

発症早期の脳梗塞患者に対する側方傾斜面上での 座位練習の即時的効果

—体幹の角度と筋活動—

*Immediate Effects of Sitting Training on a Tilting Platform in the Early Post Stroke
Period: Analysis of EMG and Motion of the Trunk*

藤野 雄次¹⁾ 網本 和²⁾ 小泉 裕一¹⁾ 深田 和浩¹⁾
佐藤 大¹⁾ 門叶 由美¹⁾ 大塚 由華利¹⁾ 並木 未来¹⁾
外山 洋平¹⁾ 高石 真二郎¹⁾ 前島 伸一郎¹⁾

YUJI FUJINO¹⁾, KAZU AMIMOTO²⁾, YUICHI KOIZUMI¹⁾, KAZUHIRO FUKATA¹⁾,
DAI SATO¹⁾, YUMI TOGANO¹⁾, YUKARI OTSUKA¹⁾, MIKU NAMIKI¹⁾,
YOHEI TOYAMA¹⁾, SHINJIRO TAKAISHI¹⁾, SHINICHIRO MAESHIMA¹⁾

¹⁾Department of Rehabilitation, Saitama Medical University International Medical Center: 1397-1 Yamane, Hidaka-City,
Saitama, 350-1298, Japan. TEL+81 42-984-4367 E-mail: yujifuji@saitama-med.ac.jp

²⁾Division of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Tokyo Metropolitan University

Rigakuryoho Kagaku 27(4): 451-455, 2012. Submitted Feb. 2, 2012. Accepted Mar. 15, 2012.

ABSTRACT: [Purpose] The purpose of this study was to investigate the effects of sitting training on a tilting platform on acute hemiparetic patients. [Methods] Twenty stroke patients participated in this study. Intervention: The experimental group patients sat on a platform tilted 10° to the paretic side in the frontal plane. The control group patients sat on a horizontal platform. Both groups moved their trunks laterally to the non-paretic side 60 times. Assessment: Subjects sat on a horizontal platform and moved their trunk laterally to the left or right as much as they could. During this task, we measured the trunk angle and bilateral electromyographic activity. [Results] After intervention, both groups showed greater decrease in lateral bending to the paretic side. In the experimental group, the activity of the external oblique muscle on the affected side was significantly increased in lateral bending to the non-paretic side after the intervention. [Conclusion] These results suggest that tilting platform sitting training can improve EO muscle activity on the non-paretic side.

Key words: stroke, sitting, trunk

要旨: [目的] 側方傾斜面上における座位での側方移動練習が体幹の角度と筋活動に及ぼす即時的効果を明らかにすることである。[対象] 発症早期の脳梗塞患者 20 例とした。[方法] 対象を、練習中の座位が側方傾斜面上とする群と水平面上とする群に分類し、麻痺側から非麻痺側への座位側方移動練習を行わせた。効果測定のための課題は水平面上での安静座位と左右最大側方移動とし、体幹角度と筋活動量を介入前後に測定した。[結果] 麻痺側移動時の側屈角度は、両群とも介入後に有意に減少した。傾斜面で練習した群の非麻痺側移動時の麻痺側外腹斜筋の活動量は、介入後に有意に増加したが、水平面で練習した群では変化しなかった。[結語] 側方傾斜面上での座位練習は麻痺側外腹斜筋の活動を活性化させる。

キーワード: 脳梗塞, 座位, 体幹

¹⁾埼玉医科大学国際医療センター リハビリテーションセンター: 埼玉県日高市山根 1397-1 (〒350-1298) TEL 042-984-4367

²⁾首都大学東京大学院 人間健康科学研究科 理学療法科学域

受付日 2012年2月2日 受理日 2012年3月15日

I. はじめに

脳血管障害患者における座位バランスの改善は、急性期から日常生活動作能力 (Activities of Daily Living; ADL) を拡大する上で必要不可欠であり、機能的予後にも影響する¹⁻³⁾ことから、理学療法における主要な目標の一つとなっている。脳血管障害患者では体幹筋の選択的な活動が重度の障害を受け⁴⁻⁵⁾、座位における重心動揺が増加し、また重心移動範囲が減少することが明らかとなっている⁶⁻⁷⁾。この体幹の機能障害に対して、Deanら⁸⁾は慢性期脳血管障害患者20例を対象とした無作為化比較試験による前方リーチ練習の効果を検証し、前方リーチ練習がリーチ速度、麻痺側下肢への荷重や下肢筋活動の向上をもたらすことを示した。一方、Howeら⁹⁾は35名の急性期脳血管障害患者を対象に側方重心移動を改善させるための座位・起立練習の効果を検討し、側方重心移動の回復を目的としたプログラムは姿勢調節の改善に効果がなかったと報告している。しかし、これらの報告は下肢筋活動や起立・着座動作、床反力計によるバランス指標をアウトカムとしているため、体幹の機能的変化については十分明らかにされていない。また、体幹の活動は機能的な動作において回旋や側屈を伴っているにもかかわらず、体幹の屈曲・伸展と関連付けて述べられることが多い^{4,5,10)}。したがって、体幹の運動学的・筋電図学的分析による回旋や側屈動作を伴う練習の効果の検証が重要である。

これまでの座位バランス障害に対する介入の多くは前方リーチ動作のような矢状面上での動作に主眼がおかれてきたが、近年Nesら¹¹⁾によって座位での側方バランスの重要性が指摘されている。この報告では、側方バランスの回復がその後の機能的変化を最も反映することが示されている。また日常生活場面において、いざりや側方リーチなどは頻繁かつ目的的に行われる動作であることを考慮すると、臨床的にも側方の姿勢調整能力の改善は重要な課題の一つである。

藤田ら¹²⁾は、健常者に対して座面を側方傾斜させた際の体幹筋の活動について分析し、傾斜下位側の体幹筋群は安静を保持している時点から持続的に活動することを報告している。このことから、我々は麻痺側を下側として座面を側方傾斜させることで、姿勢保持に求められる麻痺側体幹筋の筋活動を促進する効果があると期待している。これまでに側方の座位姿勢制御に関する運動学的・筋電図学的分析は散見されるものの、側方の座位姿勢制御を主な治療対象とした介入研究はない。そこで本研究では、座位における側方の姿勢調節に着目し、傾斜面上での座位練習が体幹の角度と筋活動量に及ぼす即時的効果を明らかにすることを目的とした。

II. 対象と方法

1. 対象

2010年4月から2010年9月に埼玉医科大学国際医療センターに脳梗塞の診断で入院し、理学療法が処方された患者109例のうち、後述する取り込み基準および除外基準に合致した発症早期の脳梗塞患者20例を対象とした。取り込み基準は、初発の脳梗塞患者であること、神経症状や全身状態が安定していること、上下肢の支持なしで座位保持が可能であること、精神疾患や認知症がないこと、指示理解が可能であること、骨関節疾患がないこと、インフォームドコンセントが得られていることとした。除外基準は、両側病変や脳幹病変を有すること、あるいは運動が制限される呼吸・循環器疾患を有することとした。

対象者の内訳を表1に示した。対象者の年齢は 66.6 ± 8.2 歳 (平均 \pm SD)、身長は 161.0 ± 9.5 cm、体重は 63.1 ± 15.5 kgであり、右片麻痺13例、左片麻痺7例であった。Stroke Impairment Assessment Set¹³⁾ (SIAS) は 56.8 ± 15.4 点 (76点満点で得点が高いほど機能が良好)、Trunk Control Test¹⁴⁾ (TCT) は 51.1 ± 13.1 点であった (100点満点で得点が高いほど体幹機能が良好)。本研究参加までの期間は発症から 12.9 ± 6.3 日であった。

本研究は埼玉医科大学国際医療センターの研究倫理委員会の承認を得て実施した (承認番号09-078)。対象者には研究内容を書面にて説明し、同意を得た。

2. 方法

研究デザインは無作為化比較試験とし、対象者を麻痺側を下方に 10° 側方傾斜させた座面での練習群 (以下、傾斜群) と、水平な座面での練習群 (以下、水平群) に無作為に分類した。対象者に台座上に足底非接地・上肢支持なしで座位とさせ、麻痺側に傾いた状態から非麻痺側に向かって体幹を側方移動させた。対象者は、正面の壁に設置した垂直な紐を視覚的垂直手がかりとし、非麻痺側への体幹側方移動が視覚目標に達した後、制御可能な範囲で麻痺側に傾かせた。以上の手順で、座位での麻痺側から非麻痺側への体幹側方移動の練習を快適速度にて60回行わせた。

効果測定のための課題は、背もたれのない水平な台座上で、足底非接地・上肢支持なしで座位をとり、主観的正中位での姿勢保持を行う安静課題と、体幹を左右へ最大移動させる最大移動課題とした。介入の前後に効果を検証するための項目の測定を行った。対象者には、頭部や体幹の屈曲や回旋による代償動作を最小限とするために正面を注視させ、坐骨が座面から離れないよう説明し、可能な限り課題の動作が共通するように指示をした。教示内容は、「合図後、直ちに最大に右 (左) に体を傾けて姿勢を保持してください」とした。最大移動課題におい

表1 対象者内訳

対象者	年齢 (歳)	性別	身長 (cm)	体重 (kg)	麻痺側	病型※1	病巣※2	Brunnstrom recovery stage 上肢/手指/下肢	感覚障害 表在・深部	高次脳機 能障害※3	SIAS	TCT	群
A	74	男	158	49	左	アテローム	MCA	5/5/5	なし	0	74	61	傾斜
B	68	男	169	79	右	アテローム	MCA	5/3/4	なし	0	61	61	水平
C	74	男	168	65	右	心原性	MCA	5/4/4	軽度鈍麻	3	61	49	水平
D	66	女	137	43	左	アテローム	MCA	3/2/4	軽度鈍麻	1	36	48	傾斜
E	60	男	175	102	右	アテローム	MCA	2/1/3	軽度鈍麻	2	36	36	水平
F	48	男	176	91	右	心原性	ACA	5/5/3	中等度鈍麻	0	61	61	傾斜
G	70	男	157	56	右	アテローム	MCA	5/4/5	軽度鈍麻	3	74	61	傾斜
H	81	男	159	56	右	アテローム	MCA	3/3/3	軽度鈍麻	2	36	36	傾斜
I	68	女	149	44	左	アテローム	MCA	5/5/5	なし	0	74	74	水平
J	69	男	168	68	右	心原性	MCA	5/5/5	軽度鈍麻	3	61	61	傾斜
K	78	女	145	45	右	アテローム	MCA	5/5/5	軽度鈍麻	0	74	61	傾斜
L	68	男	160	67	左	アテローム	MCA	2/1/3	中等度鈍麻	1	61	36	水平
M	70	男	163	63	右	アテローム	MCA	3/3/3	中等度鈍麻	3	61	48	水平
N	53	男	163	55	左	アテローム	MCA	2/1/3	中等度鈍麻	1	48	37	水平
O	64	男	165	70	右	アテローム	MCA	2/1/1	軽度鈍麻	2	24	24	傾斜
P	53	男	166	73	右	ラクナ	MCA	5/5/4	軽度鈍麻	0	74	61	水平
Q	66	女	159	55	左	アテローム	MCA	4/3/4	軽度鈍麻	1	61	48	水平
R	71	男	162	59	右	アテローム	MCA	4/4/4	なし	2	61	61	傾斜
S	64	女	155	49	左	心原性	MCA	2/2/3	中等度鈍麻	1	36	36	傾斜
T	67	女	166	73	右	ラクナ	MCA	5/5/4	軽度鈍麻	0	61	61	水平

※1：アテローム；アテローム血栓性脳梗塞，心原性；心原性脳塞栓症，ラクナ；ラクナ梗塞

※2：MCA；中大脳動脈領域，ACA；前大脳動脈領域

※3：0；なし，1；半側空間無視，2；失語症，3；その他

ては非麻痺側・麻痺側・麻痺側・非麻痺側の順に各2回測定し，解析データには非麻痺側と麻痺側それぞれ2回の平均値を用いた．評価にはフレキシブルゴニオメータと表面筋電図が測定できる TRIAS システム (Biometrics 社製) を用い，安静課題および最大移動課題における体幹の角度と筋活動量を計測した．また，デジタルビデオカメラを被験者の4 m 後方と110 cm の高さに設定し，同期させて記録した．体幹角度の測定に際し，水平面上でフレキシブルゴニオメータセンサの歪みを補正した状態でゼロ設定を行った．較正後，屈曲・側屈角度測定用の2軸式センサと回旋角度測定用の1軸式センサを第8胸椎レベルを基準として長軸方向に設置し，屈曲・側屈・回旋角度を測定した．角度の算出は，屈曲角度は体幹前屈方向がプラス，側屈および回旋は非麻痺側方向をプラス，麻痺側方向をマイナスとして行った．表面筋電図測定の対象とする導出筋として，端座位における側方移動時に，主に体幹と骨盤の傾斜を制動する胸部傍脊柱筋 (Thoracic Paraspinal; TP) および外腹斜筋 (External Oblique; EO) を選択した¹⁵⁾．筋電図センサの貼付部位はTPが第12胸椎レベルでの棘突起外側3 cm，EOは第8肋骨外側下とし，両側に貼付した．

筋電図のAD変換のサンプリング周波数は1.0kHz，全測定時間は開始トリガーからの20秒間とした．解析デー

タの抽出には，サンプリング周波数60Hzで記録したデジタルビデオカメラ画像をもとに側方移動して姿勢を保持している時間を算出し，姿勢保持時間の中点を基準とした前後3秒間のデータを用いた．角度の定量的処理として，3点移動平均により平滑化した．同様に筋電図波形の定量的処理として，全波整流後に3点移動平均による平滑化を行い，積分筋電図 (Integrated Electromyogram; iEMG) を求めた．

統計学的分析として，傾斜群と水平群の対象者属性の比較に対応のないt検定と χ^2 乗検定を用いた．また，安静課題と最大移動課題それぞれにおいて体幹角度およびiEMGの介入前後の比較には，対応のあるt検定を用いた．統計ソフトはPASW statistics ver.18.0を使用し，有意水準は5%とした．

III. 結果

同意取得者に脱落者はなく，最終的な解析者は20例であった．2群間の対象者属性を表2に示した．年齢，性別，測定病日，麻痺側，SIAS，TCTは，いずれも2群間で有意差は認められなかった．

安静課題における傾斜群と水平群の介入前後での体幹の角度，iEMGを表3上段に示した．体幹の角度，

iEMGのどの項目にも有意な変化は見られなかった。

麻痺側への最大移動課題における体幹の角度、iEMGの結果を表3中段に示した。両群とも体幹の側屈角度は介入後に有意に減少した。

非麻痺側への最大移動課題における体幹の角度、iEMGの結果を表3下段に示した。傾斜群において、麻

痺側EO iEMGは介入後に有意な増加を認めた。その他、体幹屈曲・側屈・回旋角度、非麻痺側EO iEMG・TP iEMGおよび麻痺側TP iEMGに有意差はなかった。

IV. 考察

本研究の結果、前額面上での麻痺側から非麻痺側への体幹側方移動の座位練習は、座面の側方傾斜の有無に関わらず、麻痺側への最大移動課題における側屈角度を減少させることが示された。このことに関連して、富田ら¹⁵⁾は端座位での側方移動における体幹の立ち直りには移動側と反対側の脊柱起立筋と外腹斜筋が働くと報告している。鈴木ら¹⁶⁾は、座位における側方重心移動時の腹斜筋群の積分筋電値が、移動距離の増加に対して移動側では変化せず、反対側では増加するとしている。一方、移動側の体幹筋については、Davies⁴⁾は移動側と反

表2 対象者の属性

	傾斜群	水平群
年齢(歳)	68.5 ± 9.1	64.7 ± 7.1
性別(男/女)	7/3	7/3
測定病日	13.3 ± 7.2	12.3 ± 5.6
麻痺側(右/左)	7/3	6/4
SAIS	53.7 ± 18.9	59.8 ± 11.1
TCT	51.0 ± 14.1	51.1 ± 12.9

(平均 ± SD)

表3 傾斜群と水平群における介入前と後での体幹の角度、iEMG

(上段：安静課題，中段：麻痺側への最大移動課題，下段：非麻痺側への最大移動課題)

	傾斜群		水平群	
	介入前	介入後	介入前	介入後
角度(°)				
屈曲	17.6 ± 5.4	16.8 ± 5.4	18.0 ± 6.3	17.5 ± 6.4
側屈	0.8 ± 3.7	0.7 ± 3.5	-0.8 ± 3.0	-0.3 ± 3.6
回旋	1.1 ± 4.1	0.8 ± 3.9	-0.1 ± 4.6	0.6 ± 4.2
iEMG (mV · s)				
麻痺側EO	0.006 ± 0.003	0.008 ± 0.003	0.012 ± 0.004	0.012 ± 0.005
麻痺側TP	0.009 ± 0.002	0.011 ± 0.004	0.018 ± 0.005	0.019 ± 0.005
非麻痺側EO	0.007 ± 0.002	0.007 ± 0.002	0.018 ± 0.005	0.019 ± 0.006
非麻痺側TP	0.010 ± 0.003	0.009 ± 0.002	0.013 ± 0.005	0.014 ± 0.005
角度(°)				
屈曲	18.3 ± 6.3	19.1 ± 6.1	17.4 ± 6.7	17.7 ± 6.3
側屈	-4.8 ± 2.3	-0.8 ± 2.9 *	-4.3 ± 2.5	-1.0 ± 3.0 *
回旋	-1.4 ± 3.3	-2.1 ± 3.7	-0.7 ± 2.5	-1.0 ± 3.4
iEMG (mV · s)				
麻痺側EO	0.012 ± 0.005	0.015 ± 0.005	0.015 ± 0.004	0.015 ± 0.005
麻痺側TP	0.015 ± 0.006	0.017 ± 0.005	0.020 ± 0.006	0.019 ± 0.006
非麻痺側EO	0.014 ± 0.003	0.014 ± 0.005	0.020 ± 0.006	0.019 ± 0.005
非麻痺側TP	0.017 ± 0.007	0.016 ± 0.007	0.029 ± 0.009	0.030 ± 0.007
角度(°)				
屈曲	18.6 ± 6.0	18.6 ± 6.7	17.4 ± 7.2	16.7 ± 7.2
側屈	4.5 ± 2.2	3.4 ± 2.4	3.9 ± 3.0	3.8 ± 2.8
回旋	0.9 ± 2.9	0.6 ± 2.5	1.1 ± 2.0	1.5 ± 2.7
iEMG (mV · s)				
麻痺側EO	0.014 ± 0.004	0.026 ± 0.010 *	0.017 ± 0.007	0.016 ± 0.005
麻痺側TP	0.019 ± 0.006	0.024 ± 0.011	0.017 ± 0.008	0.018 ± 0.009
非麻痺側EO	0.016 ± 0.007	0.025 ± 0.010	0.023 ± 0.009	0.024 ± 0.011
非麻痺側TP	0.013 ± 0.008	0.022 ± 0.007	0.019 ± 0.006	0.016 ± 0.008

(平均 ± SD)

*：介入前後での有意差 (p<0.05)

対側の腹部筋が活動するには移動側の腹部筋の機能が必要であると述べている。この点に関して、鈴木ら¹⁶⁾も麻痺側方向への側方移動には一定の麻痺側腹斜筋群の筋活動を持続させることが重要であるとしている。

本研究での麻痺側への最大移動課題における側屈角度の減少、すなわち移動側と反対方向への側屈は、体幹の立ち直り角度が増加したことを表すものと考えられる。一方、下部体幹の筋活動は不変であったことから、本結果は、頭部と支持面との関係において身体を保持する対頸部一身体立ち直り反応を改善させたことを示唆している。ただし、本研究では第8胸椎を基準とした体幹角度の測定によるものであるため、頸部や上部体幹の運動パターンを明らかにすることは今後の課題である。

これに対して、非麻痺側への最大移動課題時の麻痺側EO iEMGでは、傾斜群で有意に麻痺側EO iEMGが増加した。このことに関連して、藤田ら¹²⁾は健常者を対象に椅子座位における側方傾斜刺激に対する頸部・体幹・四肢の筋活動を分析し、傾斜下位側の体幹筋群は安静を保持している時点から持続的に活動することを示した。すなわち、側方傾斜面上での練習は傾斜反応を誘発し、麻痺側体幹筋の筋活動を促進させることが示唆された。

一方、非麻痺側への最大移動課題におけるEO iEMGは有意に増加したが、体幹角度は変化しなかった。上條ら¹⁷⁾による左右体重移動課題時の体幹アライメントの分析結果において、非麻痺側移動時は上部体幹の傾斜は麻痺側移動時よりも小さいことが示されている。また、本研究の対象とした軽～中等度の運動麻痺者においては、非麻痺側への最大移動では介入前から頭部や上部体幹の定位が可能であったと考えられ、このこともEO iEMGの増加が体幹角度の変化を伴っていなかったことの要因であろう。

以上のように、麻痺側への最大移動課題では側屈角度が減少し、iEMGは不変であったのに対し、非麻痺側への最大移動課題ではiEMGが変化し、角度は変化しなかった。つまり、片麻痺患者における最大側方移動動作では、麻痺側方向と非麻痺側方向の動作パターンが異なっていた。本研究は側方傾斜面上での座位練習が体幹の角度と筋活動量に及ぼす即時的効果を検証したものであり、これにより非麻痺側最大移動時の麻痺側EO筋活動を改善させることが示された。したがって、片麻痺例の麻痺側体幹機能不全に対するアプローチとして本介入は有用であるといえる。今後は、中長期的な介入による効果や機能・能力的指標との関連性の検討が必要であり、運動麻痺や感覚障害、高次脳機能障害など重症度別の効果判定、さらに側方傾斜面上での座位練習の適応と限界についての分析の必要性がある。また本研究の限界として、筋活動の積分値を用いたことから群内での比較に留まっている点が挙げられ、片麻痺患者における筋電図学的な分析

手法を検討し、群間の効果検証が必要と考える。

引用文献

- 1) Prescott RJ, Garraway WM, Akhtar AJ: Predicting functional outcome following acute stroke using a standard clinical examination. *Stroke*, 1982, 13(5): 641-647.
- 2) Henley S, Pettit S, Tood-Pokropek A, et al.: Who goes home? Predictive factors in stroke recovery. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 1985, 48(1): 1-6.
- 3) Sandin KJ, Smith BS: The measure of balance in sitting in stroke rehabilitation prognosis. *Stroke*, 1990, 21(1): 82-86.
- 4) Davies PM: 富田昌夫監訳: Right in the middle成人片麻痺の選択的な体幹活動. シュプリンガー・フェアラーク東京, 東京, 1991, pp32-65.
- 5) Dickstein R, Shefi S, Marcovitz E, et al.: Anticipatory postural adjustment in selected trunk muscles in poststroke hemiparetic patients. *Arch Phys Med Rehabil*, 2004, 85(2): 261-267.
- 6) Genthon N, Vuillerme N, Monnet JP, et al.: Biomechanical assessment of the sitting posture maintenance in patients with stroke. *Clin Biomech*, 2007, 22(9): 1024-1029.
- 7) Tessem S, Hagstrom N, Fallang B: Weight distribution in standing and sitting positions, and weight transfer during reaching tasks, in seated stroke subjects and healthy subjects. *Physiother Res Int*, 2007, 12(2): 82-94.
- 8) Dean CM, Shepherd RB: Task-related training improves performance of seated reaching tasks after stroke. *Stroke*, 1997, 28(4): 722-728.
- 9) Howe TE, Taylor I, Finn P, et al.: Lateral weight transference exercises following acute stroke: a preliminary study of clinical effectiveness. *Clin Rehabil*, 2005, 19(1): 45-53.
- 10) Mercay UW, Mudie H: The nature of effects of stroke on trunk flexor and extensor muscles during work and at rest. *Disabil Rehabil*, 2002, 24(17): 875-886.
- 11) van Nes IJ, Nienhuis B, Latour H, et al.: Posturographic assessment of sitting balance recovery in the subacute phase of stroke. *Gait Posture*, 2008, 28(3): 507-512.
- 12) 藤田信子, 榎田康彦, 山野 薫・他: 椅座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*, 1990, 17(1): 27-33.
- 13) 千野直一: Stroke Impairment Assessment Set (SIAS) 新しい脳卒中機能評価表について. *リハ医学*, 1994, 31(9): 603-607.
- 14) Collin C, Wade DT: Assessing motor impairment after stroke: a pilot reliability study. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 1990, 53(7): 576-579.
- 15) 富田昌夫, 佐藤房郎, 宇野 潤・他: 片麻痺の体幹機能. *PTジャーナル*, 1991, 25(2): 88-94.
- 16) 鈴木俊明, 三浦雄一郎, 後藤 淳・他: The Center of the Body—体幹機能の謎を探る—第4版. アイベック, 東京, 2010, pp92-99.
- 17) 上條史子, 山本澄子: 脳卒中片麻痺者における体幹アライメントと歩行自立度との関係. *理学療法科学*, 2010, 25(4): 543-549.