

側方傾斜刺激に対する端座位バランスの検討

—重心位置からの解析—

小 沢 健 一¹⁾ 丹 羽 正 利¹⁾

小 國 英 一²⁾ 佐々木 誠 一³⁾

The analysis of sitting balance during lateral incline stimulation

—estimation of the center of gravity—

Kenichi Ozawa, Masatoshi Niwa,
Eiichi Oguni, Sei-Ichi Sasaki

抄 録

坐位バランスの良否を、簡便・客観的に計測することを目的とし、側方傾斜刺激時の重心の変位を測定した。被験者は、片麻痺患者6名と健常者5名を用いた。側方傾斜刺激は、ギャッジベッドを用い、角速度 $2^{\circ}/\text{sec}$ で側方に 5° ずつ傾斜刺激を段階的に増加させた。加える傾斜の方向は、健常者群の右側あるいは患者群の麻痺側方向へ倒す刺激を各々右側傾斜、麻痺側傾斜とし、その逆を左側傾斜、非麻痺側傾斜とした。重心の測定は、3次元DLT法によって算定し、傾斜角度 0° の時の重心位置が、傾斜角度の増加にともなってどれだけ変位したかを求めた。その結果、平均重心移動距離において、健常者群の左・右側で差が見られなかったが、患者群の麻痺・非麻痺側では麻痺側が大きくなる傾向にあった。これらは、片麻痺患者は四肢筋と比べ体幹筋の麻痺は左右差が明瞭ではないが、麻痺・非麻痺側で変位に差がでるような左右の体幹筋の働きに違いある可能性がある。

キーワード：重心

片麻痺患者
側方傾斜刺激
座位バランス
体幹筋

- 1) 健康科学大学 作業療法学科
- 2) 茨城県立中央病院 神経内科
- 3) 茨城県立医療大学 医科学センター

はじめに

坐位姿勢の保持は、特に脳卒中や頭部外傷など中枢神経系に障害のある患者に対する安定した日常生活動作遂行の基礎であり、この坐位の姿勢制御を調整することは、実際の訓練において効果的な運動を引き出すために重要である。生体の任意の部位の運動に際し、その反作用を受ける部位も同時に運動調節を実行することで、動揺を補正する。四肢の運動に対する体幹も、この様な運動調節が行われると考えられる。特に、運動障害からの機能回復を主な目的とするリハビリテーションの現場では、日常生活動作遂行の基礎となる坐位姿勢の安定は、効果的な運動を引き出すために重要である。

坐位姿勢保持を対象としたこれまでの研究では、健常者を対象に体幹傾斜反応を角速度を変化させて測定したもの⁶⁾、前後方向への外乱刺激を与えた時の体幹の反応を運動分析と表面筋電図を用いて解析したもの⁶⁾、外乱や傾斜刺激を与えた時の四肢・体幹の表面筋電図を解析したもの^{7),18)}などがある。また、脳血管障害患者など中枢神経系障害患者を対象に行われたものでは、坐位が自立して行えるかを左右の脳損傷で各々差があるかどうかを調査したもの¹⁾、坐位バランスと歩行能力との関係を調査したもの^{9),10),17)}など知られている。しかしながら、坐位の姿勢制御について、重心や立ち直りを詳細に検討した研究はほとんど見られない。

我々は、以前、片麻痺患者と健常者を対象として、端座位姿勢にて座面を側方に 5° ずつ傾斜させ、各々の傾斜角度での脊椎の側屈角度を測定し、健常者群の左側と右側および患者群の麻痺側と非麻痺側において有意な差がないことを報告した¹¹⁾。本研究では、ビデオ画像から、個体の重心を簡便に算定するDLT (Direct Linear Transformation) 法を用いて、坐位バランスの良否を、簡便・客観的に計測することを目的とし、側方傾斜刺激時の各々の傾斜角度での重心の水平および垂直成分の変位を測定した。

方 法

本研究では脳血管障害患者6名 (55 ± 8.4 歳) を対象とした。うち右片麻痺患者2名、左片麻痺患者4名で、病巣部位は、病巣は中大脳動脈の灌流域梗塞 (被殻・内包・視床を含む) が5例、皮質下出血 (前頭葉? 頭頂葉) が1例である。全例が発症から6ヶ月以上を経過していた。ブルンストロームステージは上肢Ⅲ-Ⅳ、下肢Ⅲ-Ⅳで、ADLは、自立しており、歩行、端座位が可能である。コントロールとして健常者5名 (28 ± 4.7 歳) を用いた。

側方傾斜刺激は、ギャッジベッド (Paramount A 5220、日本) を用い、電動リモコンを用い、角速度 $2^{\circ}/\text{sec}$ で側方に 5° ずつ傾斜刺激を段階的に増加させた。傾斜角度の計測には、上昇する座面上に角度計を設置した。被験者には、ギャッジベッド上でリラックスした端座位姿勢をとらせ、座面が傾いている間、できるだけ転倒しないように指示を与えた。側方傾斜刺激は被験者が転倒した時点で増加を中断した。加える傾斜の方向は、健常者群の右側あるいは患者群の麻痺側方向へ倒す刺激を各々右側傾斜、麻痺

側傾斜とし、その逆を左側傾斜、非麻痺側傾斜とした。

各々の傾斜角度での重心の測定は、3次元動作分析装置 3 DMADT Vr4.0 (トニーフィジカル、日本) を用い、DLT法を利用して求めた。DLT法は、被検者を4方向から撮影したVTRによって、身体各部に付けたマーカの位置(頭頂点、外後頭隆起、第7頸椎棘突起、肩峰、肘部、手関節部、第3指先、上前腸骨棘、膝蓋骨下部、足関節、恥骨結合部)を入力して重心の位置を算定するというものである。DLT法によって算定した重心の数値から、傾斜角度0°の時の重心位置が、傾斜角度の増加にともなって、水平および垂直成分がどれだけ変位したかを求めた。

有意差検定は、健常者群の右側と左側、および患者群の麻痺側と非麻痺側で、Studentのt検定を行った。

なお、本研究は、第一著者が以前所属した茨城県立医療大学附属病院において、茨城県立医療大学研究倫理委員会の承認および被験者の承諾を得て実施したものである。

結 果

側方傾斜刺激時の患者群の平均転倒角度は、麻痺側傾斜 $16.7 \pm 4.1^\circ$ 、非麻痺側傾斜 $17.5 \pm 4.2^\circ$ であった。健常者群の平均転倒角度は、左側傾斜 $31.0 \pm 2.2^\circ$ 、右側傾斜 $30.0 \pm 0.0^\circ$ であった。転倒角度について、患者群の非麻痺側と麻痺側、健常者群の左側と右側において有意な差は見られなかった ($p < 0.05$)。

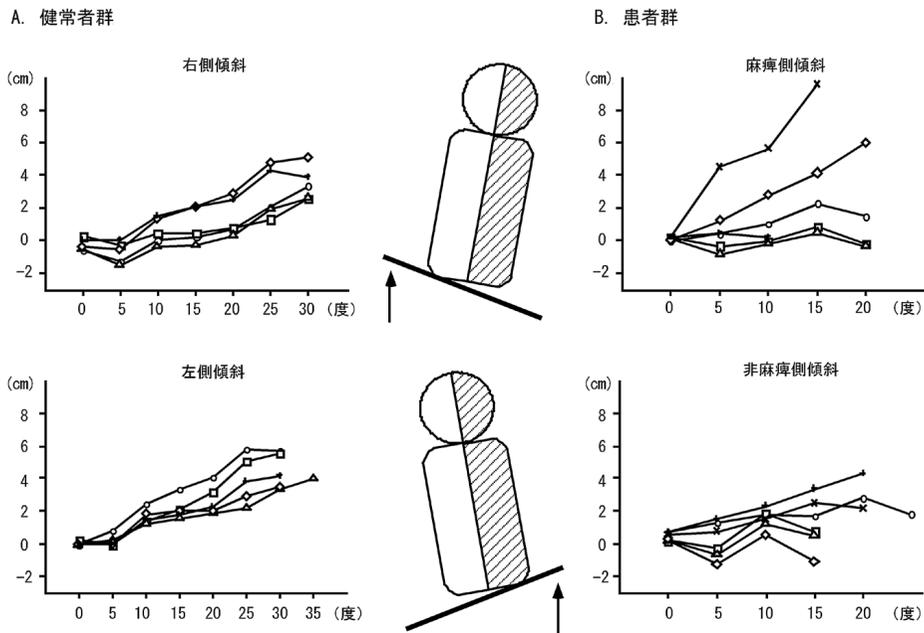


図1 側方傾斜刺激時の水平方向の重心移動距離。A：健常者群の右側と左側。B：患者群の麻痺側と非麻痺側。健常者群の右側あるいは患者群の麻痺側方向へ倒す刺激を、各々右側傾斜、麻痺側傾斜とし、その逆を左側傾斜、非麻痺側傾斜とする。横軸は側方傾斜刺激角度(度)、縦軸は移動距離(cm)。

表1 側方傾斜刺激時の健常者の最大重心移動距離 (cm±S.D.)

健常者		A	B	C	D	E	平均
水平方向	左側	5.9	5.7	4.1	3.6	4.3	4.7±1.0
	右側	3.5	3.1	2.8	5.3	4.5	3.8±1.0
垂直方向	左側	0.1	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4±0.2
	右側	3.4	1.8	3.8	0.9	0.3	2.0±1.5

表2 側方傾斜刺激時の患者の最大重心移動距離 (cm±S.D.)

患者		a	b	c	d	e	f	平均
水平方向	麻痺側	2.4	0.9	0.6	6.2	0.5	9.8	3.4±3.8
	非麻痺側	2.4	1.3	0.6	-0.1	4.0	2.0	1.7±1.4
垂直方向	麻痺側	0.4	0.8	0.0	0.2	-0.4	0.7	0.3±0.4
	非麻痺側	0.1	1.0	1.7	0.2	0.5	0.6	0.7±0.6

A. 健常者群

B. 患者群

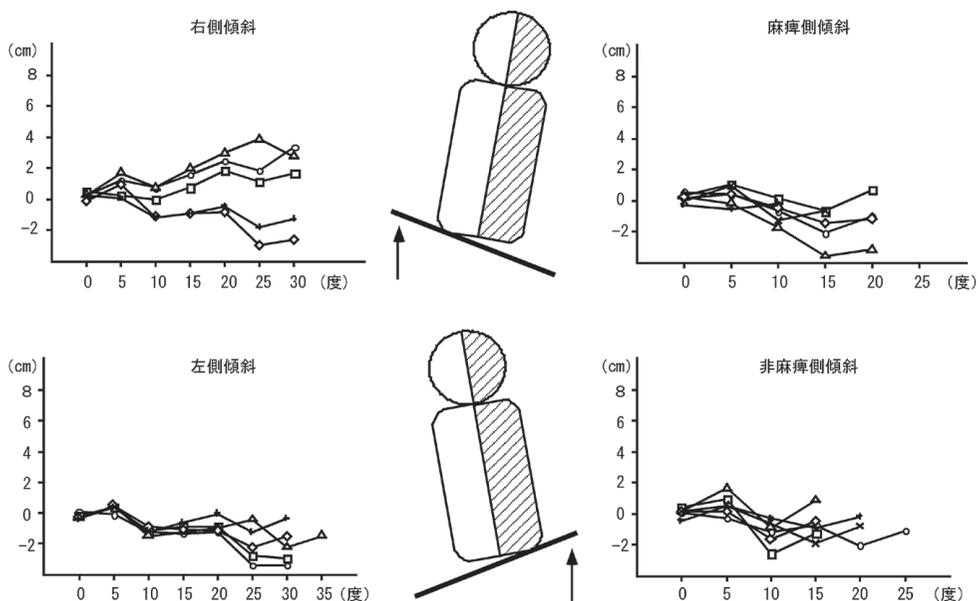


図2 側方傾斜刺激時の水平方向の重心移動距離。A：健常者群の右側と左側。B：患者群の麻痺側と非麻痺側。健常者群の右側あるいは患者群の麻痺側方向へ倒す刺激を、各々右側傾斜、麻痺側傾斜とし、その逆を左側傾斜、非麻痺側傾斜とする。横軸は側方傾斜刺激角度(度)、縦軸は移動距離 (cm)。

側方傾斜刺激による患者群の水平方向の平均重心移動距離は、麻痺側 1.5 ± 2.5 cm、非麻痺側 0.6 ± 1.4 cmであった。健常者群の水平方向の平均重心移動距離は、左側 2.3 ± 1.8 cm、右側 1.4 ± 1.8 cmであった。健常者群は、角度が増えるごとに水平重心移動

距離が増加しているが、患者群は数例を除いて、麻痺側、非麻痺側ともにあまり変化せず、また麻痺側傾斜では個人差が明瞭であった（図1）。側方傾斜刺激時の水平方向の最大重心移動距離を見ても、患者群の移動距離は少なかった（表1・2）。患者群の垂直方向の平均重心移動距離は、麻痺側 0.7 ± 1.1 cm、非麻痺側 0.4 ± 0.9 cmであった。健常者群の水平方向の平均重心移動距離は、左側 -1.0 ± 1.0 cm、右側 0.6 ± 1.7 cmであった。健常者群、患者群ともに、水平方向の重心移動距離に比べ、変化はあまり観察されなかった（図2）。側方傾斜刺激時の垂直方向の最大重心移動距離を見ても、健常者群・患者群ともにばらつきが大きかった（表1・2）。水平方向および垂直方向において、患者群の麻痺側と非麻痺側の平均移動距離に有意な差が認め、いずれも麻痺側が高くなる傾向にあったが、健常者群の左側と右側の平均移動距離に有意な差は認められなかった（ $p < 0.05$ ）。

考 察

転倒の限界角度について、健常者群は約 30° 、患者群は約 20° と両者間に違いがあった。健常者群と患者群の年齢による差を考慮しても、患者群は側方傾斜刺激に対する坐位保持機構が障害されていることが示唆された。側方傾斜刺激による転倒角度において、健常者群の左側と右側同様、患者群の麻痺側と非麻痺側では差は見られなかった。しかし、水平および垂直方向の平均重心移動距離において、健常者群の左側と右側では差は見られなかったが、患者群の麻痺側と非麻痺側では麻痺側が大きくなる傾向にあった。これらのことは、片麻痺患者の四肢筋の麻痺と比べ体幹筋の麻痺は左右差が明瞭ではないが、麻痺側と非麻痺側で変位の過程に差がでるような左右の体幹筋の働きに違いある可能性がある。

片麻痺患者の立位姿勢の解析から、外乱刺激に対する麻痺側の筋活動は有意な低下を認め、非麻痺側と麻痺側が異なる反応を呈しているとされている^{5),15)}。また、下肢筋への上位中枢からの入力是一片側性であることが調べられている^{2),3)}。一方、片麻痺患者の体幹筋の筋電図を用いた研究から、体幹の屈曲・伸展、および右回旋・左回旋時においても左右差が見出されなかったが、健常者と比べ筋活動は弱かった^{12),13)}。片麻痺患者の側方傾斜刺激時の各々の傾斜角度での脊椎の側屈角度を測定した結果、全体の曲がりの強さに左右差を認めなかった¹¹⁾。このように体幹筋は、上位中枢から両側性支配を受けていると考えられるが、本研究の結果や入力は左右半球同レベルでないとする研究^{4),8)}など、両側性支配の割合に疑問も生じる。体幹筋に関して、さらに脳血管障害患者の坐位の姿勢制御に関して、筋電図や動作分析を用いてより詳細な解析が必要であると考えられる。

結 論

片麻痺患者と健常者において、側方傾斜刺激時の重心の変位を3次元DLT法によって算定した。健常者群の左・右側で差が見られなかったが、患者群の麻痺・非麻痺側で

は麻痺側が大きくなる傾向にあった。これらのことから、片麻痺患者の体幹筋の麻痺は四肢筋と比べ左右差が明瞭ではないが、麻痺・非麻痺側で変位に差がでるような左右の体幹筋の働きに相違のある可能性が示唆された。

参考文献

- 1) Bohannon RW, Smith MB, Larkin, PA. Relationship between independent sitting balance and side of hemiparesis. *Physical Therapy*. 66 : pp. 944-945, 1986.
- 2) Brodal A. *Neurological anatomy - in relation to clinical medicine- third edition*, Oxford university press. pp. 180-293, 1981.
- 3) Carpenter MB. *Human neuroanatomy (seventh edition)*, The williams & wilkins company. pp. 238-284, 1976.
- 4) Dickstein R, Sheffi S, Ben Haim Z, Shabtai E, Markovici E. Activation of flexor and extensor trunk muscles in hemiparesis. *Am J Phys Med Rehabil* 79 : pp. 228-34, 2000.
- 5) Dietz V, Berger W. Interlimb coordination of posture in patients with spastic paresis. *Brain* 107 : pp. 965-978, 1984.
- 6) Forsberg H, Hirschfeld H. Postural adjustments in sitting humans following external perturbations : muscle activity and kinematics. *Exp Brain Res*. 97 : pp. 515-527, 1994.
- 7) 藤田信子, 榊田康彦, 山野薫ら. 椅坐位における側方傾斜刺激に対する頸部・体幹・四肢の筋活動—筋電図学的分析—. *理学療法学*. 17 : pp. 27-30, 1990.
- 8) Gandevia SC, Plassman BL. Responses in human intercostal and truncal muscles to motor cortical and spinal stimulation. *Respir Physiol* 73 : pp. 325-37, 1988.
- 9) 川手信行, 森義明, 水間正澄ら. 脳卒中片麻痺患者における坐位重心移動と歩行能力の関係について. *理学診療*. 6 : pp. 215-219, 1995.
- 10) 永井将太, 桜井宏明, 奥山夕子ら. 脳卒中片麻痺患者の坐位バランス定量的分類と歩行能力の関係. *理学療法学*. 25 : pp. 329-335, 1998.
- 11) 小沢健一, 荻原ゆかり, 小國英一, 渡部恵, 丹羽正利, 佐々木誠一. 片麻痺患者に対する側方傾斜刺激時における端坐位バランスの検討—脊椎側屈角度からの解析—. *Journal of Movement Disorder and Disability (運動障害)* 10 : pp. 57-61, 2000.
- 12) Tanaka S, Hachisuka K, Ogata H. Muscle strength of trunk flexion-extension in post-stroke hemiplegic patients. *Am J Phys Med Rehabil* 77 : pp. 288-90, 1998.
- 13) Tanaka S, Hachisuka K, Ogata H. Trunk rotatory muscle performance in post-stroke hemiplegic patients. *Am J Phys Med Rehabil* 76 : pp. 366-9, 1997.
- 14) 富田昌夫, 佐藤房郎, 宇野潤ら. 片麻痺の体幹機能. *PT ジャーナル*. 25 : pp. 88-94, 1991.
- 15) Wing AM, Goodrich S, Virji-Babul N. Balance evaluation in hemiparetic stroke patients using lateral forces applied to the hip. *Arch Phys Med Rehabil*. 74 : pp. 292-299, 1993.
- 16) 吉元洋一. 健常者における躯幹傾斜反応の測定? 電動式バランスボードを用いて?. *理学療法学*. 14 : pp. 305-310, 1986.
- 17) 吉元洋一. 片麻痺の姿勢反射機構と体幹立ち直り反応が歩行に及ぼす影響. *PT ジャーナル*. 25 : pp. 95

-100, 1991.

- 18) Zedka M, Kumar S, Narayan Y. Electromyographic response of the trunk muscles to postural perturbation in sitting subjects. *J Electromyogr Kinesiol* 8 : pp. 3-10, 1998.

Abstract

To evaluate simply and quantitatively sitting balance, the center of gravity was estimated during lateral incline stimulation in sitting. Subjects were 6 stroke patients with hemiparesis and 5 healthy subjects as normal controls. The lateral incline stimulation was gradually increased by 5° at angular velocity $2^\circ/\text{sec}$ by using electric type Gatch bed. The directions for lateral incline stimulation were defined the stimulation for right falling as right side incline stimulation, the stimulation for paralysis falling as paralysis side incline stimulation. The opposite side was defined as left side incline stimulation, unparalysis side incline stimulation respectively. The center of gravity was estimated with three dimensional DLT method and calculated the shift in the center of gravity during lateral incline stimulation. The difference was not found between left and right side of the healthy persons, however, it was found between paralysis and non-paralysis side of patients. These results suggest that there is the functional difference in trunk muscles between paralysis and non-paralysis side of patients with hemiparesis.

key words : the center of gravity
patients with hemiparesis
lateral incline stimulation
sitting balance control
trunk muscles