動脚の左右の違いによって左右PFCの酸素化動態の違いはなく、片脚ペダリング運動中の左右PFCの酸素化は運動後の遂行機能の改善に関係しないことが考えられた。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究内容について十分に説明を行い、同意を得た被験者に対して測定を行った。なお本研究は新潟医療福祉大学研究倫理委員会の承認を受けたうえで実施した(承認番号18126-190123)。

心不全増悪による再入院患者では前頭葉機能が低下している

矢崎 祥一郎

地域医療振興協会 練馬光が丘病院

Key word / 心不全、前頭葉機能、再入院

【はじめに】

近年、高齢化や生活習慣の欧米化により心不全患者は年々増加傾向であり、2005年の罹患者数100万人に対し2020年には120万人に達するとされており、心不全罹患者数は高齢になるほど多くなることが報告されている。心不全患者は再入院率が高く、退院後6カ月で27%、1年後には35%が再入院し、再入院回数が多い程死亡率が上昇する事が報告されている。心不全患者の再入院の1番の原因は塩分・水分管理の不徹底であり、再入院を予防するには自己管理能力の向上に努める事が重要である。また、心不全患者の認知機能は低下し、かつ認知症のリスクファクターの1つに心不全が挙げられていることから、心不全と認知機能は密接に関係している。特に、心不全患者では認知機能の中でも遂行機能の障害を示す傾向にあり、この機能は前頭葉が主に関与しているが、心不全患者の自己管理能力の低下と遂行機能との関連については明らかになっていない。そこで、本研究では心不全患者の前頭葉機能を調査し、かつ初発心不全・心不全増悪による再入院での前頭葉機能を比較・検討する事とした。

【方法】

2017年9月～2019年4月に当院の循環器内科へ入院し、研究参加に同意を得た心不全患者60名を対象とし、初発心不全群30名(初発群)、心不全増悪による再入院群30名(再入院群)の2群に分類して比較・検討した。調査項目は、患者背景とリハビリテーション状況、身体機能、認知機能、前頭葉機能とした。身体機能検査はShort Physical Performance Battery (SPPB)・握力、認知機能検査はMini Mental State Examination (MMSE)、前頭葉機能検査はFrontal Assessment Battery (FAB)を用いた。除外基準は既往に呼吸器・脳血管疾患を有する者、歩行困難例とした。初発群と再入院群の比較は χ^2 検定と対応のない検定、前頭葉機能と各項目との相関はspearmanの順位相関係数を用いた。有意水準は5%未満とした。

【結果】

初発群と再入院群での比較では高血圧・BNP・SPPB・FAB(それぞれ $p<0.05$)・BUN・Cre・eGFR・100m歩行獲得の有無(それぞれ $p<0.01$)に有意差を認め、MMSEは有意差を認めなかった。前頭葉機能と関連しているものはBMI・再入院回数・転帰先(それぞれ $p<0.05$)・年齢・高血圧・Hb・MMSE・SPPB・握力(それぞれ $p<0.01$)であった。

【考察】

初発群と再入院群の比較では認知機能に有意差を認めなかったが、身体機能・前頭葉機能に有意差を認めた。身体機能の低下は心不全増悪によりフレイル・サルコペニアが増悪している事が予想された。前頭葉機能の低下は心不全により遂行機能の障害が増悪し、自己管理の妨げになっているのではないかと考えられる。

【結論】

心不全増悪による再入院のリスクの予測はMMSEよりFABの方が優れている可能性が示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

ヘルシンキ宣言に則り、対象者には口頭にて本研究の主旨、目的、方法について説明を行い、研究参加への同意を得られた者を対象とした。認知機能、前頭葉機能検査は患者との信頼関係を損なわないよう退院1週間前に実施した。また、本研究において、開示すべき利益相反関係にあたる企業はない。

6週間のスタティックストレッチングが筋力と筋量に及ぼす影響

—異なる頻度、伸張時間を用いた検討—

佐藤 成^{1,2)}・平泉 翔³⁾・清野 涼介^{1,2)}・深谷 泰山^{1,4)}
中村 雅俊^{1,2,3)}1) 新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究所
2) 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所
3) 新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科
4) 医療法人同仁会(社団) 京都九条病院 リハビリテーション部

Key word / スタティックストレッチング、筋力増強、筋肥大

【はじめに】

近年、スタティックストレッチングにより筋力やパワーなどのパフォーマンスが低下することが報告されている。しかし、パフォーマンスの低下を報告した先行研究は全て即時効果を検討したものであり、比較的長期の6週間のストレッチング介入では筋肥大が生じると報告されている。さらに、動物実験を用いた先行研究ではストレッチングにより筋肥大が生じると報告されているため、ヒト骨格筋においても応用できると考えられる。一方、ストレッチング介入が筋ステイフネスに及ぼす影響は総ストレッチング時間によって変化すると報告されている。しかし、6週間にわたるスタティックストレッチングが筋力増強と筋肥大に及ぼす影響に関して、週当たりの総ストレッチング時間を統一し、週の頻度と1回の伸張時間を変化させた場合の効果の違いは明らかではない。よって、本研究の目的は、週当たりの総ストレッチング時間を統一し、異なる頻度と1回の伸張時間を用いた場合の6週間のスタティックストレッチングにより筋力増強・筋肥大が生じるかを検討することである。

【方法】

対象は健康男性36名の利き脚側の腓腹筋とし、週当たりの総ストレッチング時間が6分間となるように6分×1回/週群、3分×2回/週群、2分×3回/週群の計3群を設けて、6週間のスタティックストレッチング介入を実施した。評価指標に関して、足関節0°、底屈30°、背屈15°の計3肢位における足関節底屈の最大等尺性収縮筋力、腓腹筋内側の筋厚及び筋束長を介入前後に測定した。スタティックストレッチングはストレッチングボードを用いて行い、痛みや不快感のない足関節最大背屈角度で保持した。統計処理は、各群におけるスタティックストレッチング介入効果を検討するために全評価指標において分割プロット分散分析(時期×群)を用いた。なお、有意水準は5%とした。

【結果】

足関節0°、底屈30°、背屈15°の計3肢位での全評価指標(最大等尺性収縮筋力、筋厚、筋束長)において有意な交互作用及び主効果を認めなかった。

【考察】

本研究の結果、6週間(2160秒間)のスタティックストレッチング介入では足関節底屈筋群の筋力増強・筋肥大効果は生じないことが明らかとなった。筋力増強・筋肥大を生じさせるには筋への十分な機械的刺激(強度)と時間の積である総仕事量が必要であると考えられており、今回のスタティックストレッチング介入の強度・時間では筋力増強・筋肥大には不十分であると考えられる。さらに、週の頻度と1回の伸張時間を変化させても、総ストレッチング時間が同じであれば筋力、筋量に及ぼす影響はないことが示唆された。

【結論】

週6分、6週間のスタティックストレッチング介入では筋力増強・筋肥大は生じないことが明らかとなった。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は本学の倫理審査委員会も承認を受けて実施された。また、本研究はヘルシンキ宣言に則っており、実験開始前に対象者に本研究内容を口頭と書面にて十分に説明し、同意を得た上で行われた。

肥満型2型糖尿病モデルラットの糖尿病性腎症に対する長期運動介入効果

滝 聖矢・小林 天輝・玉越 敬悟・高橋 英明

新潟医療福祉大学 理学療法学科

Key word / 2型糖尿病、糖尿病性腎症、トレッドミル運動

【はじめに】

2型糖尿病人口は増加の一途を辿っている。糖尿病による高血糖状態が持続すると、糖尿病性腎症などの合併症をきたし、ADLやQOLを低下させる。腎症は微量アルブミン尿で発症し、持続的タンパク尿を経て尿細管に円柱などを伴いながら腎肥大や腎機能低下をきたす。また、腎症に対する短期的運動効果については幾つか散見されるが、長期介入による報告は少ない。そこで、本研究では肥満型2型糖尿病ラット (SDT-Fatty) に対し長期運動介入を実施し、糸球体および尿細管の形態学的変化に比較検証することを目的とした。

【方法】

5週齢のSDラット (n=6) およびSDT-Fattyラット (n=12) を対象とした。各ラットは、非糖尿病+非運動群 (Cont群)、糖尿病+非運動群 (SDT群)、糖尿病+運動群 (SDT-ex群) に振り分け、SDT-ex群は6週齢よりトレッドミル運動を開始した。トレッドミル運動条件は、9m/minで走行し1日30分、週5回介入し24週間実施した。また、実験中においてSDT群 (n=2) およびSDT-ex群 (n=1) に尿閉を生じた為、人道的エンドポイントと判断し対象から除外した。その後、腎臓を採取しパラフィン包埋後に薄切切片を作製した。染色にはPAM染色を行った。測定項目は、体重、血糖値、腎面積、糸球体面積、ボーマン嚢面積、尿細管の円柱数、尿細管直径、尿細管内腔径、尿細管幅を各群で比較した。統計処理には、Steel-Dwass法による多重比較検定を行った。

【結果】

体重はCont群と比較しSDT群およびSDT-ex群ともに有意に減少した。血糖値はCont群と比較しSDT群およびSDT-ex群ともに有意に高値を示した。腎面積、糸球体面積、ボーマン嚢面積、円柱数、尿細管直径、内腔径はCont群と比較しSDT群およびSDT-ex群ともに有意に高値を示した。ただし、円柱数においてはSDT群と比較しSDT-ex群で減少傾向であった。尿細管幅については、SDT-ex群が他の2群よりも有意に高値を示した。また、SDT群はCont群に比べ尿細管幅が低い傾向にあった。

【考察】

運動介入により腎臓の大きさやネフロン・尿細管の肥大化抑制に十分な効果が得られなかった。一方、腎症では尿細管の細胞脱落により尿細管が菲薄化するが、運動介入によりその幅は逆に肥厚化した。これは運動により何かしらの腎保護因子が放出されていると考えられており、全体の肥大化に伴い厚くなったものと考えられる。運動強度なども考慮する必要があるが、高血糖状態が長期間に及んだ場合、運動のみでは腎保護効果が不十分と推察される。

【結論】

運動介入により血糖が十分に改善されない場合、腎肥大を抑制できないことが明らかとなった。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は新潟医療福祉大学動物実験倫理委員会の承認を得て実施された。

長期的運動が多発性肝嚢胞モデルラットに与える効果

佐藤 陽一^{1,2)}・三浦 平寛¹⁾・仇 嘉禾¹⁾・上月 正博¹⁾
伊藤 修³⁾1) 東北大学大学院 医学系研究科 内部障害学分野
2) 新潟大学 地域医療教育センター 魚沼基幹病院 リハビリテーション技術科
3) 東北医科薬科大学 医学部 リハビリテーション学

Key word / PCKラット、多発性肝嚢胞、長期的運動

【はじめに】

多発性肝嚢胞 (PLD) は遺伝性肝疾患の一つで、4000人に1人という頻度で発症する。肝不全には至らないが、嚢胞が増大することでQOLの低下を認める。治療方法として肝切除術や嚢胞開窓術、肝移植などが挙げられるが、いずれも再発率や合併症の発生率が高い。現在のところ、肝嚢胞に対する治療薬も確立していない。長期的運動 (Ex) は肝保護効果を有すると報告されている。しかしPLDに対する効果は明らかでない。そこで、PLDモデルであるpolycystic kidney (PCK) ラットに対するExの効果を検討した。

【方法】

5週齢の雄性PCKラットを安静 (Sed) 群 (n=10) とEx群 (n=10) の2群に分け、同週齢の雄性SDラットを対照 (Con) 群 (n=10) に分けた。Ex群はトレッドミル運動 (速度28m/分、傾斜0°、60分間/日、5日/週、12週) を実施した。介入前後で運動負荷試験を実施した。肝組織標本から嚢胞部分の面積を算出し、肝臓内の各種蛋白発現をWestern blot法、免疫組織染色により検討した。統計処理は1元配置分散分析、二元配置分散分析を用い、有意水準を5%とした。

【結果】

12週間の介入後におけるVO_{2max}はSed群と比較してEx群で有意に増加した (p<0.01)。肝重量はCon群と比較してSed群とEx群でそれぞれ73%、30%高値だったが (p<0.01、p<0.05)、Sed群と比較してEx群では25%低値であった (p<0.01)。PCKラットの肝嚢胞は肉眼的にも観察可能であり、肝全体にびまん性に発生し、嚢胞内は水分で満たされていた。嚢胞面積はSed群と比較してEx群では31%の有意な減少を認めた (p<0.01)。肝嚢胞周囲の細胞増殖をKi-67陽性細胞数で評価し、Sed群と比較してEx群では32%の有意な減少を認めた (p<0.01)。細胞増殖に関係するERK、mTOR、S6のリン酸化はSed群と比較してEx群で、それぞれ20%、53%、33%の有意な減少を認めた (p<0.05)。嚢胞内への水分分泌に関係するCFTR、アクアポリン1の発現もSed群と比較してEx群で、それぞれ26%、19%の有意な減少を認めた (p<0.05)。細胞増殖・嚢胞液分泌抑制に関係するAMPKのリン酸化はSed群と比較してEx群で、70%の有意な増加を認めた (p<0.05)。

【考察】

肝嚢胞は胆管上皮細胞の過剰な細胞増殖と嚢胞内への水分分泌異常が原因とされる。先行研究では、PCKラットの肝臓における細胞増殖に関わるERKやmTOR経路、水分分泌に関わるCFTR、アクアポリン1の蛋白発現増加が報告されている。本研究では、Exによりそれぞれの蛋白発現を抑制することが示された。AMPKはmTORやCFTRを抑制することが報告されており、今回の結果においてもEx群で増加が確認された。Exの効果は多面的であり、直接作用する因子の同定は困難だが、本研究の結果にはExによるAMPKのリン酸化が関与すると考えられる。

【結論】

PCKラットにおいて、Exは運動耐容性を改善し、肝嚢胞の増加を抑制した。有効な治療法が未確立のPLDに対して、Exは新たな治療法となる可能性が示唆される。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究のプロトコールは医学生理学的研究に関する国際指針の勧告の趣旨に沿ったものであり、東北大学大学院医学系研究科動物実験委員会の承認を得た (承認番号: 2018医動-020)。

不活動および運動介入時の骨格筋と血中の脳由来神経栄養因子BDNFの動態

相原 正博^{1,2)}・廣瀬 昇³⁾・斉藤 史明⁴⁾・萩原 宏毅^{1,4,5)}

1) 帝京科学大学 医療科学部 理学療法学科
 2) 国際医療福祉大学大学院 保健医療学理学療法学分野
 3) 帝京科学大学 医療科学部 東京理学療法学科 4) 帝京大学 脳神経内科
 5) 帝京科学大学大学院 理工学研究科 バイオサイエンス専攻 医療科学分野

Key word / 廃用性筋萎縮、トレッドミル、BDNF

【はじめに、目的】

本邦は高齢化率、高齢化速度とも世界一であり、不活動となる高齢者は増加する一途である。運動療法は、骨格筋の肥大、筋持久力の改善などを目的に実施するが、脳機能も改善させる効果があることは多くの報告がある。しかし、運動による脳機能への効果を忠実に反映するバイオマーカーは未だ確立されておらず、客観的指標に乏しい中で運動介入が行われているのが実情である。脳由来神経栄養因子 (Brain-derived neurotrophic factor: BDNF) は神経栄養因子の1つで、神経細胞の生存維持、神経突起の伸長促進、神経伝達物質の合成促進などの作用が知られている。このBDNFは、大脳、海馬のみならず骨格筋からも分泌される。最近では、ラットに対する自発的運動負荷後、BDNF量が自発的運動負荷と正の相関を示したことが報告されている。また、ヒトにおいて、有酸素訓練後や神経筋疾患患者に対する運動介入によって、BDNFが活性化した報告がある。一方、不活動の病態におけるBDNFの動態や、不活動に対する運動介入によるBDNFへの影響はほとんど検討されていない。そのため、今回は、不活動状態およびそれに対して運動介入を行った際のBDNFの変動を検討することを目的とした。

【方法】

実験には9週齢のC57BL/6系マウスを使用した。実験群は、通常飼育した対照群 (Co群)、ギプス固定による不活動群 (CI群)、不活動後、通常飼育にて再荷重1日を行う群 (RL1群) と、再荷重14日行う群 (RL14群)、運動介入を行う群 (Ex群) に分類した。ギプス固定法は、一側後肢を膝関節伸展、足関節底屈位にギプス包帯で固定し、2週間不動化した。筋萎縮誘発後にギプス包帯を除去し、通常飼育を行うことで再荷重を行った。トレッドミル運動は、TREAT-NMDの標準作業手順書 (SOPs) (DMD_M.2.1.003) に従って2週間実施した。全ての実験期間終了後、腓腹筋を摘出し、骨格筋中のBDNFの遺伝子発現量をマイクロアレイ法にて解析した。血中のBDNF濃度は、採血後に血清を調整し、マルチプレックスサスペンションアレイ解析にて定量化した。

【結果】

血中BDNF濃度は、Co群と比較してCI群で有意に減少した ($p < 0.05$)。RL群で血中BDNF濃度は増加し、Ex群で更に増加した。Ex群の血中BDNF濃度は、RL14群と比較して有意に高値を示した ($p < 0.05$)。骨格筋中のBDNFのmRNAの発現量は、CI群及びRL1群で低下し、RL14群で約0.4倍と更に低下した。RL14群では、Co群と同程度まで発現が回復した。

【考察】

最近BDNFは、脳から分泌される神経栄養因子のみならず、骨格筋から分泌されるホルモン様因子とされるマイオカインの一つとしても注目されている。今回の血中と骨格筋で動態が異なっていた結果も、脳から分泌され血中より全身に作用するBDNFと、骨格筋から分泌されるBDNFがあるとすると説明可能と考える。今回の研究により、BDNFは不活動によって減少し運動介入によって増加しており、活動量を反映している可能性が示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本実験は実験動物 (マウス) を用いた研究である。研究を実施するにあたり、帝京科学大学動物委員会の承認を得て (承認番号18C039, 18C052) 実験を行った。また動物の扱いに際しては、動物実験のガイドラインに則して研究を実施した。

大腿神経損傷が変形性膝関節症モデルの軟骨変性に及ぼす影響

二谷 彩^{1,2)}・小島 聖²⁾・森 啓至²⁾・中川 拓哉³⁾

1) 田中町温泉ケアセンター
 2) 金城大学大学院 総合リハビリテーション学研究所
 3) 公立宇出津総合病院 リハビリテーション科

Key word / マウス、変形性膝関節症、病理組織学

【はじめに】

変形性膝関節症 (膝OA) に対する大腿四頭筋の筋力増強は、疼痛軽減や身体機能の改善に有効とされている (Lange, 2008)。しかし、これらの評価指標は主観的なものが多く、運動が病態そのものに及ぼす影響は検討されていない。そこで今回、大腿神経損傷により大腿四頭筋の筋力低下を生じさせたマウスOAモデルを用い、軟骨変性の進行に及ぼす影響を組織学的に比較・検討した。

【方法】

4カ月齢ICR雄マウス42匹を用いた。外科的にOAを惹起させるOA群 (n=14)、大腿神経を結紮するOA+FN群 (n=14)、自由飼育を行う対照群 (n=14) に分けた。OA群は、先行研究に準じて吸入麻酔下で外科的に半月板不安定化 (DMM) と前十字靭帯切断 (ACLT) を行った。OA+FN群は、OA群の操作に加え、単徑部で大腿神経を結紮し切断した。すべての外科的操作後、生理食塩水で関節内を十分に洗浄し、関節包、筋、皮膚を縫合して閉創した。先行研究に準じ、術後8週間の通常飼育を行い、OAを惹起させた。実験期間終了後、麻酔の過剰投与によりすべてのマウスを安楽死させ、股関節から離断して左右の後肢を採取した。常法にて組織固定、脱灰、パラフィン包埋を行った後、約3µmで薄切した。ヘマトキシリンエオジン染色、サフランIN染色を行い、光学式顕微鏡で膝関節を鏡検した。OAによる軟骨変性の評価はGerwinらの分類とGlassonらの分類に準じて行った。なお、Gerwinらの分類では、脛骨内側側の関節軟骨を均等な3区画に分けて、それぞれの区画を0~5点で採点した。Glassonらの分類は脛骨内側側の関節軟骨を0~6点で採点した。各群のスコアはKruskal-Wallis検定を用いて比較した。

【結果】

組織学的所見としては、OA群、OA+FN群の両群で内側半月板の逸脱、大腿骨と脛骨のfibrillation、eburnation、軟骨下骨に達する亀裂、脛骨内側側の骨棘形成が認められた。OA群とOA+FN群の所見において、程度に違いは認められなかった。

Gerwinらの分類スコアでは、対照群、OA群、OA+FN群の順に大腿骨で0、4、4.5、脛骨で0、6、2.5となった。Glassonらの分類スコアでは、大腿骨で0.25、3、4.25、脛骨で0、2.5、2.75となった。Gerwinらの分類では、OA群でスコアが最も高くなり、Glassonらの分類では、OA+FN群でスコアが最も高くなったが、いずれも有意差は認められなかった。

【考察】

OA群とOA+FN群で組織所見と軟骨変性スコアに差は見られなかった。O'Connorら (1999) は、ACLT単独の群とACLT施行後に後根神経節切除をした群を比較したところ、OAの進行に差はなかったと述べている。本研究においても先行研究を支持する結果となり、大腿神経損傷による大腿四頭筋の筋力低下は軟骨変性の進行に影響はないと考えられる。また、Guo-Xinら (2013) は、軟骨の変性は活動量と比例すると報告しているため、今後は活動量をふまえて検討する必要がある。

【結論】

大腿神経損傷による大腿四頭筋の筋力低下は、OAにおける軟骨変性には影響がないと考えられる。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は所属機関の動物実験委員会の承認を得て実施した (承認番号第0008号)。

モデルの違いによる変形性膝関節症の関節軟骨変性の違い

荒川 航平

埼玉県立大学大学院 保健医療福祉研究科 リハビリテーション学専修

Key word / 変形性膝関節症、関節軟骨変性、動物モデル

【はじめに】

変形性膝関節症(膝OA)は、現在までに基礎・臨床研究ともに多くの研究が行われてきたが、依然として膝OAの発症メカニズムは未解明である。

実験用小動物を用いた基礎的研究では主に膝前十字靭帯(Anterior Cruciate Ligament:以下ACL)を切断し、OAを誘導するACLT(ACL Transection)モデルと、脛骨半月靭帯を切断し、内側半月板の不安定性を引き起こしOAを誘導するDMM(Destabilization of Medial Meniscus)モデルの2つのモデルが主に用いられている。

これらのモデルはともに外傷によりOAを誘導するが、進行の速度が異なることが報告されている。しかし、その詳細は明らかにされておらず、この詳細が明らかになれば、より適切なモデルを選択して研究を行うことができる。よって、本研究の目的は、マウスACLT、DMMモデルの2つのモデルにおける関節軟骨変性過程の違いを明らかにすることである。

【方法】

ICR系白色雄性マウスを用い、ACLT群、DMM群の計2群に割り当てた(n=3)。対象肢は右後肢とした。術後4週後に頸椎脱臼にて屠殺、対象肢を採取、固定した後、脱灰を行った。脱灰終了後、パラフィン包埋し、6μmの厚さで薄切した切片を作成した。関節軟骨、軟骨下骨の組織学的分析のため、Safranin-O Fast green染色にて切片を染色した。染色した切片を先行研究に基づき、関節軟骨(Glasson 2010)、軟骨下骨(Olli-Matti Aho 2017)のスコアリングを行った。スコアリングは、ランダムに番号割り付けを行った後、脛骨関節軟骨の前方・中央・後方の3つのエリアに分け、共同研究者2名が独立して行った。

【結果】

OARSIスコアの群内比較では、ACLT群の後方で前方・中央部と比較して著明な関節軟骨の変性の進行がみられた。DMM群では軽度の関節軟骨変性がみられ、各エリアにOARSIスコアに大きな違いはみられなかった。

軟骨下骨変性スコアの群内比較でも同様にACLT群では後方での変性がみられ、DMM群では各エリアに変性はみられたが、エリア間に大きな違いはみられなかった。各スコアの群間での差について、OARSIスコアでは、前方・中央では大きな違いはみられなかったが、後方では、ACLT群で変性の重症化がみられた。軟骨下骨変性スコアでは、前方・中央部では、DMM群で軟骨下骨の変性が確認されたが、後方では、DMM群よりACLT群で変性が進行していた。

【考察】

本研究では、関節軟骨の変性と、軟骨下骨の変性を、2つのモデル間で比較した。各スコアの結果から、ACLT群の後方で関節軟骨の変性が生じ、ACLT群の後方、DMM群の各エリアで軟骨下骨の変性が生じていた。これらの変性の違い、特徴は、各モデルの特性によるものであることが考えられる。今後は、それぞれのモデルの病態の違いに留意して研究をする必要がある。

【結論】

ACLTモデルとDMMモデルでは、術後4週時点で関節軟骨・軟骨下骨の変性に違いがみられた。これらのモデルを使用する際は、各モデルの病態の違いを考慮する必要性が示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究を行うにあたり、研究内容は埼玉県立大学の大学内動物実験倫理委員会の承認を受け、学内動物実験指針を厳守した(承認番号:29-13)。実験動物に対しては、疼痛軽減措置を実施し、解析に用いる動物数は可能な限り最小限とした。

ラット膝関節における術後癒着モデルの構築

中原 峻¹⁾・内山 綺紗良²⁾・中畑 晶博¹⁾・張 ジュエ¹⁾
王 天舒¹⁾・久保 菜央子¹⁾・河合 秀紀¹⁾・黒木 裕士¹⁾
青山 朋樹¹⁾・伊藤 明良¹⁾

1) 京都大学大学院 医学研究科 理学療法学講座

2) 京都大学 医学部 人間健康科学科 理学療法学講座

Key word / モデル構築、癒着、膝関節

【はじめに】

腹腔内の術後早期の癒着形成に関する報告は多くある一方、運動器における術後早期に生じる癒着の形成過程やメカニズムに関する研究報告は少なく、未だ不明な点が多い。人工膝関節全置換術をはじめとする膝関節への外科的手術侵襲により生じる組織間の癒着は、その後の可動域制限などの運動機能に影響を与えるため、理学療法における重要な予防・治療のターゲットである。本研究の目的は、運動器における癒着モデルを構築し、その形成過程やメカニズムを解明するための基盤とすることである。

【方法】

12週齢の雄性Wistarラットを、固定群(n=6)、切開+固定群(n=6)、露出+固定群(n=6)の3群に分けた。固定群は、大腿骨近位1/2と脛骨近位1/2にK-wireを挿入し、膝関節深屈曲位でレジンにて固定した。切開+固定群は、膝蓋靭帯内側縁に沿って展開し、内側関節包を切開後、縫合し、固定群同様に固定した。露出+固定群は、内側関節包を切開後に、膝蓋骨を大腿骨滑車溝から脱臼させ、膝蓋大腿関節を露出し、5分間静置した後に関節包を縫合し、同様に固定した。固定2週間後、麻酔下にて膝関節の伸展可動域を測定した(膝伸展可動域)。安楽死後、皮膚・骨格筋を除去した状態で再度膝関節の伸展可動域を測定した(膝関節構成体伸展可動域)。また組織学的解析として、採取した膝関節から矢状断のパラフィン切片を作成し、HE染色後、膝前方の癒着の長さや後方関節包の長さをimageJを用いて算出した。測定結果から各群間を統計学的に解析し、さらに各伸展可動域と、癒着の長さや後方関節包の長さとの関係を検証した。

【結果】

膝伸展可動域は全ての群で伸展制限がみられ、特に露出+固定群で有意に制限された。膝関節構成体伸展可動域は、固定群よりも切開+固定群、さらに露出+固定群で有意に制限された。膝蓋大腿関節は全ての群で癒着所見が認められた。また膝蓋骨遠位は、固定群では癒着は確認できなかったが、切開+固定群と露出+固定群で癒着が認められた。癒着部位の長さは露出+固定群で有意に長かった。さらに、膝前方の癒着の長さや可動域との関係は、膝伸展可動域との間に相関は認められなかったが、膝関節構成体伸展可動域との間に有意な正の相関関係(r=0.67)が認められた。固定2週間後の後上方関節包の長さは露出+固定群が固定群よりも有意に短縮した。後下方関節包の長さには有意な差は認められなかった。また後方関節包と膝関節伸展可動域、膝関節構成体伸展可動域の間の相関も認められなかった。

【考察】

固定2週間後の膝関節構成体伸展可動域は膝前方の癒着との間に相関が認められたことから、癒着が膝伸展制限因子になり得ることが示唆された。

【結論】

本研究では、ラット膝関節の癒着モデルを構築することができた。また癒着は、膝関節を露出させることでより広範囲となり、術後早期である2週間までに癒着が形成されることが示された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は京都大学動物実験委員会の承認を得ている(MedKyo18556)。

ラット後肢免荷モデルにおいて非荷重環境がもたらす関節軟骨の組織学的変化は膝関節コンパートメントごとに異なる

高橋 郁文^{1,2)}・松崎 太郎³⁾・黒木 裕士²⁾・細 正博³⁾

- 1) 金沢大学附属病院 リハビリテーション部
2) 京都大学大学院 医学研究科 人間健康科学系専攻
3) 金沢大学 医薬保健研究域保健学系

Key word / 非荷重、組織学的変化、関節軟骨

【はじめに・目的】

メカニカルストレス、特に荷重は運動器にとって組織学および機能的維持のために必要不可欠である。その一方で、臨床では多くの疾患の治療において安静臥床が伴い、下肢に対する荷重が減少する機会は多い。このような背景から非荷重環境が関節軟骨に及ぼす組織学的影響が近年研究されているが、十分に明らかになっておらず、統一された見解は得られていない。また、膝関節は膝蓋大腿関節 (PF) と脛骨大腿関節 (TF) から構成されており、これらのコンパートメントは解剖学および運動学的特性が異なる。そこで我々は非荷重状態が関節軟骨に及ぼす影響はコンパートメントごとに異なる可能性があるとして仮説を立て、ラット後肢免荷モデルを用いて非荷重環境が関節軟骨に及ぼす影響をコンパートメントごとに組織学的に検討した。

【方法】

対象として9週齢のWistar系雄性ラット25匹を使用した。5匹をベースライン群に供し、20匹を通常飼育群と後肢免荷群の2群に分けた。実験期間は2および4週と設定し、各群5匹とした。後肢懸垂方法としてキルシュナー鋼線を用いた尾部懸垂を採用した。飼育期間後、両膝関節より各コンパートメントの組織標本を作成し、薄切後、ヘマトキシリン・エオジン染色およびトルイジンブルー染色を実施した。その後、光学顕微鏡を用いて各コンパートメントの関節軟骨を観察し、平均軟骨厚、基質染色性、軟骨下骨の不整、軟骨細胞の密度を計測した。また、関節軟骨に生じる組織学的変化を修正Mankin scoreを用いて評価し、統計学的に解析した。

【結果】

平均軟骨厚はPFでは2および4週にて後肢免荷群が有意に減少していたが、TFでは有意な変化を認めなかった。基質染色性はPFでは有意な変化を認めなかったが、TFでは2週のみ後肢免荷群にて有意に低下していた。軟骨下骨の不整は両方のコンパートメントにおいて4週にて後肢免荷群は有意に増加していた。軟骨細胞の密度はいずれのコンパートメントにおいても実験期間を通じて有意な変化を認めなかった。修正Mankin scoreは両方のコンパートメントにおいて2週および4週にて後肢免荷群が有意に増加していた。

【結論】

本研究の結果より、非荷重環境は関節軟骨に対して廃用性の様々な組織学的変化をもたらすこと、そしてその組織学的変化は膝関節コンパートメントごとに異なることが明らかになった。この要因として、コンパートメントごとの解剖学及び運動学的な相違、元来の生理学的な相違に由来していると推測した。今後はこれらの組織学的変化が再荷重や運動介入によって回復するかどうか組織学的に検討したい。

【倫理的配慮、説明と同意】

動物を使用して行う実験であり、生命倫理の観点から全ての実験計画において金沢大学動物実験委員会に倫理上の審議を依頼し、承認を得て実験を行った (実験番号 AP-183933)。また、実験および飼育に際しては金沢大学動物実験規程および動物実験等に関わる飼養保管施設及び実験室の設置と運用に関する細則を順守して行った。

関節不動に伴い関節包に出現するCD34陽性/CD31陰性細胞の検討

松崎 太郎¹⁾・吉田 信也²⁾・高橋 郁文²⁾・細 正博¹⁾

- 1) 金沢大学 医薬保健研究域保健学系
2) 金沢大学附属病院 リハビリテーション部

Key word / ラット、関節不動、関節包

【はじめに】

我々は以前、大腿神経を切断して脱神経モデルを作成し関節の不動化を行ったところ、通常の関節拘縮モデルと比較して、軟骨や関節包などの関節構成体の変化及び可動域制限が軽度であり、関節拘縮の発生および進行に神経系が関与している可能性があることを報告した (第46回日本理学療法学会)。近年、局所の代謝が急速な組織においてtelocyteと名付けられた新たに認識、定義された細胞が代謝をコントロールする、という報告があり、注目されている。今回われわれは脱神経モデルの関節を不動化し、通常の不動化モデルとの相違をこのtelocyteに注目して観察する目的で実験を行った。

【方法】

20匹のWistar系雄性ラットを用いた。ラットは無作為に3群に分け、それぞれ不動群、脱神経群、対照群とした。脱神経群は深麻酔下で右鼠径部を展開し、大腿神経を露出した。可能な限り近位で神経を縫合糸で結紮した後に神経を切除し、皮膚を縫合した。覚醒後に麻痺が生じている事を確認し、脱神経群と不動群のラット後肢膝関節を先行研究に従い麻酔下で120度で不動化した。ついで先行研究と同様に尾部にKirschner鋼線を通して後肢を懸垂した。対照群は介入を行わずに通常飼育のみを行った。実験期間は2週間とした。実験期間終了後に安楽死させ後肢膝関節を組織固定/脱灰後に通常手技にてパラフィン包埋し、連続切片を作成しスライドに貼付した。標本スライドに対しHE染色およびCD31抗体、CD34抗体による免疫染色を行い、後部関節包を顕微鏡デジタルカメラで撮影し検討を行った。

【結果】

不動群の全例で血管内皮と考えられる組織とは異なるCD34抗体陽性所見が多数観察されたが、同部位の連続切片におけるCD31抗体による免疫染色では、同様の陽性所見は得られなかった。一方、脱神経群および対照群ではCD34抗体、CD31抗体を用いた染色において染色性に差は見られなかった。

【考察】

滑膜telocyteはCD34陽性/CD31陰性であり血管内皮細胞 (CD34陽性/CD31陽性) から明確に区別できるとされ、非常に長くて薄い数珠状のtelopode (独特の延長を有する細胞) を示し、特に血管の周囲に集中しているとの報告がある。今回我々の研究では不動群において血管周囲でCD34陽性/CD31陰性の細胞が観察された。一方、脱神経モデルでは対照群と差はみられず、関節包の組織学的変化と同様の傾向を示した。telocyteは神経機能を補完し、細胞間の情報伝達を行っていると考えられ、局所環境に深く関わっていると考えられることから、関節不動時の関節構成体の組織学的変化と相関している可能性が示唆される。

【結論】

関節の不動化による局所環境の変化を及ぼす原因として新たな細胞の関与が考えられる。今後はこの細胞について理解を深め、どのような働きをするのか更なる検討を行う必要がある。

【倫理的配慮、説明と同意】

本実験は金沢大学動物実験委員会の承認 (実験承認番号 AP-111972) を得て行われたものである。

ランニングの総走行距離がマウス膝関節軟骨厚に与える影響

脇本 祥夫¹⁾・井上 翔太¹⁾・李 昌欣¹⁾・畠山 隼平¹⁾
木下 沙英¹⁾・椿 俊哉¹⁾・脇川 大誠¹⁾・多鹿 理絵¹⁾
森山 英樹²⁾

1) 神戸大学大学院 保健学研究科
2) 神戸大学 生命・医学系保健学域

Key word / 走行距離、膝関節軟骨厚、メカニカルストレス

【はじめに】

ランニングはリハビリテーションや健康増進において有用である。ランニングによる適度なメカニカルストレスは膝関節軟骨厚の増加や軟骨基質合成を促進する一方、その増大は関節軟骨を非薄化させ、変形性膝関節症を引き起こし得る。しかし膝関節軟骨にとって最適なランニングプロトコルは明らかとなっていない。我々はこれまで、異なる強度・時間・頻度を組み合わせたランニングを行ったマウスの膝関節軟骨基質の応答を観察し、低強度・長時間・低頻度の組み合わせが膝関節軟骨に最適なプロトコルである可能性を示した。しかし関節軟骨厚の変化に関わる要因は不明であった。そこで本研究は、ランニングの強度・時間・頻度の全ての要因の総和として表される総走行距離と膝関節軟骨厚の関係を調べることを目的とした。

【方法】

27匹の健常な8週齢C57BL/6J雄性マウスを通常飼育する対照群と、異なる強度・頻度・時間を組み合わせた8つのトレッドミル運動群に分けた(高強度18m/minまたは低強度8m/min、高頻度毎日または低頻度1回/3日、長時間60分または短時間15分)。4週間の運動後、膝関節を採取し、脛骨の関節軟骨を組織学、免疫組織学的に分析した。その後、各群の走行距離、関節軟骨厚、関節軟骨基質の合成を司るタンパク質SOX9の関係を分析した(有意水準5%)。

【結果】

総走行距離30.2kmの高強度・高頻度・長時間群だけが、対照群と比較して関節軟骨厚が非薄化する傾向を示した($p = 0.10$)。対照群と比較して関節軟骨が非薄化しなかった残りの運動群(総走行距離1.1~13.4km)を用いて、走行距離と関節軟骨厚との関係を調べた。その結果、関節軟骨厚は総走行距離と有意な正の相関を示した($r = 0.40$, $p < 0.05$)。さらに関節軟骨厚はSOX9と有意な正の相関を示した($r = 0.59$, $p < 0.01$)。

【考察】

4週間の総走行距離が長くなるにつれて脛骨の関節軟骨厚は増大し、その変化には軟骨基質合成の活性化が関与していた。さらに総走行距離30.2kmの運動群では関節軟骨が非薄化する傾向にあり、総走行距離が一定の距離を超えると関節軟骨の非薄化が生じる可能性が示唆された。これまで齧歯類に対する高強度のランニング(総走行距離25~30km)は膝関節軟骨に負の効果を与えることが報告されており、本実験結果もそれらの報告を支持するものであるが、本実験結果ではさらに総走行距離が一定の範囲内であれば、強度に関わらず、総走行距離に応じて関節軟骨厚は増大し、関節軟骨に正の効果を与えることが示唆された。

【結論】

本研究結果から、関節軟骨厚は累積した総走行距離に依存して増大し、一定の距離を超えた場合に非薄化する可能性が示唆された。豊富な軟骨基質を含む関節軟骨厚の増大は、変形性膝関節症の発症リスクを低下させ得る。今後ヒトにおける総走行距離の基準が明らかになることで、変形性膝関節症の発症予防のための適切な運動指導や負荷量の提言につながることを期待できる。

【倫理的配慮、説明と同意】

神戸大学動物実験委員会の承認を受け実施した(承認番号:P140603)。

骨格筋ミトコンドリアの過剰負荷は酸化ストレスを促進し筋萎縮を誘導する

～栄養学的介入における重要な視点～

森 拓也^{1,2)}・宮川 良博^{1,3)}・今北 英高²⁾・額賀 翔太¹⁾
後藤 桂¹⁾・川原 勲¹⁾・國安 弘基¹⁾

1) 奈良県立医科大学 分子病理学
2) 畿央大学 大学院 健康科学研究科
3) 国立長寿医療研究センター

Key word / 骨格筋萎縮、栄養、酸化ストレス

【はじめに】

近年、骨格筋萎縮に対し、アミノ酸や脂肪酸など、数々の栄養介入が注目を浴びている。しかし、それらは健常者における骨格筋重量の変化を捉えた報告が多く、作用機序は明らかではない。一方で、高齢モデルにおいて、カロリー制限が骨格筋萎縮を予防したと報告があり、カロリー制限は筋萎縮に関わる筋内ミトコンドリアでの活性酸素(ROS)の過剰産生を抑制した可能性を示している。また高齢者は、骨格筋ミトコンドリア変性、マイトファジー活性低下、ROSの処理機構の活性低下が報告されている。これらの知見が示すことは、筋萎縮における栄養介入は骨格筋ミトコンドリア代謝を加味した栄養素の検討が必要であることが考えられる。よってわれわれは、異なる栄養素における栄養介入が骨格筋肥大、萎縮と骨格筋ミトコンドリア代謝に及ぼす影響を骨格筋培養実験とマウスモデルにより検討したので報告する。

【方法】

栄養素は、解糖系・好氣的の両エネルギー代謝経路に利用される糖質(Glc)、および、好氣的エネルギー代謝経路に主に利用される中鎖脂肪酸(MCFA)を利用した。

(実験1) 培養実験ではC2C12細胞を使用した。糖濃度別のミトコンドリアへの影響は、培養液(DMEM)のGlc濃度を100・450mg/dLの二種類の糖濃度環境に処理し、ミトコンドリア呼吸の指標である酸素消費速度(OCR)を細胞外フラックスアナライザーXFpにて培養下にて計測を行った。MCFA濃度別の影響はDMEMのGlc濃度を100mg/dLとし、MCFAを50mg/ml添加し、OCRを測定した。また両栄養素にて、低~高濃度と濃度別に培養し、増殖能をMTS assay、酸化ストレスの指標として4HNEをウエスタンブロッティング法(WB法)、ミトコンドリア量の指標として、Mitogreen染色、LET-M1のWB法を実施した。(実験2) BALB/cマウス6週齢に対して、飲水糖負荷(Glc濃度0%・10%・50%)、MCFA給餌(0%・2%・5%・10%)をそれぞれ与え、二週間飼育後の骨格筋重量、骨格筋構造タンパクであるMYL1をELISA法とWB法にて実施した。

【結果】

OCRの値は、Glc450、Glc100、Glc100+MCFAの順に有意に高値を示した($P < 0.05$)。Glc濃度別の培養ではGlc濃度依存的に増殖能、分化能は促進された。またMCFAの濃度別培養では低濃度で増殖促進、高濃度で増殖抑制、4HNE増加、LET-M1増加が確認された($P < 0.05$)。マウスにおける骨格筋重量、MYL1においては糖濃度依存的に有意に増加を示し、一方でMCFAにおいては5%、10%の高濃度で有意に低値を示し、このとき4HNEは増加していた($P < 0.05$)。

【考察】

糖質は解糖系代謝を促進し、酸化的リン酸化を抑制したが、骨格筋増殖・肥大を誘導した。MCFAでは酸化的リン酸化が促進されたが、高濃度では過剰な活性化から酸化ストレスを増加させ萎縮を誘導した。各栄養素の筋内での代謝を理解することは適切な栄養介入に必須な知識である可能性が考えられた。

【結論】

骨格筋萎縮予防における栄養介入では骨格筋ミトコンドリア代謝を重視する必要がある。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、奈良県立医科大学動物実験倫理審査委員会の承認を得て実施している(承認番号:11812, 11857, 11916)。

定量的負荷強度運動がラット不動性萎縮筋に与える影響

田中 正二¹⁾・山崎 俊明¹⁾・中川 敬夫²⁾

1) 金沢大学 医薬保健研究域保健学系

2) 金沢医科大学 医学部 リハビリテーション医学講座

Key word / 組織修復、運動負荷強度、萎縮筋

【はじめに】

レジスタンストレーニングの運動負荷強度は最大反復回数 (repetition maximum: RM) を指標として設定されることが多いが、不動性萎縮筋に対しても同様にRM法を用いて運動負荷強度を設定して、その影響を検討した研究は少ない。そこで今回、不動性萎縮筋に対して定量的な負荷強度の運動を与えた際の下肢筋力および組織学的影響を明らかにすることを目的として研究を実施した。

【方法】

6週齢のWistar系雄性ラット34匹は、無作為に4群に振り分けた。そのうち3群は14日間の尾部懸垂後に再荷重し、1群は自由飼育 (再荷重群; n=8) とし、2群には自作小動物用スクワット装置を用いて最大挙上重量の30% (30%-1RM群; n=8) あるいは70% (70%-1RM群; n=9) に相当する負荷で、28回×4セットあるいは12回×4セットの運動を再荷重3日後から14日後まで行わせた。残りの1群は対照群 (n=9) として実験期間中、自由飼育とした。全てのラットの1RMは再荷重3日後および14日後に測定し、30%および70%-1RM群の1RMは運動前に毎回測定して負荷量に反映させた。

実験終了後、ヒラメ筋、足底筋、腓腹筋、大腿四頭筋を採取し、筋湿重量、筋湿重量比を算出した。ヒラメ筋について、ワンギーソン染色およびヘマトキシリン-エオジン染色を行い、結合組織領域、中心核化線維、壊死線維の比率を測定した。それぞれの値は、一元配置分散分析あるいはKruskal-Wallis検定後、BonferroniあるいはGames-Howellの多重比較検定を用いて比較した。有意水準は5%未満とした。

【結果】

再荷重3日後の体重および1RMは、対照群に対して再荷重群、30%-1RM群、70%-1RM群で有意に減少していた。再荷重14日後の体重は対照群に対して再荷重群、30%-1RM群、70%-1RM群で有意に減少していたが、1RMおよび1RM体重比は全ての群間で有意差が認められなかった。再荷重14日後のヒラメ筋および足底筋は対照群と比較して30%および70%-1RM群で有意に低値であり、腓腹筋は対照群と比較して再荷重群、30%-1RM群、70%-1RM群で有意に低値であった。結合組織領域および中心核化線維比率は、70%-1RM群と比較して対照群および再荷重群で有意に低値であった。壊死線維比率は、再荷重群と比較して70%-1RM群で有意に低値であった。

【考察】

下肢最大筋力は、14日間の非荷重により低下したが、その後の14日間の再荷重により運動負荷強度に影響することなく回復した。一方、組織修復の程度は運動負荷強度によって異なり、再荷重のみの群と比較して高負荷運動群では、結合組織領域および中心核化線維比率が増加し、壊死線維比率が減少した。組織修復は、壊死組織がマクロファージによる消化に引き続いて結合組織の増加と再生線維の増加の過程をとる。従って、これらの結果は、再荷重3日後からの高負荷運動が組織修復を促進する可能性を示唆していると考えられた。

【結論】

不動性萎縮後の高負荷運動は組織修復を促進する可能性が示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、本学が定める動物実験規程および動物実験等に関する飼養保管施設及び実験室の設置と運用に関する細則に則り、動物実験委員会の承認を得て行った (承認番号: AP-163802)。

ラットヒラメ筋の廃用性筋萎縮回復過程における荷重日内頻度の影響 一筋の長軸部位による介入効果の相違一

森田 結衣¹⁾・宮地 諒^{2,3)}・山崎 俊明³⁾

1) 金沢大学附属病院 リハビリテーション部

2) 京都橋大学 健康科学部 理学療法学科

3) 金沢大学 医薬保健研究域保健学系

Key word / 荷重日内頻度、廃用性筋萎縮、ラットヒラメ筋

【はじめに】

廃用性筋萎縮に対し、早期からの荷重や運動療법이日常的に行われている。また、動物実験においても荷重が廃用性筋萎縮の回復に対し有効であることは諸家により報告されている。理学療法を行う際、2単位連続で介入する場合と、午前、午後等分けて介入する場合がある。また、廃用性筋萎縮やその回復過程は同一筋の長軸部位で異なるとされている。そこで、本研究は廃用性筋萎縮の回復に対して筋長軸方向部位において荷重日内頻度が与える影響について明らかにすることを目的とした。

【方法】

8週齢のWistar系雄ラット39匹を、通常飼育する群 (1日群、7日群、14日群)、後肢懸垂処置により廃用性筋萎縮を惹起する群 (7日群、14日群)、7日間の廃用性筋萎縮惹起後に荷重を実施する群に無作為に振り分けた。荷重群は7日間毎日60分間の荷重を1回実施する1回荷重群 (WO群) と、30分間の荷重を4時間間隔で2回実施する2回荷重群 (WT群) の2群とした。各群の実験期間を1日、7日、14日とした。実験期間終了後、左ヒラメ筋を摘出し、凍結切片を作成した。HE染色後、筋の近位部、中央部、遠位部における壊死線維発生割合、中心核線維発生割合、筋線維横断面積を分析した。統計学的処理は、各群間、長軸部位間の比較に、分散分析を適用した。

【結果】

14日間後肢懸垂を行った群では、壊死線維発生割合は近位部で高い傾向にあり、中心核線維発生割合、筋線維横断面積は遠位部で高い傾向にあった。

WO群とWT群を比較すると、壊死線維発生割合は、近位部 (1.12±0.89%)、遠位部 (1.94±1.40%) ではWT群で高い傾向にあり、長軸部位別では、WO群、WT群ともに遠位部で高い傾向にあった。中心核線維発生割合は、近位部 (1.99±1.40%)、中央部 (1.23±0.91%) ではWT群で高い傾向にあり、長軸部位別では、WO群では遠位部、WT群では近位部で高い傾向にあった。筋線維横断面積は、中央部 (1857±781μm²)、遠位部 (1879±781μm²) ではWT群で高い傾向にあった。ヒストグラムでは、WT群において、より大きい横断面積を持つ筋線維が、特に中央部、遠位部で多いことが示された。

【考察】

近位部、遠位部の壊死線維発生割合、近位部、中央部の中心核線維発生割合、中央部、遠位部の筋線維横断面積は、WO群と比較しWT群で高い傾向にあることから、WT群でより介入効果があったことが示唆される。

また、長軸部位別に見ると14日間後肢懸垂を行った群の結果より、遠位部と比較し近位部で、廃用性筋萎縮が進行することが示唆された。WO群とWT群を比較すると、壊死線維発生割合、筋線維発生割合は、遠位部で高い傾向にあり、遠位部でより荷重の影響を受ける可能性があると考えられる。

【結論】

荷重時間が同一でも日内頻度を増やすことで、より筋萎縮の回復効果が得られることが示唆される。後肢懸垂時、近位部でより廃用性筋萎縮が進行しやすく、後肢懸垂後の荷重による影響は遠位部でより大きく受ける可能性があると考えられる。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、金沢大学動物実験委員会の承認を得て実施した (AP-163790)。

廃用性筋萎縮に対する1日2回の筋力トレーニング効果

田村 悠磨¹⁾・縣 信秀²⁾・野村 篤³⁾・河上 敬介⁴⁾・伊東 佑太⁵⁾

1) みかんやま整形外科 2) 常葉大学 保健医療学部 理学療法学科
3) 総合東京病院 4) 大分大学 福祉健康科学部
5) 名古屋学院大学 リハビリテーション学部 理学療法学科

Key word / マウス、廃用性筋萎縮、筋力トレーニング

【はじめに】

我々はこれまで、廃用性筋萎縮モデルマウスに効果的な等尺性筋収縮の筋力トレーニング強度を検証し、1日50回を1 set、1週間のトレーニングでは最大筋力の40%の強度が最も効果的であることを明らかにした (Itoh, 2017)。一方、筋萎縮の回復を目的とした臨床場面において、1日に時間を空けて2度トレーニングの機会を設けることも多い。そこで本研究は、1日に集中して行う筋力トレーニングと同じ回数を2 setに分けて、時間を空けて実施する方法による廃用性筋萎縮の回復促進に対する有効性を検証した。

【方法】

対象はC57BL/6J雄性マウス24匹である。2週間の尾部懸垂によりマウス後肢萎縮モデルを作製し、足関節底屈筋群に対して電気刺激 (40 Hz, 2 ms) による等尺性筋収縮運動を1週間施行した。等尺性筋収縮運動はマウス用足関節底屈筋力測定装置 (BRC) を用い、収縮強度を最大底屈トルクの40%の強度とした。この運動を1日50回1 setで行う50-1群と、1日25回を6時間のインターバルを設けて2 setで行う25-2群に分けた。萎縮モデルに運動を行わないNT群、尾部懸垂も運動も行わないNOR群も作製した。評価は、筋線維タイプ別の筋線維横断面積、最大足関節底屈トルク、筋蛋白質合成関連シグナル (mTOR, 4E-BP1) を指標に行った。

【結果】

ヒラメ筋の筋線維横断面積は、50-1群で $1314 \pm 425 \mu\text{m}^2$ であり、25-2群 ($1198 \pm 446 \mu\text{m}^2$) やNT群 ($1184 \pm 388 \mu\text{m}^2$) の面積に比べ有意に大きかった。また、特に50-1群には面積の大きいType II線維が多く観察された。足底筋の筋線維横断面積は、50-1群で $1364 \pm 748 \mu\text{m}^2$ であり、25-2群 ($1286 \pm 663 \mu\text{m}^2$) やNT群 ($1166 \pm 94 \mu\text{m}^2$) に比べ有意に大きかった。最大足関節底屈トルクは、50-1群 ($5.89 \pm 0.63 \text{ mNm}$) に比べ25-2群 ($6.29 \pm 0.50 \text{ mNm}$) が高かったが、両群間に有意差は認められなかった。筋蛋白質合成関連シグナルは、50-1群のヒラメ筋、足底筋における運動直後のリン酸化mTORの割合が25-2群に比べ有意に高かった。

【考察】

我々の実施した強度や回数において、筋萎縮からの回復を効果的に促進するためには、2 setに分けるよりも1 setで実施したほうが良いことが判明した。1日に1 set 50回集中して筋力トレーニングを行うと、筋蛋白質合成が活性化され、筋線維のサイズの回復促進、筋力の回復に繋がったと考える。一方で、1 set 25回の筋力トレーニングでは蛋白質合成の活性化には不十分であり、結果として25回を2 set行っても顕著な回復促進効果を得られなかった可能性がある。また、最大足関節底屈トルクに差がなかったのは、神経系の適応によるものと考えられる。今後は1 setで行う回数などの条件の検討とともに、神経系の適応、筋蛋白質分解系シグナルについても検証していく。

【結論】

我々の実施した強度や回数で、廃用性筋萎縮からの回復促進効果を得るためには、1日に2回に分けて実施するよりも、1日に集中して行う筋力トレーニングを実施した方が良い。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、「研究機関等における動物実験等の実施に関する基本指針」(平成18年文部科学省告示第71号) に従い、名古屋学院大学動物実験委員会に諮り、承認を得た後に行った (No.2007-007, 2014-001)。また、「実験動物の飼養及び保管並びに苦痛の軽減に関する基準」(平成25年環境省告示第84号) を満たした環境で飼育・実験を行った。今回の演題について開示すべき利益相反はない。

がん悪液質に伴う筋萎縮に対するPre-Exerciseが筋タンパク質の合成系経路に与える効果

田中 稔^{1,2,3)}・杉本 研¹⁾・藤本 拓¹⁾・謝 可宇¹⁾
安延 由紀子¹⁾・栗波 仁美¹⁾・赤坂 憲¹⁾・山本 浩一¹⁾
藤野 英己²⁾・楽木 宏実¹⁾

1) 大阪大学大学院 医学系研究科 老年・総合内科学
2) 神戸大学大学院 保健学研究科
3) 大阪保健医療大学

Key word / がん悪液質、全身運動、筋萎縮

【はじめに、目的】

がん悪液質により、全身性に炎症性サイトカインが増加し、急激な筋萎縮が惹起される。がん悪液質に伴う筋萎縮では筋タンパク質合成の低下が一つの要因として関与する。さらに、筋タンパク質合成にはmTOR経路の関与が報告されている。一方、全身運動はmTOR経路の活性化に効果的であることから、がん悪液質に伴う筋萎縮に対して予防効果が期待される。それに対して我々は、全身性運動ががん悪液質に伴う筋萎縮を予防することを報告したが、中強度以上の運動ががん悪液質を促進する可能性を示唆した。筋萎縮の予防には運動が有効であるが、運動による筋タンパク質合成経路の活性化は運動強度に依存する。そこで、がん発症前の健常な状態での強度を高めた運動を実施することにより、その後誘発されたがん悪液質に伴う筋萎縮が予防できると考えた。本研究では、がん悪液質に伴う筋萎縮に対するPre-Exerciseが筋タンパク質の合成系経路に与える効果について検証した。

【方法】

雄性Wistarラットを用い、Pre-Exercise群、がん悪液質群、Pre-Exercise後にがん悪液質を惹起した群及び非介入群の4群比較を行った。介入群はトレッドミル運動により、20 m/分、傾斜角度20°、30分間の全身性運動を2週間実施した。がん悪液質は、介入期間終了後に腹水肝がん細胞 (AHI30) の腹腔内投与により惹起し、サンプル採取はがん細胞腹腔内投与の10日後とした。実験期間終了後に、血清及び足底筋を摘出し、筋量、炎症性サイトカインであるTNF- α 、骨格筋内の筋タンパク質合成経路の指標となるリン酸化p70S6Kのタンパク発現量を測定した。

【結果】

がん悪液質により、除腹水体重及び筋量が低下した。さらに、血中TNF- α の上昇、足底筋中のリン酸化p70S6Kの発現は低下した。一方で、がん発症前に運動を実施した群では、がん悪液質による血中TNF- α の上昇は抑制されなかったが、リン酸化p70S6Kの発現低下の抑制がみられた。

【考察】

がん悪液質によって骨格筋のインスリン感受性は低下する。さらに、筋タンパク質合成系の活性化にはインスリン感受性が高まることが一つの要因として関与する。それに対して、継続した全身性運動により、骨格筋のインスリン感受性が高まる。本研究ではPre-Exerciseにより、悪液質による全身性の炎症は改善されなかったものの、骨格筋のインスリン感受性が高まったことにより、その結果、筋タンパク質合成の低下が抑制され、がん悪液質に伴う筋萎縮の予防効果を示したものと考えられる。

【結論】

がん誘導前の運動は筋タンパク質合成低下を抑制させることにより、がん悪液質に伴う筋萎縮予防に効果的であることが示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

全ての実験は所属機関における動物実験に関する指針に従い、動物実験委員会の承認を得ている。

がん悪液質は心筋細胞におけるミトコンドリア機能障害を惹起する

宮川 良博^{1,2)}・森 拓也^{1,3)}・後藤 桂^{1,4)}・川原 勲^{1,4)}
今北 英高⁵⁾・國安 弘基¹⁾

1) 奈良県立医科大学大学院 分子病理学 2) 国立長寿医療研究センター 再生再建医学研究部
3) 医療法人和幸会 阪奈中央病院 リハビリテーション科
4) 医療法人和敬会 星田南病院 リハビリテーション科
5) 畿央大学大学院 健康科学研究科

Key word / 心臓、ミトコンドリア、がん悪液質

【はじめに】

がん患者はその進行とともに異化の亢進などにより様々な組織の障害が惹起され、心筋においても萎縮が誘導され機能障害を来し得ることを我々は報告してきた。しかしその障害機序や分子レベルでの病態は未だ不明な点が多く、また心筋障害は理学療法実施時における負荷量を決定する際の重要な因子となるため、その病態理解は不可欠である。そこで本研究は、マウス悪液質モデルを用い心筋に対する影響をミトコンドリア代謝に着目し検討した。

【方法】

悪液質モデルは、BALB/cマウスに同系の大腸癌細胞株であるCT26を腹腔内へ接種し作製した。群分けは腫瘍群、対照群とし各群3匹ずつ腫瘍の有無以外は全て同一条件下で飼育した。15日間の飼育後安楽殺を行い体重を測定後、心臓を摘出し重量を測定、また腫瘍群については腹水を回収した。摘出した心臓についてヘマトキシリン・エオジン染色により形態を観察し、1細胞当たりの面積、心筋実質に対する左室内腔の面積比を算出、また免疫組織化学、western blottingにより酸化ストレス、ミトコンドリア関連タンパク質の発現を評価した。

次にがん悪液質による心筋細胞の代謝変化を検討するため、心筋細胞株H9c2を用いフラックス解析を行った。悪液質モデル培地として、動物実験において回収した腹水を20%混合した培地を使用し、対照にはH9c2細胞を50% Confluentの状態から24時間培養後の培地を新鮮な培地に20%混合した培地を使用した。各培地を使用し24時間培養後にフラックス解析を行い、ミトコンドリアにおける基礎呼吸、予備呼吸能、ATP産生を測定した。

【結果】

動物実験での各測定項目の結果(腫瘍群、対照群:p値)は、安楽殺時の体重(20.1±1.8, 24.1±1.4g;p<0.05)、心重量(0.083±0.011, 0.129±0.002g;p<0.05)、心筋細胞面積(256.8±3.5, 198.9±2.1μm²:p<0.05)、左室内腔面積比(34.6±2.2, 18.5±3.5%;p<0.05)、ミトコンドリア量相対値(0.38±0.05, 1.00±0.16;p<0.05)となり、また腫瘍群においてDNA酸化損傷マーカーである8-OHdG陽性細胞数の有意な増加が確認された。

フラックス解析の結果(腹水添加群、対照群;OCR [pmol/min/cells]:p値)は、基礎呼吸(27.5±3.3, 50.7±2.0;p<0.05)、予備呼吸能(22.2±6.6, 35.4±2.0;p<0.05)、ATP産生(24.8±2.8, 45.9±0.5;p<0.05)であった。

【考察】

本研究よりがん悪液質により心筋細胞内に酸化ストレスが蓄積し心筋萎縮、ミトコンドリア代謝能の低下が誘導されることが示唆された。Luoらはがん細胞から放出されるHMGB1が骨格筋においてオートファジーの亢進を介し萎縮を惹起することを報告しており、これらの因子と心筋細胞の萎縮、ミトコンドリア代謝能との関連について今後検討を進める。

【倫理的配慮、説明と同意】

本実験は、奈良県立医科大学動物実験委員会の承認を得た(承認番号:12023)。

肺炎症モデルラットにおける分岐酸アミノ酸摂取の影響

今北 英高¹⁾・峯 和矢¹⁾・西谷 光優稀¹⁾・奥野 稜太¹⁾
津守 佑紀¹⁾・村上 博子²⁾・祐實 泰子¹⁾・峯松 亮¹⁾
西井 康恵¹⁾・森 拓也^{1,3)}

1) 畿央大学 健康科学部
2) 大阪国際がんセンター研究所
3) 奈良県立医科大学

Key word / 分岐鎖アミノ酸、骨格筋、肺炎症

【はじめに】

呼吸器疾患の重症度を規定する主な障害として、呼吸機能障害、骨格筋機能障害、栄養障害、全身性炎症などが挙げられる。骨格筋機能障害は、筋萎縮や筋力低下、筋線維の構造的変化などを引き起こし、身体活動量や運動耐容能、QOLの低下をもたらす。現在、筋萎縮、筋力低下に対して、運動療法が中心に行われているが、呼吸困難感や寝たきりなどで運動が困難な場合、不活動となり、さらには炎症、酸化ストレス、低栄養などが重なり、筋タンパクの分解が亢進される。

本研究の目的は、予防的側面から栄養療法が筋萎縮、筋力低下を予防できないかを考え、肺炎症モデルラットに対して分岐鎖アミノ酸(BCAA)摂取を行うことにより骨格筋にどのような影響を与えるかを明らかにすることとした。

【方法】

10週齢のWistar系雄性ラット16匹を用いてコントロール(CT)群、BCAA摂取(BCAA)群、肺炎症群(LI)群、肺炎症+BCAA摂取(LIBC)群の4群を設定した。

1週間の環境適応期間後に、LI及びLIBC群はたばこ煙をバブリングして得たたばこ煙溶液(30本/30ml)及びリポポリサッカライド溶液を気管内に4週間噴霧投与し、肺炎症を惹起させた。また、BCAA群とLIBC群には、実験開始3週目から飲用水を3%BCAA溶液に変更し、2週間自由摂取させた。

4週間後、麻酔下にて両側のヒラメ筋(SOL)、長趾伸筋(EDL)、肺を摘出し、湿重量を測定した。摘出した組織は、クリオスタット(Leica CM1850)で厚さ10μmに薄切し、HEおよびコハク酸脱水素酵素染色を行い、顕微鏡撮影した画像にて、筋線維の短径を計測した。各群間の比較には一元配置分散分析を実施し、多重比較検定として、Tukey法を用いた。有意水準はp<0.05とした。

【結果】

体重は全群ともに経時的に増加がみられたが、CT群とBCAA群に比べ、LI群およびLIBC群では増加量が少なかった。筋湿重量は、SOL、EDLともにBCAA群では有意に増大した。しかし、同様にBCAAを摂取したLIBC群では有意な差が認められず、低下傾向を示した。SOL、EDLにおける筋線維短径は全ての群で有意な差が認められなかった。

【考察】

BCAAを2週間摂取したBCAA群ではCT群と比較し、筋湿重量が増加したことから、BCAAによる筋タンパク合成促進作用があったと考えられた。しかし、同様にBCAAを摂取したLIBC群では筋湿重量の増加は認められなかった。呼吸器疾患患者の呼吸消費エネルギーは健常者に比べ、約10倍も必要とするという報告がある。BCAA摂取の影響は、呼吸筋の仕事量が多くなったことで、優先的に呼吸筋へ補填されたことで、下肢筋に影響を与えなかったのではないかと考えられた。

【結論】

BCAA摂取の影響は、健常群では下肢骨格筋の重量増加として見られたが、肺炎症群では効果が認められなかった。今後は運動との併用によって、どのような影響を与えるかを明らかにしたい。

【倫理的配慮、説明と同意】

本実験は畿央大学動物実験委員会の承認(H30-03)を得て行った。

末梢神経損傷後の運動介入が神経再生中の組織内微小環境に及ぼす影響

桑原 希望^{1,2)}・西元 淳司³⁾・小曾根 海知⁴⁾・岡 優一郎⁴⁾
 加納 拓馬⁴⁾・宇都 弥紀²⁾・峯岸 雄基²⁾・村田 健児⁵⁾
 国分 貴徳⁵⁾・金村 尚彦⁶⁾

1) 医療法人社団苑田会 竹の塚脳神経リハビリテーション病院
 2) 埼玉県立大学大学院 保健医療福祉学研究所 博士前期課程
 3) 埼玉医科大学 総合医療センター 4) 埼玉県立大学大学院 保健医療福祉学研究所 博士後期課程
 5) 埼玉県立大学 保健医療福祉学部 理学療法学科
 6) 埼玉県立大学大学院 保健医療福祉学研究所

Key word / 末梢神経損傷、低負荷運動、神経再生

【はじめに】

末梢神経損傷後、遠位部ではWaller変性によりシュワン細胞の脱分化・増殖が生じ、変性組織除去と再生の足場を形成する。また、圧迫された神経ではVEGFやシュワン細胞受容体が増加し、圧迫領域への酸素運搬を改善し、再生過程において重要なシュワン細胞の集合や血管新生を促進し得る。本研究では運動介入が神経再生に重要な組織内微小環境の変化に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

【方法】

10週齢のICR系雄性マウス片側坐骨神経軸索損傷モデルを対象に、神経損傷後自然回復を観察する非運動群 (SC群)、他動運動群 (SCexA群)、強制運動群 (SCexB群)、非損傷群 (Sham群) の4群に分類した。介入2週・4週後に坐骨神経を採取、S100とVEGFの蛍光免疫組織化学染色を行い、陽性組織の面積率を算出した。また、坐骨神経機能指数 (SFI) を術前、損傷3日・1週・2週・3週・4週の6時点で算出した。統計学的解析として、組織学分析は二元配置分散分析、多重比較検定Bonferroni法を、運動機能評価は二元配置分散分析反復測定を実施した ($p<0.05$)。

【結果】

組織学的分析の結果、S100は2週でSham群に対しSC群で有意に増加したが、その後4週にかけて有意に減少した ($p<0.05$)。運動群は著明な発現量変化を認めなかった。VEGFは、SCexA群では2週で発現量が有意に増加し ($p<0.001$)、他の3群と比較し有意に多い結果となった ($p\leq 0.001$)。SC群も継続的な増加傾向 ($p=0.053$) を示した。SFIは全時点で実験群による有意差は生じなかった。SC群は、損傷1週から2週にかけて有意な改善 ($p<0.01$) を示し、4週でさらに改善した ($p<0.05$)。SCexA群は1週から2週にかけて ($p<0.01$)、SCexB群は2週から4週にかけて ($p<0.05$) 有意な改善を示した。

【考察】

組織学的分析の結果から、2週時点では運動の有無にかかわらず神経損傷に伴ったシュワン細胞増殖や血管新生の促進が示唆された。変性組織除去や損傷神経への栄養供給を行うための血流確保により微小環境を整え、軸索再伸長のための足場形成がなされていた可能性がある。4週時点では運動によりシュワン細胞増殖が維持され足場形成を強固にし、長期的に損傷神経への血流を確保したことで循環動態を維持したと考えられる。運動機能評価からは、運動の有無による神経再生過程の違いは生じないが、炎症期や細胞死制御段階ではより低負荷な他動運動が、軸索再伸長や再神経支配段階には随意的な筋収縮が生じる強制運動が効果的であることが示唆された。

【結論】

低負荷運動は神経再生に悪影響を及ぼさず、神経再生に必要な組織内微小環境を運動により長期的に維持できる可能性がある。また他動運動も血流改善に有効である可能性を示した。

【倫理的配慮、説明と同意】

埼玉県立大学における動物実験倫理審査委員会の承認を得た後、動物実験基本計画書ならびに実施計画書に従い実施した (承認番号29-9)。実験動物に対して外科的介入への疼痛軽減措置ならびに術後管理を実施し、使用する動物数は可能な限り最小限とした。

ラット坐骨神経挫減損傷モデルに対する超音波刺激効果検証

伊藤 明良・王 天舒・中原 峻・中畑 晶博・張 ジュエ
 河合 秀紀・久保 菜央子・新家 佑基・青山 朋樹・黒木 裕士

京都大学大学院 医学研究科 理学療法学講座

Key word / 三次元動作解析、末梢神経、超音波

【はじめに】

末梢神経損傷治療において、神経再生を促進させて神経再支配までの期間を短縮させる理学療法は未だ確立されていない。昨年、我々は本学術大会にて至適超音波強度の検討の結果、140 mW/cm²強度でラット坐骨神経再生を組織学的に促進させることを発表した。しかしながら、Sciatic Functional Indexを用いた運動機能解析においては超音波の治療効果が検出できなかった。そこで本研究では、より詳細な運動機能解析を行うため、三次元動作解析装置を用いて末梢神経再生に対する超音波刺激効果を検証することを目的とした。

【方法】

実験動物として12週齢のLewis系雄性ラットを用いた。麻酔下で片側の坐骨神経に対して鉗子で2 mm幅の圧挫損傷を作成した (軸索損傷モデル)。損傷作成後、無作為に超音波刺激群 (US群) と疑似照射群 (Sham群) の2群に振り分けた。超音波刺激介入は損傷後翌日より開始した。損傷から20日後に三次元動作解析システムによってラットの歩容を観察した (各n = 9)。損傷から30日後に組織学的解析によって神経再生の評価を行った (各n = 9)。さらに、超音波刺激の作用メカニズムを検討するため、損傷から3、7、30日後における遺伝子発現解析を実施した (各n = 4)。

【結果】

歩容解析の結果、爪先離地時の足趾角度がUS群において有意に大きかった ($P < 0.01$)。我々の先行研究の結果から、これは損傷した坐骨神経の再生が促進されたことを意味している。組織学的解析では、髄鞘化神経の密度、面積及び髄鞘厚はUS群において有意に高かった (各 $P < 0.01$)。遺伝子発現解析の結果、US群では血管内皮細胞増殖因子 (VEGF) の発現が損傷7日後において有意に高かった ($P < 0.01$)。

【考察】

坐骨神経圧挫損傷モデルラットにおいて、超音波刺激が末梢神経再生を促進させることを確認した。また、本研究で導入した三次元動作解析によって、ラットの運動機能回復を詳細に捉えることが可能となった。末梢神経再生には血管網の再構築が重要であることが報告されているが、US群では血管新生に関与するVEGFの発現上昇が認められ、超音波刺激による神経再生促進作用として一部関与していることが示唆された。

【結論】

ラット坐骨神経圧挫損傷モデルに対して、超音波刺激が組織学的再生および運動機能回復を促進させることを明らかにし、その作用メカニズムの一部を示唆した。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は所属施設の倫理委員会の承認を得て実施した (Med Kyo17029)。

非ヒト霊長類を用いたH波の同定

阿左見 祐二^{1,2)}・山本 竜也^{1,3)}・肥後 範行¹⁾

1) 産業技術総合研究所 人間情報研究部門 ニューロリハビリテーション研究グループ

2) 筑波大学大学院 人間総合科学研究科 感性認知脳科学専攻

3) つくば国際大学 医療保健学部 理学療法学科

Key word / H波、麻酔、霊長類

【はじめに】

脳卒中後におこる痙縮はADLやQOLの低下に関与すると報告されている。しかし、痙縮の詳しいメカニズムは明らかになっていない。痙縮の評価は臨床的に使用されるModified Ashworth Scale以外にH波を用いた報告がある。健常者および健常動物では刺激頻度の増加に伴いH波振幅の減少を認めるRate Dependent Depression (RDD) が確認されている。しかし痙縮患者および痙縮モデルマウスではこのH波RDDが減弱すると報告されている。近年、様々な動物モデルが確立されて、メカニズムの解明に大きく貢献してきた。脳卒中後痙縮モデルサルを確立することは、メカニズムの解明を飛躍的に進展する可能性を秘めている。将来的な脳卒中後痙縮モデルサルの確立を考えているものの、サルを用いたH波の報告はない。

【方法】

健常のマカクサルを用いて実験を行い、計測の際は麻酔下で実施した。麻酔はKetamineとPropofolの混合薬であるKetofolを用い、濃度はそれぞれ5 mg/mlとし15 ml/kg/hで持続的に静脈投与した。計測時の姿勢は、モンキーチェアを使用して座位をとり、肩関節屈曲80度・内外転中間位、肘関節屈曲10度、前腕回外30度、手関節底背屈中間位、手指の固定は行わず自然長とした。誘発筋電図検査に関して、記録電極は表面電極を使用し陰極を橈側手根屈筋の筋腹上、陽極を橈骨茎状突起上に固定した。接地電極は刺激電極と記録電極の間とした。刺激電極は表面電極を用い、上腕内側部の正中神経走行上を刺激した。振幅は基線から陰性波の頂点までとした。はじめに0.1 mAずつ刺激強度を上げM波およびH波を検出した。次にM波が出現する直前の刺激強度を用いて、0.1, 0.2, 0.5, 1, 2, および5 Hzの刺激頻度で各23発刺激した。各実験は2分以上の間隔をあけて計測した。解析は、始めの3発を除いた残り20発の平均振幅を用い、0.1 Hzの平均振幅で正規化した。

【結果】

Ketofolによる麻酔ではM波が出現する前後の刺激強度において、2相目の波形に続く3相目の波形が検出された。それぞれの潜時はM波が2.5 ms付近、2相目が9.0 ms付近、3相目が10-16ms付近に出現していた。潜時から2相目をH波と判断しRDDを計測した結果、刺激頻度の増加に伴う振幅の減少を認めた。

【考察】

3相の波形が確認され、そのうち2相目は刺激頻度の増加に伴い振幅が減少した。これはRDDの現象であると推察される。今回使用した方法は、非ヒト霊長類であるサルのH波の導出およびRDDを再現できたと考えられ、サルを用いた痙縮評価に使用できる可能性がある。

【結論】

Ketofolにより十分な鎮静を得られたうえでH波を導出することができた。サルを用いたH波計測の際に有用な方法となる可能性がある。

【倫理的配慮、説明と同意】

実験に際しては国立研究開発法人産業技術総合研究所における動物実験委員会の承認を受け、実験動物のケアに関するNIHおよびARRIVEガイドラインに従った。静脈注射の際に、痛みの軽減を目的にKetamineによる前処置を行い、痛みを最小限にした。麻酔中は、パルスオキシメーターを用いて身体状況の変化を確認しながら実験を行い、異常所見が見られた場合は直ちに実験を終了した。実験によるストレス軽減のために、実験日は最低でも1日以上の間隔を空けて実施した。

交通外傷後の遷延性意識障害の重症度ならびに意識障害改善度と拡散テンソルtractography所見との関連性

阿部 浩明¹⁾・長嶺 義秀²⁾・村石 健治²⁾・関 慎太郎^{1,2)}
下地 啓五³⁾

1) 一般財団法人広南会 広南病院東北療護センター

2) 一般財団法人広南会 広南病院東北療護センター

3) 東京都健康長寿医療センター

Key word / 遷延性意識障害、拡散テンソル画像、脳画像

【はじめに】

交通外傷後の遷延性意識障害 (PVS) の背景として広範なびまん性軸索損傷 (DAI) が関与していることが報告されている。拡散テンソル画像 (DTI) を用いたtractography (DTT) は視認性に優れ、神経白質線維の評価においても有益な画像解析法であり、DAIの程度を定量的に把握できるとされている。

本研究の目的はPVS例の白質線維の損傷程度をDTTにて評価するにあたり、どのような神経線維束を評価対象とすべきかをPVSの重症度と改善度との関連性から検証することである。

【方法】

入院時にDTI撮像がなされ、明らかなartifactが確認されなかったPVS14例 (平均年齢は47.9±22.3歳) を対象とした。コントロール (C) 群として健常対象者11名 (平均年齢は41.1±10.8歳) にも同条件で同様の撮像を行った。

PVSの重症度の評価には広南スコア (KS) を用い、入院時とその1年後に評価した。KSは最重症の場合に70点となるスコアで、70~55点の場合にはPVS、54~25点の場合には最小意識状態、24点以下でPVSからの脱却と判定される。

入院時に撮像されたDTIデータはOxford Centre for Functional Magnetic Resonance Imaging of Brain Software Libraryを使用し、渦電流歪補正を行い、fractional anisotropy map (FA画像) を構築して解析した。

DTTにて描出すべき神経線維束を検討するため、tract-based spatial statisticalを用い、PVS群とC群の全脳FA値を比較し、有意なFA低下を示す領域を探索したところ、当該領域が非常に広い範囲にわたって存在することが確認されたため、全脳的に評価可能となる指標を検討し、1) 左右の極めて広い範囲を連絡する交連線維である脳梁のDTTの描出、2) 脳幹の中脳をROI設定する広範な投射線維のDTTの描出、そして、3) 脳領域全てをROI設定して全脳的DTTを描出するという、3つの方法にて解析することとした。描出されたDTTのトラクト数、トラクトボリューム、平均FA値を求めて、入院時・1年後のKSおよびKSの改善度との関連性を調査した。

【結果】

対象者の入院時のKSは44.9±21.6であり、1年後のKSは11名の患者にて評価され、32.3±23.5であった。よって、KSの改善度は8.9±7.9であった。

入院時・1年後のKSともに相関がみられたDTTパラメーターは存在しなかったが、KSの改善度には脳梁DTTの平均FA値 ($r=0.768$, $p=0.0006$) 及び、全脳DTTの平均FA値 ($r=0.731$, $p=0.011$) がそれぞれ有意な相関を示した。なお、この2つの平均FA値には強い相関 ($r=0.840$, $p=0.005$) がみられた。

【考察】

脳梁および全脳のDTTの平均FA値がKSの改善度と相関した。そして、両指標は強く相関したため同様の指標として捉えられる可能性がある。

全脳を対象とした場合、コンピュータが処理する情報も膨大となり、処理時間も長くなる。これらの視点からも脳梁を解析対象として評価することは有益かもしれない。

【結論】

PVSからの改善を予測する上で脳梁のDTTを描きその平均FA値を評価することは有益である可能性がある。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は研究代表者所属施設の倫理審査委員会の承認を得て実施し、対象となった健常例本人に研究の趣旨を説明し、書面による同意を得て実施した。また、同意の取得が難しい遷延性意識障害例においては、その家族に研究の趣旨を説明し、書面による同意を得て実施した。

深層学習による入院時脳MRI画像を用いた脳梗塞患者の歩行自立可否の予測

仲 桂吾¹⁾・川嶋 浩己¹⁾・水沢 岳人¹⁾・熊倉 貴大¹⁾
山口 雄士¹⁾・川村 悠太¹⁾・白石 哲也²⁾

1) 埼玉石心会病院 リハビリテーション部
2) 埼玉石心会病院 リハビリテーション科

Key word / 深層学習、予後予測、歩行

【はじめに】

深層学習 (Deep Learnig: 以下DL) を用いた人工知能アルゴリズムの中で、畳み込みニューラルネットワーク (Convolutional Neural Network: 以下CNN) は、非常に高い画像識別能力を持っており、医療画像診断分野への応用が期待されている。しかしリハビリテーション領域におけるDLの応用研究は、ほとんどなされていない。脳卒中患者における脳画像からは運動機能障害の重症度や予後予測が可能であることが報告されている。本研究ではCNNを用いて、入院時頭部MRI画像から急性期病棟退棟時の歩行自立可否の予測を行うことが可能かどうかを検討した。

【方法】

対象は2017年11月1日から2019年4月30日までに当院に入院した急性期脳梗塞患者であり、頭部MRI撮影を行った539例のうち、テント下梗塞例および、発症前modified Rankin Scale (mRS) 2~5を除いた297例 (平均年齢74.1歳, 男性68.3%, 平均在院日数19.1日) とした。歩行自立の分類はFunctional Ambulation Category (FAC) を用い、0~3を歩行非自立群、4~5を歩行自立群とした。頭部MRI画像の加工にはAdobe Photoshop CC 2019を使用し、オリジナル画像の頭蓋周辺の背景をトリミングした。加工画像から8スライスを抽出し、GIMPver2.10.10を使用し、マルチスライス画像を作成した。これらの画像をリサイズし、75%を学習用データに、25%を評価用データに振り分けてデータセットを作成した。データセットの作成、ニューラルネットワークの構築、そして学習・評価には、深層学習プログラム生成統合開発環境であるNeural Network Console (Windows版) ver.1.4.0を使用した。

【結果】

解析には3層の畳み込み層/プーリング層を有するCNNを用いた。1層目、2層目の活性化関数はLeakyReLU、3層目はtanh関数を用い、3層目の畳み込み層にはDepthwise Convolutionを用いた。出力層にはsigmoid関数を用いて2値分類を行った。オプティマイザーはAdamを用い、パラメータはLearning Rate $\alpha=0.001$, $\beta_1=0.9$, $\beta_2=0.999$, $\epsilon=1e-08$ とした。認識率は歩行非自立が0.7586, 歩行自立が0.8695であり、全体の認識率は0.8266であった。

【考察】

入院時頭部MRI画像を用いて、退院時歩行自立可否を8割程度予測することが可能であった。このことは入院時頭部MRI画像から退院時歩行自立の可否について、DLが一定の画像特徴量を抽出している可能性を示唆している。歩行自立群では高い認識率が得られた一方で、非自立群は比較的低い認識率となった。このことは歩行非自立群に入院後の脳梗塞拡大例や脳梗塞増悪例が含まれていることや、入院後の合併症により歩行自立に至らなかった例が存在したため、入院時頭部MRI画像のみでは情報が不十分であった可能性がある。

【結論】

本研究の結果より、深層学習を用いた画像認識が歩行自立可否においても有用であることが示唆された。しかし実際の臨床現場では画像以外の種々の要因が複雑に関与しており、総合的な判断が求められる。今後は分類の基準となった画像特徴量を可視化する予定である。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言および臨床研究に関する倫理指針を遵守して実施した。当院の画像データを安全な個人情報管理のもとで使用するために、個人を特定できる情報を除いたデータの管理、選定を行った。

40mWの多チャンネルレーザー照射が知覚閾値と痛覚閾値に与える影響の検討

松本 昌尚¹⁾・布袋屋 浩^{2,3)}・竹内 伸行^{1,4)}

1) 本庄総合病院 リハビリテーション科
2) 日本大学 スポーツ科学部 3) 本庄総合病院 整形外科
4) 高崎健康福祉大学 保健医療学部

Key word / 痛覚閾値、知覚閾値、半導体レーザー

【はじめに】

現在、低出力レーザー治療器は、疼痛緩和を目的として、リハビリテーション領域で広く使用されている。また、レーザー照射は求心性の活動を抑制し、さらに通常の神経活動への影響は小さく侵害受容神経活動が選択的に抑制されることが動物を用いた基礎研究の成果として報告されている (Tsuchiyaら, 1994, Satoら, 1994)。そこで本研究は、ヒトを対象とし、40mWの多チャンネルで照射可能な半導体レーザー治療器を用いて、レーザー照射が知覚閾値と痛覚閾値に与える影響を明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象は健康成人22名 (男性13名、女性9名、年齢 28.45 ± 7.1 歳) とし、前腕掌側部に対してレーザーを照射する照射群とダミー照射する対照群に無作為に割り付けた。レーザー照射は多チャンネルで照射可能な半導体レーザー治療器 (LASERNEEDLE社、波長803nm、照射プローブ5本) を用い、出力は40mW (対照群は0W) の連続照射、照射口径500 μ m、照射時間20分間とした。設置方法は、5本のプローブを前腕掌側部 (肘窩中央部と手関節中央を結ぶ midpoint の内側1cm) に円を描く様に設置し、プローブが照射部位に対して、垂直に当たるように固定した。知覚閾値と痛覚閾値の測定は知覚痛覚定量分析装置 (PainVision PS-2100、ニプロ製) を用いた。知覚痛覚定量分析装置により、電流を漸増させた際の最小感知電流値を電流知覚閾値、痛みを自覚した最小電流値 (最小痛み電流値) を電流痛覚閾値と定義し、測定した。各閾値の測定はレーザー照射同様に、前腕掌側の同一部に実施した。解析は両群の照射前後の最小感知電流値と最小痛み電流値の変化率を求め、対応のないt検定を用いて群間差を検討した。有意水準は5%とした。

【結果】

最小感知電流値は照射前後の変化率に統計学的有意差を認めなかった。最小痛み電流値は、照射前と比較して、照射後に有意な高値を認めた ($p < 0.05$)。

【考察】

最小感知電流値は照射前後で統計学的な有意差を認めなかったことから、知覚閾値に影響を与えないことが示唆された。また、最小痛み電流値は照射前後の変化率に有意な高値を認めたことから、今回のレーザー照射における照射条件では、知覚閾値に影響を与えず、痛覚閾値のみに効果が得られたと推測される。このことにより、レーザー照射は、通常の神経活動への影響は小さく、侵害受容神経活動が選択的に抑制するとの先行研究を支持する結果であると考えられた。

【結論】

ヒトを対象とした40mWの多チャンネルレーザー照射でも動物を用いた先行研究同様、通常の神経活動への影響は認められず、侵害受容神経活動が選択的に抑制されることが示唆された。今後は、実際に疼痛を有する対象に対して、レーザー照射の効果検証を継続していくことが有用であると考えられた。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、本庄総合病院倫理委員会の承認 (承認番号2019.0222) を得て、また全対象者に本研究の目的、方法を説明し、書面で同意を得て実施した。また、研究への参加は、対象の自由意思に基づくものとし、一旦同意したとしても、いつでもその同意を撤回できることを説明した。

経皮的炭酸ガス吸収療法がヒト骨格筋および関節可動域に及ぼす影響

李 昌欣¹⁾・脇本 祥夫¹⁾・井上 翔太¹⁾・畠山 隼平¹⁾
 椿 俊哉¹⁾・脇川 大誠¹⁾・酒井 良忠³⁾・秋末 敏宏²⁾
 森山 英樹²⁾

1) 神戸大学大学院 保健学研究科
 2) 神戸大学 生命・医学系保健学域
 3) 神戸大学大学院 医学研究科

Key word / CO₂療法、関節可動域、筋硬度

【はじめに】

経皮的炭酸ガス吸収（以下、CO₂）療法は、組織に局所的な酸素乖離を含むBohr効果を生じさせ、筋損傷や骨折の治癒促進、腫瘍の縮小などの多くの疾患の治療に有効であることが示されている。私たちは、これまでに中枢性麻痺後と関節固定後のラット関節拘縮モデルを用いて、CO₂療法が関節可動域制限と関節拘縮の原因となる筋と関節の変性を改善することを明らかにした。しかし、CO₂療法がヒトの筋や関節可動域に及ぼす影響は明らかにしていない。そこで、本研究では、健康成人男性を対象に、CO₂療法が骨格筋の形態、機能、血行動態の経時的変化、関節可動域に及ぼす影響について検討した。

【方法】

健康男子大学生20名（21.95 ± 1.29歳）を、CO₂療法を1日に20分間施行する群（20分群）と、1日に40分間施行する群（40分群）に均等かつ無作為に分け、右下肢に毎日2週間介入を行った。介入を行っていない左下肢を対照群とした。介入開始前、初回介入後、介入開始7日目、介入開始14日目に膝関節伸展位での股関節屈曲可動域を測定した。また、半腱様筋の筋腹及び筋腱移行部の筋硬度を測定した。加えて、半腱様筋筋腹部の深部温度及び深部感覚を測定した。さらに、超音波診断装置を用いて、半腱様筋の血流速度を評価した。統計学的解析には二元配置分散分析を使用し、有意差が認められた場合、群間比較のためにTukey HSD検定で多重比較を行った。統計学的有意水準は5%とした。

【結果】

股関節屈曲可動域は20分群（介入開始7日目と14日目）、40分群（14日目）において、介入開始前のそれぞれの群と比べて股関節屈曲可動域が有意に増大した。さらに、20分群（14日目）の股関節屈曲角度は同時点の対照群と比較して、有意に股関節屈曲可動域が増大した。半腱様筋の筋硬度は40分群（14日目）において、介入前と比較して、有意に低下した。深部温度、深部感覚、および血流速度はCO₂療法により、有意な変化は認められなかった。

【考察】

本研究結果より、毎日20分もしくは40分間のCO₂療法により、股関節屈曲可動域が増大することが明らかになった。また、40分群においては、半腱様筋の筋硬度の低下が認められ、その結果として、股関節屈曲可動域の改善に至ったと考えられる。CO₂療法は、ラットの骨格筋において、血流量の増加や血管新生を促進することが知られている。血流速度の増加は、筋硬度を低下させるとされているが、本研究においては、CO₂療法は筋の血流速度に影響を与えなかった。これは、今回の対象者が健康者であったため、もともと十分な血流速度や柔らかい筋を有していたことで、CO₂療法による効果が小さかった可能性が考えられる。したがって、今後は関節可動域制限を有する患者を対象とした検証が必要であると考える。

【結論】

CO₂療法がヒト骨格筋の筋硬度を低下させ、関節可動域を増大させる可能性が示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、神戸大学大学院保健学研究科保健学倫理委員会の承認を得た（承認番号：732）。

電子聴診器とPythonを用いた足関節音の分析

松尾 慎¹⁾・益田 紫帆²⁾

1) 宝塚医療大学 保健医療学部 理学療法学科
 2) 西宮渡辺病院

Key word / 関節音、電子聴診器、Python

【はじめに】

生体の音に関して、近年は電子聴診器を用いることで生体内の音が聴取、録音できるようになった。関節音についてその研究は古く、顎関節、肩関節、膝関節についての報告は見られるが、その解析方法については様々で十分に研究が進んでいない。そこで今回、電子聴診器を用いて足関節を被験部位として、足関節周囲で関節音を聴取することが可能か、特徴的な関節音の採取、分析が可能であるかの2点についてPythonプログラミングを用い、解析を実施した。

【方法】

対象は足関節外傷などの既往の無い成人男女10名（男性6名、女性4名）の両側肢（計20肢）とした。関節音の採取には電子聴診器（electronic stethoscope Model4000）とチェストピース部には超音波用ジェルを用いた。採取部位は内果（Malleolus medialis : M.m.）直下と外果（Malleolus lateralis : M.l.）直下とした。実験環境は騒音を発する電子機器がない部屋で行った。関節音の採取は治療用ベッドに端座位となり足底が床面に接地しない状態とし、足関節中間位にするためブックスタンドをベッドの脚に固定し、その上に足底を載せ、開始肢位とした。被験者には開始肢位にて2秒静止（開始時雑音 : Start Noise : S.N.）、その後自動運動にて足関節の背屈を約2秒かけて実施してもらい（関節音 : Joint Sound : J.S.）、そのまま最大背屈位で2秒間静止（停止雑音End Noise : E.N.）させた。関節音の録音は4000Hzで行った。採取した音を音響フリーソフト（Sound Engine）でCSVデータに変換し、python（ver.3.65）を用いて自作したプログラムにて高速フーリエ変換（以下FFT）による周波数解析と音の違いについて分散分析を実施した。

【結果】

S.N.、J.S.、E.N.のいずれも聴取したすべての部位で40Hzにピーク値があり、その平均はS.N.が217.2（±96.8）、J.S.は302.0（±136.5）、E.N.は296.9（±161.2）であり、S.N.が低い傾向にあったが有意差は認められなかった。左右のM.m.、M.l.を部位別に比較した結果、いずれの部位も40Hzにピーク値が認められ、左M.l.は321.0（±93.6）、左M.m.は278.4（±153.4）、右M.l.は285.7（±141.9）、右M.m.は324.7（±139.6）であったが、特徴的なヘルツ数について有意差は認められなかった。

【考察】

結果より、S.N.、E.N.と背屈運動中のJ.S.について統計学的な有意差が認められなかったこと、外果、内果の部位による音の違いがみられなかったことは、聴取した部位がほぼ踵骨上であったこと、足関節中間位から背屈という可動性の少ない運動であったことなど、足関節の構造や運動学的特徴も影響していると考えられる。今後はより関節に近い部位での音の採取方法について検討を行っていきたい。

【結論】

明らかな関節音の違いや部位による音の違いについて、足関節音の特徴を明らかにすることはできなかったが、PTが生体内の状況を知るために音と独自のプログラミングを用い解析できる可能性は見出された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究の実施において、宝塚医療大学研究倫理委員会の承認を得て実施した（承認番号：1806282）。また被験者には研究の目的と方法について書面と口頭による説明を行い、同意を得て実施した。

口にくわえて振動させる器具を用いた運動時の頸部筋活動 頭頸部屈曲位保持の影響

石田 弘・末廣 忠延・渡辺 進

川崎医療福祉大学 リハビリテーション学科

Key word / 筋電図、安定化運動、頸部

【はじめに】

手に持って振動させる器具を用いた運動は腰部の安定化運動として有用であるが (Richardson et al. 2004)、口にくわえて振動させる器具の効果は不明である。頸部の安定に重要な頸部深層屈筋群は、頭頸部屈曲運動でトレーニングされることが多い。本研究では、口にくわえて振動させる器具を用いた運動時の頸部筋活動について、頭頸部屈曲位保持を併用した影響があるのか検討した。

【方法】

対象は神経筋疾患、整形外科的な頸部の既往がない健常男性20名 (平均年齢 20.8 ± 0.8 歳) とした。課題は、頸部を等尺性に保持し、口にくわえた器具を膝の屈伸で上下にしならせる運動を10秒間行うこととした。条件は、頭部の位置を意識しない場合 (無意識) と、10分の2ほどの自覚的強度で頭頸部屈曲位 (頭頸部屈曲位) を保持する場合の2つとした。側方からデジタルビデオカメラで運動開始時の姿勢を撮影し、画像処理ソフトで頭部傾斜角度と頸部傾斜角度を算出した ($^{\circ}$)。表面筋電計で、右胸鎖乳突筋とC4頸部伸筋群の運動時の筋電図を記録し、最大随意収縮 (Maximal voluntary contraction) で正規化した (%MVC)。主動作筋と拮抗筋の比率から同時収縮指数 (拮抗筋/主動作筋 $\times 100$) を算出した (%)。統計は、Wilcoxonの符号付き順位検定で2条件間の差を検討した ($p < 0.05$)。

【結果】

以下、無意識、頭頸部屈曲位という順番で中央値 (第一四分位数 - 第三四分位数) を示した。頭部傾斜角度は 39.3 ($32.1-42.4$) $^{\circ}$ 、 45.0 ($37.1-48.3$) $^{\circ}$ であり、頭頸部屈曲位で有意に前方への傾斜が強かった。頸部傾斜角度は 52.6 ($49.9-55.0$) $^{\circ}$ 、 50.9 ($48.1-57.1$) $^{\circ}$ であり、条件間での有意差はなかった。胸鎖乳突筋の%MVCは 5.9 ($2.2-11.1$) %、 7.0 ($3.1-12.8$) %、頸部伸筋群の%MVCは 11.8 ($6.9-20.2$) %、 15.3 ($7.7-20.4$) %であり、頭頸部屈曲位でどちらの筋も有意に筋活動量が高かった。同時収縮指数は 44.1 ($30.1-57.2$) %、 42.9 ($33.0-42.9$) %であり、条件間での有意差はなかった。

【考察】

頭部の重心は外耳孔の前上方に位置し (Vital et al. 1986)、頭部傾斜角度が増加することで頭部の重心は前方移動する。そのため、振動器具が上下に揺れた外乱による頭頸部屈伸モーメントは増加し、拮抗して頸部を保持するための周期的な筋活動が増加したと考える。主動作筋と拮抗筋の周期的な筋活動は脊柱の安定性を増すとされ (Morecide et al. 2007)、筋活動量が25%MVC未満であったことから、安定性を増すための運動であったといえる (Andersen et al. 2006)。

【結論】

口にくわえて振動させる器具を用いた運動時の頸部筋活動は、頭頸部屈曲位保持を併用することで増加し、頸部の安定化運動として有用である。

【倫理的配慮、説明と同意】

研究内容は、川崎医療福祉大学倫理委員会の承認を受けている (承認番号: 18-023)。研究は、被験者全員に対し十分な説明を行い、書面による同意を得てから行った。

対側杖の使用が立脚期の股関節間力インパルスに与える影響

稲井 卓真^{1,2,3)}・高林 知也¹⁾・江玉 睦明¹⁾・徳永 由太^{1,2)}
久保 雅義¹⁾

1) 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所

2) 新潟医療福祉大学大学院 博士後期課程

3) おぐま整形外科クリニック

Key word / 歩行、杖、股関節

【はじめに】

変形性股関節症は高齢女性に頻繁にみられる整形外科疾患であり、先行研究によれば関節に生じる反復的な力が関節軟骨の細胞死を助長すると報告されている (Lucchinetti et al., 2002)。数学的な見方をすれば“関節に生じる反復的な力”は力積であり、言わば“力”と“時間”の積である。すなわち、股関節間力インパルス (股関節間力波形を時間積分した値) が低減された動作を解明することが変形性股関節症の進行を遅延させるために重要だと考えられる。歩行中の股関節間力インパルスを低減させる手段の一つとして対側杖の使用が挙げられる。先行研究によれば歩行中の対側杖の使用が外的股関節内転モーメントや股関節内・外モーメントインパルスに与える影響は既に明らかにされているが、股関節間力インパルスに与える影響は明らかにされていない。この影響を明らかにすることにより、変形性股関節症の進行を遅延させるための基礎的知見を得ることができると考えられる。したがって、本研究の目的は、対側杖の使用が立脚期の股関節間力インパルスに与える影響を明らかにすることとした。

【方法】

対象は健常成人15名とした。課題動作は歩行とし、(1) 対側杖なし (2) 対側杖で体重の10%荷重 (3) 15%荷重 (4) 20%荷重の4条件を設定した。使用機器は三次元動作解析装置および床反力を使用した。ケイデンスと歩幅の変化 (すなわち歩行速度の変化) は股関節間力インパルスに影響を与える可能性があるため、各被験者ごとに4条件間で統一した。Carboneら (2015) が報告した筋パラメータを用いて3次元筋骨格モデルを作成し、Hill modelに基づき32筋を構築した。また、静的最適化手法を用いて筋張力を推定し、同側の股関節間力を計算した。その後、股関節間力インパルスを計算した。また、その他に立脚時間、歩行速度、ケイデンス、歩幅も計算した。多重比較検定 (Bonferroni法) を用いてこれらの変数を4条件間で比較した。有意水準は5%とした。

【結果】

立脚期の股関節間力インパルスは、対側杖の荷重量の増加とともに有意に減少した。股関節間力インパルスの平均値 (標準偏差) は対側杖なし、体重の10%荷重、15%荷重、20%荷重の順に 23.7 (2.3)、 20.4 (2.1)、 17.3 (1.9)、 14.1 (2.3) Ns/kgであった ($p < 0.001$)。また、立脚時間、歩行速度、ケイデンス、歩幅はすべての条件間で有意差はみられなかった。

【結論】

本研究の結果より、対側杖の使用は立脚期の股関節間力インパルスを低減させることが明らかとなり、さらに対側杖の荷重量の増加に伴って股関節間力インパルスがより減少することが明らかになった。本研究の知見は、杖の使用が歩行中の股関節の負荷を軽減させるツールとして有用である可能性を示し、変形性股関節症の進行を遅延させるための基礎的知見となる可能性がある。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、新潟医療福祉大学倫理委員会の承認が得られている (承認番号: 17920-171205)。すべての被験者に対して、事前に研究の目的、方法、研究への参加の任意性と同意撤回の自由、プライバシー保護について十分な説明を行い、書面にて研究参加への同意を得た。

APDF解析を用いたタイピング動作中の上肢筋活動負担の検討

伊藤 貴紀¹⁾・国分 貴徳²⁾・滋野 莉穂¹⁾・小林 章³⁾
金村 尚彦²⁾

1) 埼玉県立大学大学院 博士課程前期課程

2) 埼玉県立大学大学院

3) 埼玉県立大学大学院 博士後期課程

Key word / タイピング動作、APDF解析、筋負担

【はじめに】

Amplitude Probability Distribution Function (APDF) 解析は、筋電図を測定した全時間中に、ある出力(振幅)以下であった時間(出現時間)の総和の割合を、その出力における出現確率(P)として表す解析手法である。APDF解析では、Jonssonが示したP=0.1(静的活動レベル)、P=0.5(平均活動レベル)、P=0.9(最大活動レベル)における許容値を基に作業中の負担レベルについて判断できるため、低負荷作業の作業特性分析に好適であると言われている。本研究では、単語入力時のタイピング動作における作業強度を抽出し、筋負担について検討する。また、リストレストの有無による筋負担の違いについて比較する。

【方法】

対象は健康成人10名(男性5名、女性5名(20.2±0.4歳))、計測条件はリストレスト非使用/使用(以下、条件1/条件2)の2条件とした。計測課題はEnter・"saitamakenritudaigaku"・Enterの入力とし、各条件で10回繰り返した。解析区間はEnter入力間とし、解析対象はEnterの入力ミスのない5回とした。筋活動データは表面筋電計Delsysにて僧帽筋上部線維、三角筋前部線維、上腕二頭筋、上腕三頭筋、橈側手根伸筋、尺側手根屈筋、尺側手根伸筋(全て右)を計測した。統計方法にはPaired t-testを用いた(p<0.05)。

【結果】

P = 0.1の時、橈側手根伸筋(以下、条件1/条件2の順に記載:3.51%, 3.96%)は許容値(3%)より高く、その他の筋は3%未満であった。また、P = 0.5の時、橈側手根伸筋(10.47%, 12.09%)は許容値(10%)より高く、その他の筋は10%未満であった。さらに、P = 0.9の時、全ての被験筋において許容値(50%)より低値であった。

2条件間で筋負担について比較すると、P = 0.1の時、僧帽筋上部線維(0.99%, 0.68%, p=0.03)、尺側手根屈筋(0.75%, 0.66%, p=0.04)は有意に減少、尺側手根伸筋(1.47%, 1.98%, p=0.03)は有意に増加した。また、P = 0.5の時、僧帽筋上部線維(2.73%, 1.47%, p=0.01)は有意に減少、尺側手根伸筋(3.85%, 5.35%, p=0.04)は有意に増加した。さらに、P = 0.9の時、僧帽筋上部線維(7.0%, 3.32%, p=0.01)は有意に減少した。

【考察】

単語入力時のタイピング動作において、橈側手根伸筋の静的活動、平均活動は、Jonssonが示した許容値より高い値であったため、手関節の筋骨格障害の原因となり得る可能性を示唆した。また、リストレストの使用は、上肢の粗大筋の筋負担を大きく左右しないが、タイピング動作中の静的姿勢やキー入力様式を変化させ、僧帽筋上部線維の筋負担を軽減し、尺側手根伸筋の筋負担を増加させることが示された。

【結論】

本研究は、APDF解析によってタイピング動作における上肢筋負担の定量的なデータを示し、上肢筋骨格障害が生じ得る危険度を示すデータのひとつとして寄与した。また、リストレストの使用によるタイピング動作中の筋負担の著明な変化は認められず、一部の上肢筋に対してのみ筋負担を増加または減少させる可能性を示した。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は埼玉県立大学倫理審査委員会の承認(承認番号:29976)を得た後、被験者に対して事前に実験に関する説明を行い、同意書への署名を得て実施した。

起立第1相におけるコアスタビリティと身体機能の関係

下野 直也・福田 政輝・大坪 義昭・松岡 健

福岡県済生会 大牟田病院

Key word / 脊柱アライメント、起立動作、コアスタビリティ

【はじめに】

臨床において高齢者の起立の特徴として、重心移動が不十分であり臀部離床困難な方をよく目にする。起立に関する過去のレビューとして、芹田らは骨盤後傾位からの起立は、重心の前方移動距離が増大し、下肢関節の負担が増大すると報告しており、中島らは高齢者では若年者と比べ股関節モーメントが小さくなると報告している。つまり、殿部離床までの股関節屈曲の重要性を示しており、起立における第1相は腸腰筋(以下Ilio)、大殿筋(以下GM)の作用が重要である。またヒトが様々な状況に応じてダイナミックかつ協調的に運動するためには体幹の動的安定性が重要であり、コアスタビリティ機能の低下は、動作能力の低下をもたらす。起立に関して様々な報告がなされているが、起立第1相におけるコアスタビリティと下肢筋力、身体アライメントに関する報告は少ない。そこで今回、コアスタビリティとIlio筋力・GM筋力、円背指数が起立における重心前方移動距離にどのように影響を及ぼすか検討した。

【方法】

対象は体幹・下肢機能に問題のない健康者男性21名としたIlio・GM筋力測定には徒手筋力計(酒井医療、モービー)を使用し、各筋力測定肢位は徒手筋力テストに基づき実施した。利き足の5秒間最大等尺性収縮筋力を測定し、測定値を体重百分率(%)に換算した。重心前方移動距離は画像解析にて起立開始肢位から第1相における体幹最大前屈までの距離を測定した。身体重心点の算出には、久保らが報告した視覚的評価を用い、上半身重心、下半身重心をランドマークし、結んだ線分の中点を身体重心点とした。円背指数は安楽座位で測定し、自在曲線定規を用い、C7からL4棘突起までの弯曲をなぞり、紙上にトレースした。C7とL4を結ぶ直線をL、直線Lから弯曲の頂点までの距離をHとし、H/L×100として算出した。コアスタビリティの評価には、座位並進バランステストを採用した。ハンドヘルドダイナモメーター(アニマ社製 以下:HHD)を使用し、測定肢位は骨盤安楽肢位の端座位とした。坐骨結節上に剣状突起が位置するまで側方リーチを行い、その位置にて移動側肩上部からHHDを押し当て、姿勢を崩した際の数値を採用した。左右測定し、平均値を体重百分率(%)に換算して行った。統計処理にはSPSSを用い、それぞれの関係にはPearsonの相関係数を用い、有意水準は5%未満とした。

【結果】

GM筋力及びコアスタビリティと重心前方移動距離では中等度の負の相関(p<0.05)。円背指数と重心前方移動距離で中等度の正の相関(p<0.05)。Ilio筋力と各項目では相関は見られなかった。

【考察】

起立における第1相では、IlioよりもGMの重要性を示唆する結果となった。さらにコアスタビリティ及び脊柱アライメント評価・治療の重要性を示す結果となった。

【結論】

今回、起立第1相におけるコアスタビリティと下肢筋力、脊柱アライメントに関して検討した。起立能力の改善には下肢筋力のみではなく、姿勢アライメント及びコアスタビリティの評価・運動療法が必要であると考えられる。

【倫理的配慮、説明と同意】

福岡県済生会大牟田病院の倫理委員会の承諾を得た上でヘルシンキ宣言に基づき、全ての被験者には動作を口頭で説明するとともに実演、同意を得たのち検証を行った。

内側広筋斜頭の膝伸展単収縮トルク発生貢献度に関する検討

谷埜 予士次・吉田 隆紀・山崎 航・福本 悠樹・中尾 哲也
鈴木 俊明

関西医療大学 臨床理学療法学教室

Key word / 単収縮、内側広筋、膝関節トルク

【はじめに】

内側広筋斜頭 (vastus medialis obliquus : VMO) は膝蓋骨を内側方に安定させる結果、膝伸展トルクを効率よく発揮することに関与すると考えられているが、実際にどの程度貢献しているかは明らかにされていない。本研究では電気刺激 (electrical muscle stimulation : EMS) を用いてVMOを選択的に疲労させ、その前後で大腿神経刺激によって記録される膝伸展単収縮トルク (twitch torque : TT) からVMOの膝伸展トルク発生貢献度について検討した。

【方法】

本研究の対象は膝関節疾患の既往症を認めない健康男性16名 (平均年齢 : 20.7±0.6歳) とした。

TTはBiodex System 3 (Biodex Medical Systems Inc.) を用いて膝関節90°と30°屈曲位で記録した。TTの誘発には筋電計Viking Quest (Natus Neurology Inc.) の電気刺激装置を用い、単径靭帯下で大腿神経を最大上刺激強度にて刺激した。VMOへのEMSにはIntelect Mobile Stim (chattanooga) を用い、膝関節60°屈曲位にて実施した。その際には直径32mmの刺激電極を使用し、膝蓋骨底内側に付着するVMOの筋線維走行に沿って貼付した後、双極通電を行った。刺激条件として、0.2msの矩形波を30Hzで、対象者が痛みに無理なく耐えられる範囲の強度 (NRS 7~8) で20分間通電した。なお、刺激強度は5分ごとに調整した。そして、EMS前後での各角度におけるTTの変化および角度間での減少率の比較には、対応のあるt-testを用いて統計学的に検討した。

【結果】

90°および30°屈曲位でのTTはいずれもVMOへのEMS後に有意に低下したが ($p < 0.001$)、TT減少率については有意な差を認めなかった ($90^\circ : 8.4 \pm 7.7\%$ vs $30^\circ : 9.9 \pm 8.2\%$; $p = 0.49$)。

【考察】

本研究における誘発トルクは中枢性要因を制限した条件での膝伸展機能について検討することができる。膝関節90°と比較して30°屈曲位では、大腿骨からの骨性支持や大腿四頭筋および膝蓋腱の緊張低下からも膝蓋骨の安定化が低下するため、VMOへの疲労課題後には30°屈曲位でのTT減少率が高くなると予想していた。本結果については、健康膝の骨性および軟部組織の支持性が適切に機能している場合は、VMOの機能が低下したとしても末梢性起源である膝伸展トルクの発生には影響しないことが考えられた。今後は随意収縮により近づけた強縮の場面における検討を行うことが課題である。

【結論】

VMOの機能を末梢性要因からみた場合、健康膝ではいずれの関節角度においても膝伸展トルク発生貢献度には差がない可能性が示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は関西医療大学研究倫理審査委員会の承認を得て実施した (承認番号18-41)。対象者には研究の目的、方法および研究により生じる個人への不利益ならびに危険性とその対策、そして研究への参加の自由と棄権の権利について十分に説明し、書面にて同意を得た上で研究を実施した。また、本研究において開示すべき利益相反はない。

慢性足関節不安定症の有無が片脚着地からの切り返し動作時の足部機能に及ぼす影響

渡部 貴也¹⁾・高林 知也²⁾・久保 雅義²⁾

1) 新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究所

2) 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所

Key word / 片脚着地動作、慢性足関節不安定症、三次元動作解析

【はじめに】

慢性足関節不安定症 (Chronic Ankle Instability : CAI) は、足関節内反捻挫を反復することで慢性的に疼痛や不安定感などを生じる障害である。足関節内反捻挫の受傷機転として、着地動作における内反強制、ならびに方向転換動作が大多数を占めると報告されている。しかし、これまでの先行研究では、あらかじめどのような課題を行うかを被験者が認識している動作を行っており、受傷機転の不意な動作が考慮されていない。そこで本研究は、着地後に足部が不意に傾いた場面に着目し、CAIの有無が足部の運動とパフォーマンスの違いに及ぼす影響について明らかにすることとした。

【方法】

対象者は、足関節内反捻挫に関する質問調査である、Cumberland Ankle Instability Toolにより健康群とCAI群の2群に分類された。課題動作として被験者は20cm高の台上に右脚で立ち、床反力計上に設置した着地板へ着地してもらった。着地板は、左右に傾く場合と傾かない場合の3つのパターンで実施し、傾く順番はランダムとした。また、失敗した方向、回数を記録した。パフォーマンスタイム (右脚が着地板へ着地してから離れるまでの時間)、足関節内反角度、長腓骨筋反応時間、着地板が傾いた方向とは異なる方向へ飛んだ回数を解析項目とした。統計処理として各データに対して正規性の検定を行い、正規性のあるデータは対応のないt検定を、正規性のないデータはマン・ホイットニー検定を用いて2群間で比較検討した。なお、有意水準は5%とした。

【結果】

各施行のパフォーマンスタイムでは、2群間で有意な差が認められなかった ($p > 0.05$)。足関節内反角度に関して、着地動作から右方向への切り返し動作時に健康群と比較し、ピーク値 (約90°地点) にCAI群の足関節内反角度が有意に大きかった ($p < 0.05$)。長腓骨筋反応時間に関しては、着地動作から左右方向への切り返し動作において、CAI群に有意な遅延が認められた ($p < 0.05$)。着地板が傾いた方向とは異なる方向へ飛んだ回数では、右方向に着地板が傾いた際にミスした回数でCAI群に有意な増加が認められた ($p < 0.05$)。

【考察】

片脚着地からの切り返し動作では、CAI群は健康群と同じパフォーマンスを続けることが可能であることが示唆された。しかし、CAI群は足関節内反角度が増大し、切り返し動作のミスの回数が多かった。そのため、短い時間で判断を要求される今回のような動的課題では、実際の足部の傾きを正確に感知できないまま課題を遂行していることが明らかになった。

【結論】

本研究より、CAI群は遂行すべき課題と、意図する動作の不一致が生じており、この不一致が足関節内反捻挫の再損傷の発生原因の1つになることが示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言の趣旨に則り、かつ我々の所属する機関の倫理委員会の承認を得て実施した。また、対象者には、書面および口頭にて実験内容に関する説明を十分に実施し、実験参加の同意を得た上で実施した。

足圧からみた健常若年者のスマホ歩行の特徴

近藤 諒平¹⁾・岡田 恭司²⁾・若狭 正彦²⁾・齊藤 明²⁾・木元 稔²⁾1) 中通リハビリテーション病院 リハビリテーション部
2) 秋田大学大学院 医学系研究科 保健学専攻 理学療法学講座

Key word / 荷重圧比、足圧中心軌跡、歩きスマホ

【はじめに】

近年、スマートフォン（以下スマホ）利用の増加に伴い、歩きスマホによる転倒が増加し社会問題となっている。一方で、リハビリテーションの分野では歩きスマホが二重課題（以下DT）の一つとして注目されており、これまで認知的負荷の増大、周辺視野の減少、頭部の固定などがスマホ歩行に影響を与えることが分かっている。また、歩行時の足圧評価は転倒予防に重要であり、歩きスマホ時の足圧変化を明らかにすることは、日常場面での注意喚起につながる。また、スマホ利用のDTの評価にも活用できると思われる。そこで、本研究の目的は健常若年者の歩きスマホ時の足圧変化の特徴を明らかにすることである。

【方法】

本研究に同意と協力が得られた健常若年者30名（年齢 29.3 ± 6.4 、BMI $22.4 \pm 2.0 \text{ kg/m}^2$ ）を対象とした。測定項目は、インソール型足圧分布計測システム（F-scan II, ニッタ社）と3軸加速度計付き歩行分析計（MG-M1110, LSIメディエンス）を装着した状態で、10m歩行を①スマホ無しの快適歩行②スマホ画面注視下での歩行③SNS実施下での歩行④認知アプリ（Stroop Test J Lite, WelfApp）実施下での歩行の4条件で実施した。歩行パラメータとして歩行速度と歩幅、足圧評価として%Long（歩行時の足長に対するCOPの最大前後径）、各%PPF（歩行時の踵、足底中央、中足骨、母趾、他2～4趾の5領域の荷重圧比）を測定した。各測定項目における4条件の比較にはTukey法を用い有意水準は5%とした。

【結果】

歩行パラメータは快適歩行と比較しSNSと認知アプリで歩行速度（ $1.26 \pm 0.1 \text{ vs } 0.99 \pm 0.2, \text{ vs } 0.97 \pm 0.2 \text{ m/s}$ 、共に $P < 0.001$ ）と歩幅（ $65.3 \pm 5.7 \text{ vs } 55.6 \pm 8.0, \text{ vs } 53.8 \pm 7.8 \text{ cm}$ 、共に $P < 0.001$ ）が有意に低値であった。また、画面注視（ $1.20 \pm 0.1 \text{ m/s}$ 、 $62.9 \pm 5.9 \text{ cm}$ ）と比較した際も同様にSNSと認知課題の歩行速度と歩幅は有意に低値であった（すべて $P < 0.001$ ）。足圧評価では、快適歩行と比較し認知アプリで%Long（ $79.2 \pm 7.0 \text{ vs } 72.9 \pm 7.0\%$ 、 $P = 0.034$ ）が有意に短縮、踵の%PPF（ $32.0 \pm 6.8 \text{ vs } 26.3 \pm 6.4\%$ 、 $P = 0.046$ ）が有意に減少し、中足骨の%PPF（ $47.6 \pm 7.0\% \text{ vs } 53.6 \pm 7.0\%$ 、 $P = 0.034$ ）が有意に増加していた。

【考察】

今回の結果から、本研究の歩きスマホにはスマホ課題による認知的負荷の増大が関与していると考えられる。また、健常若年者の場合、DT歩行では歩行の安定を優先すると言われており、認知アプリを用いた歩きスマホでは認知的負荷の増大に伴う足底からの感覚入力減少を補うために、中足骨の%PPFが増加し踵の%PPFが減少したことで%Longが短縮したと考えられる。しかし、この%Longの短縮は転倒リスクに関与しているため、健常若年者においても歩きスマホは転倒リスクが高いと考えられる。

【結論】

健常若年者の歩きスマホでも転倒リスクが高く日常場面で注意する必要がある。また、認知アプリを用いた歩きスマホは、臨床場面での簡便な足圧トレーニングの一つとなり得ることが示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言を遵守し、被験者に文書を用いて口頭で説明を行い、同意が得られた方のみを対象とした。

健常成人女性のFunctional Reach Testにおける運動パターンと運動力学の解析

佐藤 義尚^{1,3)}・山田 拓実²⁾・島村 亮太^{1,3)}・大見 武弘^{3,4)}
廣澤 全紀^{1,3)}・山内 智之^{3,5)}・加藤 淳平⁶⁾1) 東京都リハビリテーション病院 2) 首都大学東京
3) 首都大学東京 人間健康科学研究科
4) 東京医科歯科大学 スポーツ医学診療センター
5) 駿河台日本大学病院 理学療法室 6) 台東区立台東病院

Key word / 運動パターン、運動力学、Functional Reach Test

【はじめに】

Functional Reach Test（以下FRT）は、簡便なバランスの評価指標である。先行研究では、Center of Pressure（以下COP）移動距離とリーチ距離の相関は高いという報告と、低いという報告が存在する。この不一致の一因に運動パターンの違いが考えられ、Warquier-Leroyらは、骨盤の移動方向により2群に分け、2群でCOP移動距離や関節運動が異なることを報告した。しかし、先行研究において、運動パターンと足趾・足部を含め身体の運動力学について検討はされていない。そのため、本研究は、FRT時の運動パターンと足部・足趾を含めた身体の運動学・力学について検討することを目的とした。

【方法】

対象は、健常成人女性12名（年齢 24 ± 1.7 歳）とした。測定は、三次元動作解析装置VICON NEXUS（赤外線カメラ12台、マーカー63個）、床反力計4枚を使用した。足趾の力学解析のため、床反力計を踏み分けた立位でFRTは測定した。関節運動はVICON NEXUSで算出、関節モーメントはSoftware for Interactive Musculoskeletal Modelingで算出した。

統計解析は、最大リーチ時の足部に対する骨盤の移動方向によって2群に分け（前方群/後方群）、最大リーチ時、75%時、25%時のリーチ距離、胸郭・骨盤の移動距離、関節運動、モーメントに対し、独立したサンプルのt検定を行なった。統計処理にはIBM SPSS statics Ver.25を使用し、有意水準は5%とした。

【結果】

最大リーチ時の骨盤移動は、前方5名、後方7名であった。最大リーチ時の2群の比較では（前方群/後方群）、関節角度は、股関節屈曲： $16.1 \pm 32.8/32.8 \pm 9.3$ 度、足関節底屈： $3.7 \pm 3.5/7.8 \pm 2.6$ 度、モーメントは、股関節伸張： $0.54 \pm 0.08/0.69 \pm 0.12 \text{ Nm/kg}$ 、腰椎伸張： $0.76 \pm 0.09/0.94 \pm 0.11 \text{ Nm/kg}$ 、胸郭移動距離、および、75%時の骨盤移動距離に有意差を認めた。また、25%時の骨盤移動距離は、後方群で小さい有意傾向を認めた。

【考察】

後方群は、より足関節底屈、股関節屈曲し、体幹を前傾させるため、より股関節や腰椎の伸張モーメントが大きかったと考えた。また、リーチ距離とCOP移動距離は相関を認めると言われ、リーチ距離に有意差のなかった本研究では、足趾や足関節のモーメントにも有意差はなかったと考えた。また、骨盤移動距離は、75%、25%時に有意差や有意傾向を認め、運動パターンは、早期から異なる可能性が示唆された。

【結論】

健常成人女性においてFRT時の運動パターンは異なり、それにより、足・股関節の関節運動および、股関節、腰椎の運動力学に違いが生じた。また、FRT時の運動パターンは、早期から異なる可能性が示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言に則った研究であり、研究開始に当たって、首都大学東京荒川キャンパス研究安全倫理委員会の承認を得た（承認番号18080）。また、被験者に研究内容、目的について十分な説明をおこない、書面にて同意を得た後に実施した。

僅かな脚長差が歩行に及ぼす影響 - 骨盤・下肢に着目して -

今福 健太郎¹⁾・富士川 雄也²⁾・塚越 累³⁾

- 1) 順心リハビリテーション病院 リハビリテーション部
2) 信原病院 リハビリテーション部
3) 兵庫医療大学 リハビリテーション学部 理学療法学科

Key word / 下肢関節角度、骨盤傾斜角度、脚長差歩行

【はじめに】

脚長差とは左右の脚長に差が認められる状態を指し、2 cm未満の脚長差であれば運動学的変化は僅かであると報告されている。しかし、脚長差が5 mmや1 cm程度であっても歩行時に強い違和感を訴える症例は少なくない。さらに、脚長差を有する患者では高頻度で腰痛を認めると報告されている (Defrin 2005)。これらの発生要因として、僅かな脚長差であっても体幹や骨盤、下肢の関節運動に変化が生じている可能性が挙げられる。しかし現在まで僅かな脚長差が体幹・骨盤および下肢の運動へ与える影響を調べた報告は見当たらない。本研究は健常者を対象として脚長差歩行時の体幹・骨盤・下肢の関節運動を明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象は健常成人22名 (男性14名・年齢 21.0 ± 1.6 歳・身長 167.7 ± 7.7 cm・体重 58.0 ± 8.2 kg) とし、右下肢に0.75cm (short)、1.5cm (long) の脚長差を設けた条件および、脚長差のない通常条件での歩行 (normal) の動作分析を行った。脚長差の設定は足底板 (ウレタン系EVAゴム使用) を右足底に貼付し、測定・分析対象は右脚とした。動作分析には三次元動作解析装置 (Vicon社製) および床反力計 (AMTI社製) を使用し、plug in gait full bodyのマーカセットに準じて対象者の全身35か所に反射マーカを貼付した。試行回数は各5回とし、解析項目は各条件の歩行における基本歩行パラメーター、体幹側屈角度、骨盤挙上角度、下肢関節角度および関節モーメントとした。統計学的分析では、反復測定一元配置分散分析と事後検定を使用し各条件間で比較し有意水準は5%とした。

【結果】

歩行速度・ケイデンスは各条件間で有意差は認めなかった。遊脚期は両脚長差条件ともに、右股関節最大屈曲角度、右膝関節最大屈曲角度が有意に増加し、右足関節最大底屈角度が有意に減少した。また、遊脚期の右骨盤最大下制角度はnormalやshortと比較して、longで有意な減少を示した。関節モーメントは3条件間に有意差は認められなかった。

【考察】

遊脚期における右股関節最大屈曲角度、右膝関節最大屈曲角度はnormalと比較して、short、longともに有意に増加したが、右骨盤最大下制角度はlongでのみ有意に減少した。このことから、0.75cmまでの脚長差では股関節と膝関節の屈曲角度の増加によりtoe clearanceを確保できるが、1.5cmの脚長差であれば下肢運動に加え骨盤による代償を必要とすることが明らかとなった。これらのように、1 cm未満の僅かな脚長差であっても股・膝関節の運動域が増加し、歩行効率の悪化が懸念される。さらに1.5cm以上の脚長差では、腰椎の代償的運動が出現し、腰痛を誘発する要因の一つとなる可能性が考えられた。

【結論】

0.75cmの脚長差歩行では股・膝関節屈曲角度増加によりtoe clearanceを確保しており、1.5cmの脚長差歩行ではさらに骨盤傾斜角度を変化させてtoe clearanceを確保していることが示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は兵庫医療大学倫理審査委員会の承認を得て実施した。対象者に対して文書に基づき研究内容を説明し、同意後の撤回や不参加によって不利益を受けないことを説明し自由意思による同意を得た。

着座動作における膝関節圧迫力と筋張力発生パターンの解明

滋野 莉穂¹⁾・国分 貴徳¹⁾・小林 章¹⁾・伊藤 貴紀¹⁾
喜多 俊介¹⁾・埜 大樹¹⁾・金村 尚彦¹⁾

- 1) 埼玉県立大学 保険医療福祉学研究所 リハビリテーション学専修 博士前期課程
2) IMSグループ 医療法人財団 明理会 春日部中央総合病院

Key word / 関節圧迫力、二関節筋の作用、着座動作

【はじめに】

過剰な膝関節圧迫力は、変形性膝関節症 (以下、膝OA) の発症・進行に関わる重要な因子である。着座・立ち上がり動作は、大きな関節モーメントが要求され、膝関節圧迫力も大きいことが予想される。運動学や筋活動の面では両者は逆位相であるが、COMの制御戦略は異なるとされ、運動力学的制御も異なると考えられる。着座動作の膝関節圧迫力と筋張力の発生パターンの理解は、着座動作の力学的特性解明の一助となり、膝OAへの予防・治療介入の科学的根拠を提供し得る。

【方法】

被験者は健常成人5名とした。3次元動作解析装置、床反力計を用いて台からの着座・立ち上がり動作の計測を行った。解析区間は離殿 (または着殿) からCOMの座標が立位の99%の高さになるまでとし、COMの加速度によって、加速相と減速相に相分けした。シミュレーションソフトOpenSimを用いて逆動力学筋骨格シミュレーションを行い、筋張力と膝関節圧迫力を算出し、その最大値とピークタイミングを動作間で比較した。統計解析は対応のあるT検定を用いた。

【結果】

膝関節圧迫力の最大値と積分値は、着座動作よりも立ち上がり動作で有意に大きかった ($p < 0.05$)。最大値は着座動作では 2.54 ± 0.12 Nm/BW、立ち上がり動作では 2.79 ± 0.17 Nm/BWであり、いずれも体重の2倍以上の値を示した。波形は、着座動作で単調増加する直線型、立ち上がり動作では加速相中盤をピークとする単峰性であった。着座動作中の膝関節角度・股関節角度は減速相で最大値となった。同じく、単関節筋である大腿広筋群・大殿筋の筋張力も減速相で最大値であった。一方、二関節筋である大腿直筋の筋張力は加速相でピークを迎えた。

【考察】

着座動作における膝関節圧迫力は立ち上がり動作と比較し小さいが、体重の2.5倍と大きな値を示した。着座動作における膝関節圧迫力の検討の有用性が示されたと考える。

着座動作における膝関節圧迫力、膝関節・股関節屈曲角度は減速相で最大となった。また、単関節筋は関節角度に依存して筋張力を発生させるとされ、大腿広筋群・大殿筋の筋張力も減速相で最大となった。一方、二関節筋である大腿直筋は加速相で最大値となった。立ち上がり動作において二関節筋は発生した外力に応じてモーメントを発生させるとされ、外力の制約を受けずに近位筋の動員を可能にする。着座動作では、外力と関節運動の方向が同方向であり、大腿直筋による外力制御の受容が小さかったと推察する。よって、着座動作における膝関節圧迫力を考慮する際、関節角度を検討することの重要性が示唆されたと考える。

【結論】

着座動作における膝関節の圧迫力は、最大で体重の2.5倍と大きな値を示した。圧迫力が最大となるタイミングは着座動作と立ち上がり動作で異なり、力学的側面の違いが示唆された。着座動作では、外力と関節運動の方向が同方向であることから、単関節筋と比較して二関節筋の張力の受容が少ない可能性を示した。

【倫理的配慮、説明と同意】

実験は、埼玉県立大学倫理委員会の承認を得て行った (承認番号: 29977)。被験者に対し、ヘルシンキ宣言に基づいてインフォームド・コンセントを実施した。

歩行中の外挿体重心における安定性の定量的評価と歩幅との関係について - 安定した歩行は先行する外挿体重心 (XcoM) に対して支持基底面が形成される -

佐分 宏基¹⁾・植木 努²⁾・曾田 直樹²⁾

1) 医療法人社団 誠広会 平野総合病院

2) 平成医療短期大学 リハビリテーション学科 理学療法専攻

Key word / 外挿体重心、歩行角度、歩幅

【はじめに】

歩行中の変動性は転倒の危険性と関連しており、変動性は足の歩幅、歩隔やそのタイミングに影響する。動的安定性を定量化するために、外挿体重心 (XcoM) と支持基底面 (BOS) の関係性が提案されている。我々の研究でも単脚支持期開始時でその関係性が成立していた。しかし、立脚中期以降は推進力を得るためにXcoMがBOSを外れ、前方へ不安定な状態となることが予想され、その不安定を調節するために歩幅や歩隔などが決定付けられる。つまり歩幅や歩隔は歩行中の不安定性に対する反応を反映すると考えた。

本研究の目的は歩行中のBOSと体重心 (COM)・XcoMの矢状面及び前額面の位置的関係を明らかにすると同時にXcoMと歩幅の関係性を考察した。

【方法】

対象者は健康成人男性13人 (身長170±6 cm) とした。三次元動作解析装置 (ANIMA社製) と床反力計を使用した。反射マーカーはANIMA社が推奨する12点に貼付した。歩行速度は快適歩行とし、解析区間は左下肢立脚期とした。解析項目はCOM座標、COM速度、XcoM座標、BOSの経時的变化を算出し、各フェーズ (HC: 踵接地、MS: 立脚中期、HO: 踵離地) で抽出した。XcoMはHofらが提唱した計算式を用いた。解析項目より①各フェーズのBOSとCOMおよびXcoMとの位置関係を、矢状面は左踵、前額面は左外果からの距離で定量化した。②XcoMと歩幅、歩隔の関係性においては、①で求められた結果からピアソンの相関係数を用いて評価した。③歩行角度とXcoMの進行角度との関係性をピアソンの相関係数を用いて評価した。

【結果】

歩行速度3.2±0.3km/s、歩幅50.9±3.2cm、歩隔15.5±3.1cmであった。矢状面におけるBOSとCOMの位置関係は、HC時、MS初期ではBOSより後方に位置し、MS時BOS上、HO時ではBOSより前方 (30±2.6 cm) に位置していた。

XcoMではHC時、MS初期にはBOS上に位置し、MS時、HO時ではBOSより前方 (56.4±4.2cm) に位置した。

前額面では、COMはMS初期でBOSより内側に外れ、MS時、HO時でBOS上に位置していた。XcoMはHC～MS時においてBOS上、HO時でBOSより内側に外れていた。

各フェーズのXcoMと歩幅、歩隔との関係は、歩幅ではHOで0.51、歩隔ではHOで0.91、XcoM進行角度と歩行角度の関係では0.87と高い相関係数であった。

【考察】

BOSとCOMおよびXcoMとの位置関係を定量的に示すことで、各フェーズでの安定性を明らかにすることができた。安定した歩行においてもMS以降でXcoMがBOSより前内方へ外れていることから、XcoMの先行よりBOSが形成されていることが示された。そのことはXcoM進行角度と歩行角度との関係性からも推測できる。つまり、先行するXcoMに対してBOSが形成できない場合に転倒など不安定な状態に移行すると考えられる。本研究では、歩隔と歩幅をXcoMの観点より評価できる可能性を示唆した結果となった。

【結論】

XcoMを用いることにより歩行の安定性を評価することができ、歩幅や歩隔の推測を可能にする。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はすべての対象者に対し同意を得た上でヘルシンキ宣言を遵守し実施した。

側方ステップ動作のバイオメカニクスの研究

山藤 滉己¹⁾・植木 努²⁾・曾田 直樹²⁾

1) 山内ホスピタル リハビリテーション部

2) 平成医療短期大学 リハビリテーション学科 理学療法専攻

Key word / 運動量、推定体重心、側方ステップ動作

【はじめに】

高齢者の転倒発生は側方方向が多くを占めており、姿勢制御能力は前後に比べ左右方向に著しく低下しやすいと報告されている。側方への回避動作として、側方ステップ動作 (以下: SS) があり、脚を素早く側方に振り出し、1歩で止まる場合や1歩目で制御出来ずに2歩以上必要な場合が選択される。2つの方略の違いは、支持基底面 (以下: BOS) と身体重心 (以下: COM)、特に速度を加味した推定体重心 (以下: Xcom) において関係性を評価する事ができ、更にその違いは転倒が持つ運動量とステップ脚が作り出す力の大きさによって説明する事が可能であると考えられる。SS動作の解析は、高齢者に多い側方への転倒予防に関するリハビリプログラムの開発に貢献できる。そこで本研究は、SSの方略の違いによるXcom・COMとBOSの関係性及び転倒で生じる前額面上における側方への重心運動量とステップ脚の力積との関係性について明らかにする事を目的とする。

【方法】

対象者は健康成人男性11名 (身長171.7±4.0cm、体重66.9±8.3kg)。三次元動作解析装置と床反力計を使用した。マーカー貼付位置はANIMA社が推奨する12点に貼付をし、空間座標データを計測した。開始肢位は足関節内果間距離10cm、胸の前で腕を組んだ姿勢とし、動作の開始・終了合図を口頭にて行った。課題動作は1ステップ動作 (以下: 1 SS)、2ステップ動作 (以下: 2 SS) とし、各3回行った。つまり最後の1歩目を再現する為に2 SSの1歩目を小さく踏み出してから2歩目を出す様に指示を行った。測定データから側方へのCOM・Xcom・運動量、BOS、ステップ脚の力積を算出した。XcomはHofらが提唱している計算式を用いた。統計解析は1 SS・2 SSの最終ステップにおける運動量の変化量と力積に対応のあるt検定を用いて比較した (p=0.05)。

【結果】

1 SSにおける「1歩目」ではCOM、XcoMは共にBOS内に位置していた。2 SSの「1歩目」では、COMはBOS内に位置していたがXcoMはBOS外に位置していた。運動量と力積の関係では1 SSにおいて運動量: 62.8±10.3kgm/s、力積: 69.5±16.0Nsであり、力積が上回った。2 SSの「2歩目」は運動量: 72.2±18.4 kgm/s、力積: 49.0±21.6 Nsであり運動量が上回っていた。

【考察】

COM、XcoMとBOSの関係では2 SSの1歩目においてXcomがBOSの外に位置している事が明らかとなり、BOS内にXcoMを留める事が出来ない為、更に側方へ脚を踏み出す必要性があったと考えられる。運動量と力積の関係において1 SSでは力積が上回っていた事から、ステップ脚の力での制御における貢献度が大きいと考える。しかし、2 SSは全ての被検者で運動量に対して力積が下回っていた為、ステップ脚だけではなく非ステップ脚の制御への関与が考えられ、2つのステップ動作ではその姿勢制御戦略が異なる事が示唆された。

【結論】

2つのステップ動作ではその姿勢制御戦略が異なる為、ステップ脚の機能向上だけでなく、非ステップ脚への介入が重要であり今後の課題であると考えられる。

【倫理的配慮、説明と同意】

対象者には本研究の目的・方法について口頭にて測定の趣旨を説明し、同意を得た上でヘルシンキ宣言を遵守し実施した。

着座動作における運動軌道形成について ～座面幅による影響に着目して～

吉田 高幸・神田 優・藤澤 宏幸

東北文化学園大学大学院 健康社会システム研究科

Key word / 座面幅、運動パターン、着座動作

【はじめに】

体重心落下を伴う着座動作は、外部接地によって制動力を得ることから衝撃力を最適化している可能性が考えられる。しかし、それが椅子ととの相互作用によって成立していることから椅子特性（椅子までの距離、座面材質など）を考慮した上での運動学的分析が必要だと考えている。そこで、本研究では「座面幅」のみに限定し、①遂行者自身の股部幅と比較して座面幅の大きさを認識しているのか、②それを認識しているならば運動戦略をどのように変容させるのか、について明らかにすることを目的とした。仮説として、座面幅が広がるにしたがい座面から外れる可能性が低くなり、速度と確度のトレードオフの関係から、体重心の下方への平均速度が速く、床反力が大きくなると考えた。

【方法】

健康成人10名（年齢 22.3 ± 2.8 歳、身長 171.3 ± 6.1 cm、体重 65.8 ± 7.9 kgw）を対象とした。三次元動作解析装置にて各座標マーカー位置を測定し、椅子装置下に床反力計を設置した。座面材質は木製、座面奥行40cmに統一し、座面幅は1 cm刻みの25～50cm幅で計26個の座面を作成した。各対象者の股部幅の長さに対応する座面を使用した条件を座面幅100%条件とし80、90、100、110、120%の計5条件を2施行ずつの計10項目をランダムに施行した。椅子から対象者までの距離は大腿長の40%に相当する距離とし、座面高は腓骨頭の高さとした。本研究課題は着座動作課題後にアンケート調査を設け、「あなたのお尻幅と比べて座面の横幅はどのように感じましたか?」という質問に対し、(1) 狭い、(2) 少し狭い、(3) 普通、(4) 少し広い、(5) 広い、の計5項目から選択法にて回答した。データ解析は座面幅による影響を検証するべく、運動開始から股部座面接地までの体重心軌道長、平均体重心速度、所要時間を算出し、椅子装置側の床反力データは垂直と水平成分の合力とし、床反力first peakを算出した。統計解析は、反復測定分散分析にて上記値を従属変数、説明変数を座面幅、事後検定としてSheffer法を用いた（統計学的有意水準5%）。

【結果】

アンケート結果における最頻値は、座面幅80%条件で「狭い」と回答したのが全体の50%、90%条件で「少し狭い」が50%、100%条件で「普通」が40%、110%条件で「少し広い」が50%、120%条件で「広い」が60%と、自身の股部幅と比べて座面幅の大きさを認識している傾向を示した。一方、座面幅と体重心軌道に関する指標との関係性については、有意差は認められなかった。

【考察】

遂行者は座面幅の大きさを認識する傾向を示したのに対し、座面幅による着座動作への影響は示されなかった。すなわち、この範囲の座面幅の変化に対しては、安全性については担保されていると認知されており、運動戦略に変更がなかったものと推察された。

【結論】

本研究で用いた座面幅の範囲においては、自己の身体との相対的比較がある程度適切になされているながらも、運動戦略に変化が生じないことが明らかとなった。

【倫理的配慮、説明と同意】

ヘルシンキ宣言に則り、対象者へ本研究の主旨を十分に説明し、書面にて同意を得た。なお、本研究は東北文化学園大学倫理委員会の承認を得て実施した（承認番号：文大倫第18-06号）。また、本研究はJSPS科研費JP18K10755の助成を受けたものである。

杖使用による脛骨大腿関節内側コンパートメントに生じる関節応力の変化

小栢 進也¹⁾・喜多 俊介²⁾・渡邊 健人²⁾

1) 埼玉県立大学 保健医療福祉学部 理学療法学科

2) 埼玉県立大学大学院

Key word / T字杖、関節応力、筋骨格モデル

【はじめに】

T字杖の使用は歩行中の関節への力学的負担を軽減させると考えられている。変形性膝関節症患者にとって脛骨大腿関節内側コンパートメントの荷重を軽減することは関節保護につながるが、これまで杖の使用効果は明確に示されていない。そこで本研究は杖の使用有無が歩行中の脛骨大腿関節内側コンパートメントの垂直応力に与える影響を調べた。

【方法】

被験者は健康成人7名（男性3名、女性4名、平均年齢20歳）とした。被験者にはPlug-in-gaitモデルに従って赤外線反射マーカーを貼付し、床反力内蔵型のトレッドミル上にて0.6m/secの速さで歩行した。歩行条件は杖なし歩行、T字杖歩行、杖先にばねの入ったT字杖（ラクーンステッキ）の3条件とした。T字杖は大転子の高さに調節し、右手で使用した。十分な練習の後にランダムで動作を計測した。Nexus Vicon Systemで反射マーカーの位置データと、Bertec社製の床反力計から歩行時の床反力を計測し、OpenSim3.3でデータを解析した。Lernerらが報告した脛骨大腿関節の内側部・外側部を有する全身モデルを用いて、被験者の身体モデルにフィットさせるスケーリング、計測データを追従する運動モデルを作り出す順運動学解析、および逆動力学解析を行った。さらに、筋骨格モデルから立脚期中の筋力および左膝の脛骨大腿関節内側コンパートメントにおける垂直応力を求めた。立脚期を100%SP（%Stance Phase）として5試行の平均値を体重で割った値（BW：Body Weight）を立脚期の垂直応力データとした。一元配置分散分析後、有意な項目に関しては多重比較Scheffe法を用いて関節応力10%SPごとの条件間の比較を行った。

【結果】

立脚時間は通常歩行0.86秒、T字杖歩行0.91秒、ばね入りT字杖歩行0.92秒であった。脛骨大腿関節内側部の垂直応力は30%SPで通常歩行と比較してばね入りT字杖歩行が有意に低い値を示した。また、40%SP（通常歩行2.3BW、T字杖歩行1.7BW、ばね入りT字杖1.7BW）、50%SP（通常歩行2.4BW、T字杖歩行1.8BW、ばね入りT字杖1.9BW）、60%SP（通常歩行2.4BW、T字杖歩行2.0BW、ばね入りT字杖1.9BW）で通常歩行に比べてT字杖歩行およびばね入りT字杖歩行がそれぞれ有意に低い値を示した。

【考察】

筋骨格モデルを用いた本研究の結果よりT字杖の使用は立脚初期から中期における脛骨大腿関節内側コンパートメントの垂直応力を20～30%程度減少させることが示された。外側ウェッジや歩行指導で垂直応力は数%低下するとの先行研究と比較すると、T字杖の使用効果は非常に高いと思われる。

【結論】

T字杖の使用は脛骨大腿関節内側コンパートメントの力学的負担を減少させる有効な手段であることが示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は埼玉県立大学研究倫理委員会の承認を得て実施した。

身体重心位置の視覚フィードバックは関節運動の協調構造を変化させるか

阿南 雅也¹⁾・徳田 一貫²⁾・井原 拓哉³⁾・羽田 清貴³⁾

- 1) 大分大学
2) 大分岡病院
3) かわしまクリニック

Key word / 視覚フィードバック、協調構造、片脚立位動作

【はじめに】

立位の姿勢制御では身体重心位置を安定させるように、その動作に寄与する関節運動といった身体の各運動要素の共変動構造がみられる。また、臨床場面において、静的バランス改善を目的として姿勢鏡などによる視覚フィードバックを用いたバランストレーニングが行われている。これらのことから、同じ姿勢制御課題において、視覚フィードバックを変化させた際に、姿勢制御戦略や関節運動の協調構造が変化する可能性がある。そこで本研究は、片脚立位保持を課題動作とし、視覚フィードバックを変化させることで姿勢制御戦略や関節運動の協調構造が変化するかを明らかにすることを目的として行った。

【方法】

被験者は健常若年者21人であった。課題動作は立き足を支持脚とした片脚立位動作を採用し、30秒間を2回試行した。実験条件は通常条件(Normal)、鏡によるフィードバック条件(Mirror)、リアルタイムにて身体重心を視覚化させる条件(COM)とした。計測には、三次元動作解析装置および床反力計を使用して運動学・運動力学データを取得した。得られたデータから、圧中心位置と身体重心位置の総軌跡長・矩形面積、各関節角度の分散および変動係数を算出した。また、運動の安定化に寄与する関節運動の協調構造を定量化するためにUCM解析を用い、タスク変数を身体重心位置とし、各関節角度を要素変数とし、タスク達成に影響を及ぼさない良い変動 V_{UCM} と影響を及ぼす悪い変動 V_{ORT} を算出した。統計学的解析は、3条件間の協調構造の比較には二元配置分散分析、その他は一元配置分散分析を行った。有意水準は5%未満とした。

【結果】

圧中心および身体重心の矩形面積は、Mirror条件がNormal条件およびCOM条件と比較して、有意に小さかった。しかし、身体重心の総軌跡長はCOM条件が通常条件およびMirror条件と比較して、有意に小さかった。また、各関節角度の分散および変動係数、 V_{UCM} および V_{ORT} は、3条件間に有意差を認めなかった。

【考察】

本研究の結果より、健常若年者においては視覚フィードバックを与えても関節運動の協調構造は変化しないことが明らかになった。また、自己の身体全体を見ながら制御させる鏡による視覚フィードバックでは、圧中心を動かす範囲が狭くなるため、身体全体のアライメント調整による姿勢制御を行っている可能性が示唆された。一方、身体重心を視覚化したフィードバックでは、身体重心の動きのみを少なくすることが可能となるため、相対的に圧中心を用いた姿勢制御が行いやすい可能性が示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言に沿った研究であり、研究の実施に先立ち、本研究を実施した機関の倫理委員会の承認を得た。すべての被験者に対して研究の意義、目的について十分に説明し、同意書に署名を得た上で計測を実施した。なお、本研究に関連し開示すべき利益相反関係にある企業はない。

離散ウェーブレット変換による表面筋電図解析の基礎的研究

ー筋出力へ影響する神経性要因の把握方法ー

諸角 一記・花岡 正明・森下 勝行・横井 悠加・窓場 勝之
大杉 紘徳

城西国際大学

Key word / 神経性要因、離散ウェーブレット変換、表面筋電図

【はじめに】

表面筋電図を用いた筋収縮時の神経性要因の検討では、高い筋力発揮時に筋電図波形の重複などにより正確な測定が困難である。本報告では、各時間の局所的な周波数の分布を得ることができ、時間-周波数-電位の解析が可能な離散ウェーブレット変換を用いて、負荷の違いや時間経過によって筋力に影響する神経性要因について検討することを目的とする。

【方法】

健常成人男性16名を対象に、BIODEXを用いて右上腕二頭筋の等尺性最大筋出力(以下、MVC)計測後、10・30・50・70・80%MVC発揮時の表面筋電図をランダムに計測した。測定肢位は座位で、肩屈曲45度、肘屈曲90度、前腕回外90度位とした。筋電図の計測は各条件について5秒間で3セットを実施した。筋電図解析には離散ウェーブレット変換(Daubechies N=10のウェーブレット関数)を用い、1ms毎の瞬時周波数スペクトルの中央値(median周波数)と周波数含有率、そのスペクトルの積分値を算出した。得られたデータを計測条件ごとに比較するために、有意水準5%で一元配置分散分析と多重比較を用いた。

【結果】

median周波数では、全測定を通してその周波数は85-105Hzと高値で有意に変化した。そして、10%MVCから30%MVCまで有意に上昇し50%MVCから100%MVCへかけて有意に降下した。周波数含有率では、低周波成分(45Hz未満)の含有率は全測定を通して15%-19%の間に分布し有意に変化し、筋出力が10%MVCから50%MVCへ変化するのに伴い有意に減少し、その後100%MVCにかけて有意(50%対80・100%)に増加した。中周波成分(45-95Hz未満)の含有率は全測定を通して29%-37%の間に分布し有意に変化した。そして、50%MVCから100%MVCにかけて有意(50%対80・100%)に増加した。高周波成分(95Hz以上)の含有率の分布は43%-54%と他の成分より高値を示し有意に変化し、50%MVCから100%MVCにかけて有意(50%対80・100%)に減少した。筋電図積分値では、10%MVCから100%MVCまで有意に変化し、10%MVCから50%MVCと50%MVCから80・100%MVCにかけて有意に増加した。

【考察】

全測定を通してmedian周波数および高周波成分の含有率が高く、10%や30%MVCといった低い筋出力発揮時から速筋繊維の参加が考えられた。これはMVC測定時の筋収縮がその後の測定に影響したと考えられた。筋電図積分値は10%MVCから100%MVCにかけて筋出力が増加する割合に応じた増加傾向を示し、高い筋出力発揮においても神経性要因である運動単位の動員などの変化が捉えられたと考えられた。

【結論】

以上のことから、離散ウェーブレット変換を用いた表面筋電図の解析により筋出力時の神経性要因を把握できる可能性が示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

すべての対象者に研究の目的と内容、利益とリスク、個人情報の保護、参加の拒否と撤回などについての説明を行い、参加同意書には自筆による署名を得た。また、本研究は城西国際大学研究倫理審査委員会に審査を申請し、研究実施の承認を得た(承認番号:04W170030)。

ダイナミックな動作を取り入れた体操教室の実施が高齢者の体幹筋量に及ぼす影響

大崎 諒^{1,2)}・田中 史子³⁾・山岸 卓樹¹⁾・柴田 重信⁴⁾
川上 泰雄¹⁾

- 1) 早稲田大学スポーツ科学学術院
2) 所沢リウマチ・スポーツクリニック リハビリテーション科
3) 早稲田大学 重点領域研究機構 ヒューマンパフォーマンス研究所
4) 早稲田大学理工学術院

Key word / 高齢者、運動介入効果、体幹筋群

【はじめに】

ダイナミックな身体運動においては、身体の中心部を安定させながら、四肢を大きく駆動させることが要求される。高齢者において、この両者に関わる体幹部に存在する筋群（体幹筋群）の量を維持することは、運動機能を維持し、活動量の低下を予防するために重要である。近年、高齢者に対し健康増進を目的とした体操を行う試みが活発化している。この体操が高齢者の運動機能に与える効果は、主に下肢の筋力などの観点から報告されているが、体幹筋群に及ぼす影響についても詳細な検討が必要であると考えられる。以上より、本研究は体操教室による運動介入が、体幹筋群の筋量に与える影響について検討することを目的とした。

【方法】

高齢男女80名（男性39名；64-83歳，166.5±4.8cm，65.7±11.1kg [年齢，身長，体重]、女性41名；64-86歳，151.7±5.4cm，52.3±8.0kg）を対象とした。週1回90分の体操教室（加えて、自宅での同様の運動を週に3回以上実施）に12週間参加する運動群（63名）と、参加しないコントロール群（17名）の2群に分類した。体操教室では、立位でのカーフレイズ・スクワット・ランジ動作・片脚立位を、それぞれに体幹部の回旋や上肢の運動を組み合わせることで構成された体操を音楽に合わせて行うものと、起立、大股歩行、障害物歩行、段差昇降を実施した。運動介入前後に、MR装置を用いて被験者の第4-5椎体間の体幹部横断面画像を取得し、専用解析ソフトを用いて体幹筋群（腹直筋、腰方形筋、大腰筋、側腹筋群、脊柱起立筋）の筋横断面積（CSA）を解析した。各体幹筋におけるCSAの介入前後の変化を、二要因（運動介入実施前後 × 群）の分散分析を用い検討した。主効果もしくは交互作用が認められた場合は事後検定として対応のあるt検定を実施した。

【結果】

運動群において、腰方形筋のCSAは介入前後でそれぞれ8.0±2.2cm²、8.7±2.3cm²であり、介入後に有意に増加した（ $p < 0.05$ ）。一方、脊柱起立筋のCSAは介入前後でそれぞれ43.5±6.9cm²、42.6±6.5cm²であり、介入後に有意に減少した（ $p < 0.05$ ）。コントロール群においては、大腰筋のCSAが介入前後でそれぞれ15.9±5.6cm²、16.4±5.7cm²であり有意に増加した（ $p < 0.05$ ）。

【考察】

本研究で実施した体操教室において、立位で下肢を挙上させる動作（股関節屈曲動作）を積極的に取り入れたことが、体幹の安定性や椎体の運動をコントロールすることに関与する腰方形筋のCSAを増加させ、大腰筋に対してもある程度の効果をもたらしたと推察される。一方で、腰方形筋と同様に椎体の安定に寄与する脊柱起立筋ではCSAが減少する可能性が示され、非運動群でも大腰筋が増加した結果と併せて、体幹筋群の肥大応答性および運動実施の影響の筋間差が示唆される。

【結論】

高齢者であっても、定期的な体操を3ヶ月間実施することで、一部の体幹筋群の筋肥大を見込むことができるが、応答性には筋間差が存在する。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究の一部は、内閣府 戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）「次世代農林水産 業創造技術」（管理人：生研支援センター）によって実施された。また、本研究は、ヘルシンキ宣言および人を対象とする医学系研究に関する倫理指針に基づき、所属機関における倫理委員会の承認を得た上で実施した。実験参加者には研究内容について書面および口頭で十分な説明を行い、同意を得た上で実施した。

歩隔の大きさが歩行時の身体動揺とバランス戦略に及ぼす影響

上下及び前後の動揺からの検討

山本 庄真¹⁾・高田 勇^{1,2)}・八木 崇行¹⁾・林 誉也¹⁾
羽柴 直哉¹⁾・鈴木 優¹⁾・濱島 みさき¹⁾・見田 祐介¹⁾
富田 昌夫³⁾・尾関 保則¹⁾

- 1) 宇野病院
2) 東京農工大学
3) 藤田医科大学

Key word / バランス戦略、身体動揺、歩隔

【はじめに】

我々は過去、Wide-Base (WB) とNarrow-Base (NB) の歩行における左右の動揺から歩隔とバランス戦略の関係を検討した（高田，2018）。その結果、WBは動揺が大きく身体全体が同位相となる画一的なバランス戦略である一方、NBは動揺が小さく身体を鉛直に保つように頭部体幹の立ち直りを利用したバランス戦略であると示唆された。今回は、上下及び前後の動揺からも歩隔とバランス戦略の関連を検討した。

【方法】

健常者20名（25±3歳）を対象に、頭頂（Head）、第4胸椎棘突起（Th4）、第3腰椎棘突起（L3）、上後腸骨棘（右、左PSIS）、大転子（右、左Hip）、両踵にマーカーを貼付し、動作解析装置（OptiTrack：Trio，120fps）を用いてトレッドミル（AUTORUNNER）歩行を30秒間記録した。計測は歩隔（WB，NB）×歩行速度（遅：2.2km/h，速：4.5km/h）の4条件を行った。なおWBでは上前腸骨棘を通る鉛直線より外側に踵骨間を広げ、NBでは踵骨間を可能な限り狭めた。上下及び前後のデータをfiltering処理し、各試行3歩行周期を抽出した。1歩行周期ずつHead，Th4，L3，PSIS，Hipの上下及び前後の動揺幅（mm）の平均値と標準偏差値（SD）を求めた。統計解析はSteel-Dwass検定で多重比較した（有意水準5%未満）。

【結果】

上下の平均値は、Head，Th4，L3，両PSIS，左HipではWB速-WB遅，WB速-NB遅，NB速-NB遅の条件間で、またTh4では前述に加えNB速-WB遅の条件間で、さらに右HipではWB遅-NB遅，WB速-NB遅，NB速-NB遅の条件間で、前者が有意に大きかった。有意でないが、WB速-NB速，WB遅-NB遅の条件間では、全身体部位でWBが大きい傾向を示した。前後の平均値は、Th4，L3，両PSIS，両HipではNB遅-NB速の条件間で、また両Hipでは前述に加えNB速-WB遅の条件間で、前者が有意に大きかった。有意でないが、Head，Th4はWBが、またHipはNBが大きい傾向を示した。SDは、上下では一定の傾向を示さず、前後では主にL3，両PSIS，左HipでNB速がWB遅より有意に小さかった。有意でないが、WB速-NB速，WB遅-NB遅の条件間では、全身体部位でWBが大きい傾向を示した。

【考察】

上下動揺は、立脚中期と両脚支持期の高低差を示し、速い条件では歩幅の大きさ、またWB条件では歩隔の大きさ、という足位の開きに関係すると考えられた。前後動揺は、有意でなかったが全体を通して、WBではHipに対してHead，Th4の平均値とSDが大きい一方、NBではHipに対してHead，Th4の平均値とSDが小さいことから、WBでは支持面から遠い身体部位が不安定なバランス戦略になり、NBでは骨盤回旋に伴うHipの動きが大きくともHead，Th4が安定する分節的なバランス戦略になると考えられた。

【結論】

本研究から歩隔は上下及び前後の身体動揺にも影響を及ぼすことが明らかとなった。またWBとNBによって歩行を安定化させるバランス戦略が異なると示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

当院倫理審査委員会の承認の下、対象に書面と口頭で説明し同意を得た。

ゴーグルの色の違いが水泳選手の上肢の筋力発揮に与える影響

地神 裕史・和田 匡史・土居 裕和

国土館大学 理工学部 人間情報学系

Key word / 筋力発揮、色彩、視覚情報

【はじめに】

近年、スポーツの現場において、無意識に処理される視覚情報が競技結果やパフォーマンスに影響するという報告が散見される。Natureにもオリンピックの格闘系種目において赤のユニフォームを着ていた選手が勝率が高かったため、競技の公平性を保つうえでも、今後は色を考慮する必要があることが報告されている。色彩が精神・心理活動や身体活動に与える影響に関する研究は散見されるが、脳活動や自律神経などの評価に基づく研究や、身体活動においても計算課題などの作業効率に与える影響を検証している研究が多い。本研究ではスポーツパフォーマンスに直結する筋力発揮に着目し、ゴーグルの色の違いが上肢の筋力発揮に与える影響を検証することを目的に実験を行った。

【方法】

対象は本研究の趣旨を説明し、同意の得られた大学生水泳選手68名(19.4±1.0歳)とした。競技レベルは全国学生水泳選手権に出場する程度のレベルであった。対象者に異なる4種類のゴーグル(赤、青、緑、透明)をランダムに着用させ、上肢筋力を徒手筋力計を用いて計測した。上肢筋力は陸上のベッド上に復位となり、水泳におけるプル動作の相分けに基づき、キャッチ相、プッシュ相、フィニッシュ相における等尺性最大筋力を計測した。統計学的処理はSPSSを用い、有意水準は5%とした。

【結果】

赤ゴーグルを着用した際のキャッチ相、プッシュ相、フィニッシュ相の筋力はそれぞれ20.7±5.8 kgf、20.5±6.2 kgf、11.7±2.9 kgfであった。同様に青、緑、透明ゴーグルにおける筋力は青が20.5±6.0 kgf、20.5±5.6 kgf、11.6±3.1 kgf、緑が20.7±5.8 kgf、21.0±6.0 kgf、11.4±3.0 kgf、透明が20.6±6.1 kgf、20.4±6.0 kgf、11.5±3.1 kgfであった。統計学的解析の結果、プッシュ相における緑ゴーグルと透明ゴーグルの筋力発揮に有意な差を認めた(p<0.05)。その他の色や相において有意差が認められる項目はなかった。

【考察】

本研究結果より、一概に筋力を発揮しやすい色を特定することはできなかったが、特定の肢位においてゴーグルの色が筋力発揮に影響を与えていることが示唆された。有意な差が生じた理由として、色彩から受ける影響が視覚野を介して、運動野や補足運動野などの筋出力に影響する部位の脳活動に影響したことが推測される。今後、脳血流や脳波などを計測することで詳細を明らかにする必要があると考えるが、無意識に処理されている視覚情報により、筋力発揮や身体活動が変化しうることを示しており、リハビリテーションをはじめ様々な応用が期待できる。

【結論】

本研究によって色彩の違いによって特定の肢位における筋出力が変化しうる可能性が示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は国土館大学の倫理委員会の承認を得て実施した。研究を進めるうえで、ヘルシンキ宣言を遵守し、対象者に対する説明を行った後、書面にて同意を得たうえで行った。

歩行中における後足部接地パターンの違いによる力学的影響

平田 光太郎¹⁾・小出 紘靖¹⁾・植木 努²⁾・曾田 直樹²⁾

1) 大垣徳洲会病院

2) 平成医療短期大学

Key word / 推進力、後足部、衝撃吸収

【はじめに】

後足部の役割は踵接地から外反することで衝撃を吸収し、重心の位置エネルギーを前方への運動エネルギーに変換する重要な役割を担っている。しかしその外反角度が過度になると、衝撃吸収が過剰となりスムーズな重心移動が阻害される。また踵接地時の内反角度の増大が足関節内反捻挫の発生率を増大させるなどの報告がある。このように歩行中の後足部の関節運動の異常が逸脱した内外反トルクを生み出し、悪循環な環境を作り出す可能性がある。特に踵接地時の後足部接地パターンがその後の歩行中の足部に力学的影響を及ぼすことが考えられ、得られた結果は、傷害発生の予防に貢献できる可能性がある。本研究の目的は踵接地時の後足部接地パターンが推進力、衝撃吸収、距骨下関節(STJ)内外反モーメントに与える影響について明らかにすることである。

【方法】

整形外科的疾患を伴わない健康成人男性9名(年齢:23.3±2.7歳、身長:172.3±3.6cm、体重:67.5±8.6kg)を対象とした。本研究では快適歩行速度でのSTJ角度を3次元動作解析装置と床反力計により測定した。マーカー貼付位置はANIMA社推奨の全身モデルに加えて7つのマーカーを足部に追加した。解析区間は踵接地時から足底接地までとし、先行研究より床反力垂直成分が10Nを超えた瞬間を踵接地と定義した。STJ内外反角度は正の値を外反、負の値を内反とした。算出項目は、外果内果の2つのマーカーより得られた内挿点50%を軸としたSTJ角度、STJ内外反モーメント、推進力の評価にはCOP前後左右成分の合成速度(COP合成速度)を用い、また衝撃吸収に関しては床反力垂直成分を体重で除した値の積分値を用いて検討した。統計学的解析は踵接地時のSTJ内外反角度を目的変数としSTJ内外反モーメント、COP合成速度、床反力垂直成分の積分値との関係性をPearsonの積率相関係数を用いて検討した。

【結果】

踵接地時におけるSTJ角度は-8.3±5.9°(STJ内反)、モーメントアームは0.4±0.3cmであった。STJ内反角度との関係性において、STJ内外反モーメントでは相関を認めなかったが、床反力垂直成分(r=0.37)、COP合成速度(r=-0.33)と弱い相関を認める結果となった。

【考察】

本研究の結果より、踵接地時の後足部接地パターンの違いによりその後の歩行中の足部に力学的影響を与える可能性が示唆された。つまり内反位での接地ほど推進力が大きくなり、逆に外反位での接地ほど衝撃吸収が大きくなる結果となった。しかし、内外反のモーメントの違いは確認できなかった。その要因として対象者全員において内外反のモーメントアームが1cm以下だったことから、一定の内外反モーメントに調節するために内外反の動きが反映していることが考えられた。

【結論】

踵接地時におけるSTJ関節の動態と力学的影響を観察することで、更なる傷害発生の予防に繋がる一助に成り得ると考えられた。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言に則っており、測定開始前に対象者に本研究内容と目的を口頭にて十分に説明し、対象者の同意を得た上で行われた。

数字情報の視覚を用いた運動イメージ練習がピンチ運動の正確さに及ぼす効果 F波と脈波による解析

福本 悠樹^{1,2)}・鈴木 俊明²⁾・岩月 宏泰¹⁾

1) 青森県立保健大学大学院
2) 関西医療大学

Key word / LF/HF比、運動イメージ、F波

【はじめに】

中枢神経疾患に対して理学療法と自主トレーニングを併用し、運動再学習をはかることは重要である。しかしベッド上で安静が必要なケースも多く、運動を伴わないが、十分配慮された運動イメージが有効な自主トレーニングに成り得ると考えた。我々の先行研究において30秒間の連続的な視覚情報付与の中での運動練習後の運動イメージは運動の正確さを維持させると分かったが、向上には至らなかった。Heuerらは、運動練習時の視覚情報の提示は連続的よりも断続的であるべきと報告しており、運動練習時の視覚情報の提示の工夫によって運動イメージ効果が向上できると考えた。さらに運動イメージ時には精神的緊張が増すために交感神経が亢進し心拍数が変動するとして報告がある。以上より、運動練習方法の選択により運動イメージ効果が期待できるかについて、脊髄前角細胞の興奮性の指標であるF波と、心臓交感神経活動の指標であるLF/HF比を用いて検討した。

【方法】

健常者13名(平均年齢:21.2±1.6歳)を対象とし、運動練習後の運動イメージがピンチ運動の正確さに及ぼす効果を検討した。F波とLF/HF比を測定後、ピンチ力を50% MVCに調節する練習を行わせた。この際、発揮ピンチ力が数字で表示されるデジタルモニターを用いて、視覚情報を10秒間のうち4秒間与え、それを3セット繰り返した。練習後、視覚情報を完全に遮断し、ピンチ力を50% MVCに調節させ、この際の実測値と規定値の誤差を算出した。そして50% MVCに調節する運動イメージを行わせ、F波とLF/HF比を測定後、再度ピンチ課題を与えた。2回目のピンチ課題時にも、実測値と規定値の誤差を算出した。

【結果】

運動イメージ課題と安静時の比較では、運動イメージにてF波出現頻度と振幅F/M比、LF/HF比は有意に増加したが、運動イメージ前後でピンチ力誤差に有意差を認めなかった。運動イメージにより運動の正確さが向上した者は9名(69%)認め、いずれも出現頻度変化量が+10~34%、振幅F/M比変化量が+0.03~0.47%となる特徴を認めた。

【考察】

運動イメージの実施による運動発現に関する脳領域の賦活は、上位運動ニューロンを介して脊髄前角細胞の興奮性を高めるだけでなく、情動が呼吸活動を修飾し延髄にある心臓交感神経線維へも投射し、心臓交感神経活動の指標であるLF/HF比も増大させたと考える。また運動イメージ効果は、課題についていかに明瞭なイメージを描けるかで左右されるとされ、明瞭性の高い運動イメージ実施時には、安静時と運動イメージ時の振幅F/M比に差異を認めないことが報告されている。これより運動の正確さが向上した者は、明瞭な運動イメージを実施出来ていたため、脊髄前角細胞の興奮性が高まりすぎずにある程度の興奮性に収束したと考える。

【結論】

運動イメージはF波とLF/HF比を増加させ、運動の正確さが向上する者は脊髄前角細胞の興奮性が増加しても、その程度が過剰とはならない可能性がある。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究の対象者には、ヘルシンキ宣言に基づいて、本研究の意義・目的を十分に説明し文書で同意を得た。また、青森県立保健大学大学院研究倫理委員会(承認番号:1744)と、関西医療大学大学院研究倫理審査委員会(承認番号:1744)の承認を得ておこなった。

感覚トレーニングの試行回数が触覚方位弁別覚にもたらす影響

酒井 彩希¹⁾・齊藤 慧^{1,2)}・田辺 萌¹⁾・安藤 希¹⁾
小島 翔^{1,2)}・大西 秀明^{1,2)}

1) 新潟医療福祉大学 医療技術学部 理学療法学科
2) 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所

Key word / 触覚方位弁別課題、感覚トレーニング、試行回数

【目的】

体性感覚機能を向上させる方法に感覚トレーニングがある。先行研究では、触覚方位弁別課題(GOT)を400~500回試行することでGOTの弁別閾値が低下することが報告されている(Wong et al, 2013)。一方、振動刺激を識別する課題では200回程度で識別能が向上する(Harris et al, 2001)。GOTについても200回程度の試行回数で弁別閾値が低下する可能性があるが、試行回数については十分に検証されていない。本研究ではGOTを用いた感覚トレーニングの施行回数がGOTの弁別閾値にもたらす影響を検討した。

【方法】

対象は健常成人45名(男性:21名, 女性:24名)とした。感覚トレーニングおよび体性感覚機能の評価にはGOTを用いた。GOTでは被験者の右示指に異なる幅(0.35, 0.5, 0.75, 1.0, 1.2, 1.5, 2.0, 3.0 mm)の溝が刻まれた半球型の刺激ブロックを提示し、溝の方位(縦・横)を回答させた。感覚トレーニングは弁別可能な最小の刺激幅の刺激ブロックを用いて実施し、試行回数は400回と200回、0回(コントロール)の3条件とした。体性感覚機能の評価はトレーニング前(pre)、直後(post0)、30分後(post30)、24時間後(post24h)に実施した。GOTは各刺激幅を16回ずつ提示し、各刺激幅の正答率から75%の確率で正答できる刺激幅(GOT閾値)を算出した。統計解析として、Wilcoxonの符号順位検定(Bonferroni補正)を実施した。有意水準は5%とした。

【結果】

400回試行群ではpreが1.57±0.68 mm, post0が1.06±0.37 mm, post30が1.02±0.34 mm, post24hが1.13±0.46 mmであり、トレーニング直後から24時間後までGOT閾値の有意な低下が認められた。一方、200回試行群ではpreが1.45±0.40 mm, post0が1.10±0.30 mm, post30が1.05±0.36 mm, post24hが1.04±0.31 mm, コントロール群ではpreが1.28±0.33mm, post0が1.30±0.34mm, post30が1.32±0.37mm, post24hが1.20±0.27mmであり、いずれの群でも有意差は認められなかった。

【考察】

GOTを用いた感覚トレーニングを400回試行することで、トレーニング直後から24時間後までGOT閾値の有意な低下が認められた。このことから、GOTを用いて感覚トレーニングでは学習効果を得るために400回の試行回数が必要であると考えられる。

【結論】

GOTを用いた感覚トレーニングを400回試行することでトレーニング後24時間まで触覚方位弁別覚が向上する。

【倫理的配慮、説明と同意】

【倫理的配慮】

実験の内容について説明後、書面にて同意の得られた対象者に実験を行った。

運動学習過程における姿勢性難易度特性が及ぼす脊髄運動神経興奮性の位相特異的制御動態への影響

浅井 直樹^{1,2)}・菅原 憲一²⁾

1) 神奈川リハビリテーション病院 研究部 リハビリテーション工学研究室
2) 神奈川県立保健福祉大学 保健福祉学研究所

Key word / 運動学習、課題難易度、H反射

【はじめに】

脊髄運動神経の興奮性は、歩行における立脚相や遊脚相など、その位相変化に応じて連続的に調整を受けることが知られている。リハビリテーション介入としては、この脊髄運動神経興奮性を適切に調整することが必要だと考えられている。本研究の目的は、運動課題の姿勢性難易度の設定が運動学習過程における脊髄運動神経興奮性の位相特異的変容動態に及ぼす影響を検討することとした。

【方法】

対象は健康成人20名とし、低難度群と高難度群に割り当てた。両群とも右足は不安定板の上に、左足は高さをそろえた平らな板の上に立った姿勢を開始姿勢とし、台上に両足を交互に昇降させる動作を反復する運動学習課題を課した。運動課題は1セット4分間とし、練習前評価として両群とも手すりのみを使用して運動課題を1セット実施した。その後、低難度群では両手で手すりを掴むとともに免荷装置によって体重を部分免荷する条件で、高難度群では手すりおよび免荷装置を用いない条件でそれぞれ5セット実施した。最後に練習後評価として練習前評価と同様の条件で運動課題を1セット実施した。なお、練習前、練習中、練習後における各運動課題中、右足を挙上する直前(振出準備期)および左足を挙上する直前(支持準備期)で右ヒラメ筋H反射を導出し検討を行った。H反射は最大M波で除し、振出準備期と支持準備期のそれぞれについて練習前後と群間の2要因および練習経過と群間の2要因について二元配置分散分析によって解析した。有意水準は5%とした。

【結果】

両群とも振出準備期および支持準備期の双方でH反射は練習後に有意に低下したが、群間に有意差は認められなかった。振出準備期では練習経過、群間に有意差および交互作用を認めた。単純主効果の検定の結果、高難度群が低難度群に比べて有意にH反射が大きかった。また、高難度群では練習経過に従ってH反射の有意な低下を認めたが、低難度群では有意差を認めなかった。一方で、支持準備期では、練習経過、群間に有意差を認めなかった。H反射導出に伴うヒラメ筋背景筋放電については、振出準備期において練習経過と群間の要因に有意差を認めた。

【考察】

練習過程でのH反射に対する運動学習の影響が観察されたのは、高難度群の振出準備期のみであった。このとき同時に背景筋放電も増大しており、このH反射の変動はより不安定な条件下における筋活動増大に関連していると考えられた。また、練習経過に伴うH反射の減少は不安定な条件への適応を反映していると考えられた。練習前後の比較では、いずれの難度条件でも練習後にH反射は低下していることから、両群とも同様に運動制御動態の変容を生じたことが推察された。

【結論】

姿勢性の難度条件が脊髄運動神経興奮性に及ぼす影響は運動課題中の位相によって異なることが示唆された。しかし、運動学習の結果としては脊髄運動神経興奮性において姿勢性の難易度による差異を認めなかった。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は神奈川県立保健福祉大学倫理委員会の承認のもと実施したものである(承認番号:保大第71-22)。実験は対象者に対して書面と口頭で説明を行い、同意を得たうえで実施した。

体幹肢位の変化に伴う後脛骨筋の興奮性の変化の電気生理学的検討

高木 武蔵^{1,3)}・久保 大輔^{2,3)}・鈴木 智高³⁾・菅原 憲一³⁾

1) IMSグループ 新戸塚病院
2) 東海大学医学部付属病院
3) 神奈川県立保健福祉大学

Key word / 興奮性、体幹肢位、後脛骨筋

【はじめに】

中枢神経系疾患における内反尖足は足関節底屈筋群の脊髄反射の亢進が主な要因とされる。しかし、その変化に影響する具体的な要因は解明されていない。そこで、本研究では体幹肢位の違いに着目し後脛骨筋のH波、経頭蓋磁気刺激(TMS)による運動誘発電位(MEP)及びパフォーマンス変化を指標とした解析を行った。また、姿勢変化による反射調整のメカニズムを解明し、中枢神経系疾患から生じる内反尖足の治療の一助となることを目的とした。

【方法】

対象は健康成人13名(男性6名 平均年齢21.6±1.3歳)。対象者は足底が接地しない高さの台で端座位を取り、体幹屈曲位と伸展位の2条件、安静時・足関節背屈5%MVC・足関節背屈20%MVCの3つの収縮条件を合わせた全6条件にて後脛骨筋のH波及びMEPを10回ずつ測定した。また筋収縮の影響を除外するため、H波とMEPについては5%・20%MVCでの各収縮をイメージさせるのみの条件を測定した。H波測定時の刺激パラメータはM波出現閾値の約1.2倍、刺激時間1msecの矩形波を使用した。MEP測定時のTMS強度は後脛骨筋の安静時運動閾値の1.2倍とした。2つの姿勢条件間による背景筋放電を比較するために表面筋電図により腹直筋・脊柱起立筋・大腿直筋・前脛骨筋・後脛骨筋の筋活動を測定した。また、H波及びMEPの値を標準化するために後脛骨筋の最大M波(Mmax)を測定した。なお、測定筋及び収縮筋は全て右側とした。データ解析は、H波及びMEPにおいて振幅値をMmaxで除した値(Mmax比)を算出し、条件毎の平均値を算出した。統計解析はShapiro-Wilk検定にてデータの正規性を確認し、正規分布していたものについては2つの姿勢条件間に対応のあるt検定を用い、正規分布していなかったものについてはWilcoxonの符号付順位和検定を用いた。有意水準は5%とした。

【結果】

足関節背屈5%MVC及び20%MVC時のH波のMax比は、体幹伸展位において屈曲位と比較し有意に低値を示した。また、収縮イメージ条件においては20%MVCイメージ時のMEPのMmax比は、体幹伸展位において屈曲位と比較し有意に高値を示した。その他の条件における有意差は認めなかった。各筋の背景筋放電は、体幹伸展位において屈曲位と比較し脊柱起立筋は有意に高値を示し、腹直筋は有意に低値を示した。また足関節背屈5%MVC条件における前脛骨筋のみ、体幹伸展位において屈曲位と比較し有意に高値を示した。

【考察】

端座位において、体幹肢位の変化に伴い足関節背屈時の後脛骨筋のH波及びイメージ条件にてMEPの変化を認めた。これは、後脛骨筋の一次運動野の興奮性変化がH反射の抑制動態の変化に関与していると考えられる。また、体幹伸展位は屈曲位と比較して、より特異的に皮質脊髄路の興奮性を増強することが示唆された。

【結論】

端座位における足関節背屈時の後脛骨筋のH波及び一次運動野の興奮性は、体幹肢位の変化に伴って相反的に変化することが明らかになった。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、神奈川県立保健福祉大学研究倫理審査委員会の承認を得て実施した(保大第71-40)。研究実施に関してはヘルシンキ宣言を遵守するとともに、対象者には研究開始前に書面及び口頭で研究の目的や方法について十分に説明した上で、同意を得られた者のみに実施した。

急性期脳卒中患者における歩行の時間的対称性とバランス能力の関係性について

玉井 春貴

矢木脳神経外科病院

Key word / 脳卒中、歩行対称性、Mini-BESTest

【はじめに】

急性期脳卒中患者を対象に、Mini-Balance Evaluation Systems Test (以下Mini-BESTest) を使用し歩行の時間的対称性とバランス能力の関係性を明らかにすることとした。

【方法】

対象者は当院に入院した患者の内、平成30年1月から12月に発症した患者で発症から14日経過時の急性期脳卒中患者78名とした。整形外科疾患、重度の脳梗塞後遺症を有する者、口頭指示を適切に理解できていない者は除外とした。歩行の時間的対称性の測定として、対象者には自由速度 (Comfortable Gait Speed:以下CGS) および最大速度 (Fast Gait speed:以下FGS) で歩行してもらい、歩行の様子を矢状面からビデオカメラ (CANON) で撮影し、平地10m間の直線歩行における中間5重複歩の平均立脚時間と遊脚時間、歩行速度を計測した。そして麻痺側と非麻痺側それぞれの立脚時間、遊脚時間の比率を計算し、立脚時間比・遊脚時間比を算出した。またバランス能力の評価はMini-BESTestを用いて各セクションの小計と合計点を求めた。統計学的処理はCGSおよびFGSそれぞれの立脚時間比・遊脚時間比と各セクション小計・合計点の各変数において、歪度・尖度を算出し正規分布でないことを確認してから、spearmanの順位相関係数を用いて解析した。また、全ての有意水準は5%未満とした。

【結果】

CGSにおいて立脚時間比とセクション1・3・4・合計点で弱い負の相関 ($0.2 \leq |r| < 0.4$) を認め、遊脚時間比とセクション1・2・4・合計点で弱い負の相関を認めた。また、FGSにおいては立脚時間比とセクション1・2・4・合計点に弱い負の相関を認め、遊脚時間比とセクション1・4・合計点に弱い負の相関を認めた。歩行速度においては、合計点とCGS・FGSそれぞれ強い負の相関 ($0.6 \leq |r| < 0.8$) を認めた。

【考察】

セクション1・4・合計と歩行の時間的対称性では、CGS・FGSの立脚時間比・遊脚時間比共に弱い負の相関関係を認め、動的課題の中でも予測的姿勢制御や歩行安定性の要素が歩行の時間的対称性と関係があることが考えられる。セクション2と歩行の時間的対称性では、FGSの立脚時間比においてのみ弱い負の相関関係を認め、反応的姿勢制御とFGSにおいて立脚期の働きが重要であることが示唆された。セクション3と歩行の時間的対称性では、CGSにおいて体性感覚・前庭感覚機能、またはその感覚の再重み付けの機能が関係することが考えられる。しかし、FGSでは相関関係を認めず、感覚機能以外に、FGS自体の難易度などその他の要因が影響を及ぼしている可能性があると考えられる。合計点と歩行速度では、CGS・FGSを比較した場合、FGSでより強い相関を認めており、バランス能力と歩行速度に強い相関があることが明らかとなった。

【結語】

歩行の時間的対称性のCGS・FGSとMini-BESTestの各セクションの間に相関関係があることが示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

参加者には本研究の趣旨を十分に説明し本人の同意を得た上で研究を行った。また、当院の研究倫理委員会に承諾を受けた上で実施した。

断続的なフィードバック練習に用いる感覚の違いが姿勢バランス課題の運動学習に与える影響について

長谷川 直哉^{1,2)}・Mancini Martina²⁾・King Laurie²⁾
Horak Fay²⁾・浅賀 忠義¹⁾

1) 北海道大学大学院 保健科学研究院

2) Oregon Health & Science University

Key word / 姿勢バランス、感覚フィードバック、運動学習

【はじめに】

姿勢バランスを改善する練習方法として感覚フィードバック (FB) を用いた練習が一般的に行われている。我々は過去の研究で、連続的FBを用いた練習では聴覚FBが視覚FBよりも動的な姿勢バランスに対する練習効果を保持できることを示した。しかし、近年の研究では、両手を用いた運動課題において、断続的なFBを用いることで視覚FBと聴覚FBとの間の学習効果の差がみられなくなることが報告されており、感覚の種類ではなく提示方法により学習効果に変化する可能性を示している。従って、本研究の目的は、断続的なFBを用いた条件でも用いる感覚の違いが姿勢バランス課題に対する学習効果に影響を与えるかどうかを比較検討することであった。

【方法】

健常若年者22名を対象とし、聴覚刺激をFBに用いた11名 (聴覚群) と視覚刺激をFBに用いた

11名 (視覚群) に無作為に割り当てた。被験者はtargetと自身の足圧中心 (COP) を一致させる前後方向の姿勢動揺課題を30秒間行った。targetは被験者のCOP最大移動距離の前方80%から後方70%を周波数0.23Hz (sine-wave) で移動するように作成した。テスト課題ではtargetの移動方向が変化する時点 (変曲点) により一定の視覚刺激と聴覚刺激を提示した。練習課題ではtargetの変曲点で、targetとCOPとの間の距離に応じて変化するFBを与え (聴覚群:音の高低と大きさ、視覚群:点の色と大きさ)、テスト課題と同様にその他の部分では情報が与えられないようにした (断続的FB)。両FBの感覚量はStevens' power lawを用いて同等となるように設定した。被験者は2日間で80施行の練習課題を行い、練習前後 (pretest, posttest) と最後の練習から48時間以上経過した3日目 (retention) にそれぞれ5施行を1ブロックとしたテスト課題を行った。パフォーマンスエラーの空間的な指標として、targetとCOPとの間の距離の平均値と標準偏差 (D_{Ave} , D_{SD}) を使用し、時間的な指標としてcoherenceを算出した。各FB練習の適応および学習効果を比較検討するため、練習前後のテスト課題と2種類の感覚FBに対して二元配置分散分析および多重比較を行った。有意水準は5%未満とした。

【結果】

pretestと比較してretentionにおいて、 D_{Ave} と D_{SD} は両群共に有意な向上が認められた ($p < 0.01$)。一方、coherenceは聴覚群で有意な向上が示され ($p < 0.01$)、視覚群は有意差が認められなかった。

【考察】

本研究の結果は、動的バランスの運動学習の時間的側面は断続的な聴覚FB練習でのみ向上し、空間的側面では両FBで学習効果が得られることを示す。断続的なFBを用いることでFBに対する過度な依存を抑制できたこと、聴覚によるリズム刺激に対する反応性や正確性が視覚刺激よりも優れていることがその要因と考えられる。連続的FBとの比較は今後の課題である。

【結論】

断続的FBを用いた動的バランスの運動学習は、とくに時間的指標において、聴覚FBの方が視覚FBよりも優れた学習効果を示すと示唆される。

【倫理的配慮、説明と同意】

研究に参加した全ての対象者に研究目的及び手順について十分に説明し、インフォームドコンセントを得てから、書面にて同意を得た。実験で得られたデータは研究活動のみで使用し、学会や論文発表などにおいて公表する場合には、個人を特定できないように対処し、プライバシー保護に配慮する。本研究は所属機関の倫理委員会の承認を得て行った。

加算平均を用いたF波波形分析

東藤 真理奈^{1,2)}・鈴木 俊明^{1,3)}・浅井 仁²⁾

- 1) 関西医療大学 保健医療学部 臨床理学療法教室
- 2) 金沢大学 医薬保健学総合研究科 保健学専攻
- 3) 関西医療大学大学院 保健医療学研究科 保健医療学専攻

Key word / 加算平均法、同一波形、F波

【はじめに】

F波とは、神経線維に電気刺激を与えた際に逆行性インパルスが、脊髄前角細胞に到達した後に再発火をおこし、順行性インパルスとなって伝導した末に、末梢の筋で記録される複合活動電位である。通常は様々な波形が記録され一貫性に出現しないことが特徴である。近年の報告では筋緊張異常により手指機能が低下している脳血管障害患者のF波を計測した際に、6種類の波形で構成されていたF波が、運動機能の改善とともに17種類の波形を認め多様化した事を述べている。F波の波形を分析することは痙縮の客観的評価を含め脊髄前角細胞の発火パターンを把握することで様々な活用法が期待できると考える。このF波の波形分析方法のひとつに加算平均法がある。この加算平均法をF波の波形分析に適用するにあたってわずかな潜時の相違により波形が消失してしまう危険性や、加算平均で算出される1つの波形が意味することなどはまだ不明瞭である。そこで、我々は加算平均法をF波に適用できるか否かを検討するために安静時のF波から全波形を対象とした加算平均波形とF波出現波形のみを反映させた加算平均波形の一致性を検討した。

【方法】

対象は、本研究に同意を得られた健康者30名(男性14名、女性16名)、平均年齢 24.5 ± 0.5 歳の安静時のF波とした。F波は非利き手側の正中神経刺激にて母指球上の筋より計測した。使用機器はViking Quest Ver.9.0を使用しサンプリング周波数20kHz、帯域周波数20Hz～3kHzである。計測したF波のデータから、Microsoft Excelにて全刺激回数のF波の加算平均波形と、F波出現波形のみを反映させた加算平均波形を算出し、相関係数を用いて2つの波形の一致性を検討した。

【結果】

2つの波形の一致性を表す相関係数は、全対象者のうち23名(76%)が0.95以上を示した。また、相関係数0.90～0.94を示したのが5名おり、残り1名は相関係数0.90以下を示した。

【考察】

一般的にF波の波形分析では出現している波形を対象として振幅を計測し、その平均値をもって個人のデータとしている。しかし、その分析にはF波波形が多様化している理由から困難を認める。今回、F波の解析方法のひとつとして加算平均を検討した。加算平均の波形がなにを意味しているかは今後の検討課題であるが、今回の2つの波形の一致性が高い要因として、F波の出現頻度が高く対象波形数が類似していたことや、F波の特性である多様に出現したことで基線に近づいたことなどが考えられる。一方で、相関係数0.95以下を示した波形には、出現頻度が低いことで振幅値の相違が生じたことや、高振幅のF波が限局的に出現していることが考えられる。

【結論】

安静時のF波を対象として、全波形を対象とした加算平均波形と出現した波形だけを対象とした加算平均波形の一致率は76%であった。今後、F波波形分析に加算平均法を用いるためにF波出現頻度との関係性を検討していくべきである。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、関西医療大学研究倫理審査委員の承認を得て実施している。本研究の対象者には説明書を用いて、研究の趣旨を十分に説明し同意のうえで署名が得られた対象者のみを対象としている。さらに、研究への参加を断ることで対象者に不利益が生じないことを説明し、途中で棄権する場合においても、文書により参加を撤回でき、撤回後のデータ等は復元不可能な状態にて処分する。研究の拘束時間は1人あたり約15分で実施した。

線維筋痛症モデルマウスのうつ症状に対する運動療法の抑制効果

宮原 謙一郎¹⁾・坪島 功幸¹⁾・田口 徹²⁾・西条 寿夫¹⁾

- 1) 富山大学大学院 医学薬学研究部 システム情動科学講座
- 2) 新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科

Key word / 線維筋痛症、運動療法、うつ

【はじめに】

全身性の疼痛を主症状とする線維筋痛症(fibromyalgia: FM)は、精神症状や自律神経症状などの多様な随伴症状を呈する慢性難治性疾患である。精神症状として、不安や焦燥感のほかうつ症状を高頻度に発症する。これまでにFMの痛みに対する非薬物療法として運動療法の有効性が示されているが、うつ症状への効果や作用機序を実証した研究はない。本研究では、FMモデルマウスにトレッドミル走行を行い、うつ症状に対する運動療法の抑制効果を調べた。

【方法】

先行研究(Klein et al. Neuropharmacology, 2014)に準じ、雄性C57BL/6Jマウスに生体アミンの枯渇剤であるレセルピン(RES, 0.25 mg/kg/day)を連日3回投与し、FMモデルを作製した。トレッドミル走行を速度: 12 cm/秒、時間: 60分間、頻度: 週5日の条件で、レセルピン投与3週間前から投与1週間後まで合計4週間実施し、これを運動療法とした。運動療法終了後2日目に、強制水泳試験を行い、FMモデルマウスのうつ症状を定量化した。強制水泳試験は、ガラス製ビーカー(直径23 cm、高さ35 cm)に水(25 ± 1 °C)を20 cmの深さまで入れて行った。試験実施の24時間前に15分間の馴化を行い、入水後5分間の不動時間をビデオカメラで撮影し、計測した。マウスはレセルピン投与によるFMモデルを作製し、トレッドミル走行を実施したRES + RUN群と、モデル作製のみでトレッドミル走行を実施しないRES群の2群に分けた。両群の不動時間は、平均値±標準誤差で示し、統計解析はMann-WhitneyのU検定を用いた。有意水準は5%未満とした。

【結果】

強制水泳試験におけるマウスの不動時間はRES群で 208.2 ± 12.1 秒、RES + RUN群で 143.4 ± 13.9 秒であり、RES + RUN群で有意に短かった($p < 0.01$)。

【考察】

強制水泳試験の結果より、トレッドミル走行によってFMモデルマウスの不動時間が短縮し、うつ症状が軽減したと考えられた。レセルピンは生体モノアミンの枯渇剤であり、下行性疼痛抑制系や脳でのセロトニンやノルアドレナリンの含有量を減少させる。これらの物質はうつなどの精神症状と深く関連する神経伝達物質であることから、運動療法はレセルピン投与による生体アミンの枯渇を抑制し、抗うつ作用を示した可能性が考えられた。

【結論】

FMのうつ症状の改善に、非薬物療法である運動療法が有効であることが示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は富山大学動物実験委員会の規定に従い、同委員会の承認を得て行った(承認番号: A2016MED-23)。

能動的・受動的触覚刺激による介入が感覚機能に及ぼす影響

渡邊 拓^{1,2)}・小島 翔²⁾・大鶴 直史²⁾・大西 秀明²⁾1) 新潟医療福祉大学大学院 保健学専攻 理学療法学分野
2) 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所

Key word / Active touch、空間的二点識別覚、機械的触覚刺激

【はじめに】

反復的機械的触覚刺激 (rMS) の介入は、介入した部位の空間的二点識別覚 (2PD) を向上させると報告されている。触覚刺激入力様式には、随意運動に伴う触覚入力 (Active Touch) と、随意運動を伴わない触覚入力 (Passive Touch) があり、入力様式によって活動する大脳皮質領域が異なることが報告されている。そこで本研究の目的は、Active TouchおよびPassive Touchを用いて、入力様式の異なる一定時間のrMSが2PDに及ぼす影響を明らかにすることとした。

【方法】

対象は健康成人15名 (21±0.65歳) とした。rMSはピエゾ型触覚刺激装置および12本の点字様刺激ピンを使用し、右示指の指腹に対して10分間刺激した。刺激条件は、1) 右示指の内外転運動 (0-10°) によりピンを擦ることで能動的に触覚が入力される条件 (Active Touch条件)、2) 随意運動を行わず、機械的に制御された触覚刺激が受動的に入力される条件 (Passive Touch条件)、3) 安静条件 (Control条件) の3条件とし、それぞれ4日以上の間隔をあけて別日に行った。2PD課題は二点識別覚計測装置を用い、9種類の2点刺激 (0.5 mm単位で1~5 mmの範囲) と1点刺激 (1ピンのみ使用) の計10種類を8回ずつ、計80回の刺激を1セットとして行った。被験者には、提示された刺激に対して1点か2点かをボタンにて回答させ、あいまいな刺激は全て1点と回答し、2点と判断できる刺激のみ2点と回答するよう指示をした。実験プロトコルは、介入前として2PD閾値計測を4セット行った後、3条件のうち何れかの条件の介入を10分間行い、介入後に2PD計測を4セット行った。2PD課題によって得られたデータはロジスティック曲線により帰属し、得られた心理物理曲線から、50%の正答率となる値を2PD閾値として記録し、75%閾値と25%閾値の値の差を判別感度として記録した。得られたデータに対し、各介入条件前後で比較検討を行った。

【結果】

Active Touch条件の介入では、介入前 (3.33±0.10 mm) と比較し介入後 (3.03±0.12 mm) で、2PD閾値の有意な低下が認められたが (p<0.01)、判別感度の有意な変化は認められなかった。一方、Passive Touch条件の介入では、介入前 (3.22±0.17 mm) と比較し介入後 (3.19±0.10 mm) で、2PD閾値の有意な変化は認められなかったが、判別感度の有意な向上が認められた (介入前、0.68±0.09 mm; 介入後、0.51±0.05 mm; p=0.03)。また、2PD閾値と判別感度への介入効果と介入前の成績間には有意な負の相関が認められた (p<0.01)。

【考察】

Passive Touch時には一次体性感覚野の活動が認められるのに対してActive Touch時には一次体性感覚野だけでなく後頭頂葉の活動が認められると報告されている。この触覚刺激様式に依存した活動部位の違いが触覚刺激介入の効果に影響を与えたと考えられる。

【結論】

rMSによる介入効果は触覚刺激の入力様式に依存して異なることが明らかとなった。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言の趣旨に則り、かつ我々の所属する機関の倫理委員会の承認を得て行った。また、対象者には、書面および口頭にて実験内容に関する説明を十分に実施し、実験参加の同意を得た上で実施した。

両脚立位と片脚立位における足圧中心動揺に対するフラクタル時系列解析

藤野 努¹⁾・園尾 萌香^{1,3,4)}・久保田 圭祐¹⁾・平田 恵介¹⁾
埜 大樹^{1,3)}・宮澤 拓^{1,5)}・国分 貴徳¹⁾・金村 尚彦¹⁾1) 人間総合科学大学 リハビリテーション学科 理学療法専攻
2) 埼玉県立大学大学院 博士後期課程 3) 日本學術振興会 特別研究員
4) 理化学研究所 CBS知能行動制御連携ユニット
5) 蓮田セントラルクリニック

Key word / フラクタル性、足圧中心、片脚立位

【はじめに】

直立姿勢制御系は多入力・多出力系であり、かつ個々の反射系・制御系は相互作用を有するため、それぞれの系のみを解析することでは系全体の振る舞いを検討することは困難である。このような複雑な系に対しては、フラクタル解析をすることによって系の特性を評価することができる。両脚立位における足圧中心 (Center of pressure: 以下、COP) に対して、より高度な姿勢制御を求められる片脚立位において、COPがどのようなフラクタル的特徴を有するかは未解明の部分が多い。そこで本研究は、両脚立位に対する片脚立位のCOP制御特性の相違を明らかにすることを目的に、Detrended fluctuation analysis (以下DFA) を実施した。

【方法】

健康成人8名 (女性3名、男性5名) を対象とした。課題は開眼での両脚立位および片脚立位保持とした。計測には2枚の床反力計 (AMTI社製: サンプリングレート1kHz) を用い、安定した60秒間のデータを解析対象とした。前後、左右方向のCOPは位置および速度情報を算出し、得られた時系列データに対してDFAを実施した。スケールリング指数 a (以下 a) は全領域、短時間領域、長時間領域それぞれで算出した。 a の値から持続性相関 ($0.5 < a < 1.0$) および反持続性相関 ($0 < a < 0.5$) を判断した。持続性相関から反持続性相関への転換点 (クロスオーバー) が確認された際にはクロスオーバーが生じた時間領域を算出した。各指標の比較に対応のあるt検定を実施し、有意水準は5%未満とした。データ解析にはMATLAB 2019a (MathWorks社製) を使用した。

【結果】

クロスオーバーは速度データにおいてのみ確認された。左右方向のCOPにおいて、全ての指標で両脚立位と片脚立位の間に有意な差を認めなかった。一方で、前後方向のCOPにおいては、位置データにおける a の全時間領域 (両脚: 1.24 ± 0.12 vs 片脚: 0.97 ± 0.08)、長時間領域 (両脚: 1.06 ± 0.15 vs 片脚: 0.86 ± 0.10)、速度データにおける a の全時間領域 (両脚: 0.47 ± 0.09 vs 片脚: 0.32 ± 0.04)、短時間領域 (両脚: 0.92 ± 0.19 vs 片脚: 1.28 ± 0.04)、長時間領域 (両脚: 0.31 ± 0.08 vs 片脚: 0.20 ± 0.03)、クロスオーバー (両脚: 30.6 ± 14.6 vs 片脚: 16.0 ± 4.5) において有意な差を認めた。

【考察】

片脚立位は、支持基底面が狭いため左右方向のCOP調節が重要であると考えられてきた。しかし、本研究の結果からは、左右方向の全ての指標において片脚立位特異的な変化を認めず、前後方向にのみ課題間の相違が確認された。このことから、両脚立位と比較した片脚立位保持時のCOP制御は前後方向において長期相関を有した制御を行っている可能性が示された。つまり、COPの前後方向制御が必ずしも前後方向のみの姿勢動揺制御に寄与しているだけでなく、左右方向の姿勢動揺制御にも影響していることを示していると考えられる。

【結論】

片脚立位ではCOPの前後方向の長期相関を有する制御が左右方向の姿勢動揺制御に寄与している可能性がある。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、人間総合科学大学倫理審査委員会の承認を得て実施した (受付番号: 第571号)。被験者には、ヘルシンキ宣言に則って口頭と文書にて説明をし、文書にて研究参加への同意を得た。

手指の照準運動による力の変動性

吉田 優斗¹⁾・谷 浩明²⁾1) 国際医療福祉大学塩谷病院
2) 国際医療福祉大学 理学療法学科

Key word / 運動背制御、ピンチ動作、照準運動

【はじめに】

ピンチ動作は日常生活の中でも欠かせない運動の1つであり、その力の制御は手の巧緻性と深く結びついている。この力の大きさについてはピンチ計が、巧緻性については各種の作業能力評価が用いられているが、力の大きさと正確性を同時に評価する試みは見当たらない。そこで、本研究はピンチ動作による照準運動を用い、設定された力の大きさと到達時間がその正確性にどのような影響を与えるかについて明らかにすることを目的とした。

【方法】

被験者は健康成人23名(年齢 21.7 ± 1.07 歳)で、測定用の台に固定されたロードセル(LUR-A-50NAS1, 共和電業)を母指と示指ではさむピンチ動作を課題とした。また、産生されるピンチ力は持続的ではなく、一峰性のピークが出現するパルス状のものになるよう教示した。被験者が目標に達しているかどうかを自身でフィードバックできるように、力のピークと時間推移はデジタルオシロスコープの画面上に表示した。照準運動としての目標はピークの大きさ(目標レベル)とピークに達するまでの時間(目標時間)の組み合わせで決定した。目標レベルはピンチ力の等尺性最大筋力の30%, 40%, 50%, 60%, 70%の5条件、目標時間は100ms, 200ms, 300msの3条件、計15種類の照準運動をランダムに行わせた。この照準運動の正確性を評価するために、恒常誤差(CE)と変動誤差(VE)の平均値を条件ごとに算出し、目標レベルと目標時間を要因とする反復測定二元配置分散分析で解析を行った。

【結果】

分散分析の結果、CEでは目標レベルの主効果のみ有意となった($F(2,66) = 22.8, p < 0.01$)。VEについては交互作用のみ認められた($F(8,264) = 3.16, p < 0.01$)。そこで、目標時間別に一元配置分散分析を行ったところ、100msの条件でのみ主効果が認められ、($F(4,88) = 11.66, p < 0.01$)事後検定から70%が他のレベルより有意に大きいことがわかった。

【考察】

CEの結果は、500~600msで終了するパルス状のピンチ力は目標レベル50%を境に、それより大きくても小さくてもピークを目標にあわせるのが困難なことを表している。加えて、VEの結果からは最も短い到達時間(100ms)で最も大きな目標レベル(70%)の時に、出力のばらつきが大きくなることがわかった。これは50%を超えるレベルでは、運動単位の時間的活動参加の比重が増し、全体としてのピークの遅れが出てくることにより、目標への正確な制御が難しくなっているのではないかと考えられる。

【結論】

ピンチ動作の照準運動においては、目標時間が300ms以下であればMVCの50%が最も正確であり、力のばらつきは100msになると目標レベルの影響を受けることがわかった。こうした制御の特徴は、ピンチ動作に関わる筋の持つ組成や神経支配比などを含めた特性が反映したものであり、照準運動の評価としての有用性を示していると考えられる。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は国際医療福祉大学倫理審査委員会の承認を受けており(承認番号16-10-194)、対象者に、本研究の主旨、内容、調査結果の取り扱いなどに関して文書と口頭にて十分な説明を行い、文書による同意を得て実施した。

視覚および体性感覚刺激が主観的視性垂直に与える影響

大下 紘佳¹⁾・萬井 太規²⁾・加藤 士雄³⁾・種田 健二¹⁾
嶋 勇輔¹⁾・浅賀 忠義²⁾1) 北海道大学大学院 保健科学院
2) 北海道大学大学院 保健科学研究院
3) 北海道科学大学 保健医療学部 理学療法学科

Key word / 主観的視性垂直、視覚刺激、振動刺激

【はじめに、目的】

ピサ徴候(Pisa syndrome: PS)を有するパーキンソン病(PD)患者は、主観的視性垂直(Subjective visual vertical: SVV)が偏倚するという報告がある(Gandor F. et al., 2016)。一方、SVVは視覚、前庭覚、体性感覚の単一刺激によっても偏倚を引き起こす(Tamura et al.: 2017)。姿勢定位においてPDは、低下した体性感覚を代償するために、視覚への依存度が高められるが(Vaugoyeau M. et al.: 2007)、SVVにおいて視覚と体性感覚刺激を組み合わせてその影響を検討した研究は筆者らの知る限り存在しない。従って、本研究の目的は健康者における視覚刺激と体性感覚刺激の組み合わせによるSVVへの影響を明らかにすることだった。

【方法】

対象は右利きの健康成人23名(男性12名、平均年齢 22.8 ± 1.2 歳)だった。体性感覚刺激は一側頸部背側筋群に振動刺激を当てるもの(Vib)と当てないもの(no-Vib)の2条件とし、視覚刺激はバーチャルリアリティを使用して視覚情報を振動刺激と同側(Same)または反対側(Op)に 20° 傾斜させるものと傾斜させないもの、視覚情報のないもの(no-Visual)の4条件とした。これらの組み合わせにより8つの感覚刺激条件(体性感覚2条件×視覚4条件)を設定し、座位にて刺激中にSVV計測を各条件6試行ずつ行った。統計解析には体性感覚および視覚刺激条件を要因とする二元配置反復測定分散分析を使用し、多重比較にはBonferroni法を使用した。有意水準は5%未満とした。

【結果】

2要因の交互作用は認められなかった。主効果は視覚刺激条件のみに認められ、Sameは他3条件よりも有意に振動刺激方向に偏倚し、Opは他3条件よりも有意に振動刺激の反対方向に偏倚した($p < 0.01$)。また、SVVの異常値は ± 2.5 度以上と言われており(C. Piscielli et al., 2017)、no-Vib×no-Visualに対してVib×no-Visualが 2.5 度以上偏倚したものが3人抽出された。これらの1人ずつに二元配置分散分析を行ったところ、3人とも2要因の主効果と交互作用が認められ($p < 0.01$)、そのうち2人はSame、Op、no-Visualにおいてno-VibよりもVibで有意に振動刺激方向に偏倚した($p < 0.01$)。

【考察】

振動刺激の主効果を認めなかったことに対しては、先行研究と比較して被験者が若年であったことが要因として挙げられる。しかし、若年であっても振動刺激の影響を受けたものが3人抽出された。これらの振動刺激の影響を受ける人では、視覚情報の傾斜刺激によって影響を受けたSVVの傾斜方向へのずれを同側振動刺激によって助長され、対側振動刺激によって軽減された。また、水平な視覚情報を提示することによって視覚依存が高まり、振動刺激の影響を受けなかったと考えられる。

【結論】

振動刺激によってSVVが偏倚するものとしもないものが存在し、偏倚するものは視覚傾斜刺激によるSVV偏倚を同側振動刺激によって助長され、反対側振動刺激によって軽減される。また、水平な視覚情報を提示することで振動刺激の影響を受けなくなることが示唆される。

【倫理的配慮、説明と同意】

研究に参加した全ての対象者に研究目的及び手順について十分に説明し、インフォームドコンセントを得てから、書面にて同意を得た。実験で得られたデータは研究活動のみに使用し、学会や論文発表などにおいて公表する場合には、個人が特定されないように対処しプライバシー保護に配慮する。本研究は所属機関の倫理委員会の承認を得ている(19-21)。

立位時の動的姿勢制御における力量感覚の影響

神野 愛¹⁾・金子 純一朗²⁾1) 国際医療福祉大学塩谷病院 リハビリテーション室
2) 国際医療福祉大学 小田原保健医療学部 理学療法学科

Key word / クロステスト、力量感覚、矩形面積

【はじめに】

動作に見合った適切な筋の出力調節に用いられる感覚は、筋の力量感覚とよばれている。本研究の目的は、力量感覚の正確さが動的姿勢制御に及ぼす影響を明らかにすることである。

【方法】

健康若年男性21名と地域在住の健康高齢男性19名を対象に力量感覚課題とクロステストを行った。力量感覚課題はデジタル筋力計を用い、握力と足趾把持力にて実施した。各被験者にて測定された最大筋力の25%、50%、75%の出力を目標出力として設定した。被験者に各条件の目標出力を目指して能動的に筋の出力を調節させ、発揮された出力を再現出力とした。課題は、3条件を3回ずつランダムに9試行を行い、握力で全試行終了後、足趾把持力の課題を実施した。評価変数は、再現出力と目標出力の差を最大筋力で除した相対誤差の平均値とした。クロステストの計測には、多目的重心動揺計測システムを用いた。手続きは、3秒間の静止立位後、計測者の号令に合わせて前後左右の順で重心を最大移動させ、重心移動終了後3秒間の静止立位で終了とする合計30秒の試行とした。クロステストの成績指標は、矩形面積を用いた。

力量感覚の相対誤差について対応のある二元配置分散分析を行い、必要に応じて単純主効果の検定を実施した。また、矩形面積を目的変数として、群別に重回帰分析を行った。統計解析にはIBM SPSS statics 24を用い、有意水準は5%とした。

【結果】

握力、足趾把持力いずれの相対誤差においても年代と各条件間に有意な交互作用を認め、年代間では、握力の25%、50%、足趾把持力の25%条件で高齢者の相対誤差が有意に大きかった。条件間では高齢者において握力、足趾把持力とも全条件間に有意差を認め、目標出力が小さいほど相対誤差が大きくなる傾向を示した。若年者では条件間に有意な差は認めなかった。重回帰分析の結果、若年群において、握力の50%、足趾把持力の75%、最大足趾把持力、握力の75%相対誤差が有意なモデルとして選択され、自由度調整済み決定係数は0.34であった。高齢者群では、有意な重回帰モデルは抽出されなかった。

【考察】

力量感覚課題では高齢者において小さな力発揮が要求されるほど相対誤差が大きくなり、力量感覚の正確さは年齢の影響を受けることが示唆された。

矩形面積に影響を与える因子を検討した結果、若年者でのみ相対誤差を含む重回帰モデルが採用され、若年者の矩形面積には力量感覚の正確性が関与していることが示唆された。高齢者では、感覚入力のリモットが変化しており、力量感覚が低下していても他の感覚モダリティが代償的に作用するため、個人差が大きくなったと考えられた。

【結論】

力量感覚が若年者の動的姿勢制御に関与しており、高齢者では力量感覚が低下するものの動的姿勢制御への直接的な影響は認められないことが示された。加齢変化の中で姿勢制御における力量感覚の重み付けが変化していく可能性が示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、対象者に対して研究内容を説明し、さらに辞退した場合にも不利益がないことを書面で示し、同意を得た上で実施した。また、対象者の個人情報主研究者のみが取り扱うこととし、全ての情報は匿名化し記録した。保存期間は、研究終了日より5年間とした。本研究は国際医療福祉大学倫理委員会の承認を受けて実施した(承認番号16-Io-195)。

健康な若年成人男性におけるinternal focus of attentionに基づく言語教示が最大歩行速度に及ぼす即時的影響

鈴木 堯之^{1,2)}・橋立 博幸²⁾・太田 智裕³⁾・清水 夏生³⁾
佐々木 良¹⁾・別役 徹生¹⁾・八並 光信²⁾1) 東京天使病院
2) 杏林大学大学院 保健学研究科 リハビリテーション科学
3) 初台リハビリテーション病院

Key word / internal focus of attention、注意の向け方、歩行

【はじめに】

セラピストは運動パフォーマンスを促進するため言語教示を多く使用しており、特に臨床場面において、自己の身体への注意を促すinternal focus of attention (IFA) を頻繁に用いていることが報告されている。しかし、IFAに基づく言語教示が歩行に対して及ぼす影響は十分に検証がなされていない。本研究は健康な若年成人男性において、IFAに基づく言語教示が歩行時の最大歩行速度に及ぼす影響を検証することを目的とした。

【方法】

健康な若年成人男性11人(平均年齢25.3歳)を対象に、注意の向け方を教示しない通常条件「できるだけ速く歩いてください。」、歩幅増加に着目したIFAを付与するstride-IFA条件「できるだけ大股で、できるだけ速く歩いてください。」、歩数増加に着目したIFAを付与するcadence-IFA条件「できるだけ脚を速く出して、できるだけ速く歩いてください。」の3つの教示条件にて、最大速度下での歩行を実施した。ポータブル歩行分析システム(G-WALK)を用いて、歩行速度、歩行率、歩幅身長比、および左右立脚期時間を測定し、立脚期時間については1施行における平均値と左右の立脚期時間変動係数(立脚期時間CV)を算出した。各条件は順序を無作為化して実施し、2回ずつ測定を行った。全測定項目において2施行の平均値を採用し、3条件間で比較した。

【結果】

歩行速度は、通常条件と比較しstride-IFA条件およびcadence-IFA条件で有意に高値を示した(通常条件 2.4 ± 0.4 m/s、stride-IFA条件 2.7 ± 0.4 m/s、cadence-IFA条件 2.7 ± 0.4 m/s)。歩行率は、通常条件およびstride-IFA条件と比較しcadence-IFA条件で有意に高値を示した。歩幅は通常条件およびcadence-IFA条件と比較しstride-IFA条件で有意に高値を示した。左右立脚期時間はstride-IFA条件、通常条件、cadence-IFA条件の順で有意に高値を示した。左右立脚期時間変動係数は全条件間において有意差は認められなかった。

【考察】

通常条件と比較しstride-IFA条件では、歩行速度とともに、歩幅と立脚期時間の有意な増加が認められたことから、歩幅増加に着目したIFAは歩行率に影響を及ぼさず、歩幅および立脚期時間の増加を促すことで、歩行速度を増加させたと考えられた。一方、通常条件と比較しcadence-IFA条件では、歩行速度とともに歩行率の有意な増加と立脚期時間の有意な減少が認められたことから、歩数増加に着目したIFAは歩幅に影響を及ぼさず、立脚期時間の短縮と歩行率の増加を促すことで歩行速度を増加させたと考えられた。また、左右立脚期時間CVは条件間に有意差が認められなかったことから、各教示は歩行周期のパターンに影響を及ぼさなかったと推察された。

【結論】

健康な若年成人男性において、歩幅増加および歩数増加に着目したIFAは、教示内容に応じて速度を増加させるための異なる歩行戦略をそれぞれ促進させ、最大歩行速度を増加させる可能性があることが示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究の実施に際して、対象者に対して口頭と書面にて、研究概要を説明し同意を得た。なお、本研究は東京天使病院倫理審査委員会(承認番号2018-12-20)の承認を得て実施した。

母指の正中感覚神経は尺骨神経や橈骨神経浅枝より何故に遅いのか

三和 真人¹⁾・雄賀多 聡¹⁾・大谷 拓哉¹⁾・高橋 宣成²⁾
藤尾 公哉¹⁾・江戸 優裕¹⁾・堀本 佳誉¹⁾

1) 千葉県立保健医療大学
2) 東京多摩北部医療センター

Key word / 感覚神経活動電位 (SNAP)、正中神経 (Medial Nerve)、感覚神経伝導速度 (SCV)

【はじめに】

2016年「精密知覚機能検査」が診療報酬算定の対象となり、感覚機能評価の定量化が謳われてきた。感覚神経伝導速度 (SCV) の正常域の設定が不可欠であるものの、今日まで正常値を抽出した論文は見あたらない。日本神経治療学会の報告でも、感度や特異度の高い検査報告として環指の正中・尺骨神経や母指の正中・橈骨神経の比較による潜時差について検討はされてきた。しかし、その際に正中神経の環指と母指の各記録に乖離が見られるなど未だに確立した報告がない。本研究の目的は、感覚障害の定量化の一環として位置づけ、正中、尺骨、橈骨浅枝の各神経のSCVを導出して手指に結びつく特徴は何かを検討することにある。

【方法】

対象者は21～36歳の健常成人102名 (男性82、女性20)、平均年齢24.9 ± 3.52歳、被験手は利き手 (右94、左8人) とした。測定は正中、尺骨、橈骨神経浅枝の感覚神経活動電位 (SNAP) を記録し、陰性頂点までの頂点潜時 (peak latency) を計測してSCVを算出した。環指記録はMPとPIPの間に関電極、DIP上に不関電極、手掌中央部に接地電極を設置し計測した。刺激は関電極から14cm近位の正中および尺骨神経上とし、0.2msecの矩形波で最大上刺激を加えた。一方、母指記録はMPとPIPの間に関電極、DIP関節上に不関電極、手掌中央部に接地電極を設けた。刺激は関電極から10cm近位の正中および橈骨神経浅枝上とした。統計分析にはpeak latencyは対応のあるt検定で比較した。SCVは一元配置分散分析を行い、Bonferroni検定を用いた。有意水準は5%とした。

【結果】

環指SNAPのpeak latencyは尺骨神経3.4 ± 0.6msec、正中神経3.4 ± 0.5msecで差はなかった。母指SNAPのpeak latencyは橈骨神経浅枝2.6 ± 0.5msecで、正中神経2.8 ± 0.5msecよりも短かった (p<0.01)。SCVは環指の正中神経SCV41.1 ± 3.8m/s、尺骨神経SCV41. ± 4.3m/sと両神経間に差はなかった。母指では正中神経36.2 ± 4.3m/sと、橈骨神経浅枝39.4 ± 3.9m/sより遅く、有意な差が認められた (p<0.05)。すなわち、母指正中神経のSCVは、環指正中神経、尺骨神経と橈骨神経浅枝のSCVよりも遅かった (p<0.01)。

【考察】

橈骨神経浅枝SNAPは母指正中SNAPに比較してpeak latencyが明らかに短かった。橈骨神経浅枝は皮膚直下を走行しているのに対し、正中神経は橈側手根屈筋や長掌筋の深部に存在する手根管を走行しているため、潜時差が生じたと考えられる。何故に同じ正中神経で分枝によってSCVが異なるのだろうか。健常成人を対象としており、容易に母指への分枝だけが障害されているとは考え難い。末梢神経は末梢になるほど径は小さくなり、有髄神経でも末梢には無髄部が存在する。つまり、伝導速度が低下する非一様性が考えられよう。

【結論】

本研究は感覚障害の定量化手技として感覚神経伝導検査を中心に論理を展開したが、何故母指正中神経の感覚神経伝導遅延が運動学など理学療法の一助になるものである。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、千葉県立保健医療大学倫理審査委員会の承認 (2019-03) を得て、書面と口頭で説明し、同意を得た人を対象者とした。

認知負荷が選択的ステップ反応に与える影響について：ステップ方向に着目して

嶋 勇輔¹⁾・大下 紘佳¹⁾・種田 健二¹⁾・武田 賢太²⁾
萬井 太規³⁾・浅賀 忠義³⁾

1) 北海道大学大学院 保健科学院
2) 国立障害者リハビリテーションセンター研究所 運動機能系障害研究部
3) 北海道大学大学院 保健科学研究院

Key word / 選択的ステップ反応, 認知負荷, 後方ステップ

【はじめに、目的】

ステップ反応は、大きな外乱に対して転倒を回避するために必須な姿勢戦略である。これには素早い情報処理能力が求められるために、認知負荷によって大きく影響を受ける。この能力の評価には選択的ステップ反応試験 (CSRT) が一般に用いられている。CSRTは認知負荷をかけて、随機的に素早いステップ動作を行う課題である。これは日常生活での環境に類似しており、先行研究では認知負荷がステップに及ぼす影響について検討されてきた。しかしながら、姿勢が崩れた際に後方は前方と比して転倒しやすいことが報告されているが、ステップの方向に着目したCSRTについて検討されていない。従って、本研究の目的はステップ方向の違いで認知負荷がステップ反応に与える影響について明らかにすることであった。

【方法】

神経学的、整形外科的な疾患および認知機能障害を有しない健常成人の若年者10名 (男5名、女5名、年齢21.3 ± 0.8歳) を対象とした。課題はCSRTを採用し、被験者は1枚の床反力計の上に両足均等荷重で安静立位となり、モニター上の視覚刺激に対してできるだけ素早くステップを行った。被験者は表示される矢印の向きに一致する足でステップを行なった。視覚刺激にはSimon課題を用いた。Simon課題とは表示される矢印の指示とその矢印が表示される場所とが一致 (一致条件) あるいは不一致 (不一致条件) となる課題であり、不一致課題は一致課題と比し認知負荷が大きい。課題条件はステップ方向 (前方、後方) と認知負荷 (一致課題、不一致課題) の組み合わせによる4条件とし、各条件20施行ずつ、計80施行実施した。床反力のデータから視覚刺激表示から足圧中心 (COP) の変位が起こるまでを反応時間、COP変位開始からフットオフまでを予測的姿勢調節 (APA) の時間として算出し、前額面においてCOPが初期に立脚側へ変位したものをAPAエラーと定義した。また各ステップの方向で反応時間とAPA時間それぞれで不一致課題と一致課題との差を求め、これを認知負荷による影響として算出した。解析は、認知負荷とステップの方向がステップの各変数、APAエラー率に与える影響を検討するために二元配置分散分析を使用し、多重比較にはBonferroni法を用いた。また各時間的変数における認知負荷の影響を検討するために対応のあるt検定を行った。危険率は5%とした。

【結果】

APAエラーの割合は認知負荷で主効果が認められた (p<0.05)。しかしステップの方向の違いでAPAエラーの割合と認知負荷の影響の有意差は認められなかった。

【考察】

後方ステップは大脳皮質での神経活動量が前方と比して多く、認知負荷の影響を受けやすいものと考えられる。しかし若年者では注意容量が大きいために、本研究の課題では認知負荷として不十分であったと考えられる。

【結論】

健常若年者ではステップの方向の違いで認知負荷がステップに及ぼす影響はないことが示唆される。

【倫理的配慮、説明と同意】

研究に参加した全ての対象者に研究目的及び手順について十分に説明し、インフォームドコンセントを行い、同意を得た。実験で得られたデータは研究活動のみで使用し、学会や論文発表などにおいて公表する場合には、個人を特定できないように対処しプライバシー保護に配慮する。本研究は所属機関の倫理委員会の承認を得ている (19-13)。

Drop jump時のKnee-inと下肢のボディイメージとの関係

水野 史弥¹⁾・齊藤 明²⁾・郡場 遥³⁾・美津島 隆⁴⁾・入澤 寛⁴⁾

- 1) 獨協医科大学病院
2) 秋田大学大学院 医学系研究科 保健学専攻 理学療法学講座
3) 青森県立中央病院 4) 獨協医科大学病院 リハビリテーション科学講座

Key word / 運動制御、前十字靭帯損傷、ボディイメージ

【はじめに】

前十字靭帯 (以下、ACL) 損傷はジャンプ着地時のKnee-in toe-outでの受傷が多く、その一要因として膝関節の固有感覚低下が関与するとされている。しかし実際のスポーツ動作では、複数関節の固有感覚が用いられ、それらの低下が下肢の不良アライメントを引き起こすと考えられるがそのような報告はない。本研究では複数関節による固有感覚をボディイメージと定義し、下肢のボディイメージとジャンプ着地時のKnee-in肢位との関係性を明らかにすることを目的とした。

【方法】

健常女子大学生25名 (平均年齢21歳) を対象にジャンプ着地時のKnee-inおよび下肢のボディイメージを測定した。Knee-inの測定は30cm台からのDrop-Jump Screening Testを実施し、前方よりデジタルカメラで撮影した。Knee-inの指標にはKnee Width Ratio (以下、KWR) を用い、体表に貼付したマーカーより両大転子間距離 (HS)、両膝蓋骨間距離 (KS)、両外果間距離 (AS) を求め、KWRを算出した。ボディイメージは、膝関節屈曲70°位のスクワット肢位における両膝蓋骨間の距離と対象者が認識した距離との誤差を測定した。両膝蓋骨間の距離はneutral、knee-in、knee-outの3条件を設定した。それぞれ3回測定しKWRは最小値を、ボディイメージの誤差は絶対値の平均値を解析に使用した。また股関節外転筋力ならびに股関節内転・内旋可動域を測定した。統計学的解析はDrop-jump時のKWR値と下肢ボディイメージの誤差、股関節外転筋力および内転・内旋可動域との関係を検討するためPearsonの相関係数を求め、有意水準は5%とした。

【結果】

着地時のKWR値とneutral条件下でのボディイメージの誤差との間に有意な負の相関 ($r=-0.528$, $p=0.007$) が認められたが、その他KWR値と各測定項目との間に有意な相関関係は認められなかった。

【考察】

ボディイメージと実際の運動との間に差があると、基本動作において影響が生じることが報告されており、本研究の結果より応用動作であるジャンプ動作においても同様に、下肢ボディイメージの誤差が着地時のKnee-inの制御に影響を及ぼしたものと考えられる。しかしneutral肢位以外ボディイメージと着地時のKWR値との間に有意な相関関係認められなかった。これらの肢位はneutral肢位に比べ皮膚や筋、靭帯など伸張される肢位であり、そのため膝の固有感覚のフィードバックが高まることでボディイメージに強く影響し、KWRとの関係性が得られなかったと考えられる。

【結論】

neutral肢位でのボディイメージの誤差は着地時のKnee-inと関連し、この肢位でのボディイメージの評価はACL損傷を起こしやすい者の評価に有用である可能性が示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、ヘルシンキ宣言に基づき、対象者への身体的・精神的苦痛および情報漏洩の防止に配慮して実施し、対象者には本研究の主旨・方法・利益やリスク・対象者の権利等を十分に説明したうえで書面にて同意を得た。

スポーツによる脊髄損傷者上肢筋脳機能地図の拡張

中西 智也^{1,2)}・小林 裕央^{1,3)}・島崎 崇史⁴⁾・横本 勝也⁵⁾
中澤 公孝¹⁾

- 1) 東京大学大学院 総合文化研究科 2) 日本学術振興会 特別研究員
3) 信州スポーツ医療福祉専門学校 4) 上智大学 文学部
5) 上智大学 言語教育センター

Key word / 一次運動野、脳再組織化、脊髄損傷

【はじめに】

脊髄損傷後の一次感覚運動皮質においては、代償性反応として下肢支配領域の容積低下や、上肢支配領域の内側偏移が生じることが知られている (Dahlberg et al. 2018)。一方、健常者の脳においても高強度・頻度の運動により脳機能地図の拡大や、neural efficiencyが生じる (Callan and Naito. 2014)。この障害特異的代償性変化かつ使用依存的な可塑的变化により、スポーツを日常的に行い活動度が高い脊髄損傷者においては、特異的な脳再組織化が生じていると考えられる。本研究は、障がい者スポーツを日常的に行っている脊髄完全損傷者を対象として、上肢筋脳機能地図を作成し、運動年数や活動度が及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象は損傷高位が胸髄以下であり、上肢に運動感覚麻痺のない脊髄完全損傷者5名 (以下Sub.A~E; 年齢 39.6 ± 17.6 歳、受傷後経過年数 20.6 ± 14.7 年、受傷後スポーツ実施年数 18.8 ± 15.5 年) とした。まず、日常的な活動量を質問紙表およびPhysical Activity Scale for Individuals with Physical Disabilities日本語版により定量化した。次に20%MVCでの上肢筋収縮課題 (グリッピング/手関節掌背屈/上腕筋収縮/肩挙上) を実施中にfMRIを撮像した。解析はSPM12を用いて全脳解析およびROI解析を行い、課題中の賦活量 (Cluster size) を算出した。

【結果】

障がい歴・スポーツ歴が最も長いSub.Aはグリップ・手関節運動時に下肢領域も含めた広範な賦活を示した。また、PASIPD scoreが最も高いSub.Bは手関節運動・上腕収縮時に同様の広範な賦活を示した。一方、スポーツを行っているがPASIPD scoreが低い、Sub.C・D・Eは脳機能地図の変化は見られなかった。

【考察】

脊髄完全損傷後は、求心性信号入力遮断により残存部位支配皮質のunmaskingが生じ、可塑的变化が生じやすい脳状態であるとされている (Jain et al. 1998)。上肢支配領域が解剖学的下肢支配領域まで拡張したことは、障害特異的代償性変化であると考えられる。この拡張にスポーツ実施年数および活動強度が関連していたことから、時間と活動強度の相互作用が代償性変化を促進する可能性が示唆された。

【結論】

脊髄完全損傷者における手部・手関節・上腕筋の脳機能地図拡張は運動年数や活動度に影響されることが示唆された。上肢支配領域の拡張は残存した上肢運動機能の向上に寄与しうするため、スポーツなどによる積極的な身体活動を行うことが神経学的にも推奨される。一方で歩行再建を目標とした場合、下肢機能向上の阻害要因となりうるため、理学療法士は対象者のニーズに応じて神経学的状態も考慮した上で介入や指導を行う必要があると考えられる。

【倫理的配慮、説明と同意】

研究に際してはヘルシンキ宣言および厚生労働省の「臨床研究に関する指針」に沿って研究を計画・実施した。また、本研究は筆頭演者所属機関の「ヒトを対象とした実験研究に関する倫理審査委員会」において承認を受け、実施した。MRI計測では日本神経科学学会の定めるガイドラインおよび申請者所属機関の定めるガイドラインの基準を満たし、かつ主治医の許可が得られた被検者を対象とした。また、被検者に対し、安全性および人権擁護のための配慮、個人情報の保護に関して文書により説明し、同意書により同意を得た。

内受容感覚入力が痛み知覚に及ぼす影響

石塚 優平¹⁾・大鶴 直史^{1,2)}・横田 裕丈^{1,2)}・大西 秀明^{1,2)}1) 新潟医療福祉大学 医療技術学部 理学療法学科
2) 運動機能医科学研究所

Key word / 内受容感覚、疼痛、メタ認知

【はじめに】

近年、心拍など身体内部で生じる感覚である内受容感覚に注目が集まっている。内受容感覚の一つである心臓からの求心性入力、R波から200～600ミリ秒後に皮質活動を生じさせることが知られている。これまでに、この心臓から内受容感覚入力により皮質における痛覚情報処理が影響を受けることが示されている。しかしながら、主観的な痛覚知覚は影響を受けないとする報告も多く、一致した見解に至っていない。そこで、本研究では個人の内受容感覚を内受容感覚に対する精度、自信、メタ認知という3つの異なる指標で評価し、各指標が心拍による痛覚知覚変動に及ぼす影響を検討することとした。

【方法】

対象は、健常成人22名(平均21.8±0.39歳)とした。痛覚刺激には表皮内電気刺激装置を用いた。刺激部位は非利き手の手背部とし、刺激強度は疼痛閾値の2.5倍とした。刺激条件は心拍R波ピークと同時(R0条件)、R波ピークから100、200、300、400、500、600ミリ秒後(R+100、R+200、R+300、R+400、R+500、R+600条件)の6条件とした。各条件において、5試行の痛覚刺激を行い、各刺激に対するVAS平均値を主観的痛覚知覚強度の指標とした。また、R波からのタイミングによる痛覚知覚の変動を評価するために、各条件におけるVAS平均値から全条件の平均値で減することによりVAS変化量を算出した。

内受容感覚に対する精度の評価には、心拍検出課題を用いた。内受容感覚に対する自信の評価は、心拍検出課題に対する主観的な自信の強さをVASにより回答させた。さらに、内受容感覚に対するメタ認知に関しては、内受容感覚に対する精度と自信の中央値による区分により、メタ認知良好群と不良群に分類した。R波からのタイミングによる痛覚知覚の変動に関しては、繰り返しの一元配置分散分析を用いて検討した。また、メタ認知の分類によって心拍による痛覚知覚変動が異なるかに関しては、混合計画二元配置分散分析(要因:メタ認知、刺激条件)を用いた。事後検定には対応のない検定を用い、有意水準は5%とした。

【結果】

一元配置分散分析の結果、R波からのタイミングによるVASの有意な変動は認められなかった。一方、混合計画二元配置分散分析を用いて、心拍からのタイミングによる痛覚知覚変動がメタ認知によって異なるかを検討した結果、交互作用が確認され($p=0.041$)、R+400の条件において、メタ認知良好群において不良群と比較し、有意な鎮痛が確認された($p=0.002$)。

【考察】

R波から400ミリ秒後における主観的痛覚知覚変動は、内受容感覚に対するメタ認知によって異なることが示された。これは、メタ認知によって内受容感覚の皮質情報処理が異なる可能性を示唆している。

【結論】

R波からの潜時における疼痛知覚は内受容感覚に対するメタ認知によって変調することが示唆された。しかし、この変動がどのような神経学的メカニズムによるものかは不明であり、今後の課題である。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言の趣旨に則り、所属機関の倫理委員会の承認(承認番号18154)を得て行った。また、対象者には、書面および口頭にて実験内容に関する説明を十分に実施し、同意書に署名および捺印を得た上で行われた。

座位における前後方向の様々な体幹位置での体幹位置知覚能と体幹筋活動との関係

遠藤 壮馬^{1,2)}・浅井 仁³⁾1) 金沢子ども医療福祉センター リハビリテーション科
2) 金沢大学大学院 医薬保健学総合研究科
3) 金沢大学 医薬保健研究域 保健学系

Key word / 体幹筋活動、体幹位置知覚、座位

【はじめに】

適切な姿勢制御は自己身体位置を正確に知覚することによりなされ、身体位置の知覚は多種感覚情報を統合することで達成される。座位姿勢では体幹位置を知覚するための感覚情報を明らかにすることが重要であると考えられる。本研究では座位において、体幹筋活動に伴って起こる筋感覚情報に焦点を当て、前後方向における様々な体幹角度での体幹筋活動量と体幹位置知覚との関係を検討した。

【方法】

対象は健常若年者26名とし、座位における前後方向の様々な目標体幹角度(目標角度)における体幹位置知覚と体幹筋活動量を調べた。体幹位置知覚は記憶した目標角度とそれを再現した角度(再現角度)との絶対誤差で評価された。本研究では、矢状面上での肩峰と大転子を結んだ線と垂線とのなす角度を体幹角度と定義し、以前に我々が報告した体幹角度計を用いて測定した。また、体幹筋活動量として、各目標角度で体幹を保持している間に記録した3秒間の表面筋電データの積分値を、別に測定した3秒間の最大随意収縮(MVC)の積分値で除した値(%MVC)が算出された。被験筋は腹直筋、外腹斜筋、内腹斜筋下部横行線維、最長筋および多裂筋であった。被験者ごとの座位における体幹最前傾角度および最後傾角度をそれぞれ+100%、-100%としたときの-90、-75、-50、-25、0(体幹垂直位)、+25、+50、+75、+90%に相当する合計9箇所を目標角度とした。体幹筋活動量の測定は、これらの目標角度に加えて安静座位でも行われた。統計学的分析として、位置ごとの参照角度と再現角度の絶対誤差をHolmの検定で、安静時を基準としたときの各位置での体幹筋活動量をダネットの検定でそれぞれ比較した(有意水準は5%)。

【結果】

-90および-75%の位置での絶対誤差は、-25～+90%の各位置と比較し有意に小さかった。腹筋3筋の筋活動量は安静座位時と比較して、-90および-75%の位置で有意に大きかった。背筋2筋の筋活動量は安静座位時と比較して+25～+90%の各位置で有意に大きかった。

【考察】

最後傾位に近い体幹位置では、腹筋3筋の筋活動量が大きく、体幹位置知覚能が高かった。すなわち、筋感覚情報の増加が位置知覚能に貢献した可能性が推察された。一方、体幹前傾位では、背筋2筋の筋活動量が大きかったが、体幹位置知覚能は最後傾位に近い体幹位置よりも低く、体幹位置知覚能が筋感覚情報の増加によって必ずしも高くなるわけではなかった。足底接地座位の体幹前傾位では体幹の安定性が大きく低下する可能性は低いと考えられる。立位位置の知覚能は立位姿勢が不安定な位置で高いと報告されており、座位姿勢でも体幹位置の知覚能に体幹の安定性が関係すると考えられる。したがって、安定性が比較的高い体幹前傾位では、筋活動が増えても体幹位置知覚能が高くならなかったと考えられた。

【結論】

体幹後傾位では筋感覚情報の増加が正確な体幹位置知覚に貢献するが、前傾位ではそうとは限らないものと考えられた。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は金沢大学医学倫理審査委員会の承認を受けており(承認番号771-1)、参加者に研究内容について口頭および書面にて十分に説明し、同意が得られた方を被験者とした。また被験者には実験の中断・中止および同意の取り消しが可能であること、その場合にもいかなる損害も発生しないことを説明した。

筋収縮後増強における筋電図パワースペクトラムの変化

石井 智也¹⁾・笹田 周作²⁾・鈴木 伸弥³⁾・小宮山 伴与志^{1,4)}

1) 東京学芸大学大学院 連合学校教育学研究所

2) 相模女子大学

3) 北海道医療大学 4) 千葉大学

Key word / 周波数解析、筋収縮後増強、EMG

【はじめに、目的】

骨格筋の筋電図 (EMG) - 力関係は様々な要因によって変化を受ける。例えばSuzukiら (1988) は、微細な力発揮後に大きな力発揮 (コンディショニング収縮: CC) を行うと、同一筋力を発揮しているにも関わらず、その後の微細な力発揮時の筋電図量が増大することを報告し、この現象を筋収縮後増強と呼んだ。その機序として運動単位の発火頻度増大などが示唆されているが、その詳細は不明である。そこで、筋収縮後増強に必要なCC強度の条件 (実験1) を明らかにするとともに、周波数解析を通して、CC前後の微細な力発揮時におけるパワースペクトラムの変化を明らかにしようとした (実験2)。

【方法】

健康成人21名 (年齢21-31歳) を対象とした。運動課題は等尺性肘関節屈曲とした。筋電図は双極表面誘導法により右上腕二頭筋より導出した。実験1では、被験者は最大随意筋収縮 (MVC) の2% MVCのテスト収縮 (Test 1) に続いて25、50、100% MVCのいずれかのCCを行い、再び2% MVC (Test 2) を行う様に教示された。3種類のCC強度の運動課題を一人の被験者につき、ランダムな順番で各CC強度3回ずつ行った。被験者にはモニターにて発揮張力のフィードバックを与えた。実験2では、運動課題は実験1と同様にTest 1、CC、Test 2の順番に行った。ただし、CCは50% MVCのみとし、被験者にはTest 1、2では最大EMG量の2% EMG量を発揮するようにEMGの視覚的フィードバックを与えた。

【結果】

実験1では25、50、100% MVCいずれのCC強度でもTest 1に比べTest 2の有意なEMG量の増加が認められた ($P < 0.05$)。しかし、CC強度の違いによるEMG量の差は認められなかった。実験2ではTest 1に比べTest 2の10Hz、20Hz帯におけるパワー値に有意な増大が認められた ($P < 0.01$)。Test 1に比べTest 2の発揮張力の有意な減少が認められた ($P < 0.01$)。

【考察】

CC後EMG量が増大する筋収縮増強の現象は、CCにMVCが必要条件ではなく、CC強度に依存しないことが示唆された。また、CC前後の微小な力を連続的に発揮時におけるパワースペクトラムを変化させる要因の一つとして、運動単位の同期化など、その活動パターンが変化することが示唆された。

【結論】

CC強度の違いによる、筋収縮後増強現象におけるEMG変化量に差はみられなかった。また周波数解析の結果、大きな力発揮の前後における微小な力を連続的に発揮する際のパワースペクトラムを変化させた。

【倫理的配慮、説明と同意】

本申請で行う研究内容は事前に千葉大学教育学部倫理委員会が審査され、承認済みである。実験に参加される被験者には事前に実験内容について説明を行い、ヘルシンキ宣言に従い、インフォームドコンセントを得てから実験を行った。また、文部科学省、厚生労働省の「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」、日本神経科学学会の「ヒト脳機能の非侵襲的研究」に基づいて、プライバシー保護の対策、安全管理のもと実験を行った。

他者との交流経験が運動共鳴に及ぼす影響
運動共鳴におけるTop-Down Modulation宮脇 裕¹⁾・塩中 裕介¹⁾・福知 宇宙¹⁾・森岡 周²⁾

1) 畿央大学大学院 健康科学研究科 神経リハビリテーション学研究室

2) 畿央大学 ニューロリハビリテーション研究センター

Key word / 運動共鳴、運動制御、Top-Down Modulation

【はじめに】

運動実行時における他者運動の観察は、自己運動に干渉効果をもたらす。この干渉効果は運動共鳴と呼ばれ、あくびの伝染やコミュニケーション時のふるまいが同調するなど、日常的に人の運動を修飾することから、そのメカニズムについて研究が進められている。Capaら (2011) の研究では、運動共鳴が運動経験など過去の活動に依存することが示された。一方、近年では、運動共鳴が観察対象への社会的認知など、トップダウンプロセスによって変調することが示唆されており、運動共鳴を誘発する要件については未だ明らかにされていない。そこで本研究では、観察対象との交流経験を実験的に操作することで、その対象に対する社会的認知の変化により運動共鳴が誘発されるようになるかを検証した。

【方法】

参加者は健康大学生16名とし、実験群と対照群に無作為に分けられた。運動課題は先行研究に準じ、プレーポストテストにて測定した。各テストフェーズにて、参加者は、モニターに表示された垂直方向に周期的に動く無意味図形を観察しながら、図形の動きに合わせて右腕の水平運動を行った。ベースラインとして、プレテストの前およびポストテストの後に、参加者は視覚刺激なしで水平運動を行った。水平運動における垂直方向へのばらつきを運動共鳴の指標とした。無意味図形との交流経験として、テスト間にて、実験群の参加者はモニター上の図形 (四角形) を操作することで無意味図形とキャッチボールを行った。一方、対照群ではコンピュータが図形を操作したため3人称視点にてキャッチボールを観察した。実験後、観察対象への友好感および敵対感について質問紙にて聴取した。群およびフェーズ間における運動共鳴の程度について二元配置分散分析により比較し、友好感-敵対感と運動共鳴の関係性についてはピアソンの相関分析を行った。有意水準は5%とした。

【結果】

ベースラインとプレテスト間において両群ともに有意差は認めず、無意味図形の動きには運動共鳴を誘発する効果がないことを確認した。群およびテスト間について、運動共鳴の程度に有意差は認めなかったが、観察対象に対する友好感とポストテスト時の運動共鳴の程度に有意な正の相関を認めた。

【考察】

本研究は、運動共鳴の誘発には観察対象との交流経験の有無ではなく、友好感が想起されたかどうかに関与する可能性を示した。本結果は、運動共鳴が社会的認知などにより変調するというトップダウンモジュール (Top-Down Modulation) 仮説により説明できる可能性がある。一方で、本研究にて実験的に操作した交流経験では、観察対象に抱く印象に参加者間でばらつきが生じたため、これを改善したさらなる研究が必要である。

【結論】

本研究により、運動共鳴の誘発には、観察対象に抱く印象など社会的認知が関与する可能性が示された。

【倫理的配慮、説明と同意】

実験はヘルシンキ宣言に従って行われた。本研究は畿央大学の倫理委員会の承認を受けて行われた。参加者には実験の趣旨について十分に説明し、口頭および文書による同意を得た後に実験を実施した。

他者への敵対感の想起が運動共鳴に及ぼす影響 運動共鳴におけるTop-Down Modulation

塩中 裕介^{1,2)}・宮脇 裕¹⁾・福知 宇宙¹⁾・森岡 周^{1,3)}

- 1) 畿央大学大学院 健康科学研究科 神経リハビリテーション学研究室
2) 東大阪山路病院
3) 畿央大学 ニューロリハビリテーション研究センター

Key word / 運動共鳴、運動制御、社会的認知

【はじめに】

運動共鳴とは、運動の観察により自己運動が他者の運動に共鳴する現象を指す。近年、運動共鳴が観察対象に抱く感情や社会的認知により修飾されるというTop-down modulation仮説が提唱されている。この仮説に関して我々の先行研究は、参加者が観察対象に友好感を持つ場合、その対象との運動共鳴が促進される可能性を示した。一方で、この運動共鳴の促進において、観察対象に対する感情の想起が関与したのか、または友好感そのものが関与したのかは精査されていない。そこで本研究では、我々の先行研究の課題を応用し、観察対象へ敵対感を想起させても運動共鳴が促進されるのかについて検証した。

【方法】

参加者は健常大学生13名とした。本研究は、ベースライン1、プレテスト、ポストテスト、ベースライン2の順に実施された。各ベースラインにおいて、参加者は白い背景が表示されたモニタを観察しながら、周期的に流れる音に合わせて右腕の水平運動を行った。各テストにおいて、参加者はモニタ上にて周期的かつ等速で垂直運動する無意味図形を観察しながら、同様の周期で右腕の水平運動を行った。参加者が行う水平運動の垂直軸方向へのばらつきを運動共鳴の指標とした。テスト間では、参加者はモニタ上の図形を操作し、対側に位置した無意味図形とキャッチボールを実施した。参加者をキャッチボールから排斥するために、キャッチボールの途中からモニタ上に新たに図形が表示され、無意味図形とその図形間のみパスが行われた。この際、参加者はパスを受け取ることが出来ず、図形間のキャッチボールを観察した。実験後、質問紙により無意味図形に対する友好感-敵対感を聴取した。疲労や学習効果の程度を精査するために、ベースライン1・2について対応のあるT検定により比較した。その後、これらのベースライン間の平均を算出し(平均ベースライン)、各テストとの比較を一元配置分散分析により行った。

【結果】

質問紙の結果から、参加者が無意味図形に対し敵対感を想起したことを確認した。疲労や学習効果について、ベースライン間には有意差を認めなかった。平均ベースラインと各テスト間の比較では、運動時のばらつきに有意差は認めなかった。

【考察】

本研究は、観察対象への敵対感の想起では運動共鳴が促進されないことを示した。友好感により運動共鳴が促進されることを考慮すると、本結果は、運動共鳴の変調には感情の想起ではなく、敵対感などの感情特性が関与することを示唆している。運動共鳴の促進は無意識的に運動を変調することから、観察対象にどのような感情を抱いているかによって運動制御が影響される可能性がある。この観点から、運動共鳴を変調する感情特性についてさらなる検証が必要である。

【結論】

本研究は、運動共鳴が敵対感という感情では促進されないことを示し、感情特性が運動共鳴の変調に関与する可能性を示唆した。

【倫理的配慮、説明と同意】

実験はヘルシンキ宣言に従って行われた。本研究は畿央大学の倫理委員会の承認を受けて行われた。参加者には実験の趣旨について十分に説明し、口頭および文書による同意を得た後に実験を実施した。

下肢の同期タッピング課題における運動位相の違いが 提示音消失後のリズム保持能力に与える影響

沼田 純希^{1,5)}・寺尾 安生²⁾・尾張 望美³⁾・柿崎 千穂⁴⁾
菅原 憲一⁵⁾・宇川 義一⁶⁾・古林 俊晃⁷⁾

- 1) 東北文化学園大学 医療福祉学部 2) 杏林大学 医学部
3) 齋藤病院 4) 仙台ペインクリニック
5) 神奈川県立保健福祉大学大学院 保健福祉学研究所
6) 福島県立医科大学 医学部 7) 東北文化学園大学 科学技術学部

Key word / リズム運動制御、時間情報処理、同期タッピング課題

【はじめに】

時間情報の知覚・処理には、大脳基底核や小脳、補足運動野など高次の運動関連領域の働きが重要とされる。小脳疾患やパーキンソン病など運動障がいに伴う神経疾患でも時間処理能力の低下が報告され、両者の因果関係が推測されている。健常者の歩行は、状況に応じて随意的に歩行リズムを調整する能力が求められる。よって、上述した疾患患者が社会的に自立した生活を営むためには、状況に応じた歩行のリズム調整能力を視野に入れた理学療法への介入が必要とされる。我々は、一定間隔で提示される音刺激に対し、位相の異なる両側足関節運動によるタッピング課題を用いてリズム間隔の再現性を検討した。その結果、左右同期(同位相)に比べ交互(逆位相)の時、安定したリズム形成が可能なことを報告した。今回は、この安定したリズム形成が聴覚によるものか、時間情報処理に関わる領域が自律的に関与したのかを検討した。

【方法】

対象は健常成人21名(男性8名、年齢 30.8 ± 5.0 歳)。一定の時間間隔(Inter stimulus intervals: ISIs, 500~4800 msの間で9種類)で提示される音刺激に同期して右母趾球部でスイッチを押す同期タッピング課題(音有課題)および音刺激は提示後25回目で消えるが、そのままタッピングする課題(音無課題)を実施した。タッピングは、①右足のみ(片側)、②同位相(両足同時)、③逆位相(両足の交互動作)の条件で行わせ、繰り返しは110回とした。評価は、音刺激提示およびスイッチがタップされた時間を計測し、連続するタップ間の時間間隔(Inter tap interval: ITI)の平均値と標準偏差、さらにITIのISIに対する比、および変動係数について位相条件間で比較した。

【結果】

両課題でISIの延長に伴いITIは増加した。このITIの増加は、音有課題では2400-3600 msのISIsで片側・同位相に比し、逆位相で有意に低値を示した。音無課題ではISIの延長に伴い、全ての評価値において片側・同位相に比し、逆位相で有意に低値を示した。

【考察】

リズムを誘導する音の有無に関わらずISIsが長くなるに伴い、安定したリズム形成は困難となった。しかしながら逆位相性の条件では、特異的に長いISIに対し比較的正確に同期し、安定したリズムを維持することができた。下肢の運動は、歩行に象徴されるように、逆位相性で比較的ゆっくりとしたリズム形成が求められるが、そのことを反映した結果であると考えられる。

【結論】

下肢は、歩行に関連した運動において、自動的なリズムを促進する機能を有することが示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、東北文化学園大学研究倫理委員会の承認を受け(文大倫第16-18号)、対象者には研究内容を書面および口頭にて説明を行い、署名にて同意を得て実施した。

ガルバニック前庭刺激が触覚方位弁別能力に及ぼす影響

田辺 萌¹⁾・齊藤 慧^{1,2)}・安藤 希¹⁾・酒井 彩希¹⁾
小島 翔^{1,2)}・大西 秀明^{1,2)}

1) 新潟医療福祉大学 医療技術学部 理学療法学科
2) 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所

Key word / ガルバニック前庭刺激、触覚方位弁別能力、刺激強度

【はじめに】

ガルバニック前庭刺激(GVS)は体性感覚機能に影響をもたらす。先行研究では、左前庭神経に陽極刺激、右前庭神経に陰極刺激を与えたときに両示指の触覚刺激検出能力が向上したことが報告されている。しかし、GVSがより高次の感覚情報処理を要する触覚方位弁別能力に与える影響については十分に検証されていない。そのため、本研究はGVSが触覚方位弁別能力に及ぼす影響について検証することを目的とした。

【方法】

対象は健康成人45名(21.0±0.3歳)とした。GVSは円形電極(半径1.0cm)を用いて①左乳様突起を陽極、右を陰極とした条件(LGVS)と②左乳様突起を陰極、右を陽極とした条件(RGVS)と③LGVSの刺激条件を15秒間のみ与えた条件(sham刺激)の3条件とし、刺激強度は立位において、身体の傾斜等を覚知し始める強度の1.1倍とした。感覚機能の評価は、触覚方位弁別課題(GOT)を用いてGVSの刺激前と刺激中に実施した。GOTでは8種類の幅の溝を有するドーム状のブロックを左右の示指に押し当て、その縞の方向を回答させた。データ解析として、各刺激幅で算出した正答率をプロットし、一般化線形モデルに基づきロジスティック曲線により回帰した。回帰によって得られた心理物理曲線から75%の確率で正答できる刺激幅(GOT閾値)を算出した。統計解析として、GVSの刺激強度の比較には2標本t検定を用い、刺激前と刺激中のGOT閾値の比較には対応のあるt検定およびWilcoxonの符号付順位検定を用いた。有意水準はいずれも5%とした。

【結果】

GVSの刺激強度について、LGVSでは0.59±0.15mA、RGVSでは0.68±0.35mAであり、有意な差は認められなかった。LGVSのGOT閾値について、左示指は刺激前が0.96±0.21mm、刺激中が1.15±0.37mmであり、GVSによって有意に増大した。また、右示指では刺激前が0.95±0.27mm、刺激中が0.99±0.34mm、RGVSにおいて、左示指では刺激前が1.02±0.32mm、刺激中が0.99±0.27mm、右示指では刺激前が0.96±0.25mm、刺激中が1.05±0.34mm、sham刺激において左示指では刺激前が0.99±0.26mm、刺激中が1.00±0.30mm、右示指では刺激前が0.92±0.22mm、刺激中が0.93±0.27mmであり、いずれも有意な差は認められなかった。

【考察】

本研究においてLGVS条件のみ左示指触覚方位弁別能力が僅かに低下した。先行研究において、GVSを与えることによって前庭皮質の活動性増大に加えて、一次体性感覚野の活動性が低下することが報告されている。このことから、本研究ではLGVSによって一次体性感覚野の活動性が低下し、触覚方位弁別能力が低下したと考えられた。

【結論】

LGVSは左示指の触覚方位弁別能力を僅かに低下させる。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は本学倫理審査会の承認後、対象には実験の内容について説明し書面にて同意の得られた上で、実験を実施した。

運動前野または背外側前頭前野に対する経頭蓋静磁場刺激の介入効果を検討するための予備的研究

久保 南実¹⁾・鶴 大輔¹⁾・陳 瀟瀟¹⁾・豎山 彩香¹⁾・浦川 将²⁾
桐本 光¹⁾

1) 広島大学大学院 医系科学研究科 感覚運動神経科学教室
2) 広島大学大学院 医系科学研究科 運動器機能医科学教室

Key word / 経頭蓋静磁場刺激、運動前野、背外側前頭前野

【はじめに】

ネオジム永久磁石を頭皮上に設置し、その直下の皮質興奮性を抑制する非侵襲的な脳刺激法は、経頭蓋静磁場刺激(transcranial static magnetic fields stimulation: tSMS)と呼ばれている(Oliviero, 2011)。Kirimotoら(2014, 2016, 2018)はこれまでに一次体性感覚野または運動野に対するtSMSにより、体性感覚誘発電位や痛覚神経刺激誘発電位の振幅が減少することを報告してきたが、運動前野(premotor area: PM)や背外側前頭前野(dorsolateral prefrontal cortex: DLPFC)に対するtSMSの介入効果は明らかになっていない。それゆえ本研究は、PMまたはDLPFCに対するtSMSがそれぞれ単純反応課題または選択反応課題の反応時間(reaction time: RT)に及ぼす影響を検討することを目的とした。

【方法】

健康被験者17名を対象に、両側または左片側のPM(実験1)及び、右または左片側のDLPFC(実験2)に対する30分間のtSMS、及び疑似刺激を別日にランダムな順序で行った。tSMSの前には、単純反応課題(実験1: 目の青ランプ点灯に応じて手関節を背屈)または選択反応課題(実験2: 青ランプ点灯で手関節背屈、赤ランプで安静保持)を各20回行い、視覚刺激提示開始から右手関節伸筋群の筋放電開始までの時間(RT)を計測した。PMは経頭蓋磁気刺激で同定した手関節伸筋群の一次運動野内体部位局在の2cm前方、左右DLPFCはそれぞれF3、F4(国際10-20法)とした。

【結果】

tSMSをPMまたはDLPFCに行った結果、全ての刺激条件において単純反応課題または選択反応課題におけるRTの有意な変化は認められなかった。

【考察】

PMの過活動はジストニアの、左右DLPFCのアンバランスな活動は精神疾患の原因の一つであり、これらの領域に対する抑制性の反復磁気刺激や直流電流刺激による治療効果が認められている(Murase, 2005; Sampaio-Junior 2018)。tSMSは従来の非侵襲的脳刺激法と比較して、コスト、扱いやすさ、安全性という点で優れており、中枢神経系疾患の機能回復の新たな補助手段として期待されている。しかし、視覚刺激を運動指令に変換する膨大な神経ネットワークは、その一部を抑制しても健常者では他の部位が代償して、RTの変化が生じない可能性がある。今後はPMとDLPFCが重大な役割を果たす、より難易度が高い認知課題を設定し、これらの部位にtSMSが作用するか否かを検討する必要がある。

【結論】

PMまたはDLPFCに対するtSMSは、それぞれ単純反応課題または選択反応課題のRTに及ぼす影響は認められなかった。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言に則った内容で計画され、実験の実施について広島大学病院「人を対象にする医学系(臨床)臨床審査」委員会の許可を得た(整理番号:C20180015)。実験開始前に被験者には十分な説明を行い、研究参加への同意を書面で得た。

左眼瞼の開きずらさを主訴とした顔面麻痺症例に対する視覚誘導性自己錯覚の即時的効果 画素数による開眼程度評価と自覚的評価

遠藤 博・豊田 和典・箱守 正樹

JAとりで総合医療センター リハビリテーション部

Key word / 顔面麻痺、脳梗塞慢性期、KiNvis

【はじめに】

視覚誘導性自己運動錯覚 (KiNvis) とは、自身の四肢が動いている映像の観察によって、実際には身体が動いていないにも関わらず、あたかも動いているような知覚が生じることである。先行研究により、脳卒中症例の上肢運動機能の改善が金子ら (2007, 2016) により報告され、また、酒井ら (2018) により下肢についての即時効果の改善も報告されている。一方、顔面についてのKiNvisを用いた介入効果の報告はない。よって、本研究では橋梗塞を発症し、右上下肢麻痺、左顔面麻痺障害を呈した症例に対するKiNvisの即時効果について検証した。

【方法】

2年前橋梗塞を発症し、左上下肢麻痺、左顔面の表在感覚麻痺を呈する50歳代女性。復職後外来リハビリを月1回継続している。運動麻痺は上下肢手指全てBruunstrom Recovery Stage VI、左顔面に痺れがあり、左瞼が重たい感じがして右と比較して眼瞼が下がっている感じがすると訴えがあった。Macintosh付属のソフトphoto boothを使用し、ミラーエフェクトによって右顔面を反転し、全面に表示する(①非麻痺)条件、エフェクトをかけずにそのまま全面に表示する(②control)条件、左顔面を反転し、全面に表示する(③麻痺)条件の3種類の表示条件下において、眼瞼を上げる運動を20回繰り返し実施後、肩より上を前顔面から撮影したデジタル画像(2560×1600画素)の左右目の開き具合(左目/右目)をImageJにより画素数の比率で比較した。運動錯覚感を感じてから運動を開始してもらい、各条件の間は5分間の休憩を挟んだ。1回目は①、②、①の順番で実施し、翌月の2回目は③、②、③で実施した。実施後、しびれ具合をNumerical Rating Scale (NRS)にて比較した。

【結果】

1回目は、安静時0.904、①0.909、②0.904、①0.960、痺れの訴えは前後で7から6へ低下した。2回目は、安静時0.857、③0.733、②0.800、③0.764、痺れの訴えは前後で7から7で変化なかった。2回目実施後は1回目実施には聞かれなかった疲労の訴えがあった。

【考察】

本研究結果よりKiNvisを用いた介入は脳梗塞発症後の慢性期の症例において、自覚的にも他覚的にも顔面麻痺の改善に寄与した可能性がある。非麻痺条件で開眼程度が拡大、麻痺条件で、開眼程度が減少したことは、KiNvisにて運動イメージが再形成し、視覚フィードバック情報が補償されたことで、実際の運動予測とフィードバック情報が一致し、眼瞼が上げやすくなったものと考えられる。

【結論】

KiNvisは四肢だけでなく顔面麻痺にも適応できる可能性がある。痺れの軽減については今後も検討が必要である。

【倫理的配慮、説明と同意】

症例に対しては十分な説明を行い、書面に同意を得た上で実施した。

足関節背屈補助ロボットを用いた歩行練習による痙性片麻痺患者の脊髄相反性Ia抑制への影響：クロスオーバー試験による検討

内海 翔

広島大学大学院 医系科学研究科 生体環境適応科学研究室

Key word / 脊髄相反性Ia抑制、歩行補助ロボット、痙性片麻痺患者

【はじめに】

近年、痙性片麻痺患者の歩行練習において、股関節や膝関節を補助するロボットが多く用いられており、その効果を実証した研究も多い。しかし、足関節の補助に特化したロボットはほとんど利用されておらず、その研究報告は少ない。そこで、本研究で足関節の底背屈補助に特化した密着型歩行補助装置「RE-Gait」を用いて、歩行時の足関節底背屈を補助することで、脊髄相反抑制Ia抑制(以下、RI)機構や歩行機能に与える影響を評価することを目的とした。

【方法】

対象は、麻痺側に軽～中等度の痙性が出現しており、明らかな歩行障害を呈しているが、監視下連続100m歩行が可能な患者8名(平均年齢60.0±14.1歳、男性6名、女性2名)とした。

研究デザインはクロスオーバー試験とした。RE-Gaitを用いた歩行練習(以下、RE-Gaitあり条件)とRE-Gaitを用いない歩行練習(以下、RE-Gaitなし条件)をそれぞれ15分間実施し、それぞれの前後においてRI試験と歩行機能の評価を行った。なお、2回の計測には、クロスオーバー効果の防止のため、2週間以上の間隔を設けた。RE-Gaitの設定は、立脚後期の底屈、遊脚期の背屈を基本とし、対象者ごとに調整した。

RI機構の評価は、ヒラメ筋を対象筋とし、H波を計測した。RI試験における試験刺激と条件刺激の刺激間隔は、1 ms、2 ms、3 ms、4 msとし、control条件として試験刺激のみも行った。測定は、介入前と介入直後に実施した。

歩行機能の評価には10m歩行試験を用い、介入前と介入直後に快速速度にて時間、歩数を計測した。

RI試験データの統計処理は、介入前のRIを共変量とした共分散分析を用い、刺激間隔(1 ms、2 ms、3 ms、4 ms)と介入(RE-Gait/通常歩行)の2要因を検討した。歩行機能(歩行速度、歩幅、歩行率)の比較についても介入前の値を共変量とした。共分散分析を用いて介入の影響を検討した。また、RIの変化と歩行機能について、ピアソンの相関係数を求めた。

【結果】

RE-Gaitあり条件では、RIが増加する傾向がみられ、共分散分析の結果、介入に主効果が認められた($p < 0.01$)。

10m歩行試験において、歩幅は介入に主効果が認められたが、歩行速度と歩行率には有意差は認められなかった。また、歩幅の増加と、RIの増加には有意な相関は認められなかった。

【考察】

痙性片麻痺患者に対するRE-Gaitの介入によって、RIや歩幅の有意な増加が認められた。これらの結果は、RE-Gaitを用いた歩行練習における遊脚期での足関節背屈アプローチや、前遊脚期でのフォアフットロッカーの補助が、下肢筋緊張の制御に有用である可能性を示唆している。しかし、RI増加と歩幅増加に有意な相関は認められなかった。今後、膝関節や股関節、体幹の安定性、錐体路機能等、他のメカニズムも考慮してRE-Gaitの介入効果や長期的効果も検討したい。

【結論】

足関節底背屈の補助を用いた歩行練習は、下肢筋緊張の制御に有用となる可能性がある。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言に基づいたものであり、広島大学病院臨床研究倫理審査委員会の承認を得た後に計測を行った(承認番号:C-192)。対象者のプライバシー侵害及び人体に与える影響などに留意し、対象者には研究の意義と実験方法を口頭と書面にて十分な説明を行い、計測の前に同意書に署名を得た。

慢性期脳卒中片麻痺患者における手指伸展屈曲反復運動の評価－表面筋電図による定量化－

岡田 紘佑^{1,2)}・金子 文成³⁾・酒井 克也⁴⁾・岡和田 愛実^{2,3)}
 米田 将基^{1,2)}・里宇 明元³⁾

1) 慶應義塾大学大学院 医学研究科 医科学専攻 2) 社会医療法人北斗 北斗病院

3) 慶應義塾大学医学部 リハビリテーション医学教室

4) 首都大学東京大学院 人間健康科学研究科

Key word / 表面筋電図、脳卒中、上肢運動機能

【はじめに】

脳卒中後片麻痺患者においては、上肢運動機能が関連する日常生活動作を自立して遂行できるかどうか、手指および手関節の伸展機能が大きく影響する。重度片麻痺症例では、手指および手関節の伸展筋と屈曲筋の同時収縮によって関節運動として観察できないことが多い。しかし、たとえば、伸展筋は収縮と弛緩を反復しているにもかかわらず屈曲筋が強く持続的筋収縮をしている場合であれば、屈曲筋の持続的筋収縮を弛緩させるための方策が必要と判断することができる。このように、関節運動ではなく、筋活動の様態から神経筋機能を詳細に評価する臨床的意義は高いと考える。そこで本研究では、相反筋活動を必要とする運動課題中の表面筋電図 (sEMG) を独自の方法で定量化評価し、その評価指標と上肢運動の臨床的評価指標との関連を明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象は慢性期脳卒中患者34名 (年齢: 53.8 ± 10.7 歳, 発症後期間: 4.8 ± 3.8 年) であった。sEMG検査のための課題として、手指の伸展と屈曲運動を13回反復させた。課題中の運動速度は伸展と屈曲を共に3秒 (1往復6秒) とし、メトロノームの音に合わせて随意的に調整させた。sEMGは、総指伸筋 (extensor digitorum communis: EDC) と深指屈筋 (flexor digitorum profundus: FDP) から記録し、サンプリング周波数は2000 Hzとした。EDCとFDPで記録したsEMGの生データから、移動二乗平均平方根 (Root Mean Square: RMS) を算出した。算出したRMS波形に対して、相反筋活動を想定した3周期分のモデル波形との相関係数を1 pointずつ積み込み計算した。モデル波形はサイン波と直線から構成した。課題の特性により、RMS波形とモデル波形との相関係数時間波形には反復されるピーク値が表現され、そのピーク値を平均した値をsEMG評価値とした。

運動機能の指標として、Fugl-Meyer Assessment 上肢運動項目 (FMA-UE) とAction Research Arm Test (ARAT) を評価した。sEMG評価値と上肢運動機能との相関関係を検証するために、Spearmanの順位相関係数を用いて分析した。有意水準は5%とした。

【結果】

FMA-UEは、 12.5 ± 4.1 (6 - 21), ARATは 5.5 ± 4.4 (0 - 18) であった。EDCのsEMG評価値とARATは弱い正の相関を示した ($r = 0.37$, $p < 0.05$)。FDPのsEMG評価値とARATとの間に有意な相関を示さなかった。また、EDC、FDPどちらにおいてもFMA-UEとの間に有意な相関は認められなかった。

【考察】

今回我々は、独自の筋電図評価値を用いて、その評価値が運動機能を反映するかどうかを検証するために臨床評価との関係を解析した。その結果、EDCではsEMG評価値とARATとの間の相関が有意であり、今後もこの評価値と運動機能との関連を検討する意義があることが示されたと考える。

【結論】

sEMG評価値と臨床的運動機能評価値との関係は十分に明らかにはなっていないものの、EDCについては弱い相関があり、この評価方法を用いる臨床的意義が示された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は「ヘルシンキ宣言」および「人を対象とした医学系研究の倫理指針」に沿って実施され、湘南慶育病院倫理委員会の承認を得た。データ収集、公表では個人情報特定できないように匿名化を行った。被験者には書面で十分に研究の内容を説明し、署名で同意を得た。

異なる強度の有酸素運動によるマウス骨格筋エネルギー代謝の変化

木下 沙英¹⁾・椿 俊哉¹⁾・島山 隼平¹⁾・脇川 大誠¹⁾
脇本 祥夫¹⁾・井上 翔太¹⁾・李 昌欣¹⁾・多鹿 理絵¹⁾
森山 英樹²⁾

1) 神戸大学大学院 保健学研究科
2) 神戸大学 生命・医学系保健学域

Key word / 有酸素運動、骨格筋、代謝

【はじめに】

有酸素運動は様々な疾患に効果があるとされ、理学療法の現場において広く実施されている。しかし、主な効果器となる骨格筋の応答を直接観察することは困難であるため、運動処方の際の強度設定は $VO_2\max$ や心拍数など間接的な指標に基づいて行われている。一方で、先行研究において、異なる運動強度における骨格筋エネルギー代謝の応答は調べられていない。有酸素運動は、骨格筋においてミトコンドリア合成やグリコーゲン超回復を引き起こし、また体内の脂質を減少させるなど、骨格筋及び全身のエネルギー代謝の向上に貢献することが知られている。そこで本研究では、異なる強度の有酸素運動における骨格筋及び全身の動態を観察し、エネルギー代謝の向上に効果的な運動強度を検討した。

【方法】

合計24匹の8週齢雄性C57BL/6マウスを、異なる5つの運動強度で介入を行う運動群と、通常飼育を行う対照群の計6群に、各4匹ずつ無作為に割り当てた。各運動群に対し、傾斜20°の動物用トレッドミル装置を用いて、強度をそれぞれ12 m/分・14 m/分・16 m/分・18 m/分・20 m/分、時間を30分とし、3日に1回の頻度で4週間の走行介入を実施した。介入期間終了後、下腿筋と血液を採取し、また体重と摘出した筋の湿重量を測定した。採取した下腿筋と血液を用いて、リアルタイムPCR法により筋内ミトコンドリア含量を示すミトコンドリアDNA含量、組織生化学検査により筋内グリコーゲン濃度と血中トリグリセリド濃度の解析を行った。

【結果】

体重は、14 m/分群、16 m/分群、18 m/分群と比較して20 m/分群で有意に低値を示した ($p < 0.05$)。筋湿重量の相対重量比 (湿重量を体重で除した値) では、有意な差は認められなかった。筋内ミトコンドリアDNA含量は、対照群と比較し、20 m/分群で有意に高値を示した ($p < 0.05$)。筋内グリコーゲン濃度は、対照群と比較し、18 m/分群と20 m/分群で有意に高値を示した ($p < 0.05$)。血中トリグリセリド濃度は、平均値で比較すればすべての運動群で対照群より低値を示す傾向がみられたが、有意差は認められなかった。

【考察】

本研究の結果より、20 m/分の非常に高強度の運動が、筋内のミトコンドリア合成、またグリコーゲン超回復を効果的に引き起こすことが明らかとなった。また、高強度の運動群において、筋内ミトコンドリア含量の増加により筋の脂肪酸化能力が向上し、血中トリグリセリド濃度及び体重の減少が生じたと考えられる。また、本研究における20 m/分の走行運動は、 $VO_2\max$ 90%以上の激しい運動に相当する。よって、 $VO_2\max$ 90%以上の高強度の有酸素運動が、骨格筋及び全身のエネルギー代謝向上に有効であると考えられる。

【結論】

$VO_2\max$ 90%以上の限界に近い高強度の有酸素運動が、骨格筋及び全身のエネルギー代謝の向上に有効であり、これらは強度依存的に向上する可能性が示された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本実験は、神戸大学動物実験委員会の承認を得た (承認番号: P180602)。

上肢動的運動の換気応答は筋代謝受容器反射に制御されている

金井 梨里¹⁾・堀田 一樹^{1,2)}・橋本 和哉¹⁾・高橋 治憲¹⁾
小島 将^{1,2)}・森下 慎一郎^{1,2)}・椿 淳裕^{1,2)}

1) 新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科
2) 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所

Key word / 上肢クランク運動、筋代謝受容器反射、分時換気量

【はじめに】

上肢運動中の換気応答は低強度から分時換気量が高値となりやすく呼吸筋疲労も早期に起きると報告されているが、そのメカニズムについては不明である。運動時の換気調節には、末梢の骨格筋で産生された代謝産物と筋代謝受容器を介した筋代謝受容器反射の関与が指摘されている。しかし上肢クランク運動時の換気応答に影響しているか否かは不明である。我々は、中強度の上肢クランク運動中における換気応答の調節には、筋代謝受容器反射の制御を受けていると仮説を立てた。本研究の目的は、運動中に両上肢を静脈駆血することで筋代謝受容器反射を亢進させた際の換気応答を明らかにすることとした。

【方法】

健常成人男性13名 (20.9±0.4歳, 63.5±6.9kg, 172.2±4.4cm) を対象とした。対象者は9分間の上肢クランク運動を駆血条件と非駆血条件でランダムに2回実施した。駆血条件ではクランク運動4分～6分までの3分間両上腕に装着したマンシュートを100 mmHgに加圧し、その後解放した。非駆血条件では、クランク運動中に駆血は行わなかった。なお2条件の運動強度は、事前に実施した運動負荷試験で求めた無酸素性作業閾値強度とした。運動中の換気応答として、分時換気量 (VE)、1回換気量 (TV)、呼吸数 (RR)、呼気終末二酸化炭素分圧 ($P_{ET}CO_2$) および分時換気量/二酸化炭素排出量 (VE/VCO₂) を breath-by-breath方式を採用した呼気ガス分析を用いて測定し、駆血条件と非駆血条件の2条件間を比較した。運動時の駆血解放前の1分間の平均値を駆血条件の代表値とし、非駆血条件と比較した。

【結果】

非駆血条件と比較すると、駆血条件の運動中のVE、VE/VCO₂およびTV、RRはそれぞれ有意に高値を示し、 $P_{ET}CO_2$ は有意に低値を示した (VE:19.6±5.0vs. 29.7±12.9L/min, VE/VCO₂:31.7±2.7vs. 38.0±7.4mL/mL, TV:786.0±302.1 vs.1045.3±312.2mL, RR: 22.2±6.0vs. 29.6±10.4 breaths/min, $P_{ET}CO_2$:41.7±1.4vs. 35.6±4.7 mmHg;非駆血条件 vs. 駆血条件;それぞれ平均±標準偏差, それぞれ $p < 0.05$)。駆血条件の運動中に駆血を開放すると、すぐさまVE、VE/VCO₂TVおよびRRは非駆血条件と同等の値まで回復した。

【考察】

上肢クランク運動中に両上肢を静脈駆血した場合、同一の運動強度であるにも関わらず非駆血条件と比較して運動時のTV、RRおよびVEが増加し、 $P_{ET}CO_2$ が低下した。駆血により活動筋に代謝産物が蓄積し筋代謝受容器反射が亢進した結果、TVとRRの増加による過換気が誘発され、その結果二酸化炭素の排出が促されたと考えられた。駆血を開放すると、上述の過換気が速やかに軽減することから、上肢クランク運動中の換気応答の調節に筋代謝受容器反射が関与していると考えられた。

【結論】

健常成人男性を対象に自転車エルゴメータを用いた上肢クランク運動中に両上肢を静脈駆血した結果、過換気が誘発された。以上の結果は、上肢クランク運動中の換気応答の制御には筋代謝受容器反射が関与していることを示唆している。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は被験者に対する説明と書面にて同意を得たうえで実施された。なお、本研究は新潟医療福祉大学の研究倫理委員会の承認を受けたうえで実施された (承認番号18133-190123)。

漸増運動負荷試験中の脳酸素化動態：
上肢クランク運動と下肢ペダリング運動の比較

橋本 和哉¹⁾・堀田 一樹^{1,2)}・金井 梨里¹⁾・高橋 治憲¹⁾・
森下 慎一郎^{1,2)}・椿 淳裕^{1,2)}

1) 新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科
2) 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所

Key word / 大脳皮質、酸素化ヘモグロビン、近赤外分光法

【はじめに】

上肢クランク運動（上肢運動）は、医学的理由により下肢ペダリング運動（下肢運動）が困難な患者に対して用いられている。運動時の大脳皮質酸素化と認知機能改善との関連が指摘されており、下肢漸増負荷運動中の大脳皮質酸素化ヘモグロビン（O2Hb）は、安静時と比較して中等度で増加した後高強度で低下する。しかし、上肢の漸増負荷運動中のO2Hbについての報告はない。そのため、上肢運動を用いて臨床で適用できる運動処方を行うために、上肢運動の低強度から最大運動までの漸増負荷運動が大脳皮質酸素化に与える影響を提示する必要がある。また、多くの研究が行われている下肢運動を本研究で測定し、上肢運動と比較することにより上肢運動の特徴が明らかになると考えた。本研究の目的は、上肢運動による漸増負荷運動中の大脳皮質酸素化を下肢運動と比較し明らかにすることとした。

【方法】

健康成人男性12名（20.8±0.6歳）を対象に、安静4分、warm-up運動4分（上肢5W、下肢20W）、漸増負荷運動（上肢5W/分、下肢20W/分）の手順で実験を行った。近赤外分光法（NIRS）により前頭前野（PFC）、（PMA）と補足運動野（SMA）の各領域でO2Hbを測定した。脳酸素化動態に影響する因子として、心拍出量（CO）と呼気終末二酸化炭素分圧（PETCO2）、動的運動中NIRSにより測定されるO2Hbの値に影響を与える頭皮血流、運動強度の指標として酸素摂取量（VO2）を測定した。漸増運動負荷開始からエンドポイントまでの時間を100%とし、10%毎の変化を調査した。時間と運動条件の2要因について2元配置分散分析を行った。

【結果】

安静時と比較して上肢運動中のPFC、PMA、SMAにおけるO2Hbは増加した（P<0.05）。下肢運動と比較して上肢運動中の左PFCで90-100%、右PMAで60-100%、左PMAで90-100%、SMAで80-100%の時、O2Hbは高値を示した（p<0.05）。安静時と比較して上肢と下肢運動中のCOは増加し、上肢運動と比較して下肢運動中の60-80%で高値を示した（P<0.05）。安静時と比較して上肢と下肢運動中の頭皮血流は増加したが、条件間の差および交互作用はなかった。安静時と比較して上肢と下肢運動中のPETCO2およびVO2はいずれも増加し、warm-up運動-100%において下肢と比較して上肢で低値であった（P<0.05）。

【考察】

COの増加と脳血流速度の増加に相関があること、PETCO2は肺胞内CO2分圧を反映し、CO2の排出によるPaCO2の低下は脳血流量の低下を惹起することが報告されている。したがって本研究で得られた結果から、上下肢間のO2Hbの差はCO、PETCO2、頭皮血流に依存しないと考えられた。以上のことから、高強度の上肢運動で大脳皮質酸素化が生じた理由として、下肢運動よりも高い神経活動が関与している可能性が考えられた。

【結論】

高強度の運動時には下肢運動と比較して、上肢運動でPFC、PMAおよびSMAの酸素化を引き起こすことが明らかとなった。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は新潟医療福祉大学倫理委員会の承認を受けた上で実施した（承認番号18133-190123）。また、実験を行う前に研究内容の十分な説明をしたうえで、書面にて同意を得た。

自転車エルゴメーター駆動時の姿勢の違いは心肺運動負荷試験で得られる換気効率に影響しない

伊藤 有紀¹⁾・堀田 一樹^{1,2)}・佐藤 大地¹⁾・白山 彰人¹⁾・
森下 慎一郎^{1,2)}・椿 淳裕^{1,2)}

1) 新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科
2) 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所

Key word / 換気効率、背臥位、リカンベント座位

【はじめに】

換気効率とは一定量の二酸化炭素排出量（VCO₂）の増大に対する分時換気量（VE）の増加応答であり、心肺運動負荷試験（CPX）により得られたVE/VCO₂ slopeの高値は運動時の過換気を示唆する所見である。座位と比べて背臥位では胸郭運動の制限を介して、運動時に浅く速い呼吸となり、その結果死腔換気量とVE/VCO₂ slopeは増加すると仮説を立てた。本研究の目的は、仮説を検証するために健康成人男性を対象に自転車エルゴメーターを用いたCPXを実施し、背臥位姿勢で実施したCPX中の換気応答をリカンベント座位姿勢と比較することである。

【方法】

健康成人男性20名（20.9±0.5歳、63.1±6.6kg、173.1±6.4cm）を対象に、自転車エルゴメーターの負荷を20W/分で漸増するCPXを実施した。運動時の駆動姿勢をリカンベント座位と背臥位の2条件とし、順不同で行った。呼気ガス分析装置を用いてCPX中にVE、VCO₂、一回換気量（TV）および呼吸数（RR）を測定した。胸郭可動域測定装置を用いて、一呼吸周期毎の胸郭周囲径を測定し、吸気終末と呼気終末の胸郭周囲径の差を胸郭拡張差として算出した。X軸をVCO₂、Y軸をVE、TV、RRあるいは胸郭周囲径とした散布図を作成し、漸増負荷開始から呼吸性代償点までの一次回帰直線の傾き（slope）を算出した。

【結果】

背臥位で得られたVE/VCO₂ slopeは、リカンベント座位で得られたslopeと差を認めなかった（24.2±1.7 vs 25.0±2.6、リカンベント座位 vs 背臥位；p=0.9）。RR/VCO₂ slope、TV/VCO₂ slopeおよび胸郭拡張差/VCO₂ slopeについても、いずれも姿勢間に差を認めなかった（RR/VCO₂ slope 0.01±0.003 vs 0.01±0.002；TV/VCO₂ slope 0.5±0.1 vs 0.5±0.1；胸郭拡張差/VCO₂ slope 0.0007±0.0002 vs 0.0006±0.0003；リカンベント座位 vs 背臥位；いずれもp>0.05）。

【考察】

我々の仮説に反して、背臥位のCPXで得られたVE/VCO₂ slopeはリカンベント座位で得られた値と差を認めなかった。リカンベント座位と比べて背臥位の運動ではRR/VCO₂ slope、TV/VCO₂ slopeおよび胸郭拡張差/VCO₂ slopeいずれも姿勢間で差を認めなかった。以上のことから、運動時の姿勢の違いは呼吸パターンと換気効率いずれにも影響しないと思われた。

【結論】

自転車エルゴメーター駆動時の姿勢の違いは、健康成人男性において、CPXで得られる換気効率の指標であるVE/VCO₂ slopeには影響しないことが示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、新潟医療福祉大学の倫理審査委員会の承認を得て行った。対象者に対して、書面および口頭にて研究内容を説明し、同意書名を得た上で実施した。

視覚的フィードバックによる横隔膜呼吸が呼吸筋酸素消費量に及ぼす効果

石井 伸尚^{1,2)}・富田 和秀^{2,3)}・河村 健太^{2,3)}・瀬高 裕佳子³⁾
武島 玲子²⁾

- 1) 茨城県立中央病院 リハビリテーション技術科
2) 茨城県立医療大学大学院 保健医療科学研究所
3) 茨城県立医療大学 理学療法学科

Key word / 視覚フィードバック、横隔膜呼吸、呼吸筋酸素消費量

【はじめに】

呼吸仕事量の増加は、過剰な呼吸筋の活動を伴い、呼吸筋酸素消費量の増加につながる。運動時に、呼吸筋酸素消費量が増加することで、下肢筋での酸素消費量が相対的に低下するため全身持久力が低下するとされている (Harms, 1997)。ヒトの呼吸性神経調節では化学的・機械的受容器からの求心性インパルスをもとにガス交換を自律的に維持できるものの、呼吸仕事量を直接的に感知する機構はない。そこで呼吸時の胸腹部運動を視覚的にフィードバックするシステムを開発し、過剰な呼吸仕事量の増大を抑制する呼吸法を考案した。本研究の目的は、再呼吸負荷による換気増大条件下で、横隔膜呼吸時の胸腹部運動の視覚的フィードバックが呼吸筋酸素消費量に及ぼす効果を検証することとした。

【方法】

健康男性 8 名を対象とした。再呼吸負荷は、Yピースを用いて一方に 1 方向弁を装着し、容量約 6 L の回路内で再呼吸が起こる仕組みを作製した。再呼吸負荷装置を呼気ガス分析装置 (AE100i) に接続し、換気パラメータを Breath by breath 方式にて測定した。呼吸パターンの解析には、Respiratory Inductance plethysmograph (RIP) を用いて、胸腹部の動きを記録した。全てのアナログ信号は、PC上の時系列解析アプリケーションソフトを用いて、サンプリング周波数 100Hz で同期させて記録した。胸腹部運動の視覚的フィードバック装置は、RIPからの胸腹部変化の情報を変換し、1 呼吸ごとにリアルタイムで Konno-Mead diagram をモニターに表示できるようにした。対象者は、姿勢保持筋などの筋活動の少ない背もたれ 60° のリクライニング車椅子の坐位を取らせた。最初に、自然呼吸にて 10 分間呼気ガス分析を測定した。その後、再呼吸負荷装置を装着し、換気動態安定後、自然呼吸 10 分後に横隔膜呼吸 3 分間の測定を行なった。十分な休息後、同様に自然呼吸 10 分に続き胸腹部運動を視覚的にフィードバックしながら横隔膜呼吸 3 分間の測定をおこなった。測定項目は、呼気ガス分析装置から得られた各換気パラメータ、RIP から得られた胸部運動/腹部運動比とした。呼吸筋酸素消費量 (VO₂resp) は、1 L の換気を得るのに必要な酸素消費量 (ΔVO₂/ΔVE) と規定した。横隔膜呼吸時と視覚的フィードバックを用いた横隔膜呼吸時に取得した値を対応のある t 検定で統計解析した。統計には SPSS, Statistics 24 を使用し、有意水準を 5% とした。

【結果】

胸部運動/腹部運動比、換気パラメータに有意な差は見られなかったが、体重あたりの酸素消費量 (VO₂/BW) は横隔膜呼吸で 4.4 ± 0.9 ml/kg、フィードバックを用いた横隔膜呼吸で 3.8 ± 1.1 ml/kg、VO₂ resp は、横隔膜呼吸 0.02 ± 0.05、フィードバックを用いた横隔膜呼吸 0.04 ± 0.08 といずれもフィードバックを用いた横隔膜呼吸で有意に低値を示した (P < 0.05)。

【結論】

換気増大条件下での視覚的フィードバックによる横隔膜呼吸が呼吸筋酸素消費量を減少させる可能性が示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

茨城県立医療大学倫理委員会の承認 (承認番号 736) を得た。参加者には研究の目的や実施手順などについて書面を用いて説明し、同意を得た。

超音波診断装置を用いた異なる姿勢における複数の体幹筋厚の検者内信頼性

遠藤 佳章¹⁾・伊藤 晃洋²⁾・埴 雄太¹⁾・小野田 公²⁾・久保 晃²⁾

- 1) 国際医療福祉大学塩谷病院 リハビリテーション室
2) 国際医療福祉大学 保健医療学部 理学療法学科

Key word / 検者内信頼性、体幹筋厚、超音波画像診断装置

【はじめに】

体幹筋は、運動時の体幹の安定性、効率的な力の伝達、安定した四肢の動作との関わりがあるといわれる。近年、リハビリテーションの現場において、そのメカニズムやその運動療法の方法を解明するための研究が数多く行われている。体幹筋を評価する方法の一つとして、超音波画像診断装置を用いて筋厚を評価するといった事例が増えている。臨床応用を目指すためには、測定誤差の検証が必要である。体幹筋厚の測定誤差の研究としては、筋毎の検討をしたものはあるが、同一被験者に複数の体幹筋を検討したものは少ない。また、臥位での検討は多くみられるが、座位や立位といった姿勢毎に検討したのも少ない。よって、本研究では、姿勢毎の複数の体幹筋厚の検者内信頼性 (以下: ICC) を検討し、臨床応用の一助となるような筋厚測定には、具体的に何回測定を実施すればいいかを明らかにした。

【方法】

対象は 65 歳以上の健康高齢男性 30 名 (年齢: 70.7 ± 4.8 歳, BMI: 23.7 ± 2.2 kg/m²; 平均 ± 標準偏差) とした。除外基準は、過去に腰部や腹部に疾病や外傷、腰痛等の既往があるものとした。

超音波診断装置 (sonosite180plus, 富士フィルム社製) を用いて各筋厚の測定を行った。測定した筋厚は、右側の多裂筋 (L2) (以下: LM (L2)), 多裂筋 (L5) (以下: LM (L5)), 脊柱起立筋 (以下: ES), 外腹斜筋 (以下: EO), 内腹斜筋 (以下: IO), 腹横筋 (以下: TrA) とした。測定姿勢は臥位 (腹臥位・背臥位)・座位・立位とした。測定は安静呼気最終域で呼吸を止め、2 回測定した。ImageJ を用いて、得られた画像から各筋厚を算出した。各筋厚の 1 回目と 2 回目で算出された値で ICC (1.1~5) を求めた。統計解析には SPSS statistic 19.0 および Excel を使用した。

【結果】

臥位・座位における腹部筋 (EO, IO, TrA) の測定では、ICC (1.1~2) は 0.80-0.94 であり、一部「良好」となってしまう筋があったが、ICC (1.3~5) では、腹部筋の全てで 0.9 以上の「優秀」という結果になった。

立位における腹部筋 (EO, IO, TrA) の測定では、ICC (1.1~4) が 0.68-0.97 であり、一部「可能」となってしまう筋があったが、ICC (1.5) では、腹部筋の全てで 0.9 以上の「優秀」という結果になった。

臥位・座位・立位における背筋 (LM (L2), LM (L5), ES) の測定では、ICC (1.1~5) は 0.9 以上の「優秀」という結果になった。

【考察】

各体幹筋厚の測定を「優秀」な検者内信頼性で実施したい場合、腹部筋を測定する際は、臥位・座位であれば 3 回の測定が、立位であれば 5 回の測定が必要であることが示唆された。これは、腹部筋は抗重力位になると腹部内容物の影響を受けてしまい、腹部の形態自体に影響を及ぼしてしまうことが要因と考える。背筋を測定する際は、臥位・座位・立位どの姿勢であっても 1 回の測定で十分であることが示唆された。これは、背筋群が骨格と物理的に近いため、筋自体の安定性を保つことが腹部筋群と比較して容易であったことが要因と考える。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、ヘルシンキ宣言に沿ったものであり、対象者には事前に研究の目的と内容を口頭及び書面で説明し、承諾を得た後、計測を開始した。なお本研究は国際医療福祉大学研究倫理審査委員会の承認 (承認番号 17-IO-101) と国際医療福祉大学病院研究倫理審査委員会 (承認番号 13-B-262) の承認を得ている。

2P4-07

ポスター9 (運動生理学2)

表在寒冷刺激による筋硬度増加に脊髄興奮性は関与しない

— 脊髄興奮性、筋温の経時的变化の比較 —

清野 涼介^{1,2)}・佐藤 成^{1,2)}・稲葉 和貴³⁾・中村 雅俊^{1,2,3)}

- 1) 新潟医療福祉大学大学院 医療福祉研究科
2) 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究科
3) 新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科

Key word / 筋硬度、Hmax/Mmax比、表在寒冷刺激

【はじめに】

寒冷療法の効果として炎症抑制や鎮痛効果などが挙げられ、病院やスポーツ現場の治療方法として広く用いられている。一方、表在寒冷刺激による筋硬度と受動トルクを調査した研究では、筋硬度と受動トルクともに増加したことが報告されており、アイシングによる筋温の変化が筋硬度に影響している可能性が考えられる。しかし、アイシングによる筋温や脊髄興奮性の変化によって筋硬度の変化が生じているのかは現在のところ不明である。そこで本研究の目的は、アイシング介入中の筋硬度、筋温、脊髄興奮性の経時的变化を検討することを通して、表在寒冷刺激が筋硬度増加に与える因子を明らかにすることとした。

【方法】

対象は健康男性17名の利き脚側の腓腹筋内側頭 (MG) とし、測定を筋電図測定実施日と筋硬度、筋温度の測定実施日を3日以上の間隔をあけて各々別日に実施した。対象者を多用途筋機能評価運動装置 (BIODEX system 3.0) 上腹臥位にし、フットプレートで足関節0°で固定し、20分間のアイシングを実施した。アイシング開始前および5分、10分、15分、20分後に筋電図および筋温度、筋硬度を測定した。筋電図は、自着型電極をMGに貼付し、電気刺激装置 (アイソレータ SS-104J) の刺激電極を膝窩部に設置し、脛骨神経を刺激し、最大M波振幅 (Mmax) およびH波振幅 (Hmax)、その比率のH/M比を算出した。筋硬度は、超音波画像診断装置 (Aplio 500) に搭載されているせん断波エラストグラフィ機能を用いて足関節背屈10°におけるMGの弾性率を測定した。筋温は、筋温度測定装置 (コアテンプCM-210) を用いて、MGの筋温度を測定した。統計処理には、各項目における経時的な変化を検討するため、Bonferroni法を用いた多重比較検定を行った。

【結果】

統計処理の結果、筋硬度では、開始前と比較して、開始15分、20分後に有意に高値を示した。筋温は、アイシング開始とともに減少し、開始前と比較して、開始10分後に有意に低値を示した。また、開始10分では開始5分と比較して有意に低値を示し、開始15分および20分は開始10分と比較して有意に低値を示した。一方、筋電図は開始前と比較して、Hmax、Mmax、Hmax/Mmax比の全てに有意な変化は認められなかった。

【考察】

本研究の結果より、アイシングによる筋硬度の増加は開始後10分後から開始後15分後の間で生じていることが明らかとなった。また、脊髄興奮性の指標であるHmax/Mmax比には有意な変化が認められず、筋温の減少が認められたことにより、アイシングによる筋硬度増加には脊髄興奮性の変化が影響せず、末梢の筋や神経筋接合部などの機能不全が生じる可能性と筋温減少による組織自体の粘弾性の変化が関与している可能性がある。

【結論】

表在寒冷刺激による筋硬度の増加には、脊髄の興奮性の変化が関与せず、筋温の減少がかんよしていることが明らかとなった。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は本学の倫理審査委員会も承認を受けて実施された。また、本研究はヘルシンキ宣言に則っており、実験開始前に対象者に本研究内容を口頭と書面にて十分に説明し、同意を得た上で行われた。

2P4-08

ポスター9 (運動生理学2)

遅発性筋痛を生じた筋に対するストレッチングの急性効果

HRSとmodified PNFの比較

八幡 薫¹⁾・稲葉 和貴¹⁾・須藤 重樹¹⁾・平泉 翔¹⁾
清野 涼介^{2,3)}・佐藤 成^{2,3)}・中村 雅俊^{1,2,3)}

- 1) 新潟医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科
2) 新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究科
3) 運動機能医科学研究科

Key word / 遅発性筋痛、Hold relax stretching、modified Proprioceptive neuromuscular facilitation

【はじめに】

近年、伸張性収縮 (ECC) がもたらす効果に関心が集まっている一方で、遅発性筋痛 (DOMS) が生じることが報告されている。DOMSの弊害として、症状が一定期間持続し、パフォーマンスや意欲の低下を引き起こすことが報告されている。DOMSが生じた筋に対するHoled relax stretching (HRS) の介入は、疼痛や関節可動域 (ROM) の改善に有効であると報告されているが、介入自体による損傷リスクが懸念されている。正常な筋を対象とした先行研究では、modified Proprioceptive neuromuscular facilitation (mPNF) はHRSと同等のROM改善効果があり、介入による損傷リスクが低いことが示唆されており、DOMSを生じた筋に対するmPNFが有用な可能性がある。そのため、本研究の目的はDOMSが生じた筋に対するmPNF介入効果をHRSと比較、検討することである。

【方法】

対象は健康成人40名の利き脚側の大腿四頭筋とし、HRS群 (N=20) およびmPNF群 (N=20) に無作為に群分けした。HRSでは膝関節最大屈曲位で等尺性収縮を行い、mPNFでは膝関節最大伸展位で行った。両群共に収縮は6~7割程度の力で10秒間行い、その後膝関節最大屈曲位で50秒間の静的保持を行った。これを6セット繰り返し、総ストレッチング時間を360秒とした。ストレッチング介入はECC介入の2日後に実施し、介入前後で各項目の評価を行った。評価項目は疼痛、ROM、等速性膝関節伸展筋力、大腿周径とした。なお、疼痛は等速性膝関節伸展筋力測定時の収縮時痛およびROM測定時の伸長時痛をVisual analog scaleで記録した。両群の介入効果の比較は分割プロット分散分析を用い、事後検定はそれぞれの群における介入前後の比較は対応のあるt検定を用いた。なお、有意水準は5%とした。

【結果】

分割プロット分散分析の結果、すべての項目に有意な交互作用は認めず、収縮時痛、伸長時痛、ROMの項目で主効果を認めた。一方で等速性膝関節伸展筋力、周径の項目では主効果を認めなかった。事後検定の結果、両群共に収縮時痛および伸長時痛が有意に軽減され、ROMは有意に増加した。

【考察】

本研究の結果、HRSおよびmPNFは筋力と周径を変化させずに、疼痛軽減とROM改善を生じさせることが明らかとなった。さらに、これらの介入効果はHRSとmPNFで同程度であることが示唆された。HRSとmPNFによる疼痛軽減やROM改善、筋力低下抑制にはstretch toleranceの変化による関与していることが示唆された。また、ストレッチング介入により周径が変化しなかったことからHRSとmPNFは介入自体による損傷がないことが示唆された。

【結論】

HRSとmPNFはDOMSによって生じた疼痛およびROM低下を改善するのに有効であり、ストレッチング介入による筋力低下や筋損傷をもたらさないことが示唆された。また、HRSとmPNFの介入効果は同程度であることが明らかとなった。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は本学の倫理審査委員会の承認を受けて実施された。また、本研究はヘルシンキ宣言に則っており、実験開始前に対象者に本研究内容を口頭と書面にて十分に説明し、同意を得た上で行われた。

光刺激による明暗リズムの変化はアルツハイマー病マウスにせん妄様行動を誘発する

伊藤 祐規¹⁾・武田 朱公¹⁾・中嶋 恒男²⁾・大山 茜²⁾
鷹見 洋一²⁾・竹屋 泰²⁾・樂木 宏実²⁾・森下 竜一¹⁾

1) 大阪大学大学院 医学系研究科 臨床遺伝子治療学
2) 大阪大学大学院 医学系研究科 老年・総合内科学

Key word / 概日リズム、せん妄、動物モデル

【はじめに】

せん妄は高齢認知症患者では発症リスクが高く、認知機能障害の予後を悪化させる因子となる。せん妄の分子基盤は大部分が未解明であり、有効なバイオマーカーや治療法が確立されていない。この原因として、せん妄の病態研究に資する動物モデルが確立されていない点が挙げられる。本研究では、アルツハイマー病 (AD) マウスモデル (タウTgマウス) を用いて、せん妄様行動を誘発する環境変化について検討した。

【方法】

明暗リズムを変化させることでせん妄様行動 (一過性の過活動行動) を誘発するためのプロトコルの検討を行った。ADモデルタウTgマウスおよび野生型マウス (n = 6) の活動量を概日リズムケージ (明暗リズムは明期が8~20時の12時間サイクル) を用いて測定した。10日間環境へ馴化させた後、光刺激による環境変化 (23~2時を明期・8~11時を暗期に変更) を加えた条件下で7日間計測を継続した。

【結果】

10日間の馴化期間における概日リズムには両群間で差はみられなかった。光刺激による環境変化を加えた条件下では、野生型マウスは延長した暗期 (8~11時) の活動量が経時的に減少するのに対し、タウTgマウスは活動量の減少がみられず、過活動状態が持続した。

【考察】

明暗リズムの変化に対する行動馴化の程度は、野生型マウスとタウTgマウスで有意に異なっていた。このことは、マウスにおいてもAD病態の存在が環境変化に対する対応を障害することを示唆する。タウTgマウスでは明暗リズムの変化に伴い一過性の活動量上昇がみられたことから、過活動性せん妄に類した病態が誘発された可能性が考えられる。

【結論】

明暗リズムを変化させることで、ADマウスモデルに一過性の過活動状態が誘発された。本プロトコルはマウスを用いたせん妄の病態研究に利用できる可能性がある。

【倫理的配慮、説明と同意】

発表者は動物実験、遺伝子組み換え実験を行うにあたり、大阪大学医学部附属動物実験施設の講習会を受講し、大阪大学大学院医学系研究科動物実験委員会と大阪大学遺伝子組み換え実験安全委員会において研究課題の承認を受けている。

動物・細胞 (遺伝子組み換え動物・細胞を含む) を用いた実験は、動物愛護法等の関連法規や遺伝子組換え生物等規制の関連法規を遵守して実施した。さらに同法規に則った拡散防止措置を講じ、廃棄物処理法に基づく同研究科及び同動物実験施設の手順を遵守して廃棄物の処理を行った。

電気刺激を用いた前脛骨筋の筋疲労モデル作成の検討

額賀 翔太^{1,2)}・森 拓也^{2,3)}・後藤 淳¹⁾・嘉摩尻 伸³⁾
今北 英高³⁾・川原 勲^{1,2)}

1) 阪奈中央病院 リハビリテーション科
2) 奈良県立医科大学 医学研究科
3) 畿央大学大学院 健康科学研究科

Key word / 筋疲労、電気刺激、前脛骨筋

【はじめに】

生体への電気刺激の用途は広く、動作再獲得としての機能的電気刺激 (FES)、痙縮の抑制などの機能改善目的での治療的電気刺激 (TES)、除痛においては経皮的電気刺激 (TENS) が用いられている。しかし電気刺激は生理的な筋収縮に反して、直径の太い神経線維が先に興奮するため筋疲労が生じやすくなるという欠点がある。筋疲労が生じると運動パフォーマンスが低下し、転倒やスポーツ傷害のリスクに繋がる。そのリスクを予防するため筋疲労回復の研究は盛んになされているが、その筋疲労モデルとして、動作や競技特性に従った反復的な運動や持続的随意収縮などによるものが多い。本研究は電気刺激を用い、強制的に筋収縮を誘発することでの、筋疲労モデルの作成を検討した。

【方法】

対象は健常成人男性31名 (年齢 26.4 ± 4.8 歳、身長 171.0 ± 7.0 cm、体重 67.1 ± 5.5 kg) とした。除外基準は下肢に整形外科的疾患の既往がある者とした。標的筋は前脛骨筋とした。筋疲労介入は電気刺激装置 (オージー技研社製; IVESプラスGD-611) を用い、設定はノーマルモードにて周波数20 Hz、刺激3秒、休止1秒、時間30分、強度は対象者が耐え得る最大強度とし、総腓骨神経と前脛骨筋の運動点に刺激した。姿勢は背臥位とし、股関節および膝関節伸展 0° 、足関節底屈 10° で固定した。筋疲労介入と測定は同一姿勢に行い、被検者の体動は最小限に配慮した。筋疲労検証は中間周波数 (MPF) と筋力とした。MPFは表面筋電図 (Noraxon社製; myosystem1400) を用い、5秒間の足関節背屈最大随意収縮 (MVC) 計測し、計測したMVCから中央3秒間を解析区間しMPFを算出した。筋力は徒手筋力計 (酒井医療社製; Mobie) を用い、MVC計測時に得られた最大値とした。測定は電気刺激介入前 (疲労前)、介入直後 (直後)、介入10分後 (10分後) および20分後の計4回実施した。統計処理はTukey-KramerのHSD検定を用いて分析した。なお有意水準は5%未満とした。

【結果】

MPF (Hz) では疲労前 106.2 ± 22.6 、直後 82.5 ± 19.1 、10分後 89.2 ± 23.8 、20分後 88.5 ± 24.1 であり、筋力 (kgf) は疲労前 24.9 ± 5.9 、直後 17.1 ± 5.2 、10分後 18.9 ± 6.0 、20分後 19.3 ± 5.1 であった。MPFおよび筋力は、疲労前と比較して直後から20分後まで有意に低値を示した ($p < 0.05$)。

【考察】

電気刺激によりMPFと筋力は低下し、筋疲労が確認できた。20Hzの電気刺激でも、解糖系エネルギー代謝の高いType II線維の動員を可能にし、糖代謝が活性化するとされ、また筋疲労が生じるとMPFは低周波域へ移行するとされている。これらのことから、20Hzの電気刺激によりType II線維を刺激し、筋疲労が生じた可能性が推察される。

【結論】

電気刺激による前脛骨筋の筋疲労は20分以上持続し、局所的な筋疲労モデルとして有用である可能性がある。しかし、この筋疲労は中枢性疲労と末梢性疲労のどちらに分類されるか確立できていないため、今後検証する必要がある。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、ヘルシンキ宣言に則り、すべての対象者に対し事前に文章と口頭で、研究の趣旨と内容、得られたデータは研究の目的以外に使用しないこと、個人情報漏洩に注意すること、研究への参加は自由意思であることを説明した。また、すべての対象者は研究内容を理解した上で承諾書に署名し、研究を実施した。

30% MVIC最大保持時間による末梢骨格筋機能評価と運動耐容能の関係性

安田 勇士・島本 将宜・岡崎 誉

春日井市民病院

Key word / 30% MVIC最大保持時間、運動耐容能、嫌気性代謝

【はじめに】

心疾患患者における運動耐容能の改善を目的とした運動療法は、QOLの向上や生命予後の延長に有効である。運動耐容能の指標である嫌気性代謝閾値（以下、AT: Anaerobic Threshold）は、乳酸の著明な上昇に伴う時点であると定義され、骨格筋における嫌気性代謝に影響される指標である。我々は、心不全患者における骨格筋に対する嫌気的なトレーニングがATを改善させる可能性があると考えた。そのためには嫌気性の代謝に依存する30%の最大等尺性収縮（以下、MVIC: maximal voluntary isometric contraction）負荷を保持した持続時間（以下、30% MVIC最大保持時間）と運動耐容能との関連性を明らかにする必要がある。そこで本研究の目的は、健康成人における30% MVIC最大保持時間と運動耐容能との関連を明らかにすることとした。

【方法】

対象は、整形外科的疾患の既往や喫煙歴の無い健康男性19名（平均±標準偏差: 29±8歳）とした。評価項目は、AT VO₂/W, peak VO₂/W, 最大等尺性膝伸筋力（以下、下肢筋力）、30% MVIC最大保持時間、下肢筋量とした。測定方法は先行研究に準じて行った。心肺運動負荷試験は、自転車エルゴメーター（ストレングスエルゴ8 BK-ERG-121, 三菱電機エンジニアリング）と呼気ガス分析装置（Aeromonitor AE-310s, ミナト医科学社）を使用しAT VO₂/Wとpeak VO₂/Wを測定した。プロトコルは、10wattで3分間のウォーミングアップを行いramp負荷20watt/分のramp負荷運動を行った。ペダル回転数は50回転/分に規定し、ペダル回転数が45回転/分を下回った時点で中止基準とした。

下肢筋力と30% MVIC最大保持時間の測定はisoforce (GT-380, OG技研) を使用し、CPXから3日以上間隔を空けて実施した。下肢筋力は、膝関節屈曲70°にて最大等尺性膝伸展運動を2回測定し、最大値を用いた。30% MVIC最大保持時間は、30%MVCの値を3秒間下回った時点を用いた。下肢筋量はマルチ周波数体組成計 (MC-780A, タニタ社) を使用して測定した。統計解析は、Pearsonの積率相関係数を用いたAT VO₂/W, peak VO₂/Wと30% MVIC最大保持時間、下肢筋力、下肢筋量との相関関係を検討した。有意水準は危険率5%未満とした。

【結果】

AT VO₂/Wと相関関係を認めた項目は、30% MVIC最大保持時間 (r=0.518 p=0.03) であり、下肢筋力、下肢筋量の項目との間には相関関係を認めなかった。Peak VO₂/Wと測定項目との間には相関関係を認めなかった。

【考察】

30% MVIC最大保持時間は、嫌気的な代謝状態による骨格筋内の乳酸濃度の増加した状態における筋収縮の保持時間を評価している。そのため、血中の乳酸濃度の著明な上昇を反映するAT VO₂/Wと30% MVIC最大保持時間に関連性を認めたと考えた。

【結論】

30% MVIC最大保持時間は嫌気的な代謝を反映している末梢骨格筋機能評価である可能性が示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言に則り、対象者全員に口頭にて、本研究の概要や意義、起こり得るリスクを説明し、本研究に参加することによる利益、不利益を説明し同意を得た。また、得られた個人情報は匿名化し、研究の目的以外には使用しないこと、及び個人情報の漏洩には注意をした。

非接触的な身体姿勢評価の有用性

大西 智也

宝塚医療大学

Key word / OpenPose、Kinect、姿勢評価

【はじめに】

近年のセンサー技術の向上により、身体の計測を非接触的な手法で計測できるようになっている。その代表的な機器にKinect v2（以下、Kinect）がある。スケルトンモデルを作成し、25点の関節位置情報を取得することができる。

一方で、コンピュータによる計算処理能力は向上し続けており、ヒトを姿勢を推定する機械学習モデルが構築され、一般に公開されている。このモデルはOpenPoseとして知られ、ヒトの写った画像から関節位置を推定し、その位置を記録することができる。

本研究では、KinectとOpenPoseで取得される関節位置データの違いについて比較し、臨床応用できるか検討する。

【方法】

対象者は健康成人2名とした。KinectのZ軸が床面と平行かつ、X軸が鉛直方向となるように設定する。そのときの高さは100cmとする。KinectでRGB像（1920x1080pixel）と深度画像（512x424pixel）およびスケルトンモデルの骨格情報データを取得する。そのときのサンプリング間隔を0.1秒とし、深度画像にRGB画像を位置合わせた画像を録画する。録画した全てのフレームに対して、OpenPoseを用いた身体姿勢の推定を行い、関節位置情報を取得し、そのうち、両側の四肢関節位置および両肩の中間位置の計13点の座標点を記録する。Kinectのスケルトンモデルデータのうち、先述した関節位置に該当する点の情報を記録する。(a) OpenPoseで取得される関節位置と (b) Kinectで取得される関節位置の相違について比較する。解析にC++およびPythonで開発したカスタムプログラムを用いる。

比較する姿勢は、Kinectから約2m離れた場所で、①Kinectに正対して両手を広げた姿勢、左側を向いた姿勢、右側を向いた姿勢をそれぞれ2秒間、②補助具なしの歩行、③杖歩行、④シルバーカー歩行とした。歩く向きは、KinectのY軸方向と平行な向きとする。

【結果】

①について、13点個々に座標位置の違いについて、650フレームに対する比較をした結果、(a)・(b)間の相関係数は0.471~0.764となった。②、③について、(b)では延10回中7回関節位置推定が行われたのに対し、(a)ではすべて関節位置情報が推定された。④について、(b)では関節位置推定がなされなかったが、(a)では常に関節位置情報が推定された。また、得られた関節位置を画像に重ねた画像を目視による評価を行なったが、(a)が(b)より、比較的一致していた。

【考察】

姿勢の推定ができた場合、KinectとOpenPoseの位置推定に違いがないことは確認できた。前かがみになるなど、イレギュラーな姿勢をとる場合、KinectよりOpenPoseの方が正確な関節位置データを取得することができる。臨床では、様々な姿勢を評価しなければならない。臨床において、Kinect同様に、OpenPoseの活用も期待できると考える。

【結論】

KinectとOpenPoseによる身体姿勢評価の有用性について検討した。両者を組み合わせることで、新たな動作解析手法として臨床応用できる可能性がある。

【倫理的配慮、説明と同意】

書面と口頭説明の上、同意を得た上で研究に参加した。宝塚医療大学研究倫理委員会の承認を得ている（承認番号: 1905301）

高校生を対象とした足部の形態調査 男女差に注目して

丸尾 朝之¹⁾・小島 聖²⁾・川口 朋子¹⁾・金城 智代³⁾
二谷 彩⁴⁾・土田 早希⁵⁾・小間井 宏尚⁶⁾

1) 金城大学 医療健康学部 2) 金城大学大学院 総合リハビリテーション学研究所
3) 金城大学 社会福祉学部 4) 田中町温泉ケアセンター
5) 森田病院 6) 株式会社 シューズ・アカデミック

Key word / 足部形態、高校生、母趾角

【はじめに】

近年、活動量の減少や履物の影響で外反母趾、扁平足、内反小趾、開張足、浮き趾などの形態異常の発生が問題視されている。中高年の問題は注目されているが、若年者の状況は看過されやすい。そこで今回、高校生の足部の形態を明らかにする目的で調査を実施した。

【方法】

県内の高校生で本研究の実施に同意が得られた171名のうち全測定が可能であった160名(1年生男性76名、女性49名、2年生男性29名、女性6名)の両足320足を対象とした。足底接地状況の調査はFoot Look(フットルック社製)を用いた。左右の足の幅は任意とした安静立位で姿勢を保ち、足裏をスキャンして画像データとした。得られた画像データを専用解析ソフトにて解析し、足長、足幅、母趾角、小趾角、開張角(FICK角)を算出し足底や足趾の接地状態を確認した。また、安静立位で足部内側面を写真撮影し、その画像データから舟状骨高を算出した。舟状骨高を足長で除し、アーチ高率を求めた。足長、足幅、母趾角、小趾角、開張角(FICK角)についての性差を対応のないt検定で差を検定した。有意水準は5%とした。また、アーチ低下、母趾角異常高値、小趾角異常高値、浮き趾の発生率も算出した。浮き趾は解析ソフト上で1趾でも足趾の接地が確認出来なかった状態とした。

【結果】

足長(cm)は男性 24.7 ± 1.0 、女性 22.4 ± 1.0 、足幅(cm)は男性 10.1 ± 0.5 、女性 9.1 ± 0.5 、アーチ高率(%)は男性 12.1 ± 2.9 、女性 12.5 ± 3.1 、母趾角(°)は男性 10.0 ± 5.1 、女性 12.2 ± 4.8 、小趾角(°)は男性 15.9 ± 4.8 、女性 13.7 ± 5.0 、開張角(°)は男性 17.4 ± 2.2 、女性 18.0 ± 2.0 であった。アーチ高率は男女間で有意な差は認められなかったが、男性では足長、足幅、小趾角で有意に高値を示した($p < 0.01$)。女性では母趾角($p < 0.01$)、開張角($p < 0.05$)で有意に高値を示した。異常値の状況は、アーチ高率11%以下は男性37.1%、女性35.5%、全体36.6%、母趾角 16° 以上は男性14.3%、女性21.8%、全体16.9%、次に小趾角 12° 以上は男性80.5%、女性68.2%、全体76.3%であった。また、対象の中で浮き趾が確認された割合は男性67.1%、女性62.7%、全体65.6%であった。

【考察】

外反母趾診療ガイドライン2014では、外反母趾の発生は幼児から発生する事があり特に女性に多いと指摘している。また、開張足との関係は明確には説明されていないが原因の1つとする報告があると指摘している。今回の調査は高校生であるが、女性の母趾角と開張角が高値を示し諸家の報告を支持するものであった。また、異常値を示した対象も少なくとも早期より履物の選定、履き方や運動など予防の重要性が示唆された。

【結論】

高校生の足部の異常などの状態が確認された。また、若年者の調査結果ゆえ早期よりの予防の必要性が示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究の実施前に、対象者とその保護者には研究の趣旨を説明し、書面にて同意を得た。また、測定前にもインフォームド・アセントを行い、自由意志で参加・不参加の決定を保証した。本研究は所属機関の倫理委員会の承認を得てから実施した(承認番号 第28-13号)。

背臥位におけるハンドヘルドダイナモメーターを使用した股関節伸展筋力測定に関する研究 2種類の徒手固定法の相違について

有末 伊織・由留木 裕子

関西福祉科学大学 保健医療学部 リハビリテーション学科 理学療法専攻

Key word / 股関節伸展筋力、背臥位、ハンドヘルドダイナモメーター

【はじめに】

有末ら(2015)は、背臥位で股関節伸展筋力の測定が行える独自の方法(以下、支持固定法)を考案し、高い検者内および検者間信頼性を得たと報告した。一方、日本理学療法士学会の学会版manual muscle testingでは、背臥位となった対象者の下腿遠位を検者が両手で持ち上げて固定する測定方法(以下、持ち上げ固定法)が示されている。しかしながら、持ち上げ固定法は検者の体格の違いに影響され、検者間信頼性が低くなる可能性がある。そこで、本研究の目的は、背臥位でハンドヘルドダイナモメーター(以下、HHD)を用いた股関節伸展筋力の測定方法において、2種類の徒手固定法による測定値の相違を比較検討することとした。

【方法】

対象は下肢に整形外科的疾患のない本学の若年健常者11名(年齢: 20.5 ± 1.7 歳、身長: 1.66 ± 0.74 m、体重: 60.1 ± 10.1 kg)の両側下肢とする。検者は臨床経験が13年目の理学療法士男性1名(検者A)と19年目の理学療法士女性1名(検者B)の2名とした。HHDは、アニメ社製の等尺性筋力測定装置ミュータスを使用した。測定肢位は、股関節屈曲 20° ・膝関節伸展位とし、骨盤の代償を防ぐため、ベルトで固定した。支持固定法は、検者が片肘を治療台に着いて下腿遠位にHHDを当て、もう一方の手でHHDと対象者の下腿がずれないように支える方法とした。持ち上げ固定法は、検者が検査側の下腿遠位後面にHHDを当てて、両手で持ち上げて保持する方法とした。2種類の固定方法と2名の検者からなる4つの組み合わせを無作為に選択し、計3回測定した最大値を体重当たりのトルクに換算した。残りの条件を無作為に選択し、別日に実施した。統計処理は、支持固定法と持ち上げ固定法間の相関関係を検討するためにPearsonの相関係数を求めた。そして、各固定方法における2名の検者間信頼性を検討するために、級内相関係数ICC(2,1)を求めた。さらに、2種類の固定方法間に差がみられるかを検討するために、対応のあるt検定を用いた。なお有意水準は5%とした。

【結果】

支持固定法と持ち上げ固定法間の相関は、検者Aが $r=0.83$ ($p < 0.01$)となり検者Bが $r=0.511$ ($p < 0.05$)となった。そして、2名の検者間のICC(2,1)は、支持固定法が0.922となり、持ち上げ固定法が0.62となった。また、2種類の固定方法の代表値間には、支持固定法の測定値の方が有意に大きな値を示した($p < 0.01$)。

【考察】

支持固定法は、先行研究(有末ら, 2015)と同様の結果が得られた。一方、持ち上げ固定法は対象者の筋力が強い場合に検者の体格の違いによって、固定測定肢位を保持することが困難であるため、持ち上げ固定法の測定値が支持固定法の測定値よりも低くなり、検者間の相関も支持固定法より低くなったと考えた。以上のことから、支持固定法は検者や対象者の個人要因の影響が少ない方法であることが示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は関西福祉科学大学 研究倫理審査委員会を承認され、対象者に対して研究の趣旨を紙面と口頭にて説明し、同意を得た。(承認番号 18-47)

膝関節屈曲角度の違いによる短軸方向の皮膚可動率の検討

後藤 淳¹⁾・額賀 翔太^{1,2)}・貫戸 紗英子¹⁾・山本 雅也¹⁾
森 拓也^{2,3)}・今北 英高³⁾・川原 勲^{1,2)}

- 1) 医療法人和幸会 阪奈中央病院 リハビリテーション科
2) 奈良県立医科大学 医学研究科
3) 畿央大学大学院 健康科学研究科

Key word / 皮膚、膝関節、短軸伸張率

【はじめに】

整形外科術後では、可動域制限が生じ早期に介入を行うことが重要であり、術創部を含めた軟部組織の可動性の改善は必須条件である。先行研究では、膝関節可動域制限の寄与率として、皮膚組織は15%程と報告されており、術創部の可動性低下が膝関節周囲の長軸方向への可動性に影響を及ぼす可能性があることが報告されている。しかし、皮膚運動において短軸方向への可動性の報告は少なく不明点が多い。そこで、本研究は膝関節屈曲角度の違いによる膝関節周囲の短軸方向への皮膚可動率を明らかにすることとした。

【方法】

対象者は、健常成人男女11名(男性8名12肢、女性3名5肢、年齢 26.1 ± 4.01)とし、除外基準は、目視下で瘢痕など皮膚に異常を認める下肢とした。測定肢位は背臥位で、膝関節屈曲 0° 、 90° 、 120° 、最大屈曲角度(Full)となるようにゴニオメーターを用いて他動的に屈曲させた。長軸は、脛骨粗面最突出部から膝蓋骨尖までの距離を基準に、近位方向に5点等間隔に設定した。短軸は、前述した長軸の各基準点上でメジャーを用いて周径値を測定し、長軸基準点から外・内側に周径値の10%(計20%)の位置に短軸の基準点を設けた。各区は、遠位から脛骨粗面部(A区)、膝蓋骨尖部(B区)、膝蓋骨底部(C区)、膝蓋上囊部(D区)、大腿遠位部(E区)の5区とした。短軸の伸張率は、角度別に短軸基準値にて各区の平均値を求めその変化率を算出した。

【結果】

膝関節屈曲 90° 、 120° 、Fullの短軸伸張率はA区102%、99%、97%、B区108%、107%、106%、C区113%、120%、120%、D区108%、110%、109%、E区105%、105%、104%であった。C区では全角度において伸張率が有意であった。A、B、D、E区では 120° 、Fullでは伸張率が低下する傾向にあった。

【考察】

A、B区では、膝関節屈曲時に膝蓋骨の下方移動が伴うため短軸伸張率が增大したと考えられた。D、E区では膝蓋骨の下方移動と大腿骨顆部の構造的要素や膝関節伸筋群などの軟部組織が伸張され、短軸伸張率が增大したと考えられた。しかし、A、B、D、E区では 120° 、Fullにおいて伸張率は減少傾向にあり、大腿後面と下腿後面が接触し、後面からの圧迫が加わることで短軸方向の皮膚移動が制限され、短軸伸張率が低下していると考えられた。C区では先に述べた因子の他に、大腿四頭筋などの筋組織が密集しているため、より伸張率が増大しやすいのではないかと考えられた。

【結論】

C区では角度が増大すると短軸伸張率が増大し、屈曲可動域の獲得には伸張方向への可動性改善が必須と考えられた。A・B・D・E区では、屈曲角度の増大に伴い伸張率は短縮しており、特にA区ではより短縮傾向にあった。これは、短軸の伸張方向ではなく、短縮方向への可動性を獲得することが可動域の改善に繋がる可能性が示唆された。今回は、健常成人を対象とし短軸方向のみの検討であるため、今後は長軸や斜方向、整形外科術後患者の傾向を検証していきたい。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、ヘルシンキ宣言に基づき対象者には書面および口頭にて十分な説明を行い、同意を得た者だけに対して実施した。

磁気刺激を用いた膝関節屈曲筋力における生理的・心理的限界の解明

青木 信裕・片寄 正樹

札幌医科大学 保健医療学部 理学療法第二講座

Key word / 膝関節、磁気刺激、生理的限界

【はじめに】

膝関節屈曲運動は、半腱様筋、半膜様筋、大腿二頭筋から構成されるハムストリングが主動作筋となって行われる。膝関節屈曲筋力は随意収縮による最大筋力評価を用いて対象者の筋力評価が行われることが多いが、筋力が低下したという結果が出た際にその原因を詳細に検討することは困難である。猪飼は、電気を用いた神経刺激によって得られる最大筋力を生理的限界、随意収縮によって得られる最大筋力を心理的限界と報告しており(猪飼, 1961)、生理的限界と心理的限界を比較することで、力発揮能力を詳細に評価することが可能である。本研究では、磁気刺激を用いて評価する膝関節屈曲筋力の生理的限界と心理的限界を比較することで、膝関節屈曲筋力の力発揮特性について解明することを目的とした。

【方法】

対象は健康な成人8名とした。被験者の姿勢は、椅子座位で股関節屈曲 90° 、膝関節屈曲 60° とした。計測下肢の殿部を磁気刺激部位とし、坐骨結節と大腿骨大転子を指標に刺激を実施した。磁気刺激は、直径20cmの大型円形コイルを磁気刺激装置に接続し、コイル辺縁を刺激部位上に配置し、末梢方向に誘導電流を流した。まず、磁気刺激部位の検討として、各被験者において磁気刺激によって生じる膝関節屈曲力が最も大きい刺激部位を決定した。その後、決定した刺激部位での磁気刺激強度を増加させ、対象者が耐えうる最大強度で刺激を実施した。刺激部位と刺激条件が決定した後に、本実験では、最大随意収縮課題と単収縮補問法を行った。最大随意収縮課題は、膝関節屈曲の最大等尺性随意収縮を行い、膝関節最大屈曲トルクを測定した。単収縮補問法は、安静時および随意収縮中に殿部への磁気刺激による坐骨神経刺激を行い、随意収縮力と随意的動員度を算出した。随意収縮力は、最大随意収縮課題で得られたトルク値を100%とし、20%から80%まで20%刻みで目標値を設定した。目標値は、安静5秒、目標値への立ち上がり2秒、目標値発揮5秒、立ち下がり2秒、安静5秒の台形波形を追従させながら実施した。随意的動員度は、先行研究(Belanger et al., 1981)を参考に、安静時収縮力と随意収縮時収縮力を用いて随意的に動員している運動単位の割合を算出した。各対象者で発揮収縮力と随意的動員度の関係から、生理的限界を算出した。統計学的解析として、生理的限界と心理的限界の値について対応のあるt検定を行った。有意水準は5%未満とした。

【結果】

生理的限界と心理的限界を比較した結果、生理的限界が有意に高値を示した。

【考察】

膝関節屈筋の力発揮機能は随意収縮力である心理的限界のみでしか評価されてこなかったが、磁気刺激を用いた生理的限界を算出すると心理的限界以上の力発揮能力を有する可能性がある。

【結論】

磁気刺激を用いた膝関節屈筋の力特性評価の結果、膝関節屈筋は随意収縮では発揮しきれない生理的限界を有する可能性がある。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究は、所属機関の倫理委員会の承諾を得た上で実施した。被験者にはヘルシンキ宣言に基づき事前に書面を用いて十分な説明を行い、被験者から同意の得られた場合のみ測定を開始した。

矢状面における胸郭角度に関与する要因について
健康若年者の静止立位からの検討

上條 史子¹⁾・江戸 優裕²⁾・佐藤 俊彦³⁾・上田 泰久³⁾
大竹 祐子⁴⁾

1) 昭和大学 保健医療学部
2) 千葉県立保健医療大学 リハビリテーション学科
3) 文京学院大学 保健医療技術学部 4) 東都大学 幕張ヒューマンケア学部

Key word / 立位姿勢、胸椎角度、身体アライメント

【はじめに】

立位姿勢の矢状面アライメント (以下、立位姿勢) は、KendallやStaffelらによって、いくつかのタイプに分類されている。これらの分類をみると、骨盤・腰椎・胸椎は、軸性骨格として相互に影響すると推察されるが、その関係を全体的に検討したものは希少である。特に胸椎角度については、骨盤角度と胸椎角度との間に相関はないとの報告 (Hardackerら, 1997) もある。そこで本研究は基礎研究として、健康な若年成人の立位姿勢の計測から、胸郭角度に影響を与える要因をセグメントの角度と位置関係から検討することを目的とした。

【方法】

対象は健康若年者50名とした。計測機器は三次元動作解析装置 (VICON NEXUS) とし、身体にはPlug-in Gait Model (以下、PIG) に基づきマーカーを貼付した。計測は安静静止立位10秒とし、解析区間は計測開始3秒後からの5秒間とした。PIGからは骨盤セグメント角度 (以下、骨盤角度)、骨盤に対する胸郭セグメントの角度 (以下、腰椎角度)、胸郭セグメント角度 (以下、胸郭角度) を抽出し、骨盤前傾・腰椎前彎・胸郭前傾をプラスと規定した。また、各身体セグメント位置も胸郭角度に影響を及ぼすと考えられるため、貼付マーカーから両外果中央点 (以下、CANK)、骨盤中央点 (以下、CPEL)、第10胸椎棘突起-剣状突起中央点 (以下、Th10-STRN)、第7頸椎棘突起-胸骨切痕中央点 (以下、C7-CLAV)、頭部中央点 (以下、CHEAD) を算出し、各々の相対位置を抽出した。この値は、下位に対して上位の算出マーカーが前方にある場合をプラスとし、身長で補正した。解析に使用した値はすべて、解析区間の平均値とした。統計処理は、Shapiro-Wilk検定を用い正規性を確認後、各変数間の関係をみるために相関係数を求めた。そして、胸椎角度を従属変数、他の項目を独立変数としたステップワイズ法による重回帰分析を行った。すべての検定で有意水準は5%とし、解析にはSPSSver.23 (IBM社製) を用いた。

【結果】

胸郭角度に影響を与える要因として、Th10-STRNに対するC7-CLAV位置 (標準化係数 β : -0.722)、腰椎角度 (標準化係数 β : 0.259)、CANKに対するTh10-STRN位置 (標準化係数 β : -0.166) が選択された (自由度調整済 $R^2=0.78$ 、VIF:1.02~1.50)。Durbin-Watson値は1.93であり、残差の正規性検定では $p=0.71$ を示した。

【考察】

胸郭角度には軸性骨格の角度のみならず、身体セグメントの位置関係も影響を与えていると考察できる。今回の対象者では、下位セグメントに対し胸郭が後方に位置していることが、胸郭角度に影響したと推察する。腰椎や胸椎自体の可動域が変化高齢者においても再検討する必要がある。

【結論】

立位姿勢における胸椎角度への影響に統一した見解が得られていない理由として、セグメントの位置関係と角度の双方の影響を考慮していないことが原因の1つと推察された。この点も立位姿勢評価で重要になると示唆された。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言に基づいて計画し、研究の対象者に対して研究内容を十分に説明し、同意を得たうえで実施した。また、本研究は文京学院大学倫理審査委員会承認 (承認番号: 2016-0005, 2017-0028) を得て行った。

理学療法士養成校に在籍する大学生における3軸加速度計付き活動量計を用いた身体活動量の測定と活動実態

河合 結実¹⁾・橋立 博幸²⁾・中村 雅貴³⁾・岡田 拓也⁴⁾
小泉 淳広⁵⁾・橋爪 寧子⁶⁾・八並 光信²⁾

1) 医療法人社団輝生会 初台リハビリテーション病院 2) 杏林大学 保健学部 理学療法学科
3) 医療法人社団永生会 介護老人保健施設イマジン
4) 独立行政法人 国立病院機構 村山医療センター
5) 社会福祉法人 日本肢体不自由児協会 心身障害児総合医療療育センター
6) 医療法人社団三秀会 羽村三慶病院

Key word / 身体活動量、大学生、3軸加速度計付き活動量計

【はじめに】

身体的・精神的健康の維持・向上のために身体活動量の確保が重要視されているが、医療・福祉系の大学生では座位時間が多く身体活動量が乏しい傾向にあると報告されている。大学生の身体活動量は活動の期間や時間帯によって異なるため、推奨される身体活動量が十分に確保されているかを調査方法とともに検討する必要がある。本研究では、理学療法士養成校に在籍する大学生において、3軸加速度計付き活動量計を用いた身体活動量の推定に要する測定日数を検討し、身体活動量の実態を明らかにすることを目的とした。

【方法】

4年制大学理学療法学科3年生19人 (平均年齢21歳) を対象に、3軸加速度計付き活動量計 (Active style Pro HJA-350IT, OMRON) を腰部に装着し、入浴時を除く24時間の身体活動量を連続7日間測定した。単位時間ごとの活動強度をMETsとして推定し、3.0METs以上に相当する中等度以上の活動 (MVPA) での活動時間と、MVPAを3.0~6.0METsの中強度活動 (MIPA)、6.0METs以上の高強度活動 (VIPA) の2つに分けた場合の活動時間を算出した。身体活動量の推定に必要な測定日数を検討するために、1週間 (7日)、平日 (5日)、休日 (2日)、の3つの期間でMVPAの級内相関係数 (ICC) を算出した。また、身体活動量の実態を検討するために、1週間 (各日24時間) と平日の在校予定時間 (各日9~18時) におけるMIPAおよびVIPAの合計値を算出し、世界保健機関 (WHO) が成人の健康増進のために推奨する1週間あたりの参考値と比較した。

【結果】

ICCを算出した結果、1週間の測定ではICC (1,1) 0.27、ICC (1,7) 0.72、平日の測定ではICC (1,1) 0.46、ICC (1,5) 0.81、休日の測定ではICC (1,1) 0.36、ICC (1,2) 0.53であり、1週間のICC (1,7) と平日のICC (1,5) が高値を示し、いずれもICC (1,1) は低値を示した。また、1週間のMIPA (549.4±163.2分) と在校予定時間のMIPA (190.6±43.5分) は、WHOが推奨するMIPA (150分) と比べて有意な高値を示したが、WHOがさらなる健康増進のために推奨するMIPA (300分) と比べると在校予定時間のMIPAは有意な低値を示した ($p<0.001$)。一方、1週間のVIPA (13.7±22.5分) と在校予定時間のVIPA (2.6±3.2分) は、WHOが推奨するVIPA (75分) またはさらなる健康増進のために推奨するVIPA (150分) と比べてそれぞれ有意な低値を示した ($p<0.001$)。

【考察】

平日5日または1週間の平均値が身体活動量の中心傾向を良好に代表し、1日のみの測定では精度の高い推定は困難であると考えられた。さらに、MIPAとVIPAはWHOが推奨する参考値と比べて低値を示し、在校予定時間以外で身体活動量が補われていると推察された。

【結論】

理学療法士養成校に在籍する大学生において中等度以上に相当する身体活動量の中心傾向は、1週間7日または少なくとも平日5日以上の測定日数があれば良好に推定できることが示唆された。また、大学生の活動特性は曜日および時間帯で異なり、在校予定時間以外での身体活動が健康増進のために重要であると考えられた。

【倫理的配慮、説明と同意】

研究を実施するにあたり、対象者全員に本研究の主旨と倫理的配慮について説明し同意を得た。なお、本研究は杏林大学保健学部倫理委員会の承認を得て実施した (承認番号28-6)。

専門理学療法士（基礎） 必須発表会プログラム

2019年度（公社）日本理学療法士協会 専門理学療法士（基礎）必須発表会プログラム

11月30日（土）13時00分～14時00分		専門理学療法士必須発表会 1	会場：第6会場（小会議室303・304）
司会	中江 秀幸（東北福祉大学）		
1.	変形性膝関節症モデルマウスの軟骨損傷に自発運動量が及ぼす影響	金城大学大学院	小島 聖
2.	変形性膝関節症におけるメカニカルストレスと関節運動の協調性との関係	大分大学	阿南 雅也
3.	ストレッチングが筋腱複合体に及ぼす影響について	新潟医療福祉大学運動機能医科学研究所	中村 雅俊
11月30日（土）14時05分～15時05分		専門理学療法士必須発表会 2	会場：第6会場（小会議室303・304）
司会	北地 雄（総合東京病院）		
4.	高齢者における体幹と上下肢の筋量の特徴	高崎健康福祉大学	篠原 智行
5.	Magnetic Resonance Imagingを用いた単一運動課題における内閉鎖筋の筋活動動態の検討	東京慈恵会医科大学附属柏病院	木下 一雄
6.	非特異的腰痛者におけるサイドブリッジ時の体幹深部筋疲労解析	竹川病院	櫻井 瑞紀
11月30日（土）15時10分～16時10分		専門理学療法士必須発表会 3	会場：第6会場（小会議室303・304）
司会	鈴木 俊明（関西医療大学）		
7.	ストレッチングが骨格筋微小循環に与える影響	新潟医療福祉大学	堀田 一樹
8.	脳損傷後の機能回復を制御するメカニズムの解明と治療介入	金沢医科大学	田中 貴士
9.	頭部外傷後遷延性意識障害の脳内神経白質線維の長期的変化は遷延性意識障害からの改善度と関連する	広南病院	阿部 浩明
12月1日（日）8時40分～9時40分		専門理学療法士必須発表会 4	会場：第6会場（小会議室303・304）
司会	坂本 美喜（北里大学）		
10.	筋性拘縮の発生メカニズムに関わる分子機構の探索	長崎大学病院	本田 祐一郎
11.	筋損傷後の基板構築過程における線維芽細胞の発現時期と局在	大阪人間科学大学	金澤 佑治
12.	運動時におけるSPARCの反応性とその関連因子	兵庫医療大学	宮本 俊朗
12月1日（日）9時45分～10時45分		専門理学療法士必須発表会 5	会場：第6会場（小会議室303・304）
司会	前島 洋（北海道大学大学院）		
13.	舌の随意運動時における運動関連脳磁場反応の解析	北海道大学病院	小熊 英敏
14.	運動に伴う周波数律動変化が一次体性感覚野の興奮抑制機構に及ぼす影響：脳磁図を用いた検討	広島大学大学院	中川 慧
15.	ニューロフィードバックを用いた運動イメージトレーニングが健常者の運動イメージ想起能力に及ぼす効果：視覚と聴覚の比較	京都橘大学大学院	中野 英樹

12月1日(日) 10時50分～11時50分 専門理学療法士必須発表会 6 会場：第6会場(小会議室303・304)

司会 石田 和人(豊橋創造大学)

16. ラット膝関節拘縮モデルに対する寒冷浴が関節軟骨に及ぼす病理組織学的影響
公立宇出津総合病院 中川 拓哉
17. 大腸癌モデルマウスへの脂肪酸投与ががん間質細胞の間葉系幹細胞に与える影響
奈良県立医科大学、阪奈中央病院 川原 勲
18. 2型糖尿病の骨脆弱性に対する長期トレッドミル運動の効果
～肥満型2型糖尿病モデルラットを用いた検証～
新潟医療福祉大学 高橋 英明

12月1日(日) 13時10分～14時10分 専門理学療法士必須発表会 7 会場：第6会場(小会議室303・304)

司会 中山 恭秀(東京慈恵会医科大学附属病院)

19. 超音波診断装置を用いた分節ごとの定量的腰部可動性評価方法の検討
了徳寺大学 兎澤 良輔
20. 腰痛に関連する脳活動と心理的な要因の検討
東北福祉大学 田邊 素子
21. 心肺運動負荷試験時の心拍数、酸素摂取量、分時換気量、負荷量とFace scaleの関連性
新潟医療福祉大学 森下 慎一郎

変形性膝関節症モデルマウスの軟骨損傷に自発運動量が及ぼす影響

小島 聖

金城大学大学院

【目的】変形性膝関節症（OA）モデルマウスを用い、軟骨損傷に自発運動量（SM）が及ぼす影響を検討すること。

【方法】4ヶ月齢のICR雄マウス25匹を対象とした。外科的に2種類のOAモデル（DMM、DMM+ACLT）を両膝に作製し、術後は大きさの異なる2種類のケージで8週間飼育した。SMはビームセンサー式自発運動量測定装置を用い、24時間連続で実験終了まで計測した。軟骨損傷の程度は先行研究に準じてスコア化した。

【結果】組織学的所見では、関節の不安定化とSMに比例して軟骨の損傷程度は甚大であった。内側半月板の逸脱や広範囲に及ぶFibrillationやEburnationが認められた。軟骨損傷スコアは、対照群よりもすべての群で有意に高値を示した。また、組織学的所見と同様に、関節の不安定化とSMに比例してスコアが高くなる結果となった。

【結論】OAによる軟骨損傷の程度や病態の進行には、SMが重要な要因となることが示唆された。

変形性膝関節症におけるメカニカルストレスと関節運動の協調性との関係

阿南 雅也

大分大学

【目的】変形性膝関節症（膝OA）はメカニカルストレスの増大や関節不安定性などにより進行するが、関節運動の協調性の変化も関与している可能性がある。本研究は、軽度膝OA患者においてメカニカルストレスと関節運動の協調性との関係について検討した。

【方法】軽度膝OA患者14人と対照群である健常高齢者9人を対象とした。課題動作は歩行動作および片脚立位保持を採用した。運動学的データは3次元動作解析装置、運動力学的データは床反力計を用いて計測した。

【結論】軽度膝OA患者は、荷重応答期の急激な荷重増大に対して前額面の関節不安定性が認められたが、片脚立位保持は下肢のばらつきを少なくした姿勢制御戦略を取ることで不安定性の影響を減じていた。このため、軽度膝OA患者においてメカニカルストレスの増大だけでなく、下肢のばらつきを少なくした姿勢制御戦略は、膝OAを進行させる一因となる可能性が示唆された。

ストレッチングが筋腱複合体に及ぼす影響について

中村 雅俊

新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所

スタティックストレッチング（SS）は、関節可動域や筋の柔軟性の増加を目的に行われることが多い手技の一つである。近年、超音波画像診断装置を用いることで、生体においてSSが筋腱複合体に及ぼす影響については明らかにすることが可能となった。そこで我々は、健常若年者を対象に定期的なSS介入が筋の柔軟性に及ぼす影響について検討し、以下の知見を明らかにした。1）4週間のSS介入により関節可動域および筋の柔軟性は増加したが、筋束長に有意な変化は認められなかった。2）4週間のSS介入の経時的変化を検討した結果、関節可動域の方が筋の柔軟性よりも早期に変化した。3）異なる介入頻度における6週間のSS介入の効果を検討した結果、SS介入頻度が大きい方が筋の柔軟性は大きく改善するが、全ての条件において筋厚・筋束長に有意な変化は認められないことが明らかとなった。

高齢者における体幹と上下肢の筋量の特徴

篠原 智行

高崎健康福祉大学

高齢者の身体機能低下の一因となるサルコペニアの診断では筋量や筋力の検査を行う。筋量は形態評価、筋力は機能評価として、臨床的な意味付けが異なる。筋の中でも体幹筋は、筋組成の相違から四肢筋と特徴が異なるとされる。今回、筋力との関連性から、体幹と上下肢の筋量の特徴を明らかにすることを目的とした。対象は65歳以上の地域在住女性83名とし、年齢を制御変数とする偏相関係数を算出した。偏相関係数は体幹筋と上肢筋で0.98、体幹筋と下肢筋で0.76、上肢筋と下肢筋で0.68といずれも有意であった。握力との有意な相関を認めたのは体幹筋量（0.40）、上肢筋量（0.35）、下肢筋量（0.42）、大腿四頭筋筋力と有意な相関を認めたのは体幹筋量（0.34）、上肢筋量（0.34）であった。体幹筋量は上肢筋量と関連し、下肢筋量と異なる特徴を有することが示唆された。また、下肢筋量は大腿四頭筋筋力と関連せず、異なる評価であることが示唆された。

Magnetic Resonance Imagingを用いた単一運動課題における内閉鎖筋の筋活動動態の検討

木下 一雄

東京慈恵会医科大学附属柏病院

本研究の目的は股関節外旋筋群のなかでも内閉鎖筋に対する効果的な運動課題を明らかにすることである。対象は健康者7名とし、被検筋は内閉鎖筋、外閉鎖筋、大殿筋、股関節内転筋群とした。運動課題は解剖観察で内閉鎖筋の作用を確認し、側臥位、股関節屈曲90°、両踵をつけた状態にて、股関節の開排運動を4秒に1回の速度で1分間施行した。運動課題前後にMRI装置を用い、multishotのGra-SE法にて左小転子上端のT2強調画像を撮像し、画像解析ソフトMRIcroを用いてT2値を測定した。統計処理は各筋の運動前後のT2値を比較し、有意差が認められた筋の運動前後のT2値の変化率を比較した。結果は運動前後のT2値の比較では内閉鎖筋、外閉鎖筋、大殿筋に有意差を認め、T2値の変化率の比較では内閉鎖筋は外閉鎖筋と大殿筋よりも有意に増加した。本研究の運動課題は内閉鎖筋の筋収縮を得られる運動課題となり得ることが判明した。

非特異的腰痛者におけるサイドブリッジ時の体幹深部筋疲労解析

櫻井 瑞紀

竹川病院

【目的】非特異的腰痛（NLBP）では深部筋機能不全やサイドブリッジ持久力テスト（SBET）保持時間低下が報告されているが、その際の深部筋疲労についての報告はない。本研究の目的は、NLBP者におけるSBET実施時の体幹深部筋疲労を、T2値を指標として明らかにすることである。

【方法】対象は腰痛のない対照群とNLBP群の2群とした。測定項目はSBET保持時間と、SBET前後の深部筋T2値とした。統計解析はSBET前後と腰痛の有無を独立変数、深部筋T2値を従属変数とした2元配置分散分析および単純主効果の検定を実施した。

【結果】SBET保持時間はNLBP群が有意に低値を示した。深部筋T2値においてSBET前後・腰痛経験の主効果および交互作用が示された。単純主効果の検定ではNLBP群のPostでT2値は有意に高値を示した。

【結論】NLBP者では体幹筋等尺性持久力低下とSBETにおける体幹深部筋疲労性を認めた。

ストレッチングが骨格筋微小循環に与える影響

堀田 一樹

新潟医療福祉大学

加齢は骨格筋微小血管の拡張障害を惹起する。血管壁を構成する内皮および平滑筋細胞は、伸張刺激に応答し様々な遺伝子発現や機能変化を引き起こす。本研究は、骨格筋のストレッチングが骨格筋微小血管の内皮機能および筋血流に及ぼす影響を明らかにするために、高齢ラット（雄性Fischer 344 rat, 月齢20ヵ月）を対象に、片側後肢の足関節を背屈位で保持する装具を30分/日、5日/週、4週間装着した。その後、ヒラメ筋細動脈を摘出し、内皮依存性の血管拡張反応を測定した。4週間のストレッチング後、対照肢と比較してストレッチ肢における血管拡張反応が有意に増大していた。放射性微粒子を用いたトレッドミル歩行時のヒラメ筋血流計測により、対照肢と比較してストレッチ肢で血流量が有意に高値を示した。以上のことから、4週間のストレッチングは高齢ラットの骨格筋微小血管の内皮機能を改善し、運動時の筋血流を増やすと考えられた。

脳損傷後の機能回復を制御するメカニズムの解明と治療介入

田中 貴士

金沢医科大学

脳損傷後の機能障害は、損傷を免れた神経による神経回路の再編によってある程度は回復するが、この再編は限定的である。神経回路の再編を促すため、神経再生因子（BDNF / TrkB）を抑制しているチロシン脱リン酸化酵素（SHP-1）に着目した。SHP-1を遺伝学的または薬理的に抑制することで、脳損傷後の脊髄における皮質脊髄路の側枝形成が増大し、機能回復が促された。SHP-1を減少させる身体運動があるのか検証した結果、自発的な運動のみがSHP-1を減少させることが分かった。さらに、SHP-1の遺伝学的抑制と自発的な運動を組合せた結果、脳損傷後の神経回路の再編や機能回復が顕著に増大された。これらの結果から、脳損傷後の機能回復に向けたリハビリテーションには、神経可塑性を効果的に促進できる自発的な身体運動が重要であることが示された。

頭部外傷後遷延性意識障害の脳内神経白質線維の長期的変化は遷延性意識障害からの改善度と関連する

阿部 浩明

広南病院

交通外傷に伴う頭部外傷後の遷延性意識障害 (PVS) 例の多くは PVS の改善が得られることなく経過するが、一部、改善する症例も存在する。しかし、PVS 例の長期的な予後予測は難しく、日々の理学療法における変化も乏しいため、具体的なゴールを想定して介入することは難しい。PVS 例は広範な神経白質におけるびまん性軸索損傷を伴うことが多く、拡散テンソル画像 (DTI) は神経白質の微細構造変化を把握することが可能である。DTI を用い PVS 例の長期的な脳内白質変化の特性の把握を試み、その白質変化と意識障害改善度との関連性を調査した。健常人と比べ PVS は広範な Fractional anisotropy (FA) 低下領域を認め、初回撮像時の FA 値が低値なほど PVS は重症であった。DTI 撮像から 1 年後の FA 値を調査すると健常人では不変であったが、PVS 例では有意な FA の減少を認めた。この FA 減少が大きい症例ほど PVS 改善度は高かった。DTI による神経白質の評価は PVS 例の長期的予後を把握する上での一指標となるものと考えられる。

筋性拘縮の発生メカニズムに関わる分子機構の探索

本田 祐一郎

長崎大学病院

筋性拘縮の主要な病態は骨格筋の伸張性低下であり、これにはコラーゲンの過剰増生に伴う線維化の関与が指摘されてきた。しかし、これらの病態に関する詳細な発生メカニズムはこれまで明らかにされていなかった。そこで演者は、弛緩位で不動化したラットヒラメ筋を検索材料として用い、線維化の指標であるコラーゲン含有量と伸張性の指標である他動張力を検索した。さらに、同モデルラットのヒラメ筋における線維化関連分子の動態変化を探索し、線維化の発生メカニズムを検討した。その結果、1 週という短期の不動によってラットヒラメ筋の伸張性は低下し、この変化には線維化の発生が関連することが明らかとなった。そして、不動化したラットヒラメ筋における線維化の発生には筋核のアポトーシスを契機としたマクロファージの集積とこれを発端とした IL-1 β /TGF- β 1 シグナリングによる線維芽細胞の筋線維芽細胞への分化誘導が関与していると推察された。

筋損傷後の基底板構築過程における線維芽細胞の発現時期と局在

金澤 佑治

大阪人間科学大学

基底板再構築過程における線維芽細胞の発現時期と局在を明らかにすることを目的に、中等度あるいは高強度のトレッドミル走行でラットヒラメ筋に損傷を惹起し、その後の回復過程を追跡した。基底板の主成分である Collagen IV と、筋再生期に線維芽細胞に高発現する TCF4 をマーカーとして免疫組織化学的に検討した。回復 2 日後、損傷筋では Collagen IV が細胞質内に局在するような異所性局在を示した。この所見は筋構造が正常化するとともに減少した。TCF4 陽性の線維芽細胞は、回復 0.5 日後をピークに基底板が損傷した筋や拡大した細胞間質に高発現することが明らかになった。その後、筋構造の回復とともにその発現数は減少したが、高強度走行後の回復 7 日後では依然と高値を維持した。このことから TCF4 陽性の線維芽細胞は損傷筋周辺に早期に発現して筋構造の回復に関与し、その発現期間は損傷重症度に依存する可能性が示唆された。

運動時における SPARC の反応性とその関連因子

宮本 俊朗

兵庫医療大学

【目的】骨格筋から分泌される Myokine の一種である SPARC (Secreted Protein Acidic and Rich in Cysteine) が身体活動による大腸がん予防効果に関連することが示唆されている。本研究では運動強度および運動時間が SPARC に及ぼす影響と SPARC と個人因子の関連性を明らかにすることを目的とした。

【方法】健康成人男性を対象として、中強度自転車運動、低強度自転車運動、低強度長時間自転車運動の 3 種類の運動とコントロール試行の計 4 試行をランダムに実施し、各試行前後の採血によって、血清 SPARC 値を測定した。また、個人因子として、体組成や身体機能を事前に測定した。

【結果】SPARC は中強度運動で有意に上昇したが、低強度運動と低強度長時間運動には有意な変化は認められなかった。また、運動に対する SPARC 変化率が高い群は低い群と比較して、最高酸素摂取量が有意に高かった。

【考察】SPARC は、運動時間よりも運動強度に依存し、血清 SPARC の上昇には筋量よりも運動耐容能が関連する可能性が示唆された。

舌の随意運動時における運動関連脳磁場反応の解析

小熊 英敏

北海道大学病院

【諸言】 脳内の神経活動に伴って発生する磁場活動を計測する手法として脳磁図がある。示指の運動時には対側半球優位に運動関連脳磁場反応 (movement-related cortical field, MRCF) が認められることが分かっている。舌筋電図をトリガーにした舌の随意運動におけるMRCF解析を行い、半球間におけるMRCFの違いを明らかにした。

【方法】 健常成人6名を被験者とし全頭型脳磁図計測装置を用いて計測した。運動のタスクは10秒に1回の舌前方突出運動とした。解析方法は過去の文献に従い脳磁図波形の潜時と振幅を評価した。

【結果】 全ての被験者において両側半球にMRCFが認められた。運動準備磁界の潜時、運動磁界の潜時および振幅の全てにおいて半球間に有意差はなかった。

【考察】 舌の随意運動には両側半球の大脳皮質が関与しており、左右の半球間における神経活動に差がないことが示唆された。

運動に伴う周波数律動変化が一次体性感覚野の興奮抑制機構に及ぼす影響：脳磁図を用いた検討

中川 慧

広島大学大学院

運動時の脳磁場応答では、beta帯域で事象関連脱同期 (ERD)・同期 (ERS) が観察され、ERSは運動野の抑制系の活動を反映するとの報告も多い。一方、運動野と感覚野は密接な関係にあるとされ、古くからgating機構等が報告されているが、ERS出現時の一次体性感覚野の挙動は不明である。そこで本研究では、ERD/ERS出現時の感覚刺激に対する脳磁場応答を記録し、運動が感覚処理機能へ与える影響を詳細に検討することを目的とした。健常者を対象とし、視覚刺激に合わせて一定の間隔で示指伸展動作を遂行させ、運動準備段階、運動遂行時、運動終了直後、運動終了1~3秒後にそれぞれ単発電気刺激および連発電気刺激を呈示し、脳磁場応答を記録した。結果、最もERSが大きく出現した運動終了1秒後で感覚野の応答が増大する傾向にあった。運動野と感覚野では興奮抑制で逆の挙動を示すことから、感覚刺激入力タイミングを検討することで、感覚入力を高める可能性がある。

ニューロフィードバックを用いた運動イメージトレーニングが健常者の運動イメージ想起能力に及ぼす効果：視覚と聴覚の比較

中野 英樹

京都橋大学大学院

本研究は、視覚ならびに聴覚ニューロフィードバック (NFB) を用いた運動イメージトレーニングが健常者の運動イメージ想起能力に及ぼす効果を検証した。対象は健常者30名とし、視覚NFB群、聴覚NFB群、統制群にランダム割り付けした。全ての対象者は、左手関節背屈の運動イメージ課題を実施し、課題中の μ 帯域の事象関連脱同期 (ERD) を視覚NFB群には視覚にて、聴覚NFB群には聴覚にてフィードバックした。トレーニングの効果判定として、トレーニング前後に左手関節背屈の運動イメージ課題 (NFBなし) のERDと運動イメージ鮮明度 (VAS) を測定した。統計解析の結果、VASは3群ともにトレーニング後に有意な増加を示したが、ERDは視覚NFB群と聴覚NFB群のみに有意な増加を示した。本研究により、視覚ならびに聴覚NFBを用いた運動イメージトレーニングは健常者の運動イメージ想起能力を向上させることが示唆された。

ラット膝関節拘縮モデルに対する寒冷浴が関節軟骨に及ぼす病理組織学的影響

中川 拓哉

公立宇出津総合病院

本研究では、ラット膝関節拘縮モデルに対して寒冷浴を実施し、関節軟骨に及ぼす寒冷刺激の効果を組織学的手法により検討することを目的とした。Wistar系雄ラットの膝関節を4週間ギプス固定し拘縮を惹起させ、拘縮モデルを作製した。固定期間終了後、2週間または4週間の寒冷浴を実施する寒冷群と、同期間自由飼育を行う非寒冷群に分けた。寒冷浴は水温約4℃で30分間、1日1回実施した。飼育期間終了後、常法にて組織切片を作成し、寒冷群と非寒冷群の関節軟骨の組織学的変化について比較検討した。その結果、非寒冷群では関節軟骨の菲薄化、関節軟骨表面の不整、線維増生、タイドマークの重層化、サフラニンO-ファストグリーン染色の染色性低下が認められ、その程度は経時的に増悪した。一方で、寒冷群においてはこれらの所見は軽微であった。このことから、寒冷刺激は拘縮後の関節軟骨における器質的変化の予防に有用である可能性が示唆された。

大腸癌モデルマウスへの脂肪酸投与ががん間質細胞の間葉系幹細胞に与える影響

川原 勲

奈良県立医科大学、阪奈中央病院

我々はリノール酸とエイジン酸の摂取が癌細胞の幹細胞を増加させ、癌の進展を促進させることを確認している。今回は同モデルにおいて、癌間質細胞の間葉系幹細胞に脂肪酸が影響を与えるか確認した。マウスの皮下にCT26マウス大腸癌細胞を接種し、それぞれに週一回の頻度で胃に直接投与した。結果は皮下腫瘍の増加はエイジン酸、リノール酸、Vehicleの順で有意な差がみられた。腋下リンパ節転移を検索すると皮下腫瘍と同様にエイジン酸、リノール酸、Vehicleの順で増加が確認された。エイジン酸は摂食後6時間にヌクレオスタミンmRNAがピークであった。以上の結果より、脂肪酸の摂取により癌幹細胞が増加し、癌幹細胞が増加すると脂肪酸の直接作用により癌細胞が増えると考えられた。エイジン酸は増殖スピードが速く同時性の転移を誘導させ、リノール酸はドーマンシーを誘導する可能性が示唆された。がん間質細胞の間葉系幹細胞に脂肪酸が影響を与えることが示唆された。

2型糖尿病の骨脆弱性に対する長期トレッドミル運動の効果 ～肥満型2型糖尿病モデルラットを用いた検証～

高橋 英明

新潟医療福祉大学

2型糖尿病では骨密度と骨折リスクとの間に乖離があり、従来の骨密度測定から骨強度を推測することが困難である。骨強度規定には、骨密度とは異なる因子（質や構造）も含め解釈することが推奨されている。一方、運動療法には、高血糖改善のみならず、液性因子、力学的因子も作用し骨代謝改善に貢献することが期待されている。本研究では、肥満型自然発症2型糖尿病モデルラット（SDT-Fatty）を対象に30週間の長期トレッドミル運動を実施し、血糖値ならびに下肢骨の骨強度・骨質・骨構造に着目し検証を行った。その結果、今回の運動介入条件において、高血糖、骨強度や骨幹部皮質骨の断面2次モーメントは変化しなかった。一方、元素マッピングではカルシウムやリンの上昇を認め、海綿骨構造や類骨量も改善した。運動による血糖改善が不十分かつ長期に及んだ場合、一部の骨質や骨構造パラメータは改変するが骨強度低下を防止するまでには至らないことが示唆された。

超音波診断装置を用いた分節ごとの定量的腰部可動性評価方法の検討

兎澤 良輔

了徳寺大学

腰部可動性は腰痛との関連が示唆され、可動性に合わせた治療選択は高い治療効果を得られることが報告されている。現在の定量的腰部可動性評価は関節可動域検査や指床間距離、modified Schober testが使用されているが、腰部の全体的な可動性の評価方法であり、分節ごとの可動性を捉えることはできない。本研究では臨床でも応用可能な超音波診断装置（US）に着目し、USを用いた分節ごとの定量的腰部可動性評価方法について信頼性を検討した。対象者は10名とし、腰椎棘突起間（L1-2, L2-3, L3-4, L4-5）をUSにて撮影した。撮像姿勢は3姿勢（腰椎屈曲位、伸展位、中間位）で行った。撮像から棘突起間距離を計測し、信頼性を算出した。その結果、3姿勢の各分節すべてで検者内信頼性が高値を示した。本研究により、分節ごとの定量的腰部可動性評価方法としてUSを用いた方法が有用である可能性が示唆された。

腰痛に関連する脳活動と心理的な要因の検討

田邊 素子

東北福祉大学

【目的】腰痛の心理的要因として性格特性に着目し腰痛関連脳活動との関連を検討した。

【方法】対象は大学生50名（男女各25名、平均年齢21.3歳）である。腰痛評価はPain DETECT日本語版（PDQ）を使用した。脳活動は、腰痛に有害な動作（Harmful）と無害な動作（Harmless）の画像を呈示し、前頭前皮質（PFC）をfNIRSで計測した。OxyHb値と性格特性（NEO-PI-R）の5因子の得点との相関を求めた。

【結果】PDQは、現在の痛み1.1、過去4週間の痛み平均は1.5であった。脳活動はHarmful条件で、E（神経症傾向）得点：FP、C（誠実性）得点：OFCで有意な負の相関がみられた。O（開放性）得点ではOFCで正の相関がみられた。Harmless条件では、C得点でFPに負の相関がみられた。

【結論】腰痛関連脳活動は性格特性の各因子とFP、OFC領域で関連することが示唆された。

心肺運動負荷試験時の心拍数、酸素摂取量、分時換気量、負荷量とFace scaleの関連性

森下 慎一郎

新潟医療福祉大学

本研究は心肺運動負荷試験（CPX）中に自覚的運動強度としてFace scaleもしくはBorg scaleを使用し、心拍数（HR）、酸素摂取量（VO₂）、分時換気量（VE）、負荷量（watts）と関連性があるのかを調査した。健康大学生40名を対象に、自転車エルゴメーターにて20 Watt/分のramp運動負荷試験を実施した。1分毎にFace scaleもしくはBorg scaleを計測した。またCPX中1分毎に心電図及び呼気ガス分析からHR、VO₂、VE、wattsを記録した。Face scaleはHR、VO₂、VE、wattsと有意な相関を認めた（ $p < 0.01$ ）。Borg scaleにおいても同様にHR、VO₂、VE、wattsと有意な相関を認めた（ $p < 0.01$ ）。Face scaleはCPX中の生理学的指標とより強い相関を示しており、自覚的運動強度指標として使用できるかもしれない。

協賛一覧
準備委員会・協力スタッフ
広 告

協賛一覧

本大会の開催にあたり、下記の皆様に多大なるご支援を賜りました。
ここにご芳名を記し、深甚なる感謝の意を表します。

第24回日本基礎理学療法学会学術大会
大会長 大西秀明

ランチョンセミナー

インターリハ株式会社 株式会社 大塚製薬工場 株式会社 島津理化 竹井機器工業株式会社
株式会社 ミユキ技研

企業展示・書籍展示

アーカイブティップス株式会社 株式会社 インボディ・ジャパン
インタークロス株式会社 インターリハ株式会社 株式会社 大塚製薬工場 オージー技研株式会社
キャノンメディカルシステムズ株式会社新潟支店 株式会社 クレアクト 株式会社 考古堂書店
酒井医療株式会社 竹井機器工業株式会社 株式会社 DKH
バイオリサーチセンター株式会社 株式会社 フィジोटেক 株式会社 フォーアシスト
株式会社 ミユキ技研 ミナト医科学株式会社 株式会社 レイマック

広告掲載

学校法人藍野大学 藍野大学 アズサイエンス株式会社 愛宕商事株式会社
株式会社 アプライドオフィス 株式会社 医学書院 株式会社 インターメディカル
株式会社 ウィザップ 株式会社 キーエンス キャノンメディカルシステムズ株式会社新潟支店
株式会社 京都科学 国際医療福祉大学大学院 株式会社 島津製作所
株式会社 タクト・マシン・サービス 竹井機器工業株式会社 株式会社 タケショー
東北文化学園大学 新潟医療福祉大学 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所
新潟医療福祉大学 SHAIN 新潟医療福祉大学大学院 新潟交通株式会社 旅行部 教育販売課
医療法人愛広会 新潟リハビリテーション病院 日本クレア株式会社 株式会社 フォーアシスト
株式会社 文光堂 株式会社 メジカルビュー社 株式会社 よしや

協賛金

浅妻動物器材店 フクダ電子新潟販売株式会社

ホームページバナー広告

吉備国際大学

会場スクリーンスポット広告

島津サイエンス東日本株式会社

(五十音順、11月6日現在)

準備委員会・協力スタッフ

(2019年11月15日現在)

■第24回日本基礎理学療法学会学術集会 準備委員会・協力スタッフ

大会長	大西秀明 (新潟医療福祉大学)
副大会長	久保雅義 (新潟医療福祉大学)
準備委員長	椿 淳裕 (新潟医療福祉大学)
事務局長	古西 勇 (新潟医療福祉大学)
総務部長	犬飼康人 (新潟医療福祉大学)
財務部長	齊藤 慧 (新潟医療福祉大学)
渉外部長	大鶴直史 (新潟医療福祉大学)
学術局長	相馬俊雄 (新潟医療福祉大学)
演題管理部	相馬俊雄, 高橋英明 (新潟医療福祉大学)
広報部長	中村雅俊 (新潟医療福祉大学)
運営局長	江玉睦明 (新潟医療福祉大学)

■運営スタッフ

田口 徹, 森下慎一郎, 菊元孝則, 正木光裕, 堀田一樹, 玉越敬悟, 小島 翔, 高林知也, 宮口翔太, 濱上陽平, 伊藤 渉, 萩原康雄, 横田裕丈, 太田大樹, 鈴木祐介, 平林 怜, 長坂和明 (新潟医療福祉大学)

山崎雄大, 徳永由太, 秦緯翔, 池津真大, 金子史弥, 小島将, 清野涼介, 佐藤成, 渡邊拓, 渡部貴也 (新潟医療福祉大学大学院)

第24回日本基礎理学療法学会学術大会プログラム・抄録集

発行者 日本理学療法士学会 日本基礎理学療法学会
〒151-0051 東京都渋谷区千駄ヶ谷三丁目8番5号
公益社団法人 日本理学療法士協会内
TEL (03) 5414-7911
発行年月日 2019年11月15日

展示会への出展準備を任された！

でも、チラシにポスター、DM、パンフレット、ノベルティ、テーブルクロス、のぼり…

いったい何から手をつければいいのか？

ひとりだけでは手に負えないそれ、

ぜ～んぶまとめて

株式会社ウィザップに おまかせください！



印刷・グッズ・ホームページ制作

W 株式会社ウィザップ
WITH UP CO., LTD.

〒950-0963 新潟市中央区南出来島2丁目1-25
TEL.025-285-3311 FAX.025-285-5656



計測器・測定器・光学機器・切断研磨・文具事務用品・ソフト
特注品も承ります。

電話、ファクシミリ、E-mailにてお待ちしております。

計測機の 株式会社 よしや

〒950-0962 新潟市中央区出来島2丁目12-12 TEL (025) 284-2431 (代)
FAX (025) 284-2015
E-mail: yoshiyaa@d5.dion.ne.jp



レーザー組織血液酸素モニター (BOM-L1TRW)

運動中の筋肉組織の血液動向を非侵襲で連続的に定量化します。

- ・測定項目: OXYHb・deOXYHb・TotalHb・StO2電圧出力
- ・浅部、深部、浅部-深部の各部位を同時出力
- ・プローブ・ディテクター深度が設定可能
- ・12chの情報出力が記録可能
- ・水中測定が可能



— デモ機を持参し、ご説明に参上します。 —

株式会社アプライドオフィス

東京都江戸川区中葛西3丁目35-17-3F

TEL:03-3688-7206 FAX:03-3688-7184

info@ap-office.co.jp



私たち日本クレアは、生命のあらゆる可能性を探求し発展させることを目指して、動物実験のグローバルな潮流に立つた世界最高品質の実験動物を産出しています。

新しい発見を変わらない品質で

マウス・ラット

● Closed Colony

- マウス Jcl:ICR
- ラット Jcl:SD, Jcl:Wistar
BrlHan:WIST@Jcl(GALAS)

● MCH (Multi Cross Hybrid)

- マウス MCH(ICR)/Jcl

● Inbred

- マウス C3H/HeNjcl, C3H/HeJjcl*1
C57BL/6Njcl, C57BL/6Jjcl*1
BALB/cAjcl, BALB/cByjcl*1
FVB/Njcl, DBA/2Jjcl*1, 129*^{Ter}/Svjcl
- ラット F344/Jcl

● 疾患モデル

免疫不全モデル

- マウス BALB/cAjcl-*nu*
C.B-17/1cr-*scid* Jcl
NOD/Shijic-*scid* Jcl
ALY[®]/Nscjcl-*aly**2
- ラット F344/Njcl-*rnu*

1型糖尿病モデル

- マウス NOD/Shijcl

2型糖尿病モデル

- マウス KK/Tajcl, KK-A⁺/Tajcl
BKS.Cg-*m*+/*Lepr*^{db}/Jcl*1
- ラット GK/Jcl, SDT/Jcl, SDT fatty/Jcl

アスコルビン酸合成能欠如モデル

- ラット ODS/Shijcl-*od*

● 疾患モデル

網膜変性疾患モデル

- ラット RCS/Jcl-*rdy*

関節リウマチモデル

- マウス SKG/Jcl

外用保湿剤・外用殺菌消毒薬効果検証モデル

- マウス NOA/Jcl*2

● 遺伝子改変動物

短期発ガン性試験モデル

- マウス CByB6F1-Tg(HRAS)2jcl

乳腺がん高感受性モデルラット

- ラット Hras128/Jcl*3

瞬がん高感受性短期発ガンモデルラット

- ラット Kras301/Jcl*3

生体恒常性維持機構解析モデル

- マウス α -Klotho KO/Jcl*2

- マウス *klotho* /Jcl*3

アレレルギーモデル

- マウス OVA-IgE/Jcl (卵アレルギー)*2
TNP-IgE/Jcl (化学物質アレルギー)*2

● Hybrid

- マウス B6C3F1/Jcl, B6D2F1/Jcl

● Germfree

- マウス MCH(ICR)/Jcl[Gf], C57BL/6Njcl[Gf]
BALB/cAjcl[Gf]

その他の取り扱い動物

● (公財) 実験動物中央研究所維持系統

● サル類

マーモセット Jcl:C.Marmoset(jic) (国内生産)

実験動物用飼料

一般動物用飼料 / 家畜・家禽試験用飼料 / 放射線滅菌飼料 / 特殊実験用配合飼料 / 成分分析

器具・器材

飼育ケージ / 飼育機・ラック / 自動飼育システム / クリーンエアシステム / バイオハザード対策システム / 空調設備・排水処理システム / 管理・実験機器 / 施設計画コンサルティング

受託業務

微生物学的クリーニング / 遺伝子改変マウスの作製 / モノクローナル抗体作製 / 受精卵採取・凍結処理 / 凍結受精卵の供給 / 系統維持及び生産 / 各種処置動物作出 / マイクロバイオーム研究のサポート / 各種受託試験 他

関連業務

動物輸出入 / 微生物モニタリング / 遺伝モニタリング / 各種データ / 情報サービス

業務提携

Physiogenex社(仏): 代謝性疾患領域に特化した薬物薬理試験受託サービス
(株)ジービーシー研究所: イメージングマウスの作製サービス

*1 This strain is at least (a number>20 by definition) generations removed from the originating JAX[®] mice strain and has NOT been re-inflused with pedigreed stock from The Jackson Laboratory.[®]

*2 凍結受精卵による維持

*3 維持系統につき、原則、余剰動物からの出荷



日本クレア株式会社

www.CLEA-Japan.com

東京 A D 部 〒153-8533 東京都目黒区東山1-2-7 TEL.03-5704-7050(代)
大阪 A D 部 〒564-0053 大阪府吹田市江の木町6-5 TEL.06-4861-7101(代)
【動物・飼料のご注文先: AD受注センター TEL.03-5704-7123】
東京 器材部 〒153-8533 東京都目黒区東山1-2-7 TEL.03-5704-7600(代)
大阪 器材部 〒564-0053 大阪府吹田市江の木町6-5 TEL.06-4861-7105(代)
札幌出張所 〒063-0849 札幌市西区八軒九条西10-4-28 TEL.011-631-2725(代)
仙台出張所 〒983-0014 宮城県仙台市宮城野区高砂1丁目30-24 TEL.022-352-4417(代)

理化学機器をトータルサポート

タケショー

サイエンスソリューション事業部

Tel. 025-278-2024

URL <https://www.takeshofood.co.jp/>



■ 機器メンテナンス

導入いただきました装置のメンテナンス業務を行っております。素早い対応をモットーに専任サービス員及び営業マン自身が対応！定期点検のご依頼も可能です。

■ 特注品対応

ステンレス製品、塩ビ・アクリル・テフロン製品、硬質ガラス・石英ガラス製品など、様々な素材も特注製作対応いたします。

日立ハイテック

Cica 関東化学株式会社

Thermo
SCIENTIFIC

HORIBA

科学技術の進歩・発展のために
Yamatoko ヤマト科学株式会社

sartorius

病める人々を医やすばかりでなく慰めるために。

Saluti et Solatio Aegrorum

Console them with your speciality.

学校法人 藍野大学

Aino University

藍野大学 医療保健学部 (4年制)

看護学科 理学療法学科 作業療法学科 臨床工学科

〒567-0012 大阪府茨木市東太田4-5-4

TEL : 072-627-1711

Shiga School of Medical Technology

滋賀医療技術専門学校 医療専門課程 (3年制)

理学療法学科 作業療法学科 (2019年度学生募集停止)

Biwako Professional University of Rehabilitation

びわこリハビリテーション専門職大学 リハビリテーション学部 (4年制)

理学療法学科 作業療法学科 (2020年度開設に向けて設置認可申請中)

〒527-0145 滋賀県東近江市北坂町967

TEL : 0749-46-2311



メディカルスタッフとして活躍できる人材を育てます。

東北文化学園大学 医療福祉学部 リハビリテーション学科 理学療法学専攻

■医療福祉学部

リハビリテーション学科

理学療法学専攻 作業療法学専攻
言語聴覚学専攻 視覚機能学専攻

看護学科 保健福祉学科

保健福祉専攻 生活福祉専攻

■科学技術学部 知能情報システム学科 建築環境学科 臨床工学科
■総合政策学部 総合政策学科

■大学院 (博士課程前期2年の課程、後期3年の課程)

健康社会システム研究科 健康福祉専攻 生活環境情報専攻

本大学院は健やかに生きることを共通のテーマに、健康福祉専攻、生活環境情報専攻で学際的な研究を行っています。健康とは、『病気でないとか、弱っていないということではなく、肉体的にも、精神的にも、そして社会的にも、すべてが安寧である状態』をいいます。我々は人々が健やかに長生きできることを願い、疾病・障害予防も視野に入れて研究を実践しています。皆さんも本大学院において、博士前期課程で研究手法を磨き、博士後期課程で新たな研究課題と一緒に挑戦しませんか。我々は、皆さんの研究活動を、最適な指導体制のもとに支援してゆきます。

入学相談は【アドミッションセンター】 ☎ 0120-556-923

981-8551 仙台市青葉区国見 6-45-1
<http://www.tbgu.jp> nyugaku@office.tbgu.ac.jp



国際医療福祉大学

医療福祉の‘学術拠点’が誕生 学部と大学院の一体教育【東京赤坂キャンパス】

日本初の医療福祉の総合大学である国際医療福祉大学が、2018年4月、東京都港区赤坂に新しいキャンパスを開設し、赤坂心理・医療福祉マネジメント学部を新設すると同時に、大学院キャンパスを移転しました。赤坂見附駅から徒歩3分という好アクセスの通いやすい都心の一等地で、充実した布陣による「学部と大学院が一体となった臨床重視の教育」を行います。「人生100年時代」が話題になり、生涯学習の重要性が指摘される中、学生へのきめ細かい少人数教育体制と、社会人が働きながら学べる環境を整え、基礎から専門まで多様なニーズに応えられる“知の殿堂”をめざします。



社会人が学びやすい

国際医療福祉大学大学院 3つのポイント

① カリキュラム

授業の多くを平日夕方以降と土曜日に開講しています。また、インターネットを利用したVODで都合の良い時間帯に映像を見ながら受講できる「eラーニングシステム」を整備しています。さらに、夏季・冬季や日曜日の集中講義も設置しています。

② 7つのキャンパス

東京赤坂キャンパスのほか、大田原(栃木県)、成田(千葉県)、小田原(神奈川県)、熱海(静岡県)、福岡・大川(福岡県)に大学院のキャンパスを設置しています。7キャンパスをオンラインで結び、自宅や職場に近い場所で授業を受けることができます。

③ 同時双方向遠隔授業

全国7つのキャンパスをつなぐのは、カメラとマイクで映像と音声を伝えるテレビ会議方式の遠隔授業システムです。遠方のキャンパスで行われる授業をリアルタイムで受講することができ、質疑応答やディスカッション、映像のやりとりも自由に行えます。

国際医療福祉大学成田病院を開設します

2020年春、千葉県成田市に、最先端の医療を提供する国際医療福祉大学成田病院(642床)を開設します。海外の大学、医療機関との連携拠点となる「国際遠隔画像診断センター」「感染症国際研究センター」などを設置し、国際的な医療ニーズに対応します。アジアを中心に海外とのネットワークの拠点となり、国内外の患者様へ先進医療を提供する「世界的なナブ病院」をめざします。

2020年度大学院生募集

※短大、専門学校を卒業された方でも、修士課程の出願が可能です(各分野の出願資格、出願資格審査要件をご確認ください)

理学療法学分野

理学療法学分野では、臨床の中で疑問に思ったことを解明するための科学的思考の基礎を身に付けて、実際の研究を通して応用することを目的とし、基礎理学療法学領域、応用理学療法学領域の二つの領域を展開しています。基礎では、基礎医学を含めて運動・動作分析、評価、呼吸循環代謝の研究を行っています。応用では、疾患に対する理学療法や、地域理学療法、教育、国際協力など幅広く研究が可能です。院生のほとんどが社会人で、昼は病院等で勤務し、夕方や休日等で学習・研究しています。VOD授業も多く取り入れ、自宅での履修も可能にしています。

医療福祉教育・管理分野

保健医療系の教員をめざす人、教職のかたわら修士号の取得をめざす人、医療福祉施設の管理職をめざす人を対象にしています。社会人の通学への負担軽減のため、eラーニングシステムを利用した講義を多く設けて自宅等での履修を可能にするとともに、入学時・夏季・冬季にスクーリングを実施しています。高度専門職業人養成を目的とした、実践的な講義が中心となりますので、出願には、理学療法士・作業療法士・言語聴覚士の国家資格を持ち、3年以上の実務経験が必要となります。 ※1年制修士コース(課題研究)、2年制修士コース(修士論文)の2課程があります。

医療福祉学研究所

修士課程		博士課程
保健医療学専攻 <ul style="list-style-type: none"> ●看護学分野 ●特定行為看護師養成分野(旧:ナース・ブракティション養成分野) ●助産学分野 ●理学療法学分野 ●作業療法学分野 ●言語聴覚分野 ●視機能療法学分野 ●福祉支援工学分野 ●リハビリテーション学分野 ●放射線・情報科学分野 ●生殖補助医療胚培養分野 ●医療福祉教育・管理分野 ●臨床検査学分野 ●災害医療分野 ●遠伝カウンセリング分野 	医療福祉経営専攻 <ul style="list-style-type: none"> ●医療経営管理分野 ●診療情報アナリスト養成分野 ●医療福祉国際協力学分野 ●先進的ケア・ネットワーク開発研究分野 ●医療福祉学分野 ●医療福祉ジャーナリズム分野 ●医療通訳・国際医療マネジメント分野 	保健医療学専攻 <ul style="list-style-type: none"> ●看護学分野 ●助産学分野 ●理学療法学分野 ●作業療法学分野 ●言語聴覚分野 ●視機能療法学分野 ●福祉支援工学分野 ●リハビリテーション学分野 ●放射線・情報科学分野 ●生殖補助医療胚培養分野 ●臨床検査学分野 ●医療福祉経営学分野 ●診療情報管理・分析学分野 ●医療福祉国際協力学分野 ●先進的ケア・ネットワーク開発研究分野 ●医療福祉学分野 ●医療福祉ジャーナリズム分野 ●臨床心理学分野
薬学研究所 博士課程 医薬・生命薬学専攻		薬科学研究所 修士課程 生命薬学専攻 <ul style="list-style-type: none"> ●生命薬学分野 ●医療薬学分野

医学研究所

博士課程	修士課程
医学専攻 <ul style="list-style-type: none"> ●基礎医学研究分野 ●社会医学研究分野 ●臨床医学研究分野 	公衆衛生学専攻 <ul style="list-style-type: none"> ●国際医療学分野 ●疫学・社会医学分野 ●医療福祉管理学分野

出願前に、指導教員との事前面談が必要です。事前面談の詳細や募集要項などは大学院のホームページをご覧ください。

お問い合わせ 東京赤坂キャンパス入試事務室 TEL 03-5574-3903 MAIL daigakuin-nyushi@iuhw.ac.jp HP https://www.iuhw.ac.jp/daigakuin/



教科書を超えたりハビリ実践書、待望の全面改訂。
脊損リハビリはここまで進化した!

脊髄損傷リハビリテーションマニュアル

編集 神奈川リハビリテーション病院
脊髄損傷リハビリテーションマニュアル編集委員会

第3版

オールカラーとなり、より親しみやすく、現況に合わせたテキストへと進化。脊損リハの実際をイラストや写真を交え豊富に紹介し、臨床現場で役立つ実践書でもある。

●B5 頁336 2019年 定価:本体5,200円+税 [ISBN978-4-260-03696-2]

理学療法NAVI シリーズ

理学療法の大海に漕ぎ出す若きセラピストのための水先案内人

多くの患者を悩ませる
「運動器の機能破綻」へのエキスパートの戦略、一挙公開!

最新刊!

エキスパート直伝
運動器の機能破綻はこう診てこう治す [Web動画付]

編集 福井 勉

指がしびれる、肩の前側がゆるい、膝がぐらつく…だが画像所見では筋骨格の「構造」にそれほど異常はみられず、臨床像と一致しない。そうした「運動器の機能破綻」にこそ、理学療法士ならではの視点・思考を活かす醍醐味がある。運動学上の破綻を的確に捉え、策を講じる戦略を披露!

●B5 頁184 2019年 定価:本体3,500円+税 [ISBN978-4-260-03835-5]



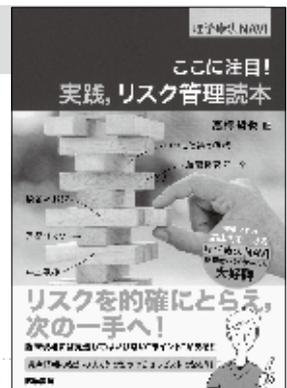
リスクを的確にとらえ、次の一手へ!

ここに注目!
実践, リスク管理読本

編集 高橋哲也

患者の気を付けなければならない症状・症候や検査データの読み方、高齢者特有の問題や疾患特異的なリスクの把握方法など、臨床で押さえておかなければならないリスク回避のポイントを伝授。

●A5 頁368 2018年 定価:本体3,400円+税 [ISBN978-4-260-03623-8]



呼吸のエキスパートPT直伝!
厳選30題で呼吸理学療法に自信がつく

**この30題で
呼吸理学療法に強くなる**

高橋仁美

●A5 頁252 2017年 定価:本体3,000円+税
[ISBN978-4-260-03261-2]



はじめての学会発表・論文投稿に、
手取り足取り徹底解説!

臨床の「疑問」を「研究」に変える
臨床研究 first stage

編集 網本 和・高倉保幸

●A5 頁296 2017年 定価:本体3,000円+税
[ISBN978-4-260-03227-8]



エキスパートはこう決めている!
効果を導く運動療法で自信をつけよう

“臨床思考”が身につく
運動療法Q&A

編集 高橋哲也

●A5 頁220 2016年 定価:本体2,700円+税
[ISBN978-4-260-02795-3]



その理学療法はもしかして禁忌!?

ここで差がつく
“背景疾患別”理学療法Q&A

編集 高橋哲也

●A5 頁200 2016年 定価:本体2,700円+税
[ISBN978-4-260-02796-0]



医学書院

〒113-8719 東京都文京区本郷1-28-23 [WEBサイト] <http://www.igaku-shoin.co.jp>
[販売・PR部] TEL:03-3817-5650 FAX:03-3815-7804 E-mail:sd@igaku-shoin.co.jp

臨床で果敢に下肢装具療法による
歩行再建を目指した軌跡の書!

歩行再建を目指す 下肢装具を用いた 理学療法

編集 阿部浩明

B5判・210頁・2色刷
定価(本体 5,000円+税)
ISBN 978-4-8306-4573-0



急性期・回復期・生活期の3部構成で、歩行再建を目指す真摯な取り組みを紹介。“歩行の力学的パラダイム”として知られる“倒立振りモデル”を形成した歩容の獲得や、実用的な速度を有する歩行能力の再獲得は、装具が技術的に進歩した背景がある。完全麻痺の患者でも歩行再建がなされるようになった中枢神経系理学療法のあり方の一つを提示する。

◎主要目次

I 急性期の下肢装具療法事例

- 概論 1 急性期の理学療法においてどのように装具療法を進めるか
実践 2 下肢筋緊張亢進例に対する理学療法評価に基づいた装具療法
3 筋電図を用いた治療方針の選択と下肢装具療法
4 下肢装具作製の必要性を適切に判断するために必要な脳画像情報の活用 …ほか

II 回復期から在宅復帰に向けた取り組み事例

- 概論 8 回復期の理学療法においてどのように装具療法を進めるか
実践 9 長下肢装具からのカットダウン後に歩容異常が出現した左内頸動脈閉塞による右片麻痺例の歩容および歩行能力改善に向けた取り組み

- 10 脳卒中発症後6か月経過し歩行に全介助を要する重度片麻痺を呈した症例に対する下肢装具療法
11 脳血管障害による視床吻側部の損傷例―意識障害の改善、自宅復帰を目指した症例 …ほか

III 生活期の下肢装具療法事例

- 概論 16 生活期の理学療法においてどのように装具療法を進めるか
実践 17 下肢装具の再作製と反復ステップ練習により歩行機能が改善した生活期片麻痺例
18 足部内反が悪化した生活期片麻痺者に対する油圧制御付短下肢装具を使用した下肢装具療法
19 重度の反張膝と足部内反が出現した生活期片麻痺者に対する油圧制御付長下肢装具を使用した下肢装具療法 …ほか

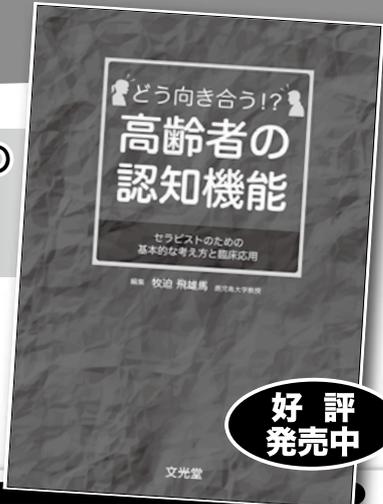
超超高齢社会に突入した日本で最重要問題である
認知機能の諸問題への対応策となる一冊!

どう向き合う!? 高齢者の 認知機能

セラピストのための
基本的な考え方と
臨床応用

編集 牧迫 飛雄馬
鹿児島大学教授

B5判・220頁・2色刷
定価(本体 4,500円+税)
ISBN 978-4-8306-4576-1



超超高齢社会に突入した日本の高齢者における認知機能の障害や衰えは、重要な社会問題の一つである。その高齢者の認知機能を捉えるための基本となる考え方や知識のほか、臨床応用を見据えた対策を様々な立場から解説している。認知機能の諸問題への対応策・解決策として、リハビリテーションの道筋の基盤になる書である。

◎主要目次

- 1 そもそも…認知機能とは
―認知機能の理解と整理―
2 どのように衰えるのか
―加齢に伴う認知機能の変化―
3 軽度の認知機能低下を評価する
―認知機能評価のあれこれ―
4 MCI(軽度認知障害)とは―概念と定義―
5 認知機能評価指標の使い分け
―認知症患者の認知機能評価に適した指標―
6 コグニティブ・フレイルとは―新たな概念―
7 どこをみる? MRI画像
―おさえておきたいMRI画像のみかた―
8 MRI画像だけではない
―補助画像診断のあれこれ―
9 身体機能は何の指標で評価する?
―推奨される身体機能評価―
10 社会的な側面も重要
―社会的要素の評価と介入―
11 どうすれば認知機能低下を予防できる?
―発症予防のための介入戦略―
12 認知症を進行させないために
―進行予防のための介入戦略―
13 認知機能の異変にどう気づく?
―「何か変?」に対応するポイント―
14 自助努力を促す
―日常で認知機能低下予防のために心掛けるポイント―
15 運転は続けるべき? やめるべき?
―運転技能の評価と対策―
16 何をどのように伝えるか?
―現場における家族への対応―
17 さまざまな技術を活用する
―認知機能を支援する機器や福祉用具―

カラープリントコストにお悩みの企業様におすすめ！

エプソン製インクジェットプリンター

5年間無料レンタルプラン

カウンター料金のみ！

A3プリンター 基本モデル (カセット2段、5年契約)



本プランは
新品のプリンターを
ご使用いただけます。

● カラー **8.0**円
● モノクロ **2.7**円



5年間無料レンタル

- | | | |
|-----------|-----------|---------------------|
| ◆ プリンター本体 | 無料 | ▶ プリンター本体は無料レンタル |
| ◆ 5年間保守契約 | 無料 | ▶ 安心の5年間出張保守 |
| ◆ 部品費用 | 無料 | ▶ 修理に掛かる部品費用0円 |
| ◆ 消耗品 | 無料 | ▶ インク・廃インクBOXなど0円 |
| ◆ 最低基本料金 | 無料 | ▶ 1ヶ月の最低料金などございません。 |

毎月使った分だけ請求

オフィスのお困りごとは是非ご相談下さい！

【ご注文・お見積りに関しては】0120-790-841

【修理・技術的なご相談は】050-8881-2588

コンタクトセンター24時間365日受付

株式会社タクト・マシン・サービス

<https://www.tkt.co.jp/>

本社 〒105-0012 東京都港区芝大門2-9-16 Daiwa芝大門ビル 7F
新潟営業所 〒950-0912 新潟県新潟市中央区南笹口1-9-8 クレセントヨイ I 101号

TACT



祝

令和元年！

第24回 日本基礎理学療法学会学術大会

各種大会輸送のエキスパート

ご宿泊・お食事の手配はもちろん、
企画・運営もイチからサポート!!



 **新潟交通**

旅行部 教育販売課 スポーツ・イベント担当

お問合せ・ご予約は

TEL.025-271-1163 FAX.025-271-1164

〒950-0892 新潟市東区寺山 3-7-1

観光庁登録旅行業第 289 号 / JATA 会員 / IATA 会員 / ボンド保証会員

アナトマージテーブル

Anatomage TABLE

献体同様の解剖学修を経験できるバーチャル解剖台



タッチ操作でどんな見せ方も実現

等身大ディスプレイに表示された解剖 3D を
タッチ操作で切開・回転・拡大縮小

精細に再現された特定組織を観察

実際の解剖学修で観察が難しい組織も
細部まで見て学べます

より深い解剖学修をより身近に

講義での使用や個人学修からグループ学修まで
様々なニーズに対応



シーンに応じてディスプレイを
起こして使うことができます

忠実に再現された 3D 人体

色味・末端に至る細部の再現まで
実物そのもので、実物大の男性・
女性の全身標本を複数搭載。
全身標本では観察しきれない体内
の構造も再現。



解剖ガイドの表示・追加

学修の手助けとなるガイドを使い、
効果的な学びを



指で切開できる、直感操作

複数箇所切開・復元も
ワンタッチで
指でなぞるだけで見たい
箇所を切開できます。



1300 以上の臨床症例を搭載

正常から希少な症例まで、書籍や臨床現場だけでは
知識の習得が難しい症例も豊富に搭載。

● 操作性のご確認はぜひ動画で！

YouTube Anatomage

● 詳細なパンフレットがございます。
下記までお問い合わせください。



株式会社 **京都科学**

rw-kyoto@kyotokagaku.co.jp
http://www.kyotokagaku.com

■ 本社・工場

〒612-8388
京都市伏見区北寝小屋町15番地

075-605-2510 FAX: 075-605-2519

■ 東京支店

〒113-0033
東京都文京区本郷三丁目26番6号 NREG本郷三丁目ビル2階

03-3817-8071 FAX: 03-3817-8075

優れた想像力、限りない探究心で 果敢なチャレンジ



情報
Information

人にやさしいテクノロジーをテーマに21世紀を見つめたゆまぬ努力を重ねてまいります。

主要営業品目

- ライフサイエンス関連試薬・機器
- 環境計測機器・分析装置
- 自動化・省エネ関連機器
- 理化学機器・消耗品
- 試験研究用試薬
- 工業薬品・資材
- 工業計測器
- 真空装置
- 光学機器
- 設備全般
- 試験機
- 測定器

海外
Overseas

医療
Medical

LIFE and TECHNOLOGY

科学
Science

産業
Industry

- 医薬品
- 医療材料
- 医療機器
- 病院設備
- 臨床検査薬
- 検査システム
- 画像関連機器
- ネットサービス
- フィールドサービス

AZ SCIENCE **アズサイエンス株式会社**
AZ Science Co., Ltd.

URL <http://www.azscience.jp>



□ 松本本社 〒399-8754 長野県松本市村井町西2-3-35 TEL(0263)58-0021 FAX(0263)58-8786
□ 東京本社 〒135-0031 東京都江東区佐賀1-18-8 佐賀町MDビル4F TEL(03)5843-8155 FAX(03)5621-7222

東京・西東京・横浜・小田原・埼玉・千葉・甲府・御殿場・宇都宮・高崎・つくば・水戸・仙台・山形・新潟・上越・長野・松本・名古屋

電気化学測定装置

in Inter Medical co.,ltd.
株式会社 インターメディカル

IMEC-701

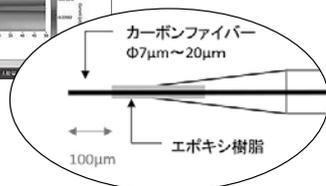
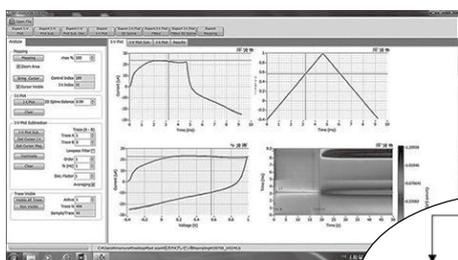


【特長】

- センサーを用いて、*in-vivo*、*in-vitro* におけるドーパミンやグルタミン酸などの濃度変化をリアルタイムに計測できるシステムです。
- fast-scan cyclic voltammetry など、様々な電気化学的手法が可能で、速いレスポンスにも対応しております。

【測定対象】

- ・酸素 ・一酸化窒素
- ・ドーパミン ・グルタミン酸
- ・セロトニン
- ・その他検討中



µMpゼロドリフト マイクロマニピュレーター

ZERO DRIFT™

SENSAPEX



安定性と高精度を実現した超小型のマイクロマニピュレーター

特徴Ⅰ

超小型
3軸: 48×98×128mm
4軸: 48×120×151mm
4軸はIn-Vivo
パッチクランプや
オプトジェネティクス
に最適

特徴Ⅱ

高分解能
5nm分解能
20mmの駆動範囲

特徴Ⅲ

ゼロドリフト
位置センサーと
フィードバック機構を搭載し、
100nmの再現性
機械刺激に最適

特徴Ⅳ

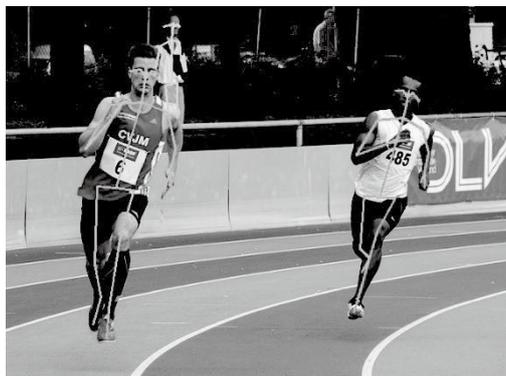
アプリケーション
パッチクランプ
In-Vivo パッチクランプ
機械刺激
インジェクション
異物ピックアップ
各実験に対応

in Inter Medical co.,ltd.
株式会社 インターメディカル

<本 社>
〒464-0850 名古屋市千種区今池三丁目40番4号
TEL (052)731-8000 (代) / FAX (052)731-5050
website : <http://www.intermedical.co.jp/>
E-mail : info@intermedical.co.jp

◆マーカーレス骨格検出ソフトウェア Pose-Cap

AIを利用してマーカーレスで体の骨格(合計30ヶ所)を自動検出



検出ポイントは体の各部位30ヶ所から必要部位を選択可能
複数人の骨格も同時に自動検出します。

Pose-Cap 基本セット

FPC-SET1 ￥300,000-(税抜)

【構成】 骨格検出ソフトウェア、データ修正解析ソフトウェア

Pose-Cap パソコンセット

FPC-SET2 ￥580,000-(税抜)

【構成】 Pose-Capソフトウェア、解析用パソコン

Pose-Cap パソコン・ウェブカメラセット

FPC-SET3 ￥590,000-(税抜)

【構成】 Pose-Capソフトウェア、解析用パソコン、USBカメラ、三脚

※本ソフトウェアはPC1台のライセンス形式です。

【オプション】

ソフトウェア

◆歩行解析ソフトウェア ￥100,000-(税抜)

・歩幅、歩行速度、ピッチを自動解析しレポートPDFを作成します。

◆3次元用USB2眼カメラセット ￥100,000-(税抜)

・リアルタイム機能上で3次元計測が可能になります。

◆3次元較正ソフトウェア ￥100,000-(税抜)※開発中

◆3次元解析ソフトウェア ￥100,000-(税抜)※開発中

専用パソコン

￥280,000-(税抜)

- ・推奨動作環境以上のスペックのパソコンをご用意。
- ・上記価格は、ソフトウェアのインストール作業費を含みます。

専用高速カメラ

◆PC制御用高速カメラ FKN-CACO300

￥348,000-(税抜)

専用アナログ同期計測システム

◆AD変換システム A-Cap 2 8ch FAD-AC08N2

【構成】 8ChAD変換システム、A-Cap2ソフトウェア

￥398,000-(税抜)

◆超音波測定器 TELEMED

コンパクトな超音波測定器 PCとUSB接続！

モーションキャプチャー、高速カメラ等との同期計測が可能

MATLABのsdkを無償提供



TELEMED
Ultrasound medical systems



ArtUs EXT-1H

￥1,740,000-(税抜)

◇ 外部機器同期用端子追加

￥240,000-(税抜)



MicrUs EXT-1H

￥390,000-(税抜)

◇ 外部機器同期用端子追加

￥90,000-(税抜)

セット内容

- ・本体
- ・USBケーブル
- ・電源アダプター
- ・専用ソフトウェア

※プローブは用途別にご用意しております。
お気軽にお問い合わせ下さい。



本製品は研究用になります。臨床用途には使用できません。



株式会社 フォーアシスト
スポーツの発展のため全力でアシストします

〒101-0054 東京都千代田区神田錦町 3-17-14 北の丸ビル 2F
TEL 03-3293-7555 E-mail info@4assist.co.jp
FAX 03-3293-7556 URL http://www.4assist.co.jp

こんなこと実現するの？相談してください 「想像」から「創造」するTAKEIです

より良い製品をお客様に提供するため、TAKEIは常に新しい製品の開発に取り組んでいます。既製品ではご満足いただけない場合は、ぜひTAKEIに「こんなものは出来ないの？」とお声をかけてみて下さい。

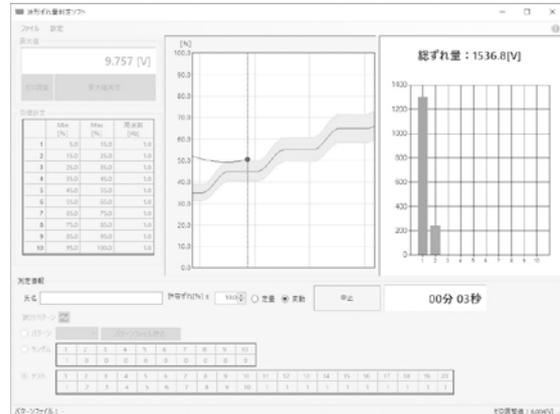
足関節底背屈トルクセンサー装置

10度単位で足関節角度を調整でき、等尺性収縮における足関節のトルクを測定し記録できる装置です。



アナログ波形ずれ量判定ソフト

最大筋力を測定しその百分率「%」を指定した目標波形として設定表示し、その目標波形に沿うように運動を行った際の目標波形からのずれ量を測定するソフトウェアです。



TalkEye Lite (眼球運動測定装置)

- キャリブレーションが最短1分
- メガネ、コンタクトでも測定可能
- 圧倒的なコストパフォーマンス
- 100万画素の撮影と同時音声記録



TAKEI 人間の可能性を科学する **竹井機器工業株式会社** <http://www.takei-si.co.jp>

商社営業部	〒956-0113 新潟市秋葉区矢代田619	TEL. 0250-38-4132 FAX. 0250-61-1211
仙台支店	〒984-0051 仙台市若林区新寺1-7-21 (新寺KSビル7F)	TEL. 022-291-2765 FAX. 022-291-6364
新潟支店	〒956-0113 新潟市秋葉区矢代田619	TEL. 0250-38-4132 FAX. 0250-61-1211
東京支店	〒142-0064 東京都品川区旗の台1-6-18	TEL. 03-3786-4111 FAX. 03-3787-8673
名古屋支店	〒460-0008 名古屋市中区栄5-26-39 (GS栄ビル4F)	TEL. 052-264-9201 FAX. 052-263-9345
大阪支店	〒532-0011 大阪市淀川区西中島6-7-8 (大昭ビル7F)	TEL. 06-6304-6015 FAX. 06-6304-1538
福岡支店	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東1-1-33 (はかた近代ビル7F)	TEL. 092-411-1430 FAX. 092-475-3899

Canon

いま、*i*が動き出す。



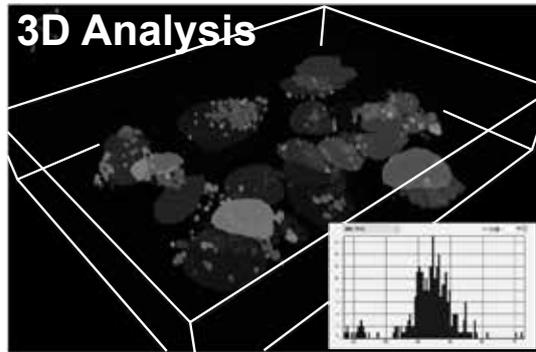
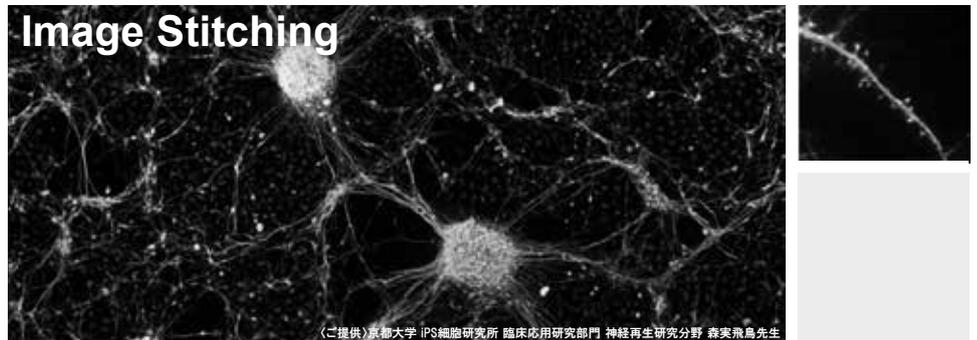
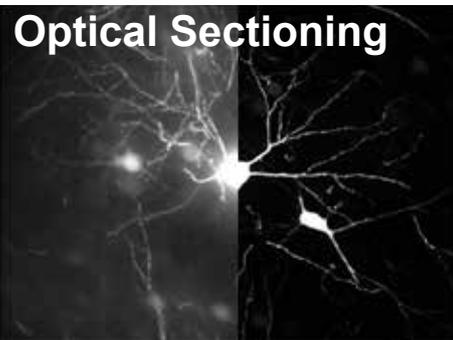
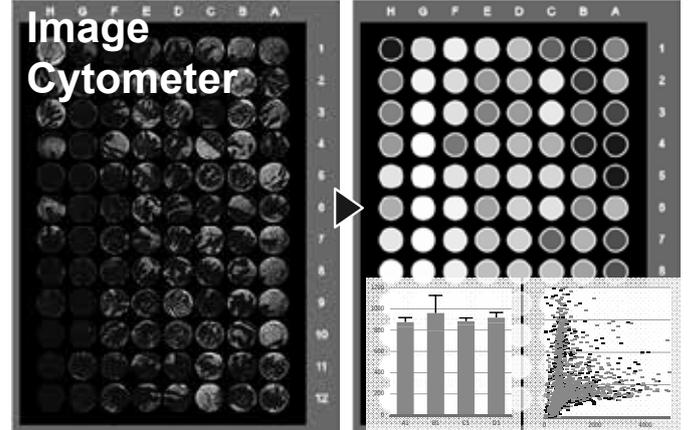
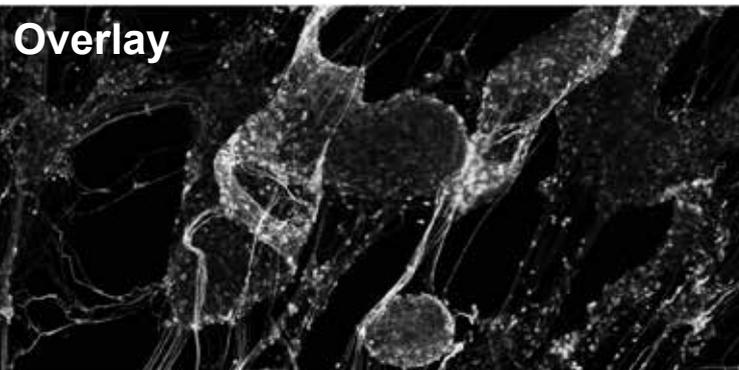
Aplio i-series

キヤノンメディカルシステムズ株式会社 <https://jp.medical.canon>

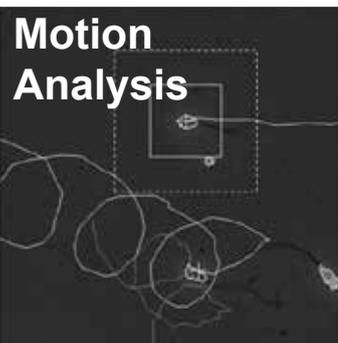
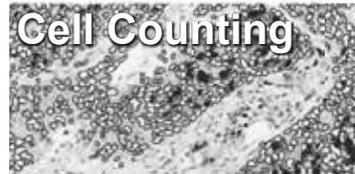
東芝メディカルシステムズ株式会社は、2018年1月に「キヤノンメディカルシステムズ株式会社」へ社名変更いたしました。

Made For life

1台で何役も。進化する顕微鏡。



データ撮りの
ご依頼は
こちらまで
www.keymsp.jp/BZ



株式会社 キーエンス

本社・研究所／マイクロスコプ事業部
〒533-8555 大阪市東淀川区東中島1-3-14 Tel 06-6379-1141

顕微鏡
お客様相談窓口 **0120-739-007**

Copyright© 2018 KEYENCE CORPORATION. All rights reserved.

多角的事業で社会のニーズに対応

人々の幸福と豊かさを目指して・・・

愛宕商事は昭和56年設立以降、さまざまな社会のニーズに対応するため多角的な事業展開を行っています。

- ★ 教育事業部 ー教育機関向け物販
- ★ 保険事業部 ー生命保険・損害保険代理店業務
- ★ 旅行事業部 ー旅行事業
- ★ 医療福祉事業部 ー医療福祉施設向け物販
- ★ ファシリティマネジメント事業課 ー施設・設備管理
- ★ 環境事業課 ー環境コンサルティング
- ★ 指定管理事業部 ー県・市指定管理物件運営
- ★ 薬局事業部 ー調剤薬局「はあとふる薬局」
- ★ サブウェイ事業部 ーSUBWAY店舗運営

【沿革】

- 1981年 2月：新潟市古町にて不動産管理、教育備品販売、各種代理店業として創立
- 1994年 7月：環境事業開始
- 1996年 10月：医療福祉事業開始
- 1997年 4月：本社所在地を新潟市中央区万代へ移転
- 2003年 3月：調剤薬局事業開始
- 2005年 5月：旅行代理店事業開始
- 2006年 9月：本社所在地を新潟市中央区下大川前通へ移転
- 2007年 4月：福島潟の宿「菱風荘」の指定管理者に決定
- 2008年 4月：「新潟ふるさと村アピール館」の指定管理者に決定
- 2008年 4月：「亀田焼却場附属運動公園・田舟の里」の指定管理者に決定
- 2009年 4月：「新潟テルサ」「新潟市産業振興センター」の指定管理者に決定
- 2009年 4月：「新潟市江南区・南区 体育施設」の指定管理者に決定
- 2009年 9月：「サブウェイ」JR新潟駅南口店オープン
- 2009年 12月：「サブウェイ」リバーサイド千秋店オープン
- 2010年 4月：「サブウェイ」アピタ新潟西店オープン
- 2011年 7月：「みどり森の運動公園体育施設」の指定管理者に決定
- 2011年 9月：「サブウェイ」新潟万代シティ店オープン
- 2011年 10月：「中小企業大学校三条校」の指定管理者に決定
- 2012年 7月：「はあとふる薬局女池店」を閉店し、「はあとふる薬局」増築により合併
- 2013年 4月：「いくとぴあ食花」の指定管理者に決定
- 2013年 4月：「新潟市動物ふれあいセンター」「新潟市子ども創造センター」オープン
- 2013年 4月：「新潟市マンガ・アニメ情報館」「新潟市マンガの家」の指定管理者に決定
- 2013年 4月：「西川総合体育館」の指定管理者に決定
- 2014年 6月：「新潟市食と花の交流センター」「新潟市アグリパーク」オープン
- 2018年 11月 本社所在地を中央区東堀通一番町へ移転
- 2018年 11月 サーキットフィットネス「凜」オープン



愛宕商事は、ハッピー・パートナー企業です。

愛宕商事株式会社
ATAGO CORPORATION

新潟市中央区東堀通一番町494番地3
TEL: 025-228-4888
<http://www.atagosyoji.co.jp/>

「生涯健康」

一生を健康に過ごしたいと多くの人は願います。運動をしないで健康を手に入れることは不可能です。「生涯健康」のお手伝いをするのがロコパークです。



<h3>トレーニングジム</h3> <p>ヘルス・ボディ・スポーツ等各種コースをご用意</p>	
<h3>フロアプログラム</h3> <p>ヨガ・太極拳・エアロビクス・腰痛教室等</p>	
<h3>メディカルチェック</h3> <p>カウンセリングによる個別プログラムの作成</p>	
<h3>パーソナルコンデショニング</h3> <p>スタッフのマンツーマン指導</p>	
<h3>ジムの最新機器</h3> <p>酸素カプセル・パワープレート・ホグレル・レッドコード</p>	

新潟リハビリテーション病院
メディカルフィットネス **ロコパーク**
MEDICAL FITNESS LOCOPARK

TEL.025-368-7500 FAX.025-368-7501

〒950-3304 新潟市北区木崎761 (新潟リハビリテーション病院となり)

<http://www.aiko.or.jp>

営業日 ◎月・水～金曜日 / 9:00～21:00

◎土日祝祭日 / 9:00～17:00

休館日 火曜日、年末年始、メンテナンス日(不定休)



NIIGATA
REHABILITATION
HOSPITAL

新潟リハビリテーション病院 | 基本理念

私たちは、皆様に愛され、信頼される病院を目指します

Quality of Life



- 1 本院は、患者さまの「生活の質」Quality Of Life(QOL)を高めて、社会の一員として生き生き暮らせること(全人的な復権)への支援を目標とする。
- 2 本院は、新潟医療福祉大学の主実習病院としての機能を備え、医療・福祉・保健分野への総合的視点と暖かい人間性を持つ高度な専門職を育成すると同時に、この分野の臨床研究を推進する。
- 3 本院は、新潟地域の総合リハビリテーションセンター的機能を持ち、国際交流をも視野に入れた、地域社会の医療・保健・福祉の向上に寄与する。



患者さんが安心して治療に専念できる環境と、最良のリハビリテーションを提供しています。

診療科目：リハビリテーション科、整形外科、内科、神経内科、歯科・歯科口腔外科

外来診療時間：午前9:00～12:00(受付時間：午前8:45～11:30)

※歯科・歯科口腔外科は、午後2:00～5:00の時間も診療しています。

特殊外来：骨粗鬆症予防外来、スポーツリハビリ外来、もの忘れ外来、禁煙外来

※予約制で診療しています。

休診日：土曜日・日曜日・祝祭日・その他当院が指定する日

新潟リハビリテーション病院

TEL 025-388-2111 (代) FAX025-388-3010

〒950-3304 新潟県新潟市北区木崎761番地 www.niigata-reha.jp



異分野クロストーク!

感覚と運動の謎解き
～電磁気・光技術の応用～

トップクラスの研究を学べる機会がここにある!

About Our Institution

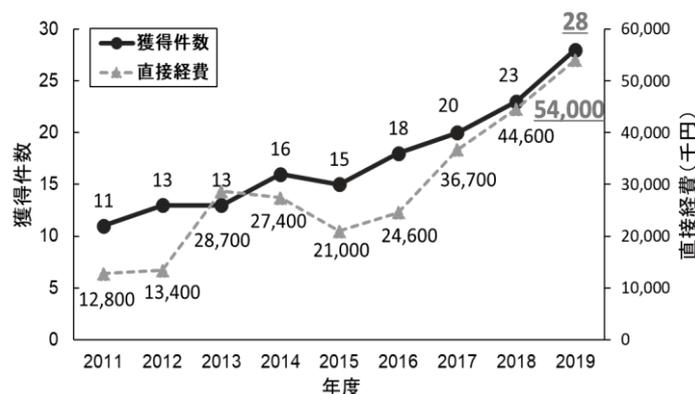
本研究所には各専門分野のプロフェッショナルな教員と大学院生が所属しています。毎週開催されるリサーチミーティングでは、異なる分野の教員や大学院生が“クロストーク”し、学際的に活発なディスカッションを行っています。2018年度は101.261のImpact factorを獲得し、全国的にトップクラスの研究成果を挙げています。

About Research

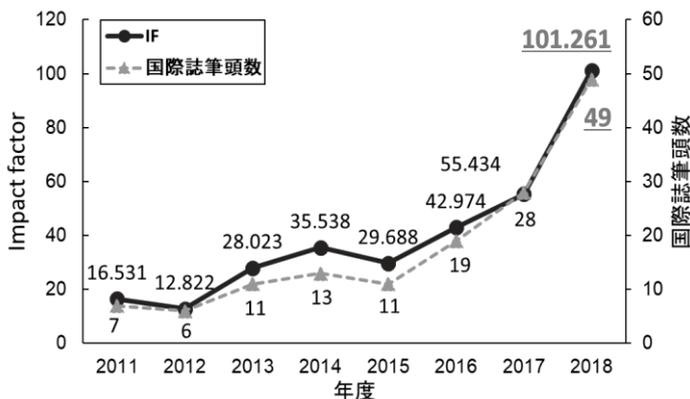
ヒトが滑らかな運動を遂行するには、骨、関節、筋、靭帯、末梢神経、中枢神経系など様々なレベルで各器官が滞りなく機能することが重要です。

本研究所では、感覚機能や運動機能、痛み、運動器障害に関する研究を行い、障害予防と最良の治療法を開発することを目指しています。

Grants-in-aid for Scientific Research



Impact factor & Accepted papers

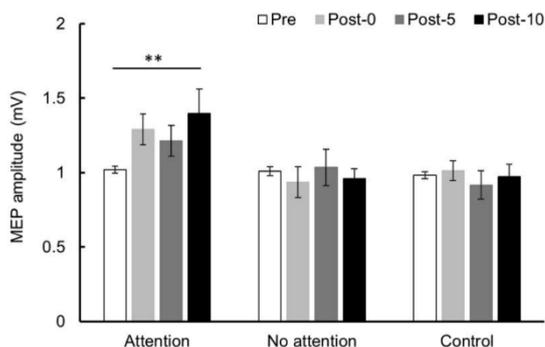


Pick Up Graduate Student

本研究所の大学院生が国際誌に掲載!!

～他動運動をしている指へ注意を向けると脳活動が増大～

Tsuiki et al, *Front Behav Neurosci*, 2019



修士課程修了生
立木翔太

Research Meeting

本研究所では定期的なリサーチミーティングを行っています。研究所に所属している教員と大学院生が担当し、文献抄読や研究報告などを行うことで、他分野間での意見交換や交流も図っています。



新潟医療福祉大学

運動機能医科学研究所
Institute for Human Movement and Medical Sciences

Site Map English



新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所
〒950-3198 新潟県新潟市北区鳥見町 1398
TEL: 025-257-4445



SHAIN

リハビリテーション科学と スポーツ科学の融合による 先端的研究拠点

— Sports & Health for All in Niigata —

新潟医療福祉大学は、文部科学省の平成29年度私立大学研究ブランディング事業の
支援対象校（タイプA：社会展開型）に選定されました。

新潟県民の健康寿命の延伸に大きく貢献することを目指します

Point!

1

SHAINプロジェクトとは

保健・医療・福祉・スポーツ領域の総合大学である新潟医療福祉大学が有する教育・研究資源を有機的に結びつけ、【基礎的研究】、【実践的研究と人材育成】、【健康増進研究と地域貢献活動】を推進し、リハビリテーション科学とスポーツ科学の融合による“アジアに秀でる先端的研究拠点”を形成し、優れたQOLサポーターを育成・輩出するとともに、地域住民からアスリートまで全ての人が健康でスポーツを楽しみ、幸せな生涯を過ごす新潟県を創出するプロジェクトです。

Point!

2

SHAINプロジェクトを実現する オンリーワンの教育・研究環境

新潟医療福祉大学では、全国でも数少ない看護・医療・リハビリテーション・栄養・スポーツ・福祉に関連する専門職の育成および高度な研究を実践する6学部13学科の総合大学として、本プロジェクト【SHAINプロジェクト】で取り組む、リハビリテーション科学とスポーツ科学を融合した基礎的研究から実践的研究と人材育成、地域貢献、アスリート育成にいたるさまざまな活動を推進するために必要な環境をすべて備えています。

健康増進研究と地域貢献活動 【新潟QOLサポートコンソーシアム】

学童・高齢者・障がい者対象の健康増進運動
・スポーツ活動の普及・推進による地域社会の活動力育成
▶健康寿命延伸プロジェクト
▶ワンバクキッズ化プロジェクト
▶障がい者 Sports for All プロジェクト

実践的研究と人材育成

トップアスリート育成、スポーツ障害予防・治療法の研究・開発による実践的基盤形成
▶アスリートサポート研究・人材育成
▶アスリート育成
▶シミュレーション教育研究

基礎的研究

障がい予防・治療法、健康増進法の開発・発展に向けたエビデンス構築による科学的基盤形成
▶神経・筋・骨組織・痛み研究
▶神経生理・運動生理研究
▶バイオメカニクス研究



本学独自の教育・研究資源を有機的に結びつけながら本プロジェクトを強力に推進するとともに、その成果を学生教育に還元することで、アスリートへのトレーニング、コンディショニング、傷害予防、栄養指導などの知識・技術を有し、幅広いフィールドで活躍できる“オンリーワンの人材育成”を目指します。



看護・医療・リハビリ・栄養・スポーツ・福祉の総合大学

新潟医療福祉大学

〒950-3198 新潟県新潟市北区島見町1398番地

Tel 025-257-4455 (代表) Fax 024-257-4456

<https://www.nuhw.ac.jp>

SHAINプロジェクト HP

<https://www.nuhw.ac.jp/shain>

SHAIN 研究 検索

NIIGATA UNIVERSITY OF HEALTH AND WELFARE

グローバル社会の
保健・医療・福祉を担う
高度専門職と
研究者・教育者を養成します



大学院 医療福祉学 研究科

社会人・遠方の方が学びやすい、各種サポート制度があります。(長期履修制度、昼夜開講制など)

学士の学位がない場合でも個別の審査により受験の機会を認める制度があります。

修士課程 ※長期履修の場合、3年または4年

保健学専攻

理学療法学分野／作業療法学分野／言語聴覚学分野／
義肢装具自立支援学分野／医療技術安全管理学分野／視覚科学分野
募集人員：21名 修業年限：2年※ 学位：修士（保健学）

健康科学専攻

健康栄養学分野／健康スポーツ学分野／看護学分野
募集人員：10名 修業年限：2年※ 学位：修士（健康科学）

社会福祉学専攻

保健医療福祉政策・計画・運営分野／保健医療福祉マネジメント学分野
募集人員：5名 修業年限：2年※ 学位：修士（社会福祉学）

医療情報・ 経営管理学専攻

医療情報・経営管理学分野
募集人員：4名 修業年限：2年※ 学位：修士（医療情報・経営管理学）

博士後期課程 ※長期履修の場合、4年・5年または6年

医療福祉学専攻

募集人員：10名 修業年限：3年※ 学位：博士（保健学）

新潟医療福祉大学大学院

<https://www.nuhw.ac.jp/grad/>

〈修士課程〉保健学専攻／健康科学専攻／社会福祉学専攻／医療情報・経営管理学専攻
〈博士後期課程〉医療福祉学専攻

〒950-3198 新潟市北区島見町1398番地 Tel 025-257-4500 Fax 025-257-4505

詳しくは
こちら



リハビリテーションに直結する神経科学の基礎から応用が学べる1冊

リハビリテーション 神経科学

監修 玉木 彰 編集 鈴木俊明 大西 秀明 編集協力 解良 武士

リハビリテーションにおいて運動機能、感覚機能、認知機能などを把握するうえで、神経活動の理解は避けては通れない。本書は神経の伝導の基礎から、運動、体性感覚、自律神経機能まで、神経にかかわる電気生理学的な知識を網羅。Part Iの基礎編で神経の伝導、活動などの基本、Part IIの臨床編で神経の電気生理学的な検討やリハビリテーションにおける実践について、多数のイラストや図表を用いて視覚的に解説。神経の電気生理学を改めてより深く学びたいという理学療法士・作業療法士、また養成校の学生に活用いただける内容である。



定価(本体5,800円+税)

B5判・366頁・2色刷、
イラスト200点、写真100点
ISBN978-4-7583-1937-9

[クロスリンク]

Crosslink 理学療法学テキスト



理学療法学専門科目に対応し、国家試験合格を最終目標とするだけでなく、臨床実習またはその先の臨床の場でも活用できる内容で、広く長く使えるテキストシリーズです。

■各巻B5判・オールカラー・200~400頁・定価4,000円~5,000円程度

シリーズの構成

理学療法評価学	編集 中山恭秀 東京慈恵会医科大学附属病院リハビリテーション科技師長	
運動器障害理学療法学	編集 加藤 浩 九州看護福祉大学大学院看護福祉学研究所健康支援科学専攻教授	
神経障害理学療法学 I 脳血管障害、頭部外傷、脊髄損傷	編集 鈴木俊明 関西医療大学保健医療学部理学療法学科教授 中山恭秀 東京慈恵会医科大学附属病院リハビリテーション科技師長	発売中
神経障害理学療法学 II 神経筋障害	編集 中山恭秀 東京慈恵会医科大学附属病院リハビリテーション科技師長 鈴木俊明 関西医療大学保健医療学部理学療法学科教授	発売中
内部障害理学療法学	編集 解良武士 高崎健康福祉大学保健医療学部理学療法学科教授 椿 淳裕 新潟医療福祉大学リハビリテーション学部理学療法学科教授	2019年秋 刊行予定
運動療法学	編集 対馬栄輝 弘前大学大学院保健学研究科総合リハビリテーション科学領域准教授	
物理療法学	編集 吉田英樹 弘前大学大学院保健学研究科総合リハビリテーション科学領域准教授	
小児理学療法学	坂本 仁 秋田県立医療療育センターセンター長 編集 藪中良彦 大阪保健医療大学保健医療学部リハビリテーション学科教授 木元 稔 秋田大学大学院医学系研究科保健学専攻理学療法学講座	
高齢者理学療法学	編集 池添冬芽 京都大学大学院医学研究科人間健康科学系専攻理学療法学講座准教授	
日常生活活動学	編集 白田 滋 群馬大学医学部保健学科学療法学専攻教授	
地域理学療法学	編集 浅川康吉 首都大学東京健康福祉学部理学療法学科教授	発売中

M メジカルビュー社
MEDICALVIEW <http://www.medicalview.co.jp>

※ご注文、お問い合わせは最寄りの医書取扱店または直接弊社営業部まで。
〒162-0845 東京都新宿区市谷本村町2番30号
TEL.03(5228)2050 FAX.03(5228)2059
E-mail(営業部) eigy@medicalview.co.jp

.....▶
スマートフォンで
書籍の内容紹介や目次が
ご覧いただけます。



QUALITY OF LIFE



誰かのために、私のために。

「誰かを支えること」「誰かの役に立つこと」

それは困っている人の QOL を満たすことです。

“誰かを思いやる”ことで、

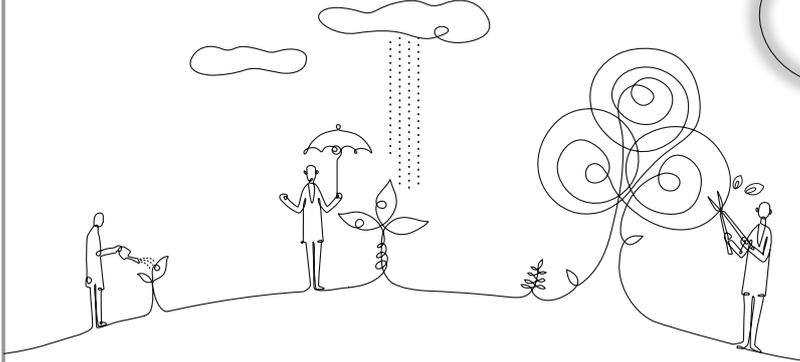
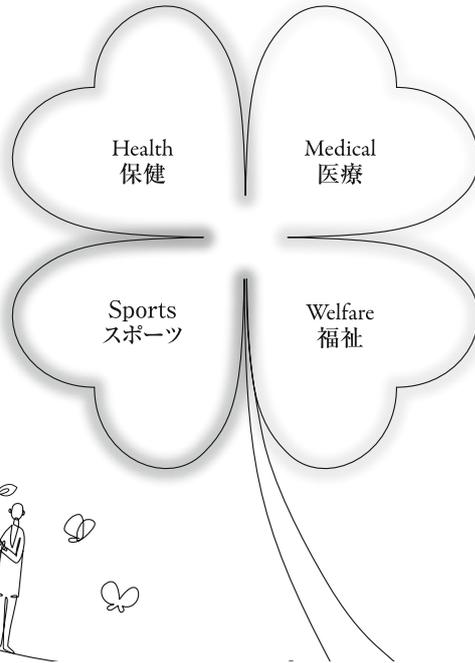
きっとあなた自身の QOL も満たされるはずです。

誰かを支え、助けることは自らの人生に喜びをもたらしてくれます。

これからの人生に QOL という視点は欠かせません。

誰かのために。その人らしい生き方を支えるために。

新潟医療福祉大学で QOL の大切さを学びませんか。



組織図

学部	リハビリテーション学部	●理学療法学科 ●作業療法学科 ●言語聴覚学科 ●義肢装具自立支援学科	大学院	医療福祉学研究所	(修士課程)	●保健学専攻
	医療技術学部	●臨床技術学科 ●視機能科学科 ●救急救命学科				●健康科学専攻
	健康科学部	●診療放射線学科				●社会福祉学専攻
	看護学部	●健康栄養学科 ●健康スポーツ学科				●医療情報・経営管理学専攻
	社会福祉学部	●看護学科				
	医療経営管理学部	●社会福祉学科				
		●医療情報管理学科			(博士後期課程)	●医療福祉学専攻

リハビリテーション学部

目標とする資格

【理学療法学科】理学療法士(国)
 【作業療法学科】作業療法士(国)
 【言語聴覚学科】言語聴覚士(国)
 【義肢装具自立支援学科】義肢装具士(国)、福祉用具プランナー、福祉用具専門相談員、福祉住環境コーディネーター等

医療技術学部

目標とする資格

【臨床技術学科】臨床工学技士(国)+臨床検査技師(国)(Wライセンス)
 【視機能科学科】視能訓練士(国)、同行援護従業者[視覚障害]
 【救急救命学科】救急救命士(国)、防災士等
 【診療放射線学科】診療放射線技師(国)、第1種・第2種 放射線取扱主任者(国)、エックス線作業主任者(国)等

※ 玉川大学通信教育部との併修により取得可能(受講人数10名程度、受講要件あり)

健康科学部

目標とする資格

【健康栄養学科】管理栄養士(国)、栄養士、栄養教諭一種免許、フードスペシャリスト、NR・サプリメントアドバイザー
 【健康スポーツ学科】中学校・高等学校教諭一種免許(保健体育)、小学校教諭二種免許*、健康運動指導士、アスレティックトレーナー、NSCA認定CSCS、JATI認定トレーニング指導者、日本スポーツ協会公認ジュニアスポーツ指導員、各種コーチ資格等

看護学部

目標とする資格

【看護学科】看護師(国)、保健師(国)、助産師(国)、養護教諭一種免許

社会福祉学部

目標とする資格

【社会福祉学科】社会福祉士(国)、精神保健福祉士(国)、介護福祉士(国)、児童厚生一級指導員、社会福祉士主任任用資格、児童指導員任用資格、児童福祉司任用資格等

医療経営管理学部

目標とする資格

【医療情報管理学科】診療情報管理士、診療報酬請求事務能力認定試験、ドクターズクラーク、メディカルクラーク、医療事務管理士、医療情報技師、医療情報基礎検定試験、基本情報技術者(国)、ITパスポート(国)、日商簿記検定試験、医療秘書技能検定

2018年学部系統別 福祉系 全国第1位 | 商・経営系 全国第4位
 実就職率ランキング

サンデー毎日2018.8.12増大号(大学通信調べ)

大学全体の就職率

2019年3月卒業生実績

99.6%

看護・医療・リハビリ・栄養・スポーツ・福祉の総合大学

新潟医療福祉大学

<https://www.nuhw.ac.jp/>

〒950-3198 新潟市北区島見町1398番地
 TEL 025-257-4455(代) FAX 025-257-4456

入試事務局 TEL 025-257-4459 E-mail nyuusi@nuhw.ac.jp

スマートフォンサイト <https://www.nuhw.ac.jp/sp/>

