

アルコール摂取が足圧中心変位に及ぼす影響

著者	山次 俊介, 出村 慎一, 佐藤 進, 中田 征克, 南 雅樹, 長澤 吉則
雑誌名	サーキュラー = circular
巻	59
ページ	69-77
発行年	1998-01-01
URL	http://hdl.handle.net/2297/29360

アルコール摂取が足圧中心変位に及ぼす影響

山次 俊介¹⁾ 出村 慎一²⁾ 佐藤 進³⁾
 中田 征克⁴⁾ 南 雅樹⁵⁾ 長澤 吉則⁶⁾

The effect of the alcohol intake on the ability to fluctuate the center of pressure

Shunsuke YAMAJI¹ Shinichi DEMURA² Susumu SATOH³
 Masakatsu NAKADA⁴ Masaki MINAMI⁵ Yoshinori NAGASAWA⁶

Abstract

This study aimed at examining the influence of alcohol intake on the fluctuation of the center of pressure (COP) imposed by a standing person (body sway). The COP of 9 healthy university students (male=8, female=1) was measured before and after alcohol intake (Japanese sake 540ml). After the alcohol intake, the performances of total body reaction and standing on one leg with eyes closed showed a significant change. Therefore, it was considered that the function of the central nervous system decreased. It was inferred that after alcohol intake, individual differences in movement area, the movement range of right-and left-direction or fore- and aft- direction, movement distance, and movement area of COP became significant greater and this trend continue, for a certain time (30 seconds).

I. 緒 言

姿勢制御能力は神経系と密接な関係にあり、視覚系・前庭系・固有感覚系等、さまざまな感覚器の情報に対して筋機能を適切かつ有効に調和させることによって維持されている¹²⁾。これまでの姿勢研究では、姿勢制御に関与するシステムの解明を目的とし、立位姿勢における抗重力筋の活動²³⁾、外乱を与えた時の姿勢保持に関する姿勢反射²⁶⁾、身体の重心動揺の計

測^{2, 6, 15, 21, 28)}等の点から検討がなされてきた。これらの研究では、姿勢を制御する能力を定量的・客観的に捉えるために、身体の重心動揺を足圧中心測定による二次元座標上で捉える方法を利用している。

一方、外乱を与えた時の姿勢制御に関する研究では、外乱条件として、アルコール²⁶⁾、水平移動刺激²⁷⁾、前方及び後方からの圧迫⁷⁾等が用いられ、姿勢の乱れの程度を身体重心動揺量により捉えようとする試みがなされてい

1) 福井工業高等専門学校
 2) 金沢大学教育学部
 3) 金沢工業大学
 4) 金沢大学大学院教育学研究科
 5) 金沢美術工芸大学
 6) 秋田県立農業短期大学

1. Fukui National College of Technology
 2. Kanazawa University, Faculty Education
 3. Kanazawa Institute of Technology
 4. Kanazawa University Graduate School Faculty of Education
 5. Kanazawa College of Art
 6. Akita Prefectural College of Agriculture

る^{9, 26, 27)}。

その中で、アルコール摂取時には姿勢制御に参与する筋群の筋放電量が大きくなることが報告されており²⁶⁾、アルコール摂取は身体動揺に影響を及ぼす神経的外乱要因の一つと考えられる。

本研究の目的は、アルコール摂取が足圧中心変位（身体動揺）に及ぼす影響、及び身体動揺の時系列変化に及ぼす影響を検討することである。

II. 研究方法

1. 標本

本研究の被験者は20歳以上の健常な男子8名、女子1名（年齢：23.0±3.71歳，身長：171.8±5.02cm，体重69.0±5.93kg）の計9名であった。

2. 身体動揺測定器

本研究では、測定器具としてタニタ製足圧中心変位計測器を用いた。この測定器では、はかり部に設置された4個の荷重検出器から重量が計測される（図1）。サンプリング周波数は10 Hzであり、1試行で約300個のデータが取り込まれる。計測した4点の重量は表1の計算式により足圧中心位置を示す二次元座標に変換され、アルコール摂取前後における足圧中心変位を検討した。

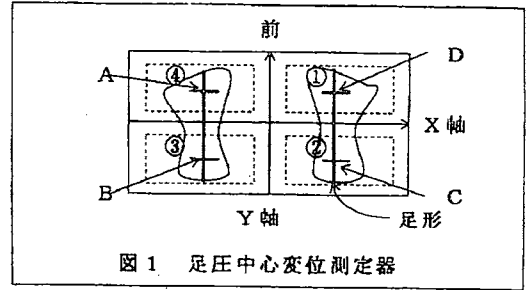


図1 足圧中心変位測定器

注) 足圧中心変位測定器の縦軸上に足をのせ、基点B, C上に踵を合わせて立たせた。①～④は荷重検出センサー

3. 測定変量

・身体動揺変量：身体動揺の指標として支持基底面における身体動揺量を捉えることの有効性が報告されている¹³⁾。本研究では、足圧中心位置の垂直方向上に重心があると仮定し、足圧中心位置の変位により身体動揺を測定した。身体動揺変量として、足圧中心変位の平均位置（座標点； X_{mean} , Y_{mean} ）、X成分(XR)及びY成分(YR)の移動範囲、移動面積(S)、及び平均移動距離(L)の5変量を選択した（図2）。各変量の算出式は表1を参照。

・神経機能変量：アルコール摂取時には神経機能が有意に低下することが報告されている³⁾。本研究では、アルコール摂取による神経機能の低下を確認するために、先行研究³⁾を参考に全

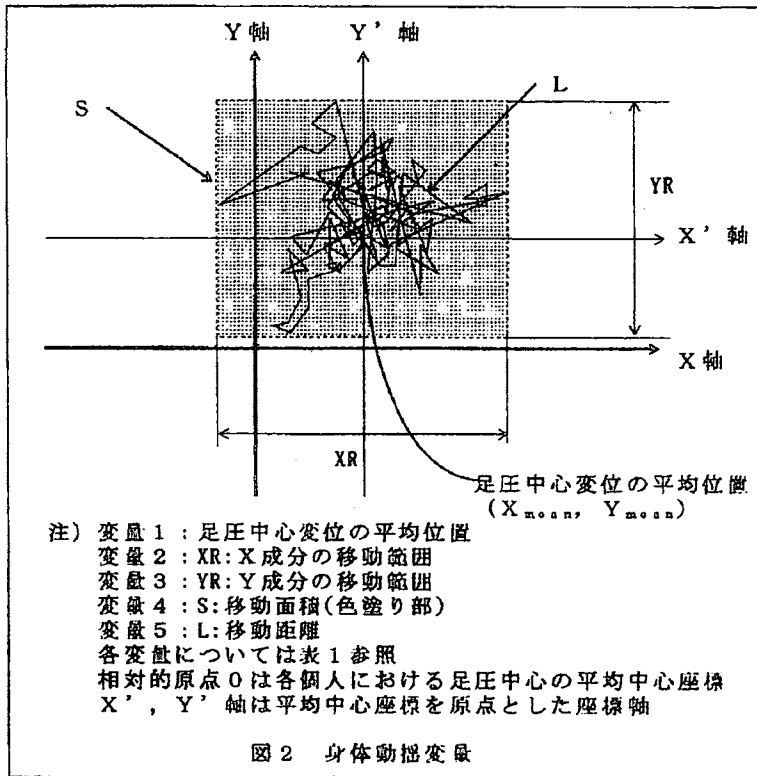
表1 足圧中心位置の算出方法と評価変量

足圧中心位置の算出式
足圧中心X座標 (GX) = $13.5 \times (A + B - C - D) / \text{総重量} (A + B + C + D)$
足圧中心Y座標 (GY) = $13.5 \times (A + D - B - C) / \text{総重量} (A + B + C + D)$
$X_{mean} = \Sigma (X \text{成分 (左右方向) の足圧中心位置}) / (\text{全重心データ数})$
$Y_{mean} = \Sigma (Y \text{成分 (前後方向) の足圧中心位置}) / (\text{全重心データ数})$
評価変量
変量1 足圧中心変位の平均位置=座標点 (X_{mean} , Y_{mean})
変量2 XR = (X成分の最大足圧中心位置) - (X成分の最小足圧中心位置)
変量3 YR = (Y成分の最大足圧中心位置) - (Y成分の最小足圧中心位置)
変量4 移動面積 (S) = $XR \times YR$
変量5 平均移動距離 (L) = $\Sigma \sqrt{(GX_1 - GX_2 ^2 + GY_1 - GY_2 ^2)} / (\text{計測時間})$

注) A, B, C, Dは、それぞれセンサー①, ②, ③, ④の重量（図1参照）

X_{mean} : X成分（左右方向）の平均
XR: X成分（左右方向）の移動範囲

Y_{mean} : Y成分（前後方向）の平均
YR: Y成分（前後方向）の移動範囲



身反応時間及び閉眼片足立ちの2つの神経機能テストをアルコール摂取前後に実施した。各テストは一般的に行われている測定方法に基づいて行い、全身反応時間は、竹井機器社製の全身反応時間測定器を用いた。

・体調変量：本研究では実験中における被験者の身体症状を把握するため、血圧及び脈拍を日本精密測器社製のヘルストップデジタル血圧計を用いてアルコール摂取前後に測定した。

4. 実験手順及び方法

本研究の実験手順は表 2 に示した。被験者には足圧中心変位計測器の足型に合わせて乗り、最も楽な直立姿勢で前方を注視するよう指示した(図 3)。測定は、アルコール摂取前後に3試行ずつ、計 6 回測定した。1 試行の測定時間は 30 秒で各試行間には 1 分間の休憩をとった。1 回目の足圧中心変位の測定後、日本酒 3 合

(540ml) を 10 分間で飲酒させ、30 分間は座位にて安静状態をとらせた。また、先行研究を参考に、被験者には実験開始 2 時間前から絶食するよう指示した。

5. 解析方法

アルコール摂取による神経機能の影響を検討するために、全身反応時間、及び閉眼片足立ちについて対応のある平均値の有意差検定を行った。

身体動揺変量については、予備実験において測定値が安定した 3 試行目の測定値を用いた。アルコール摂取前後における身体動揺変量の分散の差を検討するために、対応のある分散の有意差検定を行った。また、測定時間内における身体動揺変量の変動を検討するために、測定時間(30秒)を 10 秒ずつ 3 つの区間に分類した(0~10秒, 10~20秒, 20~30秒)。そして、アルコー

表2 本研究の実験手順

安静状態	○座位姿勢にて30分間安静
↓	
血圧及び脈拍の測定	
↓	
神経機能テスト	○全身反応の測定 (練習1回, 測定5回)
・全身反応の測定	○閉眼片足立ち (測定3回, 最大120秒)
・閉眼片足立ち	
↓	
アルコール摂取前の身体動揺測定	○3試行測定 (計測30秒間十休息1分間)
↓	
アルコール摂取	○10分間に日本酒3合 (540ml) を飲酒
↓	
安静状態	○座位姿勢にて30分間安静
↓	
血圧及び脈拍の測定	
↓	
神経機能テスト	○アルコール摂取前と同様
↓	
アルコール摂取後の身体動揺測定	

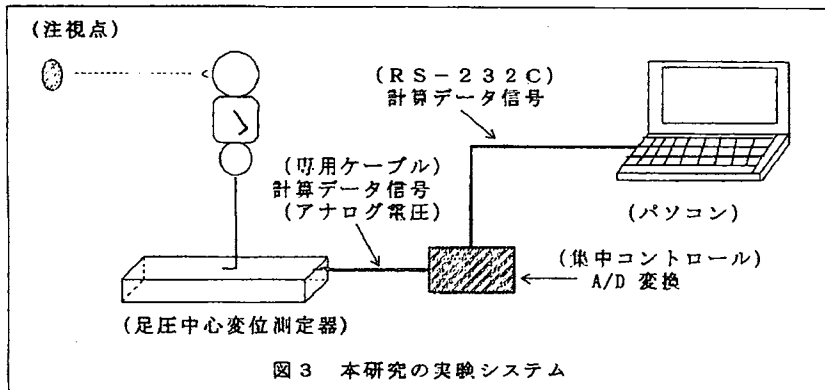


表3 アルコール摂取前後における神経機能変量及び体調変量の平均値の有意差検定

変量	飲酒前		飲酒後		t-value	
	Mean	SD	Mean	SD		
全身反応時間 (S)	285.1	23.57	310.9	36.09	4.38	**
閉眼片足立ち (sec)	82.6	40.87	26.7	21.10	10.69	**
最高血圧	109.0	9.56	105.2	14.92	0.90	
最低血圧	63.1	6.03	59.0	8.04	1.29	
脈 拍	63.7	8.17	80.0	21.97	2.50	*

注) S:1/100秒, sec:秒, **:p<0.01, *:p<0.05

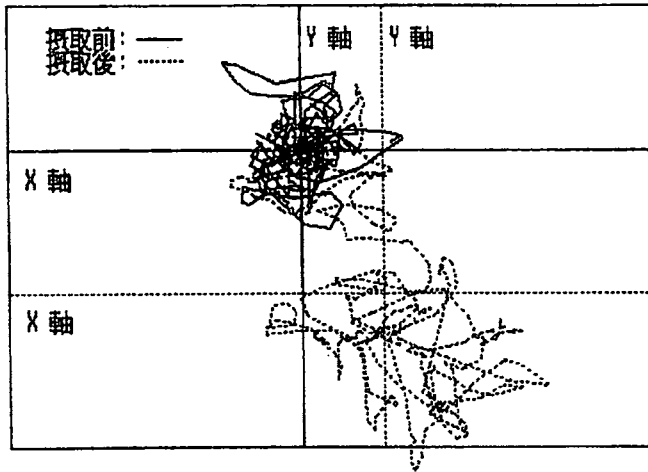


図4 アルコール摂取前後における足圧中心変位及び平均位置（ある被験者の例）
 注）グラフはある被験者のアルコール摂取前後の足圧中心変位の一例
 X軸とY軸の交点は足圧中心位置の平均位置を示す

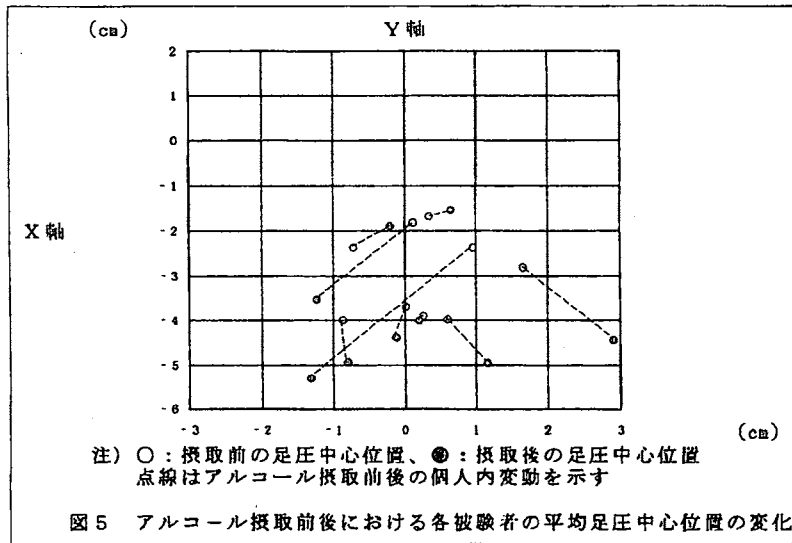


図5 アルコール摂取前後における各被験者の平均足圧中心位置の変化

表4 アルコール摂取前後における身体動揺変量の分散の有意差検定

	アルコール摂取前		アルコール摂取後		t - Value
	Mean	SD	Mean	SD	
XR	0.91	0.264	1.62	0.734	1.53
YR	1.79	0.521	2.92	0.641	0.08
S	1.66	0.672	4.95	3.396	71.29 **
L	0.68	0.112	1.00	0.241	0.10

注) **.p<0.01, XR: X座標の範囲, YR: Y座標の範囲, S: 移動面積, L: 平均移動距離

表5 アルコール摂取前後(要因A)及び経時変化(要因B)における二要因分散分析

変量		①		②		③		TOTAL		二要因分散分析			多重比較検定
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	主効果A	主効果B	交互作用	
XR	pre	0.56	(0.206)	0.64	(0.356)	0.58	(0.169)	0.91	(0.264)	9.95*	0.47	0.04	①~③: post > pre
	post	0.97	(0.520)	1.11	(0.738)	1.04	(0.358)	1.62	(0.734)				
YR	pre	1.05	(0.221)	1.17	(0.389)	1.14	(0.385)	1.79	(0.521)	30.62**	1.21	0.50	①~③: post > pre
	post	1.81	(0.422)	1.93	(0.587)	1.65	(0.419)	2.92	(0.641)				
S	pre	0.60	(0.277)	0.80	(0.602)	0.71	(0.400)	1.66	(0.672)	10.35*	0.98	0.40	①~③: post > pre
	post	1.72	(0.983)	2.41	(2.516)	1.64	(0.500)	4.95	(3.396)				
L	pre	1.02	(0.186)	0.96	(0.159)	0.97	(0.178)	0.68	(0.112)	13.28**	0.18	0.50	①~③: post > pre
	post	1.36	(0.344)	1.46	(0.505)	1.36	(0.255)	1.00	(0.241)				

注) 要因A: アルコール摂取 (pre: 摂取前, post: 摂取後), 要因B: 経時変化 (①: 0秒~10秒, ②: 10秒~20秒, ③: 20秒~30秒)

** : $p < 0.01$, * : $p < 0.05$, XR: X座標の範囲 YR: Y座標の範囲 S: 移動面積 L: 平均移動距離 TOTAL: 0秒から30秒

多重比較検定: ①~③: post > pre は, 全ての区間において, 摂取後が摂取前より大きいことを示す.

ル摂取前後における身体動揺の変動を区間毎に検討するために2要因とも対応のある二要因(アルコール摂取×区間)分散分析を行った。分散分析の結果、有意性が認められた場合はTukeyのHSD法を用いて多重比較検定を行った。なお、本研究の有意水準は5%とした。

III. 結 果

1. 神経機能変量及び体調変量

アルコール摂取前後の全身反応時間、閉眼片足立ちの平均値の有意差検定を行った結果、有意差が認められ、摂取後の全身反応時間は有意に長く、閉眼片足立ち時間は有意に短かった(表3)。最高血圧、最低血圧、及び脈拍におけるアルコール摂取前後の平均値の有意差検定を行った結果、脈拍にのみ有意差が認められ、アルコール摂取後が有意に高い値を示した(表3)。

2. 身体動揺変量

図4はある被験者のアルコール摂取前後における足圧中心変位を示したものである。この被験者の場合、アルコール摂取後に前後・左右方向の足圧中心変位の移動が大きく、散漫になる傾向が認められ、変位の平均位置も後方に移動していた。

図5は各被験者におけるアルコール摂取による足圧中心変位の平均位置(Xmean, Ymean)の変化を示している。図5に示される原点は測定器の中心位置である。2次元座標を4象限に分類し、アルコール摂取前後における足圧中心の平均位置の変化を検討したところ、摂取前後で中心位置が大きく変化した者もいれば、ほとんど変化していない者もみられた(図5)。被験者の中心位置は第2及び第3象限に属し、その内、第2象限から第3象限に変化した者は3人、変化しなかった者は6人であった。

身体動揺変量についてアルコール摂取前後の分散の有意差検定を行った結果、移動面積(S)にのみ有意差が認められ、摂取後の分散が大きかった(表4)。また、アルコール摂取が足圧中心変位に及ぼす影響、及びその時系列変化を

検討するために、アルコール摂取前後(要因A)および経時的変化(要因B)の二要因分散分析を行った。その結果、全ての変量において、要因Aにのみ有意な主効果が認められた。多重比較検定の結果、全ての変量において、全区間でアルコール摂取後が摂取前より有意に大きな値であった(表5)。

IV. 考 察

アルコール摂取により、身体動揺は大きくなり⁴⁾、単純あるいは複雑な反応時間は有意に長くなる³⁾ことが報告されている。アルコール摂取が反応時間、手-眼共同運動、正確性、平衡性、複雑な共同運動等の神経機能が関与する作業に対して影響を及ぼすことも報告されている^{1, 22)}。本研究においても、アルコール摂取後、全身反応時間、閉眼片足立ちが有意に変化し、神経機能の低下及び脈拍の増加が確認された。

身体は同一の姿勢を維持していても、足圧中心は微妙に変動している。図4はその変動の一例を実証している。本研究では、これらの身体動揺がアルコール摂取によりどのように変化するか検討した。

平衡障害を呈する症例の足圧中心変位の記録によると、一側迷路障害例は左右動揺を示し、両側迷路障害例は前後動揺を示し、神経系の異常による身体動揺が足圧中心変位に現れることを報告している^{10, 17)}。本研究でも、アルコール摂取後には、足圧中心変位の移動が大きく、散漫になる傾向が認められ、先行研究と一致した結果が得られた(図4)。一方で、Thyssen²⁾らは、20gのアルコールを1時間間隔で4-5時間摂取させ、血中アルコール濃度と足圧中心の変動との関係を検討した結果、個人差が非常に大きかったと報告している。本研究ではアルコール摂取後、足圧中心変位の平均位置(Xmean, Ymean)が大きく変化する者もいれば、ほとんど変化しない者もあり、アルコール摂取による足圧中心変位の平均位置の変化に個人差が見られることが明らかにされた(図5)。アルコール摂取の影響により、足圧中心変位の平均位置が大きく変化する、あるいは足圧中心

変位の移動範囲を大きくさせることにより、姿勢の安定を保っている者がいると推測される。さらに、身体動揺変位では、移動面積(S)においてのみ、アルコール摂取後の分散が有意に大きい値を示した(表4)。Sは、X座標成分の移動範囲(XR)とY座標成分の移動範囲(YR)との積であることから、XR、YRのいずれか、あるいは両者の移動範囲の影響を受ける。例えば、アルコール摂取後、XRは大きくなるがYRはほとんど変化しない者、また、その逆の者も存在すると考えられるが、Sはそのいずれの場合にも変化することになる。アルコール摂取後では、左右、前後、あるいは左右前後等、個人毎に色々な形で足圧中心の移動範囲拡大することによって、アルコール摂取による神経機能低下に伴う姿勢の乱れを調節し、安定した姿勢保持を維持しようとしていると推測される。

次に、測定時間を各区間に分類し、時間的経過に伴うアルコール摂取の影響の検討を試みた。その結果、XR、YR、S及び移動距離のいずれの変位においてもアルコール摂取後の値は有意に大きかったが、時間経過に伴う有意な変動は認められなかった(表5)。よって、アルコール摂取後、足圧中心変位の移動範囲や移動距離は増加し、それがしばらく(30秒間)継続すると推察される。

V. 結 論 (まとめ)

本研究の目的は、アルコール摂取が足圧中心変位(身体動揺)に及ぼす影響、また、身体動揺の時系列変化に及ぼす影響を検討することであった。以下のことが明らかにされた。

1. アルコール摂取後、全身反応時間及び閉眼片足立ち時間が有意に変化し、神経機能の低下が確認された。
2. アルコール摂取後、移動面積の分散が有意に大きくなった。足圧中心の移動範囲を広げることによって、アルコール摂取の神経機能低下の影響を調節し、安定した姿勢保持を維持していると推測された。
3. アルコール摂取後、足圧中心の動揺範囲及び移動距離は大きくなり、一定時間(30秒

間)継続されると推測された。

文 献

- 1) 浅見俊夫・宮下充正他(1984) 現代スポーツ大系第8巻 トレーニング科学. 講談社(東京).
- 2) 朝長昌三(1995) 重心動揺の反応時間とパーソナリティ. 長崎大学教養部紀要 35 (2):139-119.
- 3) 出村慎一・長澤吉則(1994) 筋力発揮調整能力テストの作成:統計的妥当性,信頼性及び客観性の検討. 体育学研究 39 (3):76-188.
- 4) Franks H. M., Hensley V. R., Hensley W. J., Starmer G. A., Teo R. K. C. (1976) The relationship between alcohol dosage and performance decrement in human. *J. Stud. Alc.* 37:284-297.
- 5) 藤原勝夫・池上晴夫(1981) 足圧中心位置と立位姿勢の安定性の関係について. 体育学研究 26 (2):137-147.
- 6) 原田孝他(1996) 立位姿勢における体重心の位置. 総合リハ 24 (8):751-754.
- 7) 日比野隆一・古池保雄・小野田尚雄・飯田光男・祖父江逸郎(1979) 外乱時における姿勢運動反射について. 臨床脳波 21 (6):400-405.
- 8) 本間日臣・古屋 博・丸井英二(1986) 健康科学. 医学書店(東京).
- 9) 猪飼道夫(1951) 健康人の姿勢反射に及ぼすアルコールの効果. お茶の水女子大学自然科学報告 1.
- 10) 木村雄治(1972) からだの「ゆれ」の測定. 市子医学 15:64-69.
- 11) 宮村実晴 編著(1996) 最新運動生理学(身体パフォーマンスの科学的基礎) 真興交易医学出版部(東京) pp. 103-119.
- 12) 宮崎義憲・栗原美保子(1993) 中高生女性の運動習慣がバランス能力に及ぼす影響について. デサントスポーツ科学 14:267-273.
- 13) 望月 久(1996) 姿勢調節 神経疾患と姿勢調節. PTジャーナル 1996 (30):5.
- 14) Murray M. P. and Seireg A. (1967) Center of gravity, center pressure and supportive forces during human activities. *J. Applid Physiol*
- 15) 内藤久士(1997) 高齢者のバランス能力:からだの「仕組み」のサイエンス(運動生理学の最前線). 杏林書院(東京). pp. 97-102.
- 16) 中村隆一・斉藤宏(1979) 臨床運動学 2版. 医歯薬出版(東京). pp. 5.
- 17) 中山彰博(1987) 重心(足圧中心点)動揺の測定方法について. 運動生理 2 (1):19-24.
- 18) 日本平衡神経科学編(1994) 平衡機能検査の実際 2版. 南山堂(東京). pp. 281-285.
- 19) Rothwell J. (1994) Control of Human Voluntary Movement. 2nd ed. Chapman&H all. London.
- 20) 斉藤 宏(1996) 姿勢保持のメカニズム. 総合リハ 24 (8):699-703.

- 21) 齊藤一郎・吉川幸宏 (1973) 起立時の重心移動の定量化(安定指数について). 航空医学実験隊報告 14(1):1-6.
- 22) Smith N. J., Staniski (1991) スポーツ医学. 医師薬出版(東京).
- 23) 鈴木由利子・鮫島宗弘 (1981) 立位姿勢の重心動揺と下肢筋の活動パターンの解析. 東京学芸大学紀要 1(32):113-124.
- 24) 寺山彰一・安田 保・山地啓司 (1982) 体力・健康概論. 杏林書院(東京).
- 25) Thyssen H. H., Brynskov J., Jansen E. C., Z Reichtmed (1981) Alcohol and Postural imbalance A Force Plate Study. 87:257-260.
- 26) 渡部和彦・朝比奈一男 (1974) 姿勢制御からみた調整力の研究・方法論. 体育科学 2:273-277.
- 27) 渡部和彦・山川雅弘 (1985) 姿勢制御からみた調整力の研究. 身体重心を指標とした測制御(身構え)の発達. 5から11歳. 体育科学 13:158-164.
- 28) 米田稔彦 (1996) 姿勢評価法. PT ジャーナル 30(5):298-304.