重心動揺検査の検討†

—検査条件について—

五 島 桂 子*

I 緒 言

重心動揺検査は平衡機能を総合的に捉える利点があるので、近時、広く普及してきている。この検査法について、1983年、日本平衡神経学会が1つの基準を提示している¹⁾。しかし検査条件については、将来の検討を待つとされている項目が少なくない。視標の設定については、眼球運動により身体動揺をさけるために与えるとあるが、視点の大きさ、型、距離の指定は保留すると記されている。重心動揺計を用いた検査での立ち方については、自然に直立した姿勢としてあるが、直立姿勢には不動の姿勢もある。足位については両足を接して直立するのが基準としてあるが、開足位や扇足位との比較も必要である。記録時間については60秒を基準として、60秒直立困難な例では30秒記録を行うとしてある。しかし、両者の比較が必要である。記録開始についても過渡的な揺らぎを除くとあるが、正常人と患者では同じようにはいかず、直立してどのくらいの時間が必要かは明確にされていない。

検査条件について、すでに種々の検討がなされている。視標については、臼井²⁾、石坂³⁾、和久田⁴⁾らの報告がある。検査室の明暗については、Wapner⁵⁾、大久保⁶⁾、森戸⁷⁾らの報告がある。立ち方については重心動揺検査時での検討は認め難い。足位については、Miles⁸⁾、大久保⁶⁾、稲村⁹⁾、田中¹⁰⁾、和久田⁴⁾らの報告がある。記録時間については、時田¹¹⁾らの報告がある。記録の開始については、羽柴¹²⁾、新関¹³⁾らの報告がある。

コンピュータの発達とともに、重心動揺の性質を各種の検査項目を用いて把握することが容易になった。当教室では、単位軌跡長、最長動揺径、外周面積、棄却楕円の長短軸比と長軸の傾き、座標中心、振幅確率密度分布(標準偏差、歪度、尖度)、平均速度、速度ベクトル、パワースペクトルで検討している。

本研究では、視標、立ち方、足位、記録時間、直立後の記録開始までの時間について、上記にあげた検査項目で検討したので報告する。

II 検査方法

A 基本的方法

重心動揺計(日本電気三栄 1G06)上に、被検者を閉足¹⁴⁾にて楽に直立せしめ、60秒間の左右方向(以下X軸)と前後方向(以下Y軸)の重心動揺を、X-Yレコーダ(渡辺測器 WX 4402)に記録すると共に、AD変換器を介して15 Hz以上の動揺は1オクターブ-24 dBのフィルターでカットし、シグナルプロセッサ(日本電気三栄 7T17-S)にサンプリング率20 Hzで入力した。AD変換器の分解能は12ビットである。入力した動揺記録を三栄製プログラムを使って解析した。

B 検査室

横6 m、縦10 m、高さ2.5 mの部屋である。重心動揺計はほぼ中心にあり、被検者の正面と後面の壁面及び窓は暗幕でおおっている。照明は40 Wの蛍光灯16本でおこなっている。検査室には他の検査器具もある。

明所の検査では照明をつけた状態でおこなっているの、周辺構造物(シグナルプロセッサ、金網等)がみえる(以下明所下)。暗所の検査では照明を消した状態で、日没後に検査を行った為、開眼でも周辺構造物は認識できない(以下暗所下)。

C 検討項目

視標、立ち方、足位、測定時間、直立後の記録開始までの時間を以下のごとく検討した。

a) 視標について

次の視標設定条件での動揺を基本的方法で記録し比較検討した。

1) 明所下で眼前5 mに直径5 cmの白色視標を設定した(以下明所5 m視標)。

2) 明所下で眼前1 mに直径1 cmの白色視標を設定した(以下明所1 m視標)。

3) 前述の暗所下で眼前5 mに直径5 cmの視標のみ見える条件とする。視標は光のもれない四角の箱に光源を入れ、直径5 cmの円をくりぬき、そこに白い紙をはって視標とした(以下暗所5 m視標)。

4) 3と同様の条件で眼前1 mに直径1 cmの視標を設定した(以下暗所1 m視標)。

5) 明所下で視標を設定せず、被検者には視覚範囲には暗幕のみ見え、それ以外では周辺構造物が見える条件と

†Studies on conditions in stabilometry

*Keiko Goshima

*岐阜大学医学部耳鼻咽喉科学教室(主任:時田 喬教授)

した（以下明所視標なし）。

6) 暗所下で何も見えない条件とした（以下暗所開眼）。

b) 立ち方について

次の2つの立ち方を指示し基本的方法を用いて両者を比較検討した。

1) 膝を引き胸を張るいわゆる不動の姿勢とした（以下不動の姿勢）。

2) 楽に立つように指示した（以下楽な姿勢）。

検査時、M. Soleus と M. Tibialis の筋電図を同時に記録し、不動の姿勢では M. Soleus が主に働いているような姿勢を指示した。

c) 足位について

次の3つの足位における動揺を閉眼にて記録し比較検討した。

1) 閉足

2) 両踵を接したまま両足尖を開き右内側縁と左内側縁の角度が 60° の足位とした（以下 60° 扇足）。

3) 左右内足縁の距離が足尖部も踵も 10 cm のものとした（以下 10 cm 開足）。

d) 測定時間について

30秒記録と60秒記録の重心動揺を比較した。

e) 直立後の記録開始までの時間について

過渡的な揺らぎをみるため直立し閉眼すると同時に90秒間の動揺をデータレコーダーに記録し以下の時間毎の動揺を比較した。

1) 0～30秒

2) 30～60秒

3) 60～90秒

また、被検者1名の動揺図、単位軌跡長を提示した。

D 解析事項と評価方法

a) 解析事項

前述の検討項目について次の解析を行った。単位軌跡長（X Y軸，X軸，Y軸），最長動揺径（X軸，Y軸），外周面積，棄却楕円の長短軸比と長軸の傾き，座標中心，振幅確率密度分布（標準偏差：X Y軸，X軸，Y軸，歪度：X軸，Y軸，尖度：X軸，Y軸），平均速度，速度ベクトル，パワースペクトルである。

b) 評価方法

1) 単位軌跡長，最長動揺径，外周面積，座標中心，振幅確率密度分布の標準偏差，平均速度は平均値と標準偏差を算出した。平均値は T 検定で有意な差（ $P < 0.05$ ）を評価し，標準偏差についてはその母分散の F 検定（ $P < 0.05$ ）を行って，被検者のばらつきの大小を評価した。

2) 棄却楕円の長短軸比と長軸の傾きの値により，円型，左右型，前後型，斜型の4型に分類しその人数で評

価した。棄却楕円の長短軸比 0.6 以上を円形，長短軸比 0.6 以下で長軸の傾き $-30^\circ \sim 30^\circ$ を左右型，長短軸比 0.6 以下で長軸の傾き $60^\circ \sim 120^\circ$ を前後型，長短軸比 0.6 以下で長軸の傾き $30^\circ \sim 60^\circ$ 及び $120^\circ \sim 150^\circ$ を斜型とした。

3) 歪度は右（前）傾型，対称型，左（後）傾型の3型に分類しその人数で評価した。歪度 -0.2 以下を右（前）傾型， $-0.2 \sim 0.2$ を対称型， 0.2 以上を左（後）傾型とした。

4) 尖度は鋭峰型，正規型，鈍峰型の3型に分類し，その人数で評価した。尖度 3.5 以上を鋭峰型，2.5～3.5 を正規型，2.5 以下を鈍峰型とした。

5) 速度ベクトルは全方向型，左右型，前後型，斜（右前—左後，左前—右後）型，混合型の6型に分類し，その人数で評価した。8方向すべてのベクトルが，最小ベクトルの2倍以下を全方向型とした。更に，左右方向（右向きベクトルと左向きベクトルの和），前後方向，斜方向のベクトルの長さを比較し，最大のものが最小のもの2倍になり，他が最小ベクトルの2倍以下の時，最大ベクトルの方向で左右型，前後型，斜型とした。以上どの型にも属さないものを混合型とした。

6) パワースペクトルは 0.02～9.98 Hz の周波数域を，Kapteyn¹⁵⁾ の区分に従って 0.02～0.20，0.20～2.00，2.00～9.98 Hz に分けた。各周波数帯域の振幅和の総振幅に対する百分率の値の平均値と標準偏差により評価した。

III 被 検 者

A 視標について

26～59歳の耳疾患，眩暈症，中枢性疾患の既往のない正常人10名である。

B 立ち方について

20～59歳の正常人8名である。

C 足位について

20～59歳の正常人10名である。

D 測定時間について

30秒間の動揺平均値は20～43歳の正常人30名で算出した。60秒間の動揺平均値は20～49歳の正常人45名で算出した。

E 直立後の記録開始までの時間について

26～31歳の正常人7名である。

IV 成 績

A 視標について

明所 5 m 視標，明所 1 m 視標，暗所 5 m 視標，暗所 1 m 視標，明所視標なし，暗所開眼の6条件を比較した。

1) 単位軌跡長（表1）

a) 平均値による評価

表1 視標についての平均値と標準偏差

視 標	周 辺 視 野	視 標 の 距 離 (m)	単位軌跡長 (cm/sec)			最長動揺径 (cm)		外 周 面 積 (cm)	座標中心 (cm)		平均速度(cm/sec)			振幅確率密度分布の 標準偏差		
			X Y	X	Y	X	Y		X	Y	X Y	平均		X Y	X	Y
												平 均 右 左	平 均 前 後			
有	明 所	5	0.94 ±0.29	0.54 ±0.20	0.41 ±0.20	2.45 ±0.83	2.03 ±0.88	2.36 ±1.20	0.64 ±0.56	-0.12 ±1.11	1.75 ±0.55	1.14 ±0.33 1.14 ±0.32 1.14 ±0.36	1.15 ±0.64 1.18 ±0.77 1.11 ±0.53	0.67 ±0.27	0.46 ±0.14	0.46 ±0.28
		1	0.87* ±0.16	0.49* ±0.14	0.35* ±0.06	1.88* ±0.26	2.12 ±0.48	1.88 ±0.61	0.65 ±0.74	-0.48 ±1.22	1.56* ±0.25	1.15 ±0.23 1.18 ±0.27 1.11 ±0.24	1.06 ±0.25 1.01 ±0.31 1.01 ±0.22	0.58 ±0.08	0.33* ±0.08	0.47 ±0.08
	暗 所	5	1.21 ±0.43	0.82 ±0.33	0.57 ±0.19	3.19 ±1.27	2.48 ±0.94	4.15 ±3.55	0.66 ±0.66	0.01 ±1.00	2.15 ±0.59	1.65 ±0.61 1.59 ±0.58 1.70 ±0.66	1.26 ±0.31 1.23 ±0.35 1.29 ±0.36	0.69 ±0.21	0.53 ±0.17	0.43 ±0.16
		1	1.19 ±0.33	0.71 ±0.21	0.54 ±0.19	2.63 ±0.94	2.59 ±0.71	3.31 ±1.87	0.61 ±0.78	-0.09 ±1.20	1.93 ±0.41	1.42 ±0.42 1.39 ±0.48 1.45 ±0.38	1.12 ±0.31 1.09 ±0.35 1.14 ±0.30	0.67 ±0.22	0.46 ±0.13	0.48 ±0.19
無	明 所	—	0.86 ±0.21	0.50 ±0.15	0.36 ±0.08	2.28 ±0.73	2.19 ±1.01	2.46 ±1.61	0.75 ±0.77	-0.30 ±1.14	1.55* ±0.22	1.12 ±0.25 1.13 ±0.30 1.11 ±0.23	1.01 ±0.19 1.03 ±0.19 0.99 ±0.23	0.63 ±0.27	0.41 ±0.13	0.47 ±0.26
暗所開眼		—	1.49 ±0.48	0.98 ±0.45	0.66 ±0.28	3.08 ±0.99	3.05 ±1.45	4.72 ±3.22	0.76 ±0.70	0.04 ±1.15	2.37 ±0.57	1.89 ±0.67 1.92 ±0.70 1.86 ±0.66	1.42 ±0.43 1.35 ±0.42 1.48 ±0.48	0.75 ±0.28	0.53 ±0.19	0.52 ±0.25

* 最大に対する $p < 0.05$ (被検者10名)

最小は明所 1 m 視標であった。最大は視覚情報のない暗所開眼であった。視覚情報のある条件での最大は暗所 5 m 視標であった。

b) 標準偏差による評価

被検者のばらつきが小さいのは明所 1 m 視標であり、大きいのは暗所開眼であった。両者の母分散も有意な差 ($p < 0.05$) を認めた。

2) 最長動揺径 (表 1)

a) 平均値による評価

X 軸において、最小は明所 1 m 視標であり、最大は暗所 5 m 視標であった。Y 軸において、最小は明所 5 m 視標次いで明所 1 m 視標であった。最大は暗所開眼であった。

b) 標準偏差による評価

被検者のばらつきが小さいのは明所 1 m 視標であり、大きいのは X 軸にて暗所 5 m 視標、Y 軸にて暗所開眼であった。最大と最小の母分散に有意な差 ($p < 0.05$) を認めた。

3) 外周面積 (表 1)

a) 平均値による評価

最小は明所 1 m 視標、最大は暗所開眼であった。

b) 標準偏差による評価

被検者のばらつきが小さいのは明所 1 m 視標であり、大きいのは暗所 5 m 視標であった。両者の母分散に有意

な差 ($p < 0.05$) を認めた。

4) 座標中心 (表 1)

a) 平均値による評価

明所 1 m 視標が最後方であり、暗所開眼が最前方である。明所と暗所の条件を比較すると暗所が前方である。視標の距離を比較すると 5 m の方が前方であった。

b) 標準偏差による評価

被検者のばらつきにおいては視標条件の違いによる差はなかった。

5) 平均速度 (表 1)

a) 平均値による評価

X Y, X, Y 軸とも最小は明所視標なしで、最大は暗所開眼であった。明所 1 m 視標は X Y 軸において、明所視標なしに次いで小さかった。

b) 標準偏差による評価

被検者のばらつきが小さいのは、明所視標なし次いで明所 1 m 視標であった。大きいのは、X Y 軸は暗所 5 m 視標、X 軸は暗所開眼、Y 軸は明所 5 m 視標であった。明所 1 m 視標とばらつきの大きい条件の間には、X Y, X, Y 軸とも母分散に差を認めた。

6) 振幅確率密度分布の標準偏差 (表 1)

a) 平均値による評価

X 軸において最小は明所 1 m 視標、最大は暗所 5 m 視標、暗所開眼であった。X Y, Y 軸において有意な差

表2 視標についての型分類とパワースペクトルの平均値と標準偏差

視 標	周 辺 視 野	視 標 の 距 離 (m)	棄却楕円の 長短軸比と 長軸の傾き (人)		歪 度 (人)		尖 度 (人)		速度ベクトル (人)		パワースペクトル(%)							
			型	—	型	X	Y	型	X	Y	型	—	X			Y		
													0.02~0.2	0.2~2.0	2.0~9.98 (Hz)	0.02~0.2	0.2~2.0	2.0~9.98 (Hz)
有	明 所	5	円 型	6	右傾型 (前)	1	3	鋭峰型	0	0	全方向型	0	28.19	45.21*	26.60	28.70	39.61*	31.39
			左右型	3	対称型	5	5	正規型	6	4	左 右 型	4	±6.17	±6.67	±4.85	±6.58	±6.26	±3.46
			前後型	1	左傾型 (後)	4	2	鈍峰型	4	6	前 後 型	0						
		斜 型	0							斜(右前-左後)	0							
										左前-右後)	0							
										混 合 型	6							
	1	円 型	5	右傾型 (前)	2	3	鋭峰型	3	0	全方向型	0	22.30	47.81*	29.89	32.48	37.25*	31.27	
		左右型	0	対称型	5	5	正規型	5	3	左 右 型	5	±4.23	±4.86	±3.07	±5.05	±2.98	±5.60	
		前後型	3	左傾型 (後)	3	2	鈍峰型	2	7	前 後 型	0							
	暗 所	5	円 型	9	右傾型 (前)	3	2	鋭峰型	3	2	全方向型	2	25.13	51.61	23.26	26.16	46.87	26.97
			左右型	1	対称型	2	3	正規型	7	5	左 右 型	5	±4.85	±6.35	±3.91	±5.52	±4.80	±5.87
			前後型	0	左傾型 (後)	5	5	鈍峰型	0	3	前 後 型	0						
斜 型		0							斜(右前-左後)	0								
									左前-右後)	0								
									混 合 型	3								
1	円 型	10	右傾型 (前)	2	1	鋭峰型	3	1	全方向型	2	22.39	51.89	25.72	24.80	45.30	29.83		
	左右型	0	対称型	4	4	正規型	7	6	左 右 型	1	±5.17	±5.41	±4.09	±7.65	±8.80	±7.40		
	前後型	0	左傾型 (後)	4	5	鈍峰型	0	3	前 後 型	0								
無	明 所	—	円 型	5	右傾型 (前)	0	3	鋭峰型	3	1	全方向型	1	23.81	47.76*	28.44	29.76	38.20*	32.04
			左右型	1	対称型	3	2	正規型	4	2	左 右 型	8	±5.44	±4.96	±4.36	±6.66	±5.11	±4.30
			前後型	3	左傾型 (後)	7	5	鈍峰型	3	7	前 後 型	0						
		斜 型	1							斜(右前-左後)	0							
										左前-右後)	0							
										混 合 型	1							
	暗 所開眼	—	円 型	9	右傾型 (前)	1	2	鋭峰型	2	4	全方向型	1	20.52	56.27	23.21	24.39	48.73	26.89
			左右型	1	対称型	5	1	正規型	7	5	左 右 型	4	±4.09	±5.24	±3.96	±7.46	±6.76	±6.48
			前後型	0	左傾型 (後)	4	7	鈍峰型	1	1	前 後 型	0						
		斜 型	0							斜(右前-左後)	0							
										左前-右後)	0							
										混 合 型	5							

*最大に対する $p < 0.05$ (被検者10名)

($p < 0.05$) は認めなかった。

b) 標準偏差による評価

最小はXY, X, Y軸とも明所1m視標であり, 最大はXY軸で暗所開眼, X軸で暗所5m視標, Y軸で明所5m視標であった。明所1m視標とばらつきの大きい条件の間において両者の母分散に有意な差($p < 0.05$)を認めた。

7) 棄却楕円の長短軸比と長軸の傾き(表2)

暗所5m視標円型9名, 暗所1m視標円型10名, 暗所開眼円型9名と暗所下で行った条件では, ほとんどが円型を示した。

8) 歪度(表2)

明所5m視標, 明所1m視標は前後対称型が多く, 暗所5m視標, 暗所1m視標, 明所視標なし, 暗所開眼は後傾型が多かった。

9) 尖度(表2)

暗所開眼が前後鋭峰型, 正規型が多かった。

10) 速度ベクトル(表2)

視覚条件の違いによる差は認めなかった。

11) パワースペクトル(表2)

a) 平均値による評価

明所5m視標, 明所1m視標, 明所視標なしは, 0.02~0.20 Hz, 2.00~9.98 Hz のパワーが多く, 0.2~2.0 Hz のパワーが少ない。

b) 標準偏差による評価

被検者のばらつきは視覚条件の違いによる差はなかった。

12) 小括

視標について明所5m視標, 明所1m視標, 暗所5m視標, 暗所1m視標, 明所視標なし, 暗所開眼を比較した。

1. 動揺の単位軌跡長, 最長動揺径, 外周面積, 振幅確率密度分布の標準偏差において最小は明所1m視標であり, 最大は暗所開眼であった。被検者のばらつきも小さいのは明所1m視標であり, 大きいのは暗所開眼, 暗所5m視標であった。

2. 座標中心は明所1m視標が最後方であり, 暗所開眼が最前方であった。

3. 平均速度は明所視標なし次いで明所1m視標が小さかった。大きいのは暗所開眼であった。被検者のばらつきが小さいのも同様の結果であった。

4. 型において暗所下の条件では後方に偏った動揺を示

表3 立ち方についての平均値と標準偏差

閉 眼	単位軌跡長 (cm/sec)			最長動揺径 (cm)		外周 面積 (cm)	座標中心 (cm)		平均速度(cm/sec)			振幅確率密度分布の 標準偏差 (cm)		
									XY	X	Y			
	X	Y	X	Y	X		Y	X		Y	平均 右 左	平均 前後		
不動の 姿 勢	1.50 ±0.45	0.81 ±0.25	0.74 ±0.27	2.65 ±0.62	2.54 ±1.13	3.40 ±1.89	0.34 ±0.90	2.29 ±1.11	2.27 ±0.55	1.57 ±0.36 1.57 ±0.41 1.57 ±0.35	1.37 ±0.48 1.24 ±0.38 1.50 ±0.61	0.61 ±0.19	0.45 ±0.10	0.42 ±0.17
楽な 姿 勢	1.44 ±0.65	0.85 ±0.37	0.63 ±0.37	2.79 ±1.20	2.27 ±0.90	4.12 ±3.90	0.10 ±0.80	0.35 ±1.33	2.15 ±0.74	1.66 ±0.61 1.62 ±0.70 1.69 ±0.53	1.39 ±1.03 1.41 ±0.98 1.36 ±1.08	0.70 ±0.34	0.48 ±0.19	0.50 ±0.30

(被検者8名)

した。

5. 動揺のパワーは、明所下の条件では、0.02~0.20, 2.00~9.98 Hz のパワーが多く、暗所下では 0.20~2.00 Hz のパワーが多かった。

6. 視標の条件は、動揺の大きさ、平均速度、被験者のばらつきが小さい明所 1 m 視標が適切と考えた。

B 立ち方について

不動の姿勢と楽な姿勢を比較した。不動の姿勢とは M. Soleus が主に働くような立ち方である。これは筋電図で確認した。しかし正常人でも60秒間不動の姿勢を保持するのは難しかった。ここでの被検者は60秒間不動の姿勢を保ち得た人である。

1) 単位軌跡長(表3)

a) 平均値による評価

両者に有意な差 ($P < 0.05$) を認めなかった。

b) 標準偏差による評価

被検者のばらつきは不動の姿勢が楽な姿勢より小さい。しかし両者の母分散に有意な差 ($P < 0.05$) はなかった。

2) 最長動揺径(表3)

a) 平均値による評価

両者に有意な差 ($P < 0.05$) を認めなかった。

b) 標準偏差による評価

被検者のばらつきはX軸では不動の姿勢、Y軸では楽な姿勢が小さい。しかし両者の母分散に有意な差 ($P < 0.05$) を認めなかった。

3) 外周面積(表3)

a) 平均値による評価

両者に有意な差 ($P < 0.05$) を認めなかった。

b) 標準偏差による評価

被検者のばらつきは不動の姿勢が楽な姿勢より小さい。両者の母分散も有意に差 ($P < 0.05$) があった。

4) 座標中心(表3)

a) 平均値による評価

不動の姿勢Y軸 2.29 cm, 楽な姿勢Y軸 0.35 cm と不動の姿勢の中心が前方にあった。

b) 標準偏差による評価

両者に差を認めなかった。

5) 平均速度(表3)

a) 平均値による評価

両者に有意な差 ($P < 0.05$) を認めなかった。

b) 標準偏差による評価

不動の姿勢の方がばらつきは小さいが、両者の母分散に差はなかった。

6) 振幅確率密度分布の標準偏差(表3)

a) 平均値による評価

両者に有意な差 ($P < 0.05$) を認めなかった。

b) 標準偏差による評価

不動の姿勢の方が被検者のばらつきは小さいが、両者の母分散に有意な差 ($P < 0.05$) はなかった。

7) 棄却楕円の長短軸比と長軸の傾き(表4)

両者に差をみとめなかった。

8) 歪度(表4)

不動の姿勢はX軸では右及び左傾型が多く、Y軸では対称型が多い。左右どちらかに偏った動揺を示した。楽な姿勢はX軸では対称型が多く、Y軸では前傾型が多い。前方に偏った動揺を示した。

9) 尖度(表4)

Y軸について不動の姿勢は楽な姿勢より、鋭峰型2名、正規型5名と多く、求心的な動揺を示した。楽な姿勢はびまん的な動揺を示した。

10) 速度ベクトル(表4)

楽な姿勢では左右型3名とあったが、不動の姿勢では左右型を認めなかった。

11) パワースペクトル(表4)

平均値、標準偏差において両者に差を認めなかった。

表4 立ち方についての型分類とパワースペクトルの平均値と標準偏差

閉 眼	棄却楕円の 長短軸比と 長軸の傾き (人)		歪 度 (人)			尖 度 (人)			速度ベクトル (人)		パワースペクトル(%)					
	型	—	型	X	Y	型	X	Y	型	—	X			Y		
不動の 姿 勢	円 型	8	右傾型 (前)	2	1	鋭峰型	2	2	全方向型	4	0.02~0.2	0.2~2.0	2.0~9.98 (Hz)	0.02~0.2	0.2~2.0	2.0~9.98 (Hz)
	左右型	0	対称型	3	5	正規型	6	5	左 右 型	0	21.26	53.78	24.96	19.81	52.83	27.36
	前後型	0	左傾型 (後)	3	2	鈍峰型	0	1	前 後 型	0	±2.72	±4.08	±2.91	±3.95	±4.65	±2.53
	斜 型	0							斜(左前-右後) (注前-右後) 混 合 型	0 4						
楽な 姿 勢	円 型	7	右傾型 (前)	1	5	鋭峰型	0	1	全方向型	2	21.76	54.50	23.89	24.65	48.72	26.78
	左右型	0	対称型	6	2	正規型	7	4	左 右 型	3	±4.87	±5.10	±4.98	±7.05	±7.13	±1.81
	前後型	1	左傾型 (後)	1	1	鈍峰型	1	3	前 後 型	0						
	斜 型	0							斜(左前-右後) (注前-右後) 混 合 型	0 3						

(被検者8名)

12) 小括

立ち方について不動の姿勢と楽な姿勢を比較した。

1. 動揺の単位軌跡長、最長動揺径、外周面積、平均速度、振幅確率密度分布の標準偏差において、平均値は不動の姿勢と楽な姿勢に有意な差 ($P < 0.05$) はなかった。被検者のばらつきは不動の姿勢の方が小さかったが両者の母分散に有意な差 ($P < 0.05$) があるのは少ない。
2. 動揺の中心は不動の姿勢の方が前方にあった。
3. 型において、不動の姿勢は左右対称、前後対称の偏りを示し、前後の求心的な動揺を示した。楽な姿勢は左右対称で前に偏った動揺を示し、不動の姿勢より左右方向の動揺が多かった。
4. 動揺のパワーは差がなかった。
5. 立ち方の条件は不動の姿勢の方が被検者のばらつきがやや小さいという利点がある。しかし不動の姿勢を60

秒間保持できない被検者もいる。臨床で実施する場合には楽に立つようにという指示が適切と思われた。

C 足位について

閉足、60° 扇足、10 cm 開足を比較した。

1) 単位軌跡長 (表5)

a) 平均値による評価

XY, X軸において 10 cm 開足は閉足と比べて有意 ($P < 0.05$) に小さかった。閉足と 60° 扇足に有意な差 ($P < 0.05$) はなかった。Y軸では3者に有意な差 ($P < 0.05$) はなかった。

b) 標準偏差による評価

XY, X軸において被検者のばらつきが小さいのは10 cm 開足であり、大きいのは閉足、60° 扇足であった。Y軸では差はなかった。

2) 最長動揺径 (表5)

a) 平均値による評価

表5 足位についての平均値と標準偏差

閉 眼	単位軌跡長 (cm/sec)			最長動揺径 (cm)		外周 面積 (cm)	座標中心 (cm)		平均速度(cm/sec)			振幅確率密度分布の 標準偏差 (cm)		
	XY	X	Y	X	Y		XY	X	Y	X	Y	XY	X	Y
閉 足	1.33 ±0.35	0.79 ±0.28	0.53 ±0.16	2.67 ±0.89	2.08 ±0.66	3.01 ±1.49	0.75 ±0.34	-0.90 ±1.26	2.11 ±0.44	1.61 ±0.47 1.50 ±0.46 1.70 ±0.52	1.20 ±0.27 1.18 ±0.23 1.21 ±0.35	0.60 ±0.16	0.46 ±0.16	0.37 ±0.10
60°扇足	1.03 ±0.27	0.68 ±0.42	0.58 ±0.28	2.20 ±0.69	2.20 ±0.85	3.04 ±1.92	0.60 ±0.63	-1.44 ±1.67	2.00 ±0.71	1.43 ±0.67 1.43 ±0.70 1.43 ±0.66	1.27 ±0.47 1.25 ±0.48 1.29 ±0.46	0.60 ±0.27	0.37 ±0.15	0.39 ±0.16
10cm開足	0.72* ±0.15	0.35* ±0.14	0.41 ±0.14	1.22* ±0.29	1.88 ±0.45	1.18* ±0.47	0.73 ±0.63	-1.26 ±1.26	1.50* ±0.25	1.06 ±0.36 1.17 ±0.48 0.94 ±0.30	1.07 ±0.29 1.09 ±0.28 1.05 ±0.33	0.41* ±0.12	0.22* ±0.06	0.33 ±0.12

*閉足に対する $p < 0.05$ (被検者10名)

X軸では 10 cm 開足は閉足と比べて有意 ($P < 0.05$) に小さかった。Y軸では有意な差 ($P < 0.05$) はなかった。

b) 標準偏差による評価

平均値と同様の傾向を示した。

3) 外周面積 (表 5)

a) 平均値による評価

10 cm 開足は閉足, 60° 扇足に比べて有意 ($P < 0.05$) に小さい。閉足と 60° 扇足には有意な差 ($P < 0.05$) はなかった。

b) 標準偏差による評価

平均値と同様の傾向を示した。

4) 座標中心 (表 5)

a) 平均値による評価

Y軸において閉足—0.90 cm, 60° 扇足—1.44 cm, 10 cm 開足—1.26 cm であった。60° 扇足が最後方であった。

b) 標準偏差による評価

3者に差を認めなかった。

5) 平均速度 (表 5)

a) 平均値による評価

XY, X軸において 10 cm 開足は閉足と比べて有意 ($P < 0.05$) に小さい。閉足と 60° 扇足には有意な差 ($P < 0.05$) はなかった。

b) 標準偏差による評価

3者に差を認めなかった。

6) 振幅確率密度分布の標準偏差 (表 5)

a) 平均値による評価

XY, X軸において 10 cm 開足は閉足に比べて有意 ($P < 0.05$) に小さい。Y軸においては差はなかった。

b) 標準偏差による評価

XY, X軸において被検者のばらつきが小さいのは 10 cm 開足であった。大きいのは XY 軸は 60° 扇足, X 軸は閉足だった。閉足と 60° 扇足は両者の母分散に差はなかった。Y軸では差はなかった。

7) 棄却楕円の長短軸比と長軸の傾き (表 6)

10 cm 開足が, 閉足と 60° 扇足に比べて, 前後型が 4 名と多かった。

8) 歪度 (表 6)

X軸において閉足と 60° 扇足は対称型が 7 名, 5 名と多く, 10 cm 開足は右傾型 4 名, 左傾型 4 名とどちらかに偏った動揺が多かった。Y軸においては反対に 10 cm 開足が, 他 2 条件に比べて対称型 5 名と多かった。

9) 尖度 (表 6)

足位条件の違いによる差を認めなかった。

10) 速度ベクトル (表 6)

閉足と 60° 扇足は左右型が多く, 10 cm 開足は前後型が多い。

11) パワースペクトル (表 6)

a) 平均値による評価

閉足と 10 cm 開足を比べると, X軸において 10 cm 開足は 0.02~2.00 Hz のパワーが少なく, 2.00~9.98 Hz のパワーが多い。Y軸では 3者に差がなかった。

b) 標準偏差による評価

3者に差を認めなかった。

12) 小括

足位において閉足, 60° 扇足, 10 cm 開足を比較した。

1. 動揺の単位軌跡長, 最長動揺径, 外周面積, 平均速度, 振幅確率密度分布の標準偏差において小さいのは

表 6 足位についての型分類とパワースペクトルの平均値と標準偏差

閉 眼	棄却楕円の 長短軸比と 長軸の傾き (人)		歪 度 (人)		尖 度 (人)		速度ベクトル (人)	パワースペクトル(%)								
								X			Y					
	型	—	型	X	Y	型	X	Y	型	—	0.02~0.2	0.2~2.0	2.0~9.98 (Hz)	0.02~0.2	0.2~2.0	2.0~9.98 (Hz)
閉 足	円 型	8	右傾型 (前)	1	4	鋭峰型	3	2	全方向型	0	23.18 ±4.64	49.92 ±9.49	24.23 ±3.94	24.34 ±5.80	46.49 ±4.79	29.37 ±4.53
	左右型	2	対称型	7	4	正規型	6	6	左 右 型	7						
	前後型	0	左傾型 (後)	2	2	鈍峰型	1	2	前 後 型	1						
	斜 型	0							斜 (右前-左後) (左前-右後) 混 合 型	0 0 2						
60°扇足	円 型	10	右傾型 (前)	1	3	鋭峰型	6	2	全方向型	1	22.64 ±6.55	50.35 ±6.92	27.01 ±6.05	25.74 ±6.38	46.41 ±5.19	27.85 ±5.33
	左右型	0	対称型	5	3	正規型	4	7	左 右 型	4						
	前後型	0	左傾型 (後)	4	4	鈍峰型	0	1	前 後 型	0						
	斜 型	0							斜 (右前-左後) (左前-右後) 混 合 型	0 0 5						
10cm開足	円 型	6	右傾型 (前)	4	4	鋭峰型	1	3	全方向型	1	17.29* ±4.61	44.99 ±5.50	36.18* ±7.88	23.16 ±5.73	44.97 ±5.12	31.60 ±6.07
	左右型	0	対称型	2	5	正規型	8	5	左 右 型	1						
	前後型	4	左傾型 (後)	4	1	鈍峰型	1	2	前 後 型	4						
	斜 型	0							斜 (右前-左後) (左前-右後) 混 合 型	0 0 4						

*閉足に対する $p < 0.05$ (被検者10名)

表7 測定時間についての平均値と標準偏差

閉 眼	単位軌跡長 (cm/sec)			最長動揺径 (cm)		外 周 面 積 (cm)	座標中心 (cm)		平均速度 (cm/sec)			振幅確率密度分布の 標準偏差 (cm)		
									XY	X	Y			
	X Y	X	Y	X	Y		X	Y		X Y	平均 右 左	平均 前後	X Y	X
30 (sec)	1.57 ±0.46	0.88 ±0.22	0.72 ±0.31	2.31 ±0.59	2.30 ±0.62	2.43* ±0.97	-0.43 ±0.56	0.23 ±1.26	2.41 ±0.73	1.61 ±0.39 1.54 ±0.38 1.67 ±0.44	1.35 ±0.57 1.37 ±0.58 1.34 ±0.56	0.62 ±0.14	0.42 ±0.10	0.44 ±0.11
60 (sec)	1.41 ±0.37	0.83 ±0.25	0.61 ±0.20	2.86 ±0.93	2.78 ±0.70	3.82 ±1.60	0.41 ±1.01	-0.59 ±1.25	2.20 ±0.51	1.67 ±0.49 1.69 ±0.53 1.65 ±0.47	1.22 ±0.36 1.21 ±0.37 1.21 ±0.37	0.71 ±0.19	0.47 ±0.16	0.51 ±0.16

*60秒に対する $p < 0.05$ (被検者30秒30名, 60秒45名)

10 cm 開足である。大きいのはX軸で閉足, Y軸で 60° 扇足である。被検者のばらつきも同様だった。

2. 動揺の座標中心は 60° 扇足が最後方だった。

3. 型において閉足及び 60° 扇足は左右に偏りのない左右求心的な動揺であった。10 cm 開足は前後に偏りのない前後方向の動揺であった。

4. 動揺のパワーは閉足と 60° 扇足は遅い揺らぎが多く, 10 cm 開足は速い揺らぎが多い。

5. 足位の条件は基本的には閉足が望ましいが, 不可能な被検者もいる。その場合には 前述した 差異をふまえて, 60° 扇足, 10 cm 開足を選択する必要がある。

D 測定時間について

30秒と60秒を比較した。

1) 単位軌跡長 (表7)

a) 平均値による評価

30秒が60秒より大きかった。しかし有意な差 ($p < 0.05$) はなかった。

b) 標準偏差による評価

被検者のばらつきが小さいのは, XY軸, Y軸では60秒であり, X軸では30秒であった。Y軸は両者の母分散に有意な差 ($p < 0.05$) があった。

2) 最長動揺径 (表7)

a) 平均値による評価

30秒が60秒より小さい。しかし有意な差 ($p < 0.05$) はなかった。

b) 標準偏差による評価

被検者のばらつきが小さいのは30秒であった。X軸において両者の母分散に有意な差 ($p < 0.05$) があった。

3) 外周面積 (表7)

a) 平均値による評価

30秒が60秒より有意 ($p < 0.05$) に小さかった。

b) 標準偏差による評価

30秒が60秒より小さい。両者の母分散にも有意な差

($p < 0.05$) を認めた。

4) 座標中心 (表7)

a) 平均値による評価

30秒Y軸 0.23 cm, 60秒Y軸 -0.59 cm と測定時間が長くなると, 中心は後方になった。

b) 標準偏差による評価

X軸において60秒が30秒より被検者のばらつきが大きい。

5) 平均速度 (表7)

a) 平均値による評価

XY, Y軸では60秒が小さく, X軸では30秒が小さかった。しかし, 有意な差 ($p < 0.05$) はなかった。

b) 標準偏差による評価

平均値と同様の傾向を示した。

6) 振幅確率密度分布の標準偏差 (表7)

a) 平均値による評価

30秒が60秒より小さい。しかし有意な差 ($p < 0.05$) はなかった。

b) 標準偏差による評価

30秒が60秒より小さい。両者の母分散にも有意な差 ($p < 0.05$) を認めた。

7) 棄却楕円の長短軸比と長軸の傾き (表8)

30秒は被検者全員が円型を示し, 60秒は円型, 左右型, 前後型, 斜型すべての種類を示した。

8) 歪度 (表8)

30秒は前傾型が14名 (30名中), 60秒は前後対称型が24名 (45名中) と60秒が前後に対称的な動揺を示した。

9) 尖度 (表8)

30秒は鋭峰型がX及びY軸で5名 (30名中), 60秒は鋭峰型がX軸17名 (45名中) Y軸10名 (45名中) であった。60秒が中心に集まった動揺を示した。

10) 速度ベクトル (表8)

30秒は左右型9名 (30名中), 60秒は左右型20名 (45名

表 8 測定時間についての型分類とパワースペクトルの平均値と標準偏差

閉 眼	棄却楕円の 長短軸比と 長軸の傾き (人)		歪 度 (人)		尖 度 (人)		速度ベクトル (人)		パワースペクトル(%)							
	型	—	型	X	Y	型	X	Y	型	—	X			Y		
											0.02~0.2	0.2~2.0	2.0~9.98 (Hz)	0.02~0.2	0.2~2.0	2.0~9.98 (Hz)
30 (sec)	円 型	30	右傾型 (前)	4	14	鋭峰型	5	5	全方向型	8	17.65 ±5.06	56.21 ±4.92	26.15 ±3.77	23.93 ±5.36	49.96 ±5.24	26.11 ±3.62
	左右型	0	対称型	16	8	正規型	20	16	左右型	9						
	前後型	0	左傾型 (後)	10	8	鈍峰型	5	9	前後型	2						
	斜 型	0							混合型	10						
60 (sec)	円 型	33	右傾型 (前)	11	9	鋭峰型	17	10	全方向型	9	22.13 ±5.43	54.15 ±4.87	23.72 ±3.93	27.52 ±6.34	47.15 ±5.75	25.35 ±3.49
	左右型	2	対称型	23	24	正規型	25	26	左右型	20						
	前後型	7	左傾型 (後)	11	12	鈍峰型	3	9	前後型	2						
	斜 型	3							混合型	13						

(被検者30秒30名, 60秒45名)

中)と, 60秒で左右型が多い。

11) パワースペクトル (表 8)

a) 平均値による評価

30秒は60秒と比べて 0.02~0.20 Hz のパワーが少なく, 0.20~9.98 Hz のパワーが多かった。

b) 標準偏差による評価

両者に差を認めなかった。

12) 小括

測定時間において30秒と60秒を比較した。

1. 単位軌跡長, 最長動揺径, 平均速度, 振幅確率密度分布の標準偏差において両者に有意な差 ($P < 0.05$) はなかった。

2. 動揺の外周面積は 60秒が 30秒より有意 ($P < 0.05$) に大きい。

3. 動揺の座標中心は測定時間が長くなると後方になった。

4. 型を示す検査項目では, 30秒は前に偏った動揺が多

く, 60秒では種々な拡がり特に左右に拡がった動揺を示し前後に対称的で求心的な動揺を示した。

5. 動揺のパワーでは30秒は 0.20~9.98 Hz のパワーが多く60秒は 0.02~0.20 Hz のパワーが多い。

6. 測定時間の条件では60秒が型においていろいろな特徴を示すので望ましい。しかし60秒直立の困難な被検者もいる。その場合には30秒と60秒に差がない検査項目もあるので, それをふまえて代用する。

E 直立後の記録開始までの時間

直立後 0~30秒, 30~60秒, 60~90秒を比較した。

1) 単位軌跡長 (表 9)

a) 平均値による評価

0~30秒が最大で60~90秒が最小であったが, 有意な差 ($P < 0.05$) はなかった。

b) 標準偏差による評価

被検者のばらつきが小さいのは 60~90秒で大きいのは 0~30 秒であった。両者の母分散に有意な差 ($P <$

表 9 直立後の記録開始までの時間についての平均値と標準偏差

閉 眼	単位軌跡長 (cm/sec)			最長動揺径 (cm)		外周 面 積 (cm ²)	座標中心 (cm)		平均速度(cm/sec)			振幅確率密度分布の 標準偏差 (cm)		
	XY	X	Y	X	Y		X	Y	XY	X	Y	XY	X	Y
										平均 右左	平均 前後			
0~30 (sec)	1.05 ±0.34	0.52 ±0.24	0.46 ±0.26	1.34 ±0.35	1.69 ±0.63	1.07 ±0.67	0.41 ±0.33	-0.84 ±1.22	1.87 ±0.40	1.11 ±0.33 1.08 ±0.36 1.23 ±0.41	0.85 ±0.54 0.85 ±0.61 0.84 ±0.49	0.39 ±0.13	0.25 ±0.08	0.29 ±0.11
30~60 (sec)	0.94 ±0.25	0.46 ±0.19	0.37 ±0.19	1.51 ±0.64	1.43 ±0.68	0.98 ±0.70	0.41 ±0.34	-0.88 ±1.01	1.83 ±0.38	1.15 ±0.44 0.99 ±0.45 1.30 ±0.44	0.81 ±0.41 0.78 ±0.43 0.83 ±0.40	0.36 ±0.15	0.27 ±0.12	0.24 ±0.09
60~90 (sec)	0.88 ±0.17	0.46 ±0.14	0.31 ±0.12	1.36 ±0.25	1.30 ±0.23	0.77 ±0.25	0.35 ±0.24	-0.83 ±0.91	1.75 ±0.25	1.18 ±0.39 1.16 ±0.40 1.18 ±0.41	0.85 ±0.33 0.80 ±0.43 0.89 ±0.35	0.34 ±0.07	0.25 ±0.06	0.23 ±0.05

(被検者7名)

表10 直立後の記録開始までの時間についての型分類とパワースペクトルの平均値と標準偏差

閉 眼	棄却楕円の 長短軸比と 長軸の傾き (人)		歪 度 (人)		尖 度 (人)		速度ベクトル (人)		パワースペクトル(%)								
									X			Y					
型	—	型	X	Y	型	X	Y	型	—	0.02~0.2	0.2~2.0	2.0~9.98 (Hz)	0.02~0.2	0.2~2.0	2.0~9.98 (Hz)		
0~30 (sec)	円 型	5	右傾型 (前)	2	2	鋭峰型	1	2	全方向型	2	0	16.85	42.16	40.12	17.42	44.06	38.51
	左右型	0	対称型	3	3	正規型	5	3	左 右 型	0	0	±7.74	±5.36	±7.24	±3.72	±9.38	±8.72
	前後型	1	左傾型 (後)	2	2	鈍峰型	1	2	前 後 型	0	2						
	斜 型	1							斜 (右前-左後) (左前-右後) 混 合 型	0	3						
30~60 (sec)	円 型	7	右傾型 (前)	1	2	鋭峰型	0	2	全方向型	1	0	18.07	41.63	40.29	18.16	42.01	39.82
	左右型	0	対称型	2	3	正規型	6	4	左 右 型	0	0	±3.34	±8.10	±9.60	±4.20	±6.83	±9.56
	前後型	0	左傾型 (後)	4	2	鈍峰型	1	1	前 後 型	0	2						
	斜 型	0							斜 (右前-左後) (左前-右後) 混 合 型	0	4						
60~90 (sec)	円 型	7	右傾型 (前)	0	3	鋭峰型	2	2	全方向型	2	0	20.08	41.29	38.63	21.84	39.48	38.68
	左右型	0	対称型	4	3	正規型	4	5	左 右 型	0	0	±4.11	±4.62	±6.32	±4.66	±7.94	±8.09
	前後型	0	左傾型 (後)	3	1	鈍峰型	1	0	前 後 型	0	2						
	斜 型	0							斜 (右前-左後) (左前-右後) 混 合 型	0	3						

(被検者7名)

0.05) があるのは、Y軸だけであった。

2) 最長動揺径 (表9)

a) 平均値による評価

有意な差 ($P < 0.05$) を認めなかった。

b) 標準偏差による評価

被検者のばらつきが小さいのは60~90秒であり、大きいのは30~60秒であった。両者の母分散にも有意な差 ($P < 0.05$) を認めた。

3) 外周面積 (表9)

a) 平均値による評価

有意な差 ($P < 0.05$) を認めなかった。

b) 標準偏差による評価

小さいのは60~90秒で、大きいのは30~60秒であった。両者の母分散にも有意な差 ($P < 0.05$) を認めた。

4) 座標中心 (表9)

平均値と標準偏差で差を認めなかった。

5) 平均速度 (表9)

a) 平均値による評価

XY軸において、0~30秒が最大で60~90秒が最小であったが、有意な差 ($P < 0.05$) はなかった。

b) 標準偏差による評価

小さいのは60~90秒で大きいのは0~30秒であったが、母分散に有意な差 ($P < 0.05$) はなかった。

6) 振幅確率分布密度の標準偏差 (表9)

a) 平均値による評価

XY, X, Y軸において最小は60~90秒であったが、有意な差 ($P < 0.05$) はない。

b) 標準偏差による評価

小さいのは60~90秒であり、大きいのはXY, X軸30

~60秒, Y軸0~30秒であった。母分散に有意な差 ($P < 0.05$) があったのはY軸だけであった。

7) 棄却楕円の長短軸比と長軸の傾き (表10)

特に差を認めなかった。

8) 歪度 (表10)

60~90秒が0~30秒, 30~60秒に比べて左右対称型が多い。

9) 尖度 (表10)

特に差を認めなかった。

10) 速度ベクトル (表10)

特に差を認めなかった。

図1 直立後の記録開始までの時間における代表例

11) パワースペクトル (表10)

a) 平均値による評価

X, Y 軸とも時間がたつにつれて 0.02~0.20 Hz の遅いパワーが多くなり, 0.20~2.00 Hz の速いパワーが少なくなった。しかし, 有意な差 ($P < 0.05$) はなかった。

b) 標準偏差による評価

特に差を認めなかった。

12) 代表例の動揺図, 単位軌跡長 (図 1)

0~30秒までの X, Y 軸の動揺図と X Y 軸の単位軌跡長である。0~10秒までは両軸とも不安定な動揺が多い。10秒からは安定していることがわかる。

13) 小括

直立後の記録開始までの時間を検討するために 0~30秒, 30~60秒, 60~90秒を比較した。

1. 動揺の単位軌跡長, 最長動揺径, 外周面積, 座標中心, 平均速度, 振幅確率密度分布の標準偏差において平均値に有意な差 ($P < 0.05$) を認めなかった。しかし, 経時的に大きくなっていくものが多かった。

2. 型を示す検査項目では, 歪度において 60~90秒が他 2者に比べて左右対称的な動揺を示した。

3. 動揺のパワーにおいて有意な差 ($P < 0.05$) はなかったが, 経時的に遅いパワーが多くなった。

4. 動揺は経時的に小さくなっておりパワーは遅いのが多くなっている。提示した代表例のように 10秒までは不安定な動揺が多いため, 直立後 10秒して記録開始するのが望ましい。

V. 考 案

A 視標について

1) 視標の有無, 距離

日本平衡神経科学会の検査基準¹⁾では, 眼球運動による身体動揺をさけるために視標を与えるとされている。臼井²⁾も定点固視時の方が, 視点不在や種々のパターンをおくよりも重心動揺が小さいと報告している。重心動揺検査の実際としては, Kapteyn¹⁵⁾の視標設置距離 5m を基準としている。しかし, 5m の視標は小さく直立姿勢の立ち直りを与えるのは難しい。最近では, 視標の距離と重心動揺について多く報告されている。石坂³⁾は, 視標距離 1m, 2m, 3m, 4m を比較し, 1m と 4m は成績に個人差が大きいため 2~3m が適当と報告している。和久田⁴⁾は, 視標なし, 50cm, 1m を比較し 50cm が重心動揺面積が小さいと報告している。

本研究では視標なし, 1m, 5m を明所下, 暗所下で比較した。明所下にて視標を被検者の眼前 1m においた条件が, 動揺も小さく, 被検者のばらつきも小さく検査条件として適切と考えられた。視標を設置した方が重心動揺が小さくなることは, どの報告にも一致した成績で

ある。距離については比較条件が異なるため, 成績は比較し難い。しかし 5m が遠すぎるという点では共通していた。

2) 周辺視野の有無について

Wapner⁵⁾が視野がせまくなると動揺が不安定になると報告して以来, 周辺視野と重心動揺の関係は研究されている。大久保⁶⁾は明所と暗所で開閉眼を比較し, 明所閉眼, 暗所閉眼, 暗所開眼, 明所開眼の順で動揺が大きいと報告している。森戸⁷⁾は周辺視から得る視覚情報が中心視からの情報よりも姿勢の制御に影響しているとしていた。

本研究では開眼にて明所下と暗所下の条件にて, 5m と 1m の視標設置距離を比較した。視覚情報のある明所の方が動揺は小さかった。暗所にするとも動揺が大きくなり座標中心は前方偏位して動揺自体は後方に偏っていた。

B 立ち方について

重心動揺検査時の姿勢指示は, 現在なされていないことが多い。小片¹⁶⁾は直立姿勢の正常型では下腿前面の筋はほとんど動かないと報告している。これがいわゆる生理的によい姿勢¹⁷⁾である。

本研究では小片¹⁶⁾のいう正常型 (不動の姿勢) を指示し直立せしめたが, 直立維持が困難な人も多い。また, 楽な姿勢と比較すると動揺の大きさに差はなく, 被検者のばらつきも両者の母分散に差があるほどではない。石坂³⁾の報告した被検者の筋電図でも, M. tibialis anterior と M. gastrocnemius とともに活動していた。

以上より楽に立つようにという指示が適当と思われる。

C 足位について

足位により動揺が異なることは Miles⁸⁾が報告している。検査成績を他の研究者と比較する際, 足位等の条件が同じでないといけな。大久保⁹⁾は閉足, 左第 2 指と右第 2 指の中心角が 30° の扇足, 60° 扇足, 5cm 開足, 10cm 開足を比較して, 30° 扇足が X, Y 軸の動揺距離の平均値やばらつきが等値を示し検査に適していると報告している。田中¹⁰⁾は 50° 扇足~70° 扇足が動揺面積や動揺距離が小さいといっている。稲村⁹⁾は 50° 扇足が動揺が小さいといっている。和久田⁴⁾は閉足, 両内側縁の角度が 60° 扇足の X-Y ヒストグラムは類似し, 閉足, 60° 扇足, 肩幅開足では Y ヒストグラムが類似していると報告している。

本研究では閉足, 両内側縁の角度 60° 扇足, 10cm 開足にて比較した。閉足と 60° 扇足では動揺の性質が類似しており, Y 軸においては 3 者が類似していた。和久田⁴⁾の報告と似たような所見を得た。

D 測定時間について

測定時間を統一することは検査成績を比較するうえで大切である。時田¹¹⁾は15秒, 30秒, 60秒, 90秒を比較し, 60秒までは動揺の増大傾向を認め, 60秒と90秒ではほぼ同様の大きさを示したと報告している。現在, 60秒の測定時間にて検査されている所が多い。

本研究では30秒が60秒に代用出来得るか検討した。外周面積を除く大きさを示す検査項目では30秒と60秒に有意な差 ($P < 0.05$) はなかった。しかし, 動揺の型は60秒の方が種々な型を示しいろいろな特徴を示している。

以上より60秒の測定時間が望ましいが, 被検者によっては困難な場合もある。その場合には単位軌跡長, 最長動揺径, 平均速度, 振幅確率密度分布の標準偏差は30秒と60秒に有意な差 ($P < 0.05$) はないので代用し得る。

E 直立後の記録開始までの時間

検査開始後, 被検者の動揺の定常性がいつから始まり, いつまで続くかで検査成績の信頼性が問題となってくる。羽柴¹²⁾は正常人では3分間程度までパワースペクトルの特徴的変動は認められなかったと報告している。新関¹³⁾は直立後0~20秒, 20~40秒, 40~60秒を比較し, 単位軌跡長において開眼で差がなく, 閉眼で40~60秒で安定するといわれている。

本研究では有意な差 ($P < 0.05$) はないが, 経時的に動揺は小さくなり安定したものとなった。代表例にみられたように直立後10秒間は初期変動があるため, それを避けて記録開始したほうが良いと思われた。

VI 結 語

重心動揺検査における視標, 立ち方, 足位, 測定時間, 直立後の記録開始までの時間を検討した。

1. 視標は動揺の大きさ及び速度が小さく, 被検者のばらつきの小さい明所1m視標が適切である。
2. 立ち方は不動の姿勢の方が被検者のばらつきが小さい。しかし, 不動の姿勢を60秒間維持するのは困難である。臨床検査においては楽に立つようにという指示が適当である。
3. 足位は10cm開足が平均値も個人間のばらつきも小さい。しかし重心動揺検査においては, わずかな平衡機能の破綻が出やすい閉足が適切である。それが不可能な時は前述した差異をふまえて60°扇足, 10cm開足で行う。
4. 測定時間は30秒より60秒の方が外周面積の増大があり, また型の変化を捉えやすい。60秒直立が不可能な時は検査項目によっては30秒で行う。
5. 直立後の記録開始までの時間は10秒までは不安定な動揺が多い。過渡的な揺らぎを除く目的で直立後10秒たってから記録を開始するのが良い。

稿を終えるにあたり, 終始, 御指導ならびに御校閲を賜った恩師時田喬教授に深く感謝致します。また, 研究に際し御協力頂いた教室員各位に心より謝意を表します。

なお, 本論文の要旨は第38回日耳鼻東海地方部会, 昭和60年“平衡機能検査法”班会議において発表した。

文 献

- 1) 日本平衡神経科学会“平衡機能検査の標準化検討委員会” 重心動揺検査の基準. *Equilibrium Res* 42: 367-369, 1983
- 2) 臼井永男, 小沢治夫, 平田英美子, 石川 哲: 種々なるパターン刺激と EGG. *眼科臨床医報* 71: 5; 28-30, 1977
- 3) 石坂美恵子, 横山義昭: 指標と重心動揺. 静大教養部研究報告 15: 101-110, 1979
- 4) 和久田幸之助, 松永 喬, 柏木令子, 山中泰輝: 重心動揺検査時の基本的研究. *Equilibrium Res* 44: 114, 1985
- 5) Wapner S, Witkin HA: The role of visual factors in the maintenance of body-balance. *Am J Psychol* 63: 385~408, 1950
- 6) 大久保仁, 渡辺 勲, 小高修司, 小川 明: 明・暗所における開・閉眼時の視覚が重心動揺に及ぼす影響について—正常者及び先天性眼振症について—. *Equilibrium Res* 38: 29-35, 1979
- 7) 森戸貞良, 羽柴基之, 林 良一, 三宅彰英, 渡辺 悟: 重心動揺からみた Romberg 姿勢および Mann 姿勢. *姿勢研究* 1: 13-19, 1981
- 8) Miles WR: Static equilibrium as a useful test of motor control. *J Indust Hyg* 111: 316-331, 1922
- 9) Inamura K, Tanaka H: Fundamental foot position of stance for measuring human equilibrium in the case of upright standing. *Jpn J Hum Posture* 4: 119-125, 1984
- 10) 田中秀幸: 足位についての研究. 静大教養部研究報告 17: 77-86, 1981
- 11) 時田 喬, 松岡豊彦, 早野洋司, 田口拓雄, 島田六郎: 頭部並びに重心動揺記録計による立直り反射検査. *耳鼻臨床* 65: 443-456, 1972
- 12) 羽柴基之, 向井 研, 三宅彰英, 林 良一, 渡辺 悟: 人の立位重心動揺のパワースペクトルの定常性についての検討. *Equilibrium Res* 41: 83-89, 1982
- 13) 新関泰夫, 大久保仁, 石田博義, 渡辺 勲: 立位時間の計測値の及ぼす影響について. *Equilibrium Res* 43: 161, 1984

- 14) Romb erg MH: Lehrbuch der Nervenkrankheiten des Menschen. Alexander Duncker. Berlin. 1846
- 15) Kapteyn TS, Njikiktjen CHJ, Bles W, et al: Standardization in platform Stabilometry being a part of posturography. Equilibrium Res 41: 307-311, 1982
- 16) 小片 保: 筋活動電流による直立姿勢に関する研究. 人類学雑誌 62: 61-71, 1951
- 17) 猪飼道夫: 直立姿勢とその調整. 問田直幹, 内蘭耕二編. 新生理学. 1103-1112頁, 医学書店, 東京, 1965

Abstract

In 1983, the board of the Japan Society for Equilibrium Research presented a standard of stabilometry, but some problems remain.

In order to determine the test conditions, we performed the following examination with a standard stabilometer.

1. For visual target testing, the distance from the subject to the target and the illumination of the peripheral visual field were studied.
2. For the standing posture, body sway in the military standing posture was compared with that in natural standing.
3. For foot position, body sway while standing with both feet together was compared with that feet in the fan-shaped position and with feet apart but parallel.
4. For recording time, body sway while standing for 30 seconds was compared with that while standing for 60 seconds.
5. To eliminate transitional sway after standing erect with eyes closed, the time when the recording should start was studied.

The parameters for stabilometry are as follows; unit locus length, forward-backward and right-left diameters, area, rejection ellipse, center of sway, standard deviation, skewness and kurtosis of amplitude probability density distribution, velocity, vector of velocity, power spectrum.

1. When the visual target was placed one meter from the subject and the peripheral field of vision was lighted, the mean and standard deviation of all parameters in stabilometry were the smallest.

2. Standard deviations of the unit locus length, area and velocity during military posture standing were lower than during natural standing. However, maintenance of military standing for 60 seconds was difficult. Therefore, stabilometry with natural standing was considered more suitable for clinical examinations.

3. Body sway while standing with feet 10 cm apart was less than when standing with the feet close together or in the fan-shaped position. However, standing with the feet close together was suitable for detecting slight equilibrium disturbances.

4. Body sway observation for 60 seconds clarified the pattern of the body sway more definitely than did observation for 30 seconds.

5. Irregular sway was recorded after the subject stood erect with eyes closed for 10 seconds. To eliminate transitional sway, the recording should be started when the body movements of the standing subject are stabilized.

Key words: stabilometry, the test conditions of stabilometry

(原稿到着: 昭和62年 8 月 8 日
別刷請求先: 五島桂子
〒500 岐阜市司町40
岐阜大学医学部耳鼻咽喉科学教室)