

理学療法学

Physical Therapy Japan

2022

VOL. 49

No.1

●研究論文（原著）

腰椎椎間板ヘルニア患者の罹患側および非罹患側における傍脊柱筋断面積の比較
…井上大輔・他

間質性肺疾患患者における呼吸リハビリテーションが身体活動量に与える影響
…新貝和也・他

高齢急性心不全に対する神経筋電気刺激療法を用いた心臓リハビリテーション
早期介入の安全性、有効性についての検討
—ランダム化比較試験—
…岩祐生輝・他

痙直型脳性麻痺児者の Manual Ability Classification System と
年齢を考慮した上肢機能とセルフケアの違い
…楠本泰士・他

子宮頸がん患者に対する同時化学放射線療法中のがんリハビリテーション実施率にかかわる要因の検討
…原 瑞帆・他

●症例研究

亜急性期脳卒中者に対する Body Weight Supported Overground Training の効果
—ABA シングルケースデザインによる検討—
…渡邊慎吾・他

●短 報

COVID-19 重症患者における年代別の理学療法経過
…海老耕大・他

●症例報告

長期間の体外式膜型人工肺管理を要した新型コロナウイルス
感染症患者 3 症例に生じた集中治療後症候群と回復過程
…安部 諒・他

●実践報告

糖尿病足潰瘍に起因する足部の部分切断患者に対する退院後訪問指導の効果
…今岡信介・他

●調査報告

小児がん患者に対するリハビリテーションの実態調査
…飛田 良・他

●講 座

シリーズ「自主トレーニング指導・処方における工夫」
連載第 1 回 注意障害・遂行機能障害をもつ片麻痺患者に対する自主トレ指導のポイントと注意点
…松寄洋人

シリーズ「その時バランスをどう見るか」
連載第 4 回 階段昇降バランスの診るべき視点
…萬井太規

理学療法学 第49巻 第1号 2022年

目次

研究論文 (原著)

- 腰椎椎間板ヘルニア患者の罹患側および非罹患側における傍脊柱筋断面積の比較…………… 井上 大輔・他・1
間質性肺疾患患者における呼吸リハビリテーションが身体活動量に与える影響…………… 新貝 和也・他・8
高齢急性心不全に対する神経筋電気刺激療法を用いた心臓リハビリテーション
早期介入の安全性、有効性についての検討
—ランダム化比較試験—…………… 岩 祐生輝・他・15
痙直型脳性麻痺児者の Manual Ability Classification System と
年齢を考慮した上肢機能とセルフケアの違い…………… 楠本 泰士・他・25
子宮頸がん患者に対する同時化学放射線療法中のがんリハビリテーション実施率に
かかわる要因の検討…………… 原 瑞帆・他・34

症例研究

- 亜急性期脳卒中者に対する Body Weight Supported Overground Training の効果
— ABA シングルケースデザインによる検討—…………… 渡邊 慎吾・他・43

短 報

- COVID-19 重症患者における年代別の理学療法経過…………… 海老 耕大・他・49

症例報告

- 長期間の体外式膜型人工肺管理を要した新型コロナウイルス
感染症患者3症例に生じた集中治療後症候群と回復過程…………… 安部 諒・他・55

実践報告

- 糖尿病足潰瘍に起因する足部の部分切断患者に対する退院後訪問指導の効果…………… 今岡 信介・他・63

調査報告

- 小児がん患者に対するリハビリテーションの実態調査…………… 飛田 良・他・71

講 座

- シリーズ「自主トレーニング指導・処方における工夫」
連載第1回 注意障害・遂行機能障害をもつ片麻痺患者に対する
自主トレ指導のポイントと注意点…………… 松寄 洋人・77

シリーズ「その時バランスをどう見るか」
連載第4回 階段昇降バランスの診るべき視点…………… 萬井 太規・83

- 投稿規程…………… 92

Research Reports (Original Article)

- A Comparison of Paraspinal Muscle Cross-Sectional Areas on Affected and Unaffected Sides of Patients with Lumbar Disc Herniation Inoue D., *et al.* · 1
- Effect of Pulmonary Rehabilitation on Physical Activity in Patients with Interstitial Lung Disease Shingai K., *et al.* · 8
- Safety and Efficacy of Early Cardiac Rehabilitation Intervention Using Neuromuscular Electrical Stimulation for Elderly Acute Heart Failure Patients: Randomized Controlled Trial Iwa Y., *et al.* · 15
- Differences in Upper-limb Function and Self-care by Manual Ability Classification System Level and Age among Children and Adolescents with Spastic Cerebral Palsy Kusumoto Y., *et al.* · 25
- Factors Related to Implementation Rate of Cancer Rehabilitation in Cervical Cancer Patients Undergoing Concurrent Chemo-radiotherapy Hara M., *et al.* · 34

Case Study

- The Efficacy of Body Weight Supported Overground Training in a Patient with Subacute Stroke: ABA Single Case Design Watanabe S., *et al.* · 43

Brief Report

- Physical Therapy in Severe COVID-19 Patients by Age Ebi K., *et al.* · 49

Case Report

- Post Intensive Care Syndrome and Recovery Process in 3 Patients with Coronavirus Disease 2019 Requiring Long-term Extra-corporeal Membrane Oxygenation Management Abe R., *et al.* · 55

Practical Report

- Effect of Post-discharge Home Visitation for Patients with Partial Foot Amputations Due to Diabetic Foot Ulcer Imaoka S., *et al.* · 63

Clinical Report

- A Survey of Rehabilitation for Childhood Cancer Patients..... Tobita R., *et al.* · 71

Lecture

- Voluntary Training Guidance and Precautions for Hemiplegia with Attentional Deficits ... Matsuzaki H. · 77
- View Points of Balance Assessment of Stair Negotiation Mani H. · 83

研究論文 (原著)

腰椎椎間板ヘルニア患者の罹患側および非罹患側における傍脊柱筋断面積の比較*

井上大輔^{1) #} 堀田 旭^{1) 2)} 恵飛須俊彦^{1) 2)} 井関雅紀^{2) 3)}

要旨

【目的】 腰椎椎間板ヘルニア患者における傍脊柱筋の筋断面積を測定し、ヘルニアが存在する罹患高位と傍脊柱筋に生じる筋萎縮との関連性を明らかにする。【方法】 対象は片側性の神経根障害を有する単椎間の腰椎椎間板ヘルニア患者54名であった。MRI上にて罹患側および非罹患側の多裂筋、脊柱起立筋、大腰筋、腰方形筋を同定し筋断面積を測定した。L1からL5の下位椎体終板、L5からS1の上位椎体終板のスライスを用い、各スライスにて罹患側および非罹患側の筋断面積を比較検討した。【結果】 罹患高位がL4-5患者ではL4・L5・S1のスライスにて、L5-S1患者ではL5・S1のスライスにて、罹患側の多裂筋の筋断面積が低値であった。他の筋ではすべてのスライスにて有意差は認められなかった。【結論】 片側性の神経根障害を有する単椎間の腰椎椎間板ヘルニア患者では罹患高位のみならず、その隣接椎体に位置する多裂筋にも萎縮が生じる可能性が示唆された。

キーワード 腰椎椎間板ヘルニア, 傍脊柱筋, 筋萎縮

はじめに

腰椎椎間板ヘルニア (Lumbar Disc Herniation: 以下, LDH) は、加齢による椎間板組織の変性を基盤とし、髄核や線維輪が椎間板腔の辺縁を超えて局所的に逸脱した状態であり、腰痛や坐骨神経痛などを生じさせる代表的な腰椎疾患である¹⁾。片側性の神経根障害を有するLDH患者では、罹患側の傍脊柱筋に生じる非対称性の筋萎縮が報告されている²⁻⁴⁾。

傍脊柱筋の中でも多裂筋は、それぞれの筋束が棘突起と同高位の脊髄神経後枝内側枝 (以下、後枝内側枝) によって分節性に神経支配を受けている^{5) 6)} ことから、片側の神経根症状を有するLDH患者では罹病期間がよ

り長い症例にて罹患側かつ罹患高位に限局した筋萎縮が生じると報告されている^{3) 4)}。しかし、近年では後枝内側枝は多分節性に多裂筋を神経支配している可能性が指摘されているが⁷⁻⁹⁾、先行研究の多くは罹患高位の多裂筋のみを調査しており、罹患高位以外の多裂筋に筋萎縮が生じているかについては明らかでない。

一方、他の傍脊柱筋では複数の神経根を介して支配神経を受けており、単椎間の神経根障害ではその影響を受けにくいと考えられるが、Ploumisら¹⁰⁾ は単椎間の椎間板変性症を有する片側性の慢性腰痛患者において、多裂筋だけでなく脊柱起立筋、大腰筋、腰方形筋にも罹患側の筋萎縮が確認されたと報告している。LDH患者では椎間板変性や腰痛を呈していることが多いことから、これらの複合した病態により多裂筋以外の傍脊柱筋に萎縮が生じる可能性も否定できないが、先行研究が少なく一定の見解が得られていない。

脊椎疾患患者では、体幹筋量は腰痛の強度やQOLと相関することが報告されており¹¹⁾、LDHが傍脊柱筋へ及ぼす影響を把握することは重要と思われる。本研究の結果から萎縮が生じやすい筋とその罹患高位が明らかとなれば、片側性の神経根障害を有するLDH患者における筋萎縮の病態解明の一助となり得る可能性がある。

そこで本研究の目的は、片側性の神経根障害を有する

* A Comparison of Paraspinal Muscle Cross-Sectional Areas on Affected and Unaffected Sides of Patients with Lumbar Disc Herniation

1) 関西電力病院リハビリテーション部
(〒553-0003 大阪府大阪市福島区福島2-1-7)
Daisuke Inoue, PT, MSc, Akira Hotta, PT, MSc, Toshihiko Ebisu, MD, PhD: Department of Rehabilitation, Kansai Electric Power Hospital

2) 関西電力医学研究所
Akira Hotta, PT, MSc, Toshihiko Ebisu, MD, PhD, Masanori Izeki, MD, PhD: Kansai Electric Power Medical Research Institute

3) 関西電力病院整形外科
Masanori Izeki, MD, PhD: Department of Orthopedic Surgery, Kansai Electric Power Hospital

E-mail: ah7uthps4@gmail.com
(受付日 2021年5月27日/受理日 2021年9月10日)
[J-STAGEでの早期公開日 2021年11月25日]

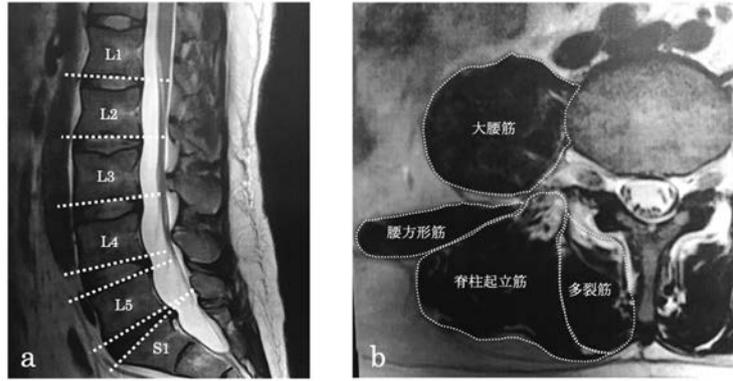


図1 CSAの計測方法
a: 各スライスの位置. b: 各傍脊柱筋の関心領域

単椎間のLDH患者を対象に、罹患高位とそれ以外の高位にて多裂筋および脊柱起立筋、大腰筋、腰方形筋を含めた傍脊柱筋の筋断面積（Cross Sectional Area：以下、CSA）を測定し、罹患高位と傍脊柱筋に生じる筋萎縮との関連性を明らかにすることとした。

対象および方法

1. 対象

本研究の適格基準は2013年4月～2018年4月までに当院整形外科を受診しLDHと診断された片側性の神経根症状を有する症例とし、診療録から後方視的に抽出した。除外基準は、MRIにて神経根の圧迫が確認できない者、外側型ヘルニア、2椎間以上のヘルニアを有する者、両側性に症状を有する者、脊椎の手術既往を有する者、他疾患の既往により四肢体幹の筋力低下をきたしている者、ADLが自立していない者とした。本研究は後方視的観察研究であり、ヘルシンキ宣言に基づき、個人情報には十分留意し診療録より情報を収集し調査した。なお、本研究は関西電力病院倫理委員会の承認（承認番号：第30-60）を得て実施した。

2. 方法

1) 傍脊柱筋の各CSAの計測

すべてのCSAの計測には、MRI（Siemens Healthineers社製、MAGNETOM Skyra 3T, Avanto 1.5T）のT2強調画像を用いた。対象筋は罹患側および非罹患側における大腰筋、腰方形筋、脊柱起立筋、多裂筋とした。使用したスライスにはCraigら¹²⁾の報告に準じ、第1腰椎から第5腰椎の下位椎体終板レベル、第5腰椎と第1仙椎の上位椎体終板レベルの計7ヵ所とした。大腰筋は第1仙椎、腰方形筋は第5腰椎以下にて明確な筋の識別が困難なため測定から除外した。各CSAの計測は解剖学的指標を参考に各傍脊柱筋の関心領域を同定し、ソフトウェア内の面積計測機能を用い、1名の研究者によっ

てすべて行われた（図1）。得られた各CSAは第4腰椎上縁の椎体面積で除して正規化した。CSAの計測は各筋に対し2回行い、その平均値を代表値として使用した。

なお、CSAの計測に先立ち、無作為に抽出されたLDH患者10名を対象とし、初回測定値と再測定値の級内相関係数（Intraclass correlation coefficients：以下、ICC）(1, 2)を算出し、検者内信頼性の検討を行った。

2) その他の測定項目

対象の特性として年齢、性別、罹病期間、ヘルニアの罹患高位、ヘルニアの形態を診療録およびMRIにて記録した。罹病期間は下肢痛の発現からMRI撮像までの期間と定義した。ヘルニアの形態はMacnabの分類を用いたが、本研究の対象には保存治療例も含んでおり、MRIのみでは髄核の後縦靭帯穿破の判断が確実でないため、ⅡとⅢについては一括して分類した。

3. 統計解析

1) CSAの測定における検者内信頼性

CSAの計測における検者内信頼性についてはICC(1, 2)にて検討し、判定基準にはLandisらの指標を用いた。

2) 非罹患側および罹患側におけるCSAの比較

検討に先立ち、各スライスおよび各筋にて得られたCSAの測定値については、Shapiro-Wilkの検定にて正規性を確認した。その結果、1つ以上の水準にて正規性が認められなかったため、Mann-WhitneyのU検定を用いた。

3) 罹病期間と多裂筋のCSAとの相関

罹病期間とすべてのスライスにおける非罹患側および罹患側のCSAとの関連を検討した。変数間の相関をSpearmanの順位相関係数を用いて検討した。

なお、すべての統計解析には、SPSS Statistics, Version 22.0, IBMを使用し、有意水準は5%とした。

表 1 対象の特性

	L4-5 群 (n=25)	L5-S1 群 (n=29)
年齢, 歳	38.8 ± 8.7	35.9 ± 7.4
性別, 人	男性 18, 女性 7	男性 18, 女性 11
罹病期間, 月	2.8 ± 2.5	3.4 ± 4.7
ヘルニアの形態, 人	I 型 : 0, II・III 型 : 25, IV 型 : 0	I 型 : 0, II・III 型 : 23, IV 型 : 6

年齢, 罹病期間 : 平均値 ± 標準偏差, ヘルニアの形態 : Macnab の分類を用いた

表 2 非罹患側および罹患側における CSA の比較 (L4-5 群)

スライス	L4-5 群 (n=25)			
	非罹患側	罹患側	p	
大腰筋	L1	0.24 (0.18-0.30)	0.22 (0.18-0.29)	0.946
	L2	0.48 (0.43-0.63)	0.51 (0.43-0.65)	0.884
	L3	0.83 (0.73-0.92)	0.81 (0.72-0.93)	0.930
	L4	1.14 (0.99-1.21)	1.13 (0.93-1.26)	0.961
	L5 upper	1.10 (0.96-1.26)	1.06 (0.98-1.28)	0.946
	L5 lower	1.02 (0.90-1.31)	1.04 (0.95-1.36)	0.808
腰方形筋	L1	0.15 (0.13-0.20)	0.15 (0.12-0.21)	0.808
	L2	0.26 (0.19-0.34)	0.27 (0.20-0.33)	0.946
	L3	0.40 (0.32-0.47)	0.41 (0.33-0.43)	0.823
	L4	0.39 (0.31-0.49)	0.38 (0.32-0.49)	0.778
脊柱起立筋	L1	1.47 (1.35-1.53)	1.43 (1.34-1.55)	0.900
	L2	1.46 (1.34-1.58)	1.47 (1.31-1.55)	0.930
	L3	1.33 (1.24-1.47)	1.33 (1.27-1.51)	0.915
	L4	1.08 (0.96-1.20)	1.12 (0.95-1.18)	0.691
	L5 upper	0.89 (0.77-1.04)	0.92 (0.81-1.10)	0.691
	L5 lower	0.65 (0.51-0.87)	0.73 (0.53-0.97)	0.541
多裂筋	S1	0.40 (0.36-0.54)	0.47 (0.37-0.63)	0.541
	L1	0.21 (0.18-0.24)	0.21 (0.18-0.24)	0.900
	L2	0.29 (0.26-0.33)	0.29 (0.26-0.33)	0.961
	L3	0.41 (0.37-0.45)	0.43 (0.37-0.45)	0.915
	L4	0.64 (0.60-0.67)	0.59 (0.53-0.66)	0.047
	L5 upper	0.63 (0.56-0.69)	0.54 (0.52-0.62)	0.014
	L5 lower	0.78 (0.73-0.84)	0.72 (0.66-0.77)	0.007
S1	0.73 (0.63-0.80)	0.61 (0.58-0.71)	0.014	

各筋断面面積の L4 椎体面積比 : mm^2/mm^2 , Median (IQR : 第 1 四分位数 - 第 3 四分位数)
 L1-4 : 第 1-4 腰椎下位椎体終板, L5 upper : 第 5 腰椎上位椎体終板, L5 lower : 第 5 腰椎下位椎体終板, S1 : 第 1 仙椎上位椎体終板

結 果

1. 対象者の特性

研究期間内に適格基準を満たした症例は 54 名であった。全例においてヘルニアを契機とした下肢症状を伴う片側性の腰痛を呈していた。ヘルニアを有する罹患高位は第 4 腰椎 - 第 5 腰椎間 (以下, L4-5 群) 25 名, 第 5 腰椎 - 第 1 仙椎間 (以下, L5-S1 群) 29 名であった。各群の特性については表 1 に示す。

2. CSA の測定における検者内信頼性

すべての測定条件における ICC (1,2) は 0.859 ~ 0.999 の範囲であった。大腰筋では非罹患側 0.929 ~ 0.996, 罹患側 0.901 ~ 0.995, 腰方形筋ではそれぞれ 0.905 ~ 0.981, 0.882 ~ 0.989, 脊柱起立筋では 0.982 ~ 0.998, 0.992 ~ 0.999, 多裂筋では 0.859 ~ 0.992, 0.950 ~ 0.992 であった。

3. 非罹患側および罹患側における CSA の比較

両群における傍脊柱筋の CSA を表 2, 3 に示す。大

表 3 非罹患側および罹患側における CSA の比較 (L5-S1 群)

	スライス	L5-S1 群 (n=29)		
		非罹患側	罹患側	p
大腰筋	L1	0.16 (0.12-0.19)	0.15 (0.11-0.19)	0.944
	L2	0.38 (0.28-0.45)	0.38 (0.28-0.44)	0.907
	L3	0.59 (0.51-0.68)	0.58 (0.49-0.68)	0.680
	L4	0.83 (0.71-0.91)	0.82 (0.73-0.94)	0.981
	L5 upper	0.87 (0.74-0.95)	0.85 (0.77-0.95)	0.810
	L5 lower	0.86 (0.73-1.07)	0.88 (0.75-1.05)	0.870
腰方形筋	L1	0.12 (0.11-0.14)	0.12 (0.10-0.14)	0.858
	L2	0.20 (0.16-0.25)	0.19 (0.16-0.24)	0.834
	L3	0.28 (0.25-0.33)	0.27 (0.22-0.35)	0.970
	L4	0.36 (0.29-0.43)	0.36 (0.27-0.40)	0.944
脊柱起立筋	L1	1.17 (1.04-1.26)	1.15 (1.06-1.27)	0.726
	L2	1.20 (1.09-1.32)	1.18 (1.13-1.34)	0.750
	L3	1.18 (1.11-1.26)	1.18 (1.07-1.25)	0.932
	L4	1.04 (0.95-1.11)	1.05 (0.93-1.12)	0.932
	L5 upper	0.89 (0.84-1.01)	0.92 (0.77-1.03)	0.932
	L5 lower	0.73 (0.66-0.86)	0.74 (0.63-0.86)	0.895
多裂筋	S1	0.46 (0.37-0.59)	0.46 (0.37-0.55)	0.994
	L1	0.16 (0.13-0.18)	0.15 (0.13-0.17)	0.834
	L2	0.23 (0.19-0.26)	0.23 (0.20-0.25)	0.680
	L3	0.35 (0.30-0.38)	0.34 (0.31-0.38)	0.846
	L4	0.48 (0.43-0.56)	0.48 (0.41-0.53)	0.460
	L5 upper	0.51 (0.46-0.59)	0.47 (0.41-0.53)	0.053
	L5 lower	0.66 (0.58-0.73)	0.59 (0.53-0.65)	0.046
	S1	0.60 (0.53-0.69)	0.53 (0.47-0.62)	0.034

各筋断面積の L4 椎体面積比: mm^2/mm^2 , Median (IQR: 第 1 四分位数 - 第 3 四分位数)
 L1-4: 第 1-4 腰椎下位椎体終板, L5 upper: 第 5 腰椎上位椎体終板, L5 lower: 第 5 腰椎下位椎体終板, S1: 第 1 仙椎上位椎体終板

腰筋, 腰方形筋, 脊柱起立筋の CSA は両群において, すべてのスライスにて非罹患側と罹患側との間に有意な差が認められなかった。

一方, 多裂筋の CSA は L4-5 群では第 4 腰椎下縁, 第 5 腰椎上縁, 第 5 腰椎下縁, 第 1 仙椎上縁のスライスにて罹患側は非罹患側と比較して低値であった ($p < 0.05$)。また, L5-S1 群では第 5 腰椎下縁, 第 1 仙椎上縁のスライスにて罹患側は非罹患側と比較して低値であった ($p < 0.05$)。

4. 罹病期間と多裂筋の CSA との相関

L4-5 群のすべてのスライスにおいて罹病期間と非罹患側および罹患側の多裂筋の CSA との間に有意な相関関係は認められなかった (非罹患側: 第 4 腰椎下縁 $r = 0.092$, $p = 0.662$, 第 5 腰椎上縁 $r = 0.063$, $p = 0.764$, 第 5 腰椎下縁 $r = 0.183$, $p = 0.382$, 第 1 仙椎上縁 $r = 0.140$, $p = 0.504$, 罹患側: 第 4 腰椎下縁 $r = 0.227$, $p = 0.274$, 第 5 腰椎上縁 $r = 0.201$, $p = 0.335$, 第 5 腰椎

下縁 $r = 0.383$, $p = 0.059$, 第 1 仙椎上縁 $r = 0.335$, $p = 0.102$)。L5-S1 群においても罹病期間と非罹患側および罹患側の多裂筋の CSA との間に有意な相関関係は認められなかった (非罹患側: 第 5 腰椎下縁 $r = 0.122$, $p = 0.528$, 第 1 仙椎上縁 $r = 0.214$, $p = 0.264$, 罹患側: 第 5 腰椎下縁 $r = 0.137$, $p = 0.478$, 第 1 仙椎上縁 $r = 0.117$, $p = 0.545$)。

考 察

CSA の測定値の信頼性は, すべての測定条件において ICC (1, 2) が 0.81 以上と Landis らの指標の“ほぼ完全に一致”に該当し, 良好な検者内信頼性が確認された。

本研究では LDH 患者を対象に, 非罹患側および罹患側における傍脊柱筋の CSA を比較検討したが, 大腰筋, 腰方形筋, 脊柱起立筋ではすべてのスライスにて有意な差は認められなかった。一方, 多裂筋では罹患高位とその隣接高位において罹患側の CSA が非罹患側と比較して有意に低値を示した。

本研究の対象は全例において片側性かつ単椎間の神経根障害を有するLDH患者であり、L4-5群では第5腰椎神経根障害、L5-S1群では第1仙椎神経根障害をきたすと考えられる。LDH患者における組織学的研究では、罹患高位に限局して罹患側の多裂筋に筋線維サイズの減少が生じたと報告されている¹³⁾¹⁴⁾。また、MRIを用いた検討においても罹患側の多裂筋のCSAが減少したと報告されている²⁻⁴⁾。

本研究においてもL4-5群では第5腰椎高位の多裂筋に罹患側に有意な減少が認められ、先行研究と同様の結果を示した。これは第5腰椎神経根障害により多裂筋の脱神経を生じ筋萎縮が引き起こされたと考えられた。

また、L4-5群では第4腰椎や第1仙椎高位の多裂筋においてもCSAが有意に減少しており、これに関しては2つの影響が考えられた。1つは後枝内側枝が単一ではなく複数の多裂筋を神経支配している可能性である。多裂筋の神経支配は解剖学的研究により単一の後枝内側枝が担っていると考えられていた。しかしながら、近年では対麻痺患者を対象とした複数の筋電図学的研究にて、損傷高位から2椎間遠位の多裂筋にも活動電位が認められたことから、後枝内側枝はPolysegmental支配を有すると示唆されている⁷⁻⁹⁾。解剖学的研究による結果との不一致は、脊髄神経後枝の直径が2mm以下と非常に細いことから見落とされた可能性がある⁹⁾と指摘されている⁹⁾。後枝内側枝がPolysegmental支配を有すると仮定すれば、隣接椎体の多裂筋にもCSA減少が生じる可能性がある。次に考えられるのが神経根障害以外の二次的な要因である。腰痛患者における多裂筋の萎縮に関しては約8割に認められ⁴⁾、症状側に限局して存在する¹⁵⁾と報告されている。多裂筋に萎縮が生じる機序としては、廃用性あるいは椎間関節由来のreflex inhibition¹⁶⁾によるものと考えられている。椎間関節は隣接する後枝内側枝と1つ下位の後枝内側枝により神経支配を受けることが知られており¹⁷⁾、福井ら¹⁸⁾は後枝内側枝の関連痛は第5腰椎神経では第4/5腰椎椎間関節から第5腰椎/第1仙椎椎間関節直上を中心とする傍脊柱部とその上下に、第1仙椎神経では第5腰椎/第1仙椎椎間関節直上を中心とする傍脊柱部とその上下に認めたと報告している。本研究の対象者は全例がLDHに由来した腰痛を有しており、後枝内側枝の障害に起因した腰痛が罹患高位の隣接椎体に位置する多裂筋にまで影響を及ぼした可能性も否定できない。また、LDH患者における多裂筋の萎縮は罹病期間にも影響されるが、本研究では多裂筋のCSAと罹病期間との間に有意な相関関係は認められなかった。先行研究では手術施行例を対象としていることが多いが、本研究では保存療法の症例も約4割含んでおり、対象者が有する症状の程度の相違が結果に影響した可能性が考えられた。

さらに、本研究ではL5-S1群においても第5腰椎および第1仙椎高位の多裂筋にCSAの減少が認められたが、ヒトには第1仙椎神経根によって神経支配される多裂筋は存在しないため、これらのCSA減少は神経根障害以外の要因に起因すると推察された。以上のことから、LDH患者では後枝内側枝の障害に起因する直接的な要因と腰痛などによる二次的な要因が影響し、多裂筋の萎縮が生じる可能性が示唆された。

一方、多裂筋以外の傍脊柱筋のCSAに関しては、本研究では非罹患側と罹患側の間に有意な差は認められなかった。Ploumisら¹⁰⁾の報告と異なる結果を示した要因としては罹病期間の違いによる影響が考えられた。先行研究では少なくとも3ヵ月以上の腰痛を有する者を対象としているのに対し、本研究では対象の約6割が3ヵ月未満であり、脊柱起立筋は脊髄神経後枝外側枝、大腰筋は脊髄神経前枝、腰方形筋は第12肋間神経と腸骨下腹-鼠径神経からの支配神経をそれぞれ複数の神経根を介して受けていることから、単椎間の神経根障害では発症早期から筋萎縮の影響を受けにくい可能性が示唆された。

本研究の結果から、LDH患者では傍脊柱筋の中でも多裂筋のCSAが減少しやすく、単椎間の病変であっても罹患高位に隣接する筋束にもCSAの減少がみられることが明らかとなった。これには腰痛などの神経根障害以外の要因が関与している可能性が示唆され、LDH患者における筋萎縮の病態を把握するうえでは罹患高位だけでなく他の身体症状を評価することも肝要と思われた。

本研究の限界と課題として、傍脊柱筋の評価はCSAの測定による量的評価に留まっていること、筋細胞内脂肪を考慮できていないこと、多裂筋のCSAが減少した要因を結論づけられなかったこと、交絡因子の影響を排除できていないことが挙げられる。腰痛患者においては、多裂筋の脂肪変性と強く関連することが知られており¹⁹⁾、傍脊柱筋の質的变化も考慮することでLDHが及ぼす影響をより詳細に検出できる可能性がある。また、近年では多裂筋の脂肪変性を筋細胞内脂肪と筋細胞外脂肪に分離して検討した報告もあり²⁰⁾、より詳細な測定方法が求められる。多裂筋のCSAが減少した要因については、腰痛のないLDH患者での検討、多裂筋の非対称性に影響する下肢痛や運動歴などの交絡因子の検討が必要であると考えられる。さらに、今後は健常群、腰部脊柱管狭窄症や側彎症など他の脊椎疾患と比較し、LDH患者における傍脊柱筋の動態特性を検討する必要がある。

結 論

本研究では、片側性の神経根障害を有する単椎間のLDH患者における傍脊柱筋のCSAをMRIにて測定し、罹患高位と傍脊柱筋に生じる筋萎縮との関連性を検討し

た。LDHは傍脊柱筋の中でも多裂筋に影響を及ぼしやすく、罹患高位のみならずその隣接椎体に位置する多裂筋にも萎縮を生じさせる可能性が示唆された。これには神経根障害による脱神経および腰痛などの二次的な要因が関与していると推察された。

利益相反

開示すべき利益相反はない。

謝辞：本研究の実施，論文作成にご協力いただいた関係各位に深謝いたします。

文 献

- 1) Kreiner DS, Hwang SW, *et al.*: An evidence-based clinical guideline for the diagnosis and treatment of lumbar disc herniation with radiculopathy. *Spine*. 2014; 14: 180-191.
- 2) Yalçın K, Güdü BO, *et al.*: Volumetric muscle measurements indicate significant muscle degeneration in single-level disc herniation patients. *World Neurosurg*. 2018; 116: e500-e504.
- 3) Kim WH, Lee SH, *et al.*: Changes in the cross-sectional area of multifidus and psoas in unilateral sciatica caused by lumbar disc herniation. *J Korean Neurosurg Soc*. 2011; 50: 201-204.
- 4) Kader DK, Wardlaw D, *et al.*: Correlation between the MRI changes in the lumbar multifidus muscles and leg pain. *Clin Radiol*. 2000; 55: 145-149.
- 5) Macintosh JE, Bogduk N: The biomechanics of the lumbar multifidus. *Clin Biomech*. 1986; 1: 205-213.
- 6) Bogduk N, Wilson AS, *et al.*: The human lumbar dorsal rami. *J Anat*. 1982; 134: 383-397.
- 7) Gough JG, Koepke GH: Electromyographic determination of motor root levels in erector spinae muscles. *Arch Phys Med Rehabil*. 1966; 47: 9-11.
- 8) Wu PB, Kingery WS, *et al.*: An electrophysiological demonstration of polysegmental innervation in the lumbar medial paraspinal muscles. *Muscle Nerve*. 1997; 20: 113-115.
- 9) Kottlors M, Glocker FX: Polysegmental innervation of the medial paraspinal lumbar muscles. *Eur Spine J*. 2008; 17: 300-306.
- 10) Ploumis A, Michailidis N, *et al.*: Ipsilateral atrophy of paraspinal and psoas muscle in unilateral back pain patients with monosegmental degenerative disc disease. *Br J Radiol*. 2011; 84: 709-713.
- 11) Hori Y, Hoshino M, *et al.*: ISSLS PRIZE IN CLINICAL SCIENCE 2019: clinical importance of trunk muscle mass for low back pain, spinal balance, and quality of life -a multicenter cross-sectional study. *Eur Spine J*. 2019; 28: 914-921.
- 12) Craig AR, Angus AF, *et al.*: An investigation into the use of MR imaging to determine the functional cross sectional area of lumbar paraspinal muscles. *Eur Spine J*. 2006; 15: 764-773.
- 13) Yoshihara K, Shirai Y, *et al.*: Histochemical changes in the multifidus muscle in patients with lumbar intervertebral disc herniation. *Spine*. 2001; 26: 622-626.
- 14) Zhao WP, Kawaguchi Y, *et al.*: Histochemistry and morphology of the multifidus muscle in lumbar disc herniation: comparative study between diseased and normal sides. *Spine*. 2000; 25: 2191-2199.
- 15) Hides JA, Stokes MJ, *et al.*: Evidence of lumbar multifidus muscle wasting ipsilateral to symptoms in patients with acute/subacute low back pain. *Spine*. 1994; 19: 165-172.
- 16) Macintosh J, Valencia F, *et al.*: The morphology of the lumbar multifidus. *Clin Biomech*. 1986; 1: 196-204.
- 17) Lynch MC, Taylor JF: Facet joint injection for low back pain. A clinical study. *J Bone Joint Surg Br*. 1986; 68: 138-141.
- 18) 福井晴偉, 大瀬戸清茂, 他: 脊髄神経後枝内側枝の電気刺激による腰椎椎間関節性疼痛の分析. *日本ペインクリニック学会誌*. 1996; 3: 29-33.
- 19) Woodham M, Woodham A, *et al.*: Long-term lumbar multifidus muscle atrophy changes documented with magnetic resonance imaging: a case series. *J Radiol Case Rep*. 2014; 8: 27-34.
- 20) Takashima H, Takebayashi T, *et al.*: Analysis of intra and extramyocellular lipids in the multifidus muscle in patients with chronic low back pain using MR spectroscopy. *Br J Radiol*. 2018; 91: 20170536.

〈Abstract〉**A Comparison of Paraspinal Muscle Cross-Sectional Areas on Affected and Unaffected Sides of Patients with Lumbar Disc Herniation**

Daisuke INOUE, PT, MSc, Akira HOTTA, PT, MSc, Toshihiko EBISU, MD, PhD
Department of Rehabilitation, Kansai Electric Power Hospital

Akira HOTTA, PT, MSc, Toshihiko EBISU, MD, PhD, Masanori IZEKI, MD, PhD
Kansai Electric Power Medical Research Institute

Masanori IZEKI, MD, PhD
Department of Orthopedic Surgery, Kansai Electric Power Hospital

Objective: This study aimed to clarify the relationship between the level of herniation and paraspinal muscle atrophy in patients with lumbar disc herniation (LDH) by measuring the paraspinal muscles' cross-sectional area (CSA).

Methods: We retrospectively analyzed data obtained from 54 patients with LDH (level of herniation; 25 patients in L4/5, 29 patients in L5/S1). The muscle CSA measurements at each spinal level (lower vertebral endplate of L1 to L5 and upper vertebral endplate of L5 and S1) were determined by outlining the paraspinal muscles' fascial boundary (i.e., multifidus, erector spinae, psoas major, and quadratus lumborum). The muscle CSA of the affected side and the non-affected side were compared in each slice.

Results: The CSA of the affected side's multifidus was lower than on the non-affected side in slices of L4, L5, and S1 in patients with an LDH of L4/5. Moreover, the multifidus' CSA on the affected side was lower than on the non-affected side in slices of L5 and S1 in patients with an LDH of L5/S1. On the other hand, the psoas major's CSA, quadratus lumborum, and erector spinae were not significantly different in all slices.

Conclusion: Muscle atrophy may occur only in the multifidus of the affected side in the affected level and the adjacent vertebrae among patients with an LDH between single vertebrae.

Key Words: Lumbar disc herniation, Paraspinal muscles, Muscle atrophy

研究論文 (原著)

間質性肺疾患患者における呼吸リハビリテーションが 身体活動量に与える影響*

新貝和也¹⁾²⁾ 小川智也³⁾ 渡邊文子³⁾ 平澤 純³⁾ 三嶋卓也³⁾
古川拓朗³⁾ 長江優介³⁾ 近藤康博⁴⁾ 木村智樹⁴⁾ 松田俊明⁴⁾
片岡健介⁴⁾ 横山俊樹⁴⁾ 山野泰彦⁴⁾ 神津 玲^{2) #}

要旨

【目的】 間質性肺疾患 (以下, ILD) における呼吸リハビリテーション (以下, PR) が身体活動量に与える影響を検討すること。【方法】 特発性肺線維症 (以下, IPF) 14例, その他のILD (以下, non-IPF) 17例を対象として10週間のPRを実施し, 介入前後で歩数および臨床指標を比較した。【結果】 IPF, non-IPFともに6分間歩行距離 (IPF: 442 → 453 m, $p=0.047$, non-IPF: 395 → 470 m, $p=0.033$) および下肢筋力 (IPF: 73.0 → 85.5 Nm, $p=0.009$, non-IPF: 62.5 → 76.5 Nm, $p=0.035$) に有意な改善を認めたが, 身体活動量には有意な変化を認めなかった (IPF: 3,121 → 2,056 歩, $p=0.363$, non-IPF: 2,275 → 2,510 歩, $p=0.499$)。【結論】 PRはILDの身体活動量の改善効果は認めず, より身体活動量に焦点をあてた介入が必要と考えられた。

キーワード 間質性肺疾患, 身体活動量, 呼吸リハビリテーション

はじめに

間質性肺疾患 (interstitial lung disease: 以下, ILD) は, 肺胞隔壁を炎症や線維化病変の場とする疾患の総称であり, 労作時の呼吸困難が主要な症状である¹⁾。運動時の呼吸困難が身体活動を制限することで運動耐容能や日常生活活動 (activities of daily living: 以下, ADL) を障害し, さらに身体活動量や運動耐容能, 呼吸困難の悪化を招くという悪循環に陥る²⁾。身体活動量は, ILD

患者における独立した予後予測因子であることが報告されており³⁾⁴⁾, その重要性が示されている。また, 身体活動量の規定因子として呼吸困難, 運動耐容能, 疲労感, 肺線維化の程度, 血清KL-6といったバイオマーカー等が挙げられるが⁵⁾⁶⁾, なかでも運動耐容能はもっとも強い規定因子であるとされる⁶⁾。また, ILD患者の身体活動量は同年代の健常者と比較して低下していることが報告されているが⁷⁾⁸⁾, 維持, 改善のための効果的なアプローチは確立されておらず, 今後の課題となっている。

呼吸リハビリテーションは, ILD患者における運動耐容能の向上, 呼吸困難の軽減, 健康関連QoL (health related quality of life: 以下, HRQoL) の改善に有効であり²⁾⁹⁾, 治療法が限られているILDにおいて有用な非薬物的介入手段である¹⁾²⁾。前述したように, 身体活動量のもっとも強い規定因子は運動耐容能であることを考慮すると, 運動耐容能を向上させる呼吸リハビリテーションは, 身体活動量の改善に寄与することが期待される。Vainshelboimら¹⁰⁾が報告したランダム化比較試験 (randomized controlled trial: 以下, RCT) では, 特発性肺線維症 (idiopathic pulmonary fibrosis: 以下, IPF) 患者を対象に12週間の運動プログラムを実施し, 介入群のみ自己記入式身体活動量評価であるInternational

* Effect of Pulmonary Rehabilitation on Physical Activity in Patients with Interstitial Lung Disease

1) 社会医療法人春回会 井上病院

Kazuya Shingai, PT, MSc: Syunkaikai Inoue Hospital

2) 長崎大学大学院医歯薬学総合研究科理学療法学分野

(〒852-8520 長崎県長崎市坂本1-7-1)

Kazuya Shingai, PT, MSc, Ryo Kozu, PT, PhD: Department of Physical Therapy Science, Nagasaki University Graduate School of Biomedical Sciences

3) 公立陶生病院中央リハビリテーション部

Tomoya Ogawa, PT, MSc, Fumiko Watanabe, PT, PhD, Jun Hirasawa, PT, MSc, Takuya Mishima, PT, MSc, Takuro Furukawa, PT, Yusuke Nagae, PT, MSc: Department of Rehabilitation, Tosei General Hospital

4) 公立陶生病院呼吸器・アレルギー疾患内科

Yasuhiro Kondoh, MD, PhD, Tomoki Kimura, MD, PhD, Toshiaki Matsuda, MD, PhD, Kensuke Kataoka, MD, PhD, Toshiaki Yokoyama, MD, PhD, Yasuhiko Yamano, MD, PhD: Department of Respiratory Medicine and Allergy, Tosei General Hospital

E-mail: ryokozu@nagasaki-u.ac.jp

(受付日 2021年5月14日/受理日 2021年10月1日)

[J-STAGEでの早期公開日 2021年12月1日]

Physical Activity Questionnaire (以下, IPAQ) の向上を認めたことが示されている。一方, 最近報告されたRCT¹¹⁾では, ILD患者を対象に6ヵ月間の呼吸リハビリテーションを実施した結果, 介入群と対照群ともに加速度計で測定した身体活動量に有意な変化を認めなかったと報告されている。これらの研究のように, ILD患者の身体活動量における呼吸リハビリテーションの効果は, 一定した結果が示されていないとともに¹⁰⁻¹³⁾, 本邦での報告は皆無である。加えて, 呼吸リハビリテーションの効果は, IPF患者とIPF以外のILD(以下, non-IPF)患者で異なることが報告されているが²⁾¹⁴⁾, 同様に身体活動量の変化を検討した報告はない。

本研究の目的は, ILD患者を対象として, 呼吸リハビリテーションの実施が身体活動量に及ぼす効果を検討することとした。また, IPFとnon-IPFの各群においても同様に, 呼吸リハビリテーションが身体活動量に及ぼす効果を検討した。

対象および方法

1. 対象

2014年4月~2016年12月の間に公立陶生病院にて外来での呼吸リハビリテーションを完遂したILD患者を対象とした。除外基準は身体活動量および呼吸リハビリテーションの実施に影響し得る運動器疾患や循環器疾患, 神経疾患を合併した患者, 呼吸リハビリテーション介入期間中に急性増悪を発症した患者とした。なお, 本研究は倫理的に十分な配慮のもとで実施し, 長崎大学大学院医歯薬学総合研究科倫理委員会での承認(承認番号: 21040805)を受けた。

2. 測定項目

ベースラインにおける対象者の基本情報, および呼吸リハビリテーション実施前後における以下の項目について, 後方視的に診療録より収集した。

1) 肺機能検査および動脈血液ガス検査

肺機能検査はスパイロメーター(Chest社製, CEH STAC-55V)を用い, American Thoracic Society/European Respiratory Society(以下, ATS/ERS)の方法に準じて実施し¹⁵⁾, 努力性肺活量(forced vital capacity: 以下, FVC)およびFVCの予測値に対する割合(以下, %FVC)を使用した。また, 肺拡散能は一酸化炭素肺拡散能(diffusing capacity for carbon monoxide: 以下, DLco)にて同様に測定した¹⁶⁾。動脈血液ガスは, 室内気で安静座位あるいは背臥位にて, 動脈血酸素分圧および二酸化炭素分圧を測定した。

2) HRQoL, 不安・うつおよび呼吸困難

HRQoLはSt. George's Respiratory Questionnaire(以下, SGRQ)を用いて評価し¹⁷⁾¹⁸⁾, 不安・うつの評価に

はHospital Anxiety and Depression scale(以下, HADS)を用いた¹⁹⁾。呼吸困難はmodified Medical Research Council(以下, mMRC)息切れスケールにて評価した²⁰⁾。

3) 運動耐容能

運動耐容能は6分間歩行試験(6-minute walk test: 以下, 6MWT)にて評価した。ATS/ERSの方法に準拠して実施し²¹⁾, 試験中はパルスオキシメーターにてSpO₂を連続的にモニターした。6分間歩行距離(6-minute walk distance: 以下, 6MWD)および最低SpO₂を解析に使用した。長期酸素療法を導入している対象者は, 安静時の酸素流量にて実施し, 呼吸リハビリテーション実施前後では同流量で測定した。

4) 下肢筋力および呼吸筋力

等速性筋力測定器(Bay Shore, Lumex社製, Cybex II)を用い, 股関節屈曲90°にて膝関節伸展運動の等速性筋力(ピークトルク)を4回測定し, 最大値の左右平均値を算出した。呼吸筋力は, 口腔内圧計(Chest社製, VitaloPower KH-101)を用いて最大吸気圧および最大呼気圧を測定した。測定は, ATS/ERSのステートメント²²⁾にしたがって実施し, 3回測定した最高値を使用した。

5) 身体活動量

1軸加速度計(スズケン社製, ライフコーダGS)を用いて連続した7日間の身体活動量を測定した。対象者には, 入浴と睡眠以外のすべての時間で活動量計を装着し, 普段通りの日常生活を過ごすように指示した。当該機器による身体活動量の測定は, 慢性呼吸器疾患にて妥当性および再現性が検証されている²³⁾。7日間の1日あたりの平均歩数を算出し解析に用いた。なお, 1日あたりの身体活動計装着時間が8時間未満のデータは除外した。

3. 呼吸リハビリテーション・プログラム

理学療法士の監視下にて週2回, 10週間(計20セッション)の外来呼吸リハビリテーション・プログラムを実施した。その内容は, 全身持久力トレーニング, 上下肢筋力トレーニング, リラクゼーション, ADLトレーニングおよび在宅運動指導とした。全身持久力トレーニングは自転車エルゴメーターを用い, 漸増運動負荷試験で得られた最大仕事量の60%の強度より開始し, 80%の強度を目標として実施した。また, 運動時間は20分間を目標とした。筋力トレーニングは重錘, ダンベル, ゴムバンドおよびトレーニングマシーンを使用し, 1RM(repetition maximum)の60%負荷から開始して, 対象者の症状に合わせて負荷を漸増した。運動時は, SpO₂が88%以上を維持できるようにモニタリングし, 必要に応じて酸素投与を行った。在宅運動は, 自重によ

表1 ベースライン時の対象者背景

	All patients n = 31	IPF n = 14	Non-IPF n = 17
年齢, 歳	71.0 [67.0-74.0]	72.0 [69.3-74.0]	70.0 [63.0-72.0]
性別, 男	23 (74.2)	11 (78.6)	12 (70.6)
BMI, kg/cm ²	20.5 [17.9-23.0]	21.9 [18.8-23.0]	19.5 [16.4-22.8]
FVC, L	1.91 [1.54-2.78]	2.01 [1.56-2.85]	1.82 [1.49-2.70]
%FVC, %	70.8 [52.6-88.2]	73.5 [57.3-90.4]	68.5 [50.8-87.9]
DLco, ml/min/mmHg	6.21 [4.72-8.46]	5.70 [4.58-6.51]	8.40 [5.08-9.04]
%DLco, %	40.9 [32.8-57.8]	39.1 [30.7-46.2]	57.5 [33.6-68.0]
PaO ₂ , mmHg	74.2 [68.2-86.0]	69.0 [66.4-77.8]	82.3 [73.4-90.5]
PaCO ₂ , mmHg	40.1 [37.9-48.3]	40.3 [38.4-47.6]	40.0 [35.5-47.0]
6MWD, m	423 [355-488]	442 [374-475]	395 [345-500]
最低 SpO ₂ , %	84.0 [72.0-88.5]	76.5 [68.5-83.8]	88.0 [81.0-90.0]
LTOT, 例 (%)	10 (32.3)	5 (35.7)	5 (29.4)
身体活動量, 歩	2,493 [1,558-4,006]	3,121 [1,860-4,067]	2,275 [1,317-3,758]

中央値 [四分位範囲], 件数 (%)

6MWD : 6-minute walk distance, BMI : body mass index, DLco : diffusion capacity for carbon monoxide, FVC : forced vital capacity, IPF : idiopathic pulmonary fibrosis, LTOT : long-term oxygen therapy, PaCO₂ : partial pressure of carbon dioxide, PaO₂ : partial pressure of oxygen, SpO₂ : oxygen saturation by pulse oximetry

る筋力トレーニング, および6MWTによる平均歩行速度の80%での20分間の歩行運動を週2回以上, 可能な限り毎日実施するように指導した。

4. 統計解析

連続変数は中央値 [四分位範囲], 名義変数は件数 (頻度, 百分率) で示した。全対象者における10週間の呼吸リハビリテーション実施前後の各指標を, Wilcoxon符号付順位検定および χ^2 検定にて比較した。また, 対象者をIPF, non-IPFに分類し, それぞれの群において, 呼吸リハビリテーション実施前後の各指標を同様に比較した。解析にはSPSS version 25.0 (IBM社製) を用い, 有意水準は危険率5%未満とした。

結 果

31例のILD患者 (IPF 14例 [45.2%], non-IPF 17例 [54.8%]) が対象となった。ベースラインにおける対象者背景を表1に示す。ILD患者の年齢の中央値は71歳 (男性23例 [74.2%]) であり, %FVCは70.8%, 6MWDは423mであった。身体活動量の中央値は2,493歩 (IPF 3,121歩, non-IPF 2,275歩) であった。Non-IPFの疾患内訳は, 分類不能型ILD 12例, 膠原病関連ILD 4例 (リウマチ2例, 皮膚筋炎1例, 強皮症1例), 慢性器質化肺炎1例であった。IPFと診断された患者のうち, 外科的肺生検を実施していた者は4例であった。IPFにおいて10例が抗線維化薬を使用しており (ピルフェニドン9例 [64.3%], ニンデタニブ1例 [7.1%]), non-IPFに

おいて9例 (52.9%) が経口ステロイド薬を使用していた。研究期間中に薬物治療の変更および新たな薬物治療を開始した患者はいなかった。

全対象者において, 呼吸リハビリテーション実施後に6MWDおよび下肢筋力の有意な向上を認めたと, 身体活動量, 肺機能, 呼吸困難, HRQoL, 不安・うつおよび呼吸筋力には有意な差を認めなかった (表2)。群別では, IPF, non-IPFともに呼吸リハビリテーション実施後に6MWDおよび下肢筋力の有意な向上を認め, またnon-IPFのみ不安に有意な改善を認めた (表3)。なお, IPF, non-IPFいずれも身体活動量, 肺機能, 呼吸困難, HRQoL, うつおよび呼吸筋力には有意な差を認めなかった (表3)。

考 察

本研究は, ILD患者を対象として, 呼吸リハビリテーション実施前後での身体活動量および各指標を比較した。その結果, IPF, non-IPFともに運動耐容能および下肢筋力に有意な改善を認めたものの, 身体活動量には有意な変化を認めなかった。

Perez-Bogerdらは¹¹⁾, 60例のILD患者を対象として, 6ヵ月間の呼吸リハビリテーションが加速度計で評価した身体活動量 (歩数, 中等度強度以上の活動時間) には効果を及ぼさなかったと報告している。本研究においてもIPF, non-IPFともにその効果を認めず, この報告を支持する結果となった。一方でいくつかの先行研究では¹⁰⁾¹²⁾¹³⁾, 呼吸リハビリテーションによって自己記入

表2 呼吸リハビリテーション実施前後における各指標の比較 (ILD全患者)

	ベースライン	呼吸リハ後	P値
%FVC, %	70.8 [52.6-88.2]	72.6 [52.5-92.6]	0.067
%DLco, %	40.9 [32.8-57.8]	49.3 [36.5-57.7]	0.411
mMRC スケール (0/1/2/3/4)	1/4/18/6/2	1/8/15/5/2	0.220
SGRQ total	54.0 [44.1-62.9]	46.2 [36.1-58.2]	0.249
HAD depression	7.0 [4.5-9.0]	6.0 [3.0-9.5]	0.797
HAD anxiety	6.0 [5.0-10.0]	5.0 [3.0-8.5]	0.132
6MWD, m	423 [355-488]	455 [398-519]	0.005
下肢筋力, Nm	68.0 [51.5-80.5]	75.5 [57.8-103.8]	0.003
MIP, cmH ₂ O	82.4 [64.9-102.1]	86.3 [76.1-103.9]	0.374
MEP, cmH ₂ O	100.9 [77.9-140.8]	110.3 [74.8-135.0]	0.811
身体活動量, 歩	2,493 [1,558-4,006]	2,460 [1,583-4,576]	0.977

中央値 [四分位範囲], 件数 (%)

6MWD: 6-minute walk distance, DLco: diffusion capacity for carbon monoxide, FVC: forced vital capacity, HAD: hospital anxiety and depression scale, ILD: interstitial lung disease, MEP: maximal expiratory pressure, MIP: maximal inspiratory pressure, mMRC: modified medical research council, SGRQ: St. George's respiratory questionnaire

表3 呼吸リハビリテーション実施前後の各指標の比較 (IPF, non-IPF患者)

	IPF (n = 14)			Non-IPF (n = 17)		
	ベースライン	呼吸リハ後	P値	ベースライン	呼吸リハ後	P値
%FVC, %	73.5 [57.3-90.4]	74.4 [60.4-94.7]	0.382	68.5 [50.8-87.9]	70.2 [50.8-89.4]	0.065
%DLco, %	39.1 [30.7-46.2]	44.0 [36.2-51.4]	0.859	57.5 [33.6-68.0]	53.5 [37.6-65.5]	0.347
mMRC スケール (0/1/2/3/4)	1/1/9/2/1	1/2/8/2/1	0.655	0/3/9/4/1	0/6/7/3/1	0.102
SGRQ total	51.6 [40.0-61.1]	49.7 [42.7-59.1]	0.730	56.2 [45.4-64.3]	43.8 [35.0-57.3]	0.070
HAD depression	7.0 [3.0-9.8]	6.5 [3.0-11.5]	0.324	7.0 [5.0-8.0]	6.0 [3.0-8.0]	0.170
HAD anxiety	5.0 [3.3-7.8]	4.5 [2.3-8.0]	0.937	7.0 [6.0-10.0]	5.0 [4.0-8.0]	0.036
6MWD, m	442 [374-475]	453 [413-523]	0.047	395 [345-500]	470 [390-503]	0.033
下肢筋力, Nm	73.0 [51.5-91.5]	85.5 [57.8-110.8]	0.009	62.5 [54.3-72.3]	73.5 [61.0-91.8]	0.035
MIP, cmH ₂ O	97.9 [80.0-139.6]	99.8 [88.1-128.6]	0.807	71.7 [55.8-85.8]	78.3 [66.5-87.0]	0.112
MEP, cmH ₂ O	128.4 [83.7-149.6]	112.5 [85.2-149.1]	0.834	96.9 [77.0-115.4]	108.1 [68.4-124.4]	0.733
身体活動量, 歩	3,121 [1,860-4,068]	2,056 [1,580-3,739]	0.363	2,275 [1,317-3,758]	2,510 [1,588-4,831]	0.499

中央値 [四分位範囲], 件数 (%)

6MWD: 6-minute walk distance, DLco: diffusion capacity for carbon monoxide, FVC: forced vital capacity, HAD: hospital anxiety and depression scale, IPF: idiopathic pulmonary fibrosis, MEP: maximal expiratory pressure, MIP: maximal inspiratory pressure, mMRC: modified medical research council, SGRQ: St. George's respiratory questionnaire

式での身体活動量に改善を認めたと報告している。COPD患者における身体活動量への介入効果を検討したシステマティック・レビューにおいて²⁴⁾、アウトカムとして主観的な身体活動量評価を用いた研究は、加速度計による客観的評価を用いたものよりも良好な結果を認めることが示されている。特に、呼吸リハビリテーションの介入が短期間の場合(12週間以下)、身体活動量が有意な改善を認めていないにもかかわらず、その変化を患者自身が過大評価してしまう可能性があるとしている。前述した、呼吸リハビリテーションが身体活動量改善に有効であった研究は¹⁰⁾¹²⁾¹³⁾、短期的な介入かつ

主観的評価を用いたことによって、その効果を過大評価していた可能性がある。Kortajarenaら²⁵⁾は、主観的な身体活動量評価は客観的な評価とは異なる側面があり、あくまでも客観的評価に補完的に使用するべきだとしており、主観的な評価単独で呼吸リハビリテーション実施前後の身体活動量の評価をする際には、その解釈に十分な注意が必要である。

COPD患者では、呼吸リハビリテーションの身体活動量への改善効果はエビデンスに乏しいと結論づけられている²⁴⁾²⁶⁾。本研究では、IPF, non-IPFいずれも身体活動量の改善を認めず、ILD患者においても呼吸リハ

ビリテーションは身体活動量を改善するには不十分であることが示された。一方で、運動耐容能は有意な改善を認めた。運動耐容能はILD患者の身体活動量のもっとも強い規定因子であるにもかかわらず⁶⁾、その改善は身体活動量の改善に寄与しないことが示唆された。Sieviら²⁶⁾は、COPD患者を対象として運動耐容能および身体活動量の経年的変化を検討し、身体活動量は経年的に低下を認めたが、運動耐容能は変化を認めず、身体活動量の変化は運動耐容能の変化のみでは説明ができなかったと報告している。身体活動量には、身体機能のみならず、多様な社会環境の要因が影響していることが報告されており²⁷⁾、運動耐容能が向上することによって活動量を増加するポテンシャルを得ても、実際の日常生活に反映されなければ身体活動量の向上は難しいと考えられる。COPD患者を対象としたレビュー²⁸⁾においても、身体活動量に対するアプローチとして、運動耐容能の向上とともに、実際に身体活動を促進するよう行動変容を起こすことが重要とされており、身体活動量に焦点をあてた動機づけや生活指導、環境調整等の介入を組み合わせることが重要となるだろう。具体的には、趣味活動や家族との交流等、習慣として生活の一部に組み込まれるような側面への介入が有効となってくる可能性があるが、その効果の検証が必要である。

運動耐容能および下肢筋力はIPF、non-IPFいずれも有意な改善を認めたが、これは過去の報告²⁾と同様の結果であり、今回の呼吸リハビリテーション・プログラムが有効であったことを示している。一方で、HRQoLおよび呼吸困難は有意な改善を認めなかった。ILD患者を対象とした運動療法のシステマティック・レビュー²⁾では、呼吸リハビリテーションがIPFを含めたILD患者のHRQoLおよび呼吸困難の改善に効果的であるとしているが、重症患者、特に運動時低酸素血症が強い患者に関しては研究報告数が少なく、十分な解析ができていない。本研究においては、ベースラインにおける6MWT中の最低SpO₂がIPF 76.5%、non-IPF 88.0%と、いずれも高度の運動時低酸素血症を認め、特に前者で著明であった。実際にIPFはHRQoL、呼吸困難ともに呼吸リハビリテーション実施前後でまったく変化を認めないが、non-IPFでは有意ではないものの、改善傾向を認めていた。運動時低酸素血症が強いILD患者では、HRQoLおよび呼吸困難は呼吸リハビリテーションによる改善効果が乏しいと考えられる。

本研究の制限因子として、コントロール群を設定していないこと、サンプル数が十分でないこと、呼吸リハビリテーション脱落者を考慮していないこと、在宅運動の実施状況を調査していないこと、季節や天気による身体活動量の変動を考慮していないことが挙げられ、これらの制限を考慮したさらなる研究が必要であると考えられる。

結 論

本研究は、本邦ではじめてILD患者を対象として呼吸リハビリテーションが身体活動量へ与える影響を検討した。その結果、呼吸リハビリテーションはILD患者の運動耐容能を向上させるが、身体活動量には改善効果を認めないことを示した。また、これらの結果はIPFおよびnon-IPFで差を認めないことが明らかになった。従来のプログラムに加えて、身体活動量に焦点をあてた動機づけや生活指導、環境調整といった行動変容を起こすためのアプローチの実施と、その効果の検証が必要であると考えられる。

利益相反

本研究において開示すべき利益相反はない。

謝辞：本研究にご協力いただきました対象者の皆様、ならびに公立陶生病院呼吸器・アレルギー疾患内科、中央リハビリテーション部のスタッフの皆様に深謝申し上げます。

文 献

- 1) 神津 玲, 新貝和也, 他:【呼吸リハビリテーション UPDATE】間質性肺疾患患者に対する呼吸リハビリテーション. *Journal of Clinical Rehabilitation*. 2019; 28: 1158-1168.
- 2) Dowman L, Hill CJ, *et al.*: Pulmonary rehabilitation for interstitial lung disease. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014; CD006322.
- 3) Bahmer T, Kirsten AM, *et al.*: Prognosis and longitudinal changes of physical activity in idiopathic pulmonary fibrosis. *BMC Pulm Med*. 2017; 17: 104.
- 4) Nishiyama O, Yamazaki R, *et al.*: Physical activity in daily life in patients with idiopathic pulmonary fibrosis. *Respir Investig*. 2018; 56: 57-63.
- 5) Nakayama M, Bando M, *et al.*: Physical activity in patients with idiopathic pulmonary fibrosis. *Respirology*. 2015; 20: 640-646.
- 6) Bahmer T, Kirsten AM, *et al.*: Clinical Correlates of Reduced Physical Activity in Idiopathic Pulmonary Fibrosis. *Respiration*. 2016; 91: 497-502.
- 7) Wallaert B, Monge E, *et al.*: Physical activity in daily life of patients with fibrotic idiopathic interstitial pneumonia. *Chest*. 2013; 144: 1652-1658.
- 8) Wickerson L, Mathur S, *et al.*: Physical activity profile of lung transplant candidates with interstitial lung disease. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2013; 33: 106-112.
- 9) Dowman LM, McDonald CF, *et al.*: The evidence of benefits of exercise training in interstitial lung disease: a randomised controlled trial. *Thorax*. 2017; 72: 610-619.
- 10) Vainshelboim B, Fox BD, *et al.*: Short-Term Improvement in Physical Activity and Body Composition After Supervised Exercise Training Program in Idiopathic Pulmonary Fibrosis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2016; 97: 788-797.
- 11) Perez-Bogerd S, Wuyts W, *et al.*: Short and long-term effects of pulmonary rehabilitation in interstitial lung

- diseases: a randomised controlled trial. *Respir Res.* 2018; 19: 182.
- 12) Gaunaud IA, Gomez-Marin OW, *et al.*: Physical activity and quality of life improvements of patients with idiopathic pulmonary fibrosis completing a pulmonary rehabilitation program. *Respir Care.* 2014; 59: 1872-1879.
 - 13) Keyser RE, Christensen EJ, *et al.*: Changes in fatigability following intense aerobic exercise training in patients with interstitial lung disease. *Respir Med.* 2015; 109: 517-525.
 - 14) Holland AE, Hill CJ, *et al.*: Predictors of benefit following pulmonary rehabilitation for interstitial lung disease. *Respir Med.* 2012; 106: 429-435.
 - 15) Laszlo G: Standardisation of lung function testing: helpful guidance from the ATS/ERS Task Force. *Thorax.* 2006; 61: 744-746.
 - 16) Macintyre N, Crapo RO, *et al.*: Standardisation of the single-breath determination of carbon monoxide uptake in the lung. *Eur Respir J.* 2005; 26: 720-735.
 - 17) Chang JA, Curtis JR, *et al.*: Assessment of health-related quality of life in patients with interstitial lung disease. *Chest.* 1999; 116: 1175-1182.
 - 18) Jones PW, Quirk FH, *et al.*: A self-complete measure of health status for chronic airflow limitation. The St. George's Respiratory Questionnaire. *Am Rev Respir Dis.* 1992; 145: 1321-1327.
 - 19) Zigmond AS, Snaith RP: The hospital anxiety and depression scale. *Acta Psychiatr Scand.* 1983; 67: 361-370.
 - 20) Mahler DA, Ward J, *et al.*: Patient-reported dyspnea in COPD reliability and association with stage of disease. *Chest.* 2009; 136: 1473-1479.
 - 21) Holland AE, Spruit MA, *et al.*: An official European Respiratory Society/American Thoracic Society technical standard: field walking tests in chronic respiratory disease. *Eur Respir J.* 2014; 44: 1428-1446.
 - 22) American Thoracic Society/European Respiratory Society: ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002; 166: 518-624.
 - 23) Van Remoortel H, Raste Y, *et al.*: Validity of six activity monitors in chronic obstructive pulmonary disease: a comparison with indirect calorimetry. *PLoS One.* 2012; 7: e39198.
 - 24) Mantoani LC, Rubio N, *et al.*: Interventions to modify physical activity in patients with COPD: a systematic review. *Eur Respir J.* 2016; 48: 69-81.
 - 25) Kortajarena M, Zarrazquin I, *et al.*: Objectively and subjectively measured physical activity and its relation to cardiovascular risk factors in older people-Which is most appropriate? *Maturitas.* 2019; 123: 61-66.
 - 26) Sievi NA, Brack T, *et al.*: Physical activity declines in COPD while exercise capacity remains stable: A longitudinal study over 5 years. *Respir Med.* 2018; 141: 1-6.
 - 27) Arbillaga-Etxarri A, Gimeno-Santos E, *et al.*: Socio-environmental correlates of physical activity in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Thorax.* 2017; 72: 796-802.
 - 28) Shioya T, Sato S, *et al.*: Improvement of physical activity in chronic obstructive pulmonary disease by pulmonary rehabilitation and pharmacological treatment. *Respir Investig.* 2018; 56: 292-306.

〈Abstract〉**Effect of Pulmonary Rehabilitation on Physical Activity in Patients with Interstitial Lung Disease**

Kazuya SHINGAI, PT, MSc
Syunkaikai Inoue Hospital

Kazuya SHINGAI, PT, MSc, Ryo KOZU, PT, PhD
Department of Physical Therapy Science, Nagasaki University Graduate School of Biomedical Sciences

Tomoya OGAWA, PT, MSc, Fumiko WATANABE, PT, PhD, Jun HIRASAWA, PT, MSc,
Takuya MISHIMA, PT, MSc, Takuro FURUKAWA, PT, Yusuke NAGAE, PT, MSc
Department of Rehabilitation, Tosei General Hospital

Yasuhiro KONDOH, MD, PhD, Tomoki KIMURA, MD, PhD, Toshiaki MATSUDA, MD, PhD,
Kensuke KATAOKA, MD, PhD, Toshiki YOKOYAMA, MD, PhD, Yasuhiko YAMANO, MD, PhD
Department of Respiratory Medicine and Allergy, Tosei General Hospital

Objective: This study aimed to investigate the effect of pulmonary rehabilitation (PR) on physical activity in patients with interstitial lung disease (ILD).

Methods: Fourteen patients with idiopathic pulmonary fibrosis (IPF) and 17 patients with other ILD (non-IPF) received PR for 10 weeks. We evaluated physical activity (i.e., daily step count) and clinical measures before and after PR.

Results: There were significant improvements in 6-min walk distance (IPF: 442 vs 453 m, $p = 0.047$; non-IPF: 395 vs 470 m, $p = 0.033$) and quadriceps strength (IPF: 73.0 vs 85.5 Nm, $p = 0.009$; non-IPF: 62.5 vs 76.5 Nm, $p = 0.035$) after PR compared to baseline, whereas physical activity showed no significant change (IPF: 3,121 vs 2,056 steps, $p = 0.363$; non-IPF: 2,275 vs 2,510 steps, $p = 0.499$).

Conclusions: PR did not improve physical activity in patients with ILD. Further studies that focus on improving physical activity are needed.

Key Words: Interstitial lung disease, Physical activity, Pulmonary rehabilitation

研究論文 (原著)

高齢急性心不全に対する神経筋電気刺激療法を用いた 心臓リハビリテーション早期介入の安全性、 有効性についての検討*

—ランダム化比較試験—

岩 祐生輝^{1)2)#} 宮本 俊朗²⁾ 中川 彰人³⁾
安村 良男³⁾ 玉木 彰²⁾

要旨

【目的】 高齢急性心不全症例への神経筋電気刺激療法 (以下, NMES) の安全性, 有効性の検証。【方法】 75 歳以上の高齢急性心不全入院症例を心臓リハビリテーションのみの control 群と NMES を追加する NMES 群に無作為割り付けし, 介入 0 日目, 2 週目に安全性, 骨格筋指標, 身体機能指標を評価した。【結果】 control 群 8 例 (平均 83 歳) と NMES 群 10 例 (87 歳) が登録された。介入期間で両群ともに有害事象は認めなかった。また, NMES 群は, control 群に比べて 2 週目の大腿四頭筋筋厚 (control vs NMES; 9.6 ± 2.7 vs 13.8 ± 2.8 mm, $p = 0.012$), 膝関節伸筋筋力 (0.2 ± 0.1 vs 0.38 ± 0.1 Kgf/kg, $p = 0.016$) に高値を認めたが, 身体機能指標に有意差はなかった。【結論】 高齢心不全患者の急性期において, NMES は骨格筋量および筋力低下を有害事象なく抑制する可能性がある。

キーワード 高齢者, 急性心不全, 神経筋電気刺激療法, ランダム化群間比較試験

はじめに

近年, 高齢化による高血圧や弁膜症, 虚血性心疾患の増加などによって心不全の患者が急増している。本邦における外来心不全患者数は, 2015 年の時点で約 120 万人となり, 2030 年には約 130 万人に達すると推計されている¹⁾。高齢心不全患者の増加への対策が強化されており, 我が国では 2016 年日本心不全学会が中心となって, 75 歳以上の高齢心不全患者を対象にした治療指針 (高齢心不全患者の治療に関するステートメント) が策

定された²⁾。従来, 心不全にかかわる臨床試験は 60 歳台の患者が対象となるものが多かったが, 75 歳以上の後期高齢者に焦点をあてた診療ガイドラインは, 世界でもはじめての試みとして注目を集めた。

心不全は経年的に身体機能や日常生活活動 (Activity of daily living; 以下, ADL) 能力を低下させる。心不全の急性増悪の反復によって, 心不全が相加的に難治化していくとともに³⁾, 急性期治療における安静臥床によって生じる身体機能のデコンディショニングは筋力を約 20% 低下させる⁴⁾。高齢心不全患者では, このようなデコンディショニングに加えて, 低栄養を合併しやすく, 低栄養を合併すると, 筋力低下や筋萎縮はさらに助長される⁵⁾⁶⁾。これらの筋力低下は高齢心不全患者の ADL 能力低下の大きなリスク因子となり⁷⁻⁹⁾, 心不全再入院率を高める結果となる¹⁰⁾。したがって, 高齢心不全入院患者では, 入院早期から身体機能維持や筋力低下予防を目的とした, 適切なリハビリテーション (以下, リハ) が必要とされる。

早期リハの実施は, 集中治療室 (Intensive care unit; 以下, ICU) 入院患者の退院時 Barthel Index および機

* Safety and Efficacy of Early Cardiac Rehabilitation Intervention Using Neuromuscular Electrical Stimulation for Elderly Acute Heart Failure Patients: Randomized Controlled Trial

1) 社会医療法人中央会尼崎中央病院リハビリテーション科
(〒661-0976 兵庫県尼崎市潮江 1-12-1)

Yuki Iwa, PT, MSc: Department of Rehabilitation, Amagasaki-Chuo Hospital

2) 兵庫医療大学大学院医療科学研究科リハビリテーション科学領域
Yuki Iwa, PT, MSc, Toshiaki Miyamoto, PT, PhD, Akira Tamaki, PT, PhD: Department of Physical Therapy, Faculty of Rehabilitation, Hyogo University of Health Sciences

3) 社会医療法人中央会尼崎中央病院循環器内科
Akito Nakagawa, MD, PhD, Yoshio Yasumura, MD, PhD: Division of Cardiovascular Medicine, Amagasaki-Chuo Hospital

E-mail: ga-n.0511@ezweb.ne.jp

(受付日 2021 年 9 月 13 日 / 受理日 2021 年 11 月 15 日)
[J-STAGE での早期公開日 2022 年 1 月 18 日]

能的自立を改善させるとともに¹¹⁾、その後のADL能力を維持させることができる¹²⁻¹⁵⁾。日本循環器学会/日本心臓リハビリテーション学会合同ガイドラインである「心血管疾患におけるリハビリテーションに関するガイドライン」において、急性心不全（急性期～前期回復期）に対する早期心臓リハは、入院日数の短縮¹⁶⁾、退院時ADL能力の維持と心不全再入院抑制に有効であることが示されている¹⁶⁾。また、退院後の継続的な運動療法の実施は心不全再入院の回避を含めた長期予後の改善につながることから、その推奨クラスはIIb、エビデンスレベルはCに位置づけられている¹⁶⁾。一方、循環器疾患を含むICU滞在重症疾患患者においては、2週間の早期通常リハのみでは膝関節伸筋の筋萎縮が進む¹⁷⁾ことが報告されており、通常早期リハのみでは筋量や筋力維持に十分ではない可能性を示唆している。さらに高齢心不全患者に早期リハを実施する際には、加齢に伴う心拍出量の低下、血圧変動、末梢血管抵抗の増大などに注意する必要がある¹⁸⁾、積極的な早期リハを実施できない症例もみられる¹⁹⁾。したがって、高齢心不全患者に対する早期リハにおいて、安全性を担保したうえでの効果的な介入方法を確立することが喫緊の課題であるといえる。

近年、我々は積極的なリハを実施できない症例に対する運動療法の代替手段として、神経筋電気刺激（Neuromuscular Electrical Stimulation；以下、NMES）が、健康成人²⁰⁾や整形外科術後患者²¹⁾、糖尿病患者²²⁾の筋力、運動耐容能、糖代謝改善に有効であることを示してきた。NMESは他動的に筋収縮を誘発するものであり、自力での体動が困難な患者であっても、運動の効果を享受できる有効な手段である。また、NMESは、実際の随意的な運動と比較して、呼吸循環系の負担が少なく²³⁾、拮抗筋との同時収縮を起こすことが可能であるため、関節への負担も軽度である特徴を有している。慢性心不全患者に対するNMES介入を実施した先行研究において、有害事象もなく、下肢筋力や運動耐容能が改善したことが報告されている²⁴⁾。前述のガイドラインでは、デコンディショニングが進んだ慢性心不全の運動療法実施困難な患者への下肢NMESは推奨クラスがIIa、エビデンスレベルBとして確立されている¹⁶⁾。一方、急性期医療におけるNMESの応用においては、重症ICU患者（敗血症、多臓器不全、長期人工呼吸管理患者）における骨格筋筋厚低下の予防に有効であったとする報告がある一方²⁵⁾、7日間のNMESでは、敗血症患者の筋量維持に有効ではなかったとする報告もあり²⁶⁾、その有効性は対象疾患や介入期間によって異なるものと考えられる。高齢急性心不全患者は、急性期治療によってデコンディショニングが生じやすく、NMESを用いた早期リハを実施することによって、筋力低下や身体機能低下を最小

限に抑えられる効果が期待されているものの、その効果と安全性は明らかになっていない。

そこで、本研究では、高齢急性心不全入院患者を対象に、急性期安静臥床期間におけるNMESを用いた早期リハの安全性を検証するとともに、骨格筋量低下、筋萎縮進行や筋力低下予防に対する有効性を評価した。NMESを併用した早期リハ介入によりデコンディショニング予防が図れば、当該疾患高齢患者のADL低下軽減や予後改善につながることが期待される。

対象および方法

1. 研究デザイン

本研究はランダム化2群比較試験である。対象となる急性心不全患者が入院した際、患者本人もしくは家族から本研究への参加の同意を取得し、組入れ基準を満たした対象患者を本研究に登録した。対象者は通常リハプログラムを実施するcontrol群と通常リハプログラムにNMESを加えるNMES群にランダム化割り付けを行った。介入前の初回評価では骨格筋機能評価を含む観察項目を可能な範囲で評価した。NMES群では安全性としてNMES実施中の不整脈イベントの検出、NMES実施前後の血圧、脈拍、酸素飽和度を評価した。両群の有効性として、2週間の心不全加療およびリハ介入を終えた時点で観察項目の再評価を行った。

2. 対象者

2019年1月～11月に尼崎中央病院（以下、当院）において、フラミンガム診断基準²⁷⁾を満たす急性非代償性心不全で入院となった患者のうち、以下の基準を満たす症例を対象とした。組入れ基準は、1) 75歳以上であること、2) 入院直前まで歩行可能（補助具は使用可、介助を要さないこと）であったこと、3) 入院時のN-terminal pro-Brain Natriuretic Peptide（以下、NT-pro BNP）が400 pg/ml以上またはBrain Natriuretic Peptide（以下、BNP）が100 pg/ml以上であることとした。除外基準は、1) 入院時に急性冠症候群を合併していること、2) ペースメーカーが挿入されていること、3) 余命半年以内と診断されている心臓外疾患を有すること、4) 初回評価時に認知機能低下により運動指示にしたがえないと判断されたこと、5) 主治医が不適当と考えるものとした。

3. 倫理的配慮

本研究の概要を対象者に書面を用いて十分説明したのち文書同意を得た。試料、情報（研究に用いられる情報にかかわる資料を含む）の保管および廃棄は、対象者のプライバシーに十分配慮し、情報が外部に漏出しないよう研究実施施設での管理業務規程に則り管理した。本研究はヘルシンキ宣言に則って研究計画され、尼崎中央病

院倫理審査委員会にて実施計画書の承認（承認番号：201804）を得た後に実施された。

4. ランダム化割り付け

本研究では、乱数表をもとにした2ブロックランダム化割り付けを用いた。割り付けはリハ介入前に当院の1名の医師が行った。アウトカム評価者に対する割り付け情報の盲見化は行っていない。

5. 介入

対象者は入院後72時間以内にリハ介入を開始した。評価、介入は常に1名の理学療法士が担当した。

1) control 群

日本心臓リハビリテーション学会「心臓リハビリテーション標準プログラム」, 「急性期離床プログラム」に準じて実施した²⁸⁾。Stage Up 負荷試験に沿って離床プログラムを進め、離床プログラム終了後にレジスタンストレーニングおよび有酸素トレーニング中心の運動療法へ移行した。トレーニングでは、運動時の疲労度としてBorg 指数や血圧・脈拍の変動を指標とし、強度別のセラバンドを用いた上下肢トレーニング、段差昇降、エルゴメーター等を適宜使用し、負荷強度の拡大を図った。

2) NMES 群

リハ処方後、control 群と同様にプログラムを進めていくとともに、NMESを併せて実施した。NMESは我々の先行研究と同様に²⁰⁾、B-SES（ホーマーイオン研究所、Belt electrode Skeletal muscle Electrical Stimulation）を使用した。刺激電極を腰部、両大腿遠位部、両下腿遠位部に固定し、腰部以遠の両下肢を4 Hzで刺激した。パルス幅は56～260 μ sec、出力波形は指数関数的漸増波とした。刺激強度は被験者が耐えられる最大刺激強度とし、痛みや本人の訴えに応じて毎回調節した。刺激時間は1日に連続20分間として、1週間に連続5日間、合計10日間実施した。

6. 観察項目

1) 基本属性および患者背景

各群の基本属性、背景因子として、年齢、性別、Body mass index (BMI)、心不全分類、基礎心疾患、併存疾患、入院経過、投薬情報を診療録より収集した。

2) 主要評価項目

(1) 安全性評価（血圧、脈拍、酸素飽和度）

NMESの安全性を評価するために、NMES前後に、血圧、心拍数を計測し、実施中は心電図モニターを使用して不整脈のモニタリングを行った。異常な心拍血圧反応、致死性不整脈の発生を有害事象とし²⁹⁾、過剰な収縮期血圧の変化(>20 mmHg)、心拍数の変化(>20 拍/分)、持続性心室頻拍、心室細動の有無を評価した。

また骨格筋損傷の有無を介入前後の血中Creatinine Phosphokinase（以下、CPK）濃度変化で評価した。

(2) 大腿四頭筋筋厚

超音波測定装置（日立アロカメディカル社製）を用いて、背臥位で膝関節完全伸展位での大腿中央前面部筋（大腿直筋および中間広筋）の筋厚計測を行った。膝関節伸展制限を有する被験者に関しては膝蓋部後面にクッションを入れ、良肢位にて評価を行った。大腿直筋と中間広筋の測定は、膝蓋骨上縁と上前腸骨棘を結ぶ直線の中間点とした³⁰⁾。中心周波数25 MHzのプロブを皮膚面に対して垂直に接触させ超音波断層画像を記録し、計測はImage J (Rasband WS, Maryland)を用いて皮下脂肪下から大腿骨までの各筋組織厚(mm)を計測した。筋厚測定におけるIntraclass Correlation Coefficients（以下、ICC(1,1)）は0.96であった。

(3) 膝関節伸展筋力

膝関節伸展筋力は、5秒間の等尺性収縮にて計測した。測定にはハンドヘルドダイナモメーター（酒井医療、Hand-Held Dynamometer：以下、HHD、MT-100W）を用いた。端座位にて、股関節および膝関節を90°屈曲位でHHDのベルトを下腿遠位部に装着して測定した。センサーベルトは初回評価時と2週後で同じ長さに設定し、ベルト下縁を外果下縁から3横指上の下腿前面に合わせて下腿軸に垂直に装着し、ベルトが弛まないように床と水平を保って測定した。計測時には、体側の座面に手を置き臀部が床面より浮かないように指示した。またバルサルバ効果を避けるため息こらえをしないように指示した。測定は左右各2回ずつ行い、最大値を代表値(Kgf)として記録し、体重(kg)で除した値を算出した。膝関節伸展筋力の測定におけるICC(1,1)は0.98であった。

3) 副次評価項目

(1) 身体機能評価

10 m 歩行速度、6分間歩行距離、Short Physical Performance Battery (SPPB)、Barthel indexを評価した。評価時期は2週後の介入翌日とした。初回評価時は血行動態が不安定であることが多いため、介入2週後のみ評価した。

7. 統計解析

連続変数は平均値±標準偏差、離散変数は実数(%)として表した。2群比較にはカイ二乗検定または対応のないt検定を使用した。また、大腿四頭筋筋厚、膝関節伸展筋力の経時的変化については、介入の有無と測定時期(Day0、Day14)の2要因における分割プロット分散分析を行い、事後検定に多重比較(Tukey法)の補正を用いた。なお、有意水準は5%とし、統計処理はR version 2.8.1 (R.Ihaka and R.Gentleman, 1996)を使用した。

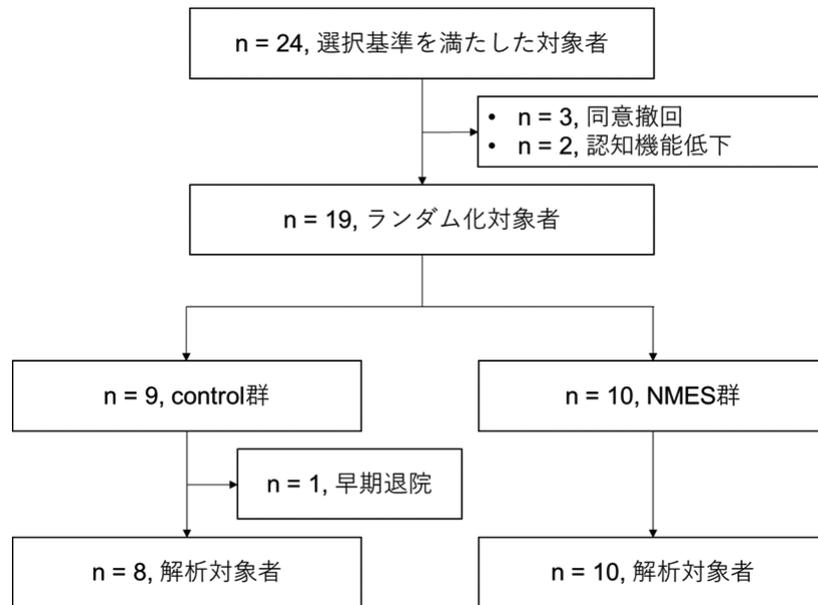


図 1 対象者のフローチャート
NMES : Neuromuscular Electrical Stimulation

結 果

1. 解析対象者

1) フローチャート

組入れ基準を満たした対象者は 24 名で、そのうち、5 名が除外された（同意撤回：3 名，認知機能低下：2 名）。19 名に対して、ランダム化割り付けを行った結果，control 群は 9 名，NMES 群は 10 名となった。9 名の control 群のうちの 1 名は，介入終了後の評価を実施できずに退院したため，最終的な解析対象者は control 群が 8 名，NMES 群が 10 名であった（図 1）。

2) 基本属性および患者背景

参加症例の平均年齢は 85.1 歳であり，いずれも Clinical Scenario（以下，CS）分類 1 もしくは 2 に属し，入院時血圧は 100 mmHg 以上が確保されていた。また入院時左室駆出率（Left ventricular ejection fraction；以下，LVEF）の平均値は 55.0% であり，HFpEF（Heart failure with preserved ejection fraction）が 15 症例（83%）と大半を占めた。各群の患者背景について，control 群（平均 82.9 歳）に対し NMES 群（86.9 歳）は有意ではないもののやや高齢であった（ $p = 0.053$ ）。また，control 群は女性の割合が高かった（7 症例 / 8 症例）が，NMES 群は男性の割合が高かった（8 症例 / 10 症例）（ $p = 0.035$ ）。CS 分類，入院時 LVEF，HFpEF の割合，併存症や投薬内容において，両群間に有意差を認めなかった（表 1）。

2. 主要評価項目

1) NMES の安全性

主要安全性評価項目の結果を表 2 に示す。NMES 群 10 症例の収縮期血圧は実施前 134 ± 15 mmHg，実施後 134 ± 14 mmHg（ $p = 0.971$ ），脈拍数は実施前 69 ± 7 拍 / 分，実施後 71 ± 7 拍 / 分（ $p = 0.459$ ）であり，いずれも実施前後に有意差を認めなかった。NMES 実施前後における過度の収縮期血圧上昇（ >20 mmHg），心拍数増加（ >20 拍 / 分），また致死性不整脈等の有害事象は見られなかった。また，介入前（Day0）における血中 CPK 濃度は CPK-MM: 98.0 ± 0.6 IU/L，CPK-MB: 2.2 ± 0.6 IU/L であったが，介入後 Day14 では，CPK-MM: 98.0 ± 0.3 IU/L，CPK-MB: 2.1 ± 0.3 IU/L であり，いずれも介入前後で有意な変化は認めなかった。

2) 大腿四頭筋筋厚の変化（図 2）

筋厚の経時変化において，control 群と NMES 群との間に交互作用を認めた（ $p = 0.001$ ）。control 群の筋厚は Day0: 12.2 ± 2.9 mm，Day14: 9.6 ± 2.7 mm と有意に減少していたが（ $p = 0.002$ ），NMES 群では，Day0: 13.6 ± 2.4 mm，Day14: 13.8 ± 2.8 mm と有意な変化は認められなかった（ $p = 0.904$ ）。

3) 膝関節伸展筋力の変化（図 3）

膝関節伸展筋力の経時変化において，control 群と NMES 群との間に交互作用を認めた（ $p = 0.029$ ）。control 群の筋力は Day0: 0.22 ± 0.10 Kgf/kg，Day14: 0.20 ± 0.10 Kgf/kg と有意差を認めなかったが（ $p = 0.512$ ），NMES 群では Day0: 0.29 ± 0.10 Kgf/kg，Day14: 0.38 ± 0.1 Kgf/kg と有意に増強していた（ $p = 0.031$ ）。

表 1 基本属性、背景因子の比較

	全症例 (n = 18)	control 群 (n = 8)	NMES 群 (n = 10)	p 値
年齢 (歳)	85.1 ± 4.4	82.9 ± 4.0	86.9 ± 4.0	0.053
性別 (男性)	9 (50%)	1 (12%)	8 (80%)	0.035
BMI (kg/m ²)	21.9 ± 3.3	22.0 ± 4.5	21.8 ± 2.0	0.926
CS 分類 (1 / 2)	10 / 8	5 / 3	5 / 5	0.608
NYHA 分類 (II / III / IV)	7 / 6 / 5	2 / 3 / 3	5 / 3 / 2	0.421
LVEF (%)	55.0 ± 6.7	56.6 ± 8.6	51.4 ± 15.0	0.432
HFrEF/HFpEF	3/15	0/8	3/7	0.147
心房細動	13 (72%)	6 (75%)	7 (70%)	0.821
基礎心疾患				
虚血性心疾患	3 (16%)	1 (12%)	2 (20%)	0.683
心筋症	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	NA
弁膜症	2 (11%)	1 (12%)	1 (10%)	0.872
併存既往疾患				
高血圧	16 (89%)	6 (75%)	10 (100%)	0.173
糖尿病	3 (16%)	2 (25%)	1 (10%)	0.443
慢性腎臓病	10 (56%)	4 (50%)	6 (60%)	0.692
呼吸器疾患	6 (33%)	3 (37%)	3 (30%)	0.751
整形外科疾患	5 (28%)	1 (12%)	4 (40%)	0.207
脳血管疾患	5 (28%)	3 (37%)	2 (20%)	0.453
入院経過				
立位開始日 (病日)	1.4 ± 1.2	2.0 ± 1.8	1.2 ± 0.6	0.422
歩行開始日 (病日)	2.6 ± 2.1	2.0 ± 1.8	2.0 ± 2.0	0.572
治療時間 (単位時間)	21.4 ± 4.2	23.0 ± 4.3	20.0 ± 3.6	0.102
投薬情報				
ACEi	3 (16%)	0 (0%)	3 (30%)	0.081
ARB	11 (61%)	6 (75%)	5 (50%)	0.307
β 遮断薬	8 (44%)	5 (62%)	4 (40%)	0.372
硝酸薬	1 (6%)	0 (0%)	1 (10%)	0.321
利尿薬	18 (100%)	8 (100%)	10 (100%)	NA
カルシウム拮抗薬	10 (56%)	3 (37%)	7 (70%)	0.198
カルペリチド持続点滴	8 (44%)	5 (62%)	3 (30%)	0.193

平均値 ± 標準偏差もしくは実数 (%)

ACEi : Angiotensin-converting-enzyme inhibitor

ARB : Angiotensin II Receptor Blocker

BMI : Body Mass Index

CS : Clinical scenario

HFpEF : Heart failure with preserved ejection fraction

HFrEF : Heart failure with reduced ejection fraction

LVEF : Left ventricular ejection fraction

NMES : Neuromuscular Electrical Stimulation

NYHA : New York Heart Association

3. 副次評価項目

各群の身体機能評価項目の結果を表 3 に示す。すべての項目において両群間に有意差は認められなかった。

考 察

1. 心不全急性期における NMES の安全性

血行動態が不安定な心不全急性期において、リハ介入

をどこまで進めるかについては症例ごとの個別の判断を要し¹⁶⁾、NMES 併用の可否についても十分なコンセンサスは得られていない。本研究では、入院時 NYHA II ~ IV の高齢急性心不全症例に NMES を併用したが、実施前後に有意な血圧、心拍数の変化はなく、致死性不整脈もみられなかった。また、実施前後の血中 CPK 濃度にも有意な変化は見られず、生化学所見に反映される筋

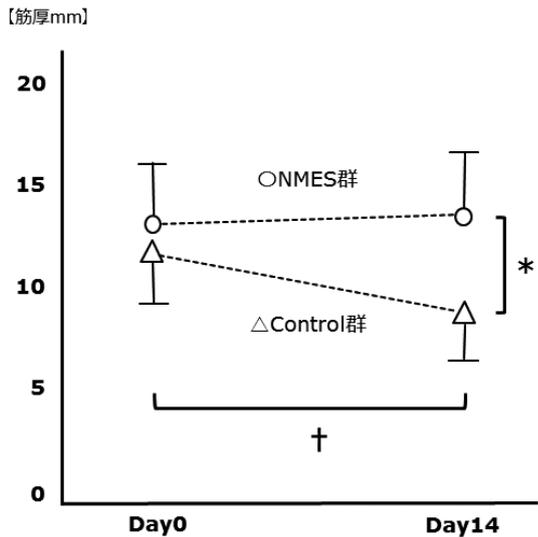
表 2 安全性評価項目

NMES 実施前後の計測値	NMES 施行前	NMES 施行後	p 値
収縮期血圧 (mmHg)	134 ± 15	134 ± 14	0.971
心拍数 (回 / 分)	69 ± 7	71 ± 7	0.459

有害事象の判定基準	陽性症例数
収縮期血圧の変化 (>20 mmHg)	0 例 / 10 例
心拍数の変化 (>20 回 / 分)	0 例 / 10 例
致死性不整脈; 持続性 VT or VF	0 例 / 10 例

血中 CPK 濃度の変化	Day0	Day14	p 値
CPK-MM (IU/L)	2.2 ± 0.6	2.1 ± 0.3	0.661
CPK-MB (IU/L)	98.0 ± 0.6	98.0 ± 0.3	0.661

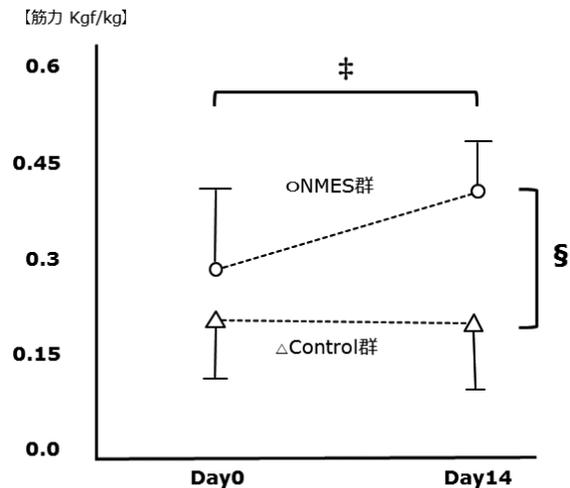
平均値 ± 標準偏差
 CPK-MB : Creatine Phosphokinase Myocardial Band
 CPK-MM : Creatine Phosphokinase Muscle Band
 NMES : Neuromuscular Electrical Stimulation
 VT : ventricular tachycardia
 VF : ventricular fibrillation



	Day0	Day14	P値
Control群 (mm) (n = 8)	12.2 ± 2.9	9.6 ± 2.7	0.002
NMES群 (mm) (n = 10)	13.6 ± 2.4	13.8 ± 2.8	0.904

図 2 大腿四頭筋筋厚の変化

平均値 ± 標準偏差
 分割プロット分散分析 tukey 法 (事後検定)
 * : Day14 での両群間比較 (p = 0.012)
 † : Day0 と Day14 での Control 群の群内比較 (p = 0.002)
 NMES : Neuromuscular Electrical Stimulation



	Day0	Day14	P値
Control群 (Kgf/kg) (n = 8)	0.22 ± 0.10	0.20 ± 0.10	0.512
NMES群 (Kgf/kg) (n = 10)	0.29 ± 0.10	0.38 ± 0.10	0.031

図 3 膝関節伸展筋力の変化

平均値 ± 標準偏差
 分割プロット分散分析 tukey 法 (事後検定)
 § : Day14 での両群間比較 (p = 0.016)
 ‡ : Day0 と Day14 での NMES 群の群内比較 (p = 0.031)
 NMES : Neuromuscular Electrical Stimulation

損傷もなかったものと考えられる。NMESに関する先行研究では、運動器疾患²⁵⁾、呼吸器疾患³¹⁾、回復期や維持期の慢性心不全³²⁾において、有害事象なしで筋力低下の予防を図ることができたことが報告されている。Dobsakら³³⁾も、NYHA III～IVの重症慢性心不全症例 (n = 15, 年齢 56.5 ± 5.2 歳) において、NMES実施過

程の血圧、脈拍、CPKの有意义的変動はなかったことを報告している。Iwatsuら³⁴⁾の研究では、開心術後症例を対象に、手術翌日よりNMESを実施したところ、バイタルサインの異常変動、致死性不整脈などを認めなかったことより、NMESを手術翌日からでも安全に実施することが可能であることを示している。先行研究と同様に、我々の今回の結果は、NMESは心不全急性期

表3 副次評価項目（身体機能評価項目）

	control 群 (n = 8)	NMES 群 (n = 10)	p 値
10 m 歩行速度 (m/s)	0.67 ± 0.25	0.90 ± 0.20	0.133
6MWD (m)	208.0 ± 119.0	293.0 ± 93.5	0.170
SPPB (点)	6.1 ± 5.2	9.7 ± 2.0	0.165
Barthel Index (点)	55.6 ± 30.0	76.5 ± 18.0	0.117

平均値 ± 標準偏差

いずれも Day14 での評価結果を示す。

6MWD : 6-minute walk distance

SPPB : Short Physical Performance Battery

より安全に実施可能であることを示しており、NMES を併用した早期リハビリ介入が循環動態および骨格筋に有害事象をきたす可能性は低いものと考えられる。

2. 高齢急性心不全患者の骨格筋量および筋力、身体機能について

本研究の control 群では、通常の早期リハビリのみでは介入前後 2 週間で膝関節伸筋の筋厚低下 (12.2 ± 2.9 mm to 9.6 ± 2.7 mm, $p = 0.002$) がみられたが、NMES 併用群では筋厚低下抑制効果 (13.6 ± 2.4 mm to 13.8 ± 2.8 mm, $P = 0.904$) が得られた (図 2)。Gruther ら²⁵⁾ は ICU 滞在期間中の非心臓疾患症例 ($n = 43$, 平均年齢 55 歳) に対し 2 週間の早期通常リハビリを行っても膝関節伸筋の筋厚低下 (15.9 ± 5.3 cm to 13.7 ± 5.0 cm, $p = 0.002$) が進行することを報告している。また、Gerovasili ら¹⁷⁾ も ICU 入室後の重症疾患症例 ($n = 49$ [NMES: 24, control: 25], 年齢 59 ± 21 歳) に早期通常リハビリのみを実施しても、大腿筋断面積は減少する (32.9 ± 9.7 cm² to 20.1 ± 5.4 cm², $p < 0.001$) ことを報告している。このように、重症症例では早期からリハビリ介入を実施しても、通常リハビリのみでは対象疾患にかかわらず、遅筋および速筋線維への積極的な運動負荷をかけることができないため、筋量維持には不十分であることが考えられる。また、80 歳台前後の高齢者を対象とした合田らの報告³⁵⁾ の患者層 (男性 23 名, 大腿四頭筋筋厚 14.6 ± 4.2 mm, 女性 37 名, 大腿四頭筋筋厚 14.0 ± 4.3 mm) と比較しても、本研究の対象となった高齢心不全入院症例は、介入開始時の大腿四頭筋筋厚が低値を示しており、さらに、フレイルの進行した患者層であった可能性がある。背景には、入院前より慢性心不全による運動耐容能低下を潜在的に有していた可能性があり、心不全急性期離脱後の廃用をより積極的に回避するためには NMES を含めた介入手段を検討するメリットは小さくないものと考えられる。

本研究の対象者である急性心不全症例は、生体への急激な侵襲によって筋タンパク異化が亢進することから、筋量減少およびそれに伴う筋萎縮が懸念される状態にあ

る。さらに高齢症例では、安静臥床が長期化しやすく身体的デコンディショニングによって筋量低下はさらに助長される⁴⁾。また、一般的に、骨格筋は加齢に伴って速筋線維が退縮、減少するが、安静臥床に伴う廃用性筋萎縮では速筋線維より遅筋線維がより退縮しやすいとされている³⁶⁾。つまり、高齢者の急性心不全症例では、速筋線維、遅筋線維双方の筋萎縮による筋量減少が生じているものと予想される。NMES は、筋力発揮に優れた速筋線維と有酸素代謝能力に優れた遅筋線維の双方を収縮させ、レジスタンス運動と有酸素運動の 2 つのトレーニング効果を併せ持っている³⁷⁾。これは、NMES による特異的な運動単位の動員方法が起因している。随意的な収縮では、遅筋線維の運動単位から順に動員され、発揮される筋力の増加に伴って速筋線維の運動単位が動員される (サイズの原理)。一方で、NMES は電気抵抗の少ない直径の大きい軸索が支配する速筋線維の運動単位も非選択的に動員されるため³⁸⁾、低強度の刺激であっても速筋線維および遅筋線維が動員される。このようにして、NMES はレジスタンスおよび持久性トレーニング双方のトレーニング効果を発揮する¹⁹⁾。本研究の高齢急性心不全症例においても、NMES の特異的な生理学的反応を鑑みると NMES 群では速筋線維、遅筋線維双方に筋萎縮および筋力低下の予防効果が得られた可能性がある。安静臥床等に伴う筋変性や筋量減少は疾患の新規発症や手術侵襲から 48 時間以内にはじまるとされている³⁹⁾。Gerovasili らの報告¹⁷⁾ では、ICU 重症疾患症例への NMES は、骨格筋量減少予防に有効であることを報告しており、急性心不全症例に対する本研究においても、同様の効果を示唆する結果であった。また、NMES 群では骨格筋量は減少せずに介入前と同程度であったにもかかわらず、筋力は有意な向上が得られた。単位横断面積当たりの筋力である固有筋力は年齢や体格にかかわらず、理論上は一定値をとると考えられるが、ヒト生体組織の固有筋力値には筋線維タイプ⁴⁰⁾⁴¹⁾ やモチベーション、筋や腱の stiffness⁴²⁾⁴³⁾ が関与するほか、神経的要因が大きく影響する⁴⁴⁾⁴⁵⁾。特に高齢者では、

若年者に比して最大収縮時における主動筋の活動量減少⁴⁶⁾⁴⁷⁾や拮抗筋の共収縮量増加⁴⁸⁾⁴⁹⁾がみられるため、このような神経的要因が高齢者の固有筋力減少の主因と考えられている。池添⁵⁰⁾は、高齢者では若年者よりも固有筋力指数の変動係数が大きいことを示しており、筋力発揮能力にかかわる神経的要因の個人差は高齢者においてより拡大することを示唆している。すなわち、高齢者では神経的要因の賦活化効果が得られる余地がより大きく、高齢急性心不全症例においてもNMESによる神経的要因の賦活化を介した筋力増強効果が得られた可能性がある。Ron Bordeら⁵¹⁾は、健康高齢者に対するレジスタンストレーニングの効果は筋力に比べ筋厚への影響ははるかに小さいことを報告している。またcontrol群でもNMES群同様に固有筋力は増大していることが考えられるため、骨格筋量は減少したものの筋力が維持されていた可能性がある。

一方、副次評価項目である身体機能においては、10 m歩行速度、6分間歩行距離、SPPB、Barthel indexいずれも両群で有意差が認められなかった。善田ら⁵²⁾は呼吸困難によって臥床傾向にある間質性肺炎症例(n = 58, 平均年齢75歳)に対して、3週間の通常リハ(有酸素、レジスタンストレーニング)にNMESを併用したところ、control群と比較して、NMES群で膝関節伸展筋力が向上したことや6分間歩行距離が延長したことを報告している。

本研究では、NMES介入期間は2週間と限定的であり、身体機能向上までの効果を得るには介入期間が短かったものと考えられる。また、NMESの効果を踏まえたうえで、全身に対する随意的な運動療法の積極的なステップアップが不十分であった可能性も考えられる。

3. 本研究の限界と今後の課題

本研究結果には解釈に注意すべき限界がある。まず対象症例数が18症例と少数であり、有害事象は確認されず安全性に一定の評価はできたものの、普遍的な安全性を示すのに十分な症例数とはいえない。また単施設での研究であり、施設バイアスが避けられない点にも注意が必要となる。介入に際しランダム化割り付けを行ったが、NMES群は男性に、control群は女性に偏っており、特にこの研究結果からNMESの安全性、有効性を女性症例にあてはめることは難しい。今後は多施設研究を視野に入れ、十分な症例数の確保、各バイアスの影響を回避し、NMESのより一般的な安全性、有効性を示す必要がある。

結 論

高齢急性心不全症例において、早期リハ介入としてのNMESの併用は、骨格筋量や筋力の低下を安全に軽減

できる可能性が示唆された。NMESの歩行能力やバランス能力などの身体機能向上への付加効果については、今後さらなる検証が期待される。

利益相反

開示すべき利益相反はない。

謝辞：本研究に参加いただいた患者様ならびにそのご家族様に感謝申し上げます。また本研究に貢献いただいた当院リハビリテーション科理学療法士スタッフ、循環器内科スタッフ、病棟看護師スタッフ、臨床検査部スタッフに感謝申し上げます。

文 献

- 1) Shimokawa H, Miura M, *et al.*: Heart failure as a general pandemic in Asia. *Eur J Heart Fail.* 2015; 17: 884-892.
- 2) 高齢心不全患者の治療に関するステートメント 日本心不全学会ガイドライン委員会. http://www.asas.or.jp/jhfs/pdf/Statement_HeartFailure.pdf (2016年10月16日引用)
- 3) Gheorghide M, De Luca L, *et al.*: Pathophysiologic targets in the early phase of acute heart failure syndromes. *Am J Cardiol.* 2005; 96(6A): 11G-17G.
- 4) Perme C, Chandrashekar R: Early mobility and walking program for patients in intensive care units: creating a standard of care. *Am J Crit Care.* 2009; 18: 212-221.
- 5) Truong, AD, Fan E, *et al.*: Bench-to bedside review: mobilizing patients in the intensive care unit-from pathophysiology to clinical trials. *Crit Care.* 2009; 13: 216.
- 6) Kortebein P, Ferrando A, *et al.*: Effect of 10 days of bed rest on skeletal muscle in healthy older adults. *JAMA.* 2007; 297: 1772-1774.
- 7) Dumitru L, Liescu A, *et al.*: Disability in COPD and chronic heart failure is the skeletal muscle the final common pathway? *Maedica(Buchar).* 2013; 8: 206-213.
- 8) Maraldi C, Volpato S, *et al.*: Anemia physical disability and survival in older patients with heart failure. *J Card Fail.* 2006; 12: 533-539.
- 9) Zuccala G, Onder G, *et al.*: Cognitive dysfunction as a major determinant of disability in patients with heart failure results from a multicenter survey On behalf of the GIFA (SIGG -ONLUS) investigators. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2001; 70: 109-112.
- 10) 日本循環器学会. 循環器疾患診療実態調査報告書. https://www.j-circ.or.jp/jittai_chosa/jittai_chosa2015web.pdf (2016年12月2日引用)
- 11) Schweickert WD, Pohlman MC, *et al.*: Early physical and occupational therapy in mechanically ventilated, critically ill patients: a randomised controlled trial. *Lancet.* 2009; 373: 1874-1882.
- 12) Adler J, Malone D: Early mobilization in the intensive care unit: a systematic review. *Cardio pulm Phys Ther.* 2012; 23: 5-13.
- 13) Kayambu G, Boots R: Physical therapy for the critically ill in the ICU: a systematic review and meta analysis. *Crit Care Med.* 2013; 41: 1543-1554.
- 14) Li Z, Peng X, *et al.*: Active mobilization for mechanically ventilated patients: a systematic review. *Arch Phys Med Rehabil.* 2013; 94: 551-561.
- 15) Sommers J, Engelbert RH, *et al.*: Physiotherapy in the intensive care unit: an evidence based, expert driven,

- practical statement and rehabilitation recommendations. *Clin Rehabil.* 2015; 29: 1051-1063.
- 16) 2021年改訂版 心血管疾患におけるリハビリテーション. https://www.j-circ.or.jp/cms/wp-content/uploads/2021/03/JCS2021_Makita.pdf (2021年3月引用)
 - 17) Gerovasili V, Stefanidis K, *et al.*: Electrical muscle stimulation preserves the muscle mass of critically ill patients: a randomized study. *Crit Care.* 2009; 13: R161.
 - 18) Nuhr MJ, Pette D, *et al.*: Beneficial effect of chronic low-frequency stimulation of thigh muscles in patients with advanced chronic heart failure. *Eur Heart J.* 2004; 25: 136-143.
 - 19) 新井智之: 高齢者のリスクとその対応. *理学療法—臨床・研究・教育.* 2007; 24: 12-17.
 - 20) Miyamoto T, Kamada H, *et al.*: Low-intensity electrical muscle stimulation induces significant increases in muscle strength and cardiorespiratory fitness. *Eur J Sport Sci.* 2016; 16: 1104-1110.
 - 21) Hasegawa S, Kobayashi M, *et al.*: Effect of early implementation of electrical muscle stimulation to prevent muscle atrophy and weakness in patients after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Electromyogr Kinesiol.* 2011; 21(4): 622-630.
 - 22) Miyamoto T, Iwakura T, *et al.*: Impact of prolonged neuromuscular electrical stimulation on metabolic profile and cognition-related blood parameters in type 2 diabetes: A randomized controlled cross-over trial. *Diabetes Res Clin Pract.* 2018; 142: 37-45.
 - 23) Hamada T, Sasaki H, *et al.*: Enhancement of whole body glucose uptake during and after human skeletal muscle low-frequency electrical stimulation. *J Appl Physiol.* 2003; 94: 2107-2112.
 - 24) Smart NA, Dieberg G: Functional electrical stimulation for chronic heart failure: a meta-analysis. *Int J Cardiol.* 2013; 167: 80-86.
 - 25) Gruther W, Kainberger F, *et al.*: Effects of neuromuscular electrical stimulation on muscle layer thickness of knee extensor muscles in intensive care unit patients: a pilot study. *J Rehabil Med.* 2010; 42: 593-597.
 - 26) Poulsen JB, Moller K, *et al.*: Effect of transcutaneous electrical muscle stimulation on muscle volume in patients with septic shock. *Crit Care Med.* 2011; 39: 456-461.
 - 27) PA McKee, WP Castelli, *et al.*: The natural history of congestive heart failure: the Framingham study. *N Engl J Med.* 1971; 285: 1441-1446.
 - 28) 心不全の心臓リハビリテーション標準プログラム, 日本リハビリテーション学会. https://www.jacr.jp/web/wp-content/uploads/2015/04/shinfuzen2017_2.pdf. (2017年7月引用)
 - 29) Iwatsu K, Yamada S, *et al.*: Feasibility of Neuromuscular Electrical Stimulation Immediately After Cardiovascular Surgery. *Arch Phys Med Rehabil.* 2015; 96: 63-68.
 - 30) 福元喜啓, 池添冬芽, 他: 超音波画像診断装置を用いた骨格筋の量的・質的評価. *理学療法科学.* 2015; 42: 65-71.
 - 31) Hasegawa S, Kobayashi M, *et al.*: Effect of early implementation of electrical muscle stimulation to prevent muscle atrophy and weakness in patients after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Electromyogr Kinesiol.* 2011; 21: 622-630.
 - 32) Maddocks M, Gao W, *et al.*: Neuromuscular electrical stimulation for muscle weakness in adults with advanced disease. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013; 1: CD009419.
 - 33) Dobsak P, Novakova M, *et al.*: Low-frequency electrical stimulation increases muscle strength and improves blood supply in patients with chronic heart failure. *Circ J.* 2006; 70: 75-82.
 - 34) Iwatsu K, Yamada S, *et al.*: Feasibility of Neuromuscular Electrical Stimulation Immediately After Cardiovascular Surgery. *Arch Phys Med Rehabil.* 2015; 96: 63-68.
 - 35) 合田明生, 村田 伸, 他: 要介護高齢者における大腿四頭筋筋力と大腿前面筋厚・脂肪厚, 大腿周径, 大腿前面筋硬度との関連. *Japanese Journal of Health Promotion and Physical Therapy.* 2019; 8: 181-185.
 - 36) 石井直方: サルコペニアのメカニズムとその予防・改善のためのトレーニング. *Functional Food Research.* 2018; 14: 88-98.
 - 37) Maffiuletti NA: Physiological and methodological considerations for the use of neuromuscular electrical stimulation. *Eur J Appl Physiol.* 2010; 110: 223-234.
 - 38) M Jubeau, J Gondin, *et al.*: Random motor unit activation by electrostimulation. *Int J Sports Med.* 2007; 28: 901-904.
 - 39) Hermans G, DeJonghe B, *et al.*: Clinical review: Critical illness polyneuropathy and myopathy. *Crit Care.* 2008; 12: 238.
 - 40) Thorstensson A: Muscle strength, fibre types and enzyme activities in man. *Acta Physiol Scand Suppl.* 1976; 443: 1-45.
 - 41) Nygaard E, Houston M, *et al.*: Morphology of the brachial biceps muscle and elbow flexion in man. *Acta Physiol Scand.* 1983; 117: 287-292.
 - 42) Reeves ND, Maganaris CN: Effect of strength training on human patella tendon mechanical properties of older individuals. *J Physiol.* 2003; 548: 971-981.
 - 43) Stackhouse SK, Stevens JE, *et al.*: Maximum voluntary activation in non-fatigued and fatigued muscle of young and elderly individuals. *Phys Ther.* 2001; 81: 1102-1109.
 - 44) Doherty TJ: Invited review; Aging and sarcopenia. *J Appl Physiol.* 2003; 95: 1717-1727.
 - 45) Frontera WR, Suh D, *et al.*: Skeletal muscle fiber quality in older men and women. *Am J Physiol Cell Physiol.* 2000; 279: C611-C618.
 - 46) Harridge SD, Kryger A, *et al.*: Knee extensor strength, activation, and size in very elderly people following strength training. *Muscle Nerve.* 1999; 22: 831-839.
 - 47) Wiuegard KJ, Hicks AL, *et al.*: 12-year follow-up - up study of ankle muscle function in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 1996; 51: B202-B207.
 - 48) Klein CS, Rice CL: Normalized force, activation, and coactivation in the arm muscles of young and old men. *J Appl Physiol.* 2001; 91: 1341-1349.
 - 49) Macaluso A, Nimmo MA, *et al.*: Contractile muscle volume and agonist antagonist coactivation account for differences in torque between young and older women. *Muscle Nerve.* 2002; 25: 858-863.
 - 50) 池添冬芽: 加齢による大腿四頭筋の形態的特徴および筋力の変化について高齢女性と若年女性との比較. *理学療法科学.* 2007; 34: 232-238.
 - 51) Borde R, Hortobágyi T, *et al.*: Dose-Response Relationships of Resistance Training in Healthy Old Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med.* 2015; 45: 1693-1720.
 - 52) 善田督史, 津島健司, 他: 間質性肺疾患に対する神経電気刺激と随意運動の併用療法の効果. *理学療法科学.* 2021; 36: 295-306.

<Abstract>**Safety and Efficacy of Early Cardiac Rehabilitation Intervention Using Neuromuscular Electrical Stimulation for Elderly Acute Heart Failure Patients: Randomized Controlled Trial**

Yuki IWA, PT, MSc

Department of Rehabilitation, Amagasaki-Chuo Hospital

Yuki IWA, PT, MSc, Toshiaki MIYAMOTO, PT, PhD, Akira TAMAKI, PT, PhD

Department of Physical Therapy, Faculty of Rehabilitation, Hyogo University of Health Sciences

Akito NAKAGAWA, MD, PhD, Yoshio YASUMURA, MD, PhD

Division of Cardiovascular Medicine, Amagasaki-Chuo Hospital

Objectives: We aimed to evaluate the safety and efficacy of neuromuscular electrical stimulation (NMES) for the prevention of muscle weakness in elderly patients with acute heart failure.

Methods: Patients aged 75 years or older who hospitalized for acute heart failure were randomly assigned to control or NMES group. After evaluating patient background on day 0, we examined safety assessment of NMES group and efficacy assessments of each group involving skeletal muscle function (quadriceps muscle thickness and knee extensor strength) and physical functional assessment (10-m walk test, 6-min walk test, Short Physical Performance Battery, and Barthel index) at the end of the 2-week intervention.

Results: 8 patients of control group (mean age of 83-year) and 10 patients of NMES group (87-year) were analyzed. Patients in NMES group showed no adverse events during the intervention. While the patients in NMES group showed significant predominance in muscle thickness (control vs. NMES; 9.6 ± 2.7 mm vs. 13.8 ± 2.8 mm, $p = 0.012$) and knee extension strength (0.20 ± 0.10 Kg/kg vs. 0.38 ± 0.10 Kg/kg, $p = 0.016$) compared with the patients in control group at the end of the intervention, they showed no further advantages in the physical function.

Conclusion: These results suggest that NMES is safely applicable for elderly patients with acute heart failure and also that NMES might be beneficial for preventing skeletal muscle deconditioning.

Key Words: Elderly, Acute heart failure, Neuromuscular electrical stimulation, Randomized control trial

研究論文 (原著)

痙直型脳性麻痺児者の Manual Ability Classification System と年齢を考慮した上肢機能とセルフケアの違い*

楠本 泰士^{1)2)#} 加藤 真希³⁾ 藤井香菜子⁴⁾
廣澤 匠⁵⁾ 松田雅弘⁶⁾ 高木 健志²⁾

要旨

【目的】痙直型脳性麻痺 (以下, CP) 児者の上肢機能とセルフケアについて, 手指操作能力分類システム (以下, MACS) や年代別の違いと, MACS レベル I の脳性麻痺児者と対照児との上肢機能の違いを明らかにすることを目的とした。【方法】MACS レベル I ~ III の CP 児者 64 名, 健常対照児 29 名を対象とし, CP 児者は MACS レベルごとに年少群と年長群に分類した。Box and Block Test (以下, BBT) と握力, Pediatric Evaluation of Disability Inventory (PEDI) のセルフケアを測定し比較した。【結果】BBT はすべての MACS レベルで年少群と年長群で差がないが, 握力とセルフケアは一部の MACS レベルで年長群の値が高かった。対照児の上肢の粗大な器用さと握力は全 MACS レベルの年長群と比べて高かった。【結論】CP 児者では, 上肢の器用さは MACS レベルで異なり, 発達経過は健常児と異なる可能性がある。MACS レベル I の CP 児者でも対照児と比べて上肢機能が劣っている可能性が示唆された。

キーワード 脳性麻痺, 手指操作能力分類システム, Pediatric Evaluation of Disability Inventory, セルフケア, Box and Block Test

はじめに

脳性麻痺児者は, 上肢の筋力低下に加えて, 動作における正確さやスムーズさ, 器用さ, 環境に対処する能力が低下しており, 様々な上肢機能の問題を抱えている¹⁾²⁾。上肢機能の問題は, 脳性麻痺のほぼすべてのタイプに存在し, 関節可動域や握力, 対象物の把持やリリースなど

様々な運動制御が関連している³⁾。そのため, 脳性麻痺児者は, 日常生活における物の使用にしばしば困難をきたし, 特に両手を用いた動作が求められるセルフケアが制限されることが多い⁴⁾。脳性麻痺児者の日常生活活動評価に関するシステムティックレビューでは, 着衣, 入浴などのセルフケアの評価には, Pediatric Evaluation of Disability Inventory (以下, PEDI) が最良の尺度とされている⁵⁾。PEDI は, 日常生活におけるセルフケア, 移動, 社会的機能の 3 つの領域における子どもの能力と実際のパフォーマンスを評価するために用いられる。PEDI の対象年齢は, 生後 6 ヶ月から 7.5 歳となっており, 7.5 歳までにほぼすべての項目が達成されるように作成されている。各領域の点数を対象者間で比較する場合や 7.5 歳以上の方で使用する場合には, 健常児データを基に Rasch 分析によって作成された PEDI の尺度スコアを用いて比較することが可能である。そのため, PEDI は, 対象年齢以上の方々にも多く用いられており, 国内のガイドラインでも, その使用が推奨されている⁶⁾⁷⁾。

乳児期や学童期, 青年期の脳性麻痺児者では, 上肢機能に著明な左右差や機能制限がある場合, 機能の優れた側の上肢をおもに使用し, 生活していく。脳性麻痺児の

* Differences in Upper-limb Function and Self-care by Manual Ability Classification System Level and Age among Children and Adolescents with Spastic Cerebral Palsy

1) 福島県立医科大学保健科学部理学療法学科

(〒960-8516 福島県福島市栄町 10-6)

Yasuaki Kusumoto, PT, PhD: Department of Physical Therapy, Fukushima Medical University School of Health Sciences

2) 東京工科大学医療保健学部リハビリテーション学科理学療法専攻
Yasuaki Kusumoto, PT, PhD, Kenji Takaki, PT, PhD: Major of Physical Therapy, Department of Rehabilitation, School of Health Sciences, Tokyo University of Technology

3) 島田療育センターはちおうじ

Maki Kato, PT: Department of Rehabilitation, Shimada Ryoiku Center Hachioiji

4) 精陽学園

Kanako Fujii, PT, PhD: Seiyo Gakuen

5) 太陽の門福祉医療センター

Takumi Hirosawa, PT, MSc: Department of Rehabilitation, Taiyounomon Welfare Medical Center

6) 順天堂大学保健医療学部理学療法学科

Tadamitsu Matsuda, PT, PhD: Department of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Juntendo University

E-mail: kusumoto@fmu.ac.jp

(受付日 2021 年 9 月 2 日/受理日 2021 年 11 月 17 日)

[J-STAGE での早期公開日 2022 年 1 月 20 日]

利き手の巧緻動作と粗大な動作は、非利き手よりも優れており⁸⁾、非対称な上肢の使用はさらなる機能障害へとつながるため、手指操作能力は、脳性麻痺児者の日常生活機能への重要性を考慮すると、早期から継続的に評価されるべき項目である⁹⁾。脳性麻痺に対する上肢機能の評価は多く存在し、各評価ツールの信頼性と有効性が確認されており²⁾、脳性麻痺児者の機能的なスキルを測定するために使用されている。しかし、日本における脳性麻痺児者の上肢機能評価について、まとまった報告は少ない。

いくつかの先行研究にて、手指操作能力分類システム (Manual Ability Classification System; 以下, MACS) レベルごとの上肢機能の違いや MACS とセルフケアとの関係性が報告されており、MACS は、日常生活動作における機能的自立を予測する要因のひとつと考えられている¹⁰⁻¹²⁾。MACS とは対象の日常での上肢機能を5段階に分類した評価尺度であり、レベル I とは対象物の取り扱いを簡単に行うことが可能なレベル、レベル II とは多くの対象物を取り扱うことができるが、質的低下や時間超過を認める状態、レベル III とは対象物の取り扱いに困難をきたし、事前の準備や活動の援助が必要なレベル、レベル IV とはかなり環境調整した限定した場面でのみ簡単な操作が可能なレベル、レベル V とはすごく簡単な動作さえ困難なレベルである¹⁰⁾。MACS レベル I の脳性麻痺児は日常生活動作における制限が少ないことが予想されるが、上肢機能を健常児と比較した報告はなく、健常児とどの程度の機能的な違いがあるのかは不明である。粗大運動能力と手指操作能力の機能レベルが高い児は、普通校への進学や一般就労をめざすことが多いが、小学校から高等学校に進学するにつれ、これまで実施されてきた補助教員の配置や試験時間の延長、科目ごとの配慮などの実施が減ることが多い。MACS レベル I の脳性麻痺児の上肢機能が、健常児と比べて低いのであれば、生活環境に応じて児に合わせた配慮をする必要があり、医療者は様々な調整を行うべきである。

上肢機能は日常生活動作に密接にかかわるだけでなく、粗大運動機能の低下した者では移動時に上肢を利用するため、小児リハビリテーションの分野では職種を問わず、上肢機能の評価が重要となる。脳性麻痺児は手指操作能力のレベルや年齢によって、上肢機能やセルフケアの実施状況に差が生じる可能性がある。しかし、先行研究の対象児の年齢は2～15歳までとなっており¹⁰⁻¹²⁾、青年期後半の情報がない。同様の MACS レベルの児であっても、セルフケアのような日常生活動作は、学童期や青年期前半にできなかったことが青年期後半には、できるようになることがある。これまで、脳性麻痺児者の上肢機能やセルフケアの特徴について MACS レベルと年齢を考慮して比較した報告はない。脳性麻痺児者の上

肢機能やセルフケアについて、MACS レベルや年代別の違いが明らかになれば、縦断的なリハビリテーションや治療介入を提供する際の指針となる。

そこで、本研究では、痙直型脳性麻痺児者の上肢機能とセルフケアについて、MACS レベルや年代別の違いを明らかにすること、MACS レベル I の脳性麻痺児者と対照児との上肢機能の違いを明らかにすることを目的とした。

対象および方法

1. 対象

本研究デザインは横断研究として対象者の募集は小児関連の4施設で実施した。対象の取り込み基準は7～22歳の痙直型脳性麻痺児者74名と対照児として都内の一般高等学校に通学している15～16歳の健常児31名とした。Box and Block Test (以下, BBT) の測定に背もたれのない端座位保持と一定の上肢機能が求められるため、除外基準は粗大運動能力分類システム (Gross Motor Function Classification System; 以下, GMFCS) レベル V の者、MACS レベル IV, V の者、過去6ヵ月以内に脳神経外科手術や整形外科手術、ボツリヌス療法を実施した者、簡単な口頭指示にしがえない者とした。基準を満たした痙直型脳性麻痺児者64名、対照児29名を分析対象とした。

今回、対象の選択に用いた GMFCS とは、対象者の日常的な移動能力から5段階に分類した評価尺度であり、GMFCS のレベル I とは屋内外を歩き、走行や跳躍などを速度やバランスは減退しているレベルである。レベル II とは歩行や階段の昇りにてクラッチや手すりを使用するなどの制限を伴って歩行可能なレベル、レベル III とは歩行補助具や車椅子を使用して移動可能なレベル、レベル IV とは歩行補助具で移動可能だが車椅子での介助を受けたり電動車椅子で移動するレベルである¹³⁾。

また、全脳性麻痺児者の年齢の平均値が14.2歳だったことから、脳性麻痺児者を年代間で比較するために、対象を MACS レベル I～III ごとに7～14歳の年少群と15～22歳の年長群に分類した。

なお、本研究は東京工科大学倫理審査委員会の承認後 (承認番号: 第 E14HS-004 号)、対象と保護者には口頭と書面で説明し、承諾を得て実施した。

2. 測定項目

測定項目は BBT, 握力, PEDI の3つとした。測定は、小児分野にかかわる理学療法士4名 (平均経験年数7.3年, 5～9年) と作業療法士1名 (経験年数5年) が実施した。

1) BBT

BBT の検者間信頼性は級内相関係数 (Intraclass cor-

relation coefficients : 以下, ICC) が 0.93 ~ 1.00 の間であると報告されている¹⁴⁾。BBT は, 上肢の協調動作を含んだ上肢の粗大な器用さを評価する検査である。53.7 cm × 25.4 cm の長方形の箱の中央部に仕切りがあり, 対象の正面に中央部に仕切りがくるように箱を置く。測定側に位置する箱から非測定側に位置する箱に 2.5 cm 角の木製のブロックを 1 つずつ移動させ, 1 分間でブロックを何個移動させることができるかを測定する¹⁵⁾。本研究での測定姿勢は背もたれに寄りかからない椅子座位とした。測定開始前に 15 秒間の練習を行ってから, 利き手, 非利き手の順に 1 回ずつ測定を行った。

本研究に先立ち, 研究に参加していない脳性麻痺児者 8 名 (平均年齢 ± 標準偏差 : 23.9 ± 13.1 歳, MACS レベル I : 2 名, レベル II : 3 名, レベル III : 3 名,) を対象に 1 ヶ月以内に 2 回測定を行い, 検者内信頼性の検証を行ったところ, ICC (3,1) は左右共に 0.95 だった。なお, 国内の書籍では検者内信頼性の検証に, ICC (1,1) もしくは ICC (3,1) を使用する記載が散見されるが, 本研究における検者内信頼性の検証は, 引用文献¹⁶⁾ の記載の通り, ICC (3,1) を採用した。

2) 握力

握力は, 握力計 (TOEI LIGHT 社製, 握力計グリップ D) を用いて, 新体力テスト実施要項に基づき¹⁷⁾, 立位にて利き手, 非利き手の順に 2 回測定を行った。立位保持の困難な GMFCS レベル III, IV の者は背もたれのない端座位にて測定を行った。2 回の測定値のうち, 最大値を採用した。

3) PEDI

PEDI は多くの研究で信頼性, 妥当性, 反応性が報告されている⁵⁾。PEDI は, セルフケア, 移動, 社会的機能の 3 つの領域により構成され, 各領域に機能的スキルの尺度, 介護者による援助尺度および調整尺度の 3 つの尺度がある。機能的スキルは, 193 項目からなり各項目を実施する能力があるのかを可 (1 点) か不可 (0 点) で記録する。一方, 介助者による援助尺度は, 家庭や幼稚園, 学校などの日常環境で実際に行っていることを評価し, 自立 (5 点) から全介助 (0 点) の 6 段階で点数化する¹⁸⁾。

今回はセルフケアの能力とパフォーマンスを調査するために PEDI のセルフケアの機能的スキルの尺度 (73 項目の 0 ~ 73 点), 介護者による援助尺度 (8 項目の 0 ~ 40 点) を測定した。PEDI のセルフケア領域は, 食事や口腔ケア, 器具や飲料容器の使用, 鼻のケア, 洗体, 更衣, 排泄などの項目からなる。PEDI の評価は, 保護者もしくは本人へのインタビューにて実施し, 尺度化スコアを算出し, 分析に用いた。尺度化スコアは, 機能的スキルと介護者による援助尺度の点数を満点が 100 点となるように変換するものである。同様の上肢機能レベル

の者であってもセルフケアの能力やパフォーマンスは, 年齢による影響を強く受けるため, 年齢による素点の影響を除くために尺度化スコアを算出した。

3. 統計解析

MACS レベルごとに年少群と年長群の脳性麻痺児者の機能の違いを明らかにするために各パラメータの比較を二元配置分散分析および単純主効果検定にて検討した。次に, 年長群の脳性麻痺児者と対照児との違いを明らかにするために, MACS レベルごとの年長群と対照児の 4 群間での性別をカイ二乗検定, 年齢, 身長, 体重, BBT, 握力の各パラメータの比較を一元配置分散分析および Bonferroni の多重比較検定にて検討した。また, 4 群間での一元配置分散分析の検定力を, BBT と握力の結果から, 症例数と平均値, 標準偏差を基に算出した。統計処理には IBM SPSS Statistics Ver.27 を使用し, 有意水準を 5% とした。

結 果

1. 対象者の属性

対象者のフローチャートと分析方法の内訳を図 1 に, 対象者の属性を表 1 に示した。MACS レベル I の年長群は, 対照児と比べて年齢が高く, 身長と体重は差がなかった。

2. MACS レベルと年齢による 2 群による検討

脳性麻痺児者における MACS レベルと年齢による 2 群の分散分析表を表 2 に, 各パラメータの値を表 3 に示した。BBT では MACS レベルに主効果を認め, 握力と PEDI セルフケアでは MACS レベルと年齢による 2 群に主効果を認めた。また, すべての項目で交互作用は確認されなかった。

単純主効果検定の結果, BBT における MACS 間の比較では, 利き手, 非利き手において, 年少群と年長群ともに MACS レベル I がレベル II, III と比べて有意に多かった。また, 年少群の利き手の BBT は MACS レベル II がレベル III より有意に多かった。年少群と年長群の比較では, BBT はすべての MACS レベルで年齢による 2 群間に差はなかった。

握力における MACS 間の比較では, 年少群において利き手, 非利き手の握力は, 各 MACS レベル間で差がなかった。年長群の利き手の握力では, MACS レベル I がレベル II, III と比べて有意に高く, 非利き手の握力ではレベル I がレベル III と比べて有意に高かった。年少群と年長群の比較では, MACS レベル I の年長群で両側の握力が有意に高かった。また, MACS レベル II では年長群の非利き手の握力が, MACS レベル III では年長群の利き手の握力が年少群と比べて有意に高かった。

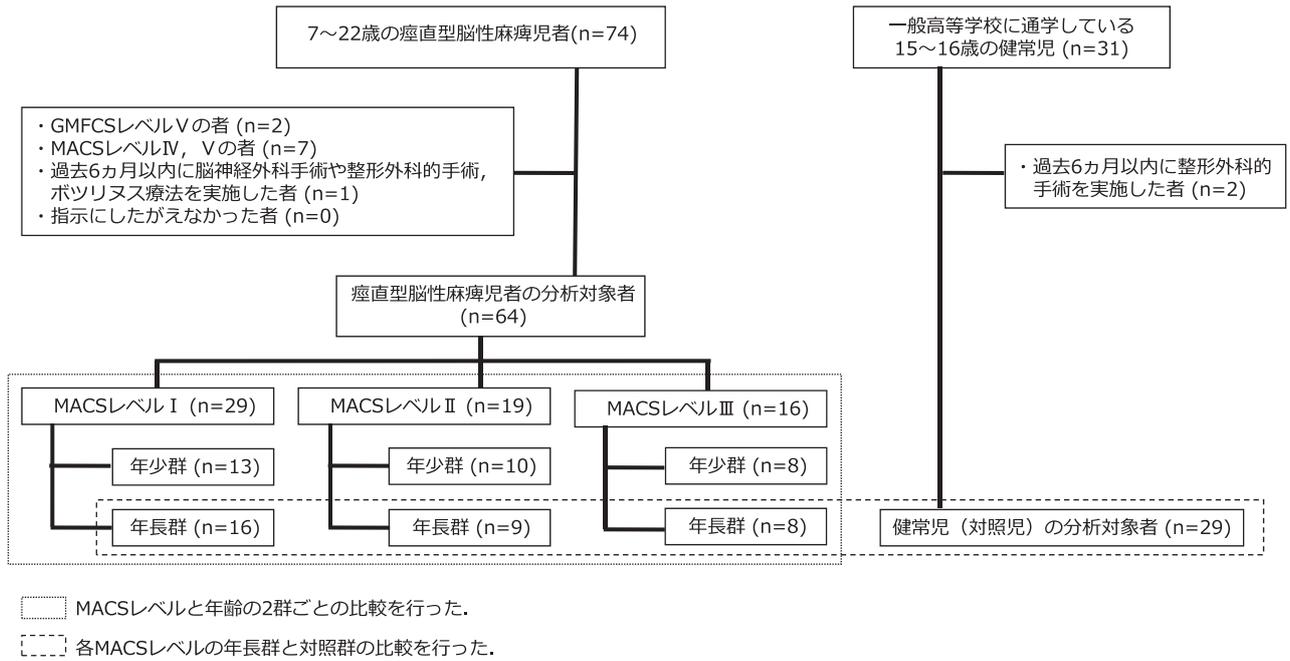


図 1 フローチャートと分析方法の内訳

表 1 対象者の属性

	年齢による 2 群	MACS I	MACS II	MACS III	対照児 (29 名)	p 値
性別 (男, 女) (名)	年少群	7, 6	5, 5	5, 3	-	-
	年長群	9, 7	4, 5	2, 6	14, 15	0.54
年齢 (歳, (幅))	年少群	11.4 (2.6) (7-14)	10.4 (2.5) (7-14)	11.1 (2.6) (7-14)	-	-
	年長群	17.2 (2.3) (15-22) * †	17.0 (1.8) (15-21) * †	17.3 (1.0) (15-18) * †	15.2 (0.4) (15-16)	< 0.01
身長 (cm)	年少群	136.5 (12.9)	136.1 (10.3)	128.8 (21.7)	-	-
	年長群	159.9 (8.7) *	149.1 (6.5) * †	153.5 (10.2) * †	163.6 (7.9)	< 0.01
体重 (kg)	年少群	29.4 (6.4)	35.4 (9.9)	25.5 (7.8)	-	-
	年長群	48.4 (11.1) *	43.8 (5.8) †	42.5 (4.4) * †	53.5 (7.5)	< 0.01
利き手 (右, 左) (名)	年少群	5, 8	5, 5	1, 7	-	-
	年長群	13, 3	6, 3	4, 4	28, 1	0.01
麻痺タイプ (片麻痺, 両麻痺, 四肢麻痺) (名)	年少群	4, 9, 0	2, 7, 1	0, 3, 8	-	-
	年長群	3, 13, 0	0, 6, 3	0, 3, 5	-	-
GMFCS (I, II, III, IV) (名)	年少群	9, 4, 0, 0	2, 2, 3, 3	0, 0, 2, 6	-	-
	年長群	6, 9, 1, 0	2, 4, 3, 0	0, 0, 3, 5	-	-

脳性麻痺児者内の MACS レベルと年少群年長群の比較は二元配置分散分析を行った。p 値は各 MACS レベルの年長群と対照児の 4 群間でのカイ二乗検定, 一元配置分散分析の値を表した。

MACS: Manual Ability Classification System, GMFCS: Gross Motor Function Classification System, 平均値 (標準偏差),

*: 年少群 vs 年長群, †: 対照児 vs MACS I, MACS II, MACS III, * †: p < 0.05.

PEDI における MACS 間の比較では, 年少群の機能的スキルと介助者による援助尺度において, MACS レベル I がレベル II, III と比べて有意に高かった。年長群の機能的スキルと介助者による援助尺度では MACS レベル I と II がレベル III と比べて有意に高かった。年少群と年長群の比較では, MACS レベル II の年長群で機能的スキルと介助者による援助尺度が有意に高かった。

3. 年長群の脳性麻痺児者と対照児との比較

年長群の脳性麻痺児者と対照児における各パラメータの比較を表 4 に示した。BBT の結果から算出した検定力の推定値は利き手, 非利き手ともに 0.99, 握力の結果から算出した検定力の推定値は利き手が 0.97, 非利き手が 0.97 だった。

多重比較検定の結果, 対照群と比べて MACS レベル I の握力のみ有意差が確認されず, MACS レベル I の

表 2 脳性麻痺児における各パラメータの分散分析表

		F 値	自由度	p 値	
BBT 利き手	MACS	34.10	2	< 0.01	
	年少群年長群	0.48	1	0.49	
	MACS × 年少群年長群	0.66	2	0.52	
	非利き手	MACS	24.05	2	< 0.01
		年少群年長群	1.67	1	0.20
		MACS × 年少群年長群	0.07	2	0.94
握力 利き手	MACS	6.42	2	< 0.01	
	年少群年長群	20.78	1	< 0.01	
	MACS × 年少群年長群	1.98	2	0.15	
	非利き手	MACS	9.63	2	< 0.01
		年少群年長群	27.61	1	< 0.01
		MACS × 年少群年長群	1.62	2	0.21
PEDI セルフケア 機能的スキル	MACS	25.28	2	< 0.01	
	年少群年長群	5.70	1	0.02	
	MACS × 年少群年長群	1.37	2	0.26	
PEDI セルフケア 介助者による援助	MACS	29.19	2	< 0.01	
	年少群年長群	7.65	1	< 0.01	
	MACS × 年少群年長群	2.68	2	0.08	

BBT : Box and Block Test, MACS : Manual Ability Classification System,
PEDI : Pediatric Evaluation of Disability Inventory

表 3 脳性麻痺児における MACS レベルごとの年少群と年長群の各パラメータの比較

		年齢による 2 群	MACS I	MACS II	MACS III
BBT 利き手 (個)	年少群	49.2 (6.7) [43.1-55.3]	36.1 (14.4) [29.1-43.1] †	21.8 (7.0) [14.0-29.5] ‡, §	
	年長群	53.3 (16.1) [47.8-58.8]	33.4 (4.3) [26.1-40.8] †	26.3 (5.4) [18.5-34.0] ‡	
非利き手 (個)	年少群	39.9 (12.9) [32.6-47.1]	23.6 (15.4) [15.3-31.9] †	14.1 (7.8) [4.9-23.4] ‡	
	年長群	45.8 (16.8) [39.3-52.4]	27.0 (10.8) [18.3-35.7] †	17.9 (5.9) [8.6-27.1] ‡	
握力 利き手 (kg)	年少群	15.2 (6.5) [10.6-19.8]	15.3 (12.2) [10.1-20.6]	9.2 (7.7) [3.3-15.1]	
	年長群	30.2 (9.2) [26.1-34.4] *	20.9 (7.2) [15.4-26.5] †	17.9 (2.5) [12.0-23.8] *, ‡	
非利き手 (kg)	年少群	13.0 (6.8) [8.8-17.3]	5.3 (4.3) [0.5-10.2]	6.8 (6.2) [1.4-12.2]	
	年長群	25.2 (10.6) [21.4-29.1] *	19.2 (8.8) [14.1-24.3] *	11.9 (4.2) [6.5-17.3] ‡	
PEDI セルフケア 機能的スキル (点)	年少群	91.0 (12.0) [84.3-97.7]	73.2 (11.4) [65.5-80.8] †	61.3 (7.8) [52.7-69.8] ‡	
	年長群	92.5 (14.4) [86.5-98.6]	86.5 (15.1) [78.4-94.5] *	68.9 (6.0) [60.3-77.4] ‡, §	
PEDI セルフケア 介助者による援助 (点)	年少群	94.8 (10.9) [87.3-102.3]	73.8 (20.2) [65.3-82.3] †	61.4 (16.1) [51.9-71.0] ‡	
	年長群	97.6 (9.7) [90.8-104.3]	94.4 (8.4) [85.4-103.4] *	66.9 (15.1) [57.3-76.4] ‡, §	

MACS : Manual Ability Classification System, BBT : Box and Block Test, PEDI : Pediatric Evaluation of Disability Inventory,
平均値 (標準偏差) [95% 信頼区間], *: 年少群 vs 年長群, †: MACS I vs MACS II, ‡: MACS I vs MACS III, §: MACS II vs MACS III,
*, †, ‡, § : p < 0.05.

BBT やその他の MACS レベルの脳性麻痺児者の BBT と握力は、対照児と比べて利き手、非利き手ともに、有意に低下していた。脳性麻痺児者の MACS レベル別の比較では、MACS レベル I の BBT と握力が総じてレベル II、III と比べて高く、MACS レベル II と III の間で差があった項目はなかった。

考 察

1. MACS レベル間での検討

今回、すべての項目に交互作用が確認されなかったことから、上肢の粗大な器用さや握力、セルフケアに対する手指操作能力と年齢の違いは個別に考慮する必要性があるといえる。

MACS レベル間での比較では、MACS レベルが高い

表 4 年長群の脳性麻痺児者と対照児における各パラメータの比較

	脳性麻痺児者			対照児 (29 名)	p 値
	MACS I (16 名)	MACS II (9 名)	MACS III (8 名)		
BBT 利き手 (個)	53.3 (16.1) [44.7-61.9] *	33.4 (4.3) [30.2-36.7] *, †	26.3 (5.4) [21.8-30.7] *, ‡	78.6 (7.6) [75.7-81.5]	< 0.01
非利き手 (個)	45.8 (16.8) [36.9-54.7] *	27.0 (10.8) [18.7-35.3] *, †	17.9 (5.9) [12.9-22.8] *, ‡	76.9 (7.9) [73.9-80.0]	< 0.01
握力 利き手 (kg)	30.2 (9.2) [25.3-35.1]	20.9 (7.2) [15.4-26.5] *	17.9 (2.5) [15.8-20.0] *, ‡	33.1 (9.2) [29.5-36.6]	< 0.01
非利き手 (kg)	25.2 (10.6) [19.6-30.9]	19.2 (8.8) [12.5-26.0] *	11.9 (4.2) [8.4-15.4] *, ‡	31.8 (8.9) [28.4-35.2]	< 0.01

MACS : Manual Ability Classification System, BBT : Box and Block Test,

平均値 (標準偏差) [95% 信頼区間], * : 対照児 vs MACS I, MACS II, MACS III, † : MACS I vs MACS II, ‡ : MACS I vs MACS III, *, †, ‡ : p < 0.05.

ほど、上肢の粗大な器用さと握力、セルフケアの各値が総じて高かったが、年少群の握力は、利き手、非利き手ともに MACS レベル間で差がなかった。MACS レベルの高い者は、片麻痺や両麻痺児の割合が多く、MACS レベルが低くなるほど両麻痺や四肢麻痺児の割合が増え、GMFCS レベルも低くなるといわれている¹¹⁾¹²⁾。また、脳性麻痺児者は、麻痺タイプにかかわらず体幹機能が低下しており、GMFCS レベルと体幹機能障害は相関していることが明らかになっている¹⁹⁾。本対象児者も MACS レベルごとに麻痺タイプや GMFCS レベルが異なっており、MACS レベル I であっても GMFCS の内訳からわかるように、体幹機能障害のある者が含まれていた。座位バランスと BBT のような上肢の器用さは関連しており²⁰⁾²¹⁾、体幹の姿勢制御の改善によって得られる体幹や近位筋の安定性の改善は、上肢機能の向上につながる²²⁾²³⁾。今後、上肢機能やセルフケアの改善を図る際には、体幹機能の影響に着目する必要があると考えられる。

また、握力の結果から、7～14 歳の年齢層の脳性麻痺児では MACS レベル間で握力に差はないが、15～22 歳の年齢層の脳性麻痺児者では MACS レベル間で差があった。縦断的に経過を追う際や、運動課題や負荷量の設定時には、MACS レベルだけでなく年齢に応じた配慮を行う必要がある。

2. 年齢による 2 群間での検討

年齢による 2 群間の比較では、BBT はすべての MACS レベルで年代間に差がなかった。健常児者における BBT の先行研究では、6～7 歳にて 50 個前後だった値が 14～15 歳にて 75 個、18～19 歳にて 80 個、20～24 歳にて 90 個で最大となり、その後は加齢とともに低下し、65 歳以上では 60 個前後へと推移する¹⁵⁾²⁴⁾。このように健常児の場合、本研究と同様の年齢層である 7～14 歳の年少群と 15～22 歳の年長群の年代間では、年長群で BBT の値が高くなり、青年期後半まで上肢の器用さは発達するといえる。しかし、本研究における脳性麻痺児者では、すべての MACS レベルにおいて年少群と年

長群の年代間で BBT の値に差がなかった。BBT のような器用さの課題は一般的に短時間で行われ、手の操作性と協調性が求められる²⁴⁾。先行研究¹⁵⁾²⁴⁾と本研究結果から、脳性麻痺児者では、手の操作性と協調性が求められる上肢の器用さの発達経過は健常児と異なる可能性がある。

今回、握力と PEDI セルフケアでは一部の MACS レベルで年長群の方が年少群より高値だった。特に PEDI では、MACS レベル I と III の脳性麻痺児者は、年代間に差はなかったが、MACS レベル II の脳性麻痺児者は年長群が年少群より高値となった。国際生活機能分類 (International Classification of Functioning, Disability and Health ; ICF) の概念において重要な activities は、capacity と performance からなり、PEDI は、セルフケアの capacity を意味する機能的スキルとセルフケアの performance を意味する介助者による援助尺度を測定することができる⁵⁾。今回、脳性麻痺児者の握力や MACS レベル II の者の機能的スキルと介助者による援助尺度のセルフケアが、年長群で有意に高かったことから、脳性麻痺児者の握力や MACS レベル II の者のセルフケア能力は、加齢に伴い変化する可能性が示された。握力やセルフケアの評価は、成長における筋力変化の観点や PEDI セルフケアの機能的スキルには年齢が関与するという報告²⁵⁾からも、縦断的なりハビリテーションや治療介入を実施する際には同様の MACS レベルの児であっても年齢によって値が変わる可能性を考慮する必要がある。脳性麻痺児のセルフケアを改善するために、目標指向型の集中的なトレーニングや両側上肢に対する運動介入、CI 療法 (Constraint induced movement therapy) などが実施されている²⁶⁻²⁸⁾。より効果的な介入を行うためにも、今回得られた MACS レベルや年齢ごとの上肢機能やセルフケアの特徴を考慮することが重要である。

3. 年長群の脳性麻痺児者と対照児での検討

脳性麻痺児者でもっとも上肢機能レベルの高い MACS レベル I の年長群は、健常児である対照児と比べても上肢の粗大な器用さと握力が低いことが明らかとなった。

BBT の 95% 信頼区間は、利き手、非利き手の順に MACS レベル I が 44.7-61.9, 36.9-54.7, 対照児が 75.7-81.5, 73.9-80.0 と値の重なりがなかった。MACS レベル I の年長群は、対照児よりも年齢が高い脳性麻痺片麻痺、両麻痺の者だった。MACS レベル I のように手指操作能力に大きな問題がない場合でも、BBT のように速度が求められる課題では、BBT の 95% 信頼区間から判断しても、脳性麻痺児者は健常児と比べて上肢機能が大きく低下している可能性がある。

4. 本研究の限界

本研究は MACS レベル I の対象者に比べて、MACS レベル II, III の対象者が少なかったため、年齢による 2 群間の比較結果を一般化するには限界がある。MACS レベルごとに上肢機能を比較している先行研究は、片麻痺や両麻痺、四肢麻痺など麻痺タイプが混在する¹⁰⁻¹²⁾。今回は、アテトーゼ型や混合型などの麻痺タイプを除いて実施したため、本研究で得られた結果は痙直型脳性麻痺児者の MACS レベルごとの上肢機能やセルフケアの基礎的な情報であることに注意する必要がある。今後は対象者の MACS レベルを広げての調査や二次障害の発生による機能変化などを明らかにしていく必要がある。

結 論

脳性麻痺児者では、上肢の器用さは MACS レベル I, II, III の間で異なるが、各 MACS レベルの年代間の比較では差がなく、発達経過は健常児と異なる可能性が示唆された。脳性麻痺児者の上肢機能やセルフケアを評価する際には、評価ごとに MACS レベルや年齢による違いを考慮する必要性や、MACS レベル I の脳性麻痺児者でも対照児と比べて上肢機能が劣っている可能性が示唆された。

利益相反

本研究の一部は、平成 27 年度公益社団法人フランスベッド・メディカルホームケア研究・助成財団の助成を受けて実施した。その他、開示すべき利益相反はない。

謝辞：今回、研究を行うにあたり、対象児の募集や測定にご尽力いただいた東京都立南平高等学校の石川丈晴先生、太陽の門福祉医療センターの吉岡 潤先生、ご協力いただいた対象児の方々に深謝いたします。

文 献

- Klingels K, Feys H, *et al.*: Arm and hand function in children with unilateral cerebral palsy: a one-year follow-up study. *Eur J Paediatr Neurol.* 2012; 16: 257-265.
- Gilmore R, Sakzewski L, *et al.*: Upper limb activity measures for 5- to 16-year-old children with congenital hemiplegia: a systematic review. *Dev Med Child Neurol.* 2010; 52: 14-21.
- McConnell K, Johnston L, *et al.*: Upper limb function and deformity in cerebral palsy: a review of classification systems. *Dev Med Child Neurol.* 2011; 53: 799-805.
- Wallen M, Stewart K: Upper limb function in everyday life of children with cerebral palsy: Description and review of parent report measures. *Disabil Rehabil.* 2014; 37: 1353-1361.
- James S, Ziviani J, *et al.*: A systematic review of activities of daily living measures for children and adolescents with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2014; 56: 233-244.
- 日本リハビリテーション医学会：脳性麻痺リハビリテーションガイドライン（第2版）. 金原出版, 東京, 2014, pp. 50-63.
- 中 徹：脳性麻痺 理学療法診療ガイドラインを使うために. *理学療法学.* 2015; 42: 524-529.
- Arnould C, Penta M, *et al.*: Hand impairments and their relationship with manual ability in children with cerebral palsy. *J Rehabil Med.* 2007; 39: 708-714.
- Majnemer A, Shikako-Thomas K, *et al.*: The relationship between manual ability and ambulation in adolescents with cerebral palsy. *Phys Occup Ther Pediatr.* 2013; 33: 243-252.
- Kuijper MA, van der Wilden GJ, *et al.*: Manual ability classification system for children with cerebral palsy in a school setting and its relationship to home self-care activities. *Am J Occup Ther.* 2010; 64: 614-620.
- Ohrvall AM, Eliasson AC, *et al.*: Self-care and mobility skills in children with cerebral palsy, related to their manual ability and gross motor function classifications. *Dev Med Child Neurol.* 2010; 52: 1048-1055.
- Gunel MK, Mutlu A, *et al.*: Relationship among the manual ability classification system (MACS), the gross motor function classification system (GMFCS), and the functional status (WeeFIM) in children with spastic cerebral palsy. *Eur J Pediatr.* 2009; 168: 477-485.
- Palisano, R, Rosenbaum P, *et al.*: Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 1997; 39: 214-223.
- Platz T, Pinkowski C, *et al.*: Reliability and validity of arm function assessment with standardized guidelines for the fugl-meyer test, action research arm test and box and block test: a multicenter study. *Clin Rehabil.* 2005; 19: 404-411.
- Mathiowetz V, Volland G, *et al.*: Adult norms for the box and block test of manual dexterity. *Am J Occup Ther.* 1985; 39: 386-391.
- Portney LG: *Foundations of Clinical Research Applications to Evidence-Based Practice.* 4th ed. FA Davis, Philadelphia, 2020, pp. 486-490.
- スポーツ庁. 新体力テスト実施要項. https://www.mext.go.jp/sports/b_menu/sports/mcatetop03/list/detail/1408001.htm. (2021年8月31日引用)
- PEDI Research Group：PEDIリハビリテーションのための子どもの能力低下評価法. 里宇明元, 近藤和泉, 他 (監訳), 医歯薬出版, 東京, 2003, pp. 25-155.
- 楠本泰士, 藤井香菜子, 他：痙直型脳性麻痺患者における Trunk Impairment Scale の信頼性と妥当性. *理学療法学.* 2020; 47: 181-188.
- Giray E, Karadag-Saygi E, *et al.*: The effects of vest type dynamic elastomeric fabric orthosis on sitting balance and gross manual dexterity in children with cerebral palsy: a single-blinded randomised controlled study.

- Disabil Rehabil. 2020; 42: 410-418.
- 21) Sahinoğlu D, Coskun G, *et al.*: Effects of different seating equipment on postural control and upper extremity function in children with cerebral palsy. *Prosthet Orthot Int.* 2017; 41: 85-94.
 - 22) Flatters I, Mushtaq F, *et al.*: The relationship between a child's postural stability and manual dexterity. *Exp Brain Res.* 2014; 232: 2907-2917.
 - 23) Rosenblum S, Josman N: The relationship between postural control and fine manual dexterity. *Phys Occup Ther Pediatr.* 2003; 23: 47-60.
 - 24) Mathiowetz V, Federman SM, *et al.*: Box and block test of manual dexterity Norms for 6-19 year olds. *Can J Occup Ther.* 1985; 52: 241-245.
 - 25) Ostensjo S, Carlberg EB, *et al.*: Motor impairments in young children with cerebral palsy: relationship to gross motor function and everyday activities. *Dev Med Child Neurol.* 2004; 46: 580-589.
 - 26) Sorsdahl AB, Moe-Nilssen R, *et al.*: Change in basic motor abilities, quality of movement and everyday activities following intensive, goal-directed, activity-focused physiotherapy in a group setting for children with cerebral palsy. *BMC Pediatr.* 2010; 10: 26. doi: 10.1186/1471-2431-10-26.
 - 27) Saussez G, Brandão MB, *et al.*: Including a lower-extremity component during hand-arm bimanual intensive training does not attenuate improvements of the upper extremities: a retrospective study of randomized trials. *Front Neurol.* 2017; 8: 495. doi: 10.3389/fneur.2017.00495.
 - 28) Hoare BJ, Wallen MA, *et al.*: Constraint-induced movement therapy in children with unilateral cerebral palsy. *Cochrane Database Syst Rev.* 2019; 4: CD004149. doi: 10.1002/14651858.CD004149.pub3.

〈Abstract〉**Differences in Upper-limb Function and Self-care by Manual Ability Classification System Level and Age among Children and Adolescents with Spastic Cerebral Palsy**

Yasuaki KUSUMOTO, PT, PhD

Department of Physical Therapy, Fukushima Medical University School of Health Sciences

Yasuaki KUSUMOTO, PT, PhD, Kenji TAKAKI, PT, PhD

Major of Physical Therapy, Department of Rehabilitation, School of Health Sciences, Tokyo University of Technology

Maki KATO, PT

Department of Rehabilitation, Shimada Ryoiku Center Hachiouji

Kanako FUJII, PT, PhD

Seiyo Gakuen

Takumi HIROSAWA, PT, MSc

Department of Rehabilitation, Taiyounomon Welfare Medical Center

Tadamitsu MATSUDA, PT, PhD

Department of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Juntendo University

Objective: This study aimed to investigate the differences in upper-limb function and self-care among children and adolescents with spastic cerebral palsy (CP) by Manual Ability Classification System (MACS) level and age, and to clarify the differences in upper limb function between children with cerebral palsy at MACS level I and control children.

Methods: Sixty-four children and adolescents with CP at MACS levels I-III and 29 healthy controls were enrolled. Participants with CP were classified into youngest and oldest groups by MACS level. Box and Block Test (BBT), grip strength, and self-care on the Pediatric Evaluation of Disability Inventory were assessed and compared among categories.

Results: BBT findings did not differ between the youngest and oldest groups of participants with CP at any MACS level; however, grip strength and self-care were higher in the oldest group at some MACS levels. The control group had higher upper-limb gross dexterity and grip strength than the oldest group at all MACS levels.

Conclusions: The effects of MACS level and age should be considered in determinations of upper-limb functions and self-care among children and adolescents with CP. These findings suggest that upper-limb dexterity may vary at the MACS level, and the developmental course may be different in children with CP than in normal children, and that children with CP at MACS level I may have inferior upper-limb function to that of control children.

Key Words: Cerebral palsy, Manual Ability Classification System, Pediatric Evaluation of Disability Inventory, Self-care, Box and Block Test

研究論文 (原著)

子宮頸がん患者に対する同時化学放射線療法中の がんリハビリテーション実施率に かかる要因の検討*

原 瑞帆¹⁾ 広田桂介^{1)#} 山下陽子¹⁾ 神谷俊次¹⁾ 市川博美²⁾
甲斐志保²⁾ 副枝恵美²⁾ 桑野沙紀³⁾ 田崎和人⁴⁾
橋田竜騎¹⁾⁵⁾ 河野光一郎⁴⁾ 松瀬博夫¹⁾⁵⁾

要旨

【目的】本研究は、子宮頸がんにおける同時化学放射線療法（以下、CCRT）を施行中の患者のがんリハビリテーション（以下、がんリハ）実施率とその要因を調査することを目的とした。【方法】対象は、子宮頸がん患者17名である。CCRT期間中の、がんリハ実施率の調査および実施率に関連する因子をデータマイニングした。【結果】CCRT期間中のがんリハ実施率は55%であった。決定木解析において、第1分岐因子はCCRT前のChair stand-5（以下、CS-5）であり、CS-5が7.3秒以上の患者の73%は低実施率群であった。また、CS-5の7.3秒以上の患者における第2分岐因子は握力であった。握力が22.5 kg未満患者の全例が低実施率群であった。【結論】子宮頸がん患者に対するCCRT期間中のがんリハ実施率は、運動機能と筋力に関連していた。

キーワード 子宮頸がん、同時化学放射線療法、がんリハビリテーション実施率、サルコペニア

はじめに

子宮頸がんは世界でもっとも頻度の高い婦人科悪性腫瘍であり、世界中で毎年570,000人を超える新規症例が診断され、2018年には311,000人の死亡が報告され¹⁾、日本においても女性における悪性腫瘍の中で高い罹患率を示している²⁾。同時化学放射線療法（concurrent chemo-

radiotherapy：以下、CCRT）は局所進行子宮頸がんの標準的治療法である³⁾。

CCRTは、化学療法の併用により放射線感受性を高め、腫瘍のサイズを縮小させるとともに微小転移へも作用し予後を改善させる⁴⁾。しかし、その有害事象として胃腸障害、骨髄障害、腎障害、膀胱炎、および直腸炎など急性および永続的なものを引き起こす可能性がある⁵⁾⁶⁾。骨盤部への放射線療法、半数の患者生活の質を著しく低下させ、90%の患者に下痢症状を引き起こすと報告されている⁷⁾。このように、がん治療による毒性は、身体活動の低下や日常生活に悪影響を及ぼすことがある⁶⁾⁸⁾。

一方、がんリハは、がん患者の生活機能と生活の質の改善を目的とする医療ケアであり、がんとその治療による制限を受けた中で、最大限の身体的、社会的、心理的、職業的活動を実現させることと定義されている⁹⁾。また、がんリハは、Functional Independence Measureによる評価にてActivities of Daily Living（以下、ADL）を改善させたと報告されている¹⁰⁾。さらに、Hashidaら¹¹⁾は、肝細胞がん患者における肝動脈化学塞栓術期間中における患者に対し、がんリハ介入群と非介入群における

* Factors Related to Implementation Rate of Cancer Rehabilitation in Cervical Cancer Patients Undergoing Concurrent Chemoradiotherapy

1) 久留米大学病院リハビリテーション部
(〒830-0011 福岡県久留米市旭町67)
Mizuho Hara, PT, Keisuke Hirota, PT, PhD, Youko Yamashita, OT, Shunji Koya, PT, PhD, Ryuki Hashida, MD, PhD, Hiroo Matsuse, MD, PhD: Division of Rehabilitation, Kurume University Hospital
2) 久留米大学病院看護部
Hiromi Ichikawa, Ns, Shiho Kai, Ns, Emi Soeda, Ns: Department of Nursing, Kurume University Hospital
3) 久留米大学病院緩和ケアチーム
Saki Kuwano, Ns: Kurume University Hospital Palliative Care Team
4) 久留米大学医学部産婦人科学講座
Kazuto Tasaki, MD, Kouichirou Kawano, MD, PhD: Department of Obstetrics and Gynecology, Kurume University School of Medicine
5) 久留米大学医学部整形外科科学講座
Ryuki Hashida, MD, PhD, Hiroo Matsuse, MD, PhD: Department of Orthopedics, Kurume University School of Medicine
E-mail: hirota_keisuke@kurume-u.ac.jp
(受付日 2021年3月28日/受理日 2021年11月18日)
[J-STAGEでの早期公開日 2022年1月21日]

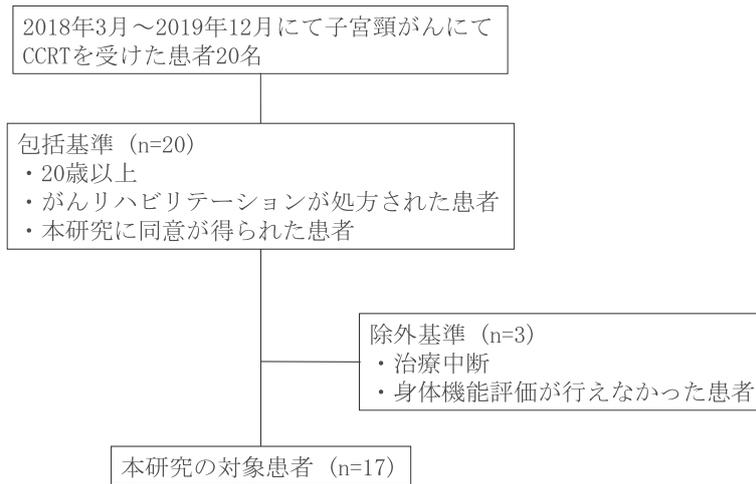


図1 対象者のフローチャート
CCRT; concurrent chemoradiotherapy

Kaplan-Meier法による予後評価において、がんリハ介入により予後が改善したと報告している。そのため、化学療法や放射線治療期間中におけるがんリハの実施は、重度の副作用による身体機能やADLを維持・改善させるために重要である。しかし、がん患者は重度の有害事象により、がんリハを休む傾向があり、さらに子宮頸がん患者に対するCCRTはより重度の有害事象を引き起こすことにより、がんリハ実施率はきわめて低いと推測する。また先行研究において、このような有害事象は、がん治療前の運動機能関連要因の影響が指摘されており¹²⁾¹³⁾、がん治療前の運動器関連要因は、がんリハ実施率に影響を及ぼすと仮定した。

しかし、子宮頸がんに対するCCRT期間中におけるがんリハの報告や有害事象との関連に関する報告はない。本研究の目的は、子宮頸がん患者のCCRT入院期間中のがんリハ実施率と実施率に関連する要因について検討することである。

対象および方法

1. 研究デザイン

本研究は、CCRTを受けた子宮頸がん患者のがんリハ実施率およびがんリハ実施率に関するプロファイルを前方視的に検討することを目的とした。

2. 倫理

本研究のプロトコルは、ヘルシンキ宣言のガイドラインに準じ、久留米大学倫理委員会の承認(久留米大学倫理委員会承認番号:18145)を得て実施した。本研究の対象者には、研究内容の目的や方法を事前に口頭および紙面で説明し、同意書による研究参加の同意を得たうえで実施した。

3. 対象

本研究の対象者は、2018年3月～2019年12月までに久留米大学病院婦人科を受診し、子宮頸がんにてCCRTを受けた患者で、包含基準と除外基準を満たした17名である。包含基準と除外基準は以下の通りである(図1)。

包含基準は、(1)20歳以上で、(2)がんリハが処方された患者および、(3)本研究に同意が得られた患者である。

除外基準は、(1)途中治療が中断となった患者、および(2)身体機能評価を行えなかった患者である。

4. 子宮頸がんに対するCCRT

子宮頸がんに対するCCRTは、全骨盤領域に対する外部照射を1回線量1.8グレイ(Gy)の計28回(連日)とシスプラチン40mg/m²を毎週投与した。腔内照射は腫瘍縮小効果を確認しながら概ね外部照射30Gyの時点からA点線量5Gyを週1回の計5回施行したが、腫瘍縮小効果が緩徐な場合は適宜追加した¹⁴⁾。

5. 当院におけるがんリハプログラム

がんリハは、入院後がんリハに同意を得られた次の日より開始し、リハ室および自室または病棟廊下にて行った。当院がんリハプログラムは、1)四肢のストレッチ(理学療法士による徒手的ストレッチングおよびセルフストレッチング;10分)、2)バランス練習(片脚立位運動およびタンDEM運動;5分)、3)両下肢筋力増強トレーニング(スクワットおよびカーフレイズの自重運動;5分)、4)持久力運動(歩行練習またはエルゴ運動;負荷量はBorg scaleで11～13の負荷量にて施行;20分)の4項目を組み合わせて週に5回、理学療法士のsupervisionにて実施した(表1)¹⁵⁾。これらはAmer-

表 1 当院がんにリハビリテーションプログラム

	頻度 (Frequency)	強度 (Intensity)	時間 (Time)	内容 (Type)
四肢のストレッチング	週 5 回	多少痛い、気持ちよく感じる程度で 10 ~ 20 秒間保持	10 分	徒手またはセルフストレッチ
バランス練習	週 5 回	片脚立位運動およびタンデムを左右 1 分間保持	5 分	タンデムおよび片脚立位
両下肢筋力増強トレーニング	週 5 回	自重、1 最大反復回数の 60 ~ 70%	15 ~ 20 回、3 セット、5 分	スクワットおよびカーフレイズ
持久力運動	週 5 回	Borg scale にて 11-13	20 分	エルゴ運動または歩行練習

ican College of Sports Medicine の運動処方指針や先行研究を参考に、強度と頻度を設定した¹⁰⁾¹⁶⁻²⁰⁾。また、化学療法および腔内近接照射療法の治療日は終日がんリハを休みとした。

6. 評価・調査方法

1) 身体機能評価

身体機能評価は、握力、Chair stand-5 (以下、CS-5)、下腿周計、Timed up and go test (以下、TUG)、歩行速度 (最速) および 6 分間歩行距離を計測した。また、握力計は Digital Grip Dynamometer[®] (Takei Scientific Instruments Co, Ltd, Niigata, Japan) を用いた。バランス評価は、Berg Balance Scale²¹⁾ を用いて評価した。さらに、ADL 評価および身体機能評価はがん患者に特化したスケールである Cancer Functional Assessment Set (cFAS)²²⁾ を評価した。身体機能の測定は既報にしたがって計測した²³⁻²⁹⁾。

2) 体組成の評価

体組成は、Inbody (InBody720, Biospace, Tokyo, Japan) を用い BMI、体脂肪率、除脂肪量、脂肪量、筋肉量、および細胞外水分率を測定した。また、骨格筋指数は、体幹を省いた四肢の筋肉量を身長²で除した値を用いた³⁰⁾。

3) サルコペニア評価

サルコペニア評価は、Asian Working Group for Sarcopenia (以下、AWGS) サルコペニア診断基準 2019³⁰⁾ にしたがって、骨格筋量 (骨格筋指数)、筋力 (握力) および身体機能 (CS-5) によりサルコペニアを判定した。身体機能、体組成、およびサルコペニア評価は、CCRT 前で、がんリハ開始前に評価した。

4) 有害事象の評価

CCRT 期間中の有害事象は、Common Terminology Criteria for Adverse Events v5.0. (https://ctep.cancer.gov/protocoldevelopment/electronic_applications/ctc.htm) を用いて医師が評価した³¹⁾³²⁾。評価項目は、悪心、嘔吐、食欲低下、下痢、倦怠感、脱毛、好中球減少症、

味覚異常、便秘、低ナトリウム血症、低カリウム血症、血小板減少症、口内炎、ほてりおよび末梢神経障害で、Grade 0、Grade 1 および Grade 2 or 3 に分類し、その Peak を評価した。

5) がんリハ実施率の算出

がんリハ実施率の算出は、全がんリハプログラムを実施した日数をがんリハ実施開始日より退院日までの期間で除した値を用いた。休日、化学療法日および腔内照射日は除外した。

7. 統計分析

データは、中央値・四分位範囲を用いた。がんリハ実施率の中央値より低実施率群と高実施率群に分類し、2 群間の相違を Wilcoxon 順位和検定にて分析した。また、2 群間における有害事象の評価は、カイ二乗検定を用いた。さらに、実施率に関連する因子は、決定木解析にて行った³³⁾。決定木解析における目的変数は、がんリハ実施率 (低実施率群 OR 高実施率群) で、説明変数には、背景因子、CCRT 前における体組成、身体機能、サルコペニアの有無および、生化学検査データを投入した。さらに、決定木解析から分類された群におけるがんリハ実施率における群間比較を ANOVA 分散分析および Turkey の多重比較法にて評価した³⁴⁾。統計解析は、JMP Pro[®] 14 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) を使用し、統計学的有意水準は 0.05 とした。

結 果

1. 患者背景

本研究では、子宮頸がん患者 17 名を登録した。年齢中央値は 56 歳であり、BMI の中央値は 22.4 kg/m² であった。Performance status (PS) は、全症例が 0 または 1 であった。入院期間は 50 日であった。子宮頸がんの Stage はそれぞれ IB (23.5%) / IIA (5.9%) / IIB (35.3%) / IIIB (29.4%) / IVA (5.9%) であった。AWGS サルコペニア診断基準 2019 において、全登録患者の 17.6% はサルコペニアであった (表 2)。

表2 がんリハ実施率に影響を与える因子

	全対象者	低実施率群	高実施率群	P 値
	中央値 (四分位範囲)	中央値 (四分位点)	中央値 (四分位範囲)	
Number	17	8	9	
年齢 (years)	56 (47-71)	59 (52-67)	54 (38-57)	0.0829
Body mass index (kg/m ²)	22.7 (19.5-25.4)	22.7 (19.3-25.5)	22.5 (19.1-26.1)	0.9616
Performance status (0/1/2/3/4)	14/3/0/0/0 (82.4%/17.6%/0%/0%/0%)	6/2/0/0/0 (75.0%/25.0%/0%/0%/0%)	8/1/0/0/0 (89.9%/11.1%/0%/0%/0%)	0.4534
Stage (I B/ II A/ II B/ III B/ IV A)	4/1/6/5/1 (23.5%/5.9%/35.3%/29.4%/5.9%)	1/0/2/4/1 (12.5%/0%/25.0%/50.0%/12.5%)	3/1/4/1/0 (33.3%/11.1%/44.4%/11.1%/0%)	0.2463
cFAS	97 (94-100)	97 (90-101)	97 (95-100)	0.8847
在院日数 (days)	50 (42-54)	56 (51-62)	50 (44-51)	0.0263
リハビリテーション実施率 (%)	55 (35-83)	35 (19-46)	80 (66-89)	0.0006
握力 (kg)	24.5 (20.1-29.2)	20.6 (16.9-27.9)	27.3 (22.7-29.7)	0.1358
CS-5 (sec)	7.6 (6.7-10.1)	9.3 (7.4-11.1)	7.2 (5.8-8.3)	0.0443
TUG (sec)	6.6 (6.1-7.3)	7.0 (6.5-8.1)	6.2 (5.8-6.9)	0.0606
下腿周計 (cm)	33.0 (31.0-37.0)	33.4 (30.9-37.5)	33.0 (31.1-36.6)	0.953
歩行速度 (m/sec)	5.8 (5.5-7.2)	7.1 (5.9-7.6)	5.6 (5.4-6.0)	0.0443
6分間歩行距離 (m)	470 (405-489)	448 (354-506)	471 (438-481)	0.6365
BBS	56 (56-56)	56 (55-56)	56 (56-56)	0.7518
除脂肪体重 (kg)	37.5 (35.5-42.3)	37.1 (33.3-42.9)	37.8 (35.8-42.4)	0.4587
体脂肪率 (%)	32.9 (29.3-35.1)	32.4 (28.4-33.4)	33.5 (23.4-36.0)	0.3971
体脂肪量 (kg)	18.7 (15.5-21.5)	16.1 (15.3-20.1)	18.9 (12.2-23.0)	0.4587
筋肉量 (kg)	35.4 (33.4-40.0)	35 (31.3-40.5)	35.6 (33.8-40.0)	0.4584
細胞外水分率	0.39 (0.38-0.39)	0.39 (0.39-0.40)	0.39 (0.38-0.39)	0.2643
骨格筋指数 (kg/m ²)	6.1 (5.7-6.7)	5.9 (5.2-6.8)	6.4 (5.7-6.8)	0.3971
サルコペニア (Sarcopenia/Non-sarcopenia)	3/14 (17.6%/82.4%)	3/5 (37.5%/62.5%)	0/9 (0%/100%)	0.0429
赤血球 (×10 ⁴ /μL)	4.2 (3.8-4.4)	4.3 (3.6-4.4)	4.1 (3.8-4.5)	0.5635
ヘモグロビン (g/dL)	12.0 (10.7-13.5)	13.0 (9.3-13.6)	12.0 (10.9-13.2)	0.8098
白血球 (×10 ³ /μL)	7.1 (5.8-10.3)	6.2 (4.3-48.7)	8.4 (7.0-11.0)	0.075
リンパ球 (%)	25.5 (14.7-37.7)	33.1 (14.0-42.0)	17.4 (14.7-25.4)	0.2409
血小板 (×10 ³ /mm ³)	331 (272-392)	273 (241-399)	336 (305-392)	0.1937
総蛋白 (g/dL)	7.2 (6.7-7.4)	7.1 (6.6-7.3)	7.4 (6.8-7.9)	0.1769
アルブミン (g/dL)	4.1 (3.5-4.2)	3.9 (3.7-4.3)	4.1(3.6-4.3)	0.3562
CRP (mg/dL)	1.4 (0.3-3.36)	0.3 (0.3-9.7)	1.9 0.6-3.8)	0.6079
尿素窒素 (mg/dL)	13 (11-17)	13 (11-15)	15 (10-17)	0.4675
クレアチニン (mg/dL)	0.63 (0.56-0.77)	0.64 (0.57-0.83)	0.63 (0.55-0.77)	0.8092
eGFR (mL/min/1.73 m ²)	76.9 (60.0-90.2)	72.3 (55.5-86.5)	86.4 (62.7-91.2)	0.4702
ナトリウム (mmol/L)	142 (140-143)	143 (142-144)	141 (139-142)	0.0411
カリウム (mmol/L)	4.1 (3.8-4.2)	3.9 (3.7-4.2)	4.1 (4.0-4.3)	0.207
クロール (mmol/L)	105 (103-107)	105 (103-107)	105 (103-106)	0.6962

cFAS; cancer functional assessment set, CS; chair stand, TUG; timed up and go test, BBS; berg balance scale, CRP; C-reactive protein, eGFR; estimated glomerular filtration rate

2. がんリハ実施率に影響を与える因子

がんリハ実施率の中央値は55%で、これを基に低実施率群と高実施率群に分類し患者背景、ベースラインにおける身体機能、体組成、サルコペニアの有無および臨床検査を記した(表2)。低実施率群と高実施率群では、

年齢、BMI、およびStageに有意差を認めなかった。身体機能に関しては、握力、下腿周計、6分間歩行距離に関しては有意な結果を認めなかった。しかし、CS-5、片脚立位時間、TUG、歩行速度に関しては低実施率群において有意に不良であった。骨格筋指数、体脂肪量等の

表 3 低実施率群と高実施率群間における有害事象の違い

	全登録患者	低実施率群	高実施率群	P 値
Number	17	8	9	
悪心 (G0/G1/G2 or G3)	1/12/4	1/5/2	0/7/2	0.5276
嘔吐 (G0/G1/G2 or G3)	10/6/1	4/3/1	6/3/0	0.5102
食欲低下 (G0/G1/G2 or G3)	1/13/3	0/6/2	1/7/1	0.5076
下痢 (G0/G1/G2 or G3)	0/7/10	0/2/6	0/5/4	0.2014
倦怠感 (G0/G1/G2 or G3)	2/13/2	1/5/2	1/8/0	0.2668
脱毛 (G0/G1/G2 or G3)	16/1/0	7/1/0	9/0/0	0.2743
好中球減少症 (G0/G1/G2 or G3)	15/0/2	6/0/2	9/0/0	0.1103
味覚異常 (G0/G1/G2 or G3)	11/6/0	4/4/0	7/2/0	0.2316
便秘 (G0/G1/G2 or G3)	12/4/1	5/2/1	7/2/0	0.5276
低ナトリウム血症 (G0/G1/G2 or G3)	15/1/1	6/1/1	9/0/0	0.2794
低カリウム血症 (G0/G1/G2 or G3)	16/0/1	7/0/1	9/0/0	0.2743
血小板減少 (G0/G1/G2 or G3)	16/0/1	7/0/1	9/0/0	0.2743
口内炎 (G0/G1/G2 or G3)	16/1/0	8/0/0	8/1/0	0.3311
ほてり (G0/G1/G2 or G3)	16/1/0	7/1/0	9/0/0	0.2743
末梢神経障害 (G0/G1/G2 or G3)	16/1/0	7/1/0	9/0/0	0.2743

G; Grade

体組成は 2 群間において有意差を認めなかった。しかし、AWGS のサルコペニア診断基準におけるサルコペニアの有無に関しては、低実施率群において有意にサルコペニアの有病率が多かった。さらに、臨床検査に関しては 2 群間において有意差を認めなかった。

3. 有害事象

全登録患者の 85% 以上に、悪心、食欲低下、下痢、および倦怠感等有害事象を認めた。嘔吐、食欲低下、下痢、倦怠感、好中球減少症は、高実施率群と低実施率群間に有意差は認めなかったが、高実施率群と比較して低実施率群に多く認められた。特に、Grade 2 or 3 の倦怠感、高実施率群では 9 例中 0 例 (0%) に対し、低実施率群では、8 例中 2 例 (25%) であった。また、Grade 2 or 3 の下痢は、高実施率群で 9 例中 4 例 (44%) に対し、低実施率群では 8 例中 6 例 (75%) であった (表 3)。

4. がんりハ実施率に関する決定木解析

低実施率群はがんりハ実施率より算出し、登録患者全体の 47% であった。決定木解析における第 1 分岐因子は CCRT 前における CS-5 の値であり、CS-5 が 7.3 秒以上の患者の 73% は低実施率群であった。さらに CS-5 の値 7.3 秒以上の患者の第 2 分岐因子は握力であり、握力 22.5 kg 未満の患者の全例が低実施率群であった (図 2)。

5. 決定木解析から導かれた群 (3 群) の群間比較

決定木解析により、CS-5 が 7.3 秒以上かつ握力 22.5 kg 未満群 (Group1)、CS-5 が 7.3 秒以上かつ握力 22.5 kg 以

上群 (Group2) および CS-5 が 7.3 秒未満群 (Group3) の 3 群に分類し、りハ実施率について比較検討した (表 4)。ANOVA 分散分析および Turkey の多重比較法において、各群間において有意差を認めた。

考 察

我々は、子宮頸がん患者の CCRT 期間中のがんりハ実施率と実施率に関連する要因を検討した。がんりハ実施率は中央値 55% であり、がんりハ実施率に関連する因子は、CS-5 と握力であった。

本研究において、全登録患者における 85% 以上の患者に悪心、食欲低下、下痢、および倦怠感の有害事象を認めた。Jakubowicz ら³⁵⁾ は、子宮頸がん患者に対する CCRT の急性有害事象として悪心、嘔吐、および下痢の胃腸障害を認めたと報告している。さらに、Zou ら³⁶⁾ による A systematic review and meta-analysis においても、CCRT における有害事象として、血液毒性、悪心、嘔吐、下痢、腎不全、膀胱、腸、骨盤および膈の合併症を引き起こしたことを報告している。我々の報告と既報は一致しており、子宮頸がんに対する CCRT は、多くの有害事象を引き起こすことが示唆された。これらの有害事象は身体活動低下を招き³⁷⁾、このことが、がんりハ実施率の低下に影響したと考える。

本研究において、がんりハ実施率は 55% で比較的低下であった。がんりハ実施率における報告において、悪性リンパ腫における自家末梢血細胞移植を受けた患者のがんりハ実施率は 72.5% であった³⁸⁾。そのため、CCRT 患者は悪性リンパ腫における自家末梢血細胞移植を受け

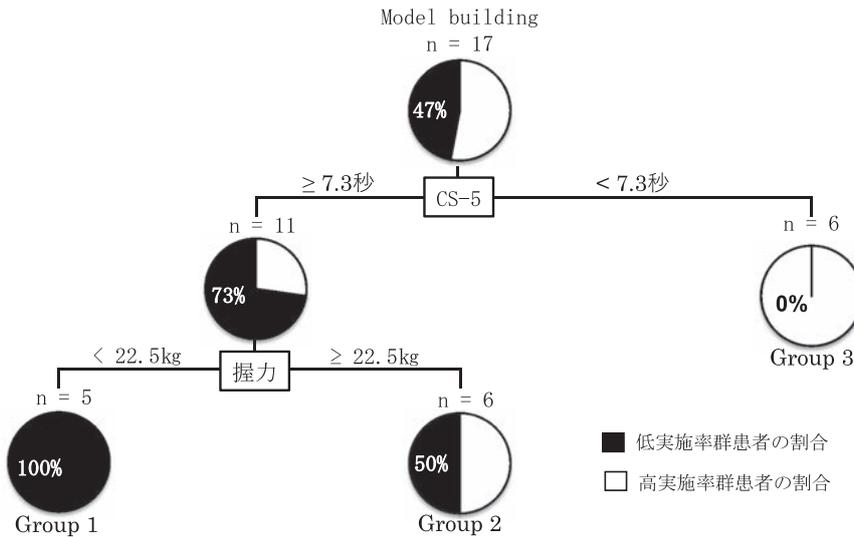


図2 CCRTを受けた子宮頸がん患者のリハビリテーション実施率に関連する決定木解析円グラフは、低実施率群患者の割合（黒）および、高実施率群患者の割合（白）を示す。CCRT; concurrent chemoradiotherapy, CS-5; Chair stand-5

表4 (CS-5: ≥7.3, 握力: <22.5 群) (CS-5: ≥7.3, 握力: ≥22.5 群) および (CS-5: <7.3 群) におけるがんリハ実施率の比較

	Group 1 (CS-5: ≥7.3 かつ 握力: <22.5)	Group 2 (CS-5: ≥7.3 かつ 握力: ≥22.5)	Group 3 (CS-5: <7.3)	P 値
	中央値 (四分位範囲)	中央値 (四分位範囲)	中央値 (四分位範囲)	
Number	5	6	6	
リハビリテーション実施率 (%)	40 † * (22-45)	55 ‡ (22-67)	87 (76-90)	0.0005

† G1 vs. G2; P<0.05, ‡ G2 vs. G3; P<0.05, * G1 vs. G3; P<0.05.

た患者のリハ実施率と比較すると著明に低い状況であった。CCRT患者と自家末梢血細胞移植患者におけるがんリハ実施率の違いの原因は不明であるが、CCRTと自家末梢血細胞移植の違いは強い治療毒性を有するシスプラチンの使用と体外照射療法および腔内近接照射療法の有無が考えられる。CCRTのシスプラチンベースの化学療法レジメンは、胃腸障害や腎障害、さらに倦怠感、身体活動の低下を引き起こす³⁹⁾⁴⁰⁾。さらに、Kirchheinerら⁴¹⁾は根治的放射線療法を施行した子宮頸がん患者の78%に倦怠感、68%に下痢症状を認めたと報告している。これらのことから、強い治療毒性のCCRTにより倦怠感と下痢を引き起こし、がんリハ実施率の低下につながったと考える。さらに、本研究における低実施率群の特徴として、重度な倦怠感や下痢を引き起こす傾向があることから、がんリハ実施率は、治療毒性による有害事象（倦怠感と下痢）に影響を受けることが示唆された。

また、がんリハ実施率に影響を与える因子としてCCRT前のサルコペニアが同定された。がん患者のサルコペニアは、化学療法の治療耐性と関連している⁴²⁾⁴³⁾。

Vegaら⁴⁴⁾は、サルコペニア患者は化学療法による治療毒性の影響を受けやすく栄養障害を引き起こし予後の増悪にも関連すると報告している。また、膀胱がん患者に対する放射線療法において、サルコペニア患者は急性放射線毒性の影響を有意に受けやすく倦怠感、痛み、悪心等の有害事象を引き起こすと報告されている⁴⁵⁾。さらに、Kiyotokiら⁴⁶⁾は、子宮頸がんに対するCCRTを受けた患者において、CCRT前におけるサルコペニアは、治療効果に影響を及ぼすと報告している。したがって、子宮頸がん患者におけるCCRT前のサルコペニアは、化学療法および放射線治療による治療毒性による様々な有害事象を引き起こし、がんリハ実施率を低下させたと考えられる。

低実施率に関連する要因は、入院時のCS-5および握力であった。CCRTに対する治療毒性に関する報告において、がんリハ実施率に関連している治療毒性は年齢に関連すると報告されている¹⁴⁾。しかし本研究では、がんリハ実施率の要因は、年齢ではなく身体機能や筋力が関連していた。これらの要因に関しては以下の報告が

ある。乳がん、前立腺がん、および結腸直腸がん患者を対象としたコホート研究において倦怠感、身体活動低下と関連すると報告されている⁴⁷⁾。胃がん、大腸がんおよび非小細胞肺癌患者における、がん関連倦怠感、下肢筋力および握力と負の相関を認める⁴⁸⁾。よって、治療毒性の影響は年齢だけでなく、身体機能や筋力とも関連し、これらが、がんリハ実施率に影響したと考える。

本研究において、以下の限界があった。希少例かつ単施設であったために登録患者に制限があった。そのため、がんリハ実施率に関連する因子について多変量解析にて評価することができなかった。また、登録患者の大半に悪心、食欲低下、倦怠感、および下痢を認め、低実施率患者は、倦怠感や下痢症状等の有害事象を引き起こす傾向にあったが統計学的解析が不十分であり、かつ有害事象を引き起こした期間等詳細な評価は行えていなかった。さらに、がんリハ実施率とCCRT治療効果や身体機能の変化について評価できなかった。今後は、多施設共同研究やランダム化比較試験を行い、がんリハと治療効果、および詳細な有害事象との関連、さらに予後についても検討していきたい。

結 論

我々は、子宮頸がんにおけるCCRT期間中のがんリハの実施率について調査し、55%の実施率であることを示した。さらに、がんリハ実施率に関するプロフィールはCCRT前の身体機能と筋力が関連していることを同定した。したがって、CCRT前の身体機能評価は、がんリハの実施率を予測することができ、その重要性が示唆された。また、これらのプロフィールを有する患者はCCRT目的入院前から身体機能向上を目的としたPrehabilitationが重要である。

利益相反

開示すべき利益相反はない。

文 献

- 1) Matsuzaki S, Klar M, *et al.*: Management of Stage IIB Cervical Cancer: an Overview of the Current Evidence. *Curr Oncol Rep.* 2020; 22: 28.
- 2) Sauvaget C, Nishino Y, *et al.*: Challenges in breast and cervical cancer control in Japan. *Lancet Oncol.* 2016; 17: e305-e312.
- 3) Kumar L, Harish P, *et al.*: Chemotherapy and targeted therapy in the management of cervical cancer. *Curr Probl Cancer.* 2018; 42: 120-128.
- 4) Wu Y, Wei X, *et al.*: Phase II study of induction chemotherapy followed by concurrent chemoradiotherapy with raltitrexed and cisplatin in locally advanced nasopharyngeal carcinoma. *Chin J Cancer Res.* 2020; 32: 665-672.
- 5) De Ruyscher D, Faivre-Finn C, *et al.*: Recommendation

- for supportive care in patients receiving concurrent chemotherapy and radiotherapy for lung cancer. *Ann Oncol.* 2020; 31: 41-49.
- 6) Chou YH, Wang YJ, *et al.*: Effects of an Acupoint Intervention on Improving Fatigue and Heart Rate Variability in Head and Neck Cancer Patients Receiving Concurrent Chemoradiotherapy. *Hu Li Za Zhi.* 2019; 66: 46-58.
- 7) Thomsen M, Vitetta L: Adjunctive Treatments for the Prevention of Chemotherapy- and Radiotherapy-Induced Mucositis. *Integr Cancer Ther.* 2018; 17: 1027-1047.
- 8) Bower JE: Cancer-related fatigue — mechanisms, risk factors, and treatments. *Nat Rev Clin Oncol.* 2014; 11: 597-609.
- 9) Fialka-Moser V, Crevenna R, *et al.*: Cancer rehabilitation: particularly with aspects on physical impairments. *J Rehabil Med.* 2003; 35: 153-162.
- 10) Narao H, Hirota K, *et al.*: Effects of In-Hospital Physical Therapy on Activities of Daily Living in Patients with Hepatocellular Carcinoma. *Int J Environ Res Public Health.* 2020; 17: 9098.
- 11) Hashida R, Kawaguchi T, *et al.*: Impact of cancer rehabilitation on the prognosis of patients with hepatocellular carcinoma. *Oncol Lett.* 2020; 19: 2355-2367.
- 12) 原 毅, 小暮英輔, 他: 消化器がん患者の術後合併症発症に対する運動器関連要因の影響力. *理学療法学.* 2019; 46: 217-224.
- 13) 広田桂介, 松瀬博夫, 他: 血液腫瘍疾患における造血幹細胞移植後の骨格筋量変化とその要因. *Jpn J Rehabil Med.* 2020; 57: 352-363.
- 14) Wang W, Hou X, *et al.*: Outcome and toxicity of radical radiotherapy or concurrent Chemoradiotherapy for elderly cervical cancer women. *BMC Cancer.* 2017; 17: 510.
- 15) Barisic A, Leatherdale ST, *et al.*: Importance of frequency, intensity, time and type (FITT) in physical activity assessment for epidemiological research. *Can J Public Health.* 2011; 102: 174-175.
- 16) Tsuchihashi J, Koya S, *et al.*: Effects of In-Hospital Exercise on Frailty in Patients with Hepatocellular Carcinoma. *Cancers (Basel).* 2021; 13: in press.
- 17) Hirota K, Kawaguchi T, *et al.*: Clinical utility of the Liver Frailty Index for predicting muscle atrophy in chronic liver disease patients with hepatocellular carcinoma. *Hepatol Res.* 2020; 50: 330-341.
- 18) Koya S, Kawaguchi T, *et al.*: Effects of in-hospital exercise on sarcopenia in hepatoma patients who underwent transcatheter arterial chemoembolization. *J Gastroenterol Hepatol.* 2019; 34: 580-588.
- 19) Koya S, Kawaguchi T, *et al.*: Effects of in-hospital exercise on liver function, physical ability, and muscle mass during treatment of hepatoma in patients with chronic liver disease. *Hepatol Res.* 2017; 47: E22-E34.
- 20) Garber CE, Blissmer B, *et al.*: American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2011; 43: 1334-1359.
- 21) Stevenson TJ, Connelly DM, *et al.*: Threshold Berg balance scale scores for gait-aid use in elderly subjects: a secondary analysis. *Physiother Can.* 2010; 62: 133-140.
- 22) Miyata C, Tsuji T, *et al.*: Cancer Functional Assessment Set: a new tool for functional evaluation in cancer. *Am J Phys Med Rehabil.* 2014; 93: 656-664.
- 23) Pinheiro PA, Carneiro JA, *et al.*: “Chair Stand Test” as

- Simple Tool for Sarcopenia Screening in Elderly Women. *J Nutr Health Aging*. 2016; 20: 56–59.
- 24) Kawakami R, Murakami H, *et al.*: Calf circumference as a surrogate marker of muscle mass for diagnosing sarcopenia in Japanese men and women. *Geriatr Gerontol Int*. 2015; 15: 969–976.
 - 25) Bohannon RW, Bubela DJ, *et al.*: Sit-to-stand test: Performance and determinants across the age-span. *Isokinet Exerc Sci*. 2010; 18: 235–240.
 - 26) Laboratories ATSCoPSfCPF: ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002; 166: 111–117.
 - 27) Podsiadlo D, Richardson S: The timed “Up & Go”: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc*. 1991; 39: 142–148.
 - 28) Mathiowetz V, Kashman N, *et al.*: Grip and pinch strength: normative data for adults. *Arch Phys Med Rehabil*. 1985; 66: 69–74.
 - 29) Murray MP: Gait as a total pattern of movement. *Am J Phys Med*. 1967; 46: 290–333.
 - 30) Chen LK, Woo J, *et al.*: Asian Working Group for Sarcopenia: 2019 Consensus Update on Sarcopenia Diagnosis and Treatment. *J Am Med Dir Assoc*. 2020; 21: 300–307 e302.
 - 31) Romano KD, Hill C, *et al.*: High dose-rate tandem and ovoid brachytherapy in cervical cancer: dosimetric predictors of adverse events. *Radiat Oncol*. 2018; 13: 129.
 - 32) Le-Rademacher J, Kanwar R, *et al.*: Patient-reported (EORTC QLQ-CIPN20) versus physician-reported (CTCAE) quantification of oxaliplatin- and paclitaxel/carboplatin-induced peripheral neuropathy in NCCTG/Alliance clinical trials. *Support Care Cancer*. 2017; 25: 3537–3544.
 - 33) Hirota K, Kawaguchi T, *et al.*: Profiles Associated with Sarcopenia in Hepatoma Patients Underwent Transcatheter Arterial Chemoembolization: A Data-Mining Analysis. *JCSM Clinical Reports*. 2018; 3: 1–17.
 - 34) Nagamatsu A, Kawaguchi T, *et al.*: Slow walking speed overlapped with low handgrip strength in chronic liver disease patients with hepatocellular carcinoma. *Hepatol Res*. 2019; 49: 1427–1440.
 - 35) Jakubowicz J, Blecharz P, *et al.*: Toxicity of concurrent chemoradiotherapy for locally advanced cervical cancer. *Eur J Gynaecol Oncol*. 2014; 35: 393–399.
 - 36) Zou W, Han Y, *et al.*: Neoadjuvant chemotherapy plus surgery versus concurrent chemoradiotherapy in stage IB2-IIB cervical cancer: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2019; 14: e0225264.
 - 37) Chernecky C: Temporal differences in coping, mood, and stress with chemotherapy. *Cancer Nurs*. 1999; 22: 266–276.
 - 38) Hirota K, Matsuse H, *et al.*: Risks of Muscle Atrophy in Patients with Malignant Lymphoma after Autologous Stem Cell Transplantation. *Phys Ther Res*. 2021; 24: 69–76.
 - 39) Tang LQ, Chen DP, *et al.*: Concurrent chemoradiotherapy with nedaplatin versus cisplatin in stage II-IVB nasopharyngeal carcinoma: an open-label, non-inferiority, randomised phase 3 trial. *Lancet Oncol*. 2018; 19: 461–473.
 - 40) Zhao SG, Alexander NB, *et al.*: Maintaining physical activity during head and neck cancer treatment: Results of a pilot controlled trial. *Head Neck*. 2016; 38 Suppl 1: E1086–E1096.
 - 41) Kirchheiner K, Nout RA, *et al.*: Health related quality of life and patient reported symptoms before and during definitive radio (chemo) therapy using image-guided adaptive brachytherapy for locally advanced cervical cancer and early recovery—a mono-institutional prospective study. *Gynecol Oncol*. 2015; 136: 415–423.
 - 42) Colloca G, Di Capua B, *et al.*: Musculoskeletal aging, sarcopenia and cancer. *J Geriatr Oncol*. 2019; 10: 504–509.
 - 43) Chindapasirt J: Sarcopenia in Cancer Patients. *Asian Pac J Cancer Prev*. 2015; 16: 8075–8077.
 - 44) Vega MC, Laviano A, *et al.*: Sarcopenia and chemotherapy-mediated toxicity. *Einstein (Sao Paulo)*. 2016; 14: 580–584.
 - 45) Jin WH, Mellon EA, *et al.*: Impact of sarcopenia in borderline resectable and locally advanced pancreatic cancer patients receiving stereotactic body radiation therapy. *J Gastrointest Oncol*. 2018; 9: 24–34.
 - 46) Kiyotoki T, Nakamura K, *et al.*: Sarcopenia Is an Important Prognostic Factor in Patients With Cervical Cancer Undergoing Concurrent Chemoradiotherapy. *Int J Gynecol Cancer*. 2018; 28: 168–175.
 - 47) Matias M, Baciarello G, *et al.*: Fatigue and physical activity in cancer survivors: A cross-sectional population-based study. *Cancer Med*. 2019; 8: 2535–2544.
 - 48) Kilgour RD, Vigano A, *et al.*: Cancer-related fatigue: the impact of skeletal muscle mass and strength in patients with advanced cancer. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2010; 1: 177–185.

〈Abstract〉

Factors Related to Implementation Rate of Cancer Rehabilitation in Cervical Cancer Patients Undergoing Concurrent Chemo-radiotherapy

Mizuho HARA, PT, Keisuke HIROTA, PT, PhD, Youko YAMASHITA, OT, Shunji KOYA, PT, PhD,
Ryuki HASHIDA, MD, PhD, Hiroo MATSUSE, MD, PhD
Division of Rehabilitation, Kurume University Hospital

Hiromi ICHIKAWA, Ns, Shiho KAI, Ns, Emi SOEDA, Ns
Department of Nursing, Kurume University Hospital

Saki KUWANO, Ns
Kurume University Hospital Palliative Care Team

Kazuto TASAKI, MD, Kouichirou KAWANO, MD, PhD
Department of Obstetrics and Gynecology, Kurume University School of Medicine

Ryuki HASHIDA, MD, PhD, Hiroo MATSUSE, MD, PhD
Department of Orthopedics, Kurume University School of Medicine

Objective: Concurrent chemo-radiotherapy (CCRT) is the standard treatment for cervical cancer, however, several adverse events, such as fatigue, make it difficult to implement cancer rehabilitation (CR). This study aimed to investigate the implementation rate of CR and the risk factors of low CR implementation during CCRT in patients with cervical cancer.

Methods: We enrolled 17 patients with cervical cancer. The CR implementation rate was calculated from the number of days of CR implementation in the CR implementation period. The background factors, body composition, physical function, and biochemical examinations before CCRT were compared. The independent factors and profiles associated with cancer rehabilitation implementation were evaluated by decision-tree analysis. We examined the CR of each factor derived from the decision-tree analysis using ANOVA analysis and Tukey's multiple comparison test.

Results: The median implementation rate of CR during the CCRT period was 55%. In the decision-tree analysis, CS-5 was selected as the initial split, and the patients with CS-5 \geq 7.3 sec, 75% of all the patients, showed a low implementation rate. Furthermore, in a patient with CS-5 \geq 7.3 sec, grip strength was selected as the second split. All patients with < 22.5 kg of grip strength showed a low implementation rate. In addition, old age, slow CS-5, low grip strength, and presence of sarcopenia were the characteristics of the low implementation rate group.

Conclusions: We demonstrated that, older people, low physical function, low muscle strength were associated with a low rate of CR during CCRT in cervical cancer.

Key Words: Cervical cancer, Concurrent chemoradiotherapy, Implementation rate of cancer rehabilitation, Sarcopenia

症例研究

亜急性期脳卒中者に対する Body Weight Supported Overground Training の効果*

— ABA シングルケースデザインによる検討 —

渡邊 慎吾^{1) #} 大瀧 亮二¹⁾ 小野 修¹⁾
齋藤 佑規²⁾ 竹村 直²⁾

要旨

【目的】 亜急性期脳卒中者に対する Body Weight Supported Overground Training (以下, BWSOT) の効果を検討した。【方法】 脳梗塞により右片麻痺を呈した73歳男性を対象とした。ABA シングルケースデザインを用い, A 期は通常の理学療法を実施し, B 期は A 期の介入に加えて BWSOT を実施した。評価項目は歩行速度, 6分間歩行距離, 麻痺側 Trailing Limb Angle (以下, TLA) および麻痺側足関節底屈モーメントとした。【結果】 歩行速度, 6分間歩行距離は A 期と比べ, B 期でより大きな改善を認めた。さらに歩行速度, 6分間歩行距離の改善に伴い, TLA, 足関節底屈モーメントの改善がみられた。【結論】 BWSOT は亜急性期脳卒中者の歩行能力, 運動学・動力学的指標を改善し得る理学療法戦略であると考えられた。

キーワード 脳卒中, Body Weight Supported Overground Training, 症例研究

はじめに

脳卒中後の後遺症に歩行障害があり, 歩行能力の再獲得は理学療法における主要なゴールのひとつである¹⁾。近年, 脳卒中患者の歩行能力改善を目的とした理学療法において, 体重免荷装置を用いた歩行練習が行われている²⁾。一般的に, これはトレッドミル上もしくは平地上で実施され, それぞれ Body Weight Supported Treadmill Training (以下, BWSTT), BWSOT と呼ばれている。これらの歩行練習方法は, 転倒リスクが低く, 歩行速度や運動強度などを患者の能力に合わせて調整することが可能であるとされている³⁾。

先行研究において, 脳卒中患者を対象とした BWSTT は, 他のリハビリテーションと比べ, 歩行自立の割合に有効性を示さなかったが²⁾, BWSOT は通常のリハビリ

テーションと比べ, 歩行自立の割合を有意に改善させたと報告されている⁴⁾。また, Gama ら⁵⁾ は慢性期脳卒中患者を対象に BWSTT, BWSOT を実施した結果, 介入前と比べ, 両群ともに歩行能力および運動機能の改善を示したが, BWSOT のみ歩幅の非対称性を改善させたと報告している。このように, 近年, BWSOT は脳卒中患者の歩行能力改善に寄与する有効な理学療法戦略になり得るとする報告が散見されている⁴⁻⁷⁾。

歩行能力改善に向けた介入のアウトカム指標として, 歩行速度や6分間歩行距離が用いられることが多い。これらは脳卒中患者の地域社会における歩行自立度の予測因子として用いられることから⁸⁾⁹⁾, その改善に焦点をあてた介入が重要視されている。一般的に, 健常者と比べ, 脳卒中患者の歩行速度および耐久性は低下することが多く, その要因として歩行における床反力の前方成分として定義される推進力 (Propulsive force) の低下が挙げられている⁹⁾¹⁰⁾。Hsiao ら¹¹⁾ は, 脳卒中患者の推進力の産生には, 立脚後期における第5中足骨頭から大転子までのベクトルと垂直軸のなす角度である TLA と足関節底屈モーメントが寄与すると報告している。

しかしながら, 歩行能力および TLA, 足関節底屈モーメントといった運動学・動力学的パラメータを踏まえて, BWSOT の効果を調査した研究は渉猟し得た限り報

* The Efficacy of Body Weight Supported Overground Training in a Patient with Subacute Stroke: ABA Single Case Design

1) 済生会山形済生病院 リハビリテーション部
(〒990-8545 山形県山形市沖町79-1)
Shingo Watanabe, PT, BS, Ryoji Otaki, OT, MS, Osamu Ono, PT, BS: Department of Rehabilitation, Saiseikai Yamagata Saisei Hospital

2) 済生会山形済生病院 脳神経外科
Yuki Saito, MD, PhD, Sunao Takemura, MD, PhD: Neurosurgery, Saiseikai Yamagata Saisei Hospital

E-mail: shi.watanabe0827@gmail.com
(受付日 2021年3月15日/受理日 2021年9月20日)
[J-STAGEでの早期公開日 2021年11月29日]

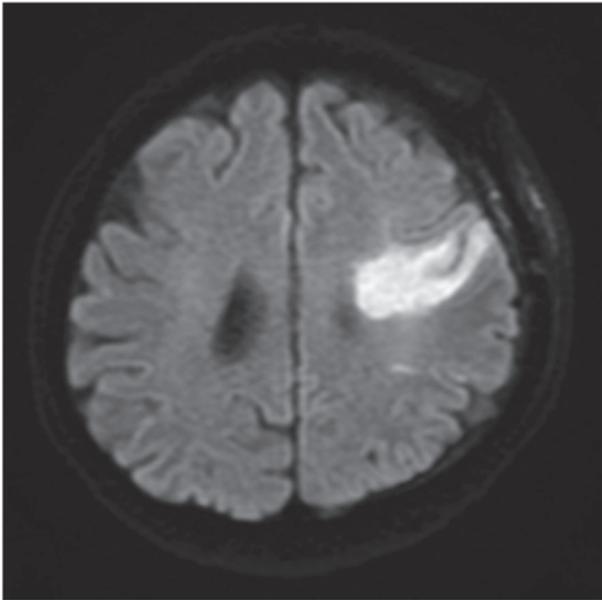


図 1 発症時の MRI 拡散強調画像 (第 1 病日)

告されていない。したがって本研究では、ABA シングルケースデザインを用いて、亜急性期脳卒中患者に対する BWSOT が歩行能力および運動学・動力学的パラメータを変化させるかどうかを検討した。その結果について文献的考察を交えて報告する。

対象および方法

1. 対象

対象は一過性の構音障害、右上下肢脱力を主訴に一過性脳虚血発作の診断で入院となった 73 歳男性である。左中大脳動脈の高度狭窄が原因と判断され、左浅側頭動脈-中大脳動脈吻合術が施行された。術後、左皮質～穿通枝領域の脳梗塞を併発し (図 1)、右片麻痺を呈した。手術翌日よりリハビリテーションを開始し、66 病日に当院回復期リハビリテーション病棟へ入棟となった。入院前 ADL は完全自立であった。既往歴に腰部脊柱管狭窄症術後、両下肢静脈瘤血管内焼灼術後があったが良好な経過を辿っており、入院前の生活では、これらによる運動制限などを有さなかった。入棟時の理学療法評価は Brunnstrom Recovery Stage (以下、BRS) 下肢: III, Fugl-Meyer Assessment Scale Lower Extremity (以下、FMA-LE): 14 点, Functional Ambulation Categories (以下、FAC): 1, Functional Independence Measure (FIM) 運動項目: 52 点, 認知項目: 35 点であった。感覚障害, 関節可動域制限および高次脳機能障害は有さなかった。入棟後の理学療法は、長下肢装具を使用した歩行練習を中心に実施し、段階的な装具のカットダウンのもと、91 病日より油圧制動付短下肢装具 (Ankle Foot Orthosis with Oil Damper: 以下、AFO-OD) を用いた歩行練習を開始した。101 病日より ABA シングルケースデザイ

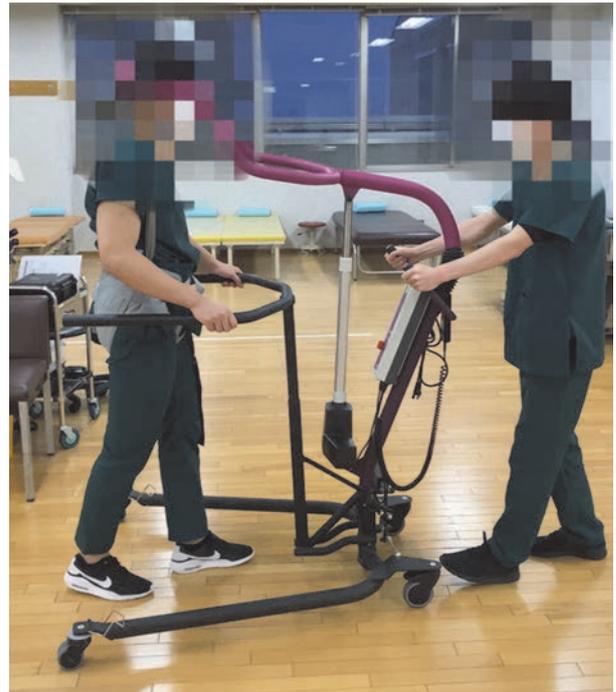


図 2 免荷機能付歩行器 (CYBERDYNE 社, All in One) 歩行中, 対象者は歩行器の手すりを両手で把持し, 麻痺手は手すりから落下しないようにバンドで固定した。セラピストは歩行器が蛇行しないように歩行器前方から直線的な歩行の誘導を行った。

ンによる介入を開始した。

2. 介入方法

ABA シングルケースデザインを用い、A1, A2 期は歩行練習, 日常生活動作練習を中心とした通常の理学療法を実施した。A 期の歩行練習は対象者が安全に歩行可能な速度で実施し, 歩行補助具として AFO-OD, 平行棒もしくは杖を使用した。B 期は, A 期の歩行練習, 日常生活動作練習を中心とした理学療法に加え, 免荷機能付歩行器 (CYBERDYNE 社, All in One) を用いて BWSOT を実施した (図 2, 3)。各期の理学療法介入時間は 1 日 60 分とし, 各期 2 週間ずつ, 合計 6 週間の介入を行った。BWSOT の免荷量に関して, Sousa ら⁷⁾ は, 慢性期脳卒中患者を対象とした 3 週間の BWSOT において, はじめの 10 日間は体重の 20%, それ以降は体重の 10% を免荷して練習を実施している。また, 歩行時間に関して, Hsiao ら¹¹⁾ は, 慢性期脳卒中患者を対象とした BWSTT において, 6 分間 6 セット (BWSTT 5 セット, 平地歩行練習 1 セット) の歩行練習を実施している。本研究では亜急性期脳卒中患者を対象としており, 歩行難易度および運動強度の調整の観点から, これらの先行研究を参考に体重免荷量は BWSOT 実施期間中を通して 20% とし, 歩行時間は 3 分間 5 セットから最大 6 分間 5 セットまで漸増を試みる設定とした。施行時間の休憩時間は, 対象者の疲労度に応じて時間を設定

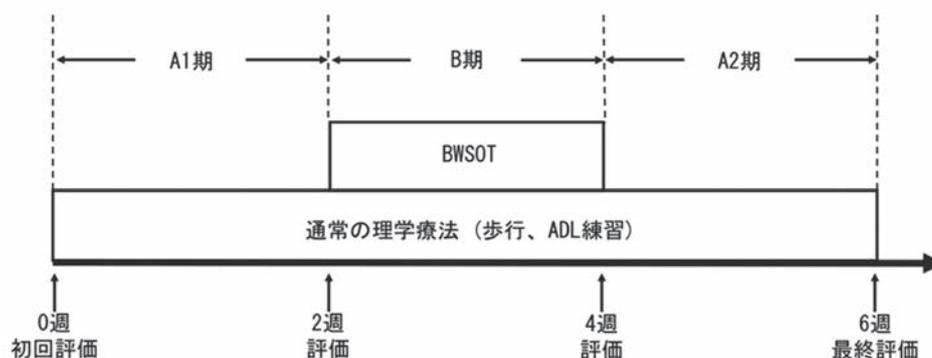


図3 介入プロトコル

表1

	初回評価	A1期	B期	A2期
歩行速度 (m/s)	0.66	0.67	0.97	1.02
ケイデンス (steps/min)	87.4	92.6	110.6	115.5
ストライド長 (m)	0.90	0.86	1.06	1.06
6分間歩行距離 (m)	153	180	237	264
TLA (°)	3.7	7.7	12.7	10.3
足関節底屈モーメント (Nm)	3.1	5.4	8.7	8.6
BRS 下肢	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
FMA-LE	23	24	24	24
股膝足				
I 反射	4	4	4	4
II 共同運動	14	14	14	14
III 屈筋伸筋共同運動の混合	0	0	0	0
IV 分離運動	0	0	0	0
V 正常反射	0	0	0	0
協調性 / スピード	5	6	6	6
FAC	3	4	4	4

TLA: Trailing Limb Angle, BRS: Brunnstrom Recovery Stage, FMA-LE: Fugl-Meyer Assessment Scale Lower Extremity, FAC: Functional Ambulation Category

し、歩行速度は対象者が設定時間内において持続的に歩行可能な最大努力歩行速度とした。BWSOT 実施中は歩行補助具として AFO-OD を使用した。

なお、本研究は、済生会山形済生病院倫理審査委員会の承認（受付番号：343）を得て実施した。また、対象者へ研究趣旨および個人情報の取り扱い方法を書面にて説明し同意を得た。

3. 評価

評価項目は、歩行速度、ケイデンス、ストライド長、6分間歩行距離、麻痺側 TLA、麻痺側足関節底屈モーメント、BRS、FMA-LE および FAC とした。歩行速度、ケイデンス、ストライド長は、最大努力歩行で計測した 10 m 歩行テストの所要時間、歩数をもとに算出した。TLA は、対象者の麻痺側大転子と第 5 中足骨上にマーカーを貼付し、6 m の歩行路を歩行中に測定した。中間地点（3 m）にビデオカメラ（Canon 社、iVIS HF R700）

を配置し、矢状面から歩行を撮影したものを動画解析ソフト（Kinovea 社、Kinovea）を用いて解析した。その際、身体の回旋による測定誤差が生じないように前額面方向からもビデオカメラを用いて歩行の撮影を行い、歩容の確認を行った。ビデオカメラは水平に設定した三脚上に固定し、対象者の全身が撮影可能となるように配置した。測定は 3 回実施し、その平均値を採択した。足関節底屈モーメントは、簡易歩行分析システム（Pacific Supply 社、Gait Judge System）で測定し、セカンドピークの値を算出した。前後 3 m ずつの助走路を含む 16 m の歩行路で測定を行い、助走路以外の 10 m を歩行中の足関節底屈モーメントの平均値を用いた。歩行評価時の AFO-OD の油圧は 2.5 に設定し、評価時期は介入開始時と各期終了時とした。

結 果

各期の評価結果を表 1 に示した。初回評価時の身体機

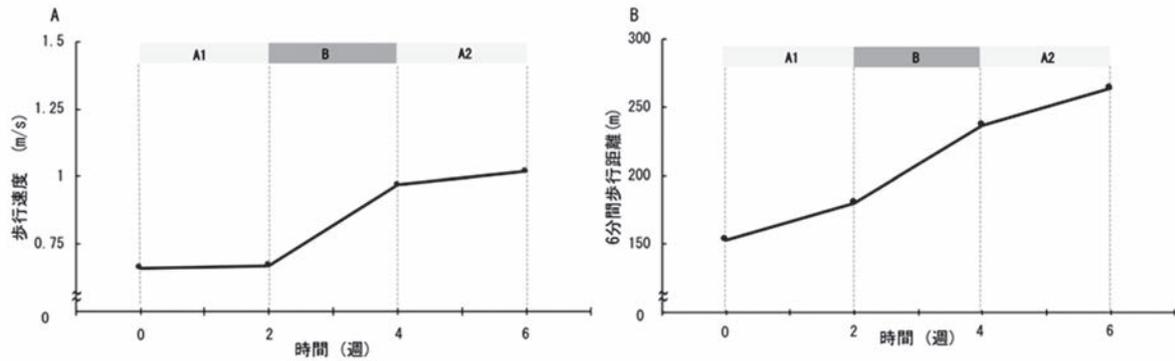


図4 歩行パラメータの変化 (A: 歩行速度, B: 6分間歩行距離)

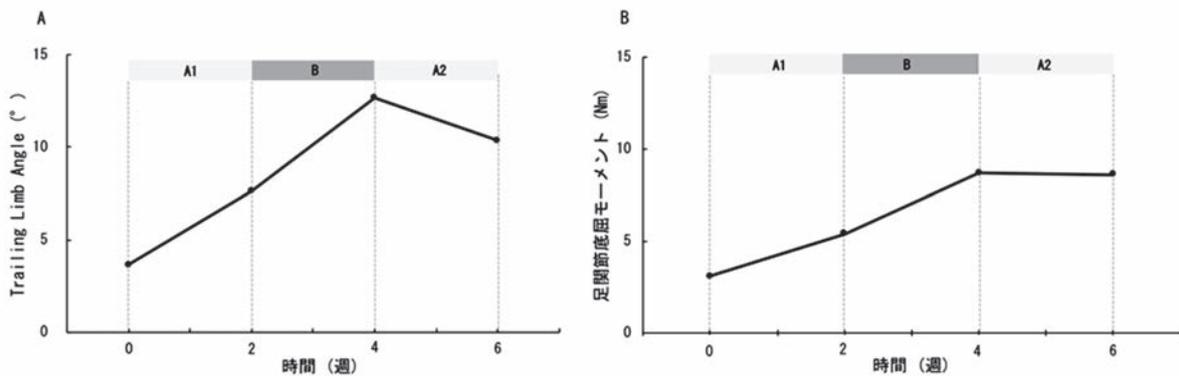


図5 運動学・運動学的パラメータの変化 (A: Trailing Limb Angle, B: 足関節底屈モーメント)

能は歩行速度: 0.66 m/s, ケイデンス: 87.4 steps/min, ストライド長: 0.90 m, 6分間歩行距離: 153 m, BRS: III, FMA-LE: 23点, FAC: 3であった。各期の最終セッションにおける合計の歩行量は, A1期: 約250 m, B期: 約2,000 m, A2期: 約650 mであり, A期の歩行量と比べ, B期の歩行量は増加した。歩行速度および6分間歩行距離は, 全介入期間にわたって改善し, A期と比べ, B期でより大きな改善を認めた(図4)。ケイデンスはA1期: 92.6 steps/min, B期: 110.6 steps/min, A2期: 115.5 steps/minと全介入期間にわたり増加を示し, B期でもっとも増加した。ストライド長は, A1期の0.86 mからB期の1.06 mへと改善し, A2期ではB期と同値であった。TLAおよび足関節底屈モーメントはA1期からB期にかけ増加し, A1期と比べ, B期でより大きい増加を示した(図5)。BRSは全期間にわたり不変であった。FMA-LE, FACはA1期終了時に, それぞれ23点から24点, 3から4へと改善したが, B期以降では変化を示さなかった。なお, 各歩行テストの歩行補助具については, 初回評価時のみ4点杖, AFO-ODを使用し, A1期以降はT字杖, AFO-ODを使用した。

考 察

歩行速度および6分間歩行距離は, A期と比べ, B期

でより大きい改善を示した。脳卒中ガイドラインにおいて, 歩行能力の改善のために歩行訓練などの下肢訓練の量を多くすることが推奨されている¹²⁾。体重免荷装置を用いた歩行練習は, より多くの歩行量を確保できる可能性があり¹³⁾, BWSOTは歩行能力の改善に寄与する歩行練習方法になると考えられる。本研究においてもA1期, A2期の最終セッションにおける合計の歩行量がそれぞれ約250 m, 650 mだったのに対し, B期では約2,000 mであり, 通常の歩行練習と比べ, BWSOTは歩行量の増加をもたらした。したがって, 同一の理学療法提供時間において, B期では高頻度の歩行練習を実施することが可能であり, それが歩行速度および6分間歩行距離の改善に寄与したと考えられる。歩行速度の臨床的に意味のある最小変化量(Minimal Clinically Important Difference: 以下, MCID)は0.16 m/sであるとされ¹⁴⁾, B期の歩行速度がMCIDを上回る結果を示したことから, BWSOTによって意味のある介入効果をもたらされたと考えられる。一方, 6分間歩行距離のMCIDは71 mとされ¹⁵⁾, B期の6分間歩行距離はMCIDを下回る結果となった。Fulkら¹⁵⁾の研究では, 12~16週間の介入後に測定された6分間歩行距離を用いてMCIDが算出された。本研究では, BWSOTによる介入期間が2週間であったため, 介入期間の差異によって, MCIDを超え

る変化を示さなかったと推察される。しかしながら、本研究は B 期において、地域社会で制限なく歩行可能とされる 6 分間歩行距離の予測値である 205 m¹⁶⁾ を超える結果が得られたことは注目に値すると考えられる。

TLA と足関節底屈モーメントは、A1 期および B 期で改善した。先行研究において、TLA と足関節底屈モーメントは推進力と正の相関があり、歩行速度および 6 分間歩行距離の改善に寄与する要因であると報告されている⁹⁾¹¹⁾。本研究においても、TLA、足関節底屈モーメントの改善とともに、歩行速度、6 分間歩行距離が改善傾向にあったため、TLA、足関節底屈モーメントがこれらの歩行能力改善に関与したものと推察できる。A1 期、B 期の双方で TLA、足関節底屈モーメントの改善がみられたことから、これらの改善は BWSOT によってのみもたらされるものでないものの、通常の理学療法と比べ、BWSOT で大きく改善する可能性があると考えられる。一方、A2 期では、B 期と比べて歩行速度、6 分間歩行距離が改善しているにもかかわらず、TLA は低下し、足関節底屈モーメントはおおよそ同程度の値を示した。A2 期のケイデンスは B 期と比べ改善したのに対し、ストライド長は同値であったことから、A2 期の歩行能力改善はケイデンス増加に伴う歩行時間因子の改善による影響が大きかったものと推察される。また、脳卒中患者では歩行速度と非麻痺肢の推進力においても正の相関がみられ、推進力は重症者ほど麻痺肢で減少し、非麻痺肢で増加するとされる¹⁷⁾。つまり、脳卒中患者では非麻痺肢による代償が歩行速度に影響を及ぼす可能性を示唆している。したがって、ケイデンスの改善に加え、非麻痺肢の推進力増加によって、A2 期において歩行速度、6 分間歩行距離が改善したと考えられる。B 期と比べ、A2 期で TLA が低下した要因として、本症例にとって B 期の TLA が過大であった可能性がある。Lewek ら¹⁸⁾ は、歩行が自立している慢性期脳卒中患者の大転子と第 5 中足骨頭をランドマークに TLA を測定したところ、麻痺側 TLA は $6.6 \pm 5.4^\circ$ であったと報告している。この TLA の大きさを考慮すると、運動学習戦略の結果として A2 期で TLA が低下したものと考えられた。しかしながら、A2 期の TLA、足関節底屈モーメントは BWSOT 実施前の A1 期より高い水準を維持できたことから、BWSOT による一定の持ち越し効果があったと推察される。

本研究の限界として、シングルケースデザインによる検討のため、複数症例での介入効果が明らかでないこと、フォローアップ期間を設けなかったため、長期的な介入効果の持続が不明瞭であったことが挙げられる。さらに、TLA の測定において体幹回旋の影響を定量的に評価困難であったこと、ケイデンスは麻痺肢、非麻痺肢の区別を行っていないことから、麻痺肢、非麻痺肢のど

ちらが歩行の時間因子により影響したかどうかは明らかでなかったことも今後の課題として挙げられる。これらを考慮したさらなる研究が必要と考えられる。

結 論

亜急性期脳卒中患者に対する BWSOT の効果を実証すべく ABA シングルケースデザインを用いて検討を行った。その結果、A 期と比べ、BWSOT を実施した B 期において歩行速度および 6 分間歩行距離のより大きな改善を認め、歩行速度は MCID を超える結果を示した。さらに、歩行の推進力に寄与するとされる TLA、足関節底屈モーメントも B 期でより大きな改善をしたため、BWSOT は亜急性期脳卒中患者の歩行能力、運動学・動力学的パラメータの改善に寄与し得る介入戦略であると考えられた。

利益相反

本研究に関して、開示すべき利益相反関連事項はない。

文 献

- 1) Jones PS, Pomeroy VM, *et al.*: Does stroke location predict walk speed response to gait rehabilitation? *Hum Brain Mapp.* 2016; 37: 689-703.
- 2) Mehrholz J, Thomas S, *et al.*: Treadmill training and body weight support for walking after stroke. *Cochrane Database Syst Rev.* 2017; 8: Cd002840.
- 3) van Hedel HJ, Tomatis L, *et al.*: Modulation of leg muscle activity and gait kinematics by walking speed and body-weight unloading. *Gait Posture.* 2006; 24: 35-45.
- 4) Brunelli S, Iosa M, *et al.*: Early body weight-supported overground walking training in patients with stroke in subacute phase compared to conventional physiotherapy: a randomized controlled pilot study. *Int J Rehabil Res.* 2019; 42: 309-315.
- 5) Gama GL, Celestino ML, *et al.*: Effects of Gait Training With Body Weight Support on a Treadmill Versus Overground in Individuals With Stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2017; 98: 738-745.
- 6) Miller EW, Quinn ME, *et al.*: Body weight support treadmill and overground ambulation training for two patients with chronic disability secondary to stroke. *Phys Ther.* 2002; 82: 53-61.
- 7) Sousa CO, Barela JA, *et al.*: Gait training with partial body weight support during overground walking for individuals with chronic stroke: a pilot study. *J Neuroeng Rehabil.* 2011; 8: 48.
- 8) Schmid A, Duncan PW, *et al.*: Improvements in speed-based gait classifications are meaningful. *Stroke.* 2007; 38: 2096-2100.
- 9) Awad LN, Binder-Macleod SA, *et al.*: Paretic Propulsion and Trailing Limb Angle Are Key Determinants of Long-Distance Walking Function After Stroke. *Neurorehabil Neural Repair.* 2015; 29: 499-508.
- 10) Hsiao H, Awad LN, *et al.*: Contribution of Paretic and Nonparetic Limb Peak Propulsive Forces to Changes in Walking Speed in Individuals Poststroke. *Neurorehabil Neural Repair.* 2016; 30: 743-752.
- 11) Hsiao H, Knarr BA, *et al.*: Mechanisms to increase propul-

- sive force for individuals poststroke. *J Neuroeng Rehabil.* 2015; 12: 40.
- 12) 日本脳卒中学会 脳卒中ガイドライン委員会：脳卒中治療ガイドライン2015. 協和企画, 東京, 2015, p. 288.
 - 13) Ada L, Dean CM, *et al.*: Randomized trial of treadmill walking with body weight support to establish walking in subacute stroke: the MOBILISE trial. *Stroke.* 2006; 41: 1237-1242.
 - 14) Tilson JK, Sullivan KJ, *et al.*: Meaningful gait speed improvement during the first 60 days poststroke: minimal clinically important difference. *Phys Ther.* 2010; 90: 196-208.
 - 15) Fulk GD, He Y: Minimal Clinically Important Difference of the 6-Minute Walk Test in People With Stroke. *J Neurol Phys Ther.* 2018; 42: 235-240.
 - 16) Fulk GD, He Y, *et al.*: Predicting Home and Community Walking Activity Poststroke. *Stroke.* 2017; 48: 406-411.
 - 17) Bowden MG, Balasubramanian CK, *et al.*: Anterior-posterior ground reaction forces as a measure of paretic leg contribution in hemiparetic walking. *Stroke.* 2006; 37: 872-876.
 - 18) Lewek MD, Sawicki GS: Trailing limb angle is a surrogate for propulsive limb forces during walking poststroke. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2019; 67: 115-118.

〈Abstract〉

The Efficacy of Body Weight Supported Overground Training in a Patient with Subacute Stroke: ABA Single Case Design

Shingo WATANABE, PT, BS, Ryoji OTAKI, OT, MS, Osamu ONO, PT, BS
Department of Rehabilitation, Saiseikai Yamagata Saisei Hospital

Yuki SAITO, MD, PhD, Sunao TAKEMURA, MD, PhD
Neurosurgery, Saiseikai Yamagata Saisei Hospital

Objective: To examine the efficacy of Body Weight Supported Overground Training (BWSOT) in a patient with subacute stroke.

Method: A 73-year-old male patient had right hemiparesis due to a stroke. The ABA experimental single-case design was used. The patient received conventional physical therapy at baseline and an additional; BWSOT at the intervention phase, respectively, for 2 weeks. Gait speed (GS), 6-minute walking distance (6MWD), Trailing Limb Angle (TLA), and paretic ankle plantar moment (APM) were evaluated at the end of each period.

Result: GS and 6MWD improved at all periods; however, improvement at the intervention period was observed than at baseline. TLA and paretic APM also improved with improving gait ability.

Conclusion: BWSOT was considered a rehabilitation strategy that improves kinematic and dynamic parameters, as well as gait ability in patients with subacute stroke.

Key Words: Stroke, Body Weight Supported Overground Training, Case study

短 報

COVID-19 重症患者における年代別の理学療法経過*

海老耕大^{1) #} 岡原 聡¹⁾ 梶原史恵¹⁾
奥野友和¹⁾ 井田真一郎¹⁾ 長島健太郎¹⁾

要旨

【目的】 COVID-19 重症患者を年代別に分類し、基本属性および理学療法の経過を明らかにすることである。【方法】 対象は、当センターに入院した COVID-19 患者のうち理学療法を実施した者とした。患者の基本情報、COVID-19 の重症度、人工呼吸器・ECMO 使用の有無、入院期間、転帰、理学療法経過を調査した。50～60歳台、70歳台、80歳台の3群に群分けし比較を行った。【結果】 COVID-19 重症患者の123名が対象となり、入院30日経過時の5m歩行能力の達成率は、50～60歳台で43%、70歳台で49%、80歳台で44%であった。【結論】 COVID-19 重症患者は、入院より約1ヵ月の経過において全年代で半数以上が5m歩行の達成が困難であった。COVID-19 重症患者におけるADLの回復は、50～80歳台まで年代別にかかわらず、短期的には難しいことが示唆された。

キーワード COVID-19, 年代別, 理学療法

緒 言

新型コロナウイルス (SARS-CoV-2) は、2019年12月以降中華人民共和国湖北省武漢市で発生した原因不明の肺炎患者から検出された新種のコロナウイルスである。世界保健機関 (WHO) は新型コロナウイルス感染症の正式名称を「COVID-19 (coronavirus disease 2019) : 以下、COVID-19」と定めた。

COVID-19 は軽度から重度の範囲があり、基礎疾患のある者では死亡率が高いことが報告されている¹⁾²⁾。Cristina³⁾ による気管切開患者を対象にしたコホート研究では、23.7%の死亡率であった。パンデミックの初期に報告された COVID-19 の大規模な調査では、81%が軽症、14%が重症、5%が致命的な臓器不全を伴うことが示されている⁴⁾。また重症の COVID-19 は、心不整脈、横紋筋融解症、凝固障害、およびショックに加えて、急性の心臓、腎臓、および肝臓の損傷を引き起こす可能性がある⁵⁾。重症の COVID-19 による虚弱性を考

慮した初期のリハビリテーションプログラムの検討が臨床研究で進行しているが⁶⁾、理学療法経過はまだ明らかとなっていない。

高齢の COVID-19 患者が重症化しやすいことが明らかとなっているが⁷⁾、臨床経験として50～60歳台の重症患者を担当する機会も少なくない。さらに、高齢者だけでなく50～60歳台の重症患者においても、生活動作獲得に向けた理学療法が長期化することを経験する。

本研究の目的は、COVID-19 重症患者のうち50～89歳を年代別に分類し、基本属性および理学療法の経過を明らかにすることである。

対象および方法

1. 研究実施施設

実施施設は、大阪急性期・総合医療センター、大阪コロナ重症センターであり、COVID-19 患者の大阪府下における重症患者の受け入れ施設として位置づけられている。COVID-19 患者の入院基準は、大阪急性期・総合医療センターでは酸素投与が5 L/min 以上、呼吸器管理が必要と予測される者であり、大阪コロナ重症センターでは人工呼吸器管理が必要な者と定められている。

2. 対象

対象は、2020年4月1日～12月31日までの間に大

* Physical Therapy in Severe COVID-19 Patients by Age

1) 大阪急性期・総合医療センター
(〒558-8558 大阪府大阪市住吉区万代東3-1-56)
Koudai Ebi, PT, BS, Satoshi Okahara, PT, PhD, Fumie Kajihara, PT, Tomokazu Okuno, PT, Shinichiro Ida, PT, Kentaro Nagashima, PT: Osaka General Medical Center

E-mail: ebikoudai.0488@gmail.com
(受付日 2021年5月31日/受理日 2021年9月24日)
[J-STAGEでの早期公開日 2021年11月30日]

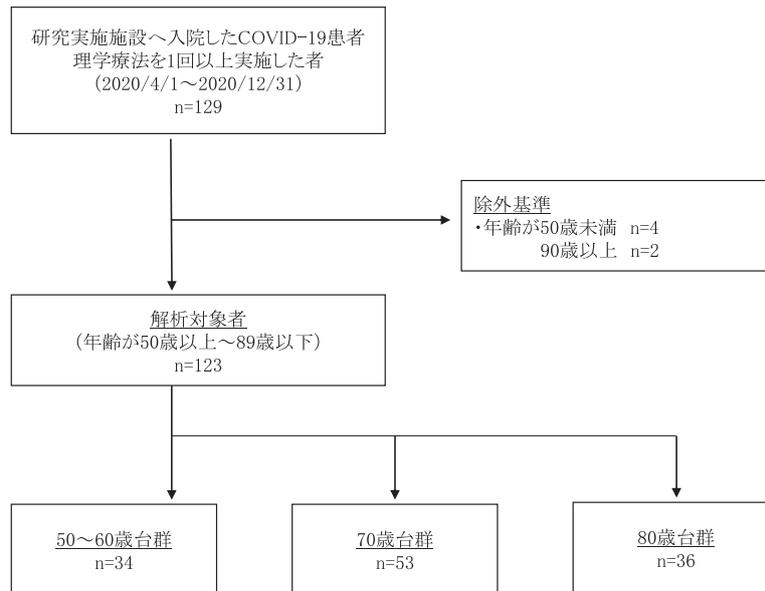


図1 対象のフローチャート

阪急性期・総合医療センター，大阪コロナ重症センターに入院した COVID-19 患者のうち，主治医よりリハビリテーション依頼があり，リハビリテーション科医師より理学療法の処方があった者で理学療法を1回以上実施したことを条件とした。対象の追跡期間はすべての患者の転帰となった2021年5月末日までとした。除外基準は，50歳未満と90歳以上の者とした。対象者の選択手順を図1に示す。

3. 方法

調査項目は，患者の基本情報として年齢，性別，Body mass index（以下，BMI），基礎疾患の有無，転帰，人工呼吸器使用の有無，extracorporeal membrane oxygenation（以下，ECMO）使用の有無，入院前ADL，入院期間を調査した。基礎疾患は，重症化にかかわる要因と報告がある⁸⁻¹¹⁾ 高血圧，COPD，循環器疾患，糖尿病が既往歴に1つ以上ある者と定義した。

また，COVID-19の重症度を分類するため，Wuら⁴⁾の報告およびFood and Drug Administrationの重症度分類の定義¹²⁾を引用し，(1)呼吸回数 ≥ 30 回/分，(2)血中酸素飽和濃度 $\leq 93\%$ ，(3)吸気酸素濃度の割合に対する動脈酸素分圧が300 mmHg未満，(4)24~48時間以内に50%を超える肺の浸潤がみられたものうちいずれかを満たすものをCOVID-19重症患者とした。

理学療法は全身状態に合わせて，関節運動，レジスタンストレーニング，座位，立位，歩行練習を実施した。

理学療法経過は，入院から理学療法開始までの日数，理学療法実施日数，端座位可能日，立位可能日，5 m歩行可能日，ADLは入院時・退院時 Barthel index（以下，BI）とした。5 m歩行可能日は，補助具および酸素療法

の使用を含む条件下で見守りもしくは軽介助ではじめて動作が可能になった日と定義して，入院日からの経過日数を算出した。同様に，端座位可能日は5分保持，立位可能日は1分保持がはじめて可能になった日と定義して，日数を算出した。

4. 統計学的解析

対象者を50~60歳台，70歳台，80歳台の3群に群分けし，調査項目の比較を行った。統計処理には χ^2 検定およびKruskal Wallis検定を用いて，有意差が認められた項目に関してはBonferroni法にて3群間比較を行った。連続変数は，平均値 \pm 標準偏差で表し，離散変数は中央値〔四分位範囲〕で表記した。

年代別の歩行達成率は，3群における5 m歩行可能の有無および入院日から歩行可能になった日数を算出し，Kaplan-Meier法にて解析した。歩行可能前までに対象者の死亡もしくは転帰が生じたときには打ち切りとして算出し，入院日から30日までのKaplan-Meier曲線を作図した。

統計解析ソフトはSPSS，Statistics 27，IBMを用い，有意水準は5%とした。

5. 倫理的配慮

本研究は大阪急性期・総合医療センターの倫理委員会にて承認（番号2021-004）を得て実施した。オプトアウト方式を用いて，当センターのホームページに本研究の関連情報を掲載した。

表 1 対象の基本情報と理学療法経過

	50～60歳台群 (n=34)	70歳台群 (n=53)	80歳台群 (n=36)	p value
年齢 (歳)	63.6 ± 4.8	75.1 ± 2.9	83.3 ± 2.3	<0.01 a*, b*, c*
BMI	24.5 ± 5.0	22.5 ± 4.1	22.3 ± 3.8	0.06
性別 (n)				
男性	29 (85%)	42 (79%)	16 (44%)	<0.01
女性	5 (15%)	11 (21%)	20 (56%)	
基礎疾患 (n)	33 (97%)	48 (91%)	34 (94%)	0.47
転帰 (自宅/転院/死亡)				
自宅	13 (38%)	10 (19%)	5 (14%)	
転院	18 (53%)	34 (64%)	20 (56%)	0.36
死亡	3 (9%)	9 (17%)	11 (30%)	
人工呼吸器				
使用あり (n)	26 (76%)	32 (60%)	20 (56%)	0.16
管理期間 (日)	21.6 ± 18.3	17.5 ± 16.9	30.5 ± 45.5	0.29
ECMO				
使用あり (n)	8 (24%)	2 (4%)	0	<0.01
管理期間 (日)	26.3 ± 18.6	36.0 ± 31.1	0	<0.01 a*, c*
ADL (n)				
入院前 自立	33 (97%)	44 (83%)	18 (50%)	<0.01
要介護認定	1 (1%)	9 (17%)	18 (50%)	
在院日数 (日)	48.0 ± 51.9	39.2 ± 47.5	30.9 ± 28.1	0.61
理学療法経過				
開始までの日数 (日)	6.9 ± 9.1	7.1 ± 8.4	6.3 ± 6.4	0.69
実施日数 (日)	32.2 ± 42.4	24.3 ± 36.9	16.8 ± 19.5	<0.01 a*, c*
端座位				
可能 (n)	31 (91%)	40 (75%)	26 (72%)	0.11
日数 (日)	21.6 ± 22.7	11.8 ± 13.3	10.3 ± 7.8	0.08
立位				
可能 (n)	30 (88%)	29 (55%)	18 (50%)	<0.01
日数 (日)	24.6 ± 26.5	15.9 ± 20.7	12.6 ± 9.4	0.22
5 m 歩行				
可能 (n)	25 (74%)	27 (51%)	16 (44%)	0.04 a*, c*
日数 (日)	32.4 ± 32.7	19.1 ± 22.7	16.6 ± 13.9	0.31
入院時 BI (点)	0 [0 ~ 0]	0 [0 ~ 0]	0 [0 ~ 0]	0.18
退院時 BI (点)	55.0 [5 ~ 85]	15.0 [0 ~ 75]	12.5 [0 ~ 55]	0.03 c*

*: p<0.05, 連続変数: 平均値±標準偏差, 離散変数: 中央値 [四分位範囲]

a: 50～60歳台群 vs 70歳台群, b: 70歳台群 vs 80歳台群, c: 50～60歳台群 vs 80歳台群

BMI: Body mass index, ECMO: extracorporeal membrane oxygenation, ADL: Activities of daily living, BI: Barthel index

結 果

1. 基本属性

当センターに入院した COVID-19 患者において理学療法を 1 回以上実施した 129 例のうち, 除外基準にあたる 6 名を除いた 123 名 (男性 87 名, 女性 36 名, 平均年齢 74 歳) が対象となった。対象は, 全例が COVID-19 重症患者に該当した。

2. 基本情報の年代別の比較

年代別の基本情報と臨床経過を表 1 に示す。50～60 歳台と 70 歳台は男性が多く, 80 歳台は男女比に差はなかった。50～60 歳台の BMI は 24.5 kg/m² であり, 70 歳台と 80 歳台と比較し肥満傾向であった。また, 重症化にかかわる基礎疾患を有する者がすべての年代で 90% を上回っていた。転帰は各年代ともに半数以上が転院であり, 自宅退院は 50～60 歳台で 38%, 70 歳台で 19%,

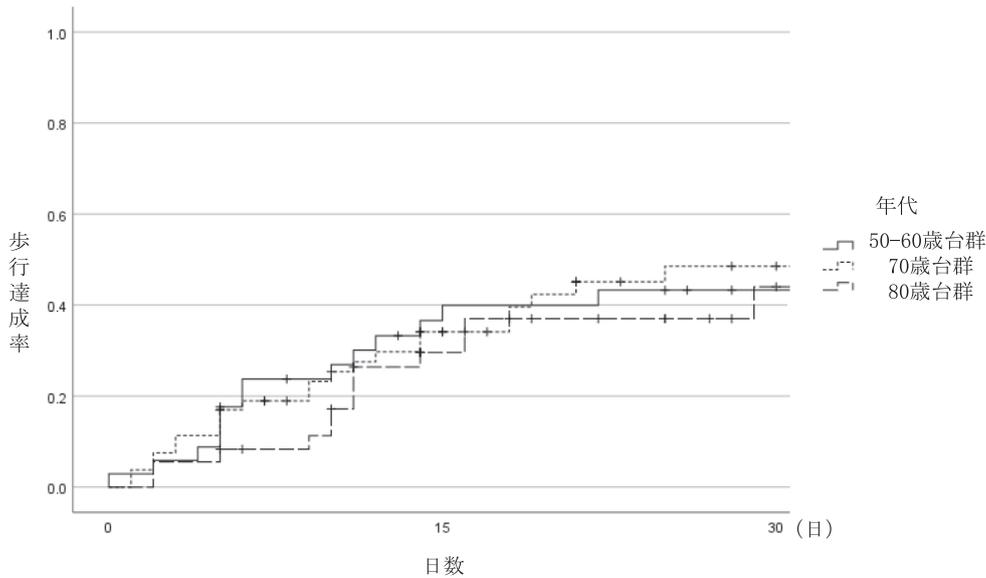


図2 COVID-19重症患者の年代別にみた5 m歩行可能日数のKaplan Meier曲線

80歳台で14%、死亡率は50～60歳台で9%、70歳台で17%、80歳台では30%であった。人工呼吸器の装着率は、50～60歳台で76%、70歳台で60%、80歳台では56%であった。

発症前のADLが自立していた者は、50～60歳台で97%、70歳台で83%、80歳台では50%であった。平均在院日数は50～60歳台で 48.0 ± 51.9 日、70歳台で 39.2 ± 47.5 日、80歳台で 30.9 ± 28.1 日で、退院時のBIの中央値はそれぞれの年代で55.0点、15.0点、12.5点であり、多くの患者が発症前ADLまで改善することなく転帰を迎えていた。

3. 理学療法経過

入院から理学療法開始までの平均日数は、50～60歳台で 6.9 ± 9.1 日、70歳台で 7.1 ± 8.4 日、80歳台で 6.3 ± 6.4 日であった。また、理学療法実施日数は50～60歳台で 32.2 ± 42.4 日、70歳台で 24.3 ± 36.9 日、80歳台で 16.8 ± 19.5 日であった。

端座位が可能になった者は、50～60歳台で91%、70歳台で75%、80歳台で72%、達成までの日数はそれぞれ 21.6 ± 22.7 日、 11.8 ± 13.3 日、 10.3 ± 7.8 日であった(表1)。立位が可能になった者は、50～60歳台で88%、70歳台で55%、80歳台で50%、達成までの日数はそれぞれ 24.6 ± 26.5 日、 15.9 ± 20.7 日、 12.6 ± 9.4 日であった。また、転帰時に5 m歩行が可能になった者は、50～60歳台で25/34名、70歳台で27/53名、80歳台で16/36名であり、達成までの日数はそれぞれ 32.4 ± 32.7 日、 19.1 ± 22.7 日、 16.6 ± 13.9 日であった。

4. 年代別における5 m歩行達成率のKaplan-Meier曲線

5 m歩行が可能になるまでの日数と達成率のKaplan-Meier曲線を図2に示す。入院日から15日時点の年代別における5 m歩行の達成率は、50～60歳台群が40%、70歳台群が34%、80歳台群が30%であり、累計打ち切り数は50～60歳台群が1名、70歳台群が8名、80歳台群が7名であった。また、30日時点の年代別における5 m歩行の達成率は、50～60歳台群が43%、70歳台群が49%、80歳台群が44%であり、累計打ち切り数は50～60歳台群が2名、70歳台群が17名、80歳台群が15名であった。

考 察

COVID-19患者の約3～5%は、感染から14日以内に重症化する可能性があることが報告されている¹³⁾。COVID-19の臨床像は発熱、咳、筋肉痛、呼吸困難、重症の場合には急速に急性呼吸窮迫症候群となり、労作と体位に関連した酸素飽和度の低下を認め、人工呼吸器やECMOでの治療が必要になる¹⁴⁾。

本研究の対象は、全例においてCOVID-19重症患者に該当し、人工呼吸器の装着率は、50～60歳台で76%、70歳台で60%、80歳台では56%であった。COVID-19は、広範囲の症状を伴う多臓器疾患として認識されており、COVID-19重症患者では、他の重大な病気と同様に、異化的な筋肉の消耗、摂食困難、虚弱を引き起こすことが報告されている¹⁵⁾。当センターにおける重症患者の離床は、「集中治療における早期理学療法～根拠に基づくエキスパートコンセンサス～」¹⁶⁾を参考に進めている。COVID-19重症患者の早期離床は必ずしも有益でなく注意が必要であることが示されており¹⁷⁻¹⁹⁾、今後、

より安全で効果的な理学療法を実施するための情報共有が必要である。

Claudio ら²⁰⁾ は、COVID-19 患者の急性期のリハビリテーションの経過を示しており、研究実施期間中に 6MWT が実施可能になった割合は 18.8% と報告している。また、Saeki ら²¹⁾ は、人工呼吸器での治療を受けた 60 歳台の COVID-19 患者に対して、急性期の鎮静終了後、できるだけ早期に離床を促した患者の歩行練習開始は転入院後 22 日目であったと報告している。

当センターは大阪府における急性の COVID-19 重症患者を可能な限り受け入れる施設であり、状態が安定すれば早期に転院するため、転帰の約 6 割は転院であった。本研究においては、転帰時に 5 m 歩行が可能になった者は、50～60 歳台で 25/34 名、70 歳台で 27/53 名、80 歳台で 16/36 名であり、多くの患者が歩行不可の状態転帰を迎えていた。年代別にみた Kaplan-Meier 曲線の結果では、入院日から 30 日時点においての 5 m 歩行の達成率が、50～60 歳台群で 43%、70 歳台群で 49%、80 歳台群で 44% であった。COVID-19 重症患者の 5 m 歩行は、入院より約 1 ヶ月の経過において全年代で半数以上は達成が困難である経過が示された。また、スペインの全国疫学研究では、COVID-19 で気管切開を必要とする 1,890 名の患者のうち、1 ヶ月後に人工呼吸器からの離脱に成功したのは 52% にすぎなかったことを報告している³⁾。さらに、退院 60 日後の患者のうち、階段を上る際の呼吸困難がある者は 22.9% であった²²⁾。COVID-19 は重症化すると全身性炎症反応による虚弱を引き起こすことが報告されており⁶⁾、今回の結果では、50～60 歳台の生産年齢世代であっても重症化すると、歩行能力、ADL 能力の改善には時間を要することが確認できた。

以上のことから、COVID-19 重症患者における ADL の改善は、短期的には難しく中長期的な視点でかかる必要性があると考えられる。

限 界

当センターは大阪府における急性の COVID-19 重症患者を可能な限り受け入れるため、状態安定者が早期に転院するため、転帰の約 6 割は転院であり、理学療法経過および ADL の長期追跡が困難であった。

結 論

今回、COVID-19 患者の理学療法の臨床経過や臨床像に関する情報を集約し報告した。COVID-19 重症患者における ADL の回復は、50～80 歳台まで年代別にかかわらず、短期的には難しいことが示唆され、長期的な追跡調査が今後の課題と思われた。

利益相反

本研究において開示すべき利益・相反関係はない。

文 献

- 1) Chen P, Nirula A, *et al.*: SARS-CoV-2 neutralizing antibody LY-CoV555 in outpatients with Covid-19. *N Engl J Med.* 2021; 384: 229-237.
- 2) Zhou F, Yu T, *et al.*: Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan, China: a retrospective cohort study. *Lancet.* 2020; 395: 1054-1062.
- 3) Cristina MV, Carmen PM, *et al.*: Outcome of 1890 tracheostomies for critical COVID-19 patients: a national cohort study in Spain. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2020; 4: 1-8.
- 4) Wu Z, McGoogan JM: Characteristics of and important lessons from the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak in China: summary of a report of 72, 314 cases from the Chinese Center for Disease Control and Prevention. *JAMA.* 2020; 323: 1239-1242.
- 5) Guo T, Fan Y, *et al.*: Cardiovascular implications of fatal outcomes of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19). *JAMA Cardiol.* 2020; 5: 811-818.
- 6) Ani N, Kartik S, *et al.*: Post-acute COVID-19 syndrome. *Nature medicine.* 2021; 27: 601-615.
- 7) Chidambaram V, Tun NL, *et al.*: Factors associated with disease severity and mortality among patients with COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2020; 15(11): e0241541-e0241541.
- 8) GP Fadini, ML Morieri, *et al.*: Prevalence and impact of diabetes among people infected with SARS-CoV-2. *J Endocrinol Invest.* 2020; 43: 867-869.
- 9) Yang J, Zheng Y, *et al.*: Prevalence of comorbidities and its effects in coronavirus disease 2019 patients: A systematic review and meta-analysis. *Int J Infect Dis.* 2020; 94: 91-95.
- 10) Giuseppe L, Brandon MH: Chronic obstructive pulmonary disease is associated with severe coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Respir Med.* 2020; 167: 105941. doi: 10.1016/j.rmed.2020.105941. PubMed PMID: 32421537; Pubmed Central PMCID: PMC7154502.
- 11) 倉島一喜, 鍵山奈保, 他: 新型コロナウイルス肺炎患者における重症化因子の検討. *感染症学雑誌.* 2020; 94: 483-489.
- 12) COVID-19: developing drugs and biological products for treatment or prevention (2020). <https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/covid-19-developing-drugs-and-biological-products-treatment-or-prevention.pdf> (2021 年 8 月 11 日引用)
- 13) Alfonso J, Jaime A, *et al.*: Clinical, laboratory and imaging features of COVID-19: A systematic review and meta-analysis. *Travel Med Infect Dis.* 2020; 34: doi: 10.1016/j.tmaid.2020.101623. PubMed PMID: 32179124; Pubmed Central PMCID: PMC7102608.
- 14) Audrey JY, Chloe LH, *et al.*: Clinical course and physiotherapy intervention in 9 patients with COVID-19. *Physiotherapy.* 2020; 109: 1-3.
- 15) Hosey M, Needham DM: Survivorship after COVID-19 ICU stay. *Nat Rev Dis Primers.* 2020; 6: 60.
- 16) 日本集中治療医学会: 集中治療における早期リハビリテーション～根拠に基づくエキスパートコンセンサス～. *日集中医誌.* 2017; 24: 255-303.
- 17) Carolina MH, Wouter AJ, *et al.*: COVID-19: patient

- characteristics in the first phase of post-intensive care rehabilitation. *Arch Rehabil Res Clin Transl.* 2021; 3: 100108.
- 18) Demeco A, Marotta N, *et al.*: Rehabilitation of patients post-COVID-19 infection: a literature review. *J Int Med Res.* 2020; 48: doi: 10.1177/0300060520948382. PubMed PMID: 32840156; PubMed Central PMCID: PMC7450453.
- 19) Tina JW, Brian C, *et al.*: Physical Medicine and Rehabilitation and Pulmonary Rehabilitation for COVID-19. *Am J Phys Med Rehabil.* 2020; 99: 769-774.
- 20) Claudio C, Fabrizio P, *et al.*: Early rehabilitation in post-acute COVID-19 patients: data from an Italian COVID-19 Rehabilitation Unit and proposal of a treatment protocol. *EJPRM.* 2020; 56: 633-641.
- 21) Saeki T, Ogawa F, *et al.*: Rehabilitation therapy for a covid-19 patient who received mechanical ventilation in Japan. *Am J Phys Med Rehabil.* 2020; 99: 873-875.
- 22) Vineet C, Scott AF, *et al.*: Sixty-day outcomes among patients hospitalized with COVID-19. *Ann Intern Med.* 2020; 174: 576-578.

〈Abstract〉

Physical Therapy in Severe COVID-19 Patients by Age

Koudai EBI, PT, BS, Satoshi OKAHARA, PT, PhD, Fumie KAJIHARA, PT, Tomokazu OKUNO, PT, Shinichiro IDA, PT, Kentaro NAGASHIMA, PT
Osaka General Medical Center

Objective: This study aimed to analyze the clinical characteristics of patients with severe coronavirus disease (COVID-19) and their progress in physical therapy.

Methods: The subjects were COVID-19 patients who were admitted to our center and underwent physical therapy. The patients' sex, body mass index, medical history, disease severity status of COVID-19, ventilator and extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) machine use, pre-hospital activities of daily living (ADL), terms of hospital stay, outcome, and physical therapy progress (measured as the number of days elapsed before the patient could perform sitting, standing, or walking) were recorded. The patients were divided into 3 groups according to age: 50-60s, 70s, and 80s. Afterward, the survey items mentioned were statistically analyzed.

Results: Of the 123 included patients with severe COVID-19, 87 were males and 36 were females, with an average age of 74 years. The achievement rate of 5 m walking ability at 30 days was 43% in the 50-60s group, 49% in 70s group, and 44% in 80s group.

Conclusion: Our findings showed that more than half of all the COVID-19 patients in all age groups had difficulty in achieving walking ability after approximately 1 month. It was suggested that the recovery from decline of ADLs in patients with severe COVID-19 was difficult in the short term regardless of age group.

Key Words: COVID-19, Age group, Physical therapy

症例報告

長期間の体外式膜型人工肺管理を要した新型コロナウイルス感染症患者 3 症例に生じた集中治療後症候群と回復過程*

安部 諒^{1) #} 谷 直樹¹⁾

要旨

【症例】長期間の ECMO 管理を要した COVID-19 患者に対してリハビリテーションを行うことで 6 ヶ月以降の外来受診の際の PICS (身体機能・認知機能・精神機能) の存在を認めなかった 3 症例について報告する。【経過】ECMO 装着期間はそれぞれ 30 日, 35 日, 61 日であった。3 例ともに ICU-AW を発症し, ADL は全介助が必要な状態に低下した。ICU-AW に加えて血腫による関節可動域制限や筋力低下, 末梢神経障害が生じた症例は ADL の改善に 4 ~ 6 ヶ月を要し, 退院時に PICS (身体機能・認知機能) が残存した。退院後の長期的な PICS はなしと判断された。【結語】長期 ECMO 管理を要した COVID-19 患者に対しても多職種による早期からのリハビリテーションによって長期的な PICS の発症は抑えられた。

キーワード 新型コロナウイルス感染症, 体外式膜型人工肺, 集中治療後症候群

はじめに

新型コロナウイルス感染症 (Coronavirus disease 2019 : 以下, COVID-19) に対する人工呼吸器や体外式膜型人工肺 (Extracorporeal Membrane Oxygenation : 以下, ECMO) は重要な役割を担う。COVID-19 は全世界で流行し, 本邦においても感染者数の増加に伴って, ECMO が必要な重症患者も増加した¹⁾。COVID-19 は呼吸不全²⁾に加えて血栓塞栓症³⁾, 心血管系⁴⁾, 炎症性合併症⁵⁾をきたすなど, 様々な合併症が生じる。なかでも重症呼吸不全をきたした症例は, いわゆる急性呼吸窮迫症候群を反映したびまん性肺胞障害の所見が特徴とされる²⁾。このような病態では肺胞の過伸展あるいは虚脱再開通の繰り返しによる肺損傷である人工呼吸器関連肺障害 (Ventilator Induced Lung Injury : 以下, VILI) を招くことが問題になってくる⁶⁾⁷⁾。ECMO は人工肺を用いることで肺を介さずにガス交換が可能であるため, 重度の低酸素血症やアシドーシスを是正しながら, 肺保護戦略を行うことで VILI を予防できる可能性がある⁸⁾⁹⁾。

そのため ECMO は重症例の約 10 人に 1 人に使用され, COVID-19 に対する治療として非常に重要とされている²⁾。

ECMO を要する重症患者にも早期リハビリテーションは重要である。COVID-19 にはいわゆる特効薬がなく, 重症度別に行う支持療法が中心となる²⁾。ECMO を要する重症患者は, 肺の回復を患者自身の免疫に頼らざるを得ず, 筋弛緩薬や鎮静剤を長期間使用することとなり, 長期間の ECMO 管理を余儀なくされる¹⁾。また ECMO 管理は長期化するとカニューレ刺入部出血や頭蓋内出血などの出血合併症⁸⁾¹⁰⁾や, ECMO 回路内に血栓を生じることで脳梗塞などの血栓症を起こすなど, 様々な合併症が生じる可能性がある¹¹⁾。さらに, 血栓塞栓症や出血合併症は COVID-19 自体の合併症としても存在し, より重症例に多く見られる傾向にある¹²⁾。これらのことから長期間の ECMO 管理を要する COVID-19 患者には長期間の安静と出血合併症や血栓症などによって, 後の集中治療後症候群 (Post Intensive Care Syndrome : 以下, PICS) へと発展する可能性が高いといえる。PICS は集中治療室 (Intensive Care Unit : 以下, ICU) 退室後も身体機能¹³⁾や認知機能¹⁴⁾¹⁵⁾, 精神機能¹⁶⁾低下をきたすことから早期からのリハビリテーションが重要となる。しかし ECMO を要する重症 COVID-19 患者の長期的なリハビリテーションの経過や PICS についての報告は少ない。

今回, 約 1 ~ 2 ヶ月間の長期 ECMO 管理を要した

* Post Intensive Care Syndrome and Recovery Process in 3 Patients with Coronavirus Disease 2019 Requiring Long-term Extracorporeal Membrane Oxygenation Management

1) 自治医科大学附属さいたま医療センターリハビリテーション部 (〒330-8503 埼玉県さいたま市大宮区天沼町 1-847) Ryo Abe, PT, Naoki Tani, PT, MSc: Department of Rehabilitation, Jichi Medical University Saitama Medical Center

E-mail: rabe0801@jichi.ac.jp (受付日 2021 年 5 月 27 日 / 受理日 2021 年 10 月 9 日) [J-STAGE での早期公開日 2021 年 12 月 2 日]

表1 3症例の医学的情報

	症例1	症例2	症例3
年齢 [歳]	63	71	68
性別	男	男	女
Body Mass Index	22.9	24.8	24.9
入院前生活	都内へ通勤	自営業	自営業
併存疾患	高血圧 高脂血症 高尿酸血症 慢性腎不全	高血圧 糖尿病	高血圧 子宮筋腫
治療薬	ファビピラビル	ファビピラビル	ファビピラビル
ステロイドパルス療法	なし	第1-3病日	なし
昇圧剤使用期間 [日]	0	2	1
筋弛緩薬使用期間 [日]	4	21	30
深鎮静期間 [日]	29	30	32
身体抑制期間 [日]	5	10	25
ICU 期間 [日]	47	49	86
ECMO 装着期間 [日]	30	35	61
人工呼吸器装着期間 [日]	43	50	85
当院在院日数 [日]	64	95	177
転帰	転院後再入院自宅退院	転院	自宅退院
自宅退院までにかかった期間 [日]	93	130	177

ICU：集中治療室 (Intensive Care Unit)

ECMO：体外式膜型人工肺 (Extracorporeal Membrane Oxygenation)

COVID-19 患者3症例に対してICUから2～6ヵ月のリハビリテーションを提供することで、6ヵ月以降の外来受診の際にはPICSの存在を認めなかった症例を経験した。長期ECMO管理によって発症した合併症とそれに対するリハビリテーションや、PICSの回復過程について考察したため、ここに報告する。

症例経過

2020年3月から当院のICUでECMOを装着したCOVID-19患者のうち、6ヵ月以上のフォローアップが可能であった3症例について報告する。3症例の医学的情報について表1に示した。なお、当院入院日を第1病日とした。

1. 症例1

63歳男性。2020年3月発熱を自覚され、3日後より呼吸苦が出現し近医へ救急搬送、Polymerase Chain Reaction (以下、PCR) 検査陽性にてCOVID-19と診断された。翌日呼吸状態が増悪し集中治療が必要と判断され当院へ転院搬送された。併存疾患は高血圧・高脂血症・高尿酸血症・慢性腎不全を有していた。第1病日に挿管人工呼吸器管理およびECMO管理が必要となった。以降第29病日までRichmond Agitation-Sedation Scale (以下、RASS) -4以下の深鎮静管理が必要であった。第

31病日にPCR検査で2回目の陰性が確認され、ECMO離脱後の第32病日より理学療法 (Physical Therapy: 以下、PT) を開始した。意識障害はなく、Medical Research Council (以下、MRC) scoreは16点と低下し、端座位では頸部保持が困難な状態であった。関節可動域練習、自動介助運動から開始し、順次四肢の筋力増強運動、座位練習、車いす移乗練習、立位練習、歩行練習へと負荷を増強した。重症のICU関連筋力低下 (ICU-Acquired Weakness: 以下、ICU-AW) を発症したが、図1に示すように、筋力、大腿四頭筋筋厚 (Quadriceps Thickness: 以下、QT) は順調に改善した。中枢神経障害、末梢神経障害、血腫の形成はなく、日常生活動作 (Activity Daily Living: 以下、ADL) の回復は順調であった。第64病日リハビリテーション病院へ転院されリハビリテーションを継続したが、第80病日胆嚢炎のため当院へ再入院となった。第82病日のPT評価では意識清明でありMRC scoreは60点、独歩可能、認知機能障害、精神機能障害は認めなかった。リハビリテーション病院からの情報提供書と大きな差異がなく、胆嚢炎による身体機能制限の影響は見られなかった。第90病日6分間歩行距離は315mであり直接自宅退院可能と判断され、第93病日自宅退院となった。発症から6ヵ月後の外来受診の際には医師より長期的なPICSはないと判断され、職場復帰も達成した。なお、入院当初から

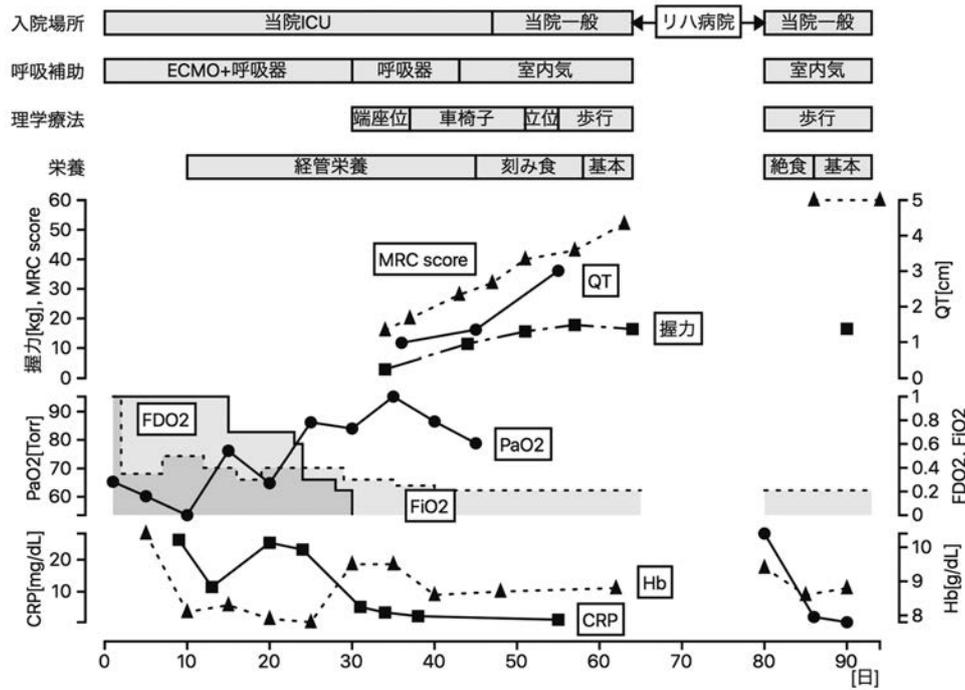


図 1 症例 1 の経過

深鎮静管理を終了した第 32 病日より理学療法を開始した。MRC score, QT, 握力は理学療法を進めるにしたがって順当に改善した。第 64 病日にリハビリテーション病院に転院してリハビリテーションを継続したが、第 80 病日に胆嚢炎で再入院した。胆嚢炎による炎症反応は抗生剤投与によって速やかに改善し、第 93 病日に自宅退院となった。

ICU: 集中治療室 (Intensive Care Unit)
 ECMO: 体外式膜型人工肺 (Extracorporeal Membrane Oxygenation)
 MRC score: Medical Research Council score
 QT: 大腿四頭筋筋厚 (Quadriceps Thickness)
 FDO2: Fraction of delivered oxygen
 FiO2: 吸入中酸素濃度 (Fraction of inspiratory oxygen)
 PaO2: 動脈血酸素分圧 (Partial pressure of arterial oxygen)
 Hb: ヘモグロビン (Hemoglobin)
 CRP: C 反応性蛋白 (C-reactive protein)

ICU 日記を作成し、ICU 退室に伴って患者本人に提供した。オンライン面会はシステムが整っておらず行われなかった。

2. 症例 2

72 歳男性。2020 年 4 月発熱を自覚され、4 日後に近医を受診し PCR 検査陽性にて COVID-19 と診断されたため入院。経日的に酸素必要量が増加し集中治療が必要と判断され当院へ転院搬送された。併存疾患は高血圧・糖尿病を有していた。第 1 病日に挿管人工呼吸器管理、第 2 病日 ECMO 管理、RASS-4 以下の深鎮静管理が必要であった。第 17 病日に PCR 検査で 2 回目の陰性が確認された。深鎮静管理が終了し、覚醒が得られた第 31 病日より、ECMO 挿入中であったが、PT が関節可動域練習、自動介助運動に加えて端座位練習を開始した。PT 開始時の意識障害はなく、MRC score は 4 点と低下し、端座位では頸部保持が困難な状態であった。第 36 病日に左鼠径部に血腫が出現し、画像下治療 (InterVen-

tional Radiology : 以下, IVR) にて止血したが、その血腫によって左股関節の可動域制限 (屈曲 60 度)、筋力低下をきたした。股関節を中心とした筋力増強運動、関節可動域練習、立位練習、歩行練習を順次実施した。図 2 に示すように、筋力は緩やかではあるが順調に改善し、QT は食事摂取開始や立位、歩行練習開始に伴って改善傾向となった。左股関節の筋力は徒手筋力テスト (Manual Muscle Test : 以下, MMT) で屈曲・伸展・外転ともに 3、関節可動域は屈曲 90 度と低下したまま第 95 病日リハビリテーション病院へ転院した。第 130 病日杖歩行で転院先より退院となった。ICU 滞在中に 10 日間連続で Confusion Assessment Method for the ICU (以下, CAM-ICU) で陽性となる時期もあったが、認知機能低下に移行することはなかった。発症後 7 ヶ月には屋外杖歩行で外来受診が可能となり、医師より長期的な PICS はないと判断され、家族で営む自営業にも参加できるようになった。なお、入院当初から ICU 日記を作成し、ICU 退室に伴って患者本人に提供した。オンライン面会

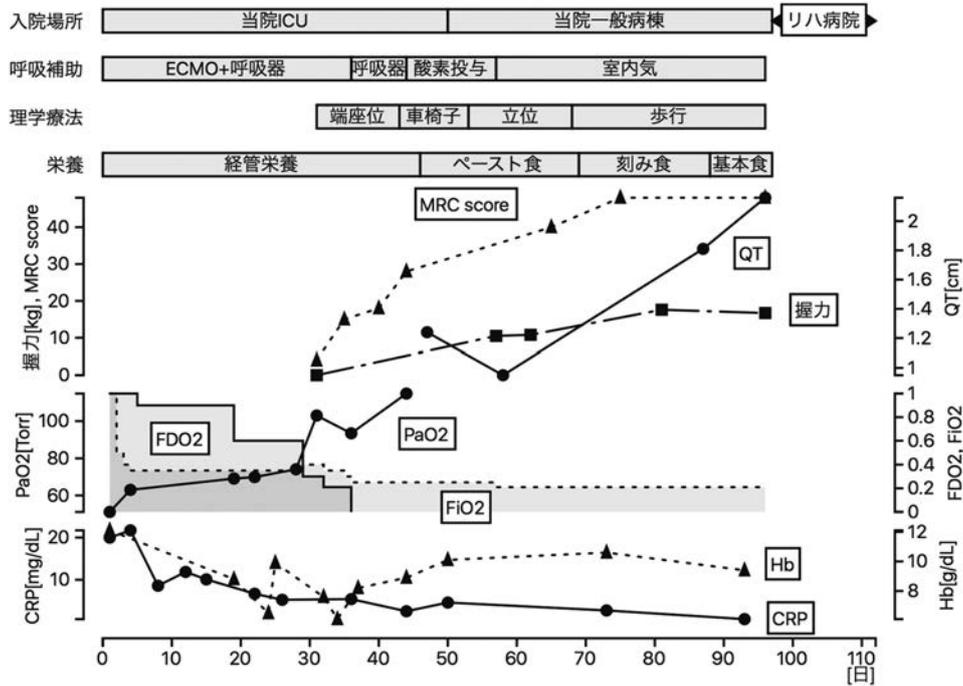


図2 症例2の経過

深鎮静管理を終了した第31病日より理学療法を開始した。第36病日に貧血を認め、左鼠径部に血腫が確認された。血腫による股関節可動域制限のために立位練習への移行に難渋した。立位・歩行練習の開始と経口摂取再開に伴ってQTは改善傾向を示した。第95病日リハビリテーション病院へ転院した。

ICU: 集中治療室 (Intensive Care Unit)
 ECMO: 体外式膜型人工肺 (Extracorporeal Membrane Oxygenation)
 MRC score: Medical Research Council score
 QT: 大腿四頭筋筋厚 (Quadriceps Thickness)
 FDO2: Fraction of delivered oxygen
 FiO2: 吸入中酸素濃度 (Fraction of inspiratory oxygen)
 PaO2: 動脈血酸素分圧 (Partial pressure of arterial oxygen)
 Hb: ヘモグロビン (Hemoglobin)
 CRP: C 反応性蛋白 (C-reactive protein)

は覚醒が得られたのちの第32・40・42病日に行われた。

3. 症例3

67歳女性。2020年4月発熱を自覚され、5日後にPCR検査陽性にてCOVID-19と診断され近医へ入院。入院直後より急激な酸素必要量の増加を認め、前医で挿管人工呼吸器管理となり同日当院へ転院搬送された。併存疾患は高血圧・子宮筋腫を有していた。第2病日にECMO管理が必要となり鎮静管理を開始した。第22病日にPCR検査で2回目の陰性が確認された。筋弛緩終了後、覚醒が得られた第33病日より、ECMO挿入中であつたが、PTが関節可動域練習、自動助運動、端座位練習を開始した。PT開始時に意識障害はなく、MRC score: 10点であり、端座位では頸部保持が困難な状態であつた。徐々に離床を進めていたが、第56病日に左鼠径部から、第64病日に右腸腰筋から自然出血をきたしたためIVRで止血したが大量の血腫が発生し、4ヵ月後のComputed Tomography (CT) 検査 (図3) で



図3 症例3に生じた血腫

も血腫が残存していた。特に左鼠径部の血腫は強い疼痛を伴い、左股関節の可動域制限 (屈曲30度) とMMT2レベルの筋力低下をきたした。第92病日頃から血腫による股関節痛の改善を認め、立位練習、歩行練習への移

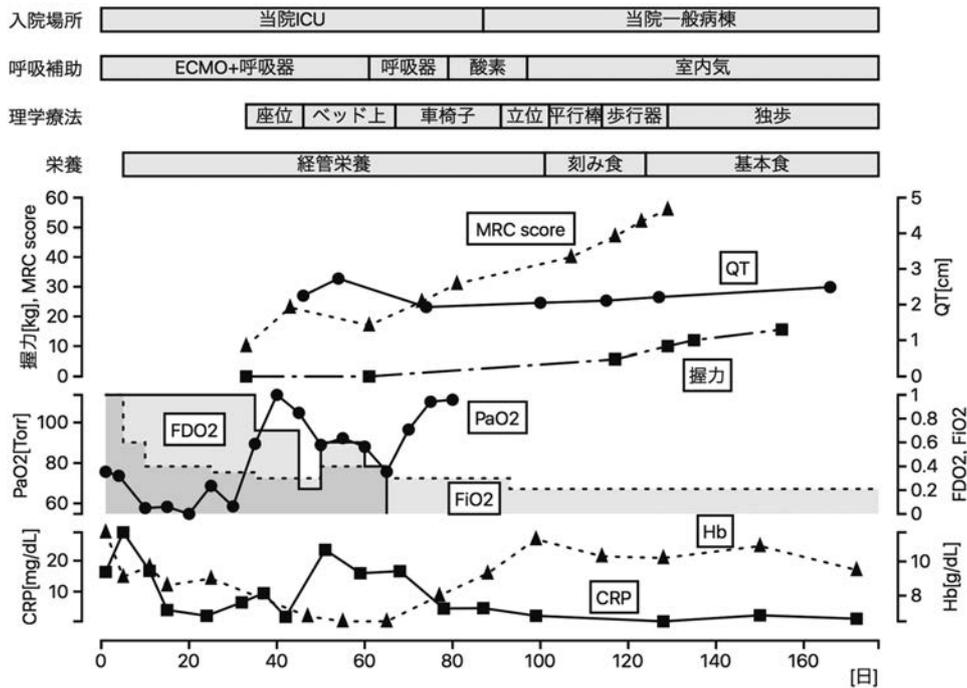


図4 症例3の経過

深鎮静管理を終了した第33病日より理学療法を開始した。第56病日に左鼠径部、第64病日右腸腰筋の血腫による貧血を認めた。血腫による左股関節可動域制限のためにMRC score, QT, 握力の改善は乏しく、立位練習への移行に難渋した。立位練習開始および食事摂取再開後は、順当に移動能力は改善し、第177病日自宅退院した。

ICU: 集中治療室 (Intensive Care Unit)
 ECMO: 体外式膜型人工肺 (Extracorporeal Membrane Oxygenation)
 MRC score: Medical Research Council score
 QT: 大腿四頭筋筋厚 (Quadriceps Thickness)
 FDO₂: Fraction of delivered oxygen
 FiO₂: 吸入中酸素濃度 (Fraction of inspiratory oxygen)
 PaO₂: 動脈血酸素分圧 (Partial pressure of arterial oxygen)
 Hb: ヘモグロビン (Hemoglobin)
 CRP: C 反応性蛋白 (C-reactive protein)

行が可能となった。図4に示すように、筋力, QTは出血のイベントに伴って低下したが、股関節痛の改善に伴って改善傾向を示した。また第70病日頃より原因不明の右橈骨神経領域の筋力低下が出現し、下垂手となったため、作業療法士も介入を開始した。神経伝導検査で運動神経伝導速は遅延していたが感覚神経伝導速度は保たれていた。第130病日頃から手関節背屈MMTが3となり、退院時には書字・箸での食事が可能となった。第129病日には病棟内独歩が可能となったが、胆石性胆嚢炎の治療に期間を要したため運動耐容能の向上を目的にエルゴメーターを追加して実施した。精神機能は常に安定していたが、退院時の認知機能はJapan version of Montreal Cognitive Assessment¹⁷⁾ (以下, MoCA-J): 25点と軽度認知機能障害疑いとなった。発症後8ヵ月後の外来受診には独歩で通院し、長期的なPICSはなしとの判断であったが、体力低下を理由に自営業の再開は断念した。なお、入院当初からICU日記を作成し、ICU退室に伴って患者本人に提供した。オンライン面会は覚

醒後の比較的体調のよい第47・53・63・69・76病日に行われた。

4. 評価項目と評価方法

身体機能として握力, MRC score, QT¹⁸⁾を、認知機能の評価にはMoCA-J¹⁷⁾を、精神機能にはせん妄の有無, 不安・うつ・心的外傷後ストレス症候群 (Post Traumatic Stress Disorder: 以下, PTSD)の有無を調査した。せん妄の有無についてはICU滞在中にCAM-ICU¹⁹⁾が3日以上連続した場合をせん妄ありと定義した²⁰⁾。不安・うつPTSDの有無は診療録よりこれらに関する記載があるかを確認した。握力は握力計 (TOEI LIGHT, 握力計グリップD)を使用し、左右の最大値を採用した。QTは超音波画像診断装置 (FUJIFIL SonoSite Inc 社製, SonoSite iViz)を用いて上前腸骨棘と膝蓋骨上縁の中間点における脂肪組織~大腿骨までの距離 (大腿直筋と中間広筋の厚さの合計)と定義した¹⁸⁾。モードはBモードとし、プローブはリニアプローブを使用した。測定肢

表 2 3 症例に生じた入院中の機能障害と PICS の概要

	症例 1	症例 2	症例 3
ICU-AW	あり	あり	あり
中枢神経障害	なし	なし	なし
末梢神経障害	なし	なし	右橈骨神経麻痺
身体機能			
血腫	なし	左鼠径部	右腸腰筋 左鼠径部
ECMO 離脱時 MRC score	16	15	17
ECMO 離脱時 QT [cm]	0.98	0.95	1.93
ECMO 離脱時握力 [kg]	3	0	0
認知機能			
最終転帰前 MoCA-J [点]	30	30	25
せん妄	なし	あり	なし
うつ	なし	なし	なし
精神機能			
不安	なし	なし	なし
PTSD	なし	なし	なし

PICS: 集中治療後症候群 (Post Intensive Care Syndrome)

ICU-AW: ICU 関連筋力低下 (ICU-Acquired Weakness)

ECMO: 体外式膜型人工肺 (Extracorporeal Membrane Oxygenation)

MRC score: Medical Research Council score

QT: 大腿四頭筋筋厚 (Quadriceps Thickness)

PTSD: 心的外傷後ストレス症候群 (Posttraumatic Stress Disorder)

位は背臥位とし、ベッドアップは 0 度、膝は完全伸展位とした。データは右下肢を採用した²¹⁾。

今回の報告では PICS の身体機能は MRC score が 48 点未満・中枢神経障害・末梢神経障害の有無、認知機能は MoCA-J が 25 点以下か否か・せん妄の有無、精神機能は不安・うつ・PTSD の有無と定義した。

5. 当院における COVID-19 患者への理学療法士のかかり方

2020 年 3 月は、当院感染制御室より、個人防護具不足と医療従事者への感染の懸念から COVID 専用 ICU への入室が厳しく制限されていた。そのため拘縮予防のみを目的とした介入は行わなかった。神経筋電気刺激療法は当院ではベルトタイプの電極を使用しており、販売業者が指定する洗浄方法が困難であったため隔離解除になるまでは PCR 検査で陰性が確認されるまで使用しなかった。ICU における早期離床は毎朝の多職種カンファレンスによって検討され、特に理学療法時に吸気努力が生じる際に認められる、吸気開始時の陰圧が生じないよう人工呼吸器の圧波形を確認しながら介入した。また外来リハビリテーションは COVID-19 流行期であり、当院における外来リハビリテーションは行わなかった。

考 察

今回報告した 3 症例は COVID-19 によって長期間の ECMO 管理を必要としたため、重度の ICU-AW を生じた。うち 2 例は ICU-AW に加えて血腫による筋力低下

や関節可動域制限が生じ、回復に長期間を要した。一方、精神機能・認知機能障害は最低限に押さえられた。日本集中治療医学会の集計では国内で軽快した患者の ECMO 装着期間は中央値 11.0、四分位範囲 9.0-17.0 であると報告している¹⁾。今回の 3 症例は ECMO 装着期間がそれぞれ 30 日、35 日、61 日といずれも中央値を上回る重症患者であったといえる。このような長期間の ECMO 管理を要した患者はあらゆる PICS が出現する可能性があり、改善に長い月日を要することが容易に想像できる。今回の 3 例から見えた PICS の傾向について解説する。

まずは身体機能について述べる。症例 1, 2, 3 のすべてに MRC score が 20 点未満 (四肢 MMT2 以下)、握力も 0 ~ 3 kg の重度の筋力低下が出現した (表 2)。その改善は着実ではあったが非常に緩やかなものだった。症例 2, 3 は ECMO 離脱に難渋したために筋弛緩終了後の ECMO 装着中から速やかに離床を開始した。離床開始後より改善を見せたが、ICU-AW の診断基準 (MRC score < 48) を上回るには ECMO 離脱から症例 1 は約 30 日、症例 2 は約 40 日、症例 3 は約 60 日もの期間を要した。全身の筋力を反映する MRC score が改善に要する期間は、ベッド上安静期間や筋弛緩薬の使用期間などに影響していると推察された²²⁾。一方、下肢の筋量の推移は介入直後から改善を認めた筋力とは異なり、座位・車椅子レベルの練習では改善を認めなかった。Fukumoto ら²³⁾ は日本人の健常高齢者 131 名を対象とした研究では QT は平均 3.79 ± 0.63 cm であったと報告しているが、今回の 3 症例の QT は 0.95 ~ 1.95 cm まで低下していた

(表2)。3症例共に入院直前まで就労しており、Fukumotoらのデータと近似していたと仮定すると、3症例は約1/3～1/2まで下肢筋量が減少したことになる。ICU-AWによる筋量低下の原因は多臓器不全、高炎症状態、臥床期間・ICU滞在日数の長期化などであることが示されはじめた²⁴⁾が、その回復過程は不明である。今回の3症例はいずれも食事摂取の再開や立位・歩行練習が開始となった時期を境に上昇傾向に転じている。急性疾患における栄養療法とリハビリテーションの併用の重要性が提唱されているが²⁵⁾、ICU-AWのような重症な病態においても、安定した経口摂取による栄養摂取や抗重力筋である大腿四頭筋をおもに使用する立位・歩行練習が下肢の筋量改善にかかわった可能性があるかと推察された。

症例2, 3には血腫がADLの改善を妨げた。症例2は鼠径部、症例3は鼠径部と腸腰筋に血腫が出現し、症例3のフォローアップCTでは血腫出現から約4ヵ月後も残存していたことが確認されている。鼠径部の血腫は関節可動域制限の原因となり、立ち上がり動作や歩行に悪影響を及ぼし、腸腰筋血腫は筋力の改善を妨げた。症例2は血腫が出現してから転院するまでの2ヵ月後も血腫側の股関節の疼痛、関節可動域制限、筋力低下が残存した。これらはCOVID-19特有の凝固障害と長期ECMO管理による抗凝固療法による合併症のひとつである。血腫の縮小をCTで確認しながら関節可動域練習、レジスタンストレーニングの負荷量を漸増することで、緩やかではあるがADLの改善につながったと考えた。また症例3は利き手である右上肢が契機なく下垂手となったため、整容・食事動作に加えて気管切開患者にとって重要なコミュニケーションツールである筆談が困難であった。Needhamら²⁶⁾は重症COVID-19患者の16%に単神経麻痺が生じ、複数の患者ではこういった末梢神経障害がリハビリテーションに必要な期間を長引かせたことを報告している。原因は姿勢による機械的な圧迫と考えられているが、Needhamらの報告ではその頻度が非常に多いことからCOVID-19患者特有の要素がある可能性も指摘されるなど、未だ不明確な点が多い。臨床所見に合わせて左上肢での代償や文字盤の使用によってADLを維持しながら作業療法士と情報共有して介入することで、橈骨神経麻痺発症後4ヵ月後には書字や箸の使用も可能となった。しかし握力は15.6 kgと低値であり、炊事などの家事動作には十分影響を及ぼすレベル²⁷⁾の筋力低下が残存した。一方、症例1は比較的順調にADLが改善した。これは症例1が先に述べた血腫や末梢神経障害を発症しなかったことに加えて筋弛緩薬の使用期間が4日と短かったことが影響したと考えた。筋弛緩薬の長期間の場合は筋萎縮が残存する²²⁾ことが提唱されてきたが、近年筋弛緩薬は短期間の使用であればICU-AWのリスクにならない²⁸⁾可能性も示されはじめ

ており、これらが複合的に関与したと考えた。

最後に認知・精神機能について述べる。PICSの中でも認知・精神機能障害は発生頻度が高く、長期間にわたって残存する²⁹⁾。一般的なICUと比較してCOVID-19専用ICUは厳しい面会制限や隔離生活、個人防護具によって医療者の表情が読み取りづらいことなどから患者は不安を受けやすく、精神機能障害をきたす例も報告されている³⁰⁾。認知機能の面でも長期のECMO・人工呼吸器管理はICU滞在日数を延長させ、不眠やせん妄を助長することからも、認知機能低下をきたす可能性は高いと思われた。しかし、今回の3症例は表1に示すように1～2ヵ月のECMO管理期間、1～3ヵ月のICU管理期間があったにもかかわらず、転帰時に抑うつや不眠、認知機能低下を疑う診療録は存在せず、症例2の一次的せん妄と症例3の軽度認知機能障害疑いに止まった。これはPTSD発症の抑制に寄与されるとするICU日記³¹⁾、覚醒直後より開始した早期リハビリテーション、唯一の面会手段であるオンライン面会を積極的に導入したことなどが影響したと推察された。

結 論

COVID-19によって1～2ヵ月以上のECMO管理を要した3症例を経験した。ICU-AW、血腫による関節可動域制限や筋力低下、末梢神経障害が生じた症例は退院時にもPICSが残存したが、長期的なPICSは残存しなかった。多職種による早期リハビリテーションやオンライン面会、ICU日記などの創意工夫が重要であった。

利益相反

本研究に伴う利益相反はない。

倫理的配慮

本報告を行うにあたり、3名の患者には症例報告の目的や使用する情報の利用について十分な説明を行い、同意を得た。個人情報の管理は匿名化を行い、個人を特定できないよう十分に配慮した。

謝辞：論文執筆にあたり、文章の構成等についてアドバイスをいただきました。当院麻酔科集中治療部讚井將満先生、塩塚潤二先生には深く感謝申し上げます。

文 献

- 1) 日本COVID-19対策ECMOnetホームページ COVID-19重症患者状況の集計. <https://crisis.ecmonet.jp> (2021年2月15日引用)
- 2) 厚生労働省ホームページ 新型コロナウイルス感染症(COVID-19)診療の手引き・第5.2版. <https://www.mhlw.go.jp/content/000815065.pdf> (2021年7月29日引用)
- 3) Piazza G, Campia U, et al.: Registry of arterial and venous thromboembolic complications in patients with COVID-19.

- J Am Coll Cardiol. 2020; 76: 2060-2072.
- 4) Puntmann V, Carerj M, *et al.*: Outcomes of cardiovascular magnetic resonance imaging in patients recently recovered from coronavirus disease 2019 (COVID-19). JAMA Cardiol. 2020; 5: 1265-1273.
 - 5) Ottaviani D, Boso F, *et al.*: Early Guillain-Barre syndrome in coronavirus disease 2019 (COVID-19): a case report from an Italian COVID-hospital. Neuro Sci. 2020; 41: 1351-1354.
 - 6) Gattinoni L, Chiumello D, *et al.*: COVID-19 pneumonia: different respiratory treatments for different phenotypes? Intensive Care Med. 2020; 46: 1099-1102.
 - 7) Yoshida T, Uchiyama A, *et al.*: The comparison of spontaneous breathing and muscle paralysis in two different severities of experimental lung injury. Crit Care Med. 2013; 41: 536-545.
 - 8) Combes A, Hajage D, *et al.*: Extracorporeal membrane oxygenation for severe acute respiratory distress syndrome. N Engl J Med. 2018; 378: 1965-1975.
 - 9) Goligher E, Tomlinson G, *et al.*: Extracorporeal membrane oxygenation for severe acute respiratory distress syndrome and posterior probability of mortality benefit in a post hoc Bayesian analysis of a randomized clinical trial. JAMA. 2018; 320: 2251-2259.
 - 10) Brodie D, Bacchetta M, *et al.*: Extracorporeal membrane oxygenation for ARDS in adult. N Engl J Med. 2011; 365: 1905-1914.
 - 11) Bui J, Despotis G, *et al.*: Fatal thrombosis after administration of activated prothrombin complex concentrates in a patient supported by extracorporeal membrane oxygenation who had received activated recombinant factor VII. J Thorac Cardiovasc Surg. 2002; 124: 852-854.
 - 12) Horiuchi H, Morishita E, *et al.*: COVID-19-Related Thrombosis in Japan: Final Report of a Questionnaire-Based Survey in 2020. J Atheroscler Thromb. 2021; 28: 406-416.
 - 13) Herridge M, Cheung A, *et al.*: One-Year Outcomes in Survivors of the Acute Respiratory Distress Syndrome. N Engl J Med. 2003; 348: 683-693.
 - 14) Iwashyna TJ, Ely EW, *et al.*: Long-term Cognitive Impairment and Functional Disability Among Survivors of Severe Sepsis. JAMA. 2010; 304: 1787-1794.
 - 15) Pandharipande PP, Girard TD, *et al.*: Long-Term Cognitive Impairment after Critical Illness. N Engl J Med. 2013; 369: 1306-1316.
 - 16) Huang M, Parker AM, *et al.*: Psychiatric Symptoms in Acute Respiratory Distress Syndrome Survivors. Crit Care Med. 2016; 44: 954-965.
 - 17) Ziad S, Nasreddine MD, *et al.*: The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: A Brief Screening Tool For Mild Cognitive Impairment. J Am Geriatr Soc. 2005; 53: 695-699.
 - 18) Paris MT, Mourtzakis M, *et al.*: Validation of Bedside Ultrasound of Muscle Layer Thickness of the Quadriceps in the Critically Ill Patient (VALIDUM Study). J Parenter Enteral Nutr. 2017; 41: 171-181.
 - 19) Barr J, Fraser G, *et al.*: Clinical practice guidelines for the management of pain, agitation, and delirium in adult patients in the intensive care unit. Crit Care Med. 2013; 41: 263-306.
 - 20) Rudolph JL, Babikian VL, *et al.*: Derivation and Validation of Preoperative Prediction Rule for Delirium after Cardiac Surgery. Circulation. 2009; 119: 229-236.
 - 21) Berger J, Bunout D, *et al.*: Rectus femoris (RF) ultrasound for the assessment of muscle mass in older people. Arch Gerontol Geriatr. 2015; 61: 33-38.
 - 22) Eikermann M, Gerwig M, *et al.*: Impaired neuromuscular transmission after recovery of the train-of-four ratio. Acta Anaesthesiol Scand. 2007; 51: 226-234.
 - 23) Fukumoto Y, Yamada Y, *et al.*: Association of physical activity with age-related changes in muscle echo intensity in older adults: a 4-year longitudinal study. J Appl Physiol. 2018; 125: 1468-1474.
 - 24) Needham DM, Wunsch, H, *et al.*: Postintensive care syndrome, need for recognition, treatment, research, and expansion of included symptoms. Crit Care Med. 2012; 40: 502-509.
 - 25) Wakabayashi H, Sakuma K: Rehabilitation nutrition for sarcopenia with disability: a combination of both rehabilitation and nutrition care management. J Cachexia Sarcopenia Muscle. 2014; 5: 269-277.
 - 26) Needham E, Newcombe V, *et al.*: Mononeuritis multiplex: an unexpectedly frequent feature of severe COVID-19. J Neurol. 2021; 268: 2685-2689.
 - 27) 石原一成, 藤本繁夫, 他: 虚弱高齢者の自立生活に必要な身体機能水準の設定. Descende sports science. 2003; 24: 193-201.
 - 28) Murray MJ, DeBlock H, *et al.*: Clinical Practice Guidelines for Sustained Neuromuscular Blockade in the Adult Critically Ill Patient. Crit Care Med. 2016; 44: 2079-2103.
 - 29) Harvey MA, Davidson JE, *et al.*: Post intensive Care Syndrome: Right Care, Right Now ... and Later. Crit Care Med. 2016; 44: 381-385.
 - 30) Rogers JP, Chesney E, *et al.*: Psychiatric and neuropsychiatric presentations associated with severe coronavirus infections: a systematic review and meta-analysis with comparison to the COVID-19 pandemic. Lancet Psychiatry. 2020; 7: 611-627.
 - 31) Barreto BB, Luz M, *et al.*: The impact of intensive care unit diaries on patients' and relatives' outcomes: a systematic review and meta-analysis. Crit Care. 2019; 23: 411.

実践報告

糖尿病足潰瘍に起因する足部の部分切断患者に対する 退院後訪問指導の効果*

今岡 信介^{1) #} 工藤 元輝¹⁾ 柳原 滉太¹⁾
手老 泰介¹⁾ 古川 雅英²⁾

要旨

【目的】糖尿病足潰瘍に起因する足部の部分切断患者に対する退院後訪問指導が創傷再発に伴う再入院の抑制に及ぼす効果を検討すること。【方法】対象は、2019年8月～2020年3月に糖尿病足潰瘍の治療により足部の部分切断を施行した連続症例とした。退院後訪問指導を実施した者（以下、訪問群）と訪問指導を行わなかった者（以下、非訪問群）を2群に分類し、退院後120日以内の再入院率と退院前後の身体機能を比較検討した。【結果】退院後、120日以内の再入院率は、訪問群13.6%（3/22名）と比較して非訪問群25.0%（6/24名）で有意に高かった。また訪問群では、退院後4週時の膝関節伸展筋力と足部背屈可動域が有意に高値であった。【結論】糖尿病足潰瘍による足部の部分切断患者に対する退院後訪問指導は、再入院の抑制と退院後の身体機能を維持できる可能性が示唆された。

キーワード 部分切断, 退院後訪問指導, 再入院

はじめに

2015年の米国疾病予防管理センターの調査では、糖尿病や末梢動脈疾患の進行に伴う非外傷性切断は、年間108,000件にのぼることが推計されている¹⁾。切断原因に関する調査では、糖尿病を含む血管障害による切断が82%を占め、年々増加傾向にある²⁾。本邦において2000年以降に実施された下肢切断の原因に関する調査においても末梢循環障害と糖尿病が78%を占めることが明らかとなっている³⁾。高齢先進国である本邦において下肢切断の増加は、寝たきり患者の増加に直結し、医療費と社会保障費を増大させる要因となる。このような背景から糖尿病足病変や末梢動脈疾患に対する集学的治療の進展に伴い大切断を回避して下肢機能を温存する救肢治療が普及して大切断患者数は減少している⁴⁾。

一方、糖尿病足病変の再発率は、1年間で40%と非常に高いことが明らかになっている⁵⁾。またLittmanら⁶⁾による足部の部分切断患者を対象とした大規模なコホート調査では、1年以内に34%は同側の再切断が必要となり、再切断までの日数は36日であったことが明らかになっている。さらに30日以内の再入院率は、30%にのぼると推計され⁷⁾、おもな原因は創部の悪化がもっとも多いことが示されている⁸⁾。これらのことから、再発予防の重要性が指摘されている。

IWGDF prevention guideline 2019において、再発予防するうえでは、足部の力学的負荷に対する除圧と足部の状態を適宜把握して自己管理するセルフフットケアの定着に向けた患者指導が推奨されている⁹⁾。足部の力学的負荷については、足関節の背屈可動域¹⁰⁾、下肢筋力¹¹⁾、歩行形態¹²⁾などの運動機能との関連性が明らかにされている。またセルフフットケアの観点からは、足部の保清¹³⁾やフットウェアの装着順守¹⁴⁾を継続することが必要とされている。運動機能および足部の管理を定着し、退院後の再発予防を図るうえでは、多面的な指導と疾病管理の取り組みが課題となっている。

再発予防に対する取り組みとしては、個別的教育指導およびパンフレットやDVDを用いた集団での指導が有用とされているが、効果に関して一定の見解は得られ

* Effect of Post-discharge Home Visitation for Patients with Partial Foot Amputations Due to Diabetic Foot Ulcer

1) 社会医療法人敬和会大分岡病院総合リハビリテーション課
(〒870-0192 大分県大分市西鶴崎3-7-11)

Shinsuke Imaoka, PT, PhD, Genki Kudou, PT, Kota Yanagihara, PT, Taisuke Teroh, PT: Department of Rehabilitation, Oita Oka Hospital

2) 社会医療法人敬和会大分岡病院形成外科
Masahide Furukawa, MD, PhD: Department of Plastic Surgery, Oita Oka Hospital

E-mail: ptssinnsukeimaoka@yahoo.co.jp
(受付日 2021年7月27日/受理日 2021年11月16日)
[J-STAGEでの早期公開日 2022年1月19日]

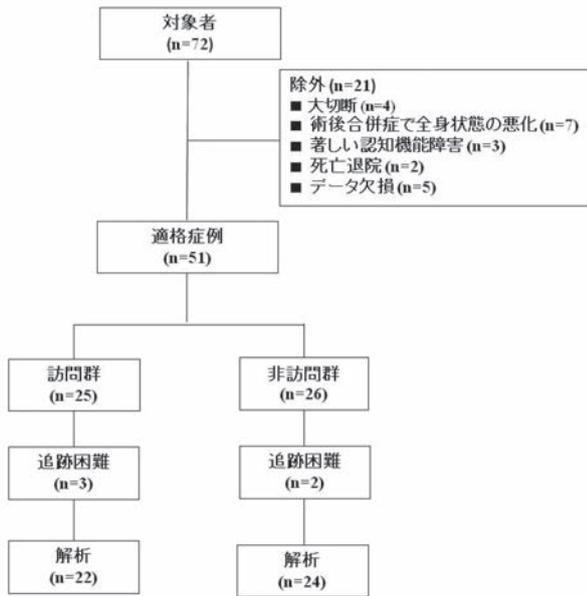


図 1 対象のフローチャート

ていない¹⁵⁻¹⁷⁾。近年、セルフケア指導、退院後フォローアップなどを組み合わせた介入プログラムの必要性が報告されている¹⁸⁾。フォローアッププログラムに関する報告の多くが看護師、メディカルソーシャルワーカー主体での実践内容であり、理学療法士（以下、PT）による報告はきわめて少ない。

そこで本研究では、糖尿病足潰瘍により足部の部分切断を施行した患者に対する退院後訪問指導の実践が創傷再発に伴う再入院の抑制に及ぼす効果を明らかにすることを目的とした。

対象と方法

1. 研究デザインおよび対象

本研究は、単施設後向きコホート研究である。2019年8月～2020年3月に形成外科病棟に糖尿病足潰瘍で入院となり、足部の部分切断を施行後、リハビリテーションを実施した連続72名中、除外基準に該当する者21名と追跡困難であった5名を除いた46名を対象とした（図1）。糖尿病足潰瘍は、糖尿病性皮膚障害のうち、慢性および進行性の潰瘍または、壊死性の病変と定義した¹⁹⁾。また足部の部分切断は、足趾、中足部、リスフラン関節、ショパール関節での切断と定義した²⁰⁾。

除外基準は、①大切断を受けた者、②術後合併症によって全身状態が増悪した者、③著しい認知機能低下がある者、④死亡退院、⑤データ欠損がある者とした。なお、本研究は、ヘルシンキ宣言ならびに臨床研究に関する倫理指針にしたがって行い、大分岡病院の倫理委員会の承認（A0037号）を得て実施した。

2. 退院前指導と訪問指導の内容

退院前指導の内容としては、足関節のセルフストレッチ指導、端座位での膝関節伸展運動、フットウェアの装着指導、除圧歩行の確認、足部観察のポイントを指導した。足関節のセルフストレッチは、自宅で行う場合には、壁や椅子を用いて安全確保したうえで、ふくらはぎに伸張を感じる程度の負荷で左右20秒間程度行うように指導した。膝関節伸展運動は、椅子に端座位で浅く腰掛け、膝関節が伸展した状態で10秒間静止するように指導した。反復回数は左右20回を目安とした。フットウェアの装着は、装着位置の確認、靴紐、ベルトの締め方について指導を行った。除圧歩行は、前足部の除圧を目的とした踵荷重での歩行を指導した。また創部の状態に応じて、健側後型または、揃え型歩行を指導した。足部観察のポイントは、パンフレットを使用して潰瘍の再発が予測される部位について説明し、発赤、腫脹、皮膚のひび割れなどを管理することの重要性を指導した（図2）。

退院後訪問指導は、退院日から2週間以内に入院期間で担当したPTが原則1回1時間程度、退院先へ訪問し、居住空間での「している動作能力」と除圧方法の確認を行った。具体的には、①指導内容の継続状況と創部の変化について聴取、②創部の確認、③身体機能（膝関節伸展筋力、足関節の関節可動域）、④実際の居住空間での動作、⑤除圧方法について確認と指導を行った。「している動作能力」の評価は、足底部への力学的ストレスが予測される、歩行、段差昇降、床上動作は、必須の確認事項とした（図3）。

3. 調査項目

1) 基本属性と臨床データ

年齢、性別、Body Mass Index（以下、BMI）、入院期間、併存疾患（高血圧症、冠動脈疾患、脳血管疾患、慢性閉塞性肺疾患、末期腎不全）、切断高位、足部変形、足底感覚障害の有無とした。定義として、冠動脈疾患は、狭心症、心筋梗塞、経皮的冠動脈インターベンション、冠動脈バイパス術の病歴がある患者、脳血管疾患は、一過性虚血発作、脳梗塞、脳出血の病歴がある患者、末期腎不全は、血液透析または腹膜透析を受けている患者とした。足部変形は、シャルコー関節、外反母趾、Hammer toe、Claw toeの有無を画像所見と臨床所見をもとに担当医が判定した。足底感覚障害の有無は、先行研究²¹⁾を参考にSemmes-Weinstein-MonofilamentのEvaluater Size 5.07の触知できない場合を感覚障害ありとした。生化学データとして、血清アルブミン、C反応性蛋白、白血球数、ヘモグロビンA1cとした。下肢血行動態の指標は、切断側のSkin perfusion pressure、Ankle brachial pressure indexとした。再入院は、退院日より120日以内に潰瘍発生を契機に形成外科病棟へ入院した者とし、再入院率、



図2 退院前指導の内容

a: 足関節のセルフストレッチ指導, b: 端座位での膝関節伸展運動,
c: フットウェアの装着指導, d: 除圧歩行の指導, e: 足部観察のポイント確認

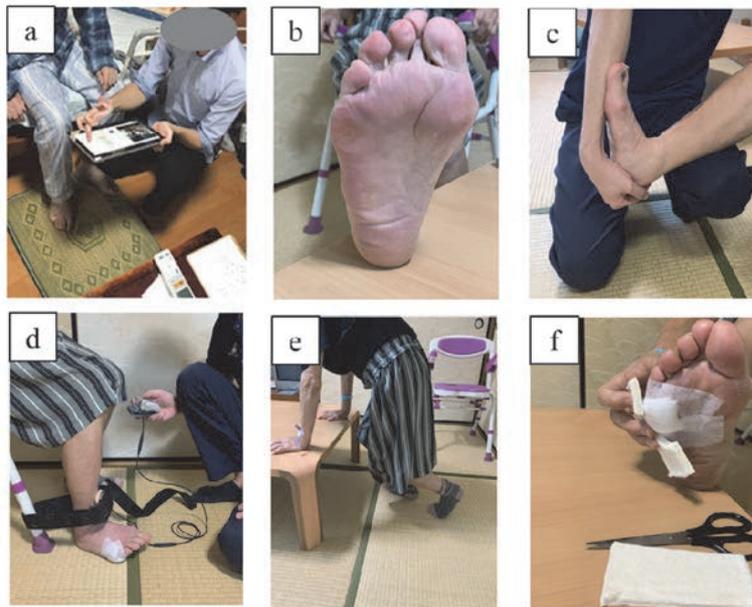


図3 退院後訪問指導の内容

a: 指導内容の継続状況の確認, b: 創部の確認, c: 足関節可動域の確認
d: 膝関節伸展筋力の確認, e: 床上動作の指導, f: 除圧方法の指導

再入院までの期間, 年齢, 性別を電子カルテより収集した。

2) 運動機能評価

運動機能に関連する項目として, 退院前後での膝関節伸展筋力, 足関節の可動域(背屈, 底屈), Functional Independence Measure (以下, FIM) の歩行得点を評価した。膝関節伸展筋力は, Hand Held Dynamometer (アニマ社製, 徒手筋力計, μ TasF-1) を用いて測定した。測定肢位は, 股関節と膝関節が 90° 屈曲位の椅子座位として, 1 回 5 秒間で左右各 2 回ずつ測定し, 左右の最大値とした。足関節の可動域は, 創傷発生側の足関節背屈,

底屈可動域を測定した。関節可動域は, ゴニオメーターを使用し, 疼痛の範囲内で他動的に最大限可動させた角度とした。身体機能の計測は, 退院時および退院後 4 週時点での外来診察時に経験年数 5 年目以上の PT が実施した。

4. 統計解析

各変数について連続変数は, 平均値と標準偏差, または中央値と四分位範囲, 名義変数は, 人数 (%) で示した。2 群間の比較には, 対応のない t 検定, Mann Whit-

表 1 基本属性と臨床データ

	訪問群 (n=22)	非訪問群 (n=24)	p value
基本情報			
年齢 (歳)	75.4 ± 21.8	77.5 ± 19.9	0.42
性別 (男性) n (%)	12 (54.5)	13 (54.1)	0.65
BMI (kg/m ²)	22.7 ± 9.1	23.3 ± 7.1	0.41
入院期間 (日)	33 【22-27】	35 【25-38】	0.83
併存疾患			
高血圧 n (%)	6 (26.0)	7 (29.1)	0.22
冠動脈疾患 n (%)	3 (13.0)	4 (16.6)	0.54
脳血管疾患 n (%)	1 (4.3)	1 (4.1)	0.87
慢性閉塞性肺疾患 n (%)	1 (4.3)	2 (8.7)	0.09
末期腎不全 n (%)	7 (30.4)	9 (37.5)	0.66
切断高位			
趾切断 n (%)	10 (43.4)	12 (50.0)	0.78
多趾切断 n (%)	9 (39.1)	8 (33.3)	0.54
横断の中足骨切断術 n (%)	4 (17.3)	4 (16.6)	0.33
足部変形			
シャルコー関節 n (%)	2 (8.6)	3 (12.5)	0.12
外反母趾 n (%)	1 (4.3)	1 (4.1)	0.85
Hammer toe n (%)	3 (13.0)	1 (4.1)	0.54
Claw toe n (%)	3 (13.0)	2 (8.3)	0.39
足底感覚障害			
感覚障害あり n (%)	20 (86.9)	21 (87.5)	0.77
生化学検査			
Alb (g/dL)	3.1 ± 0.3	3.3 ± 0.4	0.44
CRP (mg/dl)	0.5 ± 0.2	0.4 ± 0.1	0.35
WBC (10 ³ /μL)	7,998 ± 3,260	7,681 ± 4,980	0.06
HbA1c (%)	6.1 ± 0.4	6.0 ± 0.5	0.75
下肢血行動態			
SPP 足背 (mmHg)	47 【35-47】	45 【36-51】	0.33
SPP 足底 (mmHg)	41 【33-48】	42 【32-47】	0.27
ABI	0.7 【0.4-1.0】	0.6 【0.5-0.9】	0.74
再入院関連			
再入院群の年齢 (歳)	73.0 ± 15.1	72.6 ± 20.2	0.57
再入院群の性別 (男性) n (%)	2 (66.6)	4 (66.6)	1
再入院率 n (%)	3 (13.6)	6 (25.0)	0.02
再入院までの期間 (日)	96 【79-110】	51 【21-77】	0.01

連続変数：平均値 ± 標準偏差，離散変数：中央値 【四分位範囲】，名義変数：n= (%)
 BMI：Body Mass Index, Alb：Albumin, CRP：C-reactive protein, WBC：White Blood Cell, SPP：Skin Perfusion Pressure, ABI：Ankle Brachial Pressure Index

ney U 検定およびカイ二乗検定を用いて解析した。また退院前後での運動機能評価は，二元配置分散分析を用いて検討し，その効果量 (η^2) を算出した (効果量小：0.01, 効果量中：0.06, 効果量大：0.14)²²⁾。交互作用を認めた場合に Bonferroni 補正を用いた多重比較検定を行った。さらに 120 日以内の再入院の発生率は，Kaplan-Meier 曲線を使用し，有意差検定には Log-rank 検定を用いた。統計解析ソフトは，R 3.2.5 を使用して有意水

準は 5% とした。サンプルサイズの計算には，統計力分析ソフトウェア G*power³ を用いた。要因と交互作用について分析を行い，少なくとも 52 名，各群 26 名と推定された。なお，検出力 ($1 - \beta$) は，80%， α エラーは，5% に設定した。本研究の解析対象者数は，退院後 120 日の追跡が可能であった訪問群 22 名，非訪問群 24 名であり，必要なサンプルサイズに至らなかった。

表2 退院前後での身体機能比較

評価項目	退院時	退院後4週時	群		期間		群×期間		効果量 (η ²)
			F	p value	F	p value	F	p value	
膝関節伸展筋力 (kgf)			2.54	0.01	20.2	0.03	6.45	0.01	
訪問群	17.7 ± 4.9	16.5 ± 7.8**							0.06
非訪問群	16.1 ± 6.3	12.1 ± 8.2							0.01
足関節背屈角度 (°)			6.51	0.49	11.2	0.02	12.6	0.03	
訪問群	12.5 ± 8.8	11.5 ± 7.3*							0.07
非訪問群	11.0 ± 7.9	8.4 ± 10.1							0.02
足関節底屈角度 (°)			0.38	0.88	2.3	0.01	2.44	0.76	
訪問群	18.1 ± 8.8	17.2 ± 10.1							0.03
非訪問群	19.9 ± 4.0	19.0 ± 3.4							0.02
歩行FIM (点)			0.91	0.73	12.5	0.01	0.78	0.65	
訪問群	5.9 ± 1.5	5.5 ± 1.4							0.01
非訪問群	5.8 ± 2.0	5.4 ± 1.8							0.01

平均値 ± 標準偏差, * : p<0.05, ** : p<0.01 (多重比較で2群間に有意差あり)
FIM : Functional Independence Measure

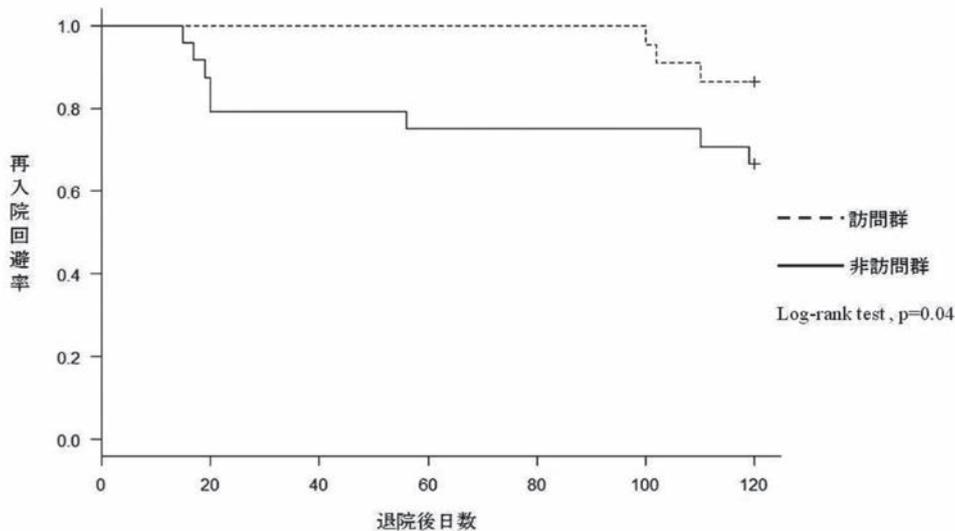


図4 追跡期間中の再入院回避率

5. 結果

1) 基本属性、臨床データの比較

基本属性、生化学データ、下肢血行動態を比較した結果を表1に示す。基本属性と生化学データ、下肢血行動態に有意差は、認めなかった。

2) 退院前後での身体機能の比較

退院前後での身体機能の推移を表2に示す。膝伸展筋力と足関節の背屈可動域は、群(訪問群、非訪問群)×期間(退院前、退院後)で群間と期間に主効果を認め、交互作用が有意であった。多重比較にて退院後4週時の膝関節伸展筋力(訪問群: 16.5 ± 7.8 kgf, 非訪問群: 12.1 ± 8.2 kgf, p<0.01)と足関節の背屈可動域(訪問群: 11.5 ± 7.3°, 非訪問群: 8.4 ± 10.1°, p<0.05)は、

訪問群が非訪問群と比較して有意に高値であった。足関節の底屈可動域と歩行FIM得点は、交互作用はなく、期間に主効果を認めた。また効果量は、訪問群の膝関節伸展筋力、足関節の背屈可動域に中程度の効果量を認めた。

3) 潰瘍再発に伴う再入院

追跡期間中の再入院率は、訪問群13.6%(3/22名)、非訪問群25.0%(6/24名)となり、訪問群では有意に低値であった。再入院者において基本属性に有意差は認めなかったが、両群ともに男性の割合が高い値を示した。また再入院までの期間は、訪問群96日(四分位範囲79-110)、非訪問群51日(四分位範囲21-77)と訪問群では、再入院までの期間が有意に長かった(図4)。

考 察

本研究では、糖尿病足潰瘍による足部の部分切断患者に対する退院後訪問指導は、退院後 120 日以内の潰瘍発生に起因する再入院率を低下させる可能性が示唆された。また対象の背景因子と退院時の身体機能には、2 群間で有意差を認めなかった。一方、退院後 4 週時点での膝関節伸展筋力と足関節の背屈可動域は、訪問群において有意に高値を示した。

糖尿病足病変による部分切断患者の再入院率は、過去の先行研究にあるように 13.9～30.0% とほぼ同等であり、妥当な水準であると考え⁷⁾²³⁾²⁴⁾。先行研究において、退院後の創傷悪化に関連する要因としては、男性²⁵⁾の再発率が高く、フットケアを含むセルフケアとの関連性²⁶⁾²⁷⁾が示されている。本研究においても男性の再発率は高く、先行研究の内容を支持する結果と考える。

Malone ら²⁸⁾は、糖尿病足病変患者に対して入院期間において、教育的介入を 1 時間程度行うことで 1 年以内の創傷発生率を有意に低下させることを明らかにしている。具体的な指導内容については、裸足で歩かない²⁹⁾、適合のよい靴の使用³⁰⁾、創部のセルフモニタリング³¹⁾、外傷が発生した場合には専門医療機関へ連絡する³²⁾ことが重要とされる。本研究では、先行研究に類似する内容のパンフレットを用いて両群ともに退院前 1 週間で短期集中的に再発予防を目的とした指導を実施した。訪問群において、再入院率が低かった要因には、退院前に実施した教育指導の内容を 2 週間後の訪問指導で確認することによって、セルフモニタリングと自主練習の継続の動機づけとなり、足部管理の順守と退院後の身体機能の維持につながった可能性が示唆された。

潰瘍再発と身体機能の関連性について、Fernando ら³³⁾は、糖尿病患者において関節可動域制限を有する場合の潰瘍発生率は 65% と高値であることを報告している。また河辺ら³⁴⁾は、糖尿病患者において他動的足関節背屈可動域が 20° 未満で最大足底圧が上昇することを明らかにしている。さらに、足関節の背屈可動域が 10° 未満である場合には、潰瘍の再発率が高いことが報告されている³⁵⁾。これらの先行研究の結果を踏まえ、本研究結果では、訪問群は非訪問群と比較して、退院後 4 週時点で足関節の背屈可動域は、 $11.5 \pm 7.3^\circ$ と関節可動域が維持できていたため、足底圧上昇に伴う再発のリスクは軽減できていた可能性が考えられる。

また Francia ら³⁶⁾は、関節可動域制限に加えて、筋力低下、歩行形態が複合的に関与することで、足底圧上昇を引き起こし、潰瘍形成につながる可能性を明らかにしている。さらに糖尿病足潰瘍患者の歩行時の筋活動の特徴として、初期接地時に膝関節伸展筋活動は遅延し、衝撃吸収能力が十分に発揮できないことが報告されてい

る³⁷⁾。本研究結果において訪問群は非訪問群と比較して膝関節伸展筋力が高い値を示した。したがって、膝関節伸展筋の機能が維持されたことで、歩行時の衝撃吸収能力が温存でき、歩行形態の変化による力学的な再発リスクの軽減につながった可能性が考えられる。

フットケアの順守率を向上する取り組みとして、自己管理教育を目的とした在宅介入のプログラムの有効性が示され³⁸⁾、定期的な個別介入の重要性が示されている³⁹⁾。一方、退院後のセルフモニタリングやフットケアの順守率は、低いことが明らかになっている⁴⁰⁾。この背景には、服薬アドヒアランス、血糖管理よりもフットケアの優先度は低いこと、症状がないと誤解していること、視力障害の影響が報告されている⁴¹⁾。特に日常生活に支障をきたす履物や歩行に関連する部分で順守率が低く、重点的な指導が必要とされる⁴²⁾。この点については、退院先の環境や訪問時の身体機能に応じて PT による除圧および歩行指導が有効であった可能性が示唆される。

再入院までの期間の中央値は、訪問群 96 日（四分位範囲 79-110）、非訪問群 51 日（四分位範囲 21-77）と訪問群では、再入院回避期間は延長できていた。退院後の創傷悪化の特徴として、受傷から医療機関受診までの期間が遅延することが報告されている⁴³⁾。Petersen ら⁴⁴⁾は、潰瘍の発生から特定までの期間は、平均 15.3 日遅延していることが明らかとなっている。創傷発生の特定の遅延による重症化を招くため、定期的な専門家の訪問を推奨している⁹⁾。しかしながら、本邦での糖尿病足病変患者に対する在宅領域での退院後フォローアップの体制は十分ではない実情にある⁴⁵⁾。退院後、早期に PT が退院先へ訪問し、移動能力、足部の異常を含めた身体機能を評価することは重要であり、急性期治療後、在宅での継続的な管理体制の構築に向けた介入が必要と考える。これらの結果を踏まえて、糖尿病足潰瘍による足部の部分切断患者に対する退院後訪問指導を再入院予防の介入方法のひとつとして提案したい。

本研究には多くの限界があった。第 1 に十分な検定力が期待されるサンプルサイズに至らなかったことが挙げられる。第 2 に対象者数が少ないため、予後に関連する因子の分析は行っていない。第 3 に単施設での検討であるため、対象者の背景や選択に偏りが生じた可能性がある。第 4 に後方視的な観察研究であるため、退院後の足関節の関節可動域や下肢筋力など身体機能の調査が行っていない。第 5 に退院後の訪問指導は、訪問指導に同意が得られた方を対象としているため、選択バイアスが生じた可能性がある。第 6 に身体計測の担当者は、統一されているが、足関節の関節可動域は、計測誤差が生じた可能性が否定できない。これらのことから、本研究結果を一般化できるとは言い難い。一方、糖尿病足病変患者に対するリハビリテーション介入の機会は年々増

えている⁴⁶⁾。さらに在宅医療が推進される昨今の医療体制においては、有益な情報になると考える。今後、多施設での縦断的な調査を行い、指導内容および再発率に与える影響を検討する必要がある。

結 論

本研究は、糖尿病足潰瘍による足部の部分切断患者に対する退院後訪問指導が創傷再発に伴う再入院予防に及ぼす効果を検討した。訪問群は、退院120日以内の再入院率が低値であることが明らかとなった。また退院後、4週時の膝関節伸展筋力と足関節の背屈可動域が維持できていた。糖尿病足潰瘍による足部の部分切断患者に対する再切断を予防するうえで、入院期間での教育指導と退院後早期に生活場面でのPTによる動作指導を行うことが重要である。

利益相反

著者全員が利益相反はない。

謝辞：本研究は、勇美記念財団在宅医療研究の助成を受けた。

文 献

- Centers for Disease Control and Prevention. National Diabetes Statistics Report 2017. <https://www.cdc.gov/diabetes/pdfs/library/diabetesreportcard2017-508.pdf> (2019年5月24日引用)
- Ziegler-Graham K, MacKenzie EJ, *et al.*: Estimating the prevalence of limb loss in the United States: 2005 to 2050. *Arch Phys Med Rehabil.* 2008; 89: 422-429.
- Ohmine S, Kimura Y, *et al.*: Community-based survey of amputation derived from the physically disabled person's certification in Kitakyushu City, Japan. *Prosthet Orthot Int.* 2012; 36: 196-202.
- Holstein P, Ellitsgaard N, *et al.*: Decreasing incidence of major amputations in people with diabetes. *Diabetologia.* 2000; 43: 844-847.
- Armstrong DG, Boulton AJM, *et al.*: Diabetic Foot Ulcers and Their Recurrence. *N Engl J Med.* 2017; 15: 2367-2375.
- Littman AJ, Tseng CL, *et al.*: Risk of Ipsilateral Reamputation Following an Incident Toe Amputation Among U.S. Military Veterans With Diabetes, 2005-2016. *Diabetes Care.* 2020; 43: 1033-1040.
- Remington AC, Hernandez-Boussard T, *et al.*: Analyzing treatment aggressiveness and identifying high-risk patients in diabetic foot ulcer return to care. *Wound Repair Regen.* 2016; 24: 731-736.
- Holscher CM, Hicks CW, *et al.*: Unplanned 30-day readmission in patients with diabetic foot wounds treated in a multidisciplinary setting. *J Vasc Surg.* 2018; 67: 876-886.
- Bus SA, Lavery LA, *et al.*: Guidelines on the prevention of foot ulcers in persons with diabetes (IWGDF 2019 update). *Diabetes Metab Res Rev.* 2020; 36: e3269. doi: 10.1002/dmrr.3269.
- Lavery LA, Armstrong DG, *et al.*: Ankle equinus deformity and its relationship to high plantar pressure in a large population with diabetes mellitus. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2002; 92: 479-482.
- Ferreira JSSP, Panighel JP, *et al.*: Foot function and strength of patients with diabetes grouped by ulcer risk classification (IWGDF). *Diabetol Metab Syndr.* 2019; 11: doi:10.1186/s13098-019-0487-x.
- Fernando ME, Crowther RG, *et al.*: Gait in people with nonhealing diabetes-related plantar ulcers. *Phys Ther.* 2019; 16: 1602-1615.
- Bell RA, Arcury TA, *et al.*: Diabetes foot self-care practices in a rural triethnic population. *Diabetes Educ.* 2005; 31: 75-83.
- van Netten JJ, Raspovic A, *et al.*: Prevention of foot ulcers in the at-risk patient with diabetes: a systematic review. *Diabetes Metab Res Rev.* 2020; 36: e3270. doi:10.1002/dmrr.3270.
- Corbett CF: A randomized pilot study of improving foot care in home health patients with diabetes. *Diabetes Educ.* 2003; 29: 273-282.
- Neder S, Nadash P: Individualized education can improve foot care for patients with diabetes. *Home Healthc Nurse.* 2003; 21: 837-840.
- Makiling M, Smart H: Patient-Centered Health Education Intervention to Empower Preventive Diabetic Foot Self-care. *Adv Skin Wound Care.* 2020; 33: 360-365.
- Aalaa M, Malazy OT, *et al.*: Nurses' role in diabetic foot prevention and care; a review. *J Diabetes Metab Disord.* 2012; 11: doi:10.1186/2251-6581-11-24.
- 創傷・熱傷ガイドライン委員会：創傷・熱傷ガイドライン委員会報告-3：糖尿病性潰瘍・壊疽ガイドライン。日皮会誌。2012; 122: 281-319.
- Garwood CS, Steinberg JS: Soft tissue balancing after partial foot amputations. *Clin Podiatr Med Surg.* 2016; 33: 99-111.
- Feng Y, Schlösser FJ, *et al.*: The Semmes Weinstein monofilament examination as a screening tool for diabetic peripheral neuropathy. *J Vasc Surg.* 2009; 50: 675-682.
- 水本 篤, 竹内 理：研究論文における効果量報告のために—基礎的概念と注意点—。英語教育研究。2008; 31: 57-66.
- Zhang GQ, Canner JK, *et al.*: Impact of Geographic Socio-economic Disadvantage on Minor Amputation Outcomes in Patients With Diabetes. *J Surg Res.* 2021; 258: 38-46.
- Beaulieu RJ, Grimm JC, *et al.*: Rates and predictors of readmission after minor lower extremity amputations. *J Vasc Surg.* 2015; 62: 101-105.
- Huang ZH, Li SQ, *et al.*: Risk factors for the recurrence of diabetic foot ulcers among diabetic patients: a meta-analysis. *Int Wound J.* 2019; 16: 1373-1382.
- Hirpha N, Tatiparthi R, *et al.*: Diabetic Foot Self-Care Practices Among Adult Diabetic Patients: A Descriptive Cross-Sectional Study. *Diabetes Metab Syndr Obes.* 2020; 13: 4779-4786.
- Rossaneis MA, Haddad Mdo C, *et al.*: Differences in foot self-care and lifestyle between men and women with diabetes mellitus. *Rev Lat Am Enfermagem.* 2016; 24: e2761. doi:10.1590/1518-8345.1203.2761.
- Malone JM, Snyder M, *et al.*: Prevention of amputation by diabetic education. *Am J Surg.* 1989; 158: 520-523.
- Jayasinghe SA, Atukorala I, *et al.*: Is walking barefoot a risk factor for diabetic foot disease in developing countries? *Rural Remote Health.* 2007; 7: 692.
- Keukenkamp R, Merckx MJ, *et al.*: An explorative study on the efficacy and feasibility of the use of motivational interviewing to improve footwear adherence in persons

- with diabetes at high risk for foot ulceration. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2018; 108: 90-99.
- 31) Skafjeld A, Iversen MM, *et al.*: A pilot study testing the feasibility of skin temperature monitoring to reduce recurrent foot ulcers in patients with diabetes – a randomized controlled trial. *BMC Endocr Disord.* 2015; 15. doi:10.1186/s12902-015-0054-x.
 - 32) Ronnema T, Hamalainen H, *et al.*: Evaluation of the impact of podiatrist care in the primary prevention of foot problems diabetic subjects. *Diabetes Care.* 1997; 20: 1833-1837.
 - 33) Fernando DJ, Masson EA, *et al.*: Relationship of limited joint mobility to abnormal foot pressures and diabetic foot ulceration. *Diabetes Care.* 1991; 14: 8-11.
 - 34) 河辺信秀, 廣瀬典子: 健常者における足関節背屈制限が歩行時足底圧に与える影響—糖尿病足病変の危険因子に関する検討—. *糖尿病.* 2008; 51: 879-886.
 - 35) Holstein P, Lohmann M, *et al.*: Achilles tendon lengthening, the panacea for plantar forefoot ulceration? *Diabetes Metab Res Rev.* 2004; 20 Suppl 1: S37-S40. doi: 10.1002/dmrr.452.
 - 36) Francia P, Gulisano M, *et al.*: Diabetic foot and exercise therapy: step by step the role of rigid posture and biomechanics treatment. *Curr Diabetes Rev.* 2014; 10: 86-99.
 - 37) Sawacha Z, Spolaor F, *et al.*: Abnormal muscle activation during gait in diabetes patients with and without neuropathy. *Gait Posture.* 2012; 35: 101-105.
 - 38) Wuri Kartika A, Widyatuti W, *et al.*: The effectiveness of home-based nursing intervention in the elderly with recurrent diabetic foot ulcers: A case report. *J Public Health Res.* 2021; 10: 2162.
 - 39) 金子史代: 看護師が認識する療養している高齢者のセルフケアとセフルケアに関連する要因. *日本看護研究学会雑誌.* 2011; 34: 181-189.
 - 40) Rezende Neta DS, da Silva AR, *et al.*: Adherence to foot self-care in diabetes mellitus patients. *Rev Bras Enferm.* 2015; 68: 103-116.
 - 41) Coffey L, Mahon C, *et al.*: Perceptions and experiences of diabetic foot ulceration and foot care in people with diabetes: A qualitative meta-synthesis. *Int Wound J.* 2019; 16: 183-210.
 - 42) Schmidt S, Mayer H, *et al.*: Diabetes foot self-care practices in the German population. *J Clin Nurs.* 2008; 17: 2920-2926.
 - 43) Nickinson ATO, Bridgwood B, *et al.*: A systematic review investigating the identification, causes, and outcomes of delays in the management of chronic limb-threatening ischemia and diabetic foot ulceration. *J Vasc Surg.* 2020; 71: 669-681.e2. doi:10.1016/j.jvs.2019.08.229.
 - 44) Petersen BJ, Bus SA, *et al.*: Recurrence rates suggest delayed identification of plantar ulceration for patients in diabetic foot remission. *BMJ Open Diabetes Res Care.* 2020; 8: e001697. doi:10.1136/bmjdr-2020-001697.
 - 45) 公益社団法人日本理学療法士協会: 職能に資するエビデンス研究 糖尿病足病変・糖尿病腎症患者における理学療法士の関わりの実態調査報告書. https://www.japanpt.or.jp/assets/pdf/activity/investigation/tounyou_houkokusyo_2016.pdf (2021年6月10日引用)
 - 46) 林 久恵, 河辺信秀, 他: 下肢慢性創傷の診療にかかわる理学療法士の実態調査. *日本下肢救済・足病学会誌.* 2018; 10: 179-185.

調査報告

小児がん患者に対するリハビリテーションの実態調査*

飛田 良¹⁾# 児玉成人²⁾ 多賀 崇³⁾

要旨

【目的】小児がん診療施設における小児がん患者に対するリハビリテーション介入（以下、リハ介入）の実態について調査した。【方法】全国の小児がん診療施設141施設に対し郵送式アンケート調査を行った。【結果】全体回答率は32.6%（46施設）で、その内の98%（45施設）がリハ介入を行っており、半数程度が10年以上前から開始していた。対象は造血器腫瘍（93.3%）がもっとも多く、多種多様な介入手段で対応していた。しかし、職員数や依頼件数は施設によりバラつきがあり、多くが患児や保護者との関係性構築について悩みを抱えていた。【結論】我が国における小児がん患者に対するリハ介入は比較的古くから行われているが、対応する職員数や依頼件数は施設によりバラつきがみられ、多くが臨床上の悩みを抱えていた。今後は、同分野にかかわるスタッフ間交流や研修会の開催、エビデンス構築に向けた多施設共同研究への発展が望まれる。

キーワード 小児がん、リハビリテーション、全国調査

はじめに

我が国における小児がんの新規発症数は、年間2,000～2,500人とされており¹⁾、小児期における病死原因の第1位となっている。一方で、近年における小児がん医療の進歩により、飛躍的に治療成績は向上し、一部病型では長期生存率が1960年代には10%程度であったのに対し、現在は多くの先進国で90%に到達しつつある²⁾。生存率の改善に伴い、小児がんサバイバーでは、化学療法・外科的治療・放射線治療などによって引き起こされる成長・発達障害、内分泌障害、高次脳機能障害、二次がんなどの晩期合併症が問題となっている。また、がん治療の大半は半年以上の長期入院が強いられ、限られた入院環境の中で身体活動量は低下し、社会復帰になんらかの支障をきたすケースも少なくない。これらの問題に対する長期フォローアップ体制の整備や Activities of

Daily Living（以下、ADL）と Quality of Life（以下、QOL）の維持を考慮した治療法の確立が求められており³⁾、治療初期から退院後の社会復帰を見据えたケアおよびリハビリテーション（以下、リハ）が重要視されるようになった。しかしながら、成人がんと比べると小児がん患者に対するリハ介入のエビデンスやプラクティスは整備されておらず、がんに関連する学会や研修会をみても、小児がん患者に対するリハを扱った講演や演題はきわめて少ないのが現状である。その中で、実臨床において、各施設・各セラピストが手探りの状態で診療にあたっているものと考えるが、我が国における小児がん患者に対するリハ介入の実態を調査した報告は、我々の渉猟する範囲では見あたらない。そこで今回、全国の小児がん診療施設で行われている小児がん患者に対するリハ介入の実態を調べることにした。本調査をきっかけに、本邦における小児がん患者に対する標準的治療確立の一助となることが期待される。

対象と方法

1. 対象

2020年4月現在、小児がん診療拠点病院でかつ中央機関の認定を受ける国立研究開発法人国立成育医療研究センターの公式ホームページで公開されている全国の小児がん診療施設の内、当院を除く141施設を対象とした。

* A Survey of Rehabilitation for Childhood Cancer Patients

1) 滋賀医科大学医学部附属病院リハビリテーション部
(〒520-2192 滋賀県大津市瀬田月輪町)
Ryo Tobita, PT: Rehabilitation Units, Shiga University of Medical Science Hospital

2) 滋賀医科大学医学部附属病院リハビリテーション科
Narihito Kodama, MD, PhD: Department of Rehabilitation, Shiga University of Medical Science Hospital

3) 滋賀医科大学小児科学講座
Takashi Taga, MD, PhD: Department of Pediatrics, Shiga University of Medical Science

E-mail: tobirin@belle.shiga-med.ac.jp
(受付日 2021年5月27日/受理日 2021年9月13日)
[J-STAGEでの早期公開日 2021年11月26日]

表 1 基本情報

有効回答率 (%)	32.6% (46/141 件)
小児がん拠点病院からの回答率 (%)	66.7% (10/15 施設)
回答者 (名)	
- 理学療法士	30 (65%)
- 作業療法士	7 (15%)
- 医師	6 (13%)
- その他	3 (7%)
病床数 (床)	550 ± 353 (中央値 618)
年間入院件数 (件)	
- 施設全体	98,106 ± 109,457 (中央値 20,611)
- 小児がん	1,291 ± 3,743 (中央値 32)
所属スタッフ (名)	
- 理学療法士	17.4 ± 8.9
- 作業療法士	6.8 ± 4.4
- 言語聴覚士	4.3 ± 2.2

病床数、年間の入院件数 (施設全体 / 小児がん)、所属スタッフ数を平均値と標準偏差で示した。

アンケートの回答者については、リハ部門長 (リハ関連部署を統括する者) と指定した。

2. 方法

無記名式郵送アンケート調査を実施した。回答された調査用紙を指定した期日までに返信用封筒に同封し返信いただいた。調査期間は 2020 年 4 月～6 月の 3 ヶ月間とした。調査内容については、以下の通りである。

- A. 基本情報：回答者の職種、小児がん拠点病院指定の有無、認定病床数、年間入院患者数 (施設全体 / 小児がん)、リハスタッフ数、リハの対象疾患
- B. 小児がんリハの内容：リハ実施率、介入開始年度、対象疾患 (日本小児血液・がん学会 疾患登録集計を参照し分類)、リハスタッフ数 (専従 / 専属)、介入内容、年間依頼件数、介入開始のタイミング、臨床での困りごと、多職種連携、退院後のフォローアップ、外来リハ、臨床研究、多施設共同研究への興味
- C. 小児がんリハの必要性 (非実施施設より回答)：必要性の有無とその理由、過去の依頼の有無、今後の介入予定

また、ここでいう「リハ」とは、理学療法士 (Physical Therapist; 以下, PT)、作業療法士 (Occupational Therapist; 以下, OT)、言語聴覚士 (Speech Language Healing Therapist; 以下, ST) などのリハスタッフが行うものであり、看護師などの他職種によって実施される行為は含まないものと定義した。

同意取得として、対象施設に対し調査用紙と返信用封筒とともに、本調査の説明書を送付し、本調査に回答す

ることで、今後小児がん患者に対する標準的治療確立の一助となることを記載し、調査用紙への回答をもって調査の主旨に同意を得られたものとする。学術的公表をもって回答者への結果の公表とする旨を記載した。

3. 倫理的配慮

本調査は、倫理規定に基づき倫理的・社会的観点から審査される、滋賀医科大学における倫理審査委員会医学・看護学小委員会の議を経て学長の許可を得て実施した (承認日: 2020 年 3 月 26 日)。

4. データ表記

集計した結果の平均値と標準偏差、または中央値を求めた。また、数とパーセンテージ (%) で表記した。

結 果

1. 基本情報 (表 1)

有効回答率は、32.6% (141 件中 46 件) であった。回答のあった 46 施設の内、小児がん拠点病院の割合は、66.7% (15 施設中 10 施設) であった。回答者の職種は、理学療法士が 30 人と最も多かった。施設概要では、施設全体の病床数は 550 ± 353 床 (中央値 618 床) で、年間入院患者数は 98,106 ± 109,457 例 (中央値 20,611 例)、小児がんに限ると、年間入院患者数は 1,291 ± 3,743 例 (中央値 32 例) であった。いずれも標準偏差が大きく、施設規模にバラつきがみられた。施設に所属するリハスタッフは、PT が 17.4 ± 8.9 (中央値 17 名)、OT が 6.8 ± 4.4 名 (中央値 6 名)、ST が 4.3 ± 2.2 名 (中央値 4 名) で構成されていた。施設においてリハの対象となる疾患

表2 リハに関する回答

小児がんリハ実施率 (%)	98% (45/46 施設)
小児がんリハ開始時期 (〇〇年前)	24.9 ± 10.8 (中央値 10)
年間依頼件数 (件)	12.5 ± 36.2 (中央値 13)
小児がんリハスタッフ配置 (件)	
- 専従配置 (小児がんのみ)	1 (2%)
- 専属配置① (小児科全般)	10 (22%)
- 専属配置② (小児科以外も兼務)	30 (67%)
- 無回答	4 (9%)
退院後のフォローアップ (件)	8 (18%)
外来リハ (件)	9 (20%)
多職種チーム (件)	8 (18%) - 緩和ケアチーム, 血液がんグループカンファ, 多職種診療チームなど
臨床研究 (件)	4 (9%) - ADL と QOL の関係, 身体活動量など
多施設共同研究への興味 (件)	18 (40%)

リハ介入開始時期, 年間の小児がんリハ依頼件数を平均値と標準偏差で示した。

群 (複数回答可) は, 運動器疾患とがんが 45 施設ともっとも多く, 次いで心大血管疾患が 43 施設, 呼吸器疾患が 42 施設, 小児疾患が 36 施設, その他が 2 施設 (精神疾患, 発達障害) であった。

2. 小児がんリハの内容 (表 2)

リハ実施率は, 98% (46 施設中 45 施設) であった。各施設で介入が開始された時期は 24.9 ± 10.8 年前 (中央値 10 年前) であり, 内訳は 5 年以下が 9 施設 (20%) に対し, 10 年以上前から介入を開始した施設は 22 施設 (48.9%) にまで及んでいた。なかには, 40 年前から介入を行っている施設もみられた。スタッフ配置では, 1 施設のみ小児がんの専従配置 (PT10 名, OT3 名, ST3 名) を行っており, 専属① (小児科全般を担当) は 10 施設 (PT1.0 ± 1.4 名, OT0.7 ± 1.3 名, ST0.4 ± 0.9 名), 専属② (小児以外の疾患も担当) は 30 施設 (PT7.3 ± 6.0 名, OT3.2 ± 2.7 名, ST2.2 ± 1.5 名) であった。

1) 入院中のリハについて (図 1, 2)

年間の小児がんリハ依頼件数は, 12.5 ± 36.2 例 (中央値 13 例) と施設によって差があった。リハ依頼ないし介入のタイミング (複数回答可) として, “治療中” が 34 施設 (75.6%) ともっとも多かった。リハ介入の対象となるお主な疾患 (複数回答可) は, “白血病・骨髄増殖性疾患・骨髄異形成症候群” が 42 施設 (93.3%) ともっとも多かった。介入内容 (複数回答可) は, “筋力トレーニング” が 42 施設 (93.3%), “ストレッチ・柔軟運動 (39 施設, 86.7%)”, “持久力トレーニング (38 施設, 84.4%)” が同程度であった。日頃の臨床での困りごと (複数回答可) は, 38 施設 (84.4%) があると回答し,

その内容として, “患者との関係性構築” が 22 施設 (57.9%) ともっとも多く, 次いで “保護者との関係性構築 (19 施設, 50%)”, “リハ介入内容 (18 施設, 47.4%)”, “退院後の対応 (14 施設, 36.8%)”, “小児がんに対する知識不足 (13 施設, 34.2%)” などが並んだ。その他 (5 施設, 13.2%) では, 「スペース不足」や「リスクマネジメント」, 「評価」に関する悩みが記載されていた。小児がん専門の多職種チームについては, “ある” と回答したのが 8 施設 (17.8%) のみであった。チーム名は, 「緩和ケアチーム」が 5 施設, 「血液がんグループカンファレンス」, 「多職種診療チーム」, 「名称なし」がそれぞれ 1 施設であった。チームの構成メンバーは, “医師” がもっとも多く (8 施設, 100%), 次いで “看護師” と “心理士” が各 7 施設 (87.5%), “薬剤師” と “医療ソーシャルワーカー” が各 5 施設 (62.5%), “保育士” と “チャイルドライフスペシャリスト” が各 4 施設 (50%), “管理栄養士” が 3 施設 (37.5%), “院内学級教諭” と “保健師” が各 1 施設 (12.5%) と続いた。活動内容については, 「病棟回診」や「病態把握」, 「リハ内容などについての情報共有」, 「小児がんに関する勉強会の開催」などが挙げられた。

2) 退院後のリハについて

退院後のフォローアップを実施している施設は, 8 施設のみ (17.8%) であった。フォローアップ期間は 1 ~ 2 年が多く, その頻度は 「月 1 回」や「半年ごと」, 「個々の症例に応じて判断する」といった記載があった。なかには定期的に電話で機能面に変化がないか問い合わせを行っている施設もみられた。また, 外来リハを実施している施設は, 9 施設のみ (20.5%) であった。外来リハ

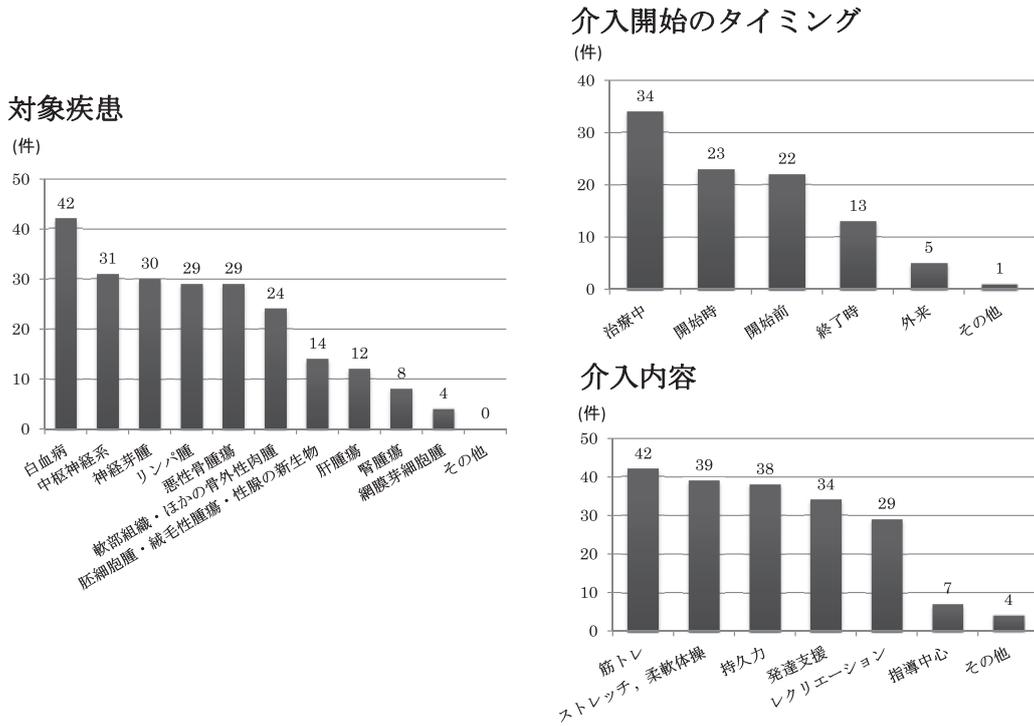


図1 対象疾患とリハ内容

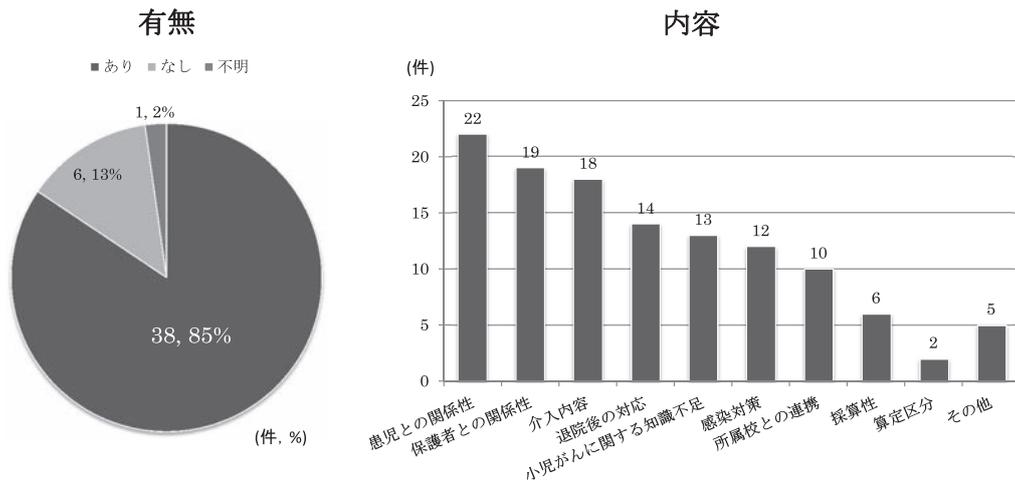


図2 臨床での困りごと

の実施期間は「3ヵ月」や「1年」と定めている施設もあれば、「個々の症例に応じて判断している」といった施設もあった。また、外来リハの頻度についても「1週間から月に1回程度」としている施設もあれば、「個々の症例に応じて判断している」といった施設もあった。

3) 臨床研究について

小児がんリハに関する臨床研究は4施設(8.9%)でのみ行われており、内容は「小児がん患者におけるADLとQOLの関係性」や「身体活動量」に関するものであった。小児がんリハに関する多施設共同研究について、18施設(40%)が「興味がある」と回答した。

3. 小児がんリハの必要性(非実施施設より回答)

今回の調査で、リハを実施していない施設からの回答は1施設のみ(2.2%)であった。回答施設は小児がん拠点病院ではなく、廃用症候群の予防や在院日数の短縮などの理由から、小児がんに対するリハの必要性を感じ、今後の介入を検討しているとのことだが、現状ではこれまでに小児がんに関連する診療科からのリハ依頼はなかったと回答している。

考 察

1. 小児がんに対するリハ介入の現状

本調査は、全国ではじめて小児がん診療施設における

小児がん患者に対するリハ介入の現状について全国規模で調査し、各施設の介入開始時期や対象疾患および介入内容などを明らかにした最初の報告である。介入開始時期は、平均して24.9 ± 10.8年前から開始されており、10年以上前と回答した施設が半数を占めた(22施設, 48.9%)。リハ依頼ないし介入のタイミングとして、“治療中(34施設, 75.6%)”がもっとも多かったが、これは本来のがんのリハビリテーションの介入意義である“予防的観点”から、がんと診断され治療が開始される前や治療を開始する時点より介入を開始することが望ましいが、小児がん患者に対するリハ介入では、廃用症候群などのなんらかの機能障害を呈した時点から介入を行っている可能性がある。リハ介入の対象となる疾患は、造血器腫瘍(白血病・骨髄増殖性疾患・骨髄異形成症候群)がもっとも多く、次いで脳腫瘍や固形腫瘍が続き、実施施設のほとんどがこれら多種多様な疾患を対象としていることが明らかとなった。白血病やリンパ腫などの血液腫瘍患者では、診断時や治療の初期段階では、筋力の低下、粗大および微細運動能力の低下、骨壊死、疲労など⁴⁻⁶⁾、治療終了時には筋持久力、筋力、関節可動域の低下を併発するリスクが各々あるとされており⁷⁾、それらは常に健康関連QOLや自尊心、自己効力感の低下を伴うと報告されている⁶⁾。本調査においても、それらの機能障害に対し様々な手段を用いて介入していることがわかった。特に、運動療法の代表的手段であるストレッチ・柔軟運動や筋力トレーニング、持久力トレーニングの3種類が各々80%を占めていた。介入の意義・目的に関する自由記載においても、治療入院中の様々な活動制限に対し廃用予防を目的に介入を行っている施設が多く、退院後のスムーズな復学など、その後の児らが送るよりよい人生のために日々かかわっていることがわかった。

リハの人員配置については、小児がんのみを担当する専従配置を行っている施設は1施設(2.2%)のみに留まり、成人を含めた他の疾患と兼務する施設は40施設(88.9%)となった。専従配置が極端に少ないことは、年間の小児がん入院患者数に占めるリハ依頼件数の割合が少ないことともつながっていると考える。これらの要因として、Allisonら⁸⁾は、1) リハサービスの幅に関する医師と患者の認識不足、2) がん患者に特化したリハの質に対する信頼性の低さ、3) 治療後の回復への期待、4) 機能改善よりも疾患の治療に注目されているなどを挙げており、本調査においても、「小児がん患者らの多くは、長期入院でもADLは保たれている点や、診療ガイドラインや指針、エビデンス不足などから、他の呼吸/整形/心臓疾患をもつ患児らを優先してしまうことが多い」といった介入の意義や目的を疑問視する記載がみられ、小児がん医療の中で未だリハビリテーションが画

一化されていない現状が明らかとなった。

また、近年の小児がん医療の急激な進歩に伴い、単なる疾患の治療をめざすだけでなく、児やその家族のQOL向上を重視した多職種連携による集学的治療や心理社会的支援などのトータルケアの概念が浸透しつつあるとされているが、本調査で回答が得られた施設の内、小児がん専門の多職種チームがあると回答したのは8施設(17.8%)のみで、リハスタッフがチームに所属しているのはわずか3施設に留まった。本邦における小児がん患者に対するチームアプローチはまだあまり進んでいない可能性が示唆された。

2. 小児がんに対するリハ介入に関する問題と解決策

本調査により、小児がんに対するリハ介入に関して、大きく2つの問題が浮き彫りとなった。

1つ目は、小児がんのリハ介入に関するエビデンスの不足である。コクランレビュー⁹⁾によると、対象者が少なく、疾患に偏りがあり、不十分な研究デザインにより、介入効果を実証するには不十分とし、成人のがん患者ほどには介入効果が得られない可能性があるとして示している。また、介入を行っている者が必ずしもリハスタッフに限定されていないことも注目しなければならない。その数年後に出版された運動療法に関する包括的レビュー¹⁰⁾では、運動耐容能、関節可動域、筋持久力/筋力、運動パフォーマンス、体組成など、多くの項目を改善させることが示されているが、一方で本レビューにおいて対象となったランダム化比較試験において、研究デザインおよび介入特性の点でバラつきが大きく、最適でかつ具体的な方法を提示することは困難であると結論づけている。

またこの問題は、小児がんに限らず小児理学療法全般でも取り上げられており、標準化された評価方法の使用が極端に少ないことや、文献やガイドライン等のエビデンスに基づいた介入が少ないことが指摘されている¹¹⁾。

実際に、本調査においても日頃からの臨床での困りごとについて、“介入内容”と回答した施設が38施設中18施設(47%)と約半数を占め、自由記載においても、「小児がん患児用の評価ツールがない」、「文献が少なく客観的評価が不十分」といった評価や介入に関する文献が少なく悩んでいるといった記載が多く見受けられた。それらが影響し、本調査で得られたように、小児がん患者へのリハ介入の歴史は比較的古いですが、施設により介入頻度や内容などに差があることに影響しているものと考ええる。

そして2つ目の問題は、教育・連携システムの不足である。日頃からの臨床での困りごとの中で、“退院後の対応”や“小児がんに対する知識不足”、“所属校との連携”などと回答した施設が各々3割程度みられ、自由記載においても、「小児がんにかかわるスタッフ間の交流

機会が少なく、相談できる場がない」, 「他県から来院する患者も多く、前医との連携が難しい」などの意見がみられることから、施設間での情報共有や相談体制、研修会などの教育体制が不足していることが考えられる。厚生労働省のがん対策推進基本計画では、第二期（平成 24 年 6 月）より小児がんへの対策の充実を挙げており、さらに平成 30 年 3 月に閣議決定された第三期では、小児・AYA 世代のがんに並んで、がんのリハビリテーションの充実が掲げられている。また、がん理学療法部門¹²⁾においても稀少がんを含めた多種多様ながん種に対応できるような包括的な教育が必要と述べられている。

前述した 2 つの問題に対する解決策として、小児理学療法学会またはがん理学療法部門などの組織をまたいだ活動が重要であると考えられる。具体的には、標準化された評価法に基づく多施設共同研究の実施や、全国に 15 施設ある小児がん拠点病院を中心とした臨床・教育・研究に関するネットワークの構築や研修会の開催などが望ましい。

3. 本調査の限界

有効回答率（32.6%, 141 件中 46 件）が低いことから、本調査結果が真の小児がん患者に対するリハ介入の実態を十分に把握できていない可能性がある。また、リハ介入が行われていない施設からの回答は 1 施設に留まっており、その他未回答であった施設は、リハ介入を行っていない、もしくは積極的に介入していない可能性がある。そのため、本調査で回答を得た施設は、小児がん患者に対するリハ介入に積極的な施設が多いことが推察され、全国の実態を十分に反映しているとはいえ、解釈には十分注意が必要である。加えて、本調査の回答者は、あくまでリハ関連部署を統括する部門長であり、リハ介入の要望等については、回答者を小児がんに関連する診療科を代表する医師らに指定したアンケート調査が行われることが望ましいと考える。

結 論

今回、全国ではじめて小児がん診療施設における小児がん患者に対するリハ介入の現状について郵送アンケート調査を行った。本調査の結果、平均して 20 年以上も前から介入が開始されており、多種多様な疾患を対象に介入内容も多岐にわたった。しかし、対応する職員数や依頼件数は施設によりバラつきがみられ、多くが臨床上の悩みを抱えていた。今後は、同分野にかかわるリハスタッフが全国のネットワークを通じた施設間交流や研修

会の開催、エビデンス構築に向けた全国規模の多施設共同研究への発展が望まれる。

利益相反

本調査に関して、開示すべき利益相反関係にある企業・組織・団体はない。

謝辞：本調査を実施するにあたり、調査にご協力いただきました各施設の皆様方に、この場を借りて厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) 国立がん研究センターがん対策情報センター「がん登録・統計」. https://ganjoho.jp/reg_stat/statistics/stat/summary.html (2020 年 5 月 13 日引用)
- 2) Pui C, Yang J, *et al.*: Childhood Acute Lymphoblastic Leukemia: Progress Through Collaboration. *J Clin Oncol.* 2015; 33: 2938-2948.
- 3) 厚生労働省第 3 期がん対策推進基本計画. <https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000183313.html>. (2020 年 5 月 13 日引用)
- 4) Ness KK, Armenian SH, *et al.*: Adverse effects of treatment in childhood acute lymphoblastic leukemia: general overview and implications for long-term cardiac health. *Expert Rev Hematol.* 2011; 4: 185-197.
- 5) Söntgerath R, Eckert K: Impairments of lower extremity muscle strength and balance in childhood cancer patients and survivors: a systematic review. *Pediatr Hematol Oncol.* 2015; 32: 585-612.
- 6) Ness KK, Kaste SC, *et al.*: Skeletal, neuromuscular and fitness impairments among children with newly diagnosed acute lymphoblastic leukemia. *Leuk Lymphoma.* 2015; 56: 1004-1011.
- 7) Akyay A, Olcay L, *et al.*: Muscle strength, motor performance, cardiac and muscle biomarkers in detection of muscle side effects during and after acute lymphoblastic leukemia treatment in children. *J Pediatr Hematol Oncol.* 2014; 36: 594-598.
- 8) Allison JL, Irene AB, *et al.*: Development of a comprehensive pediatric oncology rehabilitation program. *Pediatric Blood & Cancer.* 2019; 67: e28083.
- 9) Braam KI, Van Der Torre P, *et al.*: Physical exercise training interventions for children and young adults during and after treatment for childhood cancer (Review). *Cochrane Library.* 2016; 3: CD008796.
- 10) Giulia Z, Francesca R, *et al.*: Exercise program for children and adolescents with leukemia and lymphoma during treatment: A comprehensive review. *Pediatric Blood & Cancer.* 2018; 65: e26924.
- 11) 藪中良彦：理学療法版 SDGs : 11. 小児. 第 60 回近畿理学療法学会大会記念誌. 2021; 30-31.
- 12) 高倉保幸：理学療法版 SDGs : 5. がん. 第 60 回近畿理学療法学会大会記念誌. 2021; 18-19

講座

シリーズ 「自主トレーニング指導・処方における工夫」

連載第1回 注意障害・遂行機能障害をもつ片麻痺患者に対する 自主トレ指導のポイントと注意点*

松 寄 洋 人¹⁾

はじめに

臨床において様々な障害を呈する患者と接する中で、脳血管障害や頭部外傷、変性疾患などにより高次脳機能障害を併せもつ患者と遭遇することも多い。厚生労働省の診療報酬上の診断基準では高次脳機能障害の臨床症状は「記憶障害、注意障害、遂行機能障害、社会的行動障害」の4症状を指している¹⁾。学術的にはさらに脳損傷の部位によって現れる様々な症状を指す。おもに左右の前頭葉の損傷により注意障害、遂行機能障害、社会的行動障害が、左大脳半球の損傷により失語症、失行症などが、右大脳半球の損傷により左半側空間無視、半側身体失認、地誌的障害などが、側頭葉内側部の海馬を主とする損傷では記憶障害が発現しやすい。脳を損傷する疾患であればすべて高次脳機能障害が発生する可能性があるが厚生労働省の診断基準では原因疾患を限定しており「先天性疾患、周産期における脳損傷、発達障害、進行性疾患を原因とするもの」は除外されている²⁾。

リハビリテーションの対象となる高次脳機能障害の症状頻度については、日本高次脳機能障害学会による2015年の全国実態調査分析(表1)³⁾で症状別の実数(総数12,753人)がまとめられており、入院、外来の合計でもっとも多いのは注意・遂行障害(4,517人)であり、次いで失語症(4,393人)、記憶障害(1,714人)、行動と情緒の障害(1,239人)となっている。また東京都においてもこれまでに大規模な調査(2008年)⁴⁾が行われており、その中で高次脳機能障害による障害像でもっとも頻度の高い症状は、易怒性や衝動性をはじめとした社会的行動障害(44.5%)であり、次いで記憶障害(42.5%)、

注意障害(40.5%)、失語症(40.4%)、遂行障害(29.3%)と続いている。

これらの患者は医療機関での治療を終え、家庭や社会に戻ってからも新たな環境に適応していくための苦勞を強いられる。また身体機能を維持するための自宅等での継続的な運動指導やホームエクササイズの継続についても困難な事例が見られる。特に生活障害への介入に特化する症状としては注意障害、遂行障害、半側無視、失行症、記憶障害が挙げられ、自宅等での自主的なトレーニングにおいても困難な状況が多く存在する。そこで本稿では高次脳機能障害の中でも比較的頻度が高く、すべての行動の基盤でもある注意障害と遂行障害におもな問題を抱える患者に焦点をあて、自身のもつ障害に対する気づきや、活動への主体性を引き出すことへの介入による「自主トレーニング指導・処方におけるポイント」について紹介する。

注意障害・遂行障害について

1. 注意障害

注意障害は高次脳機能障害の中でも、比較的高頻度で現れる障害のひとつである。日常生活や社会生活の阻害因子となり、認知機能の土台ともいえる注意障害はすべての認知機能に影響を及ぼす⁵⁾。注意障害は全般性注意障害(generalized attention)と方向性注意障害(directed attention)に分けられる。全般性注意障害⁶⁾とは注意機能が全般的に障害された状態で①注意の強度②注意の選択性③注意の配分性などからなる障害を指す。注意の強度には刺激に反応するために準備をする際の強さ(強度)と、刺激に反応し続ける機能(持続性)の要素が含まれる。注意の選択性とは多くの刺激や要素の中から目的となる刺激のみに注意を向ける機能を示し、注意の配分性とは同時に複数の刺激に注意を向ける機能を指す。また、このほか注意を「選択性」「持続性」「配分性」「転換性」の4つの要素に分ける考えもある⁷⁾。全般性注意障害患者ではいくつかの行動特性⁸⁾

* Voluntary Training Guidance and Precautions for Hemiplegia with Attentional Deficits

1) 埼玉県総合リハビリテーションセンターリハビリテーション部
(〒362-8567 埼玉県上尾市西貝塚148-1)
Hiroto Matsuzaki, PT; Department of Rehabilitation, Saitama Prefecture General Rehabilitation Center
キーワード: 注意障害, 遂行機能障害, 自主トレーニング, 気づき, 主体性の回復

表1 日本高次脳機能障害学会による高次脳機能障害全国実態調査分析 文献3) より

	入院		外来		合計
	男性	女性	男性	女性	
失語症	1,733	1,276	937	447	4,393
失認症・失行症	423	386	56	25	890
記憶障害（認知症を伴うものは含めない）	598	508	396	212	1,714
注意・遂行機能障害	2,192	1,548	562	215	4,517
行動と情緒の障害	506	471	177	85	1,239
					12,753

日本高次脳機能障害学会高次脳機能障害全国実態調査委員会：高次脳機能研究. 2016; 36: 492-502. 2015年の全国実態調査分析では入院、外来の合計でもっとも多いのは注意・遂行機能障害であり、次いで失語症、記憶障害、行動と情緒の障害となっている。

が知られているが、軽症例は見逃されることもあり、社会復帰後に問題となることもある。一方、方向性注意障害は空間的に注意を向けることの障害であり、この障害の代表例が半側空間無視である。左半側視空間無視では頭部が常時左を向き左側の車のブレーキのかけ忘れやフットレストの上げ忘れなど、左空間の刺激に対する見落としや反応の乏しさが見られる。また注意障害として一般的に報告されているのが、注意力や集中力の問題である⁹⁾。

注意障害は長期にわたり機能障害をもたらす傾向にあり、その障害理解や治療による改善は重要である¹⁰⁾。またSohlberg Mateer¹¹⁾は注意障害の諸症状を取り入れた注意の臨床的、構成要素型モデルを作成している。先に記した全般性注意については「選択性」「持続性」「分配性」「転換性」の4つの要素に分けられるが、選択性障害とは多くの情報の中から、今必要な情報だけを選ぶという能力が低下し、色々なものに反応してしまう。食事を例にとると物音や他人の会話に気を取られて食事を続けることが困難となる。また隣の人に口出しするなど「気が散る」状況となる。持続性障害は注意力や集中力を持続させてひとつのことを続けることができなくなる、あるいは一定の時間の中で注意を維持する能力の障害であり、食事中ではその途中で手が止まってしまう、ぼんやりとしてしまうことが多くなる。疲れやすいため途中で投げ出し、周りからはあきっぽいという印象をもたれてしまう。分配性障害はいくつかのことに同時に注意を向けながら行動するという能力が低下する障害であり、注意機能の中でもっとも複雑で障害されやすい機能である。3人以上で会話をする、助手席の人と話をしながら運転する、ということが難しくなる。注意の配分が保たれることで、複数の作業を同時進行することや、1つの作業に集中しながらも、必要に応じてほかの刺激や作業に配慮することができる。転換性障害ではひとつのことに注意を向けているとき、他の別のことに気づいて注意を切り替える、という能力が低下する。パソ

コンを操作しているときに電話が鳴っても気づかない、また電話が終わったあとも電話のことに注意が向いたまま、なかなかパソコン作業に戻れない、などが挙げられる。

2. 遂行機能障害

遂行機能障害は大きくは次の4つの機能からなる。①目標の設定：目的や目標を明確にすることであり動機づけや意図が含まれる。②計画の立案：目的や目標を達成するための計画を立案することであり、目標を行う段階として評価や選択を行い、行動の枠組みを決定する能力。③計画の実行：行動の実行手順を組み立てることであり、一連の行動に含まれるそれぞれの行為を順序よくまとめた形で開始し、維持し、転換し、ときには中止を決定する能力。④効果的な実行：目標を意識し、自分の行動がどこまでどの程度目標に近づいているか評価できる能力。以上が柱となるがさらに行動の結果を正確に評価したり、行動結果の評価に基づいて目的や目標に合うように、行動をより適切・効率的に修正する認知機能である。これら4つの機能を円滑に進めるためには周囲の環境や状況を正しく認識する能力、発動性や注意の持続が必要となる¹²⁾。そのため遂行機能障害は他のいかなる認知システムの損傷より社会復帰に大きな影響を与えるとされる。

Lezak¹³⁾によると前頭葉機能損傷で出現する行動障害の観察記述をもとに、遂行機能は目的をもった一連の活動を行うのに必要な機能であり、人が社会的、自立的、創造的な行動を行うのに重要な機能であるとしている。

神経心理学的検査

注意障害や遂行機能障害の臨床像を捉えるには情報収集や行動観察とともに神経心理学的検査の実施が必要となる。注意障害や遂行機能障害は独立した機能とはされてはいるものの、その他の認知機能と相互に作用しながら機能している。自主トレーニングの内容を考える際も

適切な評価内容とその結果を当事者や家族などの援助者に対し提示することは、ご本人の障害についての認識の程度や訓練環境調整の必要性についての理解を促したり、アドバイスする根拠として重要な情報となる。

1. 注意障害の評価

代表的なものとしてウェクスラー成人知能検査 (WAIS-III)、改訂版ウェクスラー記憶検査 (WMS-R)、TMT (Trail Making Test) (AとBがあり、Aは数字を順番につなぎ注意の集中性を評価、Bは数字と五十音を交互に1-あ-2-い-3・・・という要領でつないでいき注意の転換性を見る)、遂行機能症候群の行動評価日本版 (Behavioural Assessment of Dysexecutive Syndrome: 以下、BADS、プロフィール点と年齢標準化得点として評価が可能。課題としては比較的平易であり遂行機能障害例の一部を評価できる)¹⁴⁾などが挙げられる。

2. 遂行機能障害の評価

遂行機能障害ではプランニングの障害や、戦略の利用ができない、自己制御ができない、抑制ができない、ゴール志向的行動をとれない、行動の始動ができない、自己洞察ができないなどの問題を抱える。

代表的なものは先に記したBADS、KWCST (Wisconsin Card Sorting Test) (迅速学習とカテゴリー別に思考をシフトさせる前頭前野の機能評価)、ストループテスト (色名を表す単語 (例: 赤) がそれと異なる色のインクで印刷されている単語を提示し、インクの色をいっていく)などが挙げられる。

注意障害、遂行機能障害ともに代表的な検査が重複することも多いが、藤井ら¹⁵⁾は注意と遂行障害の方へドリル練習帳を使用した自宅での継続的リハビリにおいて、注意力に関しては日常の注意力テスト (以下、TEA)¹⁶⁾を使用しており、練習帳の正確度や時間測定によって効果を判定している。また遂行機能障害についてはBADSを使用している。興味深いのは最初からBADSテストスコアがよい方の変化はなく、悪い方はTEAスコアを上げていくとBADSスコアの改善が見られる傾向があったと記されている。BADSテスト自体が注意力がよくなるとできがよくなるサブテストを含んでいることから遂行機能障害が本当に改善されたかどうかの評価は難しいが、この結果から考えると注意力の改善が遂行機能障害の改善をもたらしたと解釈できる。自主トレーニングの実行・継続もまずはいかにして注意力の持続をサポートできるかがひとつの鍵となる。

トレーニング課題を与える際の工夫

今回のテーマが「自主トレ指導のポイント」となって

いるが高次脳機能障害の多くは社会生活の自立が困難であり、ここで記す注意障害・遂行機能障害も程度の差こそあれ自ら一人で行動することに問題を抱えている場合が多いことから自主トレ指導もあくまでご家族や支援者が援助できる環境は開始時を中心に重要な要素であり、本稿でもそのようなサポートのもとで実施されることを想定して記す。

1. 注意障害の特性分類から

注意障害も遂行機能障害も記憶障害とともに周囲の環境刺激や状況を正しく認識する能力、発動性、注意の持続が必要となり、またそれらは相互に依存している (図1)¹²⁾。

ここではひとつの課題を遂行するためのポイントを症状ごとに記す。基本的な対応方法として注意の「持続」が困難な場合、行動の特徴としては疲れやすい、集中力がない、注意散漫で落ち着きがないといった症状が見られる。いかに注意時間を持続して実施できるか、またどの程度なら集中して訓練を遂行できるか患者本人や支援者とも状況を確認しておく。可能であれば想定時間内で支援者の見守りで開始し、状況に応じ徐々に時間を延長、もしくは短縮する。このようなケースには課題の時間が比較的短く終わるように訓練内容を設定する、または注意集中できる時間内に終え、休憩を挟むことが有効となる。

注意の「選択」に障害が見られる場合は注意が容易にそれて気が散る、またはひとつのことに固執して転換できないことがあるため、気の散りやすい場所や外乱はなるべく避ける。トレーニングに集中できるように仕切りを設けたり個室を用意するなど静かな環境を設定したり、周りの環境を整理整頓して余計な刺激を排除する工夫が有効とされている。徐々に慣れてきたらラジオを流す、または人がいる部屋でも継続可能か課題集中をどの程度遂行できているかを見極めていく。「転換」に障害がある場合は注意 (集中) を切り替えることができないため、特にはじめの頃は訓練メニューを見ながら自分で実践することや一度に異なったメニューを何種類も実施することなどは避ける。まずはなるべく少ない数のメニューを事前に確認しておき、そのメニューを見ながら訓練を実践する。慣れてきたら関連するようなYouTubeの動画メニューなどを実施してみる。何ができて何ができない (または難しかった) か、を支援者 (またはセラピストと) 確認し継続していけそうな内容を実施していく。また注意の「分配」に障害がある場合は2つ以上の刺激に同時に注意を向けたり、1つの作業に集中しながらも必要に応じてほかの刺激に配慮することが困難となる。その結果訓練の効率が低下したり、同時に複数の課題を与えると不正確だったりミスが増えてしまう。その

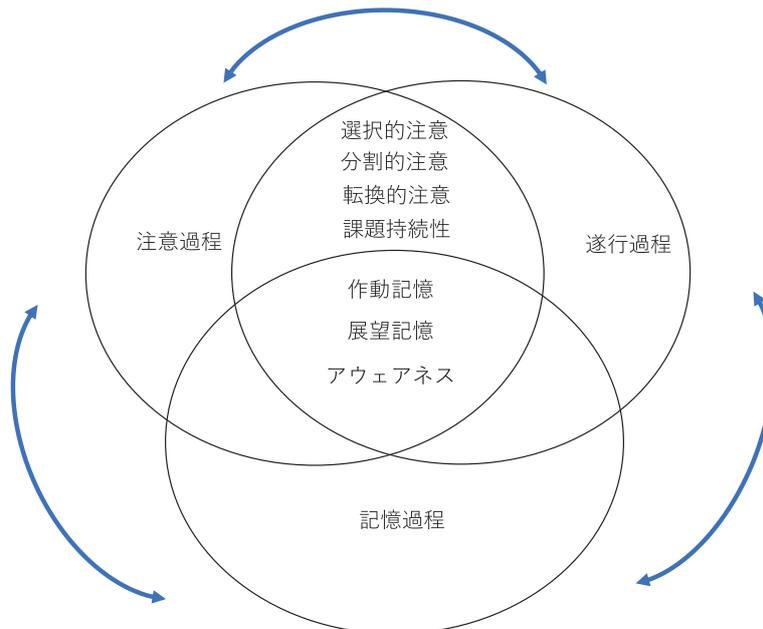


図1 注意、記憶、記憶遂行過程の相互依存を示す(文献12)より
注意障害も遂行機能障害も、記憶障害とともに周囲の環境刺激や状況を正しく認識する能力、発動性、注意の持続が必要となり、またそれらは相互に依存している。

ために2つ以上の同時課題は減らし、1つずつ進められるようにしたり一定のルールに沿って実施できるように、やり方を統一するなどの工夫が必要となる。また興味を引く課題、具体的に目的が明確な課題やプログラムを設定する。患者の障害を十分に理解し、なるべく注意障害に対する対処方法を理解した人が接することが望ましい。

2. 気づきへの促し

気づきの促しは課題集中につなげていくための大切な要素となる。意欲を高め、維持して訓練に取り組むには自分の障害を理解し、自分の新たな希望に向かって、希望を実現するためのリハをしていこうと決意していることが重要である¹⁷⁾。具体的には①疾病教育や、②休憩の取り方が挙げられる。疾病教育はパンフレットなどを用いて、障害の知識を深める。学習発表会を開催し学習したことを当事者が披露する機会をもつことが有効ともいわれている。また休憩の取り方は自分の疲労度を自分で確認しながら休憩を取るタイミングをはかれるのが理想である。疲れてくるとどのような兆候(例：生あくびがでる)がでてくるのか理解し休憩の取り方を工夫する。疲労すると効率落ちることや、ミスが増えることを認識し、そのためになにができるかを考える。また支援者はエラーが生じやすいことを伝える、または確認する。注意障害の場合、自己の障害を報告できるようなケースは心理社会的問題も改善を見る場合があり、必要な訓練環境を自ら設定できるように導くことも考慮する。また開始当初は「自主訓練を行うときは、準備から

片付けまで自分には時間が必要である」というタイムプレッシャーマネジメントが身に着くと、注意障害があっても自ら自主訓練を習慣化することが円滑に導入できる可能性もある²⁾。支援者とともにトレーニング前にとどこまでできそうか予測し、結果を見てフィードバックし、必要であれば内容を次回どう修正していくか確認できるとよい。

3. 定着化させるために

ホームエクササイズはパンフレットや冊子での指導は受動的となりやすいため、可能な範囲で入院早期から一貫したセルフコンディショニングを行わせ定着化・習慣化させるようにすると退院後の継続につながりやすい¹⁸⁾。一方ですべてを自己管理して自主訓練を実施するのは障害の特性上限界もある。対応として考えられる実践例としては①活動を一緒に計画する、または計画表を渡す。②行動を確認する前に手順を確認する習慣をつける方法が挙げられる。①では支援者は当事者が計画することを協力する。当事者が計画表を作るのが困難な場合には、支援者が当事者の目標を達成するための計画表(工程表)を作成して渡す。②ではこれからなにをどのような順で行うのかを確認してから行動を開始する習慣をつけるとよい。確認の仕方は当事者に合わせて検討する。自己教示法を活用し、口頭で確認できる当事者もいれば、紙に書かれていたほうが確認しやすい当事者もある¹⁷⁾。自宅でなかなか習慣化させることが困難な場合は定期的に本人や家族と連絡をとり、セラピストがナビゲーターとしてサポートすることも必要となる。

表2 主体性にまつわる5つの回復軸 文献19)より

回復軸①:
認知:「障害像を認識できない」状態から、以前のようにできなくなった自分に気づく「障害像を漠然と認識する」を経て、周囲の人々や自分の置かれている環境を含めて自己能力を認識できる「自分を客観的にみられる」(メタ認知)にいたる変化の過程。主体性を下支えする要素である。
回復軸②:
意欲(結果期待):ある行動と望ましい結果が結びつかない状態「したくない」「しても意味がない」から、ある行動が望ましい結果をもたらすと思う「自分でやってみたくなる」「やりたい・やろう」(結果期待に高まる)に至る変化の過程。
回復軸③:
自分次第という考え(責任感):「自分以外の他人や運で物事の結果が決まる」という他人任せの考えから「自分の判断・行動での結果が決まる」自分次第という考えになり、自分で決定したことによる結果は自らが責任を取るようになる変化の過程。統制所在(locus of control)の考え方をあてはめると、外的統制から内的統制への変化である。
回復軸④:
自信(自己効力感):何事も「できない」と思う状態から、その行動をうまく行うための自分の能力や周囲への働きかけに対する信念をもてるようになり、なんとか「できそう」や「できる」と考えて行動する状態への変化の過程。自信(自己効力感)が高まる過程。
回復軸⑤:
価値観:「以前と異なる自分はだめだ」「自分には価値がない」と考える状態から「自分はこれでいいんだ」「新しい自分はよい」などと自分らしさを自覚できるようになる変化の過程。個人内の価値判断基準が変化して、自己価値や自尊感情が高まっていく、価値観の変化の過程。
主体性の回復プロセスを「認知」「意欲」「責任感」「自己効力感」「価値観」の5つの回復軸を用い時系列でまとめられており、障害のある人の「回復につながる主体性」を大まかに認識でき、特徴を捉え、周囲の人で主体性の共通認識を可能とする。

4. 主体性を引き出す

脳血管障害などにより病初期に混乱した状況に陥っても、長期的には主体的に自分らしい生活を構築していくケースは存在する。その過程は様々だがそこに一定の傾向を導き出す試みが、Wadaらが提唱する「主体性回復モデル」といわれる理論である¹⁹⁾。「主体性回復モデル」は脳損傷による中途障害者を想定し、「障害のある人がその人らしい生活を構築していくための主体性」を構成する要素は「意欲」「自分次第という考え」「自信」の3要素であり、「認知」が下支えするとしている。主体的になった後には「新しい価値観へ転換」していく方もいると想定しており、これが「障害受容」に想定すると考えられている。プロセスは5段階を想定し、第0段階「できないことを認識できていない」、第1段階「行動を起こしづらい状態」、第2段階「行動を起こす準備段階」、第3段階「行動を起こせる」、第4段階「行動(生活全体)をマネジメントできる」としている。自主トレーニングを継続していくための要素としても、病初期の混乱している状況から自分らしい行動を起こせる状態になるまでの要素を5つに段階分けして主体性の回復プロセスを作成している。さらに「認知」「意欲」「責任感」「自己効力感」「価値観」の5つの回復軸(表2)を用い主体性回復の時系列をまとめており、担当患者が現在どの段階に位置するかを把握することで自主トレーニング内容を検討していく段階で、主体性を考慮した訓練メニューの内容や実施方法、支援者のサポートの程度を決定して

いくうえで、この回復プロセスの概念は十分参考となるものである。

5. 円滑な自主トレーニング導入へのポイント

1) 手順書や冊子を通して

冒頭に冊子類は受動的になりやすいと記したが習慣化が難しそうなケースの場合、自主訓練はある程度、入院中などに実施していた運動などを紙面に記しておくことは有効である。しかし複数の内容が記された場合のメニューの決定、実施方法、注意点など迷うこともある。その場合どの運動なら実施しやすいのか、どの運動なら持続しやすいのかあらかじめ順番を決めて作成し実施する。同じ訓練パターンを防ぐため、家族などの見守りが可能なときは逆の順番からやっていただくなど事前に介助者にも説明し協力を仰ぐ。

2) 散歩や外出

日常生活や移動に大きな問題のない場合は、外出や散歩による有酸素運動も有効となる。

外出による活動は住み慣れた地域やある程度慣れたコースからはじめ、徐々に距離を伸ばしていく。公共交通機関を使う場合などは通勤や通学で利用していたルートやその一部を使ってみるなど、本人に負担とならないよう設定していくとよい。実際は慣れていると思われるところでも迷ってしまうことがあるため、初回は介助者の見守りで実施する。迷ったときの対応策も確認し、安心感をもって継続できるようにする²⁰⁾。

3) ゲーム機器や PC を用いて

最近では Wifi などの通信環境も充実し、時間や場所を選ばず通信機器や PC を使用することも可能となった。遊びの要素を取り入れたゲームやパソコンを用いた運動メニューなどは若年者を中心に、ケースによっては興味や主体性を引き出すことが可能なツールとなる。内容も有酸素運動を取り入れたフィットネスやヨガ、ダンス、脳トレのものまで豊富なメニューが揃っている。また Wii スポーツなどを導入して、スポーツの疑似体験を楽しむながら体を動かすことも可能となる。当センターでも退院後に自宅等でも楽しく継続していただけるよう入院中から慣れ親しんでいただくことを目的に使用する場合もある²⁰⁾。

4) 運動、スポーツ、レクリエーション等を通して

新たな行動を起こすにはモチベーションが重要となる。上記以外の内容でもご本人が興味ある運動やスポーツ、レクリエーション、またはある程度主体性をもって取り組むことのできる有酸素運動をうまく取り入れ、その方自身の自発性や強みを引き出していくことも大切であると考えられる。

おわりに

注意障害・遂行機能障害をもつ片麻痺患者に対する自主トレ指導について、特性分類をもとに支援者の援助のもとどのように進めていけばよいかポイントを紹介した。

藤井ら²¹⁾は注意と遂行機能障害者に対するドリルを使用した長期的訓練の効果の報告の中で、ドリルを使った実践原理は①毎日②自分の住まいで③家族の援助も得て④効果判定は第三者に届くような査定方法²²⁾での4つの原則で報告している。また結果的に認知機能の改善に加え「気づきの促進」や「保続」をうまく利用することで自主的な訓練継続を促進するのにより手段になることも記している。高次脳機能障害をもつ多くの患者に共通することでもあるが、セラピストが在宅生活の患者や支援者と連携しながら自主トレーニングの実施計画や実施状況、実施後の振り返り、改善点の抽出を確認していくというサイクルを重視し、自主トレ内容を確立していくことは在宅でのトレーニングをサポートしていくうえではとても重要である。身体機能の改善に直接かかわることが多い私たち理学療法士も、それぞれの地域に根差した医療機関の中で高次脳機能障害者の障害特性に配慮し、患者や支援者を支えていく役割は大きい。

文 献

1) 厚生労働省社会・援護局障害保健福祉部, 国立障害者リハビリテーションセンター: 高次脳機能障害者支援の手引き (改定第二版), 2009.

2) 渡邊 修: 特集 高次脳機能障害治療・支援最前線 高次脳機能障害の治療最前線. 地域リハビリテーション. 2011; 6(10): 744-752.

3) 日本高次脳機能障害学会高次脳機能障害全国実態調査委員会: 高次脳機能障害者全国実態調査報告書. 高次脳機能研究. 2016; 36: 492-502.

4) 渡邊 修, 山口武兼, 他: 東京都における高次脳機能障害者総数の推計. Jpn J Rehabil Med. 2009; 46: 118-125.

5) 植田郁恵: 注意障害. リハビリナース. 2017; 10(4): 39-43.

6) 加藤元一郎: 臨床症状. 高次脳機能障害ハンドブック: 診断・評価から自立支援まで. 中島八十一, 他 (編), 医学書院, 東京, 2006, pp. 21-45.

7) 先崎 章: 高次脳機能障害精神医学・心理学的対応ポケットマニュアル. 医歯薬出版, 東京, 2009.

8) 先崎 章, 加藤元一郎: “注意障害”. Journal of Clinical Rehabilitation 別冊 高次脳機能障害のリハビリテーション Ver2. 江藤文夫, 他 (編), 医歯薬出版, 東京, 2004, pp. 20-25.

9) MaKinlay WW, Brooks DN, *et al.*: The short-term outcome of severe Blunt head injury as Reported by relatives of the injured persons. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 1981; 44: 527-533.

10) 中島恵子: 特集/注意・遂行障害のリハビリテーション 注意・遂行障害のリハ. MB Med Reha グループ療法の効果. 2013; 153: 31-38.

11) Sohlberg MM, Mateer CA: Introductin to cognitive rehabilitation. Theory and practice. Guilford press, New York, 1995.

12) Sohlberg MM, Mateer CA: Cognitive Rehabilitation. An Integrative Neuropsychological Approach. 2001 (中島恵子 (訳), 尾関 誠, 上田幸彦 (監訳): 遂行機能障害の管理. 高次脳機能障害のための認知リハビリテーション. 協同医学出版社, 東京, 2012, pp. 193-225.)

13) Lezak MD: Neuropsychological assessment (3rd ed), Oxford University Press, New York, 1995.

14) Wilson BA, Alderman N, *et al.*: 遂行機能障害症候群の行動評価日本版. 鹿島晴雄 (監訳), 新興医学出版社, 東京, 2002.

15) 藤井正子, 山本佐代子: 特集/注意・遂行障害のリハビリテーション: 注意・遂行機能のリハ: ドリル訓練の効果. MB Med Reha. 2013; 153: 39-45.

16) Robertson IH, Ward T, *et al.*: The best of Everyday Attention. Thomas Valley Test Company, England, 1994.

17) 廣實真弓: 特集/注意・遂行機能障害のリハビリテーション 注意・遂行機能障害の臨床像. MB Med Reha. 2013; 153: 1-7.

18) 和泉謙二: 脳卒中片麻痺患者の理学療法におけるホームエクササイズ指導のポイント. 理学療法. 2019; 36(3): 196-204.

19) Wada S, Hasegawa M: The Long-term process of recovering self-leadership in patients with disabilities due to acquired brain injury. Japanese Journal of Comprehensive Rehabilitation Science. 2019; 10: 29-36.

20) 繁野玖美: 注意・遂行機能障害のリハ: 地域でのアプローチ例: 特集/注意・遂行障害のリハビリテーション: 注意・遂行機能障害のリハ: 地域でのアプローチ例. MB Med Reha. 2013; 153: 16-21.

21) 藤井正子, 山本佐代子: 注意と遂行機能のリハ: ドリル訓練の効果. MB Med Reha. 2013; 153: 39-45.

22) 藤井正子, 松岡恵子: 外傷性脳損傷のリハビリテーション実践—ドリル学習などの有効性—. MB Med Reha. 2006; 70: 148-153.

講座

シリーズ 「その時バランスをどう見るか」

連載第4回 階段昇降バランスの診るべき視点*

萬井太規¹⁾

はじめに

階段昇降は、60歳以上の高齢者が日常生活活動 (Activity daily living: 以下, ADL) 上で困難だと考える動作の上位5つに数えられる¹⁾。また、階段昇降時の転倒・転落は、平地移動時の転倒よりも外傷性脳損傷や股関節骨折のリスクが高く²⁾³⁾、国内の転倒死亡理由の約18%を占める⁴⁾。ゆえに、安定した階段昇降の獲得が退院の目安になりやすい。しかしながら、階段昇降の評価方法は、未だに整理されていないように思われる。

階段昇降は、鉛直方向の体重心 (Center of mass: 以下, COM) の制御が求められ、また、階段という外的環境に適した調整を可能にするバランス能力が必要となる。さらに、手すりや杖の使用、あるいは物の運搬といった付加的な要素に対する調整能力も求められる。加えて、昇段動作と降段動作でも必要となる調整能力が異なることにも注意しなければならない。たとえば、昇段動作では、重力に抗して身体を持ち上げるためのエネルギー産生が必要となるが、降段動作では、重力による下方の加速度を適宜減速させる制御が必要となる。これらのことは、階段構造 (図1) によっても変化する。ゆえに、階段昇降バランスは、個人因子、課題因子、および環境因子、それぞれの相互作用にて達成される (図2)。したがって、各因子の階段昇降バランスへの影響について理解する必要がある。また、安定したバランスは、姿勢制御の各要素が相互に作用し合うことで達成される⁵⁾。Horakら (2006)⁵⁾ の提唱する姿勢制御の各要素を参考に整理すると (図3)、いずれの要素も階段昇降に重要であることに気づく。ゆえに、各姿勢制御要素の影響についても整理する必要がある。

本論では、階段昇降バランスを「階段昇降動作の安定

性」として捉え、3つの視点から階段昇降バランスの評価について整理する。1つ目は、評価バッテリーを用いた視点であり、階段昇降動作が安定か否かという重症度を定量化するという視点である。2つ目は、生体力学的視点を用いて動作分析を行う視点である。これは、階段昇降動作がどのように安定しているのかを示すという視点である。最後の視点は、種々の姿勢制御要素と階段昇降の安定性を関連づける視点である。すなわち、どうしてそのような安定性となっているのか、個々の姿勢制御要素から原因を追求する視点である。前述のように、階段昇降バランスは、杖や手すり、階段構造といった環境因子、および昇段動作と降段動作の相違 (課題因子) により変化するため、これらの影響についても整理し、階段昇降バランスの評価方法について再考していく。

第1の視点：評価バッテリーを用いた評価

階段昇降バランスを見る1つ目の視点は、評価バッテリーを用いた評価である。評価バッテリーは、階段昇降動作の重症度 (介助量や動作レベル) を定量的に示すことを可能にし、効果判定、あるいは他者との比較に用いることができる。Functional Independence Measure (以下, FIM) や、Dynamic gait index (以下, DGI)、および Activities-specific balance confidence scale (以下, ABC) にて、階段昇降の項目が設けられている。DGIは、平衡障害をもつ患者が歩行時の課題要求の変化に対応して歩行を修正する能力を評価するために開発された指標である⁶⁾。8つの動作課題で構成され、階段動作も含まれている。2013年に発展された modified DGI (以下, mDGI) では、「歩行パターン」、「所要時間」、「介助レベル」の3項目についてそれぞれ0～3点の4段階で階段動作 (おもに昇段動作) のバランス能力を段階づける⁷⁾⁸⁾。手すり付き10段の階段を通常で昇段するように指示し、所要時間はスタートの合図から最上段に両足が接地するまでを測定する。階段昇降の所要時間は、ADLの低下や筋力の低下に強く関連することから、他の研究でも評価することが推奨されている⁹⁻¹¹⁾。Oh-

* View Points of Balance Assessment of Stair Negotiation

1) 大分大学福祉健康科学部理学療法コース
(〒870-1192 大分県大分市大字旦野原700番地)
Hiroki Mani, PhD: Faculty of Welfare and Health Science, Physical Therapy Courses, Oita University
キーワード: 階段昇降, 昇段, 降段, バランス, 評価

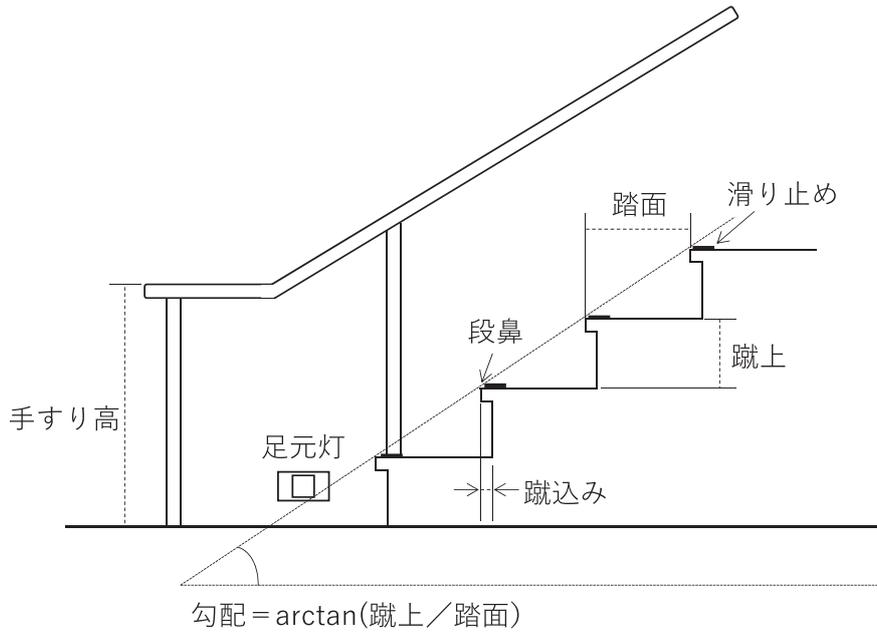


図 1 階段構造

- 年齢
- 性別
- 疾患／既往／合併症
- 身体機能（姿勢制御要素）など

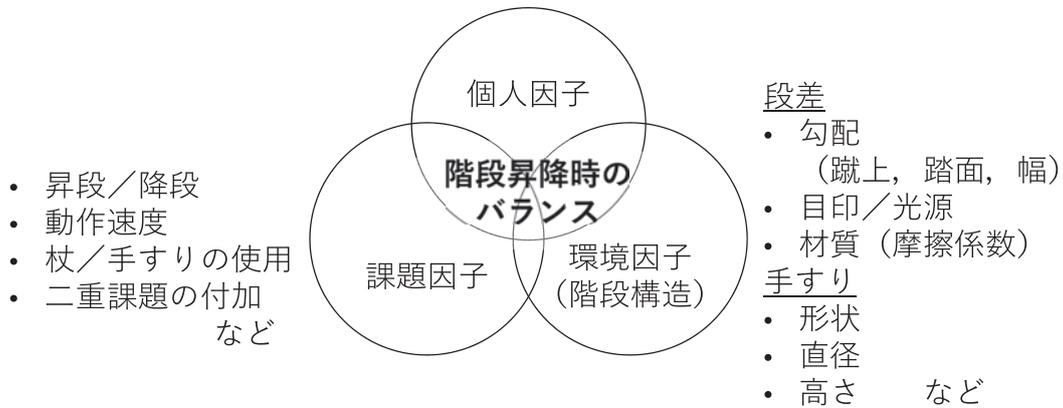


図 2 階段昇降バランスの考え方

Park ら⁹⁾の推奨する方法では、3段の連続した階段（高さ 18 cm, 奥行き 26 cm）を快適速度で昇段、あるいは降段した際の所要時間を測定する。ある時期の測定から 0.5 秒以上の延長（悪化）、あるいは、0.2 秒以上の短縮（改善）が認められれば、臨床的意義のある変化であることが示されている⁹⁾。ABC は、生活上の 16 動作課題中における対象者の自信をスコア化するバッテリーである¹²⁾。0%（まったく自信がない）から 100%（確実に自信がある）までの 11 段階から選ぶことで、各動作の自信を定量化する。これらの評価バッテリーは、各項目の合計値から総合的な転倒リスクを評価するため、筆者の知る限り、階段動作項目単体でのカットオフ値は未だ

示されていない。ゆえに、上記のバッテリーを用いた階段昇降の評価は、動作レベルのスクリーニング、および同一対象者の経過や効果判定に有効だと考えられる。しかしながら、評価バッテリーを用いた評価だけでは、階段昇降バランスの低下の原因は追求できない。

第 2 の視点：生体力学的分析による評価

階段昇降バランスを見る 2 つ目の視点は、動作分析である。すなわち、対象者が階段昇降動作を実際にどのように行っているのか、どのように安定なのかを、運動学的、運動力学の変数を用いて可能な限り定量的に評価することである。特に、1) 評価指標、2) 動作課題（昇段

認知過程

- ・ 注意
- ・ 認知付加 (会話, 物の運搬など)
- ・ 情動 (恐怖, 自信)

生体力学的要因

- ・ 関節可動域
- ・ 筋力
- ・ 体格 (身長など)

階段昇降時の姿勢制御

感覚戦略

- ・ 視覚／前庭／体性
- ・ 感覚統合
- ・ 感覚の重みづけ

空間定位

- ・ 階段構造の知覚 (床面, 段差)
- ・ 階段と身体的位置関係

運動戦略

1. 予測機構 (予測的姿勢制御)
 - ・ 姿勢の準備
 - ・ 体重心の加速・減速
 - ・ 昇降開始までの足部位置の調整
2. 反応機構
 - ・ スリップ／躓き／踏み外し時の姿勢応答・姿勢戦略
3. 随意的な制御
 - ・ 足部位置／足部クリアランス
 - ・ 手すりの使用 (手すりへのリーチ動作)

図3 階段昇降時に機能する姿勢制御の要素

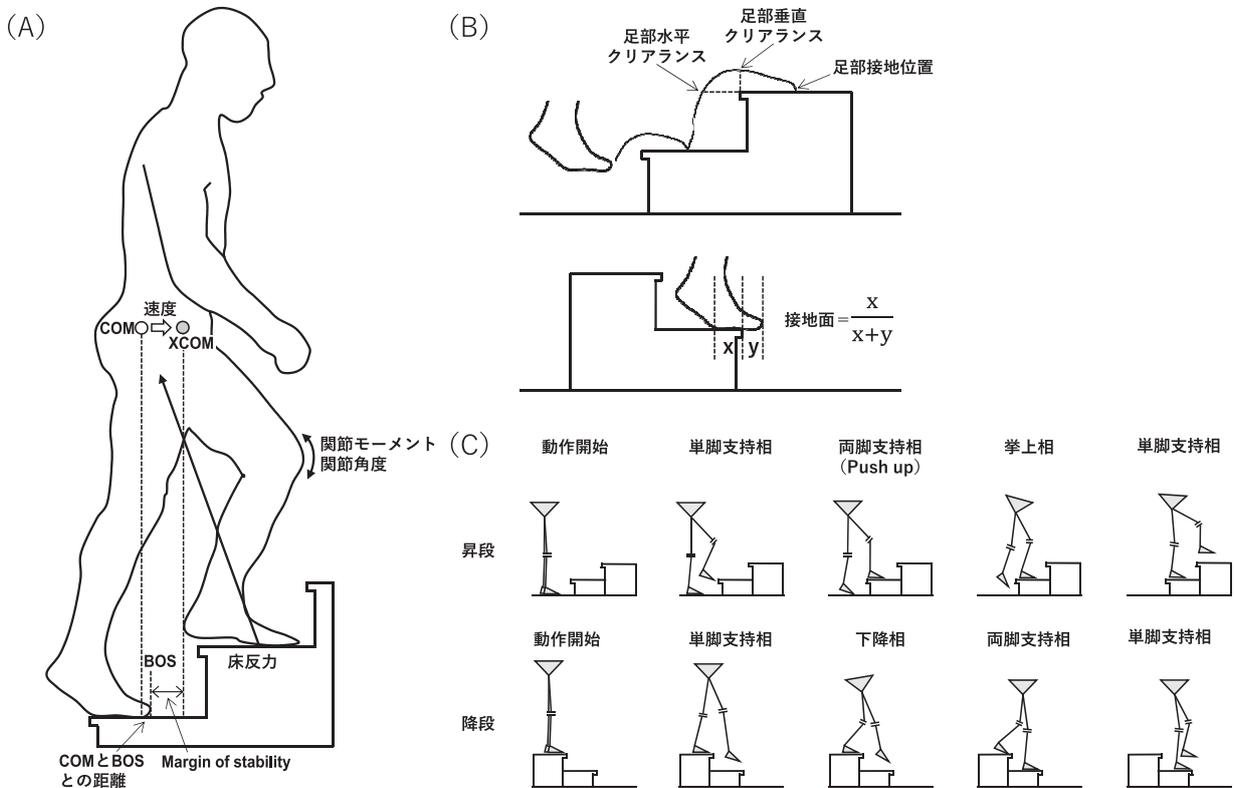


図4 階段昇降バランスの評価

／降段), および3) 階段構造や自助具の使用について整理しながら分析を進めていく必要がある。

1. 階段昇降動作の評価指標

階段昇降バランスの評価指標は、歩行分析と同様、足部のクリアランス、足部接地位置 (足部接地面)、ケイデンス、単脚支持時間、両脚支持時間、動作速度、下肢・体幹の関節運動、身体各部位の動揺、COMの動揺、およびCOMと支持基底面 (Base of support: 以下、BOS) との位置関係が用いられる。近年では、

Margin of stability (以下、MoS) (COMの位置と速度を加味した外挿COM位置 (Extrapolated COM: 以下、XCOM) とBOSとの距離) も動的課題の安定性を評価する効果的な指標として¹³⁾、階段昇降動作でも活用されはじめている^{14) 15)} (図4A)。足部クリアランスについては、段鼻からつま先 (踵) までの水平距離 (足部水平クリアランス) と段鼻からつま先 (踵) までの垂直距離 (足部垂直クリアランス) の両方をそれぞれ評価することが推奨され、それらの低下は躓きの原因となる (図4B)。また、段差に接地する足部面積 (足部接地面) の

減少は、摩擦係数の低下につながり、降段時のスリップの原因のひとつとなる¹⁴⁾。運動力学的変数では、各関節モーメントや床反力、筋活動量や筋活動パターンが重要な指標となる¹⁶⁻¹⁸⁾。さらに、これら変数の施行内・施行間のばらつき（変動係数など）も転倒リスクと関連し、ステップの軌道の不定は躓きやスリップの原因にもつながる。複数回行う中での動作の変動も重要な指標である¹⁴⁾。

加えて、相毎に前述の変数を評価することが推奨される（図4C）。なぜならば、各相により重要となる姿勢制御の各要素や、筋群が異なるからである¹⁶⁾¹⁹⁾。たとえば、両脚立位から単脚支持の移行において安定した重心移動を行うためには、予測的姿勢制御（Anticipatory postural adjustments：以下、APAs）が重要となる²⁰⁾。また、動作開始時には、手すり使用の選択などの遂行機能、すなわち、認知過程も必要となる。単脚支持相では、支持脚の体性感覚情報を利用して身体の動揺を適切に制動し、視覚から得られた階段構造の情報に基づいて足部位置を随意的に調整する必要がある²¹⁾²²⁾。身体の挙上相（下降相）では、支持脚側の大きな下肢筋活動量が重要となる相といえる¹⁶⁾。したがって、前述の運動力学的・運動学的変数について、各相の変化を評価することも重要となる。相毎の変化は、転倒リスクの高い相を把握するのみならず、その相に関連する姿勢制御の各要素の機能低下の推測につながる。

2. 昇段動作と降段動作

昇段動作と降段動作は、筋活動パターンや関節モーメントが異なり¹⁶⁾¹⁸⁾、それぞれを評価することが重要である。昇段動作では、前肢接地（両脚支持相）から挙上相にかけて、前肢の大腿四頭筋と後肢のヒラメ筋が活動する¹⁶⁾。このことは、大腿四頭筋とヒラメ筋の求心性収縮が身体の挙上と体重支持に貢献することを意味する。特に、後肢の足関節の筋パワーが、COMの上方加速度と関連する²³⁾。大殿筋は、前肢接地から後肢接地まで活動し続け、立脚中の体幹屈伸の制動に貢献する¹⁶⁾。一方、降段動作では、立脚期全般にわたりヒラメ筋が活動し、下降相では、後肢の大腿四頭筋とヒラメ筋の活動が大きい¹⁶⁾。対して、大殿筋は、前肢接地時にも活動する。ヒラメ筋の遠心性収縮にて、立脚期全般においてCOMを制動し、下降相においては、大腿四頭筋の遠心性収縮にて前下方へのCOMの減速を制御する¹⁶⁾。中殿筋は、昇段時も降段時も立脚期全般で活動し、側方のCOM動揺を制動する¹⁶⁾。昇段時は、降段時と歩行時と比較して、前額面のCOM回りの角運動量が大きいため¹⁷⁾¹⁸⁾、特に中殿筋の活動が重要となる。以上のように、昇段と降段時には要求される力学的特性が異なることから、昇段時と降段時のバランスが一樣

に低下するとは限らない。

3. 階段構造と自助具

階段昇降バランスは、階段構造すなわち蹴上、踏面、段差の目印（コントラスト）、手すりの高さ、直径、および形状の要素に影響される（図1）。蹴上は高くなるほど、膝関節と足関節の運動範囲、関節モーメント、筋パワー、および筋活動量が増大する²⁴⁻²⁶⁾。また、勾配は、昇段時の床反力、接地時間の非対称性、およびそれらの変動性に影響する²⁷⁾。一方、これらは、降段ではあまり変化はない。しかしながら、降段時には、勾配が大きいほど（蹴上が高い、または踏面が小さいほど）、COM動揺が増大し、両脚支持期も短縮する²⁵⁾²⁸⁾²⁹⁾。高齢者においては、通常の高さの階段昇降でも、若年者よりも最大能力に近いパフォーマンスで動作を達成することから³⁰⁾³¹⁾、蹴上は低い方がよいと考えられる。蹴上と踏面の長さを様々に設定し、高齢者のCOM動揺を検証した研究では、降段時において、蹴上17.8 cm、踏面33～35.6 cmの組み合わせがもっともCOM動揺が小さかったことが示されている²⁹⁾。この研究の高齢者の平均身長が 1.67 ± 0.1 mであったことには注意しておくべきだが、上記の構造が高齢者にとって制御しやすい構造なのかもしれない。

段差の目印（コントラスト）は、段差の知覚感度を高め、階段昇降の不安感を取り除くだけでなく、階段昇降バランスに影響する³²⁾。昇段時には、蹴込み奥の壁面にコントラストを付ける目印の設置が有効である。壁面に縦方向のストライプ型の目印が、段鼻床面側の目印と比較して足部の垂直クリアランスを増大させる³³⁾。しかしながら、その効果は、目印が付けられた壁面を超えるときのみ認められる³³⁾。降段時には、踏面への目印の設置が降段バランスに影響する。ステップ速度の増大、足部クリアランスの増大、足部の段差衝突回数の減少、およびCOM動揺の低下を導く³⁴⁻³⁶⁾。踏面の目印は、コントラストが大きいほど、また、段鼻に近いほど効果が大きい³⁶⁾。段鼻の端線への滑り止めは、段差コントラストを増大させるのみならず、摩擦係数を高められるため、転倒リスクの軽減に有効である。

手すりについては、直径51 mmの正円型が把握エラーも少ないことが示されている³⁷⁾。高さは、0.9～1.0 mが把握力産生に適していることが示唆されている³⁸⁾。手すりの使用は、下肢の関節モーメントを変化させ、COMと足圧中心点（Center of pressure：以下、COP）間の距離を近づけるなど、安定性を高める³⁹⁾。特に転倒恐怖感を有している高齢者にとって、COM動揺の減少やケイデンスの増加を導く⁴⁰⁾。しかしながら、転倒恐怖感のない高齢者では、若年者と同様に手すりの影響は

小さいことから⁴⁰⁾、手すりへの依存度の高さや使用方法により階段昇降バランスへの影響は異なる可能性がある。同様に、杖などの自助具も使用方法により階段昇降バランスに影響する。昇段時に常に側方に杖を着く方法と、杖を常に前方に着く方法では、前方に着く方法の方が体幹の側方傾斜が小さい⁴¹⁾。また、前方に着く方法では、COMが上方に位置し、体幹伸展が維持され、COM動揺が小さい⁴²⁾。一方、杖の長さの影響については、未だ明確に示されていない⁴³⁾。杖の長さを、床から大転子までの距離、床から手関節までの距離、および肘20°屈曲となる長さの3条件にて、健常高齢者を対象に降段時のCOPと筋活動を比較した研究では、どの条件間にも有意差が認められなかった⁴³⁾。杖については、長さよりも着く位置がバランスに影響する可能性がある。

階段構造、および自助具の使用が階段昇降バランスに関連することから、院内環境下だけでなく、自宅環境に類似させた状況下での階段昇降バランスの評価が重要となる。

第3の視点：姿勢制御の各要素との関連づけ

最後の視点は、視点1, 2の結果と、対象者の姿勢制御要素の機能の低下とを関連づけることである。視点1と2の評価は、階段昇降動作をどのようにして行ったか、どの程度の動作レベルか、すなわち、階段昇降バランスの結果を評価したといえる。しかしながら、この結果に至る原因は、個々の姿勢制御要素の機能低下により異なる。したがって、対象者の階段昇降に関連する姿勢制御要素(図3)と関連づけることにより原因を追求していくことが重要となる。また、各要素の相対的な重要性は、階段昇降動作の相によっても変化することから(図4C)、相毎の変化から関連する要素の低下を推定することも重要な評価となる。各姿勢制御要素と階段昇降との関連について後述していく。

1. 生体力学的要因

安定した階段昇降には、下肢関節可動域や筋力が必要なことは自明のことである。先行研究では、蹴上185 cm、踏面28 cm、勾配32°の階段構造において、健常者の必要な関節可動域や筋力が示されている⁴⁴⁾⁴⁵⁾。股関節の最大屈曲角度は、昇段にて $71.8^{\circ} \pm 8.0^{\circ}$ 、降段にて $49.4^{\circ} \pm 7.8^{\circ}$ であり、膝関節の最大屈曲角度は、昇段にて $100.8^{\circ} \pm 6.5^{\circ}$ 、降段にて $98.8^{\circ} \pm 5.5^{\circ}$ であった⁴⁴⁾。また、足関節の最大背屈角度は昇段時に $11.2^{\circ} \pm 3.8^{\circ}$ 、降段時に $21.1^{\circ} \pm 4.5^{\circ}$ 、底屈角度は昇段時に $31.3^{\circ} \pm 5.1^{\circ}$ 、降段時に $40.1^{\circ} \pm 6.0^{\circ}$ であった⁴⁵⁾。健常者の平地歩行時の膝関節屈曲角度は 64.6° であることから⁴⁶⁾、階段昇降は、歩行以上の関節運動範囲が求められる。

また、階段昇降は、筋活動や関節モーメントの要求も

高くなる¹⁸⁾⁴⁷⁾。Samuelら(2011)⁴⁴⁾は、84人の健常高齢者を対象に、Functional demand(以下、FD)から必要な筋力を定量化した。FDは、階段昇降時の各関節角度時の筋モーメントを最大等尺性収縮(Maximum voluntary contraction: 以下、MVC)で除すことで算出できる⁴⁴⁾。その結果、膝関節屈曲筋群FDは、昇段時に42% MVC、降段時に73% MVCであった。また、膝関節伸展筋群FDは、昇段時に103% MVC、降段時に120% MVCであり、降段時が昇段時と比較して有意に大きかった。股関節屈曲筋群FDは、昇段時に43% MVC、降段時に43% MVCであった。股関節伸展筋群FDは、昇段時に89% MVC、降段時に51% MVCであり、昇段時が降段時と比較して有意に大きかった。さらに、下腿三頭筋に加え、側方の安定性には中殿筋が重要であることも示されている¹⁶⁾⁴⁷⁾。以上の結果から、昇段と降段時においては、股関節伸展筋群、外転筋群、膝関節屈曲筋群、伸展筋群、足関節底屈筋群が重要であることが示唆される¹⁶⁾⁴⁴⁾⁴⁸⁾。

加えて、これらの筋群の必要量は、動作開始条件により変化することにも注意が必要である⁴⁹⁾⁵⁰⁾。静止立位から昇段を開始する場合よりも、連続歩行から一連で昇段を開始する場合の方が、股関節伸展モーメント、股関節外転モーメント、および膝関節伸展モーメントが増大する⁴⁹⁾⁵⁰⁾。これは、歩行から一連で行う階段昇降では、連続歩行により発生されている速度の制動が必要となるためだと示唆されている。ゆえに、高齢者等で見られる階段昇降開始前に一度立ち止まることは、必要な筋力量を低下させ、安定性を確保するための代償動作かもしれない。階段昇降に至るまでの歩行速度を様々に変化させて評価すること、あるいは、静止立位から開始する場合と連続歩行から階段を開始する場合とを分けて評価することは、前述の筋力低下との関連性を推察するためのひとつの評価方法として有効であると示唆される。

2. 認知過程

階段昇降は、注意要求の高い課題であり、認知情報処理が重要となる⁵¹⁾。階段昇降中は、立位時よりも認知課題の反応時間が劇的に遅延し、この傾向は高齢者で顕著となる⁵¹⁾。特に遂行機能が低下した高齢者は、二重課題時の階段昇降時間が顕著に低下する⁵²⁾。他にも、階段昇降時に二重課題を課した場合、遠位関節運動の減少、股関節運動の増大、側方のCOM動揺の増大、足関節底屈モーメントの低下、足部クリアランスの低下やばらつき⁵³⁻⁵⁵⁾の増大、足部接地位置のばらつき⁵³⁻⁵⁵⁾の増大が生じる。興味深いことに、この傾向は、運動課題(物を持つなど)を付加するよりも、認知課題を付加させた方が大きくなる⁵⁴⁾。一方、昇段と降段の動作間の認知課題の影響の差は、認められていない⁵⁴⁻⁵⁶⁾。ADLでは、

洗濯物を持って 2 階まで上がる、友人と会話をしながら階段を降りるなど、二重課題場面は多い。階段昇降は、平地歩行と比較しても動作難易度が高いことから、認知課題の影響を受けやすい。ゆえに、対象者の認知機能の低下を評価するとともに、二重課題の付加に伴う階段昇降バランスの変化を詳細に評価することが重要である。

心理・情動面も階段昇降バランスに関連する重要な要素である。転倒恐怖感の増大、および活力や自信の低下が、昇段時間と降段時間の延長に関連する⁴⁸⁾。また、転倒恐怖感等の動作時の不安は、足部クリアランスの増大や、MoS の増大のような保守的な戦略をとる原因とも関連する³²⁾⁵⁷⁾。さらには、視覚運動制御にも影響する。不安感の強い転倒高リスク高齢者では、障害物への注視行動を増大させるだけでなく³²⁾、将来のステップの注視を早める戦略をとりやすい⁵⁸⁾。しかしながら、この戦略は、反って、直近の足部位置の正確性を低下させる⁵⁸⁾。前述の ABC や、Fall efficacy scale のような評価バッテリーを用いて階段動作に対する自信や不安の評価を行うことは、観測される階段昇降バランスに関連する制御戦略の変化との関連づけの一助となる可能性がある。

3. 感覚戦略と空間定位

立位・歩行制御において、視覚、前庭感覚、および体性感覚の感覚情報が重要であることは多くの研究で示されている。階段昇降時の感覚情報は、危険の検知、ルートを選択、段差位置・高さ、連続的な環境変化のスキヤンのための重要な情報を提供する²⁾⁵⁹⁾。すなわち、階段構造の知覚、階段と身体との位置関係についての重要な情報を提供する。

体性感覚は、階段昇降時の下肢の筋活動の調整や運動パターン、および昇降速度の調整に関連する⁶⁰⁾⁶¹⁾。末梢神経障害患者においては、下肢筋活動の活動遅延や異常なパターン、および、支持脚期の足関節の底背屈角度の減少が観測されている⁶⁰⁾⁶¹⁾。

視覚情報は、特に階段昇降の開始と終了到達前の 2～3 ステップ先の外的環境情報を取り入れ、ステップ位置などの動作のガイドを担う⁶²⁾。また、瞬時の動作の調整というよりも、視野全体の外的環境情報、たとえば、段差や手すり位置等の情報の取り入れを担うことが示唆されている⁶²⁾。ゆえに、視覚情報の低下は、足部クリアランスの増加、動作速度の低下、および支持脚時間や両脚時間の延長などの保守的な戦略の要因ともなり、階段昇降バランスに影響を及ぼす⁶³⁻⁶⁵⁾。特に、視野の下部領域からの情報は、階段昇降時の最初の 1～2 段の足部クリアランスの調整に重要な役割を担う²²⁾⁶⁶⁾。下部視野を阻害した状況下では、手すりの使用頻度が増大するだけでなく、3 段目以降の中段近辺と比較して、最初

の 1～2 段の頭部屈曲角度が大きい²²⁾。その後、頭部屈曲角度は、連続的な昇降により徐々に減少していく。このことは、中段以降、視覚情報の取り入れが減少し、徐々に記憶と体性感覚による制御に移行していることを示唆している²²⁾⁶⁶⁾。すなわち、最初の数段は視覚情報が重要となり、中段以降、体性感覚情報と階段構造の記憶にて動作が調整されていることを示唆している。

固有受容器の低下に伴う足部位置の知覚感度の低下、および、視覚の低下に伴う段差の知覚感度の低下は、階段昇降時間等のパフォーマンスに強く関連する⁴⁸⁾。定常歩行と比較しても、階段昇降動作は、階段という外的環境に適応することが求められ、ゆえに、感覚統合能力、および空間定位（階段と身体との位置関係の知覚）が階段昇降バランスに重要な要素である。

4. 運動戦略

運動戦略には、APAs に代表される予測機構、バランスを崩した際の反応的姿勢制御、手すりへの上肢リーチや足部の軌道を調整する随意的な制御の側面で構成される。本論では、実際の階段昇降動作中のバランス評価に焦点をあてているため、躓きやスリップ時の不意に生じる転倒場面の姿勢制御については割愛し、予測機構を中心に論じていく。

APAs は、静的な姿勢から行われる随意的動作、あるいは予測される姿勢動揺に先行して観測される姿勢筋活動の変化で定義される⁶⁷⁾。しかしながら、階段昇降は必ずしも立ち止まった状態から開始されるわけではないことから、本論では、歩行から階段昇降が一連で行われる動作に伴う予測的な機構も含めて整理していく。静止立位から階段昇降を開始する場合には、COM を前方かつ支持脚側へ偏移させる制御が必要になり、両側の前脛骨筋と遊脚側の中殿筋の筋活動が重要な役割を担う⁶⁸⁾⁶⁹⁾。APAs の低下による不十分な COM の偏移は、後の姿勢バランスに影響することから²⁰⁾、階段昇降動作の初期の姿勢バランスの低下は、APAs の低下を示唆する。

連続歩行からの階段昇降時の予測機構の関与は、定常歩行と階段昇降直前の運動パターンの変化、および、階段昇降の移行相と昇降中の運動パターンの変化から支持されている¹⁹⁾⁷⁰⁾⁷¹⁾。昇段も降段も、昇段開始前の 3 ストライド前後から歩幅や関節運動の調整が観測される⁷⁰⁾⁷¹⁾。昇段開始直前の 1～2 ストライドにて、足関節の背屈や股関節屈曲速度の低下、前肢の外側広筋の活動減少、後肢の大腿二頭筋の活動減少が観測される⁷¹⁾。その後、昇段開始直前では、昇段中と比較して、立脚中期の大腿直筋の活動を高く、また、遊脚中の外側腓腹筋の活動を高め、昇段の準備を行う¹⁹⁾。対して、降段時には、降段開始直前の 3 ストライド間にて、股関節、膝

関節、足関節周囲の筋群の活動の低下、COM速度の低下が観測される⁷¹⁾。その後、階段開始直前では、階段中と比較して、立脚期の大腿直筋の活動を高く、遊脚中の外側腓腹筋の活動を低下させることで、階段の接地準備を行う¹⁹⁾。階段昇降における予測機構は、階段昇降の3歩手前から開始されており、その後の階段昇降バランスに貢献している。したがって、平地歩行、階段昇降直前の歩行調整、歩行から階段昇降への移行動作、および、昇降中の動作を区別して分析することは、予測機構の低下を推察するうえで有効であると考えられる。動作開始から定常動作になるまでには、数歩必要であることから、理学療法室に設置されている3段前後の階段昇降での評価だけでなく、十数段以上の階段にて、評価を行うことが重要である。

おわりに

階段昇降動作は、定常歩行と比較して、特に感覚運動領域と後頭頂葉の活動が増大することが示されている⁷²⁾。この結果は、階段昇降課題が、感覚運動処理に伴う随意的な制御が多分に含まれた課題であることを示唆している⁷²⁾。前述してきたように、階段昇降バランスは、種々の環境・状況下において、感覚情報から階段構造を正確に知覚し、個々の生体力学的制約の中で、認知処理過程を経て構築された運動戦略により達成される。ゆえに、階段昇降バランスは、対象者の意図的な制御戦略の中で、各姿勢制御要素を総動員して達成されているといっても過言ではない。したがって、階段昇降バランスの評価には、①階段昇降がどの程度可能か（評価バッテリーを用いた評価）、②どのように行っているか（動作分析）、③なぜそのような階段昇降バランスとなっているか（各姿勢制御要素との関連づけ）、という3つの視点から整理することが重要であると考えられる。

階段昇降の転倒・転落は、平地動作時の転倒よりも、重大な障害原因となりやすい。ゆえに、我々理学療法士は、退院後も階段昇降時の転倒・転落が生じないように、対象者の階段昇降バランスを詳細に評価し、いかに効果的な治療につなげていくかが問われている。本論で整理した階段昇降バランスにかかわる要素、および評価の視点が、臨床での思考を深める一助になることを期待する。

文 献

- 1) Williamson JD, Fried LP: Characterization of older adults who attribute functional decrements to "old age". *J Am Geriatr Soc.* 1996; 44: 1429-1434.
- 2) Startzell JK, Owens DA, *et al.*: Stair negotiation in older people: a review. *J Am Geriatr Soc.* 2000; 48: 567-580.
- 3) Hemenway D, Solnick SJ, *et al.*: The incidence of stairway injuries in Austria. *Accid Anal Prev.* 1994; 26: 675-679.
- 4) 厚生労働省ホームページ 第18表 家庭内における主

な不慮の事故の種類別にみた年齢別死亡数・構成割合. <https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/suii09/deth18.html> (2021年9月30日引用)

- 5) Horak FB: Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing.* 2006; 35: Suppl 2: ii7-ii11.
- 6) Shumway-Cook A, Baldwin M, *et al.*: Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults. *Phys Ther.* 1997; 77: 812-819.
- 7) Shumway-Cook A, Taylor CS, *et al.*: Expanding the scoring system for the Dynamic Gait Index. *Phys Ther.* 2013; 93: 1493-1506.
- 8) 田中 繁, 高橋 明 (監訳): モーターコントロール研究室から臨床実践へ (原著第5版). 医歯薬出版, 東京, 2020, pp. 466-467.
- 9) Oh-Park M, Perera S, *et al.*: Clinically meaningful change in stair negotiation performance in older adults. *Gait Posture.* 2012; 36: 532-536.
- 10) Ni M, Brown LG, *et al.*: Reliability, Validity, and Minimal Detectable Change of Four-Step Stair Climb Power Test in Community-Dwelling Older Adults. *Phys Ther.* 2017; 97: 767-773.
- 11) Roie EV, Driessche SV, *et al.*: A body-fixed-sensor-based analysis of stair ascent and sit-to-stand to detect age-related differences in leg-extensor power. *PLoS One.* 2019; 14: e0210653.
- 12) Ishige S, Wakui S, *et al.*: Reliability and validity of the Activities-specific Balance Confidence scale-Japanese (ABC-J) in community-dwelling stroke survivors. *Phys Ther Res.* 2019; 23: 15-22.
- 13) Hof AL, Gazendam, MGJ, *et al.*: The condition for dynamic stability. *J Biomech.* 2005; 38: 1-8.
- 14) Ackermans TMA, Francksen NC, *et al.*: A novel multivariate approach for biomechanical profiling of stair negotiation. *Exp Gerontol.* 2019; 124: 110646.
- 15) Zhang C, Song Q, *et al.*: Dynamic stability of older adults under dual task paradigm during stair descent. *Motor Control.* 2020; 24: 113-126.
- 16) Lin YC, Fok LA, *et al.*: Muscle coordination of support, progression and balance during stair ambulation. *J Biomech.* 2015; 48: 340-347.
- 17) Costigan PA, Deluzio KJ, *et al.*: Knee and hip kinetics during normal stair climbing. *Gait Posture.* 2002; 16: 31-37.
- 18) Silverman AK, Neptune RR, *et al.*: Whole-body angular momentum during stair ascent and descent. *Gait Posture.* 2014; 39: 1109-1114.
- 19) Sheehan RC, Gottschall JS: Stair walking transitions are an anticipation of the next stride. *J Electromyogr Kinesiol.* 2011; 21: 533-541.
- 20) Mani H, Hsiao SF, *et al.*: Age-related changes in distance from center of mass to center of pressure during one-leg standing. *J Mot Behav.* 2015; 47: 282-290.
- 21) Graci V, Rabuffetti M, *et al.*: Is lower peripheral information weighted differently as a function of step number during step climbing? *Gait Posture.* 2017; 52: 52-56.
- 22) Miyasike-daSilva V, Singer JC, *et al.*: A role for the lower visual field information in stair climbing. *Gait Posture.* 2019; 70: 162-167.
- 23) Wilken JM, Sinitski EH, *et al.*: The role of lower extremity joint powers in successful stair ambulation. *Gait Posture.* 2011; 34: 142-144.
- 24) Hamel KA, Okita N, *et al.*: A comparison of foot/ground interaction during stair negotiation and level walking in young and older women. *Ergonomics.* 2005; 48: 1047-1056.

- 25) Riener R, Rabuffetti M, *et al.*: Stair ascent and descent at different inclinations. *Gait Posture*. 2002; 15: 32–44.
- 26) Foster RJ, Maganaris CN, *et al.*: Centre of mass control is reduced in older people when descending stairs at an increased riser height. *Gait Posture*. 2019; 73: 305–314.
- 27) Stacoff A, Diezi C, *et al.*: Ground reaction forces on stairs: effects of stair inclination and age. *Gait Posture*. 2005; 21: 24–38.
- 28) Buckley JG, Cooper G, *et al.*: Is stair descent in the elderly associated with periods of high centre of mass downward accelerations? *Exp Gerontol*. 2013; 48: 283–289.
- 29) Novak AC, Komisar V, *et al.*: Age-related differences in dynamic balance control during stair descent and effect of varying step geometry. *Appl Ergon*. 2016; 52: 275–284.
- 30) Reeves ND, Spanjaard M, *et al.*: The demands of stair descent relative to maximum capacities in elderly and young adults. *J Electromyogr Kinesiol*. 2008; 18: 218–227.
- 31) Reeves ND, Spanjaard M, *et al.*: Older adults employ alternative strategies to operate within their maximum capabilities when ascending stairs. *J Electromyogr Kinesiol*. 2009; 19: e57–e68.
- 32) Thomas NM, Skervin TK, *et al.*: Influence of step-surface visual properties on confidence, anxiety, dynamic stability, and gaze behaviour in young and older adults. *Hum Mov Sci*. 2021; 77: 102774.
- 33) Foster RJ, Whitaker D, *et al.*: What you see is what you step: the horizontal-vertical illusion increases toe clearance in older adults during stair ascent. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2015; 56: 2950–2957.
- 34) Hamel KA, Okita N, *et al.*: Foot clearance during stair descent: effects of age and illumination. *Gait Posture*. 2005; 21: 135–140.
- 35) Zietz D, Johannsen L, *et al.*: Stepping characteristics and Centre of Mass control during stair descent: Effects of age, fall risk and visual factors. *Gait Posture*. 2011; 34: 279–284.
- 36) Foster RJ, Hotchkiss J, *et al.*: Safety on stairs: influence of a tread edge highlighter and its position. *Exp Gerontol*. 2014; 55: 152–158.
- 37) Dusenberry DO, Simpson H, *et al.*: Effect of handrail shape on graspability. *Appl Ergon*. 2009; 40: 657–669.
- 38) Maki BE, Bartlett SA, *et al.*: Influence of stairway handrail height on the ability to generate stabilizing forces and moments. *J Hum Factors Ergon Soc*. 1984; 26: 705–714.
- 39) Reeves ND, Spanjaard M, *et al.*: Influence of light handrail use on the biomechanics of stair negotiation in old age. *Gait Posture*. 2008; 28: 327–336.
- 40) Reid SM, Novak AC, *et al.*: Relationship between stair ambulation with and without a handrail and centre of pressure velocities during stair ascent and descent. *Gait Posture*. 2011; 34: 529–532.
- 41) Hsue BJ, Su FC: Gait and kinematics of the trunk and lower extremities in stair ascent using quadricane in healthy subjects. *Gait Posture*. 2009; 29: 146–150.
- 42) Hsue BJ, Su FC: The effect of cane use method on center of mass displacement during stair ascent Randomized Controlled Trial. *Gait Posture*. 2010; 32: 530–535.
- 43) Li ZY, Chou C: The effect of cane length and step height on muscle strength and body balance of elderly people in a stairway environment. *J Physiol Anthropol*. 2014; 33: 36.
- 44) Samuel D, Rowe P, *et al.*: The biomechanical functional demand placed on knee and hip muscles of older adults during stair ascent and descent. *Gait Posture*. 2011; 34: 239–244.
- 45) Protopapadaki A, Drechsler WI, *et al.*: Hip, knee, ankle kinematics and kinetics during stair ascent and descent in healthy young individuals. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2007; 22: 203–210.
- 46) Jevsevar DS, Riley PO, *et al.*: Knee kinematics and kinetics during locomotor activities of daily living in subjects with knee arthroplasty and in healthy control subjects. *Phys Ther*. 1993; 73: 229–239.
- 47) Nadeau S, McFadyen BJ, *et al.*: Frontal and sagittal plane analyses of the stair climbing task in healthy adults aged over 40 years: what are the challenges compared to level walking? *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2003; 18: 950–959.
- 48) Tiedemann AC, Sherrington C, *et al.*: Physical and psychological factors associated with stair negotiation performance in older people. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2007; 62: 1259–1265.
- 49) Vallabhajosula S, Yentes JM, *et al.*: Frontal joint dynamics when initiating stair ascent from a walk versus a stand. *J Biomech*. 2012; 45: 609–613.
- 50) Vallabhajosula S, Yentes JM, *et al.*: Do lower-extremity joint dynamics change when stair negotiation is initiated with a self-selected comfortable gait speed? *Gait Posture*. 2012; 35: 203–208.
- 51) Ojha HA, Kern RW, *et al.*: Age affects the attentional demands of stair ambulation: evidence from a dual-task approach. *Phys Ther*. 2009; 89: 1080–1088.
- 52) Gaillardin F, Baudry S: Influence of working memory and executive function on stair ascent and descent in young and older adults. *Exp Gerontol*. 2018; 106: 74–79.
- 53) Miyasike-daSilva V, McIlroy WE: Does it really matter where you look when walking on stairs? Insights from a dual-task study. *PLoS One*. 2012; 7: e44722.
- 54) Vallabhajosula S, Tan CW, *et al.*: Biomechanical analyses of stair-climbing while dual-tasking. *J Biomech*. 2015; 48: 921–929.
- 55) Hashish R, Toney-Bolger ME, *et al.*: Texting during stair negotiation and implications for fall risk. *Gait Posture*. 2017; 58: 409–414.
- 56) Madehkhaksar F, Egges A: Effect of dual task type on gait and dynamic stability during stair negotiation at different inclinations. *Gait Posture*. 2016; 43: 114–119.
- 57) Kluff N, Bruijn SM, *et al.*: The influence of postural threat on strategy selection in a stepping-down paradigm. *Sci Rep*. 2020; 10: 10815.
- 58) Chapman GJ, Hollands MA: Evidence that older adult fallers prioritise the planning of future stepping actions over the accurate execution of ongoing steps during complex locomotor tasks. *Gait Posture*. 2007; 26: 59–67.
- 59) Jacobs JV: A review of stairway falls and stair negotiation: Lessons learned and future needs to reduce injury. *Gait Posture*. 2016; 49: 159–167.
- 60) Spolaor F, Sawacha Z, *et al.*: Altered EMG patterns in diabetic neuropathic and not neuropathic patients during step ascending and descending. *J Electromyogr Kinesiol*. 2016; 31: 32–39.
- 61) Onodera AN, Gomes AA, *et al.*: Lower limb electromyography and kinematics of neuropathic diabetic patients during real-life activities: stair negotiation. *Muscle Nerve*. 2011; 44: 269–277.
- 62) Miyasike-daSilva V, Allard F, *et al.*: Where do we look when we walk on stairs? Gaze behaviour on stairs, transitions, and handrails. *Exp Brain Res*. 2011; 209: 73–83.
- 63) Buckley JG, Heasley KJ, *et al.*: The effects of blurred vision on the mechanics of landing during stepping down by the elderly. *Gait Posture*. 2005; 21: 65–71.
- 64) Buckley JG, Heasley KJ, *et al.*: The effects of blurring

- vision on medio-lateral balance during stepping up or down to a new level in the elderly. *Gait Posture*. 2005; 22: 146-153.
- 65) Demura T, Demura S: Influence of restricted vision and knee joint range of motion on gait properties during level walking and stair ascent and descent. *J Mot Behav*. 2011; 43: 445-450.
- 66) Graci V, Rabuffetti M, *et al.*: Is lower peripheral information weighted differently as a function of step number during step climbing? *Gait Posture*. 2017; 52: 52-56.
- 67) Belen'kii VS, Gurfinkel' EI, *et al.*: Elements of control of voluntary movements. *Biophysics*. 1967; 12: 135-141.
- 68) Bouisset S, Do MC: Posture, dynamic stability, and voluntary movement. *Neurophysiologie Clinique*. 2008; 38: 345-362.
- 69) Honeine JL, Schieppati M, *et al.*: The neuro-mechanical processes that underlie goal-directed medio-lateral APA during gait initiation. *Front Hum Neurosci*. 2016; 10: 445.
- 70) Lythgo N, Begg R, *et al.*: Stepping responses made by elderly and young female adults to approach and accommodate known surface height changes. *Gait Posture*. 2007; 26: 82-89.
- 71) Peng J, Fey NP, *et al.*: Anticipatory kinematics and muscle activity preceding transitions from level-ground walking to stair ascent and descent. *J Biomech*. 2016; 49: 528-536.
- 72) Luu TP, Brantley JA, *et al.*: Electrocortical correlates of human level-ground, slope, and stair walking. *PLoS One*. 2017; 12: e0188500.

《 投稿規程 》

1. 本誌の目的

- ① 理学療法学および関連する分野の研究を公表し、理学療法学を発展させる。
- ② 理学療法士の卒後継続教育に資する教育的な論文を掲載する。
- ③ 理学療法の実践に関する記録や資料を掲載する。

2. 記事の種類

- ① 研究論文（原著）：新規性および独創性があり、明確な結論を示した論文。
- ② 症例研究：症例の臨床的問題や治療結果について科学的に研究を行い、考察を行った論文。
- ③ 短報：研究の速報・略報として簡潔に記載された短い研究論文。
- ④ その他：システマティックレビュー、症例報告、実践報告、調査報告など編集委員会で掲載が適切と判断された論文および記事。（なお、症例報告とは症例の治療および経過などについて論理的に提示し、考察を行ったもの。実践報告とは、理学療法の実践・教育・臨床等の実践の中で、新たな工夫や介入、結果等について具体的かつ客観的に情報提示し、その内容が有益と判断されたもの）

3. 投稿者の資格

本誌への投稿は、本会に寄与する論文であれば会員に限らず投稿を受理する。著者資格については註1および執筆規程を参照すること。

4. 投稿原稿の条件

投稿原稿は、他誌に発表、または投稿中の原稿でないこと。本規程および執筆規程にしたがって作成すること。

5. 投稿承諾書

著者の論文への責任および著作権譲渡の確認のため、別紙の投稿承諾書に自筆による署名をして提出すること。

6. 利益相反

利益相反の可能性のある事項（コンサルタント料、株式所有、寄付金、特許など）がある場合は本文中に記載すること。なお、利益相反に関しては日本理学療法士学会が定める「利益相反の開示に関する基準」を遵守すること。

7. 著作権

本誌に掲載された論文の著作権は、日本理学療法士学会に属する。また、本誌に掲載された論文はオンライン公開される。

8. 研究倫理

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関する倫理指針」などの医学研究に関する指針（註2）に基づき対象者の保護には十分留意し、説明と同意などの倫理的な配慮に関する記述を必ず行うこと。

また、研究にあたり、所属研究機関あるいは所属施設の倫理委員会ないしそれに準ずる機関の承認を得ることを必須とし、倫理審査委員会名および承認番号（または承認年月日）を必ず記載すること。なお、倫理審査委員会より承認の非該当となった場合には、その旨を記載する。

9. 原稿の採択

原稿の採否は複数の査読者の意見を参考に編集委員会において決定する。査読の結果、編集方針にしたがって原稿の修正を求めることがある。修正を求められた場合は2ヵ月以内に修正稿を再提出すること。提出期限を超過した場合は新規投稿論文として扱われる。また、必要に応じて編集委員会の責任において字句の訂正を行うことがある。

10. 校正

著者校正は原則として1回とし、誤字脱字を除く文章および図表の変更は原則として認めない。

11. 掲載に関する費用

規定の分量の範囲内までは無料掲載するが、超過した場合は超過分に要した実費を徴収する場合がある。カラー掲載は実費負担とする。

理学療法士の免許を有する日本理学療法士協会の非会員の投稿には審査料と掲載料を徴収する。詳細は別紙に定める。なお、本会会員権利が停止している会員の投稿についても同様に審査料と掲載料を徴収する。

12. 原稿送付方法および連絡先

1) 原稿送付方法

本学会の運用するオンライン投稿システムから投稿すること。原稿書式など詳細は執筆規程に定める。

2) 問合せ先

〒106-0032 東京都港区六本木7-11-10

公益社団法人 日本理学療法士協会内

日本理学療法士学会 「理学療法学」編集室

TEL: 03-6804-1626

E-mail: journal@japanpt.or.jp

オンライン投稿システム：

<http://www.editorialmanager.com/jpta-journal/>

註1：国際医学雑誌編集者委員会：生物医学雑誌への投稿のための統一規定 (<http://www.icmje.org/recommendations/>)

註2：厚生労働省：研究に関する指針について (<http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/hokabunya/kenkyujigyou/i-kenkyu/index.html>)

(令和2年9月23日 一部改定,
令和2年9月23日より施行)

編集委員長 編集委員	島田 裕之	内 昌之	金子 文成	楠本 泰士	久保田雅史	神津 玲
	池添 冬芽	榑間 昌利	嶋田誠一郎	菅原 憲一	高橋 哲也	建内 宏
	河野 健一	土井 剛彦	中山 恭秀	野 一平	橋立 博幸	原田 和宏
	樋口 由美	前田 慶明	牧迫 飛雄	村松 憲	森下 慎一郎	山口 智史
	山田 実					
査読委員	青木 一治	明崎 禎輝	浅賀 忠義	浅川 育世	浅川 康吉	阿南 雅也
	阿部 勉	新井 武志	有蘭 信一	飯田 有輝	井澤 和浩	石垣 智也
	石川 博明	石田 和人	石田 和宏	石田 水里	伊藤 一貴	伊藤 義広
	犬飼 康人	井上 順一	井上 優	井平 光	上村 倫弘	白田 滋
	内田 学	内山 覚	浦川 将	江玉 陸明	大住 倫卓	大鶴 直史
	大西 秀明	岡田 洋平	小栢 進也	小野 玲	加藤 一郎	金村 尚彦
	上出 直人	神谷 健太郎	烏野 大	河上 敬介	河野 良二	河辺 信秀
	北出 一平	北原 エリ子	木藤 伸宏	木原 由里子	木山 正和	久保 雅義
	熊丸 めぐみ	肥田 朋子	小林 麻衣	小林 量作	齊藤 正	櫻井 宏明
	菅田 陽怜	関川 清一	関口 雄介	関屋 昇	高木 聖	高倉 保幸
	高取 克彦	堤本 広大	田中 淳裕	田中 亮	寺西 利生	田畑 中
	永井 宏達	中尾 周平	中野 治郎	鶴崎 尚子	中野 智彦	中村 潤二
	中村 雅俊	成田 崇矢	南角 学	西上 英己	野添 寛人	信迫 悟志
	花田 匡篤	福元 喜啓	藤澤 宏幸	藤野 雅弘	本田 浩二	前島 洋
	松尾 篤	松尾 英明	松田 雅弘	宮城 沙織	宮下 元	宮本 俊朗
	村山 尊司	森井 和枝	森岡 周	森沢 知之	森下 元	森山 英樹
	山口 正貴	横川 吉晴	横塚 美恵子	横山 茂樹	吉田 剛	吉松 竜貴
	渡辺 学					

(五十音順)

編集後記

令和4年の年明けとともに、一旦落ち着きかけていたコロナ禍はオミクロン株に変わりその勢いを増し再び世の中の警戒態勢も厳しい状態を呈してまいりました。一旦、よい徴候に慣れてきたことが、再び厳しい状況に落とされるのは、甚だつらい気持ちになります。しかし、こういうときだからこそ、今できることを着実に足跡として残す必要があるのだと自分にもいい聞かす必要を感じます。また、つらさに耐えてきたなかで、我々自身も強くなっていることを信じます。

本号(49巻1号)では研究論文(原著)が5編、症例研究1編、短報が1編、症例報告1編、実践報告1編、調査報告1編、講座が2編と各種論文の非常に充実した内容となっております。このような論文という足跡は、まさにコロナ禍において不断の努力の結果を表す物として捉えていただければと思います。

一つひとつの論文をじっくりと拝読しますと、実に様々な分野における質の高い論文であることが見て取れます。理学療法の発展は一方向にとどまらず多方向、多方面に向かって大きな進歩を遂げていることを実感いたします。これは、限りなく頼もしい内容であるとともに、論文は最終的に理学療法の発展、将来に向かって進むことに大きな期待を感じずにはられません。

以前の編集後記ではそれぞれの論文についてのコメントを載せていましたが、これほどまでに多領域にわたると、それも難しくなりました。ぜひ、一つひとつの論文の要約はJ-stageに掲載されているホームページをご覧ください。

どうもコロナ禍は形を変えてまだまだ我々に苦難を強いてくるようです。踏まれればますます強くなる雑草のように、苦難のなかで飛躍できるなにかの取り組みにぜひ没頭したいと願う今日この頃です。当理学療法学をその一助としてお使いいただければと祈念しております。(菅原憲一)

理 学 療 法 学

編集
発行

一般社団法人 日本理学療法学会連合

第49巻 第1号

〒106-0032 東京都港区六本木7丁目11番10号
公益社団法人 日本理学療法士協会内
TEL (03) 5843-1747 (代表)

2022年2月20日 発行

印刷・製本 株式会社東京プレス
東京都新宿区下落合3-12-18
TEL (03) 5982-9291

