

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年5月11日現在

機関番号：22401

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21500482

研究課題名（和文）脳卒中歩行能力予測のための端座位バランス機能評価
～予測的姿勢制御の視点から～

研究課題名（英文）Assessment of sitting balance function for predicting the walking ability in stroke: a view of anticipatory postural control.

研究代表者

星 文彦 (Hoshi Fumihiko)

埼玉県立大学・保健医療福祉学部・教授

研究者番号：40165535

研究成果の概要（和文）：

脳卒中後の端座位レベルの機能回復状況において、歩行能力回復の可能性を予測する評価を予測的姿勢制御の視点から開発するための基盤研究を行った。端座位健側下肢拳上運動課題における下肢拳上時の身体重心移動に伴う体幹傾斜角度と歩行能力との関連性を検討した。慢性維持期の脳卒中患者においては、端座位健側下肢拳上に伴う体幹側方傾斜角度と歩行及び立位機能に有意な相関性が認められた。回復期脳卒中患者においては、健側下肢拳上中の最大体幹側方傾斜角度は、歩行可能群が有意に小さかった。健側下肢離床時には歩行可能群と不可能群に有意差が無かった。端座位で健側下肢拳上可能な脳卒中においては、立位機能の回復に関わらず端座位での自発運動に伴う予測的姿勢制御は機能しており、体幹や患側下肢の麻痺や筋力の回復により立位バランス機能が影響することが示唆された。

研究成果の概要（英文）：

The aim of this basic study was to examine an assessment that predicts the recovery of the walking ability from the aspect of anticipatory posture control in the function recovery state at the sitting level after the stroke. The tilting angle of the trunk associated with the body weight transfer during the motor task lifting the unaffected lower limb on the sitting was compared with the ability of walking and standing function. For the stroke patients of the chronic maintenance state, the tilting angle of trunk sideward on the motor task was correlated significantly to walking ability and standing function. For the stroke patients of the recovery state, the maximum tilting angle of trunk sideward on the motor task was small significantly for ambulatory group compared to unambulatory group. There was suggested that the anticipatory postural control on the sitting was maintained regardless of the recovery level following stroke, and the recovery of walking and standing function were influenced by the paralysis and the muscular power of trunk and affected lower limb related to the trunk stability.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2010年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2011年度	1,200,000	360,000	1,560,000
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：人間医工学・リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：脳卒中、端座位バランス機能評価、予測的姿勢制御、歩行能力、立位機能

1. 研究開始当初の背景

神経疾患に伴う姿勢制御の障害やバラ

ス障害の評価は、外乱刺激に対する姿勢応答の評価から自発運動に伴う姿勢調整能力の

評価に捉え方が変化し、動作に先行する予測的姿勢制御が重要視されてきている。例えば、立位における随意的上肢挙上やハンドル操作、歩行開始などみられる重心移動及び筋活動の分析である。一方、脳卒中における歩行能力獲得の可能性についての評価は、医療経済的立場からも求められているが、座位バランスと立位機能の関連性についての報告はなく、立位が取れない脳卒中患者の座位機能を評価することで、歩行能力の可能性を予測できれば、リハビリテーション医療に寄与できると考えられた。

2. 研究の目的

平成 21 年度

端座位での一側脚挙上運動における運動学的解析を行い、次の 4 つの運動戦略に伴う筋活動と下肢挙上前の姿勢変化を同定し、運動戦略と筋活動の関連性を明らかにすることである。運動戦略は、①戦略：体幹を支持側へ傾斜し足底を離床する戦略、②戦略：体幹を伸展位に保ったまま骨盤および体幹を支持側へ変位し足底を離床する戦略、③戦略：体幹を後方へ傾斜し足底を離床する戦略、④戦略：重心移動を行わず足底を離床する戦略の 4 戦略とした。

平成 22 年度

慢性期脳卒中片麻痺患者を対象に端座位で健側下肢挙上動作開始時に見られる重心移動に伴う体幹傾斜角度を計測し、立位バランス機能及び歩行能力との関連性を明らかにすることである。

平成 23 年度

回復期脳卒中患者を対象に、端座位での健側下肢挙上開始時にみられる身体重心移動に伴う体幹傾斜角度を計測し、歩行機能及び日常生活活動能力との関連性を明らかにすることである。また同時に 1 か月程度のリハビリテーション治療過程の中で、端座位での健側下肢挙上開始時にみられる身体重心移動に伴う体幹傾斜角度の変化や歩行機能及び日常生活活動能力の変化についても検討することである。

3. 研究の方法

平成 21 年度

対象は健康成年男性 13 名を対象に、端座位での右下肢挙上動作を上記 4 運動戦略に基づき、音・光合図にตอบสนอง早く挙上し 3-4 秒保持する課題を行い、その時の姿勢変化を 3 次元動作解析装置と市販の DVD カメラで記録した。同時に次の 8 筋から筋電図 (10Hz~500Hz) を導出した。各計測データは、合図の信号をそれぞれに出力し同期させた。導出筋は、右下肢挙上動作の主動作筋として、右

大腿直筋、支持脚 (左) 姿勢調整筋群として、前脛骨筋、ひらめ筋、大腿外側広筋、大腿二頭筋、中殿筋、および左右の脊柱起立筋の 8 筋とした。

平成 22 年度

対象は、本研究の趣旨及び実験内容について理解し協力及び参加を承諾して頂いた H 病院 (札幌市) の通所リハに通院している片麻痺患者 40 名、平均年齢 68.8 歳 (SD : 7.7) 男性 21 名、女性 19 名、介護度は支援 1 から介護 4 であった。運動課題は高さを調整できるプラットフォーム上に膝関節約 90 度の端座位から前方に設置した LED ランプの発光と音を合図に健側下肢股関節屈曲運動 (下肢挙上) を行い 3 秒停止する課題である。この運動課題開始前約 5 秒前から運動課題終了時までの姿勢変化と LED ランプ発光を前額面 (後方) と矢状面 (側方) よりデジタル VTR カメラ (JVC:GZ-X900) で記録した。ボディランドマーカを、第 7 頸椎突起、左右肩峰、第 4 腰椎突起、左右腸骨稜、大腿部遠位、第 1 足指部位貼付し、体幹傾斜角度計測基準とした。体幹傾斜角度は、運動開始合図前の安静姿勢と合図後下肢挙上開始を VTR から同定し静止画に変換し PC ディスプレー上で両姿勢間の角度変化を計測した。その角度と立位バランス機能として TUG (timed up and go) と 10m 歩行時間歩数及び下肢ブルンストローム回復段階 (BS) との相関性をスピアマンの順位相関で比較した。

平成 23 年度

対象は回復期病棟を持つ H 病院 (札幌市) の協力を得て、端座位が可能な脳卒中片麻痺患者で、研究への参加について同意を得た 24 名を対象とした。平均年齢 76.3 歳、男性 12 名、女性 12 名、左片麻痺 13 名、右片麻痺 11 名である。なお、2 名は、端座位で上肢支持が必要で下肢挙上不可であったので対象から除いた。1 名は歩行能力の計測データが不備であったため除外し、21 名を分析対象とした。体幹の傾斜角度は、被験者の後方から VTR カメラ (GZ-X900) で前額面の姿勢変化を記録し、画像計測ソフト Image J を用いて重力線を基準に角度計測を行った。ボディランドマーカを、第 7 頸椎突起、左右肩峰、第 4 腰椎突起、左右腸骨稜に貼付し、体幹傾斜角度計測基準とした。下肢挙上は自作のフットスイッチで離床を LED で発光させ VTR カメラに同時に収録した。歩行は TUG と 10 m 歩行時間を測定し、生活活動能力は FIM 及び BI を計測した。

4. 研究成果

平成 21 年度

右下肢挙上 (離床) 前の姿勢変化として、

4つの運動戦略に基づく体幹側方及び後方傾斜が3次元動作解析による座標変化及びDVDカメラの映像として確認できた。右下肢拳上動作の主動筋である右大腿直筋の活動開始を起点として、各筋の活動開始を筋電計のディスプレイ上で動作開始前の筋活動レベルを基準に目視し決定した。各運動戦略の各筋の活動開始を一元配置分析及び多重比較を行い検討した。①戦略では、左脊柱起立筋→左前脛骨筋・ひらめ筋や→右大腿直筋(主動筋)、②戦略では、左の脊柱起立筋→左の前脛骨筋・ひらめ筋や→左大腿外側広筋→右大腿直筋、③戦略では、左右脊柱起立筋・左前脛骨筋・ひらめ筋→右大腿直筋、④戦略では、右大腿直筋の活動後に他の筋群の活動が認められ、それぞれ統計的有意差が認められた。④戦略では本動作における予測的姿勢制御が機能しない可能性が示唆された(Fig. 1)。

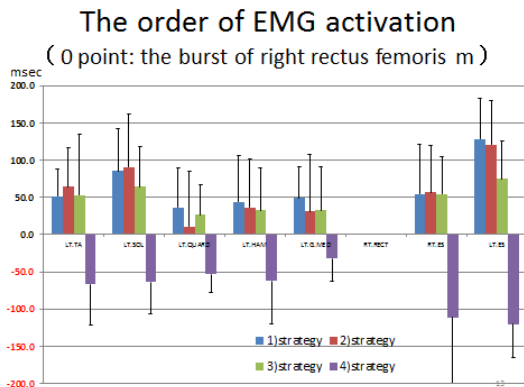


Fig. 1

平成 22 年度

左右傾斜角度は、TUG、10m 歩行時間、歩数、BS とそれぞれ 0.7、0.69、0.61、-0.54 で有意な相関性が認められた ($p < 0.05$)。体幹前後傾斜角度は、TUG、10m 歩行時間、歩数、BS とそれぞれ 0.3、0.3、0.21、-0.46 で相関性は低く、歩数との有意性は認められなかった。これらのことから、脳卒中片麻痺患者において、端座位での健側下肢拳上における重心移動時の左右への安定性が良い方が立位バランス及び歩行能力が高い傾向があることが示唆された。

平成 23 年度

歩行不可能群 12 名、歩行可能群 9 名が抽出され、それぞれの端座位での健側下肢拳上開始時の体幹傾斜角度は、平均 0.93 度と 0.75 度であり、健側下肢拳上中の体幹最大傾斜角度は、平均 3.57 度と 2.00 度であり、健側下肢拳上中体幹最大傾斜角度において有意差が認められた ($P < 0.05$, Fig. 2)。歩行不可能群と歩行可能群との生活活動能力に有意な違いが認められた ($p < 0.01$)。歩行可能群に

における体幹傾斜角度と歩行能力の関係については正の相関の傾向があるものの統計的有意差は認められなかった。

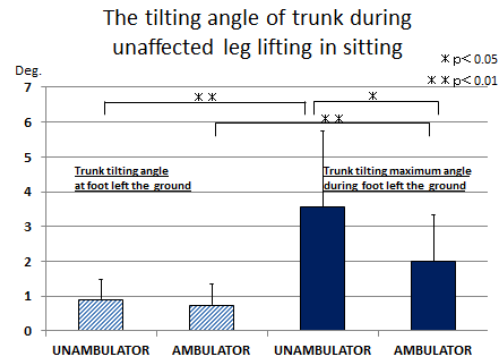


Fig. 2

これらのことから、回復期脳卒中患者における端座位健側下肢拳上動作における予測的姿勢制御は歩行能力の有無にかかわらず認められるが、下肢拳上後の体幹傾揺の安定性が歩行能力に関連することが示唆された。

全体的考察

バランス機能は、歩行中の歩行路や周囲の環境を把握し障壁を回避する運動戦略を立案する proactive mechanism と歩行中に障害物を跨いだり姿勢を変化させたり、バランスの崩れを予測しながら姿勢変換を行う predictive mechanism、さらに予測に反し足先が障害物にぶつかったり、バランスが崩れてしまったりした場合に姿勢を復元させ、バランスを維持する reactive mechanism の 3 つの要素から構成されている。

predictive mechanism は、本研究で対象とした姿勢制御に当たる。自発的に四肢を運動した時に生ずる姿勢の乱れに対して身体重心移動を調整することで姿勢の安定を維持するメカニズムである。本研究では、脳卒中を対象に端座位で健側下肢を拳上するときの predictive mechanism である身体重心移動を体幹が患側へ傾斜する体幹の傾斜角を用いてパラメータ化し、歩行能力との関連を明らかにしようとした。まず初めに端座位における一側下肢拳上運動における身体重心移動と体幹傾斜に関する運動戦略を 4 つに仮定し、下肢拳上瞬間の筋活動パターンから身体重心移動をしない下肢拳上運動戦略では、他の運動戦略に対して姿勢制御の相違が明らかとなり、重心移動としての予測的姿勢制御の必要性が確認できた。

次に慢性脳卒中を対象に、端座位での健側下肢拳上に伴う重心移動能力を反映する体幹傾斜角度と歩行能力の比較を行い、健側下肢拳上中の体幹の拳上側と反対側への動揺

が少なく垂直位に安定している能力を備えた対象が歩行能力の高いことが明らかとなった。

次に上記の慢性期の脳卒中のような機能的な違いが回復期の脳卒中にも当てはまるかどうかを検証した。回復期でまだ十分に機能的回復が得られていない対象から歩行可能群と歩行不可能群を抽出し、端坐位での健側下肢拳上における体幹傾斜角度の違いを比較した。結果は、足部離床の瞬間の体幹傾斜角度は両群に違いが認められなかったが、下肢拳上中の最大傾斜角度については、慢性期の脳卒中対象の結果と同様に歩行可能群が下肢拳上に伴う体幹傾斜角度が有意に少なく、体幹の動揺性が少ないことが明らかとなった。

本研究で明らかとなった興味深い点は、脳卒中においては、立位機能の回復に関わらず端坐位で健側下肢を拳上できる場合は、自発運動に伴う予測的姿勢制御は機能していることが確認され、さらに体幹や患側下肢の麻痺や筋力などの回復により立位バランス機能が影響することが示唆されたことである。

従って、端坐位や立位など各姿勢におけるバランス機能を評価する場合は、姿勢反射反応や予測的姿勢制御メカニズムだけでなく、体幹及び四肢の可動性や筋力などの筋骨格系の要素を含めた総合的機能を十分考慮することが重要であると言える。

本研究の結果は、端坐位での健側下肢拳上運動の観察から歩行機能を明確に予測する事象を明らかにすることが出来なかったが、端坐位での健側下肢拳上時の体幹運動の安定性が歩行機能に関連することは明らかにすることが出来た。

本研究の限界：脳卒中対象者の歩行能力や生活可動能力の回復過程と端坐位のバランス機能として健側下肢拳上時の体幹傾斜角度を長期的に対比することを計画していたが、協力病院の診療体制と対象者の重症度が高かったこともあり、回復期における1か月程度の短期の調査に止まってしまった。そのため、対象を継時的に調査することが十分にできなかったことが本研究の限界として考えられた。

今後の研究課題：本基盤研究で、脳卒中患者においては、端坐位における健側下肢拳上動作における反拳上側への重心移動という予測的姿勢制御能力が、歩行可能、不可能にかかわらず維持されていることが示唆され、歩行能力との関連では下肢拳上後の体幹動揺を少なくする体幹の安定を保證する総合的なバランス能力が重要であるように考えられた。今後、端坐位でのバランス機能と立位及び歩行機能との関連性をさらに明らかに

するために、端坐位での健側下肢拳上に伴うパフォーマンス能力の計測を加え、それと対比するパラメータとして立位及び歩行能力、生活活動能力の長期的継続的な計測を行っていくこととする。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計0件)

[学会発表] (計1件)

Fumihiko HOSHI: Anticipatory postural control during one-leg raising task from the sitting: 11th International Congress of the Asian Confederation for Physical Therapy, 11, October 2010, Bali-Indonesia

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

[その他]

ホームページ等
なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

星 文彦 (Hoshi Fumihiko)

研究者番号: 40165535

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし