ルーチン検査としての重心動揺検査の診断的意義について†

浅井 正 嗣・大 橋 直 樹・渡 辺 行 雄

小 林 英 人・中 川 肇

将 積 日出夫・水 越 鉄 理*

はじめに

重心動揺の分析については、周知の如く周波数分析をはじめとして種々のパラメータが考案され、その基準化も平衡神経学会としてなされるようになった(1983)。しかし、その意義については十分に解明されておらず、また、ルーチンの検査としての役割も十分に確立されていない。今回、私共は従来より用いられてきた、重心動揺面積値、重心動揺軌跡長(以下、面積値、軌跡長と略す)を統計学的に再検討するとともに障害部位別の特徴の有無および、マン検査をはじめとして他の平衡機能検査との相関関係について考察し、ルーチン検査としての重心動揺検査の診断的意義について検討したので、その一部を報告する。

対象症例と検査法

マン検査、ロンベルグ検査、ENG検査などの神経耳科学的検査により診断された中枢神経障害例67例(中枢性平衡障害21名、小脳脳幹障害21例、脳幹障害10例、小脳障害15例)、末梢性障害40例について面積値および軌跡長を記録分析した。記録にはアニマ社製のグラビコーダ(重心計モデルG1803)を使用し、30秒間の開眼値、閉眼値を測定した。面積値は動揺図の外周軌跡の最大左右径と最大前後径の積とし $\text{cm}^2/30 \text{ sec}$ で表示し、軌跡長は30秒間の動揺距離を測定し1秒当りの動揺距離 mm/sec で表示した。日本平衡神経学会作成の「重心動揺検査の基準」によれば記録時間は60秒間が基準とされているが、検査の簡便性および臨床上の有用性はそれ程失われていないことを考慮し、今回は30秒記録で行なった。ロンベルグ値は面積値および軌跡長について開眼値/閉眼値で示した。

結 果

I 正常者重心動揺面積値、軌跡長

正常者20名に開眼値、閉眼値、ロンベルグ値について

†Clinical evaluation of body sway test as routine examination

*Masatsugu Asai, Naoki O-hashi, Yukio Watanabe, Hideto Kobayashi, Hajime Nakagawa, Hideo Shoujaku and Kanemasa Mizukoshi

*富山医科薬科大学耳鼻咽喉科学教室(主任:水越鉄理教授)

面積値、軌跡長を求めた結果を表1に示した。面積値(表1(A))の平均は開眼 $1.96 \text{ cm}^2/30 \text{ sec}$ 、閉眼 $3.80 \text{ cm}^2/30 \text{ sec}$ 、正常範囲(平均±標準偏差)は開眼 $1.04 \sim 2.88 \text{ cm}^2/30 \text{ sec}$ 、閉眼 $2.57 \sim 5.03 \text{ cm}^2/30 \text{ sec}$ と従来の報告とはほぼ一致する値を得た。軌跡長の平均値(表1(B))は開眼 10.5 mm/sec 、閉眼 14.4 mm/sec 、正常範囲は開眼

表1 正常者20名の重心動揺値

(A) 動揺面積値 ($\text{cm}^2/30 \text{ sec}$)			
	Mean	SD	Mean ± SD
開 眼	1.96	0.92	1.04 ~ 2.88
閉 眼	3.80	1.23	2.57 ~ 5.03
開眼/閉眼	0.54	0.22	0.32 ~ 0.76
n = 20			
(B) 動揺軌跡長 (mm/sec)			
	Mean	SD	Mean ± SD
開 眼	10.5	1.7	8.83 ~ 12.2
閉 眼	14.4	2.4	12.0 ~ 16.8
開眼/閉眼	0.74	0.13	0.62 ~ 0.87
n = 20			

表2 マン陽性症例およびマン陰性症例間の重心動揺値の検定結果

(A) 動揺面積平均値 ($\text{cm}^2/30 \text{ sec}$)		
	Mann 陽性	Mann 陰性
開 眼 *	10.3	6.02
閉 眼 *	19.9	9.41
開眼/閉眼**	0.59	0.80
(n = 39)		(n = 33)
(B) 動揺軌跡長平均値 (mm/sec)		
	Mann 陽性	Mann 陰性
開 眼	17.6	13.5
閉 眼 *	29.5	18.5
開眼/閉眼	0.68	0.75
(n = 36)		(n = 36)

*は $P < 0.01$ **は $P < 0.05$ で有意差を認める

8.83~12.2 mm/sec, 閉眼 12.0~16.8 mm/sec であった。ロンベルグ値は, 面積値の平均値 0.54, 正常範囲 0.32~0.76, 軌跡長の平均は 0.74, 正常範囲 0.62~0.87 であった。

II めまい患者におけるマン検査所見と重心動揺値

表 2 は, めまい患者 72 例のマン検査所見 (陽性 36 例, 陰性 36 例) と重心動揺値とを統計学的に検討したものである。マン陽性, 陰性症例期の面積値 (表 2 (A)) では, 開眼値および閉眼値で危険率 1%, ロンベルグ値では危険率 5% で推計学的に有意差を認めた。軌跡長については (表 2 (B)) 閉眼値のみで, マン陽性および陰性症例間で有意差を認めた ($P < 0.01$)。尚, マン検査の判定基準は平衡機能検査の手引き (1976) によった。

表 3 末梢性障害例および中枢性障害例の重心動揺値の T 検定

(A) 動揺面積平均値 ($\text{cm}^2/30 \text{ sec}$)

	末梢性 (n=40)	中枢性 (n=67)
開 眼 *	6.41	11.2
閉 眼	13.6	19.1
開眼/閉眼	0.62	0.71

(B) 動揺軌跡長 (mm/sec)

	末梢性 (n=25)	中枢性 (n=25)
開 眼 **	13.8	20.5
閉 眼	20.9	28.9
開眼/閉眼	0.70	0.79

* は $P < 0.01$ ** は $P < 0.05$ で有意差を認める

III マン検査正常で, 動揺面積が異常を示した症例

図 1 はマン検査正常で, 動揺面積が異常を示した比率をまとめたものである。ここで面積値を使用し軌跡長を用いなかったのは II において明らかなように, 面積値が, よりマン検査との関連性を認めたためである。

図 1 (A) に示すように末梢性疾患で自発眼振が認められた症例では 38.5%, 脳幹障害症例では 60% と高頻度に面積値の異常を認めた。これに反して, 末梢性疾患で自発眼振がない場合や小脳障害例では 12.5% と極めて低い異常率を示した。

IV 末梢性および中枢性障害の重心動揺値

表 3 は末梢性および中枢性障害症例の重心動揺値について, 開眼値, 閉眼値, ロンベルグ値で, 検定を行ったものである。表 3 (A) は末梢性障害 40 例と中枢性障害 67 例の面積値の平均値を示したもので, 開眼時の面積値が末梢性障害で $6.41 \text{ cm}^2/30 \text{ sec}$, 中枢性障害で $11.2 \text{ cm}^2/30 \text{ sec}$ となり有意差を認めた ($P < 0.01$) が, 閉眼値およびロンベルグ値では有意差は認められなかった。表 3 (B) は, 軌跡長について末梢性障害 25 例と中枢性障害 25 例とを検討したもので, 面積値の場合と同様に閉眼時では両者の間に有意差を認めた ($P < 0.05$) が, 閉眼値, ロンベルグ値では有意差を認めなかった。

次に図 2 は, 上述の開眼時の動揺面積値と軌跡長について正常例 20 例と病的症例とを比較したもので, 平均士標準偏差の範囲を示してある。面積値 (図 2 (A)) では, 正常例 $1.10 \sim 2.88 \text{ cm}^2/30 \text{ sec}$, 末梢性障害 $1.75 \sim 11.1 \text{ cm}^2/30 \text{ sec}$, 中枢性障害 $2.13 \sim 20.3 \text{ cm}^2/30 \text{ sec}$ の値を示した。以上の結果から面積値が $11.1 \text{ cm}^2/30 \text{ sec}$ 以上

(A) 開眼面積値

(B) 閉眼面積値

図 1 マン検査正常症例中, 動揺面積値が異常を示す比率

末梢(-)は自発眼振を認めない場合, 末梢(+)は自発眼振を認める場合。

() 内の数値は異常症例数を示す。

図2 正常者，末梢性障害例，中枢性障害例における，重心動揺値（開眼値）。数値の詳細は本文中。

の場合には，中枢性神経障害の可能性が高いものと推察される。軌跡長（図2(B)）でも正常値 8.83～12.2 mm/sec，末梢性障害 9.41～18.2 mm/sec，中枢性障害 5.02～36.1 mm/sec，を示し，18.2 mm/sec 以上の軌跡長を示す場合には中枢性神経障害の可能性が高いものと推察された。

考 按

身体動揺の検査については，Henderson³⁾らによって頭部動揺記録の検討が始められ，さらに Magnus⁶⁾ が立ち直り反射の生理学的意義を解明してから現在に至るまで種々の検査法の開発とともに，その記録技術が進歩してきた。また，重心動揺検査についても重心動揺図の記録から相関分析に到るまで様々な手法が考案されてきた。我が国においても，時田¹²⁾，Hirasawa⁴⁾，Taguchi¹⁰⁾らによって定量的分析がなされている。しかし臨床的に簡便にしかも診断的意義を高める検査法については，その判定基準を含めて問題点が多い。したがって，今回私共は複雑な手法は使用せず，従来の立ち直り反射の検査法であるマン検査と重心動揺検査との相関について，面積値と軌跡長とを中心に検討し疾患別に定量的分析を行った。

i) マン検査と重心動揺値

重心動揺検査はマン検査の定量的表現とも考えられるが，面積値と軌跡長では若干の相違が認められる。つまり，表2に示す如く面積値では開眼値，閉眼値，ロンベルグ値の全てにおいてマン陽性と陰性の症例間で有意差を認めたが，軌跡長では閉眼値のみでしか有意差を認めていない。面積値の場合，動揺の最大前後径と最大左右径を計量し，その積として表示される。その結果，比較

的偶発的な大きな振幅が測定結果に大きく影響し，開眼値においてもマン陽性群と陰性群に有意差を認める結果になったと考えられた。軌跡長にはこのような増幅作用がないため，有意差を認めない結果になったと推察される。ロンベルグ値の検定結果が面積値と軌跡長で異なる要因については現在検討中である。

以上の如く，必ずしもマン検査が重心動揺検査と同じ意義を持ちスクリーニング検査として適切であるとはいえないが，開眼，閉眼にかかわらず動揺の大きさを表現している点で面積値とマン検査は比較的，相関していることが認められた。

この点，マン検査と重心動揺について比較検討した報告は少なく，飯田⁵⁾，田口⁹⁾，斉藤⁷⁾らのマン姿勢，直立姿勢の若干の報告がみられるのみである。米田¹⁴⁾によれば，マン姿勢時の重心動揺の左右，前後両方向の周波数成分で2～3 Hz 帯域が明らかに増大しており，マン姿勢の一つの特徴であるとしている。今後このような周波数分析も含めて，マン検査と重心動揺検査の相関について分析する必要があるものとみられた。

ii) マン検査正常で面積値異常を示した症例について

動揺面積の開眼値についてみると，図1の如く末梢性障害で自発眼振のある症例では38.5%に，脳幹障害のある症例では60%に異常値を示したのに，小脳障害例では12.5%と極めて低値に異常を示しているが，これは脳幹失調のある小脳症例ではマン検査陽性を示し陰性が少ないためとみられた。時田¹¹⁾によれば小脳型脊髄小脳変性症例の起立動揺の特徴は，振幅が不規則で大きい周期0.1～0.2 Hz のびまん型動揺であることを挙げ，これを小脳虫部障害による脳幹失調によるものであろうとして

いる。これに反して脳幹障害の場合には、私共の結果で得たようなマン陰性で重心動揺で異常を検出されるような小さな動揺が特徴的にみられるためとも考えられ、この点、重心動揺検査のマン検査と異なる診断的意義が再確認された。

iii) 末梢性、中枢性障害の重心動揺値

一般に迷路性平衡失調と深部知覚性失調は開眼では視覚による代償によって動揺が抑制される傾向にあるが、閉眼時には身体動揺が著明となると言われている。一方、小脳性平衡失調は開眼でも動揺が著明で視覚の代償が行なわれがたいことが知られている。Baker²⁾, Stein⁸⁾ Abraham¹⁾らの研究により視覚の動揺抑制に対する生理学的意義付けの努力がなされたが、十分に解明されていない。しかし、今回の私共の得た結果(表3)より、末梢性障害における視覚の動揺抑制が確かに存在し、障害部位の鑑別に利用しうる可能性が示唆された。すなわち、今回の検討で開眼の重心動揺面積値 $11.1 \text{ cm}^2/30 \text{ sec}$ を基準にとると、末梢例40例中35例が $11.1 \text{ cm}^2/30 \text{ sec}$ 以内であり、中枢障害67例中32例がこの値を越えていた。軌跡長でも同様の結果を得ている。したがってこの $11.1 \text{ cm}^2/30 \text{ sec}$ 以内は、中枢性障害を否定する材料にはならないが、この値以上の場合、極めて中枢障害の可能性が高いと言える。以上より、開眼時の面積値と軌跡長の絶対値に基準を設定することにより、ある程度、末梢、中枢障害の鑑別が可能ではないかと推察された。

ま と め

めまい症例107例(中枢性障害67例、末梢性障害40例)について重心動揺面積値、軌跡長およびマン検査等の結果を統計的に検討し、ルーチン検査としての診断的意義を考察し以下の結論を得た。

1) マン検査は、重心動揺検査のうち特に動揺面積値と相関がみられた。

2) 末梢性疾患で自発眼振のある場合は、マン検査正常でも高率に動揺面積値の異常を示した。

3) 中枢性疾患では特に脳幹障害の場合にはマン検査正常、動揺面積値異常を示すことが多く、小脳障害の場合にはマン検査の段階ですでに異常を示すことが多い。

4) 開眼時の重心動揺面積値 $11.1 \text{ cm}^2/30 \text{ sec}$ 以上、軌跡長 18.2 mm/sec 以上の場合、中枢性障害が十分に疑われる。

本論文の要旨は、第42回日本平衡神経科学会において発表した。

参 考 文 献

1) Abrahams, V. C. and Rose, P. K.: Projections

of extraocular, neck muscle, retinal afferents to superior colliculus in the cat. *J Neurophysiol.* 38: 10-18, 1975.

2) Baker, R. et al.: Mossy and climbing fiber projections of extraocular muscle afferents to the cerebellum. *Brain Res.* 38: 440-445, 1972.

3) Henderson: *Am. J. Physiol.* 14: 287, 1905.

4) Hirasawa, Y.: Study of human standing ability. *Agressologie* 14: 37-44, 1973.

5) 飯田好一, 武田一雄, 安藤千里, 山崎 隆: Righting meter による身体動揺の観察. *日耳鼻* 71: 466-467, 1968.

6) Magnus, R.: *Körperstellung*, Julius Springer Berlin, 1924.

7) 斉藤一郎, 松岡豊彦: 起立時身体動揺の周波数分析—分析条件と正常人の検査成績—. *Equilibrium Res.* 34: 156, 1975.

8) Stein, B. E., Magalhaes-Castro Band Kruger L.: Relationship between visual and tactile representations in cat colliculus. *J. Neurophysiol.* 39: 401-419, 1976.

9) 田口喜一郎: 重心動揺の正常範囲について. *耳喉* 46(6): 415(67)-420(72), 1974.

10) Taguchi, K. et al.: Computer calculation of movement of body's center of gravity. *Acta Otolaryngol.* 85: 420-425, 1978.

11) 時田 喬: 重心動揺計検査—起立姿勢にあらわれる平衡障害の解析—臨床神経生理学入門. 中西孝雄, 島村宗夫編, 378-411, 真興交易医書出版部, 東京, 1980.

12) 時田 喬, 他: 頭部並びに重心動揺記録による立ち直り反射. *耳鼻臨床* 65: 443-456, 1972.

13) 日本平衡神経科学会: 重心動揺検査の基準. *Equilibrium. Res. Vol.* 42(2): 367-369, 1983.

14) 米田 敏, 徳増厚二: 正常人の直立時重心動揺の周波数分析—視覚, 足底支持面の影響—. *Equilibrium. Res. Vol.* 41(1): 55-54, 1982.

Abstract

The statistical analysis of area and length of movement of body's of gravity, was performed to find characteristics of body sway in 40 patients with peripheral vestibular disorders, and 67 patients with central nervous system disorders.

The result was compared with the result of Mann test, and following conclusions were obtained.

- 1) The close relationship was found between Mann test and the area of body's center of gravity of body sway.
- 2) In case with brain stem disorders, Mann test was negative but the area of body's center of gravity of body sway was out of normal range.
- 3) It seems to be possible to discriminate the central nervous system disorders, such as cerebellar or brainstem disorders from the peripheral vestibular disorders by the result of the area and length of body's center of gravity of body sway.