

症例報告



延髄外側梗塞により lateropulsion を呈した症例に対する触圧覚刺激の有効性について—体圧分布測定システムを用いた検討—*

岩佐厚志¹⁾・山中武彦²⁾・裏 直樹¹⁾

【要 旨】

【目的】 脊髄小脳路損傷例により出現した lateropulsion (以下, LP) に対して, 触圧覚刺激が有効であるか, 体圧分布測定システムを用いた立位足圧分布で検証した後, 症状の経過を追った. 【方法】 対象は 50 歳代男性であり, 左延髄外側に梗塞巣を認めた. 介入初期に, 通常理学療法 (以下, 通常 PT) 期と通常 PT を実施する際に触圧覚を入力した介入期に分け, 介入の有効性を検証した. 各期の前後に立位足圧分布, 傾きに対する内省, 転倒に対する恐怖心を Visual Analogue Scale (以下, VAS) を用いて検証し, 介入の有効性を確認した. 足圧分析は 20 秒間の立位姿勢から得られた平均左右足圧比率, 平均足圧左右差を算出した. 【結果】 立位足圧分布, 傾きに対する内省, VAS とともに介入期後に変化を認めた. 【結論】 脊髄小脳路損傷にて生じる LP に対して, 触圧覚刺激の有効性が客観的指標を用いて示された.

キーワード: lateropulsion, 触圧覚刺激, 脊髄小脳路

はじめに

延髄外側梗塞において特徴的な所見のひとつに lateropulsion (以下, LP) がある. LP は, 病巣側に体が不随意に倒れる症候で, 運動麻痺, 体幹筋緊張の不均衡によって生じる場合と, 偏倚した主観的垂直に準拠して体幹を立て直そうとして生じる場合があるとされている¹⁾. LP に関する病巣で, Eggers ら²⁾ は LP を呈した 13 例の Magnetic Resonance Imageing (以下, MRI) 画像解析より責任病巣を前脊髄小脳路, 後脊髄小脳路, 前庭神経

下核, 下小脳脚とした. その他の責任病巣については, 外側前庭脊髓路, 前庭視床路, 橋³⁻⁷⁾ との報告がある. いずれも姿勢制御に重要な経路の障害が要因と考えられている.

LP に関する理学療法として阿部⁸⁾ は意識される感覚の中でも足底の触圧覚を意識させるよう誘導する方法を報告している. また, Morioka ら⁹⁾ は立位トレーニング時に硬度識別課題を実施し, 立位安定性が向上したと述べている. 森ら¹⁰⁾ も足底に対して 3 種類の異なる重錘バンドを用いて識別課題を実施した事例を報告している. このように LP に対して触覚や圧覚情報など意識される知覚を利用することが立位安定性向上に寄与する可能性が考えられるが, 客観的指標を用いて効果を検証した報告はない.

そこで今回, 体圧分布測定システムを用いた客観的指標により触圧覚刺激の効果を検証するとともに先行研究と異なるモダリティによる触圧覚入力でも効果が期待できるのか検証した. 更に, LP は原因病巣が複数存在するにもかかわらず, 病巣を考慮した報告も少ないことから, 脳画像所見より LP 出現の責任病巣を推定し, 脳機能解剖を考慮した介入部位を選択し効果を検証したため報告する.

* Immediate Effects of Tactile Pressure Stimulation for a Patient with Lateropulsion after Lateral Medullary Infarction—Body Pressure Distribution Measuring System—

1) 社会医療法人大真会 大隈病院 リハビリテーション科 (〒462-0825 愛知県名古屋市中区大曾根二丁目9番34号)

Atsushi Iwasa, PT, Naoki Ura, PT: Department of Rehabilitation, Ookuma Hospital, Daishinkai, Social Medical Corporation

2) 日本福祉大学 健康科学部 リハビリテーション学科 Takehiko Yamanaka, OT, PhD: Faculty of Health Sciences, Department of Rehabilitation, Occupational Therapy Course, Nihon Fukushi University

E-mail: reha@ookuma-hospital.or.jp

対象および方法

1. 症例紹介

年齢：50歳代 性別：男性

疾患名：脳梗塞（左延髄外側）

既往歴：高血圧（38歳）、痛風（40歳）

病前生活：日常生活自立、屋内外独歩

職業：建築業（管理職）

現病歴：立位時に身体の左への傾き、歩行時には左への偏倚を認め当院受診。脳梗塞の診断にて入院となる。同日理学療法（以下、PT）開始。発症2日後の頭部MRI所見では、拡散強調画像（以下、DWI）にて左延髄外側に梗塞巣を認めた（図1）。また、左椎骨動脈解離の疑いも認めた。第4病日3-Dimensional-Computed-Tomography-Angiography（3DCTA）が施行され左椎骨動脈解離が否定されたためリハビリテーション室での介入を開始したが、片脚立位、タンデム肢位は保持困難であり、歩行は独歩見守りで可能も歩隔が広く左へのふらつきを認めた。第5病日の理学療法後に歩隔の改善を認め、第7病日には独歩自立となったがタンデム肢位は保持困難であった。第15病日に自宅退院となった。

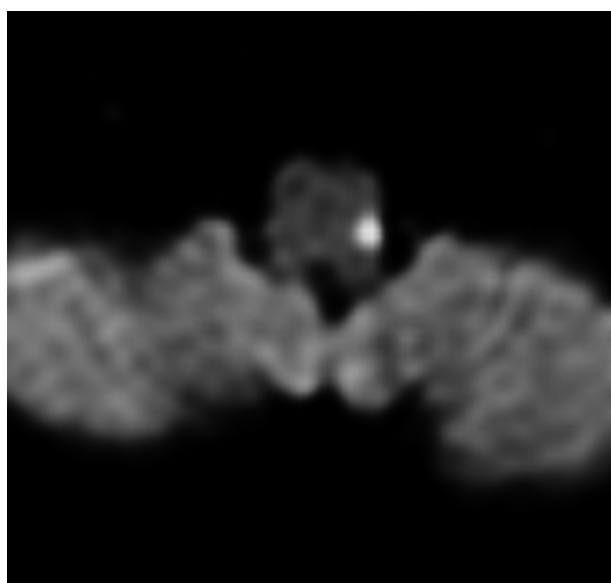


図1. 症例の病巣部位

発症2日目のMRI（DWI）左延髄外側中央に梗塞巣を認める。

2. 評価（第4病日）

運動麻痺、腱反射に異常はみられなかった。左顔面、右上下肢に軽度の温痛覚鈍麻を認めたが、同部位の触覚や深部感覚は正常であり解離性感覚障害を呈していた。Wallenberg症候群でみられるHorner徴候や眼振、眼球運動障害、嚥下障害はみ

られなかった。Scale for the Assessment and Rating Ataxia（以下、SARA）は5点（加点項目：歩行、立位）であり四肢に失調症状は認めないが、立位時に身体の左への傾き、歩行では左への偏倚を認めた。Postural Assessment Scale for Stroke Patients（以下、PASS）は30点（減点項目：片脚立位）、Burke Lateropulsion Scale（以下、BLS）1点（加点項目：歩行）であり歩行は左への偏倚を認め、歩隔が肩幅より広い状態であった。また、Pusher現象のように非麻痺側上下肢で押し返すことや他動的な姿勢修正に対して抵抗することがないこと、更に立位時の身体の傾きや歩行時の左への偏倚に影響するような運動麻痺、運動失調も見られないことからLPによる傾きと判断した。神経心理学的所見として、簡易知能検査（Mini-Mental State Examination；MMSE）は27点であった。

3. 方法

LPに対する介入効果の検証は第4病日から第6病日にかけて実施した。第4病日をA1期（ベースライン期）、第5病日をB期（介入期）、第6病日をA2期（フォローアップ期）とした（図2）。A1期、A2期は通常PT（42 cmの椅子からの起立練習10回、歩行練習100 m）を実施。B期は通常PTを行う際に、左膝関節に対して弾性緊縛帯法、足底に対してはインソールを挿入し、触圧覚の入力を増強した状態で実施した。B期の介入部位決定については、本症例の脳画像所見より脊髓小脳路の中でも下部腰髄を起始部とする外側前外側線維（Lateral Anterolateral Fibers；以下、LALF）^{4) 11) 12)}の損傷によりLPが出現したと推測し、同側の膝や足部の意識されない深部感覚が障害されていたという仮説のもと決定した。

3. 1. 介入方法

3. 1. 1. 弾性緊縛帯法

現在のところ、LPに対する介入に関して確実なエビデンスは存在しない。しかしながら、Macefieldら¹³⁾は固有知覚障害がある患者を対象に対照研究を実施し、膝関節へのテーピングが表在知覚の入力情報増強に寄与し、これが運動失調の軽減に効果を示した可能性を指摘している。また、国内では症例報告ながら弾性包帯による膝関節への緊縛により感覚フィードバックが促され、運動失調の改善に有効であったとの報告もある¹⁴⁾ことから固有知覚性の運動障害に対する弾性緊縛帯の使用は効果が期待できると考えた。また、Callaghan¹⁵⁾は膝蓋骨へのテーピングが固有受容感覚情報を増強すると述べている。そのため、膝

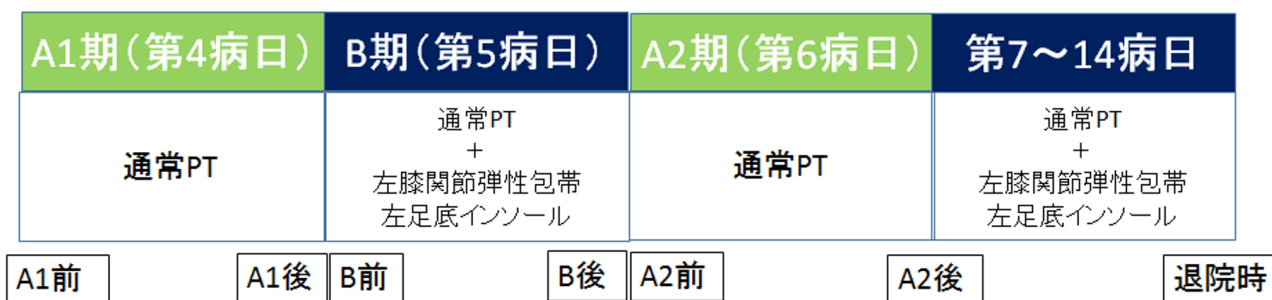


図2. 第4病日以降の介入方法と評価時期

A1 前後, B 前後, A2 前後, 退院時に評価を実施.

関節への弾性緊縛帯は, 皮膚からの触圧覚情報と固有感覚情報を増強することが期待できる. そこで, 我々は左膝関節に弾性包帯 (Osaki 製, ウェルタイ: 図3) による緊縛帯法を用いて, 膝関節伸展位で症例が少しきついと感じる程度に装着した.



図3. 弾性包帯装着時

膝関節伸展位で症例が少しきついと感じる程度に装着. 装着部位は膝蓋骨中央から上方 15 cm, 下方 10 cm とした¹²⁾.

3. 1. 2. 足底へのインソール挿入

阿部⁸⁾はLP症例に対して足底の触圧覚を意識させるよう誘導している. Morioka ら⁹⁾は立位トレーニング時に足底に対し3種類の硬さの異なるゴム製スポンジを用いて硬度識別課題を実施しており, 足底からの入力が必要と考えた. また, 硬度識別課題と違いインソールは歩行など動的な練習場面でも使用できるため, 本報告では表面に凹凸のあるインソール (キャンドウ製, オウトツタイプインソール: 図4) を採用した.

3. 2. 介入効果の評価

3. 2. 1. 足底分圧

立位足圧分布は体圧分布測定システム (NITTA



図4. インソール

表面に凹凸のあるインソール (素材: エチレン-酢酸ビニル共重樹脂)

製, BPMS, サンプル周波数 30Hz) を用いた. 測定肢位は裸足開眼閉脚立位とし両上肢を体側に接した姿勢とした. 記録時間は初回測定時に症例が疲労を訴えたため 20 秒間とした¹⁶⁾. 測定時間中の足圧平均値を算出し¹⁷⁾, 平均左右足圧比率, 平均足圧左右差を算出した.

3. 2. 2. 恐怖感に関する視覚的アナログスケール (Visual Analog Scale; 以下, VAS) および内省の聴取

藤野ら¹⁸⁾はPusher 現象に関する報告にて座位時の恐怖感をVASで評価している. 本報告でも立位時の転倒に対する恐怖感をVAS (転倒に対する恐怖心が全くない状態を0, これ以上の恐怖は考えられない状態を10とした) で評価した. また, 立位時の身体の前への傾きに対する内省も聴取した.

検証の結果、触圧覚入力後にLPの改善を認めたため、左膝関節、足底に対して触圧覚入力を増強した状態での介入が有効な方法であると判断し、第7日以降も触圧覚入力を増強した状態で介入を継続した。また、退院時には総合評価としてSARA、LPの経時的変化を捉える際に感度の高い¹⁹⁾ PASS、BLSを用いてLPの程度を再評価（以下、退院時評価）した。

結果

1. 平均左右足圧比率、平均足圧左右差（第4～6病日）

A1前、A1後、B前では平均左右足圧比率は左63～65%、右36～37%と明らかな変化は認められなかった。B前とB後では、左64%から51%、右36%から49%と変化を認めた（表1、図5A、図5B）。

平均足圧左右差はA1前、A1後、B前で5325～5591 mmHgと明らかな変化を認めなかったが、B後では369 mmHgと明らかな変化を認めた（表1、図5A、図5B）。

2. 内省、VAS（第4～6病日）

傾きに対する内省はA1前とB前で「自分ではよくわからないけど倒れそう」と傾きは認識しているが、なぜ傾くのかを認識できていない状態であった。B後では左足に「違和感を感じ右へ重心が行くようになった」「意識が行くようになった」と左下肢に対する認識が変化した（表2）。

VASはA1前、A1後、B前で4～5 / 10でありB後は1 / 10と転倒に対する恐怖心にも変化を認めた（表1）。

3. 退院時評価（第14病日）

SARA 1点（加点項目：立位）、PASS 35点（減点項目：片脚立位）、BLS 0点と入院時と比較して

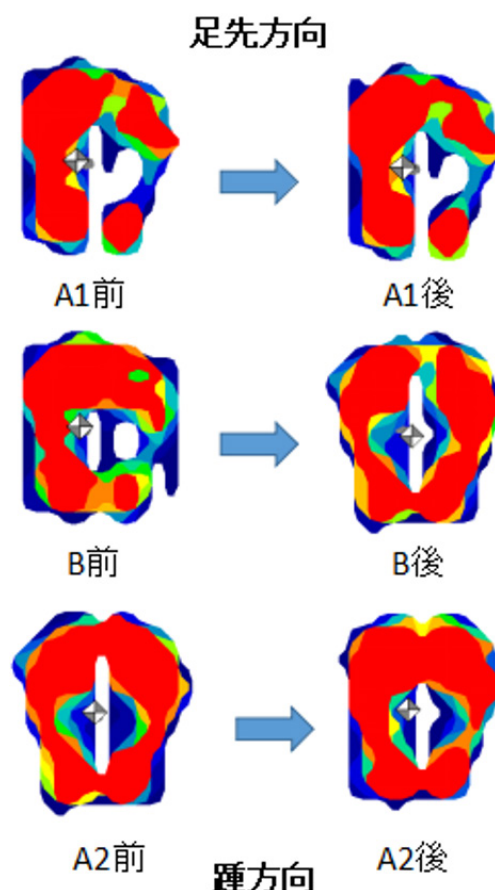


図5A. 各期の立位足圧分布

各期の測定時間中の足圧を平均化して表した。図上方は足先方向、下方は踵方向を示す。



図5B. 足圧分布カラースケール

足圧の分布は13色のグラデーションによってカラー表示される。赤色が最高値（100 mmHg）を示し、青色（0 mmHg）に近づくほど低値を示す。

表1. 各評価項目と結果

評価時期	足圧分布の左右比率 (%)		足圧の左右差 (mmHg)	VAS
	左	右		
A1 前	63.3 ± 3.8	36.7 ± 3.8	5325 ± 1331	4
A1 後	65.0 ± 6.8	35.0 ± 6.8	5449 ± 2395	5
B 前	63.6 ± 2.3	36.4 ± 2.3	5600 ± 907	4
B 後	50.9 ± 2.4	49.1 ± 2.4	369 ± 986	1
A2 前	55.4 ± 1.9	44.6 ± 1.9	2605 ± 879	2
A2 後	58.1 ± 2.5	41.9 ± 2.5	3421 ± 974	1

足圧分布の左右比率、および足圧の左右差は平均値±標準偏差で示す。

表 2. 内省の変化

A1 前	自分ではよくわからないけど倒れそう.
A1 後	倒れたら踏ん張れない.
B 前	昨日と変わらない.
B 後	左足に意識が行くようになった. 右へ重心がいくようになった. 調整しやすく立ちやすくなった.
A2 前	自分でも良くわからないけど戻せる感覚があったけど今はない.
A2 後	先ほどとかわりない.

各期と内省の変化を示す.

LP の改善を認めた. 独歩も安定し歩隔の改善を認めた.

考察

LP に対する治療は触覚や圧覚情報など意識される知覚を利用すると良いと考えられている⁸⁻¹⁰⁾ が客観的指標による検証はない. 本報告では左下肢への触圧覚入力時の介入期前後で平均左右足圧比率, 平均足圧左右差に即時的な変化を認めた. また傾きに対する内省の変化や転倒に対する恐怖心も軽減を認めたことから触圧覚入力の有効性を客観的指標により示すことができたと考える.

先行研究において, Morioka ら⁹⁾ は立位トレーニング時に足底に対し 3 種類の硬さの異なるゴム製スポンジを用いて硬度識別課題を実施しており, 森ら¹⁰⁾ も足底に対して 3 種類の異なる重錘バンドを用いて識別課題を実施するなど足底への触圧覚を意識するよう導く介入方法が報告されている. 本報告では足底に対してインソール, 膝関節には弾性包帯と先行研究とは異なる方法ながら触圧覚からの求心性情報を入力することを意図して介入したところ LP による傾きに変化を認めことから, インソールや弾性包帯による触圧覚入力でも先行研究に報告されているような効果が期待できる可能性があると考えた.

また, 第 7 日以降も感覚入力を増強した状態で介入を継続したことにより足底からの触圧覚情報, 膝関節からの固有感覚情報と皮膚からの触圧覚情報による代償的な感覚フィードバックのもと動作を学習できたことが効果の持続に寄与した可能性が考えられる.

本報告では脳画像所見より LP 出現の責任病巣を推定し, 脳機能解剖を考慮した介入部位を選択した. 姿勢保持に重要な役割を果たす神経路として脊髄小脳路 (前脊髄小脳路, 後脊髄小脳路), 外側前庭脊髄路, 前庭視床路, 歯状核赤核視床路, 視床皮質路があり, いずれの経路が障害されても

LP が出現すると言われている⁴⁾. 本症例の臨床所見として立位時の身体の前への傾きと歩行時の左への偏倚, 更に解離性感覚障害を呈していた. 左への傾きは DWI 所見より脊髄小脳路損傷の影響が考えられた (図 1, 6)²⁰⁾. また, 解離性感覚障害の責任病巣は外側脊髄視床路であり, 解剖学的には前脊髄小脳路と隣接する (図 6)²⁰⁾. このことより本症例は脊髄小脳路の中でも前脊髄小脳路中心の損傷が推測された. 脊髄小脳路は意識されない深部感覚を小脳に伝達しており, 後外側線維 (Posterolateral Fibers ; 以下, PLF), 内側前外側線維 (Medial Anterolateral Fibers ; 以下, MALF), 外側前外側線維 (Lateral Anterolateral Fibers ; 以下, LALF) の 3 種類に分けられる^{4) 11)} とされる. 前脊髄小脳路に相当するヒトの線維には MALF と LALF がある. ヒトの起始細胞は不明とされるが下部腰髄とする報告もあり^{4) 11) 12)}, 下半身の中でも膝や足部の意識されない深部感覚を小脳に伝達している可能性が考えられる. LALF はヒトに特有なもので前脊髄小脳路の大部分を占め, 同側を上行する^{4) 11)}. 以上のことから神経解剖学的には未だ不明な点もあるが, 本症例は同側への傾きを

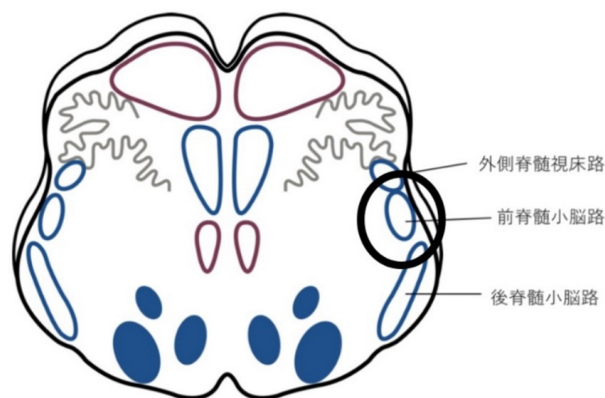


図 6. 延髄局所解剖 (症例の推定病巣部位) (文献 20 より一部改変)

○で囲まれた部位は症例の推定病巣部位を示す.

認めたことから前脊髄小脳路の中でも同側を上行し、下部腰髄を起始部とする LALF が主たる障害を受け LP が出現したと推測し、同側の膝や足部の意識されない深部感覚が障害されていたと仮説を立てた。足底に対するインソールは足底からの触圧覚情報、膝関節に対する弾性緊縛帯法は固有感覚情報と皮膚からの触圧覚情報を増強し¹³⁻¹⁵⁾、障害部位の意識できる感覚を利用したアプローチ方法となり感覚フィードバックに対する代償作用が働いたと推測した。このことが足圧分布の左右差軽減や内省の変化、転倒に対する恐怖心軽減につながったと考えた。

その他、即時的な効果に影響した理由として、損傷された神経路が複数存在しないことや、PLF と比較すると線維束の少ない前脊髄小脳路 (LALF)⁴⁾ の損傷であることが考えられる。

本症例は明らかな運動失調を呈していない LP を主として呈した、いわゆる isolated lateropulsion に該当する症例と考えられる。そのため、予後良好であった可能性は否定できないが、在院日数の短縮が求められる現在において、早期より適切な介入を展開することが更に回復を早める可能性につながると考える。本報告の課題として膝関節、足底と両者の触圧覚を入力したことから、どちらがより改善に影響したかは言及することができない。また、対側や体幹など他の部位と比較検討していないことも今後の研究課題になると考える。更に、本症例では脳画像所見より神経解剖的な仮説のもと膝関節と足底を介入部位としたが、1 症例での結果であり今後は症例数を増やし効果を検証する必要がある。その他、損傷領域の異なる複数例に対する介入効果の比較検証や、延髄外側の下小脳脚に隣接するような背外側の損傷や広範囲の損傷でも触圧覚刺激が効果的であるかを検証していきたいと考える。

結論

延髄外側梗塞により LP を呈した症例に対して触圧覚刺激の有効性を、客観的指標を用いて検証した。脊髄小脳路損傷により出現した LP 例に対しては、触圧覚入力が効果的であることが客観的指標を用いて示されたと同時に弾性包帯やインソールなど先行研究以外のモダリティでも有効である可能性が考えられた。

また、LP の原因となる病巣は多岐にわたるため、損傷した神経路を脳画像により同定し症状出現の損傷神経路を考察し、介入部位、方法を決定していくことは重要であると考えられる。

利益相反

開示すべき利益相反はない。

倫理的配慮

対象者にはヘルシンキ宣言に則り十分な配慮を行い、本研究の趣旨、目的、方法、参加の任意性と同意の撤回自由およびプライバシーの保護について十分な説明を行い、同意を得た。また、本研究は社会医療法人大真会大隈病院倫理委員会（承認番号 1）の承認を得て実施した。

謝辞

本研究にご協力いただいた対象者、関係者の皆様に深謝申し上げます。

【文 献】

- 1) Pérennou DA, Mazibrada G, et al.: Lateropulsion, pushing and verticality perception in hemisphere stroke: a causal relationship?. Brain. 2018; 131: 2401-2413.
- 2) Eggers C, Fink GR, et al.: Correlation of anatomy and function in medulla oblongata infarction. Eur J Neurol. 2009; 6: 201-204.
- 3) 津田浩昌: Body Lateropulsion と神経眼科. 神経眼科. 2015; 32 (4): 366-370.
- 4) 中里良彦, 田村直俊・他: Isolated body lateropulsion の神経解剖学. BRAIN and NERVE. 2016; 68: 263-270.
- 5) 松田雅純, 鎌田幸子・他: Body lateropulsion を主訴とした脳梗塞 5 症例の臨床像の検討. 脳卒中. 2013; 35 (3): 195-199.
- 6) Maeda K, Saikyo M, et al.: Lateropulsion due to a lesion of the dorsal spinocerebellar tract. Intern Med. 2005; 44: 1295-1297.
- 7) 和田裕子, 高橋竜一・他: Body lateropulsion を主症状とした橋病変の血管障害例の検討 延髄外側病変との比較. BRAIN and NERVE. 2009; 61 (1): 72-76.
- 8) 阿部浩明: 脳機能を考慮した理学療法思考プロセス—Isolated lateropulsion を呈した症例—. 脳科学とリハビリテーション科学. 2011; 11: 11-22.
- 9) Morioka S, Yagi F: Effects of perceptual learning exercises on standing balance using a hardness discrimination task in hemiplegic patients following stroke: a randomized controlled pilot trial. Clin Rehabil. 2003; 17 (6): 600-607.
- 10) 森拓也, 織田洋輔・他: Lateropulsion が遷延し

- た延髄梗塞の症例. みんなの理学療法. 2018; 30: 43-46.
- 11) 後藤昇, 後藤潤・他: 伝導路(2) 小脳系錐体外路と脊髄小脳路. 理学療法. 2001; 18 (10): 1000-1004.
- 12) 後藤淳: 中枢神経系の機能解剖－感覚入力系－. 関西理学療法. 2005; 5: 11-21.
- 13) Macefield VG, Norcliffe-Kaufmann L, et al.: Increasing cutaneous afferent feedback improves proprioceptive accuracy at the knee in patients with sensory ataxia. J Neurophysiol. 2016; 115: 711-716.
- 14) 津嶋勇一, 伊藤のぞみ・他: 膝関節に弾性包帯を装着し運動失調の軽減が得られた症例. 理学療法福井. 2015; 19: 44-46.
- 15) Callaghan MJ, Selfe J, et al.: The effects of patellar taping on knee joint proprioception. J Athl Train. 2002; 37 (1): 19-24.
- 16) 伊藤八次: 姿勢の分析 重心動揺検査. 臨床検査. 2008; 52 (12): 1465-1469.
- 17) 松田雅弘, 万治淳史・他: 脳卒中回復期リハビリテーションにおけるcTBS治療後の変化に関する検討. 理学療法学. 2014; 41 (2): 84-85.
- 18) 藤野雄次, 網本和・他: 腹臥位によって座位バランスの改善をみたpusher現象を伴う重度左片麻痺の1例. The Japanese Journal of Rehabilitation Medicine. 2016; 53: 401-404.
- 19) Clark E, Hill KD, et al.: Responsiveness of 2 scales to evaluate lateropulsion or pusher syndrome recovery after stroke. Arch Phys Med Rehabil. 2012; 93 (1): 149-155.
- 20) 半田肇, 花北順哉: 神経局在診断(第4版). 文光堂, 東京, 1999, pp. 171