

健康女性の重心動揺変化に及ぼす諸因子

白井喜代子 合田典子 岡崎愉加 神 文雄¹⁾ 太田武夫²⁾

要 約

妊娠中の体型変化は姿勢変化をもたらし、このためにおこる重心移動がマイナートラブルを起こす原因となることが考えられる。そこで、健康女性37人を対象に、重心動揺を起こす因子と考えられる体型要因に着目した基礎的検討を行い、以下の結果を得た。

- 1) 重心動揺測定項目の中で、重心動揺距離、包絡面積、重心動揺面積の項目は、開眼時より閉眼時が有意に数値が大きく、X軸方向動揺平均、Y軸方向動揺平均の項目は、開眼時と閉眼時とで差がなかった。
- 2) ロンベルグ姿勢での開眼及び閉眼重心動揺検査では、座高、下肢長に正の相関が、肥満度に負の相関があることが示唆された。

キーワード：重心動揺，直立姿勢，健康女性，体型

はじめに

妊娠に伴う形態的变化は著明である。通常測定する身体周囲径では、胎児成長に伴う腹囲の変化が最も大きく、平均20cm増大する。トップバスト・アンダーバストは各々約10cm増大し、殿部周囲径は6cm、大腿周囲径も3cm増大すると言われている¹⁾。そして、このような胎児発育や皮下脂肪沈着による体重増加は、全妊娠期間で7~13kgにもなるとされる²⁾。

このため体重増加が体の前方にかかるようになり、ともすると腹壁が弛緩し、体の重心が前方に移動する。そこでバランスをとろうとして腰椎の前彎が増し、骨盤がますます下へ傾くようになる³⁾。

このような妊娠に伴う姿勢の変化は、脊柱起立筋の短縮や下肢筋群の負荷を促し、機能低下や姿勢の不安定を生じさせることになる⁴⁾。臨床的には、背部痛や腰痛をおこし妊婦のマイナートラブルの代表になっている³⁾。従って、安定した姿勢は

バランスが取れていて安定感があるだけでなく、関節や筋肉への負担が少なく、エネルギー消費が少ないため安楽であり機能的である³⁾。

このように妊娠中の体型変化が姿勢の変化に影響していることから、体型による立位姿勢制御に不安定性をきたす因子を明らかにする必要があるのではないかと考えた。そこで、今回健康成人女性を対象に、身体動揺を中心にした基礎的検討を行ったので報告する。

対象及び方法

成人健康女性37人(年齢平均 21.7 ± 0.6 歳)を対象とした。測定項目および方法は以下のとおりである。

1. 重心計による平衡性測定項目

アニメ社製のグラフィコーダ(GS-10)TYPE-Aを使用して、開眼時と閉眼時の重心動揺を測定した。初めに開眼時重心動揺を測定し、次いで閉眼時重心動揺を測定した。測定時間は各々60秒であ

岡山大学医療技術短期大学部専攻科助産学特別専攻

1) 岡山大学医療技術短期大学部一般教育

2) 岡山大学医療技術短期大学部看護学科

る。重心計に裸足で乗り、両足内縁を接した Romberg 姿勢をとらせた。両上肢は体側に接し、自然に下垂させた。開眼時には眼の高さの前方2.8mを注視させた。これにより求めた測定値は、以下の5項目である。

- 1) 重心動揺距離 (LNG)：重心動揺図の軌跡の総距離
- 2) 包絡面積 (Env. Area)：重心動揺図の軌跡で囲まれた面積
- 3) 重心動揺面積 (Rec. Area)：重心動揺図の軌跡の外周に接する長方形の面積
- 4) X軸方向動揺平均 (MX)：左右方向の動揺の平均値
- 5) Y軸方向動揺平均 (MY)：前後方向の動揺の平均値

2. 形態

身長、体重、座高、下肢長、肩幅、腰幅、足幅、

足底面積の計測に加えて、体脂肪率を測定した。体脂肪率の測定には、タニタ製 TBF501脂肪計付ヘルスメーター、タニタ製体内脂肪計 TBF102、九州ケット株式会社製 BFT-3000体脂肪計の3種類を使用した。皮下脂肪厚は、ヤガミ製キャリパーを用い上腕後部を測定部位とした。

3. 疲労度

労研式フリッカー疲労測定機を用い測定した。

結 果

1. 開眼時と閉眼時の重心動揺値の比較

結果は表1に示した。重心計による重心動揺測定項目5項目のうち、開眼時と閉眼時において有意差を認めたものは、重心動揺距離、包絡面積、重心動揺面積の3項目であった。

2. 重心動揺値間の相関

開眼時および閉眼時における、重心動揺測定項

表1 開眼時と閉眼時の重心動揺値の比較

	重心動揺距離 (LNG)cm	包絡面積 (Env. Area)cm ²	重心動揺面積 (Rec. Area)cm ²	X軸方向動揺平均 (MX)cm	Y軸方向動揺平均 (MY)cm
開眼時	68.7±15.2	2.7±1.2	6.1±2.5	-0.2±0.4	1.6±1.5
閉眼時	93.0±29.1	3.6±1.9	8.3±4.3	-0.1±0.4	1.4±1.5

** < 0.01 * < 0.05

表2 重心動揺値間の相関

	重心開眼時動揺距離	包絡開眼時面積	重心開眼時動揺面積	X軸開眼時動揺平均	Y軸開眼時動揺平均	重心閉眼時動揺距離	包絡閉眼時面積	重心閉眼時動揺面積	X軸閉眼時動揺平均	Y軸閉眼時動揺平均
開眼時重心動揺距離	1.000	0.585	0.553	0.242	-0.192	0.900	0.659	0.674	0.041	-0.179
開眼時包絡面積	0.585	1.000	0.959	0.174	-0.139	0.458	0.677	0.711	0.060	-0.297
開眼時重心動揺面積	0.553	0.959	1.000	0.050	-0.166	0.431	0.615	0.640	-0.037	-0.320
開眼時X軸方向動揺平均	0.242	0.174	0.050	1.000	-0.021	0.212	0.165	0.132	0.689	0.015
開眼時Y軸方向動揺平均	-0.192	-0.139	-0.166	-0.021	1.000	-0.180	-0.093	-0.119	0.078	0.893
閉眼時重心動揺距離	0.900	0.458	0.431	0.212	-0.180	1.000	0.735	0.736	-0.017	-0.184
閉眼時包絡面積	0.659	0.677	0.615	0.165	-0.093	0.735	1.000	0.978	0.025	-0.204
閉眼時重心動揺面積	0.674	0.711	0.640	0.132	-0.119	0.736	0.978	1.000	0.025	-0.258
閉眼時X軸方向動揺平均	0.041	0.060	-0.037	0.689	0.078	-0.017	0.025	0.025	1.000	0.139
閉眼時Y軸方向動揺平均	-0.179	-0.297	-0.320	0.015	0.893	-0.184	-0.204	-0.258	0.139	1.000

目5項目間の相関を求めると表2のようになった。高い相関が認められた項目は、以下のとおりであった。閉眼時包絡面積と閉眼時重心動揺面積($\gamma=0.98$)、開眼時包絡面積と開眼時重心動揺面積($\gamma=0.96$)、開眼時重心動揺距離と閉眼時重心動揺距離($\gamma=0.90$)、開眼時Y軸方向動揺平均と閉眼時Y軸方向動揺平均($\gamma=0.89$)。

3. 身体計測値

結果は表3に示した。

4. 身体計測値と重心動揺値との相関

結果は表4に示した。

5. フリック値と重心動揺値との相関

結果は表5に示した。

考 察

人の身体平衡の調節機構には①視器、迷路、自己・外受容器から開発される平衡反応②小脳の働きによる頭部、四肢、体幹の協同運動制御機構③抗重力筋緊張④小脳の働きによる頭部、四肢、躯幹の協同運動がある⁵⁾⁶⁾。

人体での直立姿勢における動揺の検査は、揺らぎを肉眼的に観察しようとするRombergの閉眼閉脚の負荷検査に始まり、種々の方法が考えられ

表3 身体計測値

項目	数値(単位)
身長	158.8±5.1 (cm)
座高	86.3±2.4 (cm)
下肢長	81.0±3.6 (cm)
肩幅	35.6±1.2 (cm)
腰幅	30.2±1.1 (cm)
足幅(右)	9.1±0.4 (cm)
足幅(左)	9.0±0.5 (cm)
足底面積	300.6±25.5 (cm ²)
体重	52.0±5.9 (kg)
脂肪率(TBF-102)	26.1±5.0 (%)
脂肪率(TBF-501)	26.9±4.9 (%)
脂肪率(BFT-3000)	26.4±2.8 (%)
BMI	20.6±2.3
肥満度	-6.2±10.6 (%)
平均皮下脂肪厚	14.7±4.2 (mm)

た後、現在では重心動揺計が製作され、良く使用されるようになった⁵⁾。

重心動揺検査は、立位姿勢での重心を足底面で捉え、これを記録する方法である。しかし、厳密には足底面にかかる体重圧の中心であり、足底中

表4 身体計測値と重心動揺値との相関

	重 心 動 揺 距 離	開 眼 時 包 絡 面 積	開 眼 時 重 心 動 揺 面 積	開 眼 時 X 軸 動 揺 平 均	開 眼 時 Y 軸 動 揺 平 均	閉 眼 時 重 心 動 揺 距 離	閉 眼 時 包 絡 面 積	閉 眼 時 重 心 動 揺 面 積	閉 眼 時 X 軸 動 揺 平 均	閉 眼 時 Y 軸 動 揺 平 均
身長	0.285	0.192	0.193	0.287	-0.323	0.234	0.304	0.270	0.207	-0.276
座高	0.257	0.206	0.205	0.251	-0.183	0.154	0.279	0.228	0.164	-0.086
下肢長	0.322	0.361	0.349	0.336	-0.213	0.290	0.391	0.363	0.212	-0.272
肩幅	0.090	0.060	0.056	0.037	-0.194	0.100	0.192	0.161	0.076	-0.280
腰幅	0.024	-0.054	-0.091	0.158	-0.109	0.120	0.168	0.088	0.022	-0.070
足幅(右)	0.089	0.083	0.157	0.091	-0.090	0.128	0.092	0.115	0.090	-0.073
足幅(左)	0.020	-0.003	0.025	0.193	-0.072	0.027	-0.012	-0.016	0.212	-0.083
足底面積	-0.002	-0.143	-0.104	-0.090	-0.146	0.032	-0.022	-0.023	-0.090	-0.083
体重	-0.075	-0.110	-0.127	-0.097	0.106	0.049	0.108	0.074	-0.091	0.023
脂肪率(TBF-102)	-0.253	-0.183	-0.210	-0.205	0.280	-0.132	-0.069	-0.084	-0.184	0.167
脂肪率(TBF-501)	-0.240	-0.173	-0.206	-0.204	0.289	-0.127	-0.062	-0.072	-0.182	0.172
脂肪率(BFT-3000)	-0.373	-0.309	-0.332	-0.378	0.325	-0.324	-0.296	-0.256	-0.334	0.224
BMI	-0.235	-0.222	-0.241	-0.259	0.281	-0.081	-0.059	-0.072	-0.202	0.170
肥満度	-0.233	-0.220	-0.239	-0.256	0.282	-0.079	-0.056	-0.069	-0.198	0.172
平均皮下脂肪厚	-0.226	-0.248	-0.241	-0.318	0.216	-0.195	-0.146	-0.156	-0.147	0.229

表5 フリッカー値と重心動揺値との相関

重心動揺測定項目	フリッカー値
開眼時重心動揺距離	0.198
開眼時包絡面積	0.046
開眼時重心動揺面積	0.011
開眼時X軸方向動揺平均	0.305
開眼時Y軸方向動揺平均	0.114
閉眼時重心動揺距離	0.109
閉眼時包絡面積	0.107
閉眼時重心動揺面積	0.064
閉眼時X軸方向動揺平均	0.313
閉眼時Y軸方向動揺平均	0.108

心と呼ぶべきであるが、重心位置に近似することから重心動揺と呼ばれている⁷⁾。

重心動揺検査には次のような意義があると考えられている。①平衡障害の有・無・程度の把握として、平衡障害のスクリーニング、疾患経過の観察、治療効果の判定が可能である。②病巣局在診断が特異的な症例では可能である。③平衡機能の発達、加齢による変化が捉えられる。④直立制御機構の解析が可能である⁵⁾。すなわち、重心動揺の観察は神経科・耳鼻科・眼科では平衡機能検査として、リハビリテーション関係では肢体不自由者の機能検査や経過観察の検討、作業適正の検討を目的として、又、神経科関係では心身活動の検査として臨床分野では幅広く活用されている。又、スポーツ医学の分野でも基礎体力測定として用いられている⁸⁾。

重心動揺に影響を与える要因としては年齢変化⁹⁾、身長・体重による差異¹⁰⁾、性差¹¹⁾、心拍¹²⁾との関係等が報告されている。しかし、年齢変化以外は要因と重心動揺との間に統計的な有意差は認められていない⁵⁾。

正常者の重心動揺の特徴として年齢変化では、重心動揺面積は10歳代後半までは年齢と共に減少し、10歳代後半から20歳代にかけて最も動揺性が少なく、以後年齢と共に再び動揺性が増すとされる⁵⁾。そこで、今回の実験は重心動揺の安定している年齢での体型要因による重心動揺変化について、開眼時と閉眼時の身体の平衡性について重心動揺

計を用いて検討を行ったものである。

一般的に、物体の安定性は①重心が低いこと②支持基底面が広いこと③重心線が支持基底面内を通ること¹³⁾と言われている。

立位姿勢での重心位置を考えるにあたり人体は左右対称でなく、前後、上下は非対称の為、体型としては矢状面、前額面、水平面の三平面要因と体重等を測定した。矢状面は身長、座高、下肢長であり、前額面は肩幅、腰幅、足幅であり、水平面は足底面積である。

重心動揺を経時的に測定することにより、人の直立姿勢は静止した状態にあるのではなく、身体の各部位は僅かながら動揺し、重心位置を一定に保つようバランスを取っていることが確認できた。

重心動揺距離、包絡面積、重心動揺面積はいずれも閉眼状態が開眼状態よりも有意に数値は大きかった。しかし、左右、前後の動揺平均に開眼時と閉眼時との差は無く、開眼時及び閉眼時共に重心位置は支持基底面内を通り、足長の1/2より前方で、左右方向では中央よりやや左側の場所であった。

正常者の重心動揺において、閉眼状態で数値が大きくなる事は既にいくつかの報告がある⁵⁾¹⁴⁾¹⁵⁾¹⁶⁾。今回測定した開眼時と閉眼時の重心動揺に関する5項目の数値を、20歳代¹⁶⁾の各々の重心動揺数値と比較してみたが、当研究の方がいずれも低値であった。

そして、今回の重心動揺値間の相関に関する結果から、重心動揺は重心動揺距離によって示される距離と、包絡面積と重心動揺面積によって示される面積と、X軸及びY軸によって示される動揺平均の三つの指標から成ることが分かったが、それぞれがどのような因子によって左右されるかが今後の検討課題と考える。

又、今回の結果からは、座高や下肢長は重心動揺と正の相関傾向が、肥満度については負の相関傾向が示唆された。すなわち、座高が高い人や下肢長の長い人は、重心動揺値が大きくなり姿勢の安定性に欠けることが考えられる。一方、体重が身長に比べ重く肥満度の高い人は、重心動揺値が小さく姿勢の安定性には有利になることが推測さ

れる。

身体計測値の他に重心動揺と比較的正の相関が見られたのは、フリッカー値における開眼時及び閉眼時のX軸動揺平均であった。両眼視セクター方式による疲労測定方法においては、フリッカーの数値が大きくなるに従い、左右方向での重心動揺が大きくなる傾向を認めた。

ま と め

以上を要約すると次の2点にまとめられる。

- 1) 重心動揺測定項目の中で、重心動揺距離、包絡面積、重心動揺面積の項目は、開眼時より閉眼時が有意に数値が大きく、X軸動揺平均、Y軸動揺平均の項目は、開眼時と閉眼時とで差がなかった。
- 2) ロンベルグ姿勢での開眼及び閉眼重心動揺検査では、座高、下肢長に正の相関が、肥満度に負の相関が示唆された。

今回の研究は、重心動揺に関する基礎的研究であるが、これによる測定がほぼ三つの指標を有していること、体型やフリッカーとある程度の相関があることから、妊婦の姿勢変化を把握する一方法であり、これを用いて、重心移動によるマイナートラブル出現の予防に活用できるのではないかと考えられた。

文 献

- 1) 小森尚子：女のからだとマタニティライフウェア。ペリネイタルケア4：100-102, 1985.
- 2) 真柄正直：最新産科学。文光堂，東京，86，1995.
- 3) 松本清一（監）妊産婦体操の理論と実際。社団法人全国母子健康センター連合会，東京，70-85，1994.
- 4) 今関節子，近藤好枝：妊娠による筋や靭帯の荷重労働が姿勢調整能力に及ぼす影響—重心動揺試験による評価—。群馬大学医療技術短期大学部紀要14：55-60，1993.
- 5) 中山彰博：重心（足圧中心点）動揺の測定法について。運動生理2：19-24，1987.
- 6) 稲村欣作，横山義昭，中野美恵子，河合学，間野忠明，岩瀬敏：高齢者における青年期の運動競技経験とその後の運動習慣による起立耐性の促進。耳鼻と臨床39：792-798，1993.
- 7) 中村幸夫，辻富美子，敷浪裕子：妊娠に伴う重心動揺検査値の変動。周産期医学24：1164-1166，1994.
- 8) 相澤直行，青木和夫，吉田義之：精神作業の重心動揺への影響。人間工学30：223-231，1994.
- 9) Hellebrandt, F. A., Braun, G. L.: The influence of sex and age on the postural sway of man. Phys. Anthropol 24: 347, 1939.
- 10) 松岡豊彦：起立時身体動揺の定量的解析。耳鼻臨床70：1191，1977.
- 11) 岡部多加志：神経内科領域における二次元重心動揺記録装置の臨床的応用。慶応医学52：265，1975.
- 12) 田口拓雄：起立時身体動揺の研究—正常例ならびに迷路障害例を中心に—。耳鼻臨床70：1065，1977.
- 13) 平田雅子：ベッドサイドを科学する—看護に生かす物理学—。学習研究社，東京，1987.
- 14) 徳増厚二，浅野和江，藤野明人，吉尾知：平衡機能における加齢変化—末梢性前庭障害患者の検査値と正常標準値について—。耳鼻と臨床39：775-787，1993.
- 15) 福永浩子：正常例および眩暈・平衡障害例における重心動揺の解析。岡山衛生検査31：4-7，1994.
- 16) 時田喬：重心動揺検査の実際。グラフィコーダ(GS-10)TYPE-A取扱説明書。

Factors involved in the movement of the center of mass in healthy women

Kiyoko SHIRAI, Noriko GODA, Yuka OKAZAKI, Fumio JIN, Takeo OHTA

Abstract

During the period of pregnancy, movement of the center of mass due to changes in the posture results from the changes in the body form, and this may cause minor troubles. In this study, we examined body form factors which may be involved in the movement of the center of mass in 37 healthy women, and obtained the following results.

1) In the examination items of the movement of the center of mass, the moving distance of the center of mass, the envelope area and the area of moving of the center of mass were significantly larger when measured with the eyes open than when measured with the eyes closed, while there were no differences in the means of moving in the x-axis direction and in the y-axis direction whether the eyes were open or closed.

2) The moving examinations of the center of mass in the Romberg's posture with open or closed eyes suggested positive correlations with the sitting height and the length of the inferior limb and a negative correlation with the obesity level.

Key words : Sway of the center of gravity, upright standing position,
healthy females, body build

School of Health Sciences, Okayama University