

立位姿勢における重心動揺解析の一考察

井口 茂 大島 吉英 鶴崎 俊哉 中野 裕之

要 旨 本研究は、立位姿勢保持機能の評価として重心動揺計を用い、健康成人 14 名の開眼時・閉眼時における変化を軌跡面積、総移動距離、平均速度、平均加速度及び周波数解析により検討した。軌跡面積、総移動距離では閉眼時に有意に増加を示し、平均速度の方向は閉眼では左方向と後方向、平均加速度では、左方向で増加を示した。周波数解析では開眼、閉眼とも 0.3 Hz 以下の低周波数帯に多く、最大値は両者とも 0.2 Hz 以下であった。その結果、閉眼時における重心移動の変化を軌跡面積で表し、平衡機能の反応の変化、偏位の傾向を他のパラメーターで検索したが、その特徴を見いだすまでには至らなかった。

長大医短紀要 3 : 103-105, 1989

Key words : 重心動揺, 周波数解析

はじめに

正常の立位姿勢保持は外界の情報を視覚機能・前庭迷路系・深部受容器の知覚感覚系より入力し、小脳・脳幹によって統合され、また大脳皮質の学習機能などから、骨格筋等の効果器へフィードバックされることにより静的・動的なバランスを保っている。重心動揺の評価の意義は理学療法の分野においても各基本動作の獲得の前提として重要視しており、様々な肢位での評価が行われている。今回、姿勢保持機能の評価、動的な姿勢保持の評価を行っていく上での前段階として、開眼時と閉眼時の立位姿勢における重心動揺の変化について考察を加え報告する。

対象と方法

対象は健康成人 14 名（男性 5 名、女性 9

名）、平均年齢は 20.5 ± 2.1 才であった。

計測には日本電気三栄社製重心動揺計 1G 06 を用い、測定肢位は裸足にて Romberg 立位とし、開眼と閉眼の各条件にてそれぞれ 1 分間行った。計測の間には椅座位にて 3 分間の休憩を取り、開眼時の計測に際しては前方 1.5 m、高さ 1.5 m にマークを設け注視させた。

解析には、重心動揺計解析プログラムを用い、重心動揺計より得られた X 軸（左右方向）Y 軸（前後方向）の波形を NEC 社製 PC9801 VM にて 50 秒間取り込んだ。サンプリングクロックは 50 Msec、サンプリングポイントは 1024 である。得られたデータより、軌跡面積、総移動距離、平均速度、平均加速度、周波数成分について分析し、有意差検定を行った。

結 果

1. 軌跡面積

軌跡面積の平均と標準偏差を表1に示す。

表1 軌跡面積

開眼	$2.19 \pm 0.71 \text{ cm}^2$
閉眼	$3.12 \pm 1.55 \text{ cm}^2$

開眼時平均 $2.19 \pm 0.71 \text{ cm}^2$ ，開眼時平均 $3.12 \pm 1.55 \text{ cm}^2$ と開眼時に増加する傾向がみられた。また，両者の間に有意水準 5% で有意差が認められた。

2. 総移動距離

X 軸方向，Y 軸方向の総移動距離の平均は開眼時 X 軸 $47.2 \pm 4.5 \text{ cm}$ ，Y 軸 $50.9 \pm 6.8 \text{ cm}$ で閉眼時では X 軸 $53.2 \pm 5.8 \text{ cm}$ ，Y 軸 $58.5 \pm 11.0 \text{ cm}$ と Y 軸方向の移動距離が長く，また閉眼時において X 軸，Y 軸ともに増加の傾向を示した。開眼時の X 軸移動距離と閉眼時の X 軸移動距離，開眼時の Y 軸移動距離と閉眼時の Y 軸移動距離の間の検定ではともに 1% 水準で有意差が認められた。

表2 総移動距離

開眼	左右方向(X軸)	$47.2 \pm 4.5 \text{ cm}$
	前後方向(Y軸)	$50.9 \pm 6.8 \text{ cm}$
閉眼	左右方向(X軸)	$53.2 \pm 5.8 \text{ cm}$
	前後方向(Y軸)	$58.5 \pm 11.0 \text{ cm}$

3. 平均速度及び平均加速度

平均速度及び平均加速度を右方向を X (+)，左方向を X (-)，前方向を Y (+)，後方向を Y (-) として表3に示す。平均速度，平均加速度とも閉眼において X 軸方向，Y 軸方向で増加していた。平均速度の平均値の差の検定では開眼，閉眼時の Y 軸の速度が X 軸よりも有意に増加し (有意水準 1%)，開眼において X 軸では左方向，Y 軸では後方向の速度が有意に増加し (有意水準 1%)，また閉眼においては X 軸で左方向 (有意水準 5%)，Y 軸で後方向が有意に増加 (有意水準 1%) していた。平均加速度においては開眼，閉眼で X 軸よりも有意に Y 軸が増加し (有意水準 1%)，各方向での変化は X 軸において開眼で左方向の加速度が有意水準 1%，閉眼で有意水準 5% で有意差が認められた。Y 軸方向の変化においては開眼，閉眼とも有意差は認められなかった。

4. 周波数分析

周波数分析には FFT (高速フーリエ変換) を用い，1024 ポイントの全周波数の振幅和 Total Power を求めた。開眼での X 軸方向の Total Power $4.55 \pm 1.00 \text{ cm}$ ，Y 軸方向では $4.27 \pm 0.57 \text{ cm}$ ，閉眼では X 軸 $4.86 \pm 0.84 \text{ cm}$ ，Y 軸 $4.94 \pm 1.30 \text{ cm}$ であった。それぞれ

表3 平均速度と平均加速度

		平均速度	平均加速度
開眼	左右方向(X)	$0.54 \pm 0.06 \text{ cm / sec}$	$3.65 \pm 0.47 \text{ cm / sec}^2$
	右方向(X+)	$0.51 \pm 0.06 \text{ cm / sec}$	$3.55 \pm 0.44 \text{ cm / sec}^2$
	左方向(X-)	$-0.58 \pm 0.06 \text{ cm / sec}$	$-3.74 \pm 0.51 \text{ cm / sec}^2$
	前後方向(Y)	$0.66 \pm 0.15 \text{ cm / sec}$	$4.52 \pm 1.05 \text{ cm / sec}^2$
閉眼	前方向(Y+)	$0.63 \pm 0.15 \text{ cm / sec}$	$4.56 \pm 1.04 \text{ cm / sec}^2$
	後方向(Y-)	$-0.69 \pm 0.15 \text{ cm / sec}$	$-4.49 \pm 1.07 \text{ cm / sec}^2$
	左右方向(X)	$0.69 \pm 0.11 \text{ cm / sec}$	$4.53 \pm 0.86 \text{ cm / sec}^2$
閉眼	右方向(X+)	$0.68 \pm 0.11 \text{ cm / sec}$	$4.47 \pm 0.85 \text{ cm / sec}^2$
	左方向(X-)	$-0.72 \pm 0.12 \text{ cm / sec}$	$-4.60 \pm 0.88 \text{ cm / sec}^2$
	前後方向(Y)	$0.84 \pm 0.24 \text{ cm / sec}$	$5.81 \pm 1.63 \text{ cm / sec}^2$
	前方向(Y+)	$0.8 \pm 0.23 \text{ cm / sec}$	$5.76 \pm 1.59 \text{ cm / sec}^2$
	後方向(Y-)	$-0.88 \pm 0.24 \text{ cm / sec}$	$-5.88 \pm 1.71 \text{ cm / sec}^2$

れの間には有意差は認められなかった。また、各周波数帯別にみると、開眼時ではX軸、Y軸成分ともに0.3 Hz以下の周波数帯に多く占められ、最大振幅和を示したのは0.02～0.04 Hzであった。閉眼時ではX軸、Y軸成分は開眼時と同様に0.3 Hz以下に多く占められており、最大振幅和を示したのは0.02～0.14 Hzであった。

考 察

今回、健康成人における開眼時と閉眼時の立位保持能力を重心動揺計にて計測し、解析を行った。その結果、軌跡面積、総移動距離、平均速度、平均加速度は閉眼時で有意に増加していた。しかし、軌跡面積、総移動距離において被検者の中には軌跡面積が小さいにもかかわらず、総移動距離は増加しているものがみられた。瀧口¹⁾らの報告でもこのことを指摘しており、閉眼によって重心動揺の大きさの増大が面積に現れるものと、移動距離に現れるものとに分かれるとしている。また、平均速度・平均加速度の向きは速度において左方向と後方向、加速度においては後方向に有意に増加していた。これは、計測時の足位が爪先を閉じたRomberg肢位であり、基底面が狭く、開眼・閉眼の立位時の偏位が関係したものと考えられた。測定時の足位についてはOkubo²⁾はRomberg肢位、30°、60°扇形など様々な足位での計測を行い、重心動揺距離がRomberg肢位で最も大きいと報告しており、測定において考慮される点であろう。

周波数分析においては、全周波数の振幅和Total Powerは閉眼で増加したが有意差は認

められなかった。また、周波数帯別でも開眼、閉眼とも0.2 Hz以下で最大値を示し、これは羽柴³⁾らの閉眼によって0.25～0.5 HzでPowerが大きくなるという報告とは異なり、今回の検索において視覚を取り除いても他の平衡機能で充分保ち得ていることが考えられた。

以上のことより今回、閉眼時における重心移動のばらつきを軌跡面積で表し、他の平衡機能の反応の変化、偏位の傾向を総移動距離、平均速度、平均加速度によって検索できたが、各パラメーターの特徴を見いだすまでには至らなかった。今後は測定条件の設定・個体差・疾患等を加味し、静的、動的な姿勢保持機能の評価として意味付けしていくことが必要であろう。

文 献

1. 瀧口哲也. 重心動揺検査の総合的評価に関する研究—パーソナルコンピュータによる解析システムの開発—. 耳展 1986 ; 1-24.
2. Okubo J, Watanabe T, Takeya T, and Baron J. T. Influence of foot position and visual field condition in the examination for equilibrium function and sway of the centre of gravity in normal person. *Agressologie* 1979 ; 20 : 127-132.
3. 羽柴基之, 他. 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.* 1982 ; 41 (1) : 83-89.

(1989年12月28日受理)