



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	静止立位重心動揺に対する足・膝関節固定の影響
Author(s)	星, 文彦; 鈴木奈, 陽子; 清水, 薫
Citation	北海道大学医療技術短期大学部紀要, 9, 39-45
Issue Date	1997-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/37617
Type	departmental bulletin paper
File Information	9_39-46.pdf



原 著

静止立位重心動揺に対する足・膝関節固定の影響

星 文彦・鈴木奈陽子*・清水 薫**

The Effect of the Fixation of the Ankle and Knee Joints to Stationary Posturography

Fumihiko Hoshi, Youko Suzukuna*, Kaoru Shimizu**

Abstract

The purpose of this study was to examine the effects of the fixation of ankle and/or knee joints on standing balance. Ten young normal females, mean age 21.1 years, contributed to this study as subjects. In order to analyze the displacements of center of pressure, each subject stood on the posturography. We compared the results under the following conditions; (1) eyes open vs. closed without joint fixation, (2) eyes open vs. closed with only ankle joint fixation, (3) eyes open vs. closed with both knee and ankle joints fixation.

The results were as follows: (1) Visual input affected more on the displacement of center of pressure under non joint-fixed condition than that under joint-fixed. (2) The displacement of center of pressure decreased significantly with joint fixation, especially the ankle than that of both knee and ankle joints fixation. These results suggest that the sensitivity of somatosensory input, attention and concentration could be augmented by fixating the joints of lower extremity, and that ankle joint fixation may play an important role especially for regulation of the standing balance. These results support the clinical interventions as muscle strengthening and braces for the joints of lower extremity to the standing balance due to ataxic disease.

Key Words: Posturography, Joint fixation, Standing balance

要 旨

静止立位身体動揺性に対する足・膝関節固定

と視覚の影響について検討した。健康青年女性 10 名, 平均年齢 21.1 歳を対象に, 静的立位時の重心動揺と頭部体幹の動揺範囲を重心計と 3 次

北海道大学医療技術短期大学部理学療法学科

* ボバース記念病院リハビリテーション科

** 札幌市立病院理学診療科

Department of Physical Therapy, College of Medical Technology, Hokkaido University

* Department of Rehabilitation, Bobath Memorial Hospital

** Department of Physical Therapy, Sapporo General Hospital

元動作解析装置を用い計測した。計測条件は開眼閉眼各々について関節固定なし、足関節固定、足・膝関節固定の6条件とした。次のような結果が得られた。1. 立位重心動揺に対する視覚の影響は関節非固定時には大きく、関節固定時には少なかった。2. 立位重心動揺は、関節を固定することにより、特に足関節固定で明らかに減少した。これらの結果は、関節を固定することによる体性感覚情報への感受性の増加と注意や集中の効果が示唆された。また立位バランスの調整に対する足関節の構造的及び機能的な重要性が示唆された。臨床的には、失調症やシャルコ・マリー・トゥース病など立位バランス障害を呈する症例に対して行われている足関節の安定性を高めるための運動療法や装具療法の有用性を支持するものである。

1. はじめに

ある姿勢を一定の状態で保持しているとき、見かけ上停止しているように見えるが、身体は常時小刻みに動揺している^{1,2)}。静的な姿勢バランス機能は、この動揺を記録することにより評価され、静止立位重心動揺検査 (posutrography) として一般的平衡機能評価に位置づけられている^{1,2,3,4)}。立位重心動揺は、その動揺パターンにより求心型、び慢型、前後型、左右型、多中心型の5つに区分されるが、正常者では求心型、び慢型、前後型を示し、左右型は少ないとされている^{1,5)}。これは、身体、特に前後(矢状面)方向に運動自由度が高い関節構造特性も影響していると考えられる。また、失調症や脳卒中、脳性麻痺などの疾患による協調障害や四肢の機能不全は、重心動揺を増加させ立位バランス機能に支障をきたす⁵⁾。臨床においては、それらの協調障害や機能不全に対して、膝や足関節を固定する装具療法がしばしば適応される⁶⁾。しかしながら、装具療法の重心動揺性に対する効果についての報告は少ない^{7,8)}。本研究は、膝・足関節を固定することによる立位重心動揺と頭

部体幹の動揺性への影響を明らかにし、下肢関節の構造特性や臨床的視点から関節固定の意義を検討することを目的とした。

2. 対象及び方法

1) 対 象

対象は、健常女子10名で、平均年齢 21.1 ± 0.54 歳、平均身長 158.4 ± 3.75 cm、平均体重 50.45 ± 3.39 kgであった。

2) 方 法

立位重心動揺計測はGRAVICORDER SG-1 (アニマ社)を用い、頭部・体幹の動揺計測には三次元動作分析システムLOCUS III D (アニマ社)を用いた。関節固定には、CASTRIGHT 7 (アルケラ社)を使用し、ギブスを巻く要領で両側膝関節完全伸展位、足関節 90° にて固定した。被験者は、半袖、半ズボン、裸足とし、頭部・体幹の動揺を計測するために右肩峰より2cm下、右耳孔部分にLOCUS専用マーカを接着させた。計測条件は、開眼と閉眼に加え、それぞれ関節固定なし、足関節固定、足関節・膝関節固定の6条件とした。計測順序は、関節を固定する都合上、1)開眼・関節非固定、2)閉眼・関節非固定、3)開眼・足関節固定、4)閉眼・足関節固定、5)開眼・足関節膝関節固定、6)閉眼・足関節膝関節固定とした。計測姿勢は、両踵を付けた自然静止立位で、計測時間は30秒間とした。開眼計測時は、目の高さに合わせ前方3mの位置に設置した直径3cmの黒点を注視させた。また、重心動揺と頭部・体幹の動揺計測は、スタートの合図に合わせ同時に計測を開始し、できる限り時間を一致させるように努めた。

重心動揺計測と頭部・体幹の動揺計測項目を次に示す。

①重心動揺計測 (GRAVICORDER SG-1)

動揺距離 (LNG): 計測時間内の重心点の移動した全長を表す。

平均動揺速度 (LNG/T)：計測時間内の重心の移動速度の平均値を表す。

長方形面積 (REC AREA)：X・Y軸の動揺の最大幅で囲まれた長方形の面積を表す。

集中面積 (SD AREA)：重心動揺の最も集中した部分の面積を表す。

動揺の実効値 (RMS=Root Mean Square)：重心動揺のパターンの実効値（二乗平均の平方根）で正規化した値を表す。

X方向動揺の標準偏差 (SDX)：左右 (X) 方向動揺の標準偏差を表す。

Y方向動揺の標準偏差 (SDY)：前後 (Y) 方向動揺の標準偏差を表す。

②頭部・体幹の動揺計測

右耳孔のX方向 (左右) 及びY方向 (前後) の最大動揺幅

右肩峰のX方向 (左右) 及びY方向 (前後) の最大動揺幅

統計処理については、今回は、関節固定の影響を主に開眼、閉眼それぞれで検討したため、ONE-WAY ANOVA を用いて処理した。

3. 結 果

1) 開眼・閉眼比較

立位重心動揺は、関節固定をしない場合、SDY 以外の各項目で開眼の場合が有意に動揺は少なかった。関節を固定した場合は、LNG, LNG/T, SDY で有意に動揺が減少したが、その他の項目では有意差は認められなかった (表 1)。開眼の方が閉眼に比べ動揺性は低い傾向が伺われた。

耳孔・肩峰の動揺範囲については、X方向Y方向共に開眼閉眼の条件の違いによる変化は認められなかった。

2) 関節固定条件による比較

立位重心動揺は、関節を固定することにより減少することが明らかとなった (図 1～3, 表 2)。開眼閉眼共に、SDY を除き、各項目におい

表 1 重心動揺計測項目と固定条件
(開眼—閉眼間の t 検定)

重心動揺計測項目	固定条件		
	固定なし	足関節固定	足・膝関節固定
LNG	0.01	0.05	0.01
LNG/T	0.01	0.05	0.01
REC AREA	0.01	NS	NS
RMS	0.01	NS	NS
SDY	NS	0.05	0.05
SDX	0.01	NS	NS
SD AREA	0.05	NS	NS

各計測項目において、各関節固定条件での開眼—閉眼間の有意水準を示した。関節固定なしの場合に開眼—閉眼間で動揺性の差が大きい。

LNG：動揺距離, LNG/T：平均動揺速度, REC AREA：長方形面積, RMS：動揺実効値 SDX:X 方向動揺標準偏差, SDY:Y 方向動揺標準偏差, SD AREA：集中面積

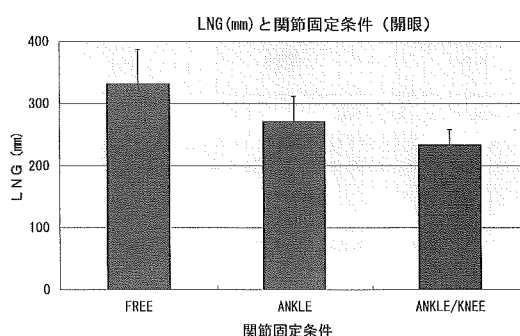


図 1 FREE：関節非固定, ANKLE：足関節固定, ANKLE/KNEE：足・膝関節固定時の動揺距離の平均値と SD, t 検定：FREE-ANKLE $p < 0.05$, FREE-ANKLE/KNEE $p < 0.01$

て関節非固定と足関節固定、関節非固定と足・膝関節固定間では関節を固定することにより立位重心動揺は有意に減少していた。しかし、足関節固定と足・膝関節固定との間では、有意差は認められなかった。また、SDY においても、関節固定と非固定の比較では関節固定の場合が動揺性は低く、閉眼での関節非固定と足関節固定間には有意差が認められた。これらのことより、立位重心動揺は下肢関節、特に足関節を固定することにより減少すると言える。

頭部体幹の動揺範囲については (表 3), 耳孔

表2 立位重心動揺検査項目と関節固定条件（分散分析）

	関節非固定	足関節固定	足・膝関節固定	ANOVA
LNG mm	開眼	331.7 (55.3)	271.2 (41.1)	233.4 (24.8) P<0.01
	閉眼	485.5 (87.8)	345.3 (78.8)	319.2 (58.8) P<0.01
LNG/TIME mm/sec	開眼	10.7 (2.1)	8.9 (1.4)	7.6 (1.0) P<0.01
	閉眼	15.6 (3.3)	11.2 (2.6)	10.4 (2.0) P<0.01
REC AREA mm ²	開眼	4.7 (1.9)	2.4 (0.8)	1.9 (0.9) P<0.01
	閉眼	7.1 (3.3)	3.5 (1.8)	2.7 (1.3) P<0.01
RMS mm	開眼	6.4 (1.5)	5.2 (1.5)	4.5 (1.1) P<0.05
	閉眼	7.4 (1.8)	5.0 (1.0)	5.2 (1.8) P<0.05
SDX mm	開眼	4.2 (1.3)	2.3 (0.5)	1.8 (0.4) P<0.01
	閉眼	4.6 (1.6)	2.7 (0.7)	2.1 (0.5) P<0.01
SDY mm	開眼	4.7 (1.1)	4.6 (1.6)	4.1 (1.1) NS
	閉眼	5.6 (1.3)	4.1 (0.8)	4.7 (1.8) NS
SD AREA mm ²	開眼	82.2 (38.9)	44.3 (20.2)	30.3 (12.8) P<0.01
	閉眼	109.8 (63.5)	47.5 (20.0)	42.5 (23.5) P<0.01

平均値と（ ）内 SD

SDY 以外の計測項目に ONE-WAY ANOVA で有意差あり t 検定：SDY 以外関節非固定と足関節固定，関節非固定と足・膝関節固定間足関節固定と足・膝関節固定間には有意差無し

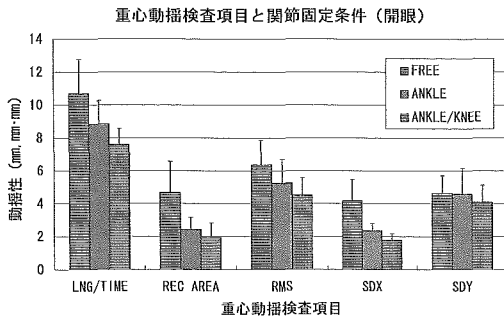


図2 FREE：関節非固定，ANKLE：足関節固定，ANKLE/KNEE：足・膝関節固定時の平均値とSD
LNG/TIME：平均動揺速度，REC AREA：長方形面積，RMS：動揺実効値 SDX:X 方向動揺標準偏差，SDY:Y 方向動揺標準偏差
t 検定：
LNG/TIME; FREE-ANKLE $p<0.05$,
FREE-ANKLE/KNEE $p<0.01$
REC AREA; FREE-ANKLE $p<0.05$,
FREE-ANKLE/KNEE $p<0.01$
RMS;FREE-ANKLE/KNEE $p<0.01$
SDX;FREE-ANKLE $p<0.01$,
FREE-ANKLE/KNEE $p<0.01$

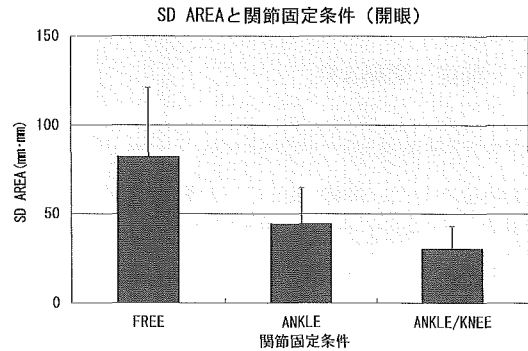


図3 FREE：関節非固定，ANKLE：足関節固定，ANKLE/KNEE：足・膝関節固定平均値と SD
t 検定：
FREE-ANKLE $p<0.01$
FREE-ANKLE/KNEE $p<0.01$

の X 方向動揺範囲には関節固定条件の違いによる有意な変化は認められなかった。閉眼での Y 方向動揺範囲には関節非固定と足関節固定及び足・膝関節固定間に有意差が認められ，関節を

表3 頭部・体幹動揺範囲と関節固定条件（分散分析）

		関節非固定	足関節固定	足・膝関節固定	ANOVA
耳孔 X方向 cm	開眼	3.3 (0.6)	3.2 (1.1)	2.9 (0.8)	NS
	閉眼	3.4 (0.9)	3.0 (0.7)	3.0 (0.7)	NS
耳孔 Y方向 cm	開眼	2.8 (1.3)	2.4 (1.2)	1.6 (0.3)	NS
	閉眼	2.6 (1.0)	1.7 (0.2)	1.6 (0.3)	p<0.01
		関節非固定	足関節固定	足・膝関節固定	ANOVA
肩 X方向 cm	開眼	2.9 (0.6)	2.9 (1.0)	2.7 (0.7)	NS
	閉眼	3.0 (0.8)	2.6 (0.6)	2.8 (0.8)	NS
肩 Y方向 cm	開眼	2.2 (0.5)	1.5 (0.1)	1.4 (0.3)	p<0.01
	閉眼	2.4 (0.7)	2.0 (0.7)	1.7 (0.6)	NS

平均値と（ ）内 SD

耳孔Y方向閉眼，肩Y方向開眼の項目に ONE-WAY ANOVA で有意差あり

t 検定：耳孔Y方向閉眼；関節非固定と足関節固定で p<0.01

関節非固定と足・膝関節固定間で p<0.01

耳孔Y方向開眼；関節非固定と足・膝関節固定間で p<0.05

肩Y方向開眼；関節非固定と足関節固定で p<0.01

関節非固定と足・膝関節固定間で p<0.01

肩Y方向閉眼；関節非固定と足・膝関節固定間で p<0.05

固定することによりY方向の動揺範囲は減少した。開眼では関節非固定と足・膝関節固定間に有意差が認められ，足関節と膝関節を固定することによりY方向の動揺範囲は減少した。肩峰の動揺範囲については，X方向では耳孔と同様有意差は認められなかった。Y方向については，閉眼で関節非固定と足・膝関節固定間に有意差が認められ足・膝関節を固定することにより動揺範囲は減少した。開眼では関節非固定と足関節固定及び足・膝関節固定間に有意差が認められ関節を固定することにより動揺範囲は減少した。従って，頭部体幹の動揺性は，関節を固定することによりY方向の動揺性は減少する傾向があると言える。

4. 考 察

1) 視覚の影響について

立位バランスを維持する上での視覚情報の重

要性はよく知られていることである^{1,2)}。本研究においても，重心動揺については関節固定を行わなかった場合はSDYを除き開眼時の方が有意に動揺性は減少した。しかし関節を固定した場合は，LNGとLNG/T，SDYを除き有意差が認められず，関節固定をしなかった場合に比べ視覚情報の効果は少ないことが示唆された。これは，第1に関節が固定されることによる関節の構造的に動揺性が減少することが考えられるが，さらに関節周囲や足底を硬質なもので包み固定することによる触覚や圧覚など体性感覚からの情報が増加したこととそれに対する感受性や注意，集中が増加したためと考えられる^{9,11)}。

頭部体幹の動揺範囲については，開眼と閉眼による有意な違いは認められなかった。これは，動揺範囲として最大移動幅を測定しているため動揺のパラツキを反映していることが考えられ

測定の妥当性も問われると思われる。なお、重心動揺検査プロトコールにおいても、X方向Y方向への最大動揺値はバラツキが大きいため各方向の動揺の標準偏差(SDXとSDY)を左右・前後方向への動揺性の指標としてるのが一般的である⁵⁾。また一方では、立位重心動揺の測定は重心計の検出台上にかかる圧力の中心を計測しているため、厳密には身体的位置関係とは同期した変化を示すとは限らないことを反映したものと考えられる^{3,10,12,13)}。

2) 重心動揺と関節固定条件について

重心動揺検査の各項目と関節固定条件の比較では、SDYを除き関節を固定した場合の方が動揺性は有意に減少した。特に開眼の場合は関節の固定が増すに従って動揺性の減少傾向を示したが、足関節固定と足・膝関節固定間には開眼閉眼共に有意差は認められなかった。身体の動揺は、身体の構造上関節の可動性に関連していることが考えられる。特に静止立位に於いては足関節の動揺がより直接的に重心動揺に反映するものと考えられる。また、足関節及び膝関節の構造は、前後方向(Y方向)・屈曲伸展方向への可動性が高く左右方向(X方向)・外転内転方向への可動性は低い。これらのことから、足関節及び膝関節を固定することにより、左右方向(X方向)の動揺性が前後方向(Y方向)に比べより制限されたものと考えられる。足関節と膝関節固定については、静止立位の動揺により直接的に影響を与える足関節の可動性を制限させることで、より効果的に重心動揺を減少させることができると考えられる。これは、健常者及び脳性麻痺を対象とした足関節固定の静止立位重心動揺に及ぼす影響についての報告^{7,8)}を支持するものである。従って、失調症や脳性麻痺、脳卒中、シャルコ・マリー・トゥース病など静止立位の動揺性やバランス障害を来す症例に対して行われている運動療法及び装具療法において、足関節の安定性を強化することの重要性を

保証するものと考えられる。

3) 重心動揺と頭部体幹の動揺範囲について

重心動揺と頭部体幹の動揺範囲に関する関節固定の効果は、その計測しているものの違いがあるが、重心動揺では前後方向(Y方向)への動揺性の変化には有意差が認められなかったのに対し、頭部体幹の動揺範囲についてはY方向で有意に動揺範囲が減少する結果となった。これは、重心計により検出される圧中心は身体の動揺と同期しているように思われるが、実際には一概に身体の動揺、言い換えれば身体の重心位置の変化そのものを反映しているとは言えないと考えられる^{3,10,12,13)}。また関節固定の効果が重心動揺と頭部体幹の動揺範囲とは相反する結果となったが、結果として関節固定は身体動揺の総和を減少する効果があることが示唆された。

5. ま と め

1. 静止立位身体動揺性に対する下肢関節固定と視覚の影響について検討した。
2. 立位重心動揺に対する視覚の影響は関節非固定時には大きい、関節固定時にはその効果は半減し、関節周囲及び足底から体性感覚情報への感受性の増加と注意や集中の効果が示唆された。
3. 立位重心動揺に対する関節固定の影響は、関節を固定することにより動揺性は明らかに減少した。特に足関節を固定することによる効果が大きかった。これは、立位バランスの調整に構造的及び機能的に主要な役割を果たして足関節の可動性を制限することで、安定性を増加させたことが示唆された。
4. これらの結果は、失調症やシャルコ・マリー・トゥース病などの立位バランス障害を呈する症例に対して行われている足関節の安定性を高めるための運動療法や装具療法の有用性を保証するものである。

引用文献

- 1) 中村隆一, 齋藤 博: 基礎運動学第4版, 296-301, 医歯薬出版, 1992, 東京.
- 2) 加我君孝: 重心動揺検査法・・・検査の意義. 検査と技術, 23: 296-299, 1995.
- 3) 田口喜一郎: 重心動揺検査法・・・原理・装置・取り扱い. 検査と技術, 23: 301-304, 1995.
- 4) 内山 靖: 理学療法機器. 14 重心動揺計. 理学療法, 11: 459-466, 1994.
- 5) 宮田英雄: 重心動揺検査法・・・検査の実際. 検査と技術, 23: 305-311, 1995.
- 6) 中村隆一監訳: 神経内科リハビリテーションにおける装具学. 43-90, 医歯薬出版, 1995, 東京.
- 7) 月村泰治・小竹森一浩・有野浩司・他: 関節固定が直立能力に与える影響——足関節固定について. リハ医学, 28: 1077-1078, 1991.
- 8) 月村泰治・川島 明・月村泰規・他: 足関節固定が直立能力に及ぼす影響について——脳性麻痺について. リハ医学, 29: 1163, 1992.
- 9) Cook A. S. and Woollacott M.: Motor Control; Theory and Practical Applications. 119-142, Williams and Wilkins, 1995, Baltimore.
- 10) Panzer V. P., Bandinelli S. and Hallett M.: Biomechanical Assessment of Quiet Standing and Changes Associated with Aging. Arch Phys Med Rehabil, 76: 151-157, 1995.
- 11) 渡辺 悟: 立位姿勢の調整機構. 総合リハ, 13: 87-93, 1985.
- 12) 藤原勝男・小山吉明・池上晴夫・他: 立位姿勢における身体動揺の分析. 姿勢研究, 2: 1-8, 1982.
- 13) 藤原勝男・池上晴夫・岡田守彦: 立位姿勢における足圧中心位置およびその規定要因に関する一考察. 姿勢研究, 4: 9-16, 1984.