

第 2 章

脊髄損傷理学療法 ガイドライン

日本神経理学療法学会

CQ No.	CQ	推奨/ステートメント	推奨の強さ	エビデンスの強さ
1	頸髄損傷患者に対する人工呼吸器管理は、NPPV、IPPVのいずれが有用か	ステートメント いずれの管理方法も益と害があるが、有害事象の発生に差はない。患者の価値観や希望に合わせた管理方法の選択を提案する。		
2	褥瘡を経験した脊髄損傷患者に対し、専門的に構成されたプログラムからなる褥瘡予防教育、適切な座面クッションの選択は有用か	ステートメント 坐骨部の褥瘡予防策として専門的な褥瘡予防教育や適切な座面クッションについて指導することを提案する。		
3	不全脊髄損傷患者の歩行トレーニングは、体重免荷型トレッドミル、ロボット、平地歩行のいずれが有用か	ステートメント 体重免荷型トレッドミルやロボットは平地歩行と同等の歩行速度・歩行耐久性の改善が期待できるため、実施することを提案する。		
4	痙縮を有する脊髄損傷患者に対し、他動運動、自動運動、FES(機能的電気刺激)を組み合わせた歩行運動、FESサイクリング運動、痙縮筋への電気刺激、全身振動刺激は有用か	ステートメント 適切な他動運動や電気刺激は下肢の痙縮を短期的に減少させる可能性があるため、実施することを提案する。		

脊髄損傷

臨床的特徴

■ 脊髄損傷の定義と評価

脊髄損傷は、外傷または疾病によって脊髄神経が損傷もしくは機能不全となり、脳からの下行性(運動)および脳への上行性(感覚)の神経伝導がその部位(髄節)で遮断もしくは損傷した病態の総称として用いられる。脊髄は損傷を受けた髄節の高位、および損傷の程度により、その予後が大きく左右される。

■ 病態と合併症

麻痺域の運動障害、感覚障害、膀胱直腸障害、呼吸障害、自律神経障害などを主な病態として、起居・移動・移乗動作などのADLが困難となる。また合併症として起立性低血圧、体温調節障害、骨萎縮、呼吸器感染症、尿路感染症、褥瘡、異所性骨化、痙縮、疼痛などが問題となる。

疫学的特徴

■ 発生率と原因

外傷性脊髄損傷の発生率は、人口100万人当たり30人程度との報告がある¹⁾。1990～1992年の全国調査では、交通事故(高エネルギー型損傷)が約半数であったが²⁾、2005～2007年の調査¹⁾および2011～2012年の調査³⁾では転倒(低エネルギー型損傷)が受傷原因の約半数を占めるようになった。これに伴い、麻痺の形態も8割以上が不全麻痺を呈し、何らかの形で歩行が可能な例が多くなっている。

■ 年齢別分布

1990～1992年の調査では20代と約60歳にピークをもつ二峰性の分布を呈し²⁾、平均年齢は48.6歳であったが、2005～2007年の調査¹⁾では60代のピークのみの一峰性の分布で平均年齢も57.6歳と受傷年齢が高齢化している。

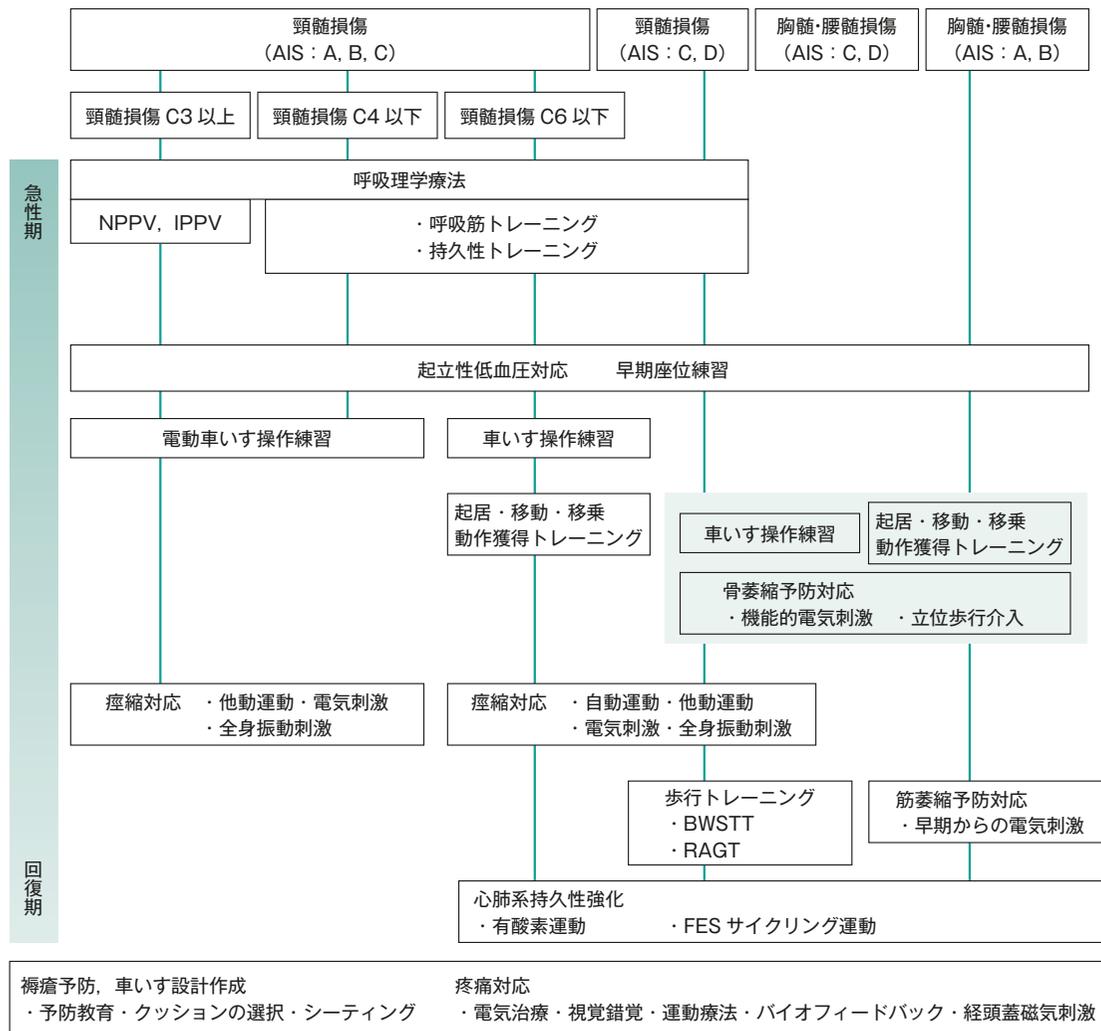
脊髄損傷に対する理学療法の流れ

■ 神経学的高位と麻痺の重症度の評価

脊髄損傷による障害を正しく捉えるためには、損傷髄節の高さ〔神経学的高位(neurological level of injury : NLI)〕と麻痺の重症度の2つの側面を正確に評価する必要がある。国際脊髄学会と米国脊髄損傷学会は、1993年に国際標準神経学的分類(International Standard for Neurological Classification of Spinal Cord Injury)⁴⁾を定め、以降、世界中でデータが蓄積されたことで明らかとなった神経学的な回復⁵⁾や予後予測に関する知見^{6,7)}を利用し、ゴールと治療計画を立案している。

■ 急性期

急性期にはポジショニング、特に頸髄損傷〔ASIA Impairment Scale(AIS)はグレードA, B, C〕では呼吸理学療法による沈下性肺炎の予防、神経学的高位がC3以上では主に人工呼吸器管理による短時間自発呼吸の獲得、C4では人工呼吸器からの離脱支援が行われる。また神経学的高位や重症度によらず、早期座位獲得による合併症のリスク低減と起立性低血圧症状からの脱却、他動・自動運動による循環の改善、運動不全麻痺域の自動運動の改善が行われる。



理学療法アルゴリズム

■ 回復期

移動形態のゴールとして、車いすか、歩行かの判断が重要である。車いすレベルの場合、独特な方法による起居・移動・移乗を習得するための動作練習、およびそれを可能とする可動性・筋力の改善が必要となる。歩行獲得を目指す場合、従来の歩行練習のみならず、体重免荷型トレッドミル歩行練習 (body weight supported treadmill training : BWSTT) や、ロボット支援による歩行練習 (robot assisted gait training : RAGT) も選択肢に入ってくる。車いすと歩行、いずれの場合も心肺系の強化のための持久性トレーニングは重要となる。

■ 合併症管理

理学療法が担うものとして、褥瘡の予防があり、車いすの設計、クッションの選択、予防教育が重要となる。車いすレベルと歩行のいずれにおいても痙性や疼痛は大きな問題となる。これらに対して、運動療法、電気治療、バイオフィードバック、経頭蓋磁気刺激、これらと薬理的介入との併用が治療手段として考えられる。

■ 文献

- 1) 坂井宏旭, 他: 福岡県における脊髄損傷の疫学調査(特集 脊髄損傷: その研究成果と臨床の現状)—(脊髄損傷の臨床: 疫学調査). *Bone Joint Nerve* 2011; 1: 475-480
- 2) 新宮彦助: 日本における脊髄損傷疫学調査, 第3報(1990-1992). *日パラプレジア医学会誌* 1995; 8: 28-29
- 3) Katoh S, et al: High incidence of acute traumatic spinal cord injury in a rural population in Japan in 2011 and 2012: an epidemiological study. *Spinal Cord* 2014; 52: 264-267
- 4) 住田幹男, 他(編): 脊髄損傷の outcome—日米のデータベースより, pp10-25. 医歯薬出版, 2001
- 5) Scivoletto G, et al: Who is going to walk? A review of the factors influencing walking recovery after spinal cord injury. *Front Hum Neurosci* 2014; 8: 141
- 6) van Middendorp JJ, et al: A clinical prediction rule for ambulation outcomes after traumatic spinal cord injury: a longitudinal cohort study. *Lancet* 2011; 377: 1004-1010
- 7) 古関一則, 他: 脊髄不全損傷者の歩行能力の予後予測に関する研究—リハビリテーション病院における後方視的検討. *理学療法学* 2015; 42: 271-279

BQ 1 脊髄損傷における神経学的高位, 麻痺の重症度の回復はあるか

脊髄損傷後の神経可塑性は脊髄および脳で発生するとされ, いわゆる自然回復と活動依存的可塑性(あるいはシナプス可塑性)に分けられる¹⁻⁴⁾. 双方の関係や機能回復への影響は不明なことも多く, 研究課題追究のために現在も動物実験や臨床研究が行われている. 脊髄損傷による機能障害は, 運動と感覚の両方に障害がない最も尾側の髄節を示す神経学的高位と, 運動および感覚麻痺の重症度(ASIA Impairment Scale: AIS)によって表現される.

NLIの回復に関する多施設研究の結果では, 受傷後1週の時点で1~2の上肢の運動スコアを有する完全四肢麻痺者の70~80%が3~6か月以内にNLIが1レベル回復し, 運動スコアが0の場合には同期間で同レベルの改善は30~40%であることが示された⁵⁾. 完全対麻痺については, 108人の患者(T2~L2)の73%が, 受傷後平均21.9日の時点と受傷後12か月後のNLIに変化がなく, 18%はNLIが1レベル, 7%は2レベル回復した. 不全対麻痺(T1~L3)では, 45例の調査対象者のうち78%が1~12か月目までの間にNLIの変化がなく, 7%が1レベル, 11%が2レベル, 3レベル以上は2例であった. 以上から, NLIは初期から少なくとも1レベル回復することがわかっている.

入院中のAISの回復は, 1985年から2007年までの間に各国で調査された⁶⁻¹¹⁾. これらの調査から, 入院時にAIS BまたはCと評価された者が入院リハビリテーションを経て, 受傷から数か月間でAISが少なくとも1グレード改善(B, Cともに50%未満)し, 最初にAIS AまたはDと評価された者のうち, AISのグレードが1つ改善する人は少ない(10%未満)ことが共通している.

麻痺の回復(運動スコアの回復)の程度は受傷後から3か月までは劇的であり, 9か月までは比較的大きい¹²⁾. この程度は不全四肢麻痺, 不全対麻痺, 完全四肢麻痺, 完全対麻痺の順に多い¹²⁾.

■ 文献

- 1) Dietz V, et al: Restoration of sensorimotor functions after spinal cord injury. *Brain* 2014; 137: 654-667
- 2) Fouad K, et al: Adaptive changes in the injured spinal cord and their role in promoting functional recovery. *Neurol Res* 2008; 30: 17-27
- 3) Jurkiewicz MT, et al: Sensorimotor cortical plasticity during recovery following spinal cord injury: a longitudinal fMRI study. *Neurorehabil Neural Repair* 2007; 21: 527-538
- 4) Onifer SM, et al: Plasticity after spinal cord injury: relevance to recovery and approaches to facilitate it. *Neurotherapeutics* 2011; 8: 283-293
- 5) Ditunno JF Jr, et al: Motor recovery of the upper extremities in traumatic quadriplegia: a multicenter study. *Arch Phys Med Rehabil* 1992; 73: 431-436
- 6) Burke DC, et al: Data on spinal injuries—part II. Outcome of the treatment of 352 consecutive admissions. *Aust N Z J Surg* 1985; 55: 377-382
- 7) Catz A, et al: Recovery of neurologic function after spinal cord injury in Israel. *Spine (Phila Pa 1976)* 2002; 27: 1733-1735
- 8) DeVivo MJ: Sir Ludwig Guttmann Lecture: trends in spinal cord injury rehabilitation outcomes from model systems in the United States: 1973-2006. *Spinal Cord* 2007; 45: 713-721
- 9) Marino RJ, et al: Neurologic recovery after traumatic spinal cord injury: data from the Model Spinal Cord Injury Systems. *Arch Phys Med Rehabil* 1999; 80: 1391-1396
- 10) Pagliacci MC, et al: An Italian survey of traumatic spinal cord injury. The Gruppo Italiano Studio Epidemiologico Mielolesioni study. *Arch Phys Med Rehabil* 2003; 84: 1266-1275
- 11) Sumida M, et al: Early rehabilitation effect for traumatic spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* 2001; 82: 391-395
- 12) Burns AS, et al: Establishing prognosis and maximizing functional outcomes after spinal cord injury: a review of current and future directions in rehabilitation management. *Spine (Phila Pa 1976)* 2001; 26(24 Suppl): S137-S145

BQ 2 脊髄損傷者の歩行自立を予測することは可能か

脊髄損傷者の歩行自立を予測するうえでまず重要となるのは、神経学的高位(NLI)や麻痺重症度などの神経学的評価から患者の障害像を把握し、機能的な予後を予測することである。神経学的評価にはASIAによって作成された国際標準法が広く用いられており¹⁾、受傷後72時間時点あるいは受傷後1か月の時点の麻痺重症度を表すASIA Impairment Scale(AIS)から受傷後1年時点でのAISを予測することが可能である²⁾。運動機能以外にも痛覚の有無³⁻⁵⁾、受傷年齢⁶⁻⁸⁾が関連しており、痛覚が消失している患者、高齢患者では歩行自立に至りにくいことが示されている。受傷型別に比較すると、中心性頸髄損傷やブラウン・セカール型の損傷では比較的機能回復が生じやすく、歩行自立度が高い傾向にあるとされる。一方で、前部損傷型では運動機能の改善が乏しい²⁾。これに加えて磁気共鳴画像(MRI)などの画像所見や運動誘発電位(MEP)、感覚誘発電位(SEP)などの生理学的検査所見をもとに運動機能の回復を予測する研究も報告されており²⁾、多角的に検討する必要がある。

自立歩行の可否を判断するうえで、様々な指標を用いたアルゴリズムが報告されている。急性期においては、受傷後15日以内の年齢(65歳以上か未満)とL3, S1レベルの運動および触覚スコアより受傷1年後の屋内歩行自立の確率を導いている⁹⁾。また受傷後2か月前後の回復期病棟入院時点においては、麻痺重症度、年齢、寝返り・立位能力、認知機能などから受傷後6か月時点の歩行自立の可否に関する予測式が報告されており¹⁰⁾、病期に適した式を使用することで客観的な予測が可能となる。

日常生活で実用的に歩行を移動手段として生活することができるcommunity ambulator(CA)に至るためにはより高い能力が必要となる。CA群では麻痺が軽度であることに加え、地域生活で問題のない程度の歩行速度・耐久性が必要であり、その多くは1本杖歩行もしくは歩行補助具を必要としない状況であった¹¹⁾。このため、適切な予後予測に基づき治療プログラムを立案し、必要に応じて日常生活活動(ADL)の自立度を高める介入(車いすで生活するスキルの習得を含む)も並行して行う必要がある。

■ 文献

- 1) ASIA and ISCoS International Standards Committee : The 2019 revision of the International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury (ISNCSCI)-What's new?. *Spinal Cord* 2019 ; 57 : 815-817
- 2) Scivoletto G, et al : Who is going to walk? A review of the factors influencing walking recovery after spinal cord injury. *Front Hum Neurosci* 2014 ; 8 : 141
- 3) Crozier KS, et al : Spinal cord injury : prognosis for ambulation based on sensory examination in patients who are initially motor complete. *Arch Phys Med Rehabil* 1991 ; 72 : 119-121
- 4) Waters RL, et al : Motor and sensory recovery following incomplete tetraplegia. *Arch Phys Med Rehabil* 1994 ; 75 : 306-311
- 5) Oleson CV, et al : Prognostic value of pinprick preservation in motor complete, sensory incomplete spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* 2005 ; 86 : 988-992
- 6) Newey ML, et al : The long-term outcome after central cord syndrome : a study of the natural history. *J Bone Joint Surg Br* 2000 ; 82 : 851-855
- 7) Scivoletto G, et al : Effects on age on spinal cord lesion patients' rehabilitation. *Spinal Cord* 2003 ; 41 : 457-464
- 8) Burns SP, et al : Recovery of ambulation in motor-incomplete tetraplegia. *Arch Phys Med Rehabil* 1997 ; 78 : 1169-1172
- 9) van Middendorp JJ, et al : A clinical prediction rule for ambulation outcomes after traumatic spinal cord injury : a longitudinal cohort study. *Lancet* 2011 ; 377 : 1004-1010
- 10) 古関一則, 他 : 脊髄不全損傷者の歩行能力の予後予測に関する研究—リハビリテーション病院における後方視的検討. *理学療法学* 2015 ; 42 : 271-279
- 11) Hasegawa T, et al : Physical impairment and walking function required for community ambulation in patients with cervical incomplete spinal cord injury. *Spinal Cord* 2014 ; 52 : 396-399

BQ 3 脊髄損傷理学療法で標準的な評価指標は何か

Spinal Cord Injury Research Evidenceにおいて信頼性・妥当性が確認されている評価尺度の中で、①損傷高位・重症度評価としてInternational Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury (ISNCSCI)がある。ISNCSCIの中でもAmerican Spinal Injury Association Impairment

Scale(AIS)は使用頻度が高い。②筋緊張評価として Modified Ashworth Scale(MAS), ③ ADL 評価としては Spinal Cord Independence Measure(SCIM), Functional Independence Measure(FIM), Barthel Index(BI), Quadriplegia Index of Function(QIF)がある。また、④動作能力評価として 10 Meter Walking Test(10 MWT), 6-Minute Walk Test(6MWT), Timed Up and Go Test(TUG), Walking Index for Spinal Cord Injury II(WISCI II)がある。

日本リハビリテーション医学会 評価・用語委員会による、リハビリテーション関連雑誌における評価法使用動向調査 9(2017年)では、使用頻度の高い順から AIS 27 件, FIM 5 件, WISCI II と Oswestry disability index が 3 件, MAS, Exercise self-efficacy scale, General self-efficacy scale, Klein-Bell activities of daily living scale, Spinal cord injury quality of life questionnaire が 2 件となっている。

以下に、本ガイドライン作成過程で散見された信頼性・妥当性が確認されている評価指標と国内で汎用されている評価指標を紹介する。

■ BQ 3-1 脊髄損傷の損傷高位・重症度評価は何か

1) International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury (ISNCSCI)

2) American Spinal Injury Association Impairment Scale(AIS)

American Spinal Injury Association(ASIA)と International Spinal Cord Society(ISCoS)が定めたものであり、2019年に改訂された第8版が最新である^{1,2)}。知覚スコアと運動スコアから損傷高位(Neurological Level of Injury)と重症度(American Spinal Injury Association Impairment Scale : AIS)を把握できる(URL : <http://www.asia-spinalinjury.org/>)。Scivolettoらは、Total Motor Scoreと Total Sensory Scoreの minimal clinically important difference(MCID)をそれぞれ 4.48, 5.19, Upper Extremity Motor Score(UEMS)と Lower Extremity Motor Score(LEMS)の MCIDを 2.72, 3.66と報告している³⁾。また、各スコアは FIM⁴⁾や WISCI II⁵⁾、6分間歩行テスト⁶⁾、10m歩行テスト⁶⁾と中等度から高い相関がみられる。

Fawcettらは、受傷後早期と1年後のAISの変化を調査した結果、AIS Aは80%がAのままであったが、AIS Bは15~40%がC、40%がDへ変化し、AIS Cでは60~80%がDへ変化、AIS DはほとんどがDのままであったことを示している⁷⁾。

3)改良 Frankel 分類

Frankel分類のB~Dを細分化し、BはB1~B3の3段階とし、仙髄領域の触覚の有無、痛覚を評する。CはC1とC2の2段階で、下肢筋力の残存程度により評価する。DはD0~D3の4段階とし、歩行の自立度および歩行補助具の使用程度を評価しており、中心性損傷はD2に分類される。本評価法では、肛門周囲の触覚、痛覚についても評価しており、急性期頸髄損傷の神経学的回復の予後予測に有用であると報告されている⁸⁾。

4) Zancolli 分類

C6を中心に詳細な機能分類がなされており、頸髄損傷の麻痺高位を細分化し、上肢の障害を認識するには便利であるが、ISNCSCIのkey muscleとの整合性がない部分がある。水上らは残存機能レベルと移動や移乗などの動作能力が関連することに着目し、残存機能レベルごとの動作能力の到達率を報告している⁹⁾。

■ BQ 3-2 脊髄損傷の筋緊張評価は何か

1) Modified Ashworth Scale(MAS)

患者の関節を他動的に動かした時の抵抗感を検査する6段階評価である¹⁰⁾。Scivolettoら¹¹⁾は、歩行能力指標に関連する身体機能因子を重回帰分析により明らかにしている。その結果として、Timed Up and Go testには下肢の痙縮(Composite Modified Ashworth Scale: CMAS)と近位LEMS, 6分間歩行テストにはBerg Balance Scale, CMAS, 年齢, UEMSが関連し、10m歩行テストには近位LEMSとCMAS, Walking Index for Spinal Cord InjuryにはVAS(疼痛)とBBSが有意に関連したと報告している。

■ BQ 3-3 脊髄損傷のバランス機能評価は何か

1) Berg Balance Scale(BBS)/Functional Balance Scale(FBS)

座位や立位・片脚立ち位などの静的バランスや移乗, ターン・床の物を拾う, リーチなど動的バランスを組み合わせた, 包括的なバランス評価である¹²⁾。Harkemaらは入院時と退院時のBBSを重症度別に, AIS-A/B $3 \pm 2/4 \pm 2$ (入院時/退院時), AIS-C $5 \pm 6/13 \pm 15$, AIS-D $26 \pm 19/36 \pm 20$ と報告している⁶⁾。

■ BQ 3-4 脊髄損傷のADL評価は何か

1) Spinal Cord Independence Measure(SCIM)

セルフケア, 呼吸と排泄管理, 移動の3領域から構成され, 17項目100点満点である。寝返り, 起き上がり, プッシュアップなどのベッド上動作や除圧動作などの脊髄損傷患者にとって重要な動作を評価することができる脊髄損傷独自の日常生活自立度評価指標である。最新版は第3版¹³⁾。SCIM合計スコアとmotor FIM合計スコアとの間には高い相関がみられ, SCIMの各領域とそれに最も関連するFIMの領域との間にも高い相関がみられた。van Middendropらは, 歩行自立の定義をSCIM屋内移動(項目12)が4点以上と設定し, 発症後15日以内のISNCSCIと年齢のうち, 年齢(65歳未満), 大腿四頭筋(L3)と腓腹筋(S1)の筋力, L3とS1の触覚が, 受傷後1年後の屋内歩行自立予測因子であったと報告している¹⁴⁾。

2) Barthel Index(BI)

食事, 移乗, 整容, トイレ動作, 入浴, 移動, 階段昇降, 更衣, 排便自制, 排尿自製の全10項目(100点満点)を「できるADL」で自立度を評価する¹⁵⁾。Zhangらは, 損傷高位別の入院時と退院時のスコアを頸髄損傷 24.70/52.76(入院時/退院時), 胸髄損傷 19.35/56.30, 腰髄損傷 18.13/67.08であったと報告している¹⁶⁾。

3) Functional Independence Measure(FIM)

ADL評価としては最も使用されており, セルフケア, 排泄, 移乗動作, 移動動作に関する運動項目とコミュニケーション, 社会認識に関する認知項目の計18項目(満点126点)を「しているADL」で自立度を評価する^{17, 18)}。一般的にFIMが用いられることが多いが, 脊髄損傷患者にとって重要な寝返り, 起き上がり, プッシュアップなどのベッド上動作や除圧動作などの項目がなく, また, 車いすで移動する場合, 電動であっても手動であっても同じスコアとなってしまうなど, 機能的変化を十分に捉えることができない場合もある。

4) Quadriplegia Index of Function(QIF)

移乗, 整容, 入浴, 食事, 更衣, 車いす移動などの日常生活活動に関する10項目を評価する¹⁹⁾。四肢麻痺だけを対象とした評価である(対麻痺には使用不可)。項目によってはFIMよりも変化に対

する反応性が高いが^{4, 20)}，車いす駆動を評価する項目はあっても歩行に関する項目がない。

■ BQ 3-5 脊髄損傷の動作能力評価は何か

1) 10 Meter Walking Test (10 MWT)

簡便であるため使用頻度が非常に高く，快適速度または最大速度で測定することが多い²¹⁾。van Hedel HJA ら²²⁾は，SCIM II の移動項目のうち，屋内移動 (<10 m) と屋外移動 (≥100 m) を統合し，①車いす移動，②屋内歩行監視レベル，③屋内歩行自立，④屋外歩行自立 (歩行補助具あり)，⑤屋外歩行自立 (独歩) の5段階に分類し，各段階の対象者の10 m 歩行テストを快適速度で測定した。その結果として，各段階の対象者の歩行速度はそれぞれ，① 0.02 ± 0.01 m/秒，② 0.34 ± 0.10 m/秒，③ 0.57 ± 0.17 m/秒，④ 0.88 ± 0.04 m/秒，⑤ 1.46 ± 0.04 m/秒であったと報告している。10MWT は6-Minute Walk Distance (6MWD) との相関が高く²³⁾，歩行能力が高い対象者に限っては6MWDの代替となる場合がある²⁴⁾。

2) 6-Minute Walk Distance (6MWD)

6分間歩いた距離から運動耐容能や日常生活での歩行能力を評価する²⁵⁾。van Hedel HJA らは6MWD と10MWT はWISCI II と比べて歩行の改善を評価する尺度として感度が高かったことを示している²⁶⁾。Hasegawa らは community ambulation の自立に必要とされる歩行能力は6MWD 472.5 m，10 m 歩行テストにおける快適速度 1.00 m/秒，最大速度 1.32 m/秒，WISCI II 17.5 であったと報告している²⁷⁾。

3) Timed "Up and Go" Test (TUG)

立ち上がり・着座や歩行・ターンなどの動的なバランス能力評価として位置付けられ，移動能力の包括的指標としても捉えられている。Podsaidle らは TUG と BI との相関が高く，健常高齢者の TUG は10秒以内に遂行可能であり，20秒以内であれば屋外歩行可能とされている²⁸⁾。Shumway-cook らは TUG の転倒リスク予測のカットオフ値が13.5秒であると報告しており，その感度や特異度は87%と非常に高い²⁹⁾。

4) Walking Index for Spinal Cord Injury (WISCI II)

杖などの歩行補助具と下肢装具の使用の有無，介助度をもとに10 m 歩行を21レベルに分類して評価する³⁰⁾。2人介助は中等度から最大の介助，1人介助は最小介助を意味する。装具は片側または両側，短下肢または長下肢にかかわらず，使用しているかどうかで判断する。FIM との相関は良好で，国による大きな差は認めず，国際的に有効な評価手段である。Ditunno らはトレーニング6か月後の WISCI は BBS, LEMS, Locomotor-FIM, FIM, 50Feet Walking Speed, 6MWD と有意な高い相関があったと報告している³¹⁾。

■ 文献

- 1) American Spinal Injury Association : Reference manual for the international standards for neurological classification of spinal cord injury. American Spinal Injury Association, Chicago, 2003
- 2) Kirshblum SC, et al : International standards for neurological classification of spinal cord injury (revised 2011). J Spinal Cord Med 2011 ; 34 : 535-546
- 3) Scivoletto G, et al : Distribution-based estimates of clinically significant changes in the international standards for neurological classification of spinal cord injury motor and sensory scores. Eur J Phys Rehabil Med 2013 ; 49 : 373-384
- 4) Yavuz N, et al : A comparison of two functional tests in quadriplegia : the quadriplegia index of function and the functional independence measure. Spinal Cord 1998 ; 36 : 832-837
- 5) Morganti B, et al : Walking index for spinal cord injury (WISCI) : criterion validation. Spinal Cord 2005 ; 43 : 27-33
- 6) Harkema SJ, et al : Assessment of functional improvement without compensation for human spinal cord injury : extending the Neuromuscular Recovery Scale to the upper extremities. J Neurotrauma 2016 ; 33 : 2181-2190
- 7) Fawcett JW, et al : Guidelines for the conduct of clinical trials for spinal cord injury as developed by the ICCP panel : spontaneous recovery after spinal cord injury and statistical power needed for therapeutic clinical trials. Spinal Cord 2007 ; 45 : 190-205
- 8) 福田文雄, 他 : 改良 Frankel 分類による頸髄損傷の予後予測. リハ医 2001 ; 38 : 29-33
- 9) Mizukami M, et al : Relationship between functional levels and movement in tetraplegic patients. A retrospective study. Para-

- plegia 1995 ; 33 : 189-194
- 10) Bohannon RW, et al : Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Phys Ther* 1987 ; 67 : 206-207
 - 11) Scivoletto G, et al : Clinical factors that affect walking level and performance in chronic spinal cord lesion patients. *Spine* 2008 ; 33 : 259-264
 - 12) Berg KO, et al : Measuring balance in the elderly : validation of an instrument. *Can J Public Health* 1992 ; 83(2 Suppl) : S7-S11
 - 13) Catz A, et al : A multicenter international study on the Spinal Cord Independence Measure, version III : Rasch psychometric validation. *Spinal Cord* 2007 ; 45 : 275-291
 - 14) van Middendorp JJ, et al : A clinical prediction rule for ambulation outcomes after traumatic spinal cord injury : a longitudinal cohort study. *Lancet* 2011 ; 377 : 1004-1010
 - 15) Mahoney FI, et al : Functional evaluation : the barthel index. *Md State Med J* 1965 ; 14 : 61-65
 - 16) Zhang JL, et al : Several time indicators and Barthel index relationships at different spinal cord injury levels. *Spinal Cord* 2015 ; 53 : 679-681
 - 17) State University of New York at Buffalo(著)・慶應義塾大学医学部リハビリテーション科(訳) : FIM—医学的リハビリテーションのための統一データセット利用の手引き, 第3版. 慶應義塾大学医学部リハビリテーション科, 1991
 - 18) Granger CV, et al : The Uniform Data System for Medical Rehabilitation report of first admissions for 1992. *Am J Phys Med Rehabil* 1994 ; 73 : 51-55
 - 19) Gresham GE, et al : The Quadriplegia Index of Function(QIF) : sensitivity and reliability demonstrated in a study of thirty quadriplegic patients. *Paraplegia* 1986 ; 24 : 38-44
 - 20) Marino RJ, et al : Assessing selfcare status in quadriplegia : comparison of the quadriplegia index of function(QIF) and the functional independence measure(FIM). *Paraplegia* 1993 ; 31 : 225-233
 - 21) Murray MP : Gait as a total pattern of movement. *Am J Phys Med* 1967 ; 46 : 290-333
 - 22) van Hedel HJA, et al : Gait speed in relation to categories of functional ambulation after spinal cord injury. *Neurorehabil Neural Repair* 2009 ; 23 : 343-350
 - 23) Forrest GF, et al : Are the 10 meter and 6 minute walk tests redundant in patients with spinal cord injury?. *PLoS One* 2014 ; 9 : e94108
 - 24) Amatachaya S, et al : Concurrent validity of the 10-meter walk test as compared with the 6-minute walk test in patients with spinal cord injury at various levels of ability. *Spinal Cord* 2014 ; 52 : 333-336
 - 25) Butland RJ, et al : Two-, six-, and 12-minute walking tests in respiratory disease. *Br Med J (Clin Res Ed)* 1982 ; 284 : 1607-1608
 - 26) van Hedel HJA, et al : Improving walking assessment in subjects with an incomplete spinal cord injury : responsiveness. *Spinal Cord* 2006 ; 44 : 352-356
 - 27) Hasegawa T, et al : Physical impairment and walking function required for community ambulation in patients with cervical incomplete spinal cord injury. *Spinal Cord* 2014 ; 52 : 396-399
 - 28) Podsiadlo D, et al : The timed "Up & Go" : a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc* 1991 ; 39 : 142-148
 - 29) Shumway-Cook A, et al : Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test. *Phys Ther* 2000 ; 80 : 896-903
 - 30) Dittuno PL, et al : Walking index for spinal cord injury(WISCI II) : scale revision. *Spinal Cord* 2001 ; 39 : 654-656
 - 31) Dittunno JE, et al : Validity of the walking scale for spinal cord injury and other domains of function in a multicenter clinical trial. *Neurorehabil Neural Repair* 2007 ; 21 : 539-550

用語	解説
ASIA Impairment Scale (AIS)	脊髄損傷の神経学的重症度の評価尺度であり、運動と感覚の機能から5つのグレード(A~E)を判定する。American spinal cord injury association(ASIA)およびInternational spinal cord societyによる国際標準分類で定義されている。
functional electrical stimulation(FES)	機能的に有用な動きを作り出すことを目的に末梢神経あるいは筋肉を電気刺激し制御するものである。
glossopharyngeal breathing(GPB)	舌咽頭呼吸(カエル呼吸)と呼ばれ、口腔内の空気を舌や口腔筋を使い、肺へ押し込む方法で、横隔膜などの呼吸筋を使用しない。
invasive positive pressure ventilation (IPPV)	侵襲的陽圧換気療法のことで、気管切開部から直接気道内にカニューレを挿入し、人工呼吸器換気を行う方法。
mechanically assisted coughing(MAC)	機械的に気道に陽圧を加えた直後に、陰圧ヘシフトさせ、排痰を促す方法。カフアシストなどの機器がある。
neuromuscular electrical stimulation(NMES)	治療を目的とした電気刺激の一種であり、神経支配筋の筋収縮による運動機能改善を目的としたものである。
noninvasive positive pressure ventilation(NPPV)	非侵襲的陽圧換気療法のことで、気管切開や挿管などの侵襲を受けずに、マスクやマウスピースを通して、鼻や口から人工呼吸器換気を行う方法。
overwork weakness (過用性筋力低下)	過度の身体的活動に起因する筋力低下の病態の総称であり、overuse weaknessとも称される。overwork weaknessのメカニズムは、概念的には脱神経支配または再神経支配された筋線維や末梢神経終末部のいずれかが、過剰な運動強度あるいは運動量のために二次障害を生じるものと考えられている。
Pressure Ulcer Scale for Healing (PUSH)スコア	褥瘡面積(評点0~10)、浸出液量(評点0~3)、組織状態(評点0~4)の3つの要素で褥瘡を点数化したもので、点数が多いほど重症である。
transcutaneous electrical nerve stimulation(TENS)	経皮的電気神経刺激は、皮膚から経皮的に電気刺激を与えるという意味を示し、治療目的を反映していない用語である。諸外国では鎮痛目的の電気治療として定義つけられている。
空気調整構造式クッション	殿部の除圧用に空気圧を用いたゴム素材などで作られた車いす用クッション。
坐骨部くり抜きタイプの素材複合構造式クッション	空気構造とウレタン素材との複合式のクッションで特に坐骨部をくり抜いた形になっている車いす用クッション。
周期的圧力緩和プログラム	周期的に車いすのバックレストとクッションの角度が変動し、殿部の圧力を分散させるプログラム。
褥瘡	身体に加わった持続的圧迫が、骨と皮膚表層の間の軟部組織の血流を低下あるいは停止させ、この状況が一定時間持続されると組織は不可逆的な阻血性障害に陥り創(きず)になること。一般的には「床ずれ」と言われている。
褥瘡重症度	褥瘡の深達度(深さ)を評価したもので、National Pressure Ulcer Advisory Panel(NPUAP)分類などがある。軽度から順にStage I~IVの4段階で表す。Stage Iは、表皮の欠損がない皮膚の変性、Stage IIは、皮膚の損傷は表面的で表皮剥離や水疱、浅い潰瘍の状態、Stage IIIは、筋膜を含まない皮下組織におよぶ創傷で組織壊死を含む、Stage IVは、筋肉や骨、腱などにおよぶ損傷である。
褥瘡予防教育	褥瘡の形成を予防する目的で専門的に構成された以下の内容を含むプログラムを、専門家により対面や電話などで教育すること。内容は危険因子(動作、環境、習慣:喫煙など)を抽出し、スキンケアや皮膚観察方法(創部の観察)、栄養管理、ベッドでの体位変換や車いす座位などの除圧動作、車いす適合やシーティングの評価、予防具の選択や使用方法などで構成される。
神経学的高位(neurological level of injury : NLI)	脊髄の運動・感覚機能の双方から、機能が残存する最下位の髄節を判定する。AISとともに判定される。
接触圧計測値	特殊な感圧フィルムセンサーや空気の入ったエアバック式センサーなどを用いて、体表面にかかる圧力を計測した数値。
多要素動機付け介入	インタビューを通して多要素の内容(ガイドラインに基づくスキンケア教育、問題解決および自己監視スキルのトレーニング、社会資源の利用、リラクゼーション・ストレス・気分管理スキル、プロバイダー関係の改善、行動計画の立案など)を伝え、行動変容を促す介入である。

用語	解説
体重免荷型トレッドミル歩行トレーニング (body weight supported treadmill training : BWSTT)	トレッドミルとは、走行するベルトの上に乗る、ベルトの走行とは反対方向に動くことで無制限に歩いたり走ったりできるトレーニング機器である。体重免荷型では頭上から吊り下げたベルトを体幹に固定し、懸垂することで体重の一部を免荷するとともに、転倒を予防した状態でトレッドミルを使用できる。
プッシュアップ	両上肢、肩甲帯を用いて体幹を上方へ挙上し、さらに殿部を上後方へ引き上げ、再び床に戻す一連の動作を指す。
流動体(ゲル)構造式クッション	殿部の除圧用にゲル素材などの流動体を用いた車いす用クッション。

頸髄損傷患者に対する人工呼吸器管理は、NPPV、IPPV のいずれが有用か

ステートメント いずれの管理方法も益と害があるが、有害事象の発生に差はない。患者の価値観や希望に合わせた管理方法の選択を提案する。

□ 作成班合意率 **100%**

解説

CQ の背景

頸髄損傷者に対する人工呼吸器管理は、従来気管切開などの侵襲を伴う管理方法 (invasive positive pressure ventilation : IPPV) が主であったが、近年、侵襲を伴わない人工呼吸器管理 (noninvasive positive pressure ventilation : NPPV) がわが国でも行われるようになってきた¹⁾。頸髄損傷者や神経筋疾患患者に対する NPPV は、欧米で多くの実績があり、確立された方法である²⁾。一般的に NPPV は非侵襲のため、発声や咳嗽が可能となり、気管切開部への配慮が不要となる。一方、IPPV は気道を確実に確保できる利点がある。異なる特徴を有する 2 つの管理方法の有効性や、頸髄損傷者の身体・呼吸機能や生活にもたらす影響を理解することは、理学療法を実施するうえで重要である。

エビデンスの評価

頸髄損傷者に対する NPPV、IPPV の有用性を比較検証した報告は見当たらず、高位頸髄損傷者の NPPV 導入に関する観察研究 (症例集積研究) が散見されるのみである^{1,2)}。頸髄損傷者の人工呼吸器管理については、急性期において IPPV が選択され、全身状態が落ち着いてから NPPV への移行を試行するという流れが多い^{1,2)}。NPPV への移行が試みられる背景には、IPPV に伴う苦痛や不都合の存在が考えられる。人工呼吸器依存の外傷性頸髄損傷者に対して NPPV 試行を報告した Bach らの観察研究²⁾では、プロトコルを遵守することで、80 名中 25 名が完全もしくは補助的な NPPV へ移行したとしている。肺活量計測不可で、人工呼吸器離脱が困難な患者でも移行できることが示されており、NPPV は頸髄損傷者の損傷高位に依拠しない方法と言える。また、呼吸筋麻痺のために口腔筋を用いて肺に空気を送り込む舌咽頭呼吸 (glossopharyngeal breathing : GPB) は、NPPV 移行に非常に重要であり、送気のためのマスクやマウスピースが口元から外れるといった NPPV のリスクを軽減するために習得すべきとしている。最終的に NPPV は IPPV の安全かつ効果的な代替方法になり得ると結論づけている。わが国における土岐らの報告では、人工呼吸器管理が必要な C1、C2 高位頸髄損傷者 16 名が NPPV を試行し、10 名が移行に成功している¹⁾。Bach らと同様の移行プロトコルであり、気管切開の閉鎖へ至るには、介助者の胸部圧迫や機械的な咳補助 (mechanically assisted coughing : MAC) などを用い、Cough Peak Flow 270 L/分以上を確保することが必要と述べている。C1 レベルの高位頸髄損傷者においては、胸鎖乳突筋、僧帽筋の収縮による胸郭の挙上で少量の努力性換気量が得られることから、これらの筋収縮有無の評価が重要である。NPPV の移行に付随する GPB の練習や胸郭圧迫介助法の指導、呼吸補助筋の強化は理学療法士が積極的に介入すべき項目で

ある。NPPV 導入プロトコルには、通常とは異なる高容量の換気に慣れる phase が設定されている。導入の安全性に関して、Fenton らが高容量 Vt(20 mL/kg) と標準 Vt(10 mL/kg)での人工呼吸器離脱プロトコルを RCT にて比較し、有害事象に群間差はなかったと報告している³⁾。また、急性呼吸窮迫症候群 (acute respiratory distress syndrome : ARDS) ・圧損傷の発生もなく、頸髄損傷者への高容量の換気は安全性においても問題はないとしている。間欠的に高容量の送気を行う間欠的陽圧呼吸 (intermittent positive pressure breathing : IPPB) を頸髄損傷者に対して実施した研究においても、有害事象の発生は報告されていない。さらなる検証が必要ではあるが、無気肺領域の再拡張、肺コンプライアンスの改善の可能性についても言及されている^{4,5)}。わが国において頸髄損傷者に対して NPPV を行う施設は、まだ少ないのが現状である。NPPV の導入には、医師、理学療法士、看護師、臨床工学技士など、多職種の協力が不可欠であり、医師の判断のもと慎重に進めるべきである。

益と害のバランス評価

IPPV は侵襲によりカニューレを直接気管へ挿入するため、安定した一定量の送気が可能で、呼吸器外れのリスクが低い。しかし、カニューレの刺激による気道内分泌物の増加、吸引による不快感や介助者負担、何より発声ができないことによるコミュニケーション困難は大きな問題となる。一方、NPPV は鼻・口から送気を受けるため、気道内分泌物が大幅に減少する。また発声が可能となることは、QOL の大幅な向上をもたらす。しかし、鼻マスクなどを固定する必要があり、接触部の痛み、送気による不快感、呼吸器外れに対する心理的負担がある。これら益と害のバランスは、環境設定やリスク回避手段の習得により変化すると考えられる。

患者の価値観・希望

NPPV を導入した患者から、発声によるコミュニケーションの獲得は特に重要で、社会参加につながるとの意見が得られた。NPPV 導入により IPPV の際にはできなかった電動車いす操作や介助入浴など、生活様式を変えることができたとの意見があった。一方、NPPV をドロップアウトした患者からは、NPPV の長期継続には身体的・精神的なストレスを感じることもあり、患者自身が明確な希望や目標をもつことが重要との意見があった。しかし、IPPV のデメリットを解消できる NPPV には前向きな意見が多く、導入により多くの恩恵が得られていた。

コストの評価

各管理方法において選択する人工呼吸器が異なるため、機器運用コストに差がある。NPPV 導入には、トレーニングのための入院が必要となる。また、鼻マスクなどのアタッチメントや、咳嗽をアシストする機器を新たに準備する必要がある。しかし、吸引用具や処理費用が不要となるため、長期的にみると、NPPV の方がランニングコストは低いと考えられる。

文献

- 1) 土岐明子, 他 : 人工呼吸器依存高位頸髄損傷者に対する非侵襲的陽圧換気療法. 日脊髄障害医学会誌 2014 ; 27 : 44-45
- 2) Bach JR, et al : Noninvasive options for ventilatory support of the traumatic high level quadriplegic patient. Chest 1990 ; 98 : 613-619
- 3) Fenton JJ, et al : A comparison of high vs standard tidal volumes in ventilator weaning for individuals with sub-acute spinal cord injuries : a site-specific randomized clinical trial. Spinal Cord 2016 ; 54 : 234-238
- 4) Stiller K, et al : The effect of intermittent positive pressure breathing on lung volumes in acute quadriplegia. Paraplegia 1992 ; 30 : 121-126
- 5) Laffont I, et al : Intermittent positive-pressure breathing effects in patients with high spinal cord injury. Arch Phys Med Rehabil 2008 ; 89 : 1575-1579

ステートメント作成の経過

本 CQ について文献検索を実施した。2つのシステマティックレビュー班のうち、片方の班が2次スクリーニングを終えた段階で完全なシステマティックレビューの実施はせず、ステートメントを作成する方針となった。

片方の班の2次スクリーニングの結果を参照した結果、CQに明確に回答できる研究はほとんどなかった。そのうち、人工呼吸器に関連する3件の観察研究の結果を参照し、ステートメントを作成した。

明日への提言

NPPVは頸髄損傷者の新たな呼吸管理方法であり、患者から高い満足度が得られているものの、エビデンスレベルの高い報告がないため、今後その有効性に関する検証が必要である。わが国において、頸髄損傷者へのNPPV導入が可能な医療機関は限られている。医師および多職種が協力し、NPPV導入のシステムが構築されるとともに、患者や医療者へ広く周知されることを期待したい。

褥瘡を経験した脊髄損傷患者に対し、専門的に構成されたプログラムからなる褥瘡予防教育、適切な座面クッションの選択は有用か

ステートメント 坐骨部の褥瘡予防対策として専門的な褥瘡予防教育や適切な座面クッションについて指導することを提案する。

□ 作成班合意率 **100%**

解説

CQの背景

褥瘡を経験している脊髄損傷者は経験していない者より再発率が高く、14年以内にすべて再発するという報告¹⁾がある。褥瘡予防に關した自己管理が重要になり、患者教育が必要である。また、日常の大半を車いすで過ごす脊髄損傷者にとって、車いすの座面クッションは必需品である。しかし、その有用性については高齢者での報告²⁾はあるが、脊髄損傷者では明確に示されていない。したがって、褥瘡予防に關する教育や適切な座面クッション選択の指導は、理学療法士の責務であり、その有用性を明らかにすることが必要と考えた。

エビデンスの評価

褥瘡の発生予防や治癒に有用なアウトカムとして、発生率や発生までの期間、重症度(PUSHスコアや褥瘡サイズなど)の改善率を重要視した。座面クッションに關しては接触圧計測値をアウトカムとしたものが大部分で、特に接触圧のピークを表すピーク圧を参考とした。スクリーニングの結果、専門的に構成されたプログラムからなる褥瘡予防教育に關するランダム化比較試験(RCT)の5編³⁻⁷⁾と、適切な座面クッションの選択に關するRCTの1編⁸⁾と非ランダム化比較試験の5編⁹⁻¹³⁾を採択した。うち2編^{7, 8)}のRCTにおいて、割付に關する高いバイアスリスクがあったが、全体的に介入^{5, 6)}と評価者³⁻⁶⁾は盲検化されていた。

褥瘡予防教育に關しては、通常診療に比べ専門家による週1回の電話サポート介入がPUSHスコアの有意な減少と費用対効果を認めたとの報告があった^{3, 4)}。一方、高い対象者バイアスの影響により、褥瘡予防プログラムの有意性が認められなかった報告もあった⁵⁾。重度褥瘡(Stage III, IV)の既往者で比較した報告⁶⁾では、皮膚保護行動を促すための多要素動機付け介入と、教育的要素のみ強調した介入の比較で、両群において皮膚保護行動が増えたが有意差はなく、皮膚悪化の再発率は高い状況であった(51.7%)と報告されている。重度褥瘡経験者には骨髄炎(19.5%)や糖尿病(39.2%)、うつ病(40.6%)などの併存疾患があり、再発率に影響した可能性があった。入院中に専門家による構造化された褥瘡予防教育を受け、退院後に比較した報告⁷⁾があり、教育グループでは発生までの期間遅延や褥瘡発生率の有意な減少が認められた。以上より、専門的に構成された褥瘡予防教育は知識向上に効果があり、褥瘡重症度にもよるが褥瘡を既往した脊髄損傷者にとって予防効果がある可能性があった。

座面クッションに関しては、仙骨や坐骨領域に Stage II または III の褥瘡を有する脊髄損傷者 44 名を対象に個別の周期的圧力緩和プロトコルを備えた特殊なクッションと通常クッションと比較した報告があり、PUSH スコアや褥瘡面積に有意な改善を示していた⁸⁾。市販されている座面クッション(空気構造やゲルなどの流動体、ウレタン素材など)を用いた報告が 4 編⁹⁻¹²⁾あり、クッションの使用によりピーク圧は有意に低下する結果を示していた。接触圧と褥瘡の発生には明確な関係を示す論文はないが、ピーク値の低下が褥瘡の発生率を低下させたとの報告¹⁾があり、指標の 1 つになると考えた。座面クッション間での比較では、直立座位姿勢のピーク圧において、空気調整構造式クッションが最も低いとする報告が 2 編^{9, 10)}、坐骨部くり抜きタイプの素材複合構造式クッションが低かったとするものが 1 編¹¹⁾、差がないとするものが 1 編¹²⁾であった。車いす上の姿勢変化との関係では、最大前傾位と最大側屈位でのピーク圧の低下を示した報告があり、体前傾や側屈姿勢においては流動体(ゲル)構造式クッションが低かったとし⁷⁾、プッシュアップ以外の除圧方法の可能性を示唆している。また、一般的な座面クッションとウレタン素材などで作られた坐骨部をくり抜いた形状のパーツの併用により、坐骨部ピーク圧が有意に低下したとの報告¹³⁾があり、局所圧の低下には有用と考えた。臨床では接触圧だけでなく、今回の文献検索では該当がなかったせん断応力の影響や除圧姿勢を考慮して適切な座面クッションを選択することが必要である。

益と害のバランス評価

益として、褥瘡予防教育の実施や座面クッションを適切に使用することにより褥瘡の発生を低下させる可能性がある。害はないが、専門的に構成されたプログラムからなる褥瘡予防教育には、時間的・人的労力が実施者や対象者の双方に必要となる。

患者の価値観・希望

褥瘡リスクについて詳細を知りたいとする意見や、座位バランスがとりやすく簡単に調整できるクッションを望むとする意見が寄せられた。

コストの評価

日本の医療現場では、褥瘡予防教育や電話による教育サポートに診療報酬が認められていない。座面クッションの中には高価な物(約 5 万円)があり、費用対効果を考慮する必要がある。

文献

- 1) 廣瀬秀行, 他: 脊髄損傷者に対する褥瘡再発予防アプローチの紹介とその結果. 褥瘡会誌 2010; 12: 118-125(レベル IV)
- 2) Brienza D, et al: A randomized clinical trial on preventing pressure ulcers with wheelchair seat cushions. J Am Geriatr Soc 2010; 58: 2308-2314(レベル II)
- 3) Arora M, et al: Telephone-based management of pressure ulcers in people with spinal cord injury in low-and middle-income countries: a randomised controlled trial. Spinal Cord 2017; 55: 141-147(レベル II)
- 4) Arora M, et al: Cost-effectiveness analysis of telephone-based support for the management of pressure ulcers in people with spinal cord injury in India and Bangladesh. Spinal Cord 2017; 55: 1071-1078(レベル II)
- 5) Carlson M, et al: Lifestyle intervention for adults with spinal cord injury: results of the USC-RLANRC Pressure Ulcer Prevention Study. J Spinal Cord Med 2019; 42: 2-19(レベル II)
- 6) Guihan M, et al: Comparing multicomponent interventions to improve skin care behaviors and prevent recurrence in veterans hospitalized for severe pressure ulcers. Arch Phys Med Rehabil 2014; 95: 1246-1253(レベル II)
- 7) Rintala DH, et al: Preventing recurrent pressure ulcers in veterans with spinal cord injury: impact of a structured education and follow-up intervention. Arch Phys Med Rehabil 2008; 89: 1429-1441(レベル II)
- 8) Makhsous M, et al: Promote pressure ulcer healing in individuals with spinal cord injury using an individualized cyclic pressure-relief protocol. Adv Skin Wound Care 2009; 22: 514-521(レベル II)
- 9) Sonenblum SE, et al: Effects of wheelchair cushions and pressure relief maneuvers on ischial interface pressure and blood flow in people with spinal cord injury. Arch Phys Med Rehabil 2014; 95: 1350-1357(レベル III)
- 10) Koo TK, et al: Posture effect on seating interface biomechanics: comparison between two seating cushions. Arch Phys Med

- Rehabil 1996 ; 77 : 40-47(レベルⅢ)
- 11) Crane B, et al : Orthotic-style off-loading wheelchair seat cushion reduces interface pressure under ischial tuberosities and sacrococcygeal regions. Arch Phys Med Rehabil 2016 ; 97 : 1872-1879(レベルⅢ)
- 12) Cho K H, et al : The effects of body mass composition and cushion type on seat-interface pressure in spinal cord injured patients. Ann Rehabil Med 2015 ; 39 : 971-979(レベルⅢ)
- 13) Regan MA, et al : A systematic review of therapeutic interventions for pressure ulcers after spinal cord injury. Arch Phys Med Rehabil 2009 ; 90 : 213-231(レベルⅢ)

ステートメント作成の経過

本CQについて文献検索を実施した2つのシステマティックレビュー班のうち、片方の班が2次スクリーニングを終えた段階で完全なシステマティックレビューの実施はせず、ステートメントを作成する方針となった。片方の班の2次スクリーニングの結果、専門的に構成されたプログラムからなる褥瘡予防教育に関するランダム化比較試験(RCT)5編、適切な座面クッションの選択に関するRCT1編と非ランダム化比較試験5編を参照した。褥瘡の発生予防や治癒に関するアウトカムは、発生率や発生までの期間、重症度(PUSHスコアや褥瘡サイズなど)の改善率とし、車いすクッションに関しては接触圧計測値を設定した。

明日への提言

褥瘡予防教育は自己管理を促すことができ、褥瘡予防の一役を担えるが、スタッフの育成や教育方法の構築、診療報酬が認められていないなどの課題がある。また、褥瘡対策では圧の軽減が必須であり、多数の座面クッションから特性を十分に理解して選択する必要がある。特に褥瘡既往のある脊髄損傷者には、除圧性能を重視した座面クッションの使用が強く望まれる。次回改訂の際には、さらなるエビデンスの構築が必要である。

不全脊髄損傷患者の歩行トレーニングは、体重免荷型トレッドミル、ロボット、平地歩行のいずれが有用か

ステートメント 体重免荷型トレッドミルやロボットは平地歩行と同等の歩行速度・歩行耐久性の改善が期待できるため、実施することを提案する。

□ 作成班合意率 100%

解説

CQの背景

不全脊髄損傷者の歩行獲得は理学療法実施上の主たる目標である。近年、歩行トレーニングは多様化し、体重免荷型トレッドミル歩行トレーニング(Body Weight-Supported Treadmill Training: BWSTT)およびロボット歩行トレーニング(Robot Assisted Gait Training: RAGT)の効果に関する報告は増加している。これらが従来の平地歩行よりも優れているかを明らかにすることは重要である。

エビデンスの評価

スクリーニング結果から、歩行速度(10 m 歩行テストなど)、歩行耐久性(6分間歩行テスト)のいずれかまたは両方をアウトカムとしたRCTを採用し、計11試験(BWSTT: 4試験¹⁻⁴⁾、RAGT: 8試験⁴⁻¹¹⁾を評価した(うち1試験は双方を含む)。すべての試験で介入は盲検化されず、単盲検試験であった。

BWSTTでは、対象者の神経学的高位が頸髄から胸髄(1試験はL3までを含む)の外傷性脊髄損傷であり、ASIA Impairment Scale(AIS)グレードC、D(1試験のみBからD)が含まれていた。受傷から介入までの期間は、約1か月が1試験、約9か月が1試験、1年以上が2試験であった。介入内容は、BWSTTのみが3試験²⁻⁴⁾、BWSTTとFES(機能的電気刺激)の併用が2試験^{1,4)}であった。介入頻度は1回45分~1時間、週に2~5回、介入期間は12~16週間であった。BWSTTの免荷量は、体重の30~40%以下とし、歩容の維持・改善といった歩行の質が担保される範囲で漸減する方法が主であった。対照的介入は、平地歩行に加え、ストレッチや筋力増強運動、有酸素運動などを含む理学療法が介入群と同等の頻度・期間で行われた。介入群と対照群の群間比較を実施した3試験^{1,3,4)}(4つの群間比較)では、亜急性期・慢性期のいずれも歩行速度の改善に有意差はなく、歩行耐久性では1試験⁴⁾で対照群(平地歩行)が有意に改善した。

RAGTでは、8試験中5試験で外傷性および非外傷性損傷双方が同一グループに含まれていた。また受傷から介入までの期間は、6か月以内が2試験、1年以内が1試験、1年以上が3試験、不明2試験であった。対象者の神経学的高位は頸髄から胸髄であり、AISグレードはCまたはDであった(1試験のみA:1例、B:1例を含む)。介入機器は7試験にてLokomatが使用され、8試験すべてにおいて体重免荷装置が併用された。介入頻度は1回20~60分(6試験は30~45分)、週に3~5回、

介入期間は4~6か月であった。対照的介入は平地歩行、FESと平地歩行の併用、バランス練習、BWSTT、筋力増強運動が介入群と同等の頻度・期間で行われた。歩行速度の群間比較は8試験で実施され、1試験¹⁾でRAGT介入群にて有意な改善を認め、6試験では群間に有意差はなく、1試験⁸⁾では対照群(筋力増強運動)の最大歩行速度の有意な改善を認めた。歩行耐久性の比較では、6試験中2試験^{5, 9)}でRAGT介入群に有意な改善を認め、1試験⁴⁾では対照群(平地歩行)が有意に改善し、3試験^{6, 7, 10)}では群間に有意差はなかった。以上から、BWSTT、RAGTともに平地歩行と同等の歩行能力の改善が期待できると考えられる。

益と害のバランス評価

RAGTでは6試験中2試験で歩行耐久性に有意な改善効果が認められた。有害事象は、RAGTの2試験で皮膚の擦過傷などが報告されたが、BWSTT、RAGTとも深刻な報告はなかった。BWSTT、RAGTの取り扱いには技能を必要とし、セッティングに時間を要するが、平地歩行より練習量の促進や歩行介助者の負担軽減が期待できるため、症例の個別性に配慮し、実施することが望ましい。その際、平地歩行やその他の理学療法(筋力増強運動やバランス練習など)との併用を検討すべきである。

患者の価値観・希望

残存筋力が弱く、平地歩行ができない時期からBWSTTやRAGTによる練習を取り入れてほしいという意見があった。その際、それぞれの練習方法における十分な説明を受け、実際にそれらを体験することで自分に合う練習方法を選びたいとの意見もみられた。

コストの評価

BWSTT、RAGTともに、それらの使用による患者の保険診療内の追加費用負担はない。費用対効果に関する記載はなかったが、BWSTTとRAGTは大掛かりな設備やデバイスと導入費用を必要とし、実施可能な施設は限られる。しかし歩行介助者への負担は少なく、十分な介入量を提供できることから、前述の試験と同等の条件で介入が可能であれば、実施を検討すべきである。

文献

- 1) Kapadia N, et al : A randomized trial of functional electrical stimulation for walking in incomplete spinal cord injury : effects on walking competency. *J Spinal Cord Med* 2014 ; 37 : 511-524
- 2) Lucareli PR, et al : Gait analysis following treadmill training with body weight support versus conventional physical therapy : a prospective randomized controlled single blind study. *Spinal Cord* 2011 ; 49 : 1001-1007
- 3) Dobkin B, et al : The evolution of walking-related outcomes over the first 12 weeks of rehabilitation for incomplete traumatic spinal cord injury : the multicenter randomized Spinal Cord Injury Locomotor Trial. *Neurorehabil Neural Repair* 2007 ; 21 : 25-35
- 4) Field-Fote EC, et al : Influence of a locomotor training approach on walking speed and distance in people with chronic spinal cord injury : a randomized clinical trial. *Phys Ther* 2011 ; 91 : 48-60
- 5) Alcobendas-Maestro M, et al : Lokomat robotic-assisted versus overground training within 3 to 6 months of incomplete spinal cord lesion : randomized controlled trial. *Neurorehabil Neural Repair* 2012 ; 26 : 1058-1063
- 6) Martinez SA, et al : Multimodal cortical and subcortical exercise compared with treadmill training for spinal cord injury. *PLoS One* 2018 ; 13 : e0202130
- 7) Piira A, et al : Robot-assisted locomotor training did not improve walking function in patients with chronic incomplete spinal cord injury : a randomized clinical trial. *J Rehabil Med* 2019 ; 51 : 385-389
- 8) Labruyere R, et al : Strength training versus robot-assisted gait training after incomplete spinal cord injury : a randomized pilot study in patients depending on walking assistance. *J Neuroeng Rehabil* 2014 ; 11 : 4
- 9) Wu M, et al : Facilitating weight shifting during treadmill training improves walking function in humans with spinal cord injury : a randomized controlled pilot study. *Am J Phys Med Rehabil* 2018 ; 97 : 585-592
- 10) Esclarín-Ruz A, et al : A comparison of robotic walking therapy and conventional walking therapy in individuals with upper versus lower motor neuron lesions : a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2014 ; 95 : 1023-1031
- 11) Niu X, et al : Prediction of gait recovery in spinal cord injured individuals trained with robotic gait orthosis. *J Neuroeng Rehabil* 2014 ; 11 : 42

ステートメント作成の経過

本 CQ について文献検索を実施した。2つのシステマティックレビュー班のうち、片方の班が2次スクリーニングを終えた段階で完全なシステマティックレビューの実施はせず、歩行速度・歩行耐久性をアウトカムとした RCT の結果を参照して、ステートメントを作成する方針となった。

片方の班の2次スクリーニングの結果を参照し、20 文献(すべて RCT)が採用となる可能性があり、そのうち歩行速度・歩行耐久性をアウトカムに含む 11 編の文献を参照した結果をステートメントとした。

明日への提言

不全脊髄損傷者に対し、BWSTT や RAGT などを用いた歩行練習は、平地歩行と同等の効果があり、残存筋力が弱く、平地歩行練習が導入できない早期からでも、安全かつ介助者の負担軽減をはかりながら歩行練習を提供することが可能となるため、積極的な導入が期待される。しかし BWSTT、RAGT ともに大掛かりな設備や導入費用が必要であるため、実施可能施設に限られるなどの課題がある。次回改訂の際には、さらなるエビデンスの構築が必要である。BWSTT、ロボット、平地歩行の3つのうち、いずれが最も有効か(どのような不全脊髄損傷患者に対しては、いずれが有効かなど)も検証する必要がある。

痙縮を有する脊髄損傷患者に対し，他動運動，自動運動，FES（機能的電気刺激）を組み合わせた歩行運動，FES サイクリング運動，痙縮筋への電気刺激，全身振動刺激は有用か

ステートメント 適切な他動運動や電気刺激は下肢の痙縮を短期的に減少させる可能性があるため，実施することを提案する。

□ 作成班合意率 **100%**

解説

CQの背景

痙縮は約70%の慢性期脊髄損傷者にみられる徴候であり，特に不全頸髄損傷者に多い¹⁾。痙縮は日常生活活動の改善を遅延させる一因ともなり得るため，適切な対応が必要である。痙縮を抑制するアプローチとして他動運動，自動運動，FESを組み合わせた歩行運動，FES サイクリング運動，痙縮筋への電気刺激，全身振動刺激が用いられているが，有効性については明確に示されていないため，検討を行った。

エビデンスの評価

スクリーニングの結果，ランダム化比較試験(RCT)が7編²⁻⁸⁾，非ランダム化比較試験が1編⁹⁾採用された。介入方法については他動運動に関連するものが2編^{2,3)}，電気刺激が5編⁴⁻⁸⁾であった。1編²⁾の他動運動に関連するRCTにおいて，バイアスリスクによりRCTの質が低く評価されたが，全体的には介入³⁻⁸⁾と評価者³⁻⁸⁾は盲検化されていた。

他動運動については，足関節を対象とした機器を用いた介入(20~75 rpm，可動範囲はニュートラルポジションから±5°)があった。対象者のASIA Impairment Scale(AIS)はAとBであった。主なアウトカムは，Modified Ashworth Scale(MAS)，H反射であった。20 rpmで8分間の1回の介入では，20分後のみH反射(ヒラメ筋)が有意に低下し，50 rpmで8分間の1回の介入では，10分後，20分後ともにH反射(ヒラメ筋)が有意に低下した²⁾。週5回，60分/日，4週間の他動運動は，75 rpmで実施され，4週間後にMAS(腓腹筋)およびH反射(ヒラメ筋)は有意に低下した³⁾。

電気刺激の方法としては，経皮的電気刺激(TENS)，機能的電気刺激(FES)，神経筋電気刺激(NMES)が主であった。TENSの周波数は100 Hz，パルス幅100~300 μs，FESとNMESは周波数30~100 Hz，パルス幅100~350 μsであった。刺激強度についてはTENSが筋収縮を伴わないレベル(15 mA未滿)であったが，FESとNMESでは筋収縮が生じる程度から許容可能な最大強度と研究間で差がみられた。対象者のAISはA~Dであった。有用なアウトカムは，Composite Spasticity Score(CSS)とMASであった。TENSについては60分間のTENSを総腓骨神経に実施すると，実施直後の足関節底屈筋のCSSが有意に減少した⁴⁾。さらに標準的な理学療法実施前に60分間のTENS

を組み合わせると、初回実施直後と3週間実施後のCSSが有意に減少した⁵⁾。一方で、股関節内転筋と膝関節伸筋、足関節底屈筋を対象に30分間のTENSとFESを比較した報告では、両群間に有意な差は認められなかったが、両群ともに実施後4時間までMAS(股関節内転筋と膝関節伸筋)が有意に減少した⁶⁾。FESについては、45分間のFES歩行トレーニングを週3回、16週間実施したところ、MASの有意な変化はみられなかったが、12か月後のSCIM mobility sub-scoreが改善した⁷⁾。また、30~45分間のFESサイクリング運動を週4回、2週間実施後、Ashworth Scaleの有意な変化はみられなかった⁸⁾。NMESについては、足関節底屈筋を対象として45分間のNMESを実施すると足関節の底屈筋のMASが有意に減少した⁹⁾。

益と害のバランス評価

他動運動と電気刺激は、対象者の病態に合わせて実施することにより短期的に痙縮を減少できる可能性がある。これらの機器の設定は簡便であり、幅広い症例に適応可能である。しかし、有害事象の報告は少ないものの、感覚が脱失している部位への使用は、皮膚の損傷を引き起こす可能性があり、注意を要する。

患者の価値観・希望

ガイドライン作成班の班員が所属する医療機関の当該患者から、今回の結果に賛同する意見が寄せられた。他動運動や電気刺激による痙縮減少への効果に期待感があるものの、感覚が脱失している部位に対する電気刺激による外傷を懸念する意見もあった。また、長期効果についてのさらなる研究を期待する声や、他動運動では自動のサイクリング装置やロボットのような先進機器を容易かつ継続的に使用できる環境整備を望む声も寄せられた。

コストの評価

痙縮減少を目的とした他動運動では、施設側のコストとして他動運動装置の機材費が必要である。電気刺激は機材費の約10~20万円に加えて電気代がかかる。患者側のコストとしては、通常の診療費に限られており、継続した介入を行いやすい。

文献

- 1) Adams MM, et al : Spasticity after spinal cord injury. *Spinal Cord* 2005 ; 43 : 577-586
- 2) Fang CY, et al : Robot-assisted passive exercise for ankle hyper-tonia in individuals with chronic spinal cord injury. *J Med Biol Eng* 2015 ; 35 : 464-472
- 3) Chang YJ, et al : Effects of continuous passive motion on reversing the adapted spinal circuit in humans with chronic spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* 2013 ; 94 : 822-828
- 4) Ping Ho Chung B, et al : Immediate effect of transcutaneous electrical nerve stimulation on spasticity in patients with spinal cord injury. *Clin Rehabil* 2010 ; 24 : 202-210
- 5) Oo WM : Efficacy of addition of transcutaneous electrical nerve stimulation to standardized physical therapy in subacute spinal spasticity : a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2014 ; 95 : 2013-2020
- 6) Sivaramakrishnan A, et al : Comparison of transcutaneous electrical nerve stimulation(TENS)and functional electrical stimulation(FES)for spasticity in spinal cord injury-a pilot randomized cross-over trial. *J Spinal Cord Med* 2018 ; 41 : 397-406
- 7) Kapadia N, et al : A randomized trial of functional electrical stimulation for walking in incomplete spinal cord injury : effects on walking competency. *J Spinal Cord Med* 2014 ; 37 : 511-524
- 8) Ralston KE, et al : Functional electrical stimulation cycling has no clear effect on urine output, lower limb swelling, and spasticity in people with spinal cord injury : a randomised cross-over trial. *J Physiother* 2013 ; 59 : 237-243
- 9) van der Salm A, et al : Comparison of electric stimulation methods for reduction of triceps surae spasticity in spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* 2006 ; 87 : 222-228

ステートメント作成の経過

本CQについて文献検索を実施した。2つのシステマティックレビュー班のうち、片方の班が2次スクリーニングを終えた段階で完全なシステマティックレビューの実施はせず、ランダム化比較試験(RCT)論文が複数みられた介入方法について検討し、ステートメントを作成する方針となった。RCT論文が複数みられた介入方法は他動運動と電気刺激であり、電気刺激が5編、他動運動が2編であった。Modified Ashworth Scale(MAS)、H反射、Composite Spasticity Score(CSS)をアウトカムに設定し、ステートメントを作成した。

明日への提言

適切な他動運動や電気刺激は、痙性減弱の短期的効果が示されており、運動療法の効果を高めるための前処置として有用となる可能性がある。一方で、痙性減弱の長期的効果は明確に示されておらず、今後の研究成果が待たれる。また、標準的理学療法に先進機器(電気刺激・ロボット)を併用し、痙性減弱効果を示した報告がある。先進機器を適切に使用することは患者の利益になる可能性があり、今後さらなる検証を重ねていく必要がある。