

バランス機能の低下を呈した後期亜急性期脳梗塞患者に対しBerg Balance Scale Keyformを活用した介入が有効であった一例

森下 大

要旨：【目的】 バランス機能の低下を呈した後期亜急性期の多発性脳梗塞患者に対し、Berg Balance Scale (BBS) Keyformを活用した介入が有効であった症例を経験したため報告する。【症例紹介】 アテローム血栓性脳梗塞（橋、脳梁、後頭葉）にて、回復期リハビリテーション病棟へ転院した70歳代男性である。【治療プログラムと経過】 発症後69日までは歩行練習を中心とした介入にて機能改善傾向であったが、以降発症後119日までの機能改善は停滞した。そのため発症後119日でのBBSにてBBS Keyform作成し活用、バランス練習を中心とした介入を行った。発症後119日から145日でのBBSは38点から48点となり、その他の項目でも改善を認め発症後150日にて自宅退院となった。【まとめ】 バランス機能の低下した症例に対し、適切な治療目標および課題難易度の設定のためのBBS Keyformの活用は有効である可能性が示唆された。

キーワード： バランス、Berg Balance Scale、Keyform

医療法人社団東郷会 恵愛堂病院 診療部 リハビリテーション課
〒376-0101 群馬県みどり市大間々町大間々 504-6
(受付日 2024年3月23日/受理日 2024年4月22日)

I. はじめに

バランス機能は日常生活活動の基盤である。バランスについて内山¹⁾は「重力をはじめとする環境に対する生体の情報処理の帰結・現象、支持基底面に重力を投影するために必要な平衡にかかわる神経機構に加えて、骨のアライメント、関節機能、筋力などの要素がある」と定義している。Mansfieldら²⁾はバランス機能の喪失は転倒へと繋がることを報告している。バランス機能の改善は脳卒中後の理学療法においても主要な対象であるが、課題や環境を含めた複数の要因が複雑に関連しており、治療の方法および内容の選択に苦慮することも多い。

臨床的使用が推奨されたバランス機能検査としてBerg Balance Scale (以下BBS)³⁾がある。BBSはBergら⁴⁾が発案した検査項目ごとに0から4点に評定される14の検査項目からなる測定法である。BBSは高齢者や疾患を有する方においてその妥当性と信頼性が報告⁵⁾されているが、BBSの結果から治療内容の選択や課題内容の決定がなされていると

は言い難いのが現状である。

BBSの結果から治療内容の決定というシームレスな介入のためのツールとしてBBS Keyformが注目されている。Keyformとは評価指標における項目毎の難易度を数値化および序列化することで、難易度を可視化するツール⁶⁾である。Keyformはその疾患群における課題の難易度を明確にするため、課題難易度の設定、治療の方法および内容の選択に有用だけでなく、その疾患群における予測値から逸脱した評価項目の検出も可能である。脳卒中患者におけるBBS KeyformはMiyataら⁷⁾により開発され、BBS Keyformの活用より効果的かつ効率的な理学療法介入が期待されるが、脳卒中患者におけるBBS Keyformを活用した理学療法介入の報告については筆者が渉猟した限りでは見つからない。

今回、バランス機能の低下を呈した後期亜急性期の多発性脳梗塞患者に対し、BBS Keyformを活用した介入にてバランス機能の改善がみられた症例を経験したため、若干の考察を踏まえて報告する。

II. 症例紹介

70歳代男性、身長158.0cm、体重46.6kg、BMI (Body Mass Index) 18.7。X年Y月Z日、自宅にて倒れているところ家族が発見、救急車にてA病院へ搬送、アテローム血栓性脳梗塞と診断される。抗血栓療法を施行し、Z+30日に当院回復期リハビリテーション病棟へ転院、同日より理学療法を開始した。Z+30日での脳画像では磁気共鳴画像 (Magnetic Resonance Imaging: MRI) での拡散強調画像 (Diffusion-weighted imaging: DWI) にて橋上部から下部の左側、右脳梁膨大部、左後頭葉半球間裂面に新鮮梗塞、T2強調画像にて右前頭葉、左右視床、左小脳半球に陳旧性梗塞を認めた (図1)。介入開始時、JCS (Japan Coma Scale) I-1、口頭でのコミュニケーションでは中等度の構音障害を認めた。主訴は「しゃべりにくい」であった。筋力増強練習には消極的であったが、歩行練習には意欲的であった。既往には高血圧、脂質異常症、糖尿病、糖尿病性腎症があった。病前は妻と二人暮らし、key personは長男で、日常生活動作 (Activities of Daily Living: 以下ADL) および手段的ADLは自立していたが、長男からの情報では発症前は右膝痛あり、日中は臥床していることがほとんどとのことであった。介護保険は未申請であった。

本症例報告はヘルシンキ宣言に基づき、対象者およびその家族に同意は自由意志であること、目的、方法、データの取り扱いについて十分な説明を口頭および書面にて行い、書面にて同意を得た。また医

療機関情報及び個人情報等を匿名加工することで、患者が特定されないよう配慮を行った。

III. 理学療法評価および治療内容・経過

評価項目の初期評価から最終評価までの継時的変化について表1に示した。

1. 初期評価 (Z+30日)

Stroke Impairment Assessment Set (以下SIAS): 64点、右下肢のBrunnstrom Recovery Stage (以下BRS): Vであり、体幹筋力は徒手筋力検査 (Manual Muscle Test: 以下MMT) にて屈曲: 4、回旋 (Rt/Lt): 4/4であった。感覚では触覚にて右足底: 8/10、運動覚にて母趾: 4/5と軽度鈍麻を認めた。筋緊張はModified Arthworth Scale (以下MAS) にて右肘伸展および右膝伸展: 1+であった。協調性では踵膝テストにて右陽性であり、右下肢のプレーシングにて振戦を認めた。疼痛の訴えはなかった。起き上がりおよび端座位は自立、立ち上がりは支持物使用し監視、立位は前後および左右での著明な重心の偏倚はみられないが、骨盤後傾、左右股・膝関節屈曲、左右足関節背屈位であり支持物使用し監視、支持物なしでは左右および後方への動揺を認め軽介助であった。歩行は左右への動揺を認め、サークル型歩行器にて30mをFunctional Ambulation Categories (以下FAC): 2、独歩にて10mをFAC: 1であり、視線は下方注視、歩容は胸腰椎の回旋消失し、左右肩甲帯周囲筋の筋緊張亢進、左右肩関節外転位を認めた。また方向転換時および着

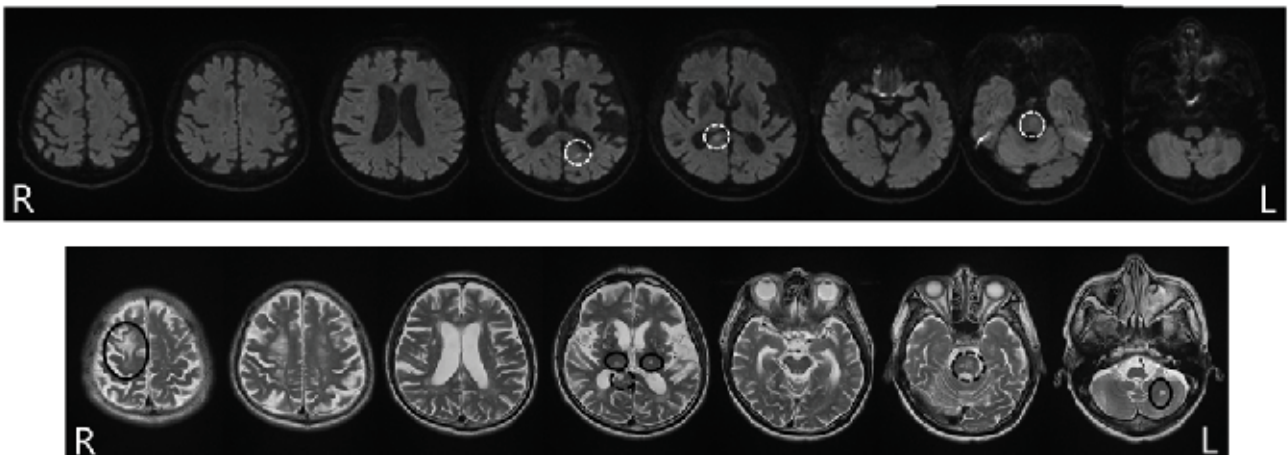


図1 Z+30日でのDWI (上) とT2強調画像 (下)

新鮮梗塞を点線、陳旧性梗塞を実線にて示した

表1 初期評価から最終評価までの継時的変化

| 評価項目 | | Z + 30 | Z + 69 | Z + 90 | Z + 119 | Z + 145 |
|--------------------|------------------|--------|--------|--------|---------|---------|
| BRS (Rt) | 上肢 | V | VI | VI | VI | VI |
| | 手指 | V | VI | VI | VI | VI |
| | 下肢 | V | V | V | V | V |
| SIAS (0-76 : 点) | | 64 | - | - | - | 73 |
| MMT (Rt/Lt) | 股関節屈曲 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 |
| | 伸展 | 3/4 | 4/4 | 4/4 | 4/4 | 4/4 |
| | 外転 | 3/4 | 4/4/ | 4/5 | 4/5 | 4/5 |
| | 内転 | 3/4 | 4/5 | 4/5 | 4/5 | 4/5 |
| | 膝関節伸展 | 3/4 | 3/4 | 3/5 | 3/5 | 3/5 |
| | 屈曲 | 3/4 | 3/4 | 3/4 | 3/4 | 3/4 |
| | 足関節背屈 | 4/5 | 4/5 | 5/5 | 5/5 | 5/5 |
| | 底屈 | 1/1 | 2/2 | 2/2 | 2/2 | 2/2 |
| | TCT (0-100 : 点) | | 100 | 100 | 100 | 100 |
| SARA (0-40 : 点) | | 15 | 8 | 5 | 4 | 4 |
| ABMS II (0-30 : 点) | | 24 | 28 | 28 | 29 | 30 |
| BBS (0-56 : 点) | | 22 | 35 | 37 | 38 | 48 |
| 10mWT (歩行器) | 時間 (s) | 12.5 | 10.1 | 10.7 | 10.4 | 7.4 |
| | 歩数 (steps) | 26 | 24 | 24 | 23 | 17 |
| 10mWT (独歩) | 時間 (s) | - | 12.8 | 10.5 | 10.2 | 9.1 |
| | 歩数 (steps) | - | 27 | 26 | 27 | 19 |
| TUG (歩行器) | 時間 (s) | 22.9 | 17.1 | 15.2 | 14.9 | 12.3 |
| TUG (独歩) | 時間 (s) | - | 14.5 | 13.4 | 13.4 | 11.3 |
| BI (0-100 : 点) | | 45 | 55 | 60 | 60 | 85 |
| FIM | 運動項目 (13-91 : 点) | 26 | 41 | 50 | 55 | 71 |
| | 認知項目 (5-35 : 点) | 15 | 16 | 16 | 18 | 20 |
| | 合計 (18-126 : 点) | 41 | 57 | 66 | 73 | 91 |

BRS : Brunstrom Recovery Stage、SIAS : Stroke Impairment Assessment Set、MMT : Manual Muscle Test、TCT : Trunk Control Test、SARA : Scale for the Assessment and Rating of Ataxia、ABMS II : Ability for Basic Movement Scale II、BBS : Berg Balance Scale、10mWT : 10m 歩行テスト、TUG : Timed Up and Go Test、BI : Barthel Index、FIM : Functional Independence Measure、- : 未評価項目

座での後方歩行時に小刻み歩行を認めた。BBS : 22点であった。

2. 治療内容および中間評価 (Z + 30日 ~ Z + 119日)

理学療法介入は概ね1時間/日であり、経過中は体調不良時を除き毎日実施された。治療は協力が得られる限りでの四肢および体幹の筋力増強練習に加え、基本動作練習、歩行練習(サークル型歩行器歩行、小型歩行器歩行、独歩)を実施した。基本動作

練習はバランス練習として、立位での支持基底面内での静的保持練習および支持基底面内での重心移動練習を中心に実施した。歩行練習は30 ~ 60mを4 ~ 10回、体調や疲労感に注意しながらサークル型歩行器歩行から小型歩行器歩行、独歩へと段階的に実施した。基本動作練習、歩行練習の課題は監視下にて実施できた段階で次の課題練習を開始し、状況に応じて複数の歩行練習(小型歩行器歩行と独歩など)や両上肢支持での横歩きや後方歩行練習を並行

し行った。この時期では筋力増強練習やバランス練習と比較し、症例が意欲的に行える歩行練習を中心として時間を配分し介入した。

Z + 69日にて、右下肢のBRS：Vと著変みられなかったが、MMTにて左右下肢の筋力向上を認め、体幹筋力も屈曲：5、回旋（Rt/Lt）：5/5と向上を認めた。感覚では触覚にて右足底：10 /10、運動覚にて母趾：5/5と改善を認めた。筋緊張はMASにてすべて0、協調性では踵膝テストにて左右ともに陰性であり、右下肢のプレーシングでの振戦は消失した。立ち上がりは支持物なしにて監視、立位姿勢は著変みられないが支持物使用し自立、支持物なしにて監視にて可能となった。歩容は著変みられないが左右への動揺は残存も軽減し、小型歩行器歩行にて60mをFAC：3、独歩にて30mをFAC：2、後方歩行時での小刻み歩行は残存も軽減を認めた。BBS：35点であった。

Z + 119日にて、MMTにて左下肢の一部の項目に向上を認めたが、立ち上がりおよび立位、歩行の介助量は著変みられなかった。歩行は小型歩行器歩行にて80m、独歩にて60mと歩行距離の延長を認める一方、歩容およびその他の項目の変化はわずかであった。

3. 治療内容および最終評価（Z + 119日～Z + 145日）

Z + 119日のBBSを参考に、BBS Keyformを作成した。BBS Keyformは評価項目を右側に、評価結

果を左側に表示させ、結果の点数にチェックを入れるよう活用する。評価項目に関して、座位保持などの難易度の低い項目は下部に、片足立ちなどの難易度の高い項目は上部に表示されるよう並び替えられている。Woodburyら⁸⁾はKeyformにおいて、下位項目の減点項目から5項目分の上位項目を確認し、減点項目が3項目以上あればその領域をTransition Zoneとしている。Transition Zoneは理学療法介入として適切な難易度にあるためShort-term goalsとして設定し、再評価にて改善みられれば次のTransition Zoneを設定していく。本症例のZ + 119日でのBBS Keyformは「1. 椅子からの立ち上がり」より減点を認め、そこから5項目分の上位項目のうち「4. 着座」、「10. 左右の肩越しに後ろを振り向く」の動作にて減点を認めたため、「1. 椅子からの立ち上がり」から「6. 閉眼立位保持」までをTransition Zoneと判断した。治療は難易度調整をしつつ実施し、「1. 椅子からの立ち上がり」、「4. 着座」では座面の高さや足部の位置を調整した起立着座練習を、支持物を使用せずに実施した。「10. 左右の肩越しに後ろを振り向く」では左右方向への重心移動練習や横歩きを両膝立ちから開始し、立位へと段階的に実施した。また両膝立ちから片膝立ちへの移行練習を実施した。この時期は歩行練習と比較し、バランス機能の改善を目的とした練習に時間を配分し介入を行った。

Z + 145日ではSIAS：73点、右下肢のBRSおよび

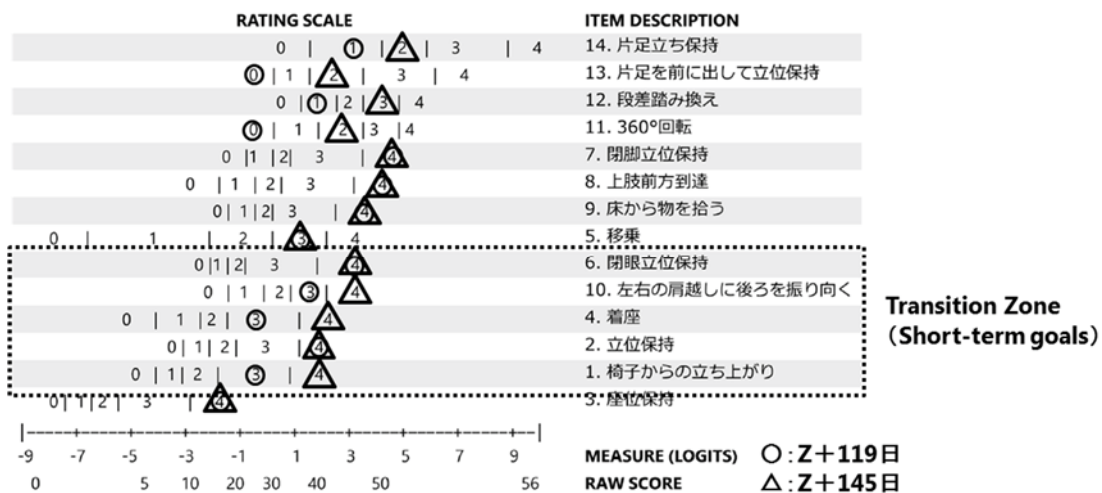


図2 Z + 119日およびZ + 145日のBBS Keyform

出典：文献⁷⁾の和訳を著者より拝受、一部改編。

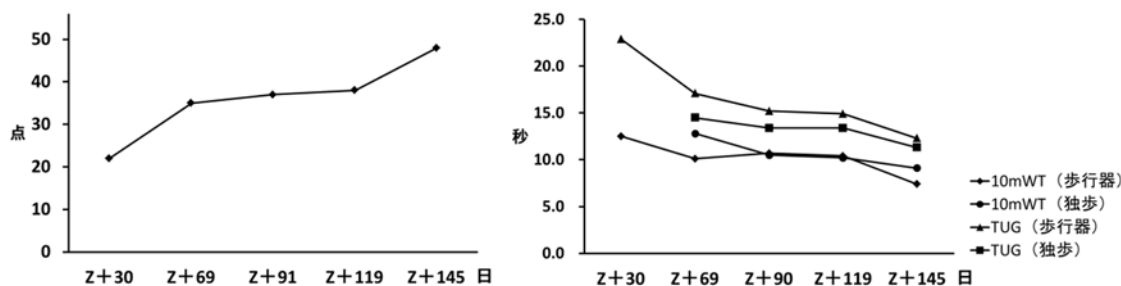


図3 BBS (左) および10mWT、TUG (右) の継時的変化

Z + 69日からZ + 119日までと比較し、BBS Keyformを活用したZ + 119日からZ + 145日では各項目にて改善みられている

筋力には著変みられなかったが、立ち上がりおよび立位は支持物なしにて自立、立位では骨盤後傾、左右股・膝関節屈曲、左右足関節背屈位残存も軽減を認めた。歩行は左右への動揺は消失し、小型歩行器歩行にて80mをFAC：4、独歩にて60mをFAC：3と介助量軽減を認め下方注視は消失、左右肩甲帯周囲筋の筋緊張亢進、左右肩関節外転は軽減し、後方歩行時に小刻み歩行はさらに軽減を認めた。BBS：48点であった。Z + 119日およびZ + 145日のBBS Keyformを図2に、BBSおよび10m歩行テスト（以下10mWT）、Timed up and Go Test（以下TUG）の継時的変化について図3に示した。

4. 最終評価から退院（Z + 145日～Z + 150日）

Z + 150日、屋内を小型歩行器歩行（一部独歩）、屋外を歩行車歩行にて自宅退院となった。

IV. 考察

本症例は多発性脳梗塞患者の後期亜急性期におけるバランス機能の低下に対し、BBS Keyformを活用した介入が有効であった症例である。本症例の新鮮梗塞部位の症状⁹⁻¹¹⁾として、橋上部正中から左側における皮質脊髄路の損傷にて右側の随意運動障害、橋核・橋小脳線維の損傷にて構音障害および右側の協調性障害、内側毛帯の損傷にて右側の触圧覚・深部感覚障害、右脳梁膨大部の損傷にて離断症候群、左後頭葉半球間裂面の損傷にて視覚野前部障害が推察された。

初期評価より、本症例での右側の随意運動障害や協調性障害、体側の触圧覚・深部感覚障害はそれらの損傷による影響と考えた。立位や歩行時の動揺は

両下肢の筋力低下および右下肢の随意性低下、感覚障害、筋協調性障害、筋緊張亢進による機能障害に加え、バランス機能の低下が生じていると考えた。脳卒中治療ガイドライン2021〔改訂2023〕¹²⁾では亜急性期以後のリハビリテーション診療について、歩行障害が軽度の患者に対して有酸素運動や筋力増強訓練を行うこと、脳卒中後の運動障害に対して課題に特化した訓練の量もしくは頻度を増やすこと、歩行障害に対して歩行機能を改善させるために頻回な歩行訓練を行うことが勧められる（すべて推奨度A）と明記している。患者背景として筋力増強練習は消極的であったこと、初期評価にて立ち上がり、立位は支持物使用にて監視および歩行はサークル型歩行器にてFAC：2と介助量は軽度であったこと、歩行練習に対し意欲的であったことに加え、自重を用いた課題指向型練習は下肢筋力を向上させ、パフォーマンスの改善をもたらす¹³⁾ことが報告されており、本症例にて歩行能力の向上を目的とした場合、歩行そのものを課題とした反復練習を通じて下肢筋力の向上を図り、歩行安定性向上へと繋げることが重要と考えた。そのため治療は歩行を中心とした介入を行うことで歩行機能が改善し、バランス機能の改善も見込めると考えた。

Z + 69日にてBBSや10mWT、TUG等の各指標の改善を認めたが、Z + 90日、Z + 119日での改善はわずかであった。Bernhardtら¹⁴⁾は脳卒中発症後7日から3ヶ月を早期亜急性期、3ヶ月から6ヶ月を後期亜急性期と定義している。Tamuraら¹⁵⁾は早期亜急性期脳卒中患者におけるBBSの臨床的に意義のある最小変化量（Minimal clinically important

difference : MCID) について、歩行介助群にて5点と報告している。本症例のBBSに関して、初期評価からZ + 60日までの変化はMCID以上であった。これは両下肢の筋力向上等、初期評価にて挙げた機能障害が改善したためと考える。一方、Z + 69日からZ + 119日での変化はMCID以下であった。Sherringtonら¹⁶⁾は高齢者を対象として、歩行練習を含まないバランス練習にて転倒率が減少したことを報告している。このことから、バランス機能の改善には歩行練習だけでなくバランス練習を実施することが重要と考え、治療内容を再考した。

本症例のバランス機能の特徴を把握し課題難易度を調整するため、Z + 119日でのBBSの結果よりBBS Keyformを作成した。Sibleyら¹⁷⁾はバランス制御システムを機能的安定性限界、運動器系、静的安定性、垂直性、反応的姿勢制御、予測的姿勢制御、動的安定性、感覚統合、認知的影響の9項目に分類している。BBSではそのうち垂直性、反応的姿勢制御、認知的影響を除いた6項目が評価されており、本症例ではBBS KeyformのTransition Zoneより「1. 椅子からの立ち上がり」、「4. 着座」では筋骨格系および予測的姿勢制御、「10. 左右の肩越しに後ろを振り向く」では機能的安定性限界、動的安定性、予測的姿勢制御が障害されていると考えた。また、重心制御の動的様式は静的姿勢保持、外乱負荷応答、随意運動(支持基底面内固定)、随意運動(支持基底面移動)に大別される¹⁸⁾。本症例の重心制御の動的様式について、「8. 上肢前方到達」では減点を認めなかったことから、支持基底面内での左右方向での随意運動(支持基底面内固定、支持基底面移動)の障害がバランス機能低下の原因と考えた。動作の獲得には運動学習の強化学習の視点から課題難易度の設定・工夫が重要である¹⁹⁾。そのためBBS Keyformにて適切な課題難易度を設定すること、すなわち筋骨格系および予測的姿勢制御の改善目的での起立着座練習や、機能的安定性限界、動的安定性、予測的姿勢制御の改善目的での左右方向への重心移動練習を座面の高さや両膝立ちから立位へと移行しながら、重心制御の動的様式を意識的かつ重点的に実施したことでバランス機能の改善し、BBSや10mWT、TUG等に反映したと考える。

本症例の限界として、症例研究でありバランス機能の改善にはその他の要因が影響している可能性があること、歩行練習とバランス練習の詳細の時間配分は不明であること、重心制御に関する客観的指標が未測定であることなどがあげられる。今後はBBS Keyformを活用しつつ、理学療法内容についての時間を観測した症例データの蓄積や、重心移動の変化等を測定し各指標との関連性を調査することが必要と考える。臨床ではバランス機能の低下は明白であるが、課題難易度の設定、治療の方法および内容の選択に苦慮する症例は少なくない。そのような症例において、BBS Keyformの活用は有効であると考ええる。

V. 付記

本症例報告に関連して、開示すべき利益相反(Conflict of Interest : COI)はない。

VI. 引用文献

- 1) 内山靖 : バランスと姿勢・活動. 理学療法ジャーナル. 36(4) : 223-232. 2002
- 2) Mansfield A, Inness EL, et al . : Stroke. Handb Clin Neurol. 159 : 205-228. 2018
- 3) Sibley KM, Beauchamp MK, et al . : Using the systems framework for postural control to analyze the components of balance evaluated in standardized balance measures : A scoping review. Arch Phys Med Rehabil. 96 : 122-132. 2015
- 4) Berg K, Wood-Dauphinee S, et al . : Measuring Balance in the Elderly : Preliminary Development of an Instrument. Physiotherapy Canada. 41 : 304-311. 1989
- 5) Blum L, Korner-Bitensky N. : Usefulness of the Berg Balance Scale in stroke rehabilitation : a systematic review. Phys Ther. 88 : 559-566. 2008
- 6) Velozo CA, Woodbury ML. : Translating measurement findings into rehabilitation practice. An example using Fugl-Meyer Assessment-Upper Extremity with patients

- following stroke : J Rehabil Res Dev. 48 : 1211-1222. 2011
- 7) Miyata K, Tamura S, et al. : Berg Balance Scale is a valid measure for plan interventions and for assessing changes in postural balance in patients with stroke. J Rehabil Med. 54 : jrm00359. 2022
 - 8) Woodbury ML, Anderson K, et al. : Matching Task Difficulty to Patient Ability During Task Practice Improves Upper Extremity Motor Skill After Stroke: A Proof-of-Concept Study. Arch Phys Med Rehabil. 97(11) : 1863-1871. 2016
 - 9) 廣谷和香 : 中脳・橋出血. 理学療法ジャーナル. 54(4) : 387-395. 2020
 - 10) 大槻美佳 : 脳梁および近傍領域損傷による高次脳機能障害. Jpn Neurosurg. 18(3) : 179-186. 2009
 - 11) 大村優慈 : リハに役立つ脳画像. メジカルビュー社、東京、2016、pp63-64
 - 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2021〔改訂2023〕. 協和企画、東京、2023、pp254-265.
 - 13) Bohannon RW. : Muscle strength and muscle training after stroke. J Rehabil Med. 39 : 14-20. 2007
 - 14) Bernhardt J, Kathryn SH, et al. : Agreed Definitions and a Shared Vision for New Standards in Stroke Recovery Research : The Stroke Recovery and Rehabilitation Roundtable Taskforce. NeurorehabilNeural Repair. 31(9) : 793-799. 2017
 - 15) Tamura S, Miyata k, et al. : The minimal clinically important difference in Berg Balance Scale scores among patients with early subacute stroke: a multicenter, retrospective, observational study. Top Stroke Rehabil. 29(6) : 423-429. 2022
 - 16) Sherrington C. Whitney JC, et al. : Effective exercise for the prevention of falls: a systematic review and meta-analysis. J Am Geriatr Soc. 56(12) : 2234-2243. 2008
 - 17) Sibley KM, Beauchamp MK, et al. : Using the systems framework for postural control to analyze the components of balance evaluated in standardized balance measures: a scoping review. Arch Phys Med Rehabil. 96(1) : 122-132. 2015
 - 18) 松田雅弘 : バランス制御システムと脳卒中理学療法. 「神経学エビデンスと結ぶ脳卒中理学療法」渡辺学 (編) . 中外医学社、東京、2022、pp177-188
 - 19) 道免和久 : 運動学習から考察するリハビリテーション臨床. Jpn Rehabil Med. 56 : 391-397. 2019