重心動揺検査における基本的研究†

——視覚の影響について——

和久田 幸之助・柏 木 令 子・松 永 喬

はじめに

身体動揺に関する研究は Magnus の姿勢反射の研究¹⁾にはじまり、数々の業績がある。近年、MEの進歩により、ロンベルグ (1853)²⁾ 以来長い歴史をもつ直立姿勢の際にみられる身体動揺を重心動揺検査として容易に、かつ精密に記録する装置が開発されており、臨床においても重心動揺に関する研究が数多く行われ、各疾患による特徴もしだいに解明されてきている。しかし検査法が精密になるにともない検査時の外的および内的因子による影響についても考慮する必要がある、近年では、内的因子としての年齢^{3)~6)8)}、性^{5)~8)} による検討もおこなわれているが、外的因子にたいする検討は少ない。

今回、著者らは重心動揺検査時の外的因子として視覚による影響を検討したので報告する。

研究方法

1. 対象

神経耳科学的に異常をみとめず、また耳疾患およびめまいの既往歴のない21歳から51歳(平均32.5歳)の正常健康人38名(男28名、女10名)を対象とし、検査前には十分な休養をとらせた。なお視覚に対する影響を検討するのが目的であるため視力に問題のある被検者は除外した。

2. 研究装置

測定装置は三栄測器製の重心動揺計 (IG-03型) を使用し Medical Processor 8100 により測定値の解析および記録をおこなった。

3. 測定方法

被検者は両足の内側を接し、壁全体をおおうホワイトボードのまえにおかれた重心動揺計に立ち、視覚の影響を検討するために閉眼と遮眼、視覚条件間での重心動揺を比較した。なお、全38名を検査順による影響を除くた

め、1. 眼前1mのホワイトボードをぼんやり見る(以下、ぼんやり見るとする)、2. 眼前50cmにあるホワイトボード上の直径1cmの黒い視標を注視する(以下、50cm視標注視とする)、3. 眼前1mにあるホワイトボード上の直径1cmの黒い視標を注視する(以下、1m視標注視とする)、4. 明所閉眼(以下、閉眼とする)、5. 遮眼、の5条件下の順に22名に対し検査を行った(A群)と、1. 遮眼、2. 閉眼、3. 1m視標注視、4. 50cm視標注視、5. ぼんやりみるの逆の順に検査をおこなった16名(B群)の2群にわけて、それぞれの群について視覚の影響を検討した。

測定は、被検者が検出台上に起立し、動揺が安定した時点から開始した。各測定間には十分な休養をとらせ、測定開始から60秒間の重心動揺面積、軌跡長を採用しこれを検討することとした。

結 果

1. 閉眼と遮眼の比較

(1) 動揺面積

閉眼と遮眼の動揺面積を比較するために全38名を、検査順による影響をみるため、閉眼→遮眼の順におこなった22名(A群)と、遮眼→閉眼の順に行った16名(B群)の2群にわけて行ったが、ともに有意の差を認めなかった(図1)。

(2) 軌跡長

動揺面積と同様に2群にわけて比較したが2群ともに有意の差を認めなかった(図2)。

2. 視標条件間の比較

(1) 動揺面積

被検者全38名をぼんやり見る→眼前50cm視標注視→眼前1m視標注視の順におこなった22名(A群)、1m視標注視→50cm視標注視→ぼんやり見るの順におこなった16名(B群)の2群にわけて比較をおこなった。2群ともに動揺面積は50cm視標注視時にはぼんやり見る時や1m視標注視に比較し、有意($p<0.05$)に小さくなり、ぼんやり見たり、視標注視でも距離が離れると動揺面積が大きくなる傾向があった(図3)。

†Clinical Study of Posture in Stabilmerty (Effects of visual conditions on body sway)

Kounosuke Wakuda, Noriko Kashiwagi and Takashi Matsunaga

奈良県立医科大学耳鼻咽喉科学教室(主任:松永 喬教授)

図1 閉眼と遮眼による動揺面積の比較
検査順による影響も考慮し、A群 (n=22) は閉眼→遮眼、B群 (n=16) は遮眼→閉眼の順に検査を行った。

面積のロンベルグ率についてみると、ぼんやり見る時は従来の報告に近い値を示すが、1 m 視標注視、50 cm 視標注視では大きな値を示し、特に 50 cm 視標注視では大きな値を示した。また、各被検者間のばらつきも視

図2 閉眼と遮眼による軌跡長の比較
検査順による影響も考慮し、動揺面積と同じくA群とB群にわけて検査を行った。

標注視で大きかった (図4)。

(2) 軌跡長

動揺面積と同様に、2群にわけて比較した。2群ともにほぼ同じ値を示し、視標による差はあまり認められず、

図3 視点条件（眼前1mをぼんやり見る，眼前50cmの一点注視，眼前1mの一点注視）による動揺面積の比較
検査順による影響を考慮し，A群（ $n=22$ ）は，ぼんやり見る→眼前50cmの一点注視→眼前1mの一点注視の順に，B群（ $n=16$ ）は，1m一点注視→50cm一点注視→ぼんやり前を見るの順に検査を行った。眼前50cmの一点注視時に有意に（ $P<0.05$ ）動揺面積の低下を認めた。

図4 視点条件（眼前1mをぼんやり見る，眼前50cmの一点注視，眼前1mの一点注視）によるロンベルグ率（動揺面積）の比較

検査順による影響も認められなかった（図5）。

軌跡長のロンベルグ率では0.9-1.46の値を示しほぼ一定値を示した（図6）。

考 察

著者らは，重心動揺検査における基本的研究として，直立姿勢時の足の位置について報告⁹⁾したが，今回は，視覚の影響が直立姿勢にどのように影響するかを検討するために，重心動揺を指標として，視覚の直立姿勢に及ぼす影響について検討した。

直立姿勢の身体動揺は，福田¹⁰⁾の言う，基本頭位を保持せんとする立直り反射であり，これは，主として前庭

Length

図5 視点条件（眼前1mをぼんやり見る，眼前50cmの一点注視，眼前1mの一点注視）による軌跡長の比較

検査順による影響を考慮し，動揺面積と同様にA群とB群にわけて検査を行った。

迷路がこれを司るが，その他視覚あるいは深部感覚並びに外表感覚もこれによると述べている。

そこで，我々は，この視覚が立直り反射にどれほど関与しているかを検討した。

1. 閉眼と遮眼

立直り反射に関与する視覚の影響を取り除くために閉眼条件と遮眼条件を比較してみると，両者の身体動揺に

Romberg ratio (Length)

図6 視点条件（眼前1mをぼんやり見る，眼前50cmの一点注視，眼前1mの一点注視）によるロンベルグ率軌跡長の比較

差を認めなかった。大久保¹¹⁾は，我々と同様に暗所閉眼と明所閉眼を重心動揺を指標として比較検討しており，明所閉眼のほうが動揺の大きいことを報告し，その理由として，網膜面での光感度の受け取りかたの差を考え，fovea と retina のもつそれぞれの特性が重要な役割を果たしているとのべている。我々の行った遮眼は，明所でアイマスク付けを行ったものであり，その網膜面での光感度は明所閉眼と同程度の光度を有していたと考えられ，その重心動揺への影響は暗所閉眼とは少し違うと考えられ，やはり fovea と retina の持つ役割は大きいと考える。

2. 視標条件間の比較検討

我々の行った眼前1mのホワイトボードをぼんやり見ることは，視覚の周辺視野による身体動揺の影響をみる

目的であり、眼前 50 cm や 1 m の視点を見ることは、人間の中心視野と周辺視野のどちらが身体動揺に重要であるかを考察するためである。

ところで、網膜には、錐体細胞と桿体細胞が存在し錐体細胞は明順応に桿体細胞は暗順応に機能することはよく知られており、錐体細胞は網膜の中心窩に多く、桿体細胞の多い周辺視野より光感度が高いという報告¹²⁾がある。しかし、周辺部に多い桿体細胞と中心窩に多い錐体細胞を比較すると桿体細胞は小さいため単位面積での細胞数は多く、周辺部も中心窩も視覚の差はないとの報告¹³⁾¹⁴⁾もある。我々の結果では、ぼんやり見る時や視標を遠ざけた時に動揺面積の増加を観察しており、身体動揺の制御には中心視野が優位に働いていることが推測される。この結果は今まで考えられていた網膜への光感度のみでは解決できないものであり、視標の定めのない時や視点を遠方におく場合には、視覚以外の因子、特に福田⁹⁾のいう外表因子や視標を固視するという上位中樞の視覚的注意力の関与も忘れてはならないと思う。

しかし、正常者38名の結果では視標による影響は認められても検査順序による3条件の傾向、つまり、50 cm 視標注視時に動揺面積が最も小さい傾向に変化はない。

ところで、軌跡長は閉眼と遮眼の比較、視標条件間の比較共に変化がなく、これは動揺面積が動揺の大きさを表しているのに対して、軌跡長は動揺の密度を表しており、重心動揺における視覚の役割はその動揺の大きさのみ影響し、その密度には影響されないと考えた。

以上より、重心動揺検査の結果を比較検討する場合には、その視覚条件を同一にすることが必要条件であると考ええる。

ま と め

視覚が身体動揺に及ぼす影響について考察し、重心動揺検査施行時の基本的条件としての評価をおこなった。

その結果より、明所閉眼と遮眼の比較では、動揺面積、軌跡長ともにその結果に有意差を認めず、視覚条件は同等であると思われ、また、眼前 50 cm 一点注視で、1 m 注視やぼんやり前を見る時に比べて動揺面積が有意に小さく、視標による影響は、視覚とともに外表感覚も要因となり、同一条件で比較検討することが重要であると結論した。

本論文の要旨は第46回耳鼻咽喉科臨床会（大阪）、および第43回日本平衡神経科学会（富山）において報告した。

文 献

- 1) Magnus R : Körperstellungs. 16-19, Julius Springer, Berlin, 1924

- 2) Romberg MH : Lehrbuch der Nerven-Krankheiten des Munchen. Dunker, Berlin, 1846
- 3) 池上彰博 : 直立時重心動揺の振幅と速度の研究. 日耳鼻 86 : 886-898, 1983
- 4) 宇野良二 : 平衡機能の年齢的変遷に関する研究. 耳鼻臨床 56 : 68-86, 1963
- 5) 小島幸枝, 竹森節子 : 小児の身体平衡の発達. 耳鼻臨床 73 : 865-871, 1980
- 6) 長山郁生 : 重心動揺計による身体偏位の観察. 耳鼻臨床 76 : 197-222, 1983
- 7) 田口喜一郎 : 重心動揺分析法. 日耳鼻 79 : 1576-1589, 1976
- 8) 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
- 9) Wakuda K, Hyo Y, Matsunaga T : Clinical findings on the posture of standing test. Postural Reflex and Body Equilibrium III (Nara) : 57-70, 1984
- 10) 福田 精 : 運動と平衡の反射生理. 医学書院, 東京, 1957
- 11) 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. Equilibrium Res 38 : 29-35, 1979
- 12) Schultze M : Anatomie und Physiologie der Retina. Ar mirk Anat 2 : 175-286, 1866
- 13) Stiles WS : The luminous efficiency of monochromatic and a new colour effect. Proc Roy Soc B 123 : 90-118, 1937
- 14) Stiles WS : Investigation of the scopic and trichromatic mechanism of vision by the two colour threshold technique. Rev Opt 28 : 215-237, 1949

Abstract

Recently, several studies on human standing posture and body sway have been reported. Many factors influencing human posture have been studied by many investigators.

The present study aims at elucidating the influence of visual conditions on body sway.

The sway of the center of gravity produced by 5 types of visual conditions (with unfixed visual focus, with eyes focused 50 cm. or 1 m. straight ahead, with eyes closed and with eyes blindfolded) was examined in 38 normal subjects.

- 1) Sway area and shifting length with eyes closed and with eyes blindfolded were similar.
- 2) The sway area with eyes focused 50 cm. ahead was significantly smaller than that with unfixed focus or eyes focused 1 m ahead. The shifting length was similar under all three visual conditions.

Key words: stabilometry, visual conditions, sway area and shifting length

(原稿到着：平成1年7月20日
別刷請求先：和久田幸之助
〒634 奈良県橿原町四条町840
奈良県立医科大学耳鼻咽喉科学教室)