

直立姿勢制御に及ぼす視力矯正および視野の影響

The influence of correcting visual acuity and visual field on undisturbed upright postural control

内山 応信¹⁾・出村 慎一²⁾・山次 俊介³⁾
中田 征克⁴⁾・北林 保⁵⁾・野田 政弘⁶⁾

Masanobu UCHIYAMA¹, Shinichi DEMURA², Shunsuke YAMAJI³,
Masakatsu NAKADA⁴, Tamotsu KITABAYASHI⁵, Masahiro NODA⁶

Abstract

The purpose of this study was to examine the influence of correcting visual acuity and visual fields on upright postural control. Six male and ten female university students who usually wear contact lens participated in this study. A significant difference in visual acuity was found when the participants wore contact lens as opposed to not, but no significant difference in visual acuity between the sexes was found. The participants' Center of Foot Pressure (COP) was measured with and without contact lens, and under three visual field conditions: 1) eyes open in a dark room, 2) central visual field, and 3) complete visual field. The first condition prevents any visual input, the second condition permits gazing at a red lamp fixed in the central visual field in a dark room, and the third condition permits gazing at a visual target fixed in the central visual field with cross-shaped vertical and horizontal lines in a lighted room. To evaluate the COP, we selected 60 parameters representing 7 domains (distance, central position, distribution of amplitude, area, velocity, spectrum and vector).

There was no significant difference in visual properties (visual angle and visual field area) between the sexes, or with the two visual acuity conditions. Therefore, it was considered that correcting visual acuity does not affect visual properties. Based on these results, we examined the differences in COP between the two visual acuity conditions and the three visual field conditions integrating both sexes. There was no significant difference between the two visual acuity conditions in COP. Significant differences in COP parameters between the visual field conditions were found in five domains, excluding "central position" and "area." As a result of multiple comparisons, significant differences in COP parameters were found mainly between "eyes open in a dark room," "central visual field," and "complete visual field." It was suggested that visual input from peripheral visual fields plays an important role in controlling upright posture, and a visual target fixed in the central visual field has little effect on stabilometry.

Key words : undisturbed upright posture, correcting visual acuity, visual fields, visual target

1) 金沢大学大学院教育学研究科 Kanazawa University Graduate School Faculty of Education

2) 金沢大学教育学部 Kanazawa University Faculty of Education

3) 福井工業高等専門学校 Fukui National of College of Technology

4) 防衛大学校総合教育学群体育学教育室 National Defence Academy In Japan

5) 金沢大学大学院自然科学研究科 Kanazawa University Graduate School of Natural Science and Technology

6) 仁愛大学 Jin-ai University

緒言

直立姿勢は、視覚系、前庭系、体性感覚系の3つの感覚系のフィードバック情報が中枢において統合されることにより、維持されている(羽柴ら, 1989)。特に、視覚系は他の感覚と本質的に異なる性質をもち、視覚以外の感覚が身体内部で、あるいは身体と直接接触する外環境によって生じるのに対し、視覚は身体から離れた場所についての情報を与えることができる(小松, 2000)。

平衡機能検査基準では、中心視野に固定された視標(注視点)を設定することが定められており(日本平衡神経科学会, 1986; 新田見ら, 1988, 1990; 奥住ら, 1996)、被験者の正面、眼の高さに視標が設置される。視覚が起立姿勢の保持に重要な役割を持つことから、検査時における視覚条件をできるだけ一定に制限することは重要と考えられる。また近年、機能的および構造的相違から視野を中心視野と周辺視野とに区分して各視野情報の姿勢制御に及ぼす影響の効果が検討されている(張ら, 1986; 羽柴ら, 1989; 森戸ら, 1981; 奥住ら, 1996; 和田ら, 1990)。しかしながら、視標による中心視野の視覚入力が足圧中心動揺に及ぼす影響を及ぼしているかについては、統一した見解が得られていない(相馬ら, 2000; 和田ら, 1990)。

また、平衡機能検査では、開眼と閉眼時における足圧中心動揺度の割合をロンベルグ率として利用している。閉眼時の足圧中心動揺は、視覚系の情報が閉ざされることから開眼時に比べ、動揺が大きくなる。Pyykkö et al. (1990)は、65歳を過ぎると次第に入力の割合に変化が起こり、視覚からの入力が増加し閉眼時の動揺が増大すると報告している。石崎ら(1995)は、転倒に関与する危険因子の解析を行い、視力、左右動揺、ロンベルグ率と高齢者の転倒回数との関連を検討し、転倒高齢者では視覚からの入力が少なく乏しい視力に起因し転倒を引き起こしていると報告している。さらに、岡本ら(2001)は、高齢者の視力および視野の加齢変化の特性を調べるとともに、転倒経験者と比較することによって、転倒との関連性を分析した。転倒経験者群と転倒非経験者群における視力および視野の値は、2回以上転倒群において両眼視力が有意に低いものに対して、全方向の視野と視野面積では群間に有意差は認めなかったことを報告している。これは、転倒発生に影響を及ぼす視覚的因子としては、視野の大小に比べ視力低下の方が強いことを示唆している。以上は、高齢者を対象としての視力と転倒との

関連を検討した報告であるが、健常な若年者を対象とし、視力の姿勢制御へ及ぼす影響を検討した報告は殆ど見られない。

これらの報告から、ヒトの姿勢制御において重要な役割を果たす視覚と姿勢制御間の関連を明らかにするために、次の2観点からの多角的検討が必要である。一つは、視力と姿勢制御間の関連の実験的な検討、そして中心視野における視覚入力が姿勢制御に及ぼす影響の精度高い検討が挙げられる。

本研究の目的は、視力および中心視野情報が姿勢制御に及ぼす影響を検討するために、日常生活において視力矯正具(コンタクトレンズ)を利用する健常な大学生を対象に、視力矯正具の有無および異なる視野条件が姿勢制御に及ぼす影響を検討することである。

方法

被験者

被験者は、神経耳科学的に異常がなく、めまいの既往もなく、日常生活において視力矯正具(コンタクトレンズ)を利用する健常な大学生男子6名(年齢: 21.2 ± 2.1 歳, 身長: $172.1\text{cm} \pm 2.2\text{cm}$, 体重: $63.9 \pm 5.9\text{kg}$, 左眼矯正視力: 1.0 ± 0.2 , 右眼矯正視力: 1.2 ± 0.3 , 両眼矯正視力: 1.3 ± 0.3)および女子10名(年齢: 21.8 ± 1.8 歳, 身長: $160.5\text{cm} \pm 7.0\text{cm}$, 体重: $50.1 \pm 7.0\text{kg}$, 左眼矯正視力: 1.0 ± 0.2 , 右眼矯正視力: 1.0 ± 0.2 , 両眼矯正視力: 1.3 ± 0.3)の計16名であった。被験者の体格特性は、同年代の全国標準値(東京都立大学体育学研究室, 2000)と比較して統計的有意差はなかった。また、男女とも平均両眼矯正視力は、わが国の健常視力: 1.2(李, 2001)より僅かに高値を示した。

なお、被験者には測定に先立ち実験の主旨、目的および方法について詳細に説明し同意を得た。

実験条件

視力条件

視力と足圧中心(COP)動揺間の関連を検討するために、被験者の視力を操作し、裸眼条件および矯正条件の2条件(視力条件)を設定した。被験者は、裸眼条件において裸眼の状態、矯正条件では両眼に視力矯正具(コンタクトレンズ)を装着した状態でCOP動揺を測定した。

視野条件

視野とCOP動揺間の関連を検討するために、中心視

情報と周辺視情報を操作し、被験者に以下に示す3つの視覚系の条件（視野条件）を提示し、COP動揺測定を行った。視野を中心視野と周辺視野に区分する場合、網膜視細胞層の組織学的分類や機能的側面から、視角約2.5°（直径5°）以内を中心視、それ以外の網膜部位で見ることを周辺視とする（苧阪，1983）。各視野条件の試行は、順序効果を考慮し、全被験者に対して乱数表を用いランダムに割り当てた。

- ・暗室開眼条件：被験者は、完全な暗室において開眼し、視線は前方に固定する。
- ・中心視野条件：被験者は、完全な暗室において、低光度で発光する赤色の視標（3m前方、目の高さ）を注視する。
- ・全視野条件：被験者は、視標（3m前方、目の高さ）から垂直および水平方向と、被験者の左前方45°および右前方45°の垂直方向に視野の限界まで伸びる直線（幅1cmの赤色テープ）が提示された室内照明を点灯した明るい部屋において、視標を注視する。被験者前方に提示された垂直・水平線は、動揺の安定化に効果的であると報告されている（奥住ら，1996；Amblard B et al.，1980）。

測定方法

視覚（視力、視野）測定

視力

視力検査器 TOPCON製（SS-3 SCREENOSCOPE）を用いて左右両眼の視力を測定した。被験者は、検査器の前に設置した椅子に座り、裸眼あるいは矯正眼により両眼で検査器中に提示される文字“E”を注視した。検者は、“E”の大きいものから順に小さいものへと提示して行き、被験者が“E”の開いている方向が知覚できる大きさまでを計測した。左右両眼視力の検査順は、乱数表を用いてランダムに決定した。

視野（視角および視野面積）

視野は、Förster視野計を用いて白色視標、動標法により左眼および右眼の視角（°）8方向を測定した。被験者は座位姿勢をとり、視野計の中心に位置する白色の注視点を見続けた。検者は、被験者が注視点を見ていることを確認し、左右眼における8方向の視野の端から注視点に向けて白色のポイント（直径1cm程度）を動かす、被験者が視野の中に検者の動かすポイントを知覚した時点までを測定した。なお、図1は被験者の左右眼の視角を視覚的に表示したものである。

足圧中心動揺測定

足圧中心（COP）動揺測定器具として(株)アニマ製重心動揺計 GRAVICORDER G5500を用いた。このCOP動揺測定器具は、水平面上の2等辺三角形プレートの各頂点に置かれた3個の垂直荷重センサーにより、プレート上に起立した被験者の重心が足底面に投影された位置

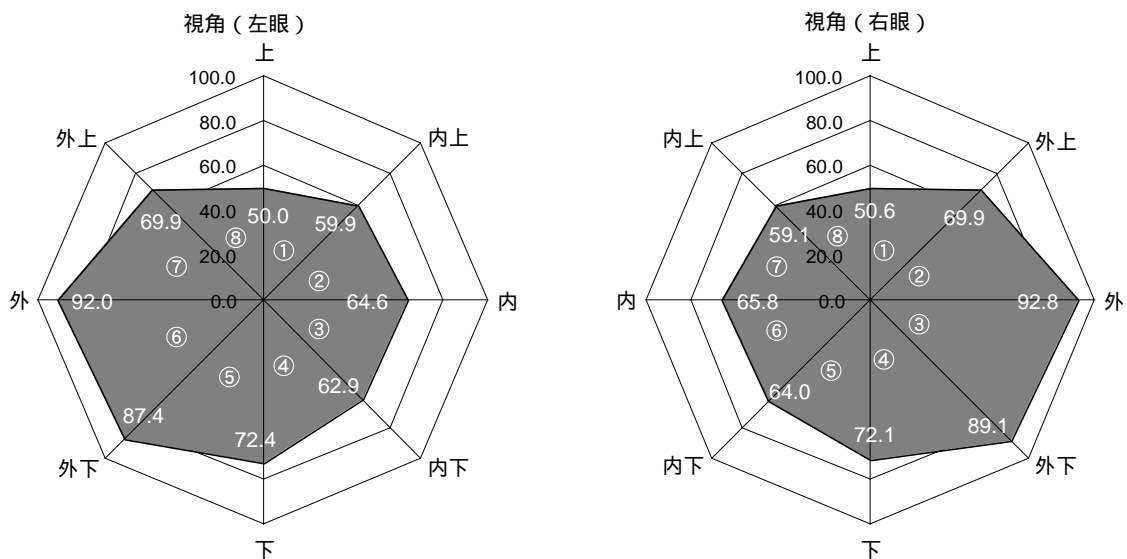


図1 左右眼の視角（°）を可視化した例（图中，左が左眼，右が右眼）

注）これらの視角（左右眼それぞれ8方向の視角）から、球面三角法を用いて視野面積（cm²）（左右眼それぞれ8領域）を算出した。图中的 ~ は、視野面積の領域番号を示す。

をX軸成分(左右軸方向成分)とY軸成分(前後軸方向成分)に分離した電氣的な出力として検出することができる。COP動揺測定手順として、被験者の心拍および呼吸の乱れや骨格筋系の疲労を考慮し、被験者に30分間の座位安静を保持させた。その後、裸足でCOP動揺計上の足型の上に起立させ、前方3mに設置した視標を注視した状態(視野条件により、視標の有無は異なる)で両足内側縁を接したRombergの姿勢(開眼閉足)(森戸ら, 1981)をとらせ、姿勢の安定を維持させた。

COP動揺測定時間は1試行1分間とし、試行間の安静(座位)は1分間とした。COP動揺の測定回数は、各視野条件につき3試行とした。また、COP動揺測定室内は遮音状態を維持した。なお、COP動揺計から得られるCOPの位置情報となる電氣的な信号は、サンプリング周波数を20Hzとし、COP動揺解析用パソコンに記録した。

評価変数

視覚変数

視覚変数として、視力(左右両眼)、および視力の付帯条件となる視覚特性(視角:左右眼それぞれ8方向、および8方向平均角(°);視野面積:左右眼それぞれ8領域、および8領域平均面積(cm^2))を選択した。

視野面積は測定した視角を用いて、球面三角法により左右眼それぞれ8領域および8領域平均面積を算出した。左(右)眼における視野面積は、視角-上(上)と内上(外上)間を領域、視角-内上(外上)と内(外)間を領域、視角-内(外)と内下(外下)間を領域、視角-内下(外下)と下(下)間を領域、視角-下(下)と外下(内下)間を領域、視角-外(内)と外上(内上)間を領域、視角-外上(内上)と上(上)間を領域とした。

なお、視野面積は被験者の水晶体を中心とした球体($r=1\text{cm}$)上の表面積とした。

足圧中心動揺評価変数

各視力条件および視野条件における足圧中心(COP)動揺を評価するために、出村ら(2001)が提案し、論理的妥当性および試行間信頼性の保証された60変数を選択した。これらは、距離領域(6変数)、速度領域(5変数)、面積領域(5変数)、中心位置領域(2変数)、振幅分布領域(8変数)、パワースペクトル領域(18変数)、ベクトル領域(16変数)の7領域を代表している(表1)。

統計解析

性および視力条件の視覚変数に及ぼす影響を検討する

ために、1要因(視力条件)に対応のある2要因(因子A:性、因子B:視力条件)分散分析を行った。各眼の視角8方向および視野面積8領域に対しては名義水準()を採用した。 は各眼における方向もしくは領域の数(各眼それぞれ8)で除した値を採用した。

視力条件および視野条件の足圧中心(COP)動揺へ及ぼす影響を検討するために、対応のある2要因(因子A:視力条件、因子B:視野条件)分散分析を行った。COP動揺評価60変数の項目数により調整した名義水準()を設定した。

なお、本研究における統計的仮説検定の有意水準は5%とし、主効果および交互作用に有意性が認められた場合、TukeyのHSD(Honestly significant difference)法により多重比較検定を行った。

結果

被験者の視力および視覚特性の検討

表2は視力に関し、表3は視覚特性(左右眼視角、左右眼視野面積)について性差および視力矯正の影響を調べるために2要因分散分析を行った結果を示している。視力および視覚特性に有意な交互作用は認められなかった(表2,3)。視力は視力条件にのみ有意な主効果が認められ、矯正条件の方が高い視力であった(表2)。従って、男女ともに被験者は矯正条件および裸眼条件において異なる視力と判断された。視覚特性は、性および視力条件に有意な主効果は認められなかった(表3)。

視力条件および視野条件の差が足圧中心動揺へ及ぼす影響の検討

本研究の被験者において、視力と視覚特性の全変数に有意な性差が認められなかったことから、男女のデータを統合して、視力条件および視野条件の足圧中心(COP)動揺へ及ぼす影響を検討した。表4は、COP動揺評価60変数の視力条件間および視野条件間差を示している。いずれの変数においても有意な交互作用は認められず、視力条件についても、有意な主効果は認められなかった。一方、視野条件には、位置領域および面積領域を除く5領域の計15変数において有意な主効果が認められた。視野条件において、有意な主効果が認められた変数は、単位軌跡長、X(左右軸)、Y(前後軸)方向動揺速度の標準偏差、Y方向動揺速度分布の累計度数の傾斜、X方向動揺速度の平均および最大値、Y方向動揺パワー領域B面積比、および速度ベクトルの全方向(計8方向)平

表 1.7 領域 COP 動揺評価 60 変数の特性

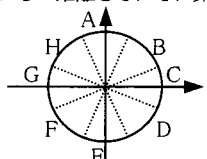
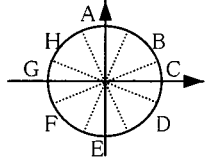
分類	No.	COP評価変数名	単位	変数の特徴
距離	1	単位軌跡長	cm/s	重心動揺距離の平均速度値
	2	実効値	cm	$\sqrt{(1/N)(\sum(Xi-Xmean)^2 + \sum(Yi-Ymean)^2)}$ より算出. 平均重心点からのばらつき.
	3	X方向実効値	cm	X軸方向における実効値 ($\sqrt{(1/N)(\sum Xi-Xmean)^2}$)
	4	Y方向実効値	cm	Y軸方向における実効値 ($\sqrt{(1/N)(\sum Yi-Ymean)^2}$)
	5	X方向最大振幅	cm	X,Y軸それぞれの方向における最大値と最小値の幅
	6	Y方向最大振幅	cm	
中心位置	7	X方向動揺平均中心変位	cm	X,Y軸それぞれの方向の動揺の平均値
	8	Y方向動揺平均中心変位	cm	
振幅分布	9	X方向動揺の標準偏差	cm	X軸方向の動揺の標準偏差 ($Sx = \sqrt{1/N \sum (xi-Xmean)^2}$)
	10	Y方向動揺の標準偏差	cm	Y軸方向の動揺の標準偏差 ($Sy = \sqrt{1/N \sum (yi-Ymean)^2}$)
	11	X方向動揺速度の標準偏差	cm/s	X軸, Y軸それぞれの方向の動揺速度の標準偏差
	12	Y方向動揺速度の標準偏差	cm/s	
	13	X方向動揺分布の累計度数の傾斜	%/cm	X軸, Y軸それぞれの方向の重心点の累計度数分布曲線の10%と90%を結んだ直線の傾斜
	14	Y方向動揺分布の累計度数の傾斜	%/cm	
15	X方向動揺速度分布の累計度数の傾斜	%/(cm/s)	X軸, Y軸それぞれの方向の動揺速度の累計度数分布曲線の10%と90%を結んだ直線の傾斜	
16	Y方向動揺速度分布の累計度数の傾斜	%/(cm/s)		
面積	17	単位面積軌跡長	1/cm	総軌跡長を外周面積で除算した値
	18	矩形面積	cm ²	各軸の最大幅で囲まれる長方形の面積
	19	外周面積	cm ²	動揺軌跡の最大郭によって囲まれる面積
	20	実効値面積	cm ²	実行値を半径とする円の面積
	21	標準偏差面積	cm ²	X軸, Y軸方向の標準偏差を長短軸とする楕円の面積
速度	22	X方向動揺速度の平均	cm/s	X軸, Y軸それぞれの方向の動揺速度の平均値
	23	Y方向動揺速度の平均	cm/s	
	24	重心動揺速度の実効値	cm/s	重心動揺速度の実効値(4.実効値の算出式を利用)
	25	X方向動揺速度の最大値	cm/s	X軸, Y軸それぞれの方向の動揺速度の最大値
	26	Y方向動揺速度の最大値	cm/s	
パワー スペクトル	27	X方向動揺パワー領域A面積比	%	重心動揺のX(左右), Y(前後), R(動径)方向の座標値を各々FFTして周波数成分を求める. 周波数をA,B,C区分して, その区間に含まれるパワー量を面積比(総パワー:100)で表示. 周波数帯域区分 { A領域:0.02~0.20Hz (周期=50~5(s)) B領域:0.20~2.00Hz (周期=5~0.5(s)) C領域:2.00~10.00Hz (周期=0.5~0.1(s))
	28	X方向動揺パワー領域B面積比	%	
	29	X方向動揺パワー領域C面積比	%	
	30	Y方向動揺パワー領域A面積比	%	
	31	Y方向動揺パワー領域B面積比	%	
	32	Y方向動揺パワー領域C面積比	%	
	33	R方向動揺パワー領域A面積比	%	
	34	R方向動揺パワー領域B面積比	%	
	35	R方向動揺パワー領域C面積比	%	
	36	X方向動揺速度パワー領域A面積比	%	
	37	X方向動揺速度パワー領域B面積比	%	
	38	X方向動揺速度パワー領域C面積比	%	
	39	Y方向動揺速度パワー領域A面積比	%	
	40	Y方向動揺速度パワー領域B面積比	%	
41	Y方向動揺速度パワー領域C面積比	%		
42	R方向動揺速度パワー領域A面積比	%		
43	R方向動揺速度パワー領域B面積比	%		
44	R方向動揺速度パワー領域C面積比	%		
ベクトル	45	PV A方向平均ベクトル長	cm	重心動揺の原点を中心にして, 周囲をA~Hの8方向に分割し, 各方向に含まれる座標と原点からの距離をそれぞれ算出し, 平均したもの. 
	46	PV B方向平均ベクトル長	cm	
	47	PV C方向平均ベクトル長	cm	
	48	PV D方向平均ベクトル長	cm	
	49	PV E方向平均ベクトル長	cm	
	50	PV F方向平均ベクトル長	cm	
	51	PV G方向平均ベクトル長	cm	
	52	PV H方向平均ベクトル長	cm	
	53	VV A方向平均ベクトル長	cm/s	重心動揺の原点を中心にして, 周囲をA~Hの8方向に分割し, 各方向に含まれる座標と原点からの速度をそれぞれ算出し 平均したもの. 
	54	VV B方向平均ベクトル長	cm/s	
	55	VV C方向平均ベクトル長	cm/s	
	56	VV D方向平均ベクトル長	cm/s	
	57	VV E方向平均ベクトル長	cm/s	
	58	VV F方向平均ベクトル長	cm/s	
	59	VV G方向平均ベクトル長	cm/s	
	60	VV H方向平均ベクトル長	cm/s	

表2. 視力に対する2要因(因子A:性(対応なし);因子B:視力条件(対応あり))分散分析および多重比較検定(TukeyのHSD法)結果

視力	因子A		男子(n=6)				女子(n=10)				ANOVA, F値		
	因子B	単位	裸眼		矯正		裸眼		矯正		因子A 性	因子B 視力条件	交互作用
			AV	±SD	AV	±SD	AV	±SD	AV	±SD			
左眼視力			0.2	0.09	1.0	0.16	0.1	0.10	1.0	0.15	0.22	383.62 **	0.38
右眼視力			0.2	0.11	1.2	0.25	0.1	0.12	1.0	0.23	2.72	214.90 **	2.29
両眼視力			0.2	0.07	1.3	0.25	0.2	0.19	1.3	0.25	0.11	198.11 **	0.11

注1) **p<.01.

注2) 主効果および交互作用に有意性が認められた場合, TukeyのHSD法により多重比較検定を行った.

注3) 多重比較検定の結果, 左右両眼視力において矯正条件が裸眼条件より高値を示した.

表3. 視覚特性(視角, 視野面積)に対する2要因(因子A:性(対応なし);因子B:視力条件(対応あり))分散分析結果

視覚特性	因子A		男子(n=6)				女子(n=10)				ANOVA, F値		
	因子B	単位	裸眼		矯正		裸眼		矯正		因子A 性	因子B 視力条件	交互作用
			AV	±SD	AV	±SD	AV	±SD	AV	±SD			
左眼視角-上	°		50.7	5.19	50.0	4.32	52.9	8.12	51.3	5.68	0.31	0.67	0.11
左眼視角-内上	°		61.0	4.12	62.2	1.95	60.7	6.07	59.2	6.90	0.37	0.01	0.85
左眼視角-内	°		63.3	6.45	63.5	2.93	66.0	4.54	67.2	4.98	2.24	0.18	0.10
左眼視角-内下	°		59.5	5.80	60.8	2.11	63.9	5.87	66.1	4.39	4.16	1.86	0.11
左眼視角-下	°		73.8	3.48	75.2	2.73	71.8	6.35	72.9	4.89	0.88	0.75	0.01
左眼視角-外下	°		87.7	1.97	88.2	2.79	88.7	5.27	87.4	4.86	0.01	0.06	0.28
左眼視角-外	°		92.0	2.31	92.5	1.38	92.8	4.02	93.5	3.64	0.40	0.30	0.01
左眼視角-外上	°		68.7	7.34	67.2	5.01	73.3	7.59	72.6	7.36	1.93	0.59	0.08
左眼平均視角	°		69.6	2.88	69.9	1.69	71.3	3.56	71.3	3.63	1.14	0.03	0.03
右眼視角-上	°		53.0	7.70	52.3	5.68	51.9	4.97	52.3	5.90	0.03	0.01	0.19
右眼視角-外上	°		71.0	7.87	69.3	7.25	74.3	7.04	73.8	7.48	1.82	0.14	0.04
右眼視角-外	°		91.0	4.32	93.7	1.37	93.0	5.35	94.1	5.11	0.34	1.79	0.31
右眼視角-外下	°		89.5	6.92	90.8	2.97	90.3	6.53	90.0	5.10	0.00	0.07	0.18
右眼視角-下	°		73.2	3.85	72.2	3.80	71.4	6.07	72.1	5.49	0.16	0.01	0.26
右眼視角-内下	°		61.8	3.34	63.3	2.56	66.2	5.53	66.2	5.49	2.33	0.48	0.48
右眼視角-内	°		62.0	4.36	62.7	3.14	66.5	5.77	70.1	5.37	7.03	1.82	0.86
右眼視角-内上	°		57.5	5.32	58.0	4.76	58.9	7.09	61.1	4.81	0.64	0.93	0.37
右眼平均視角	°		69.9	4.18	70.3	2.26	71.6	3.76	72.5	1.81	1.84	0.46	0.06
左眼視野面積①	cm ²		0.33	0.04	0.33	0.03	0.34	0.08	0.32	0.06	0.02	0.29	0.42
左眼視野面積②	cm ²		0.40	0.06	0.41	0.02	0.42	0.04	0.42	0.06	0.17	0.02	0.05
左眼視野面積③	cm ²		0.40	0.07	0.40	0.03	0.44	0.05	0.46	0.05	4.10	0.87	0.22
左眼視野面積④	cm ²		0.46	0.05	0.48	0.03	0.48	0.06	0.50	0.05	0.60	2.40	0.03
左眼視野面積⑤	cm ²		0.65	0.03	0.66	0.03	0.64	0.07	0.64	0.06	0.38	0.10	0.14
左眼視野面積⑥	cm ²		0.78	0.02	0.79	0.02	0.80	0.07	0.79	0.06	0.14	0.01	0.09
左眼視野面積⑦	cm ²		0.64	0.07	0.64	0.04	0.68	0.07	0.68	0.07	1.71	0.06	0.06
左眼視野面積⑧	cm ²		0.37	0.07	0.36	0.05	0.41	0.10	0.40	0.07	0.96	0.99	0.00
左眼平均視野面積	cm ²		0.50	0.04	0.51	0.02	0.53	0.05	0.53	0.05	1.19	0.03	0.02
右眼視野面積①	cm ²		0.40	0.09	0.39	0.07	0.41	0.05	0.41	0.07	0.23	0.13	0.18
右眼視野面積②	cm ²		0.65	0.07	0.66	0.05	0.69	0.07	0.70	0.08	1.72	0.04	0.00
右眼視野面積③	cm ²		0.79	0.08	0.82	0.03	0.81	0.08	0.81	0.06	0.08	0.66	0.29
右眼視野面積④	cm ²		0.66	0.07	0.66	0.03	0.65	0.06	0.66	0.05	0.08	0.01	0.00
右眼視野面積⑤	cm ²		0.47	0.04	0.47	0.03	0.49	0.06	0.49	0.06	0.59	0.07	0.00
右眼視野面積⑥	cm ²		0.40	0.03	0.41	0.03	0.46	0.07	0.48	0.06	5.38	2.14	0.14
右眼視野面積⑦	cm ²		0.38	0.06	0.38	0.04	0.41	0.06	0.45	0.05	4.10	1.60	0.79
右眼視野面積⑧	cm ²		0.32	0.07	0.32	0.05	0.32	0.06	0.34	0.06	0.08	0.21	0.44
右眼平均視野面積	cm ²		0.51	0.05	0.51	0.03	0.53	0.05	0.54	0.02	1.78	0.43	0.05

注1) 有意水準 $\alpha=.05$ とした.注2) 左・右眼視角8方向および左・右眼視野面積8領域の検定において, 名義水準 $\alpha'=\alpha/8=.0031$ を採用.

注3) 性および視力条件に有意な主効果は認められなかった. また, いずれの変数にも有意な交互作用は認められなかった.

表4 . COP動揺評価60変数に対する対応のある2要因(因子A:視力条件;因子B:視野条件)分散分析および多重比較検定(TukeyのHSD法)結果

No.	COP動揺評価変数	矯正 (n=16)												HSD			
		因子A				因子B				ANOVA, F値							
		暗室開眼		全視野		中心視野		全視野		視力条件		視野条件			交互作用		
		AV	±SD	AV	±SD	AV	±SD	AV	±SD	AV	±SD	F	p	因子A	因子B	交互作用	
1	単位動揺長	cm/s	1.2	0.26	1.2	0.28	1.0	0.23	1.3	0.29	1.2	0.26	1.1	0.22	1.45	24.32 †	0.82
2	実効値	cm	0.8	0.21	0.7	0.19	0.7	0.19	1.6	3.28	1.5	2.92	1.2	1.86	0.98	1.58	0.63
3	X方向実効値	cm	0.5	0.16	0.5	0.12	0.4	0.15	1.3	3.06	1.4	3.48	1.6	4.32	0.97	0.59	1.23
4	Y方向実効値	cm	0.6	0.17	0.5	0.15	0.5	0.14	0.9	1.27	0.9	1.36	1.0	1.78	1.01	0.49	1.71
5	X方向最大振幅	cm	2.7	0.86	2.6	0.71	2.3	0.67	2.5	0.91	2.5	0.79	2.4	0.91	0.22	5.58	1.05
6	Y方向最大振幅	cm	3.1	0.85	2.9	0.82	2.7	0.69	3.1	1.00	2.9	0.75	3.1	1.20	0.58	0.83	1.04
7	X方向動揺平均中心変位	cm	0.0	0.56	0.0	0.56	0.0	0.57	0.0	0.38	0.1	0.30	0.1	0.27	0.04	0.88	0.53
8	Y方向動揺平均中心変位	cm	-1.2	1.73	-1.1	1.85	-1.1	2.02	-1.4	1.50	-1.1	1.50	-1.4	1.75	0.18	2.56	1.49
9	X方向動揺の標準偏差	cm	0.5	0.16	0.5	0.12	0.4	0.15	0.6	0.68	0.6	0.70	0.6	0.64	0.84	5.01	0.39
10	Y方向動揺の標準偏差	cm	0.6	0.17	0.5	0.15	0.5	0.14	0.8	0.87	0.8	0.97	0.9	1.33	1.01	0.46	1.78
11	X方向動揺速度の標準偏差	cm/s	1.2	0.26	1.1	0.31	1.0	0.25	1.1	0.53	1.1	0.56	1.0	0.55	0.19	13.43 †	0.71
12	Y方向動揺速度の標準偏差	cm/s	1.1	0.31	1.1	0.28	0.9	0.23	1.0	0.78	0.9	0.78	0.7	0.70	0.78	21.20 †	2.12
13	X方向動揺分布の累計度数の傾斜	%/cm	65.8	21.06	64.8	15.02	72.0	21.40	67.8	33.14	64.4	25.45	66.7	26.67	0.05	2.76	1.60
14	Y方向動揺分布の累計度数の傾斜	%/cm	53.9	16.22	59.9	14.85	57.5	13.78	56.9	25.34	55.0	25.19	56.0	23.09	0.06	0.30	1.48
15	X方向動揺速度分布の累積度数の傾斜	%/(cm/s)	31.2	6.50	31.6	6.86	33.4	6.25	27.7	10.14	28.7	10.55	29.6	10.44	1.85	3.52	0.18
16	Y方向動揺速度分布の累積度数の傾斜	%/(cm/s)	32.8	9.39	32.9	7.13	36.8	7.62	31.8	7.54	34.5	9.37	38.8	9.64	0.20	19.49 †	1.51
17	単位面積動揺長	1/cm	22.2	8.60	23.7	7.70	25.3	10.43	27.4	14.35	26.2	14.50	25.6	14.20	1.07	0.11	2.77
18	矩形面積	cm ²	9.0	4.72	8.0	4.63	6.7	3.34	8.3	5.07	7.3	3.79	7.1	4.03	0.17	7.32	0.53
19	外周面積	cm ²	3.9	1.75	3.5	1.82	3.0	1.51	3.7	2.04	3.4	1.67	3.1	1.78	0.09	9.16	0.32
20	実効値面積	cm ²	2.1	1.09	1.8	0.97	1.7	0.89	1.8	0.99	1.8	0.84	1.7	0.85	0.28	3.85	1.31
21	標準偏差面積	cm ²	1.0	0.52	0.9	0.46	0.8	0.43	0.9	0.48	0.9	0.41	0.8	0.39	0.00	4.78	0.55
22	X方向動揺速度の平均	cm/s	0.7	0.15	0.7	0.19	0.6	0.15	0.8	0.34	0.8	0.33	0.7	0.27	2.10	12.34 †	0.69
23	Y方向動揺速度の平均	cm/s	0.7	0.19	0.7	0.17	0.6	0.14	0.9	0.92	0.9	1.20	0.7	0.54	1.07	4.97	0.98
24	重心動揺速度の実効値	cm/s	1.6	0.37	1.6	0.40	1.4	0.32	1.9	0.71	1.9	1.24	1.5	0.47	1.53	6.89	0.65
25	X方向動揺速度の最大値	cm/s	4.3	1.19	3.8	1.12	3.4	0.89	5.9	5.84	5.4	6.25	4.9	5.73	1.08	10.35 †	0.08
26	Y方向動揺速度の最大値	cm/s	3.6	1.14	3.4	0.87	3.2	0.90	5.7	5.92	5.0	5.67	4.9	7.01	1.28	1.92	0.93

(表4のつづき)

No.	COP動揺評価変数	矯正 (n=16)												ANOVA, F値	交互作用	HSD				
		裸眼 (n=16)				全視野				中心視野							因子A		因子B	
		AV	±SD	AV	±SD	AV	±SD	AV	±SD	AV	±SD	視力条件	視野条件				視力条件	視野条件		
27	X方向動揺パワ-領域A面積比	28.8	6.95	28.9	5.50	4.00	25.6	3.77	27.0	5.38	30.4	6.02	1.60	4.99	3.19					
28	X方向動揺パワ-領域B面積比	59.1	3.25	58.1	5.57	4.72	61.3	3.43	59.2	4.23	56.0	4.85	0.13	9.42	2.58					
29	X方向動揺パワ-領域C面積比	12.1	3.25	13.0	3.23	2.66	13.1	3.50	13.9	2.72	13.6	3.00	2.05	1.23	0.03					
30	Y方向動揺パワ-領域A面積比	31.5	6.18	30.1	5.86	4.15	28.2	5.62	31.1	5.64	35.1	7.17	0.30	5.80	4.85					
31	Y方向動揺パワ-領域B面積比	55.2	6.34	56.6	6.51	5.33	57.5	6.39	54.7	6.24	50.8	7.09	0.24	12.10	4.02					
32	Y方向動揺パワ-領域C面積比	13.3	4.27	13.3	2.32	3.27	14.3	3.31	14.2	3.26	14.1	2.93	0.00	1.64	2.29	暗, 中>全				
33	R方向動揺パワ-領域A面積比	25.5	5.46	24.4	4.00	24.8	5.41	22.0	2.25	23.4	5.04	27.7	7.93	0.26	5.57	3.99				
34	R方向動揺パワ-領域B面積比	59.6	4.24	60.8	3.71	60.0	3.93	62.7	2.44	61.7	4.00	57.9	5.72	0.43	4.70	6.38				
35	R方向動揺パワ-領域C面積比	14.8	3.28	14.8	3.03	15.2	3.30	15.3	2.86	14.9	3.65	14.4	3.62	0.01	0.14	0.52				
36	X方向動揺速度パワ-領域A面積比	5.4	1.94	5.5	1.51	5.3	1.80	4.9	0.99	5.3	1.61	5.5	1.44	0.16	1.35	1.03				
37	X方向動揺速度パワ-領域B面積比	70.6	3.34	70.1	3.41	70.1	2.64	70.2	4.02	69.9	3.32	70.1	3.07	0.14	0.39	0.06				
38	X方向動揺速度パワ-領域C面積比	24.1	4.02	24.4	4.18	24.6	3.75	24.9	4.56	24.7	3.81	24.4	3.74	0.25	0.02	0.52				
39	Y方向動揺速度パワ-領域A面積比	6.0	1.84	5.6	1.53	6.1	1.60	5.4	1.63	6.0	1.70	6.2	1.72	0.03	1.28	1.73				
40	Y方向動揺速度パワ-領域B面積比	69.5	4.01	70.0	3.72	69.3	3.14	69.4	4.00	69.4	3.36	69.1	3.58	0.19	0.56	0.27				
41	Y方向動揺速度パワ-領域C面積比	24.5	3.77	24.4	3.83	24.6	3.48	25.1	3.97	24.7	3.92	24.6	3.60	0.38	0.29	0.20				
42	R方向動揺速度パワ-領域A面積比	8.9	1.68	9.0	1.46	8.8	1.60	9.4	1.99	8.7	1.23	8.6	1.06	0.00	1.08	1.00				
43	R方向動揺速度パワ-領域B面積比	49.2	4.20	49.7	4.86	49.5	4.31	48.5	4.10	48.9	4.39	48.7	3.82	2.29	0.44	0.01				
44	R方向動揺速度パワ-領域C面積比	41.8	5.33	41.3	5.37	41.7	5.14	42.1	5.53	42.5	5.31	42.7	4.37	2.23	0.14	0.78				
45	PV A方向平均パ-外長	0.7	0.17	0.7	0.24	0.7	0.20	0.7	0.20	0.7	0.24	0.7	0.30	0.16	0.10	0.47				
46	PV B方向平均パ-外長	0.6	0.18	0.6	0.13	0.6	0.19	0.6	0.22	0.6	0.17	0.6	0.21	0.43	0.17	0.54				
47	PV C方向平均パ-外長	0.6	0.20	0.6	0.16	0.5	0.21	0.6	0.17	0.6	0.17	0.5	0.20	1.14	5.62	0.03				
48	PV D方向平均パ-外長	0.7	0.30	0.6	0.22	0.6	0.20	0.7	0.20	0.6	0.20	0.7	0.25	0.11	1.09	0.94				
49	PV E方向平均パ-外長	0.7	0.28	0.6	0.18	0.6	0.16	0.7	0.21	0.7	0.21	0.8	0.25	0.68	0.42	3.56				
50	PV F方向平均パ-外長	0.7	0.17	0.6	0.15	0.6	0.20	0.6	0.20	0.7	0.26	0.6	0.18	0.70	0.75	2.07				
51	PV G方向平均パ-外長	0.6	0.21	0.6	0.19	0.6	0.20	0.6	0.22	0.6	0.17	0.6	0.17	0.44	4.59	0.73				
52	PV H方向平均パ-外長	0.6	0.17	0.6	0.18	0.6	0.19	0.6	0.22	0.6	0.18	0.6	0.22	0.50	1.10	0.15				
53	W A方向平均パ-外長	1.0	0.29	1.0	0.25	0.9	0.22	1.1	0.30	1.0	0.25	0.9	0.18	1.06	17.36	1.81				
54	W B方向平均パ-外長	1.0	0.19	1.0	0.25	0.9	0.21	1.1	0.28	1.1	0.26	0.9	0.21	2.87	18.17	0.62				
55	W C方向平均パ-外長	1.1	0.24	1.1	0.28	1.0	0.24	1.2	0.26	1.1	0.29	1.1	0.29	2.56	13.91	0.45				
56	W D方向平均パ-外長	1.1	0.30	1.0	0.29	0.9	0.21	1.2	0.32	1.1	0.25	0.9	0.22	0.50	15.53	1.49				
57	W E方向平均パ-外長	1.1	0.28	1.0	0.28	0.9	0.23	1.1	0.31	1.0	0.21	0.9	0.17	0.00	13.92	2.21				
58	W F方向平均パ-外長	1.0	0.25	1.1	0.30	0.9	0.24	1.1	0.27	1.1	0.22	1.0	0.22	1.75	12.83	0.92				
59	W G方向平均パ-外長	1.1	0.25	1.1	0.29	1.0	0.24	1.2	0.28	1.2	0.24	1.1	0.26	3.30	13.89	0.24				
60	W H方向平均パ-外長	1.1	0.30	1.1	0.33	0.9	0.22	1.2	0.26	1.0	0.28	1.0	0.23	0.60	17.33	0.88				

注1) COP動揺評価60変数(7領域)の有意水準 $\alpha' = \alpha/2/60 = .00042$ を設定した。
 注2) 主効果および交互作用に有意性が認められた場合, TukeyのHSD法により多重比較検定を行った。
 注3) 視力には有意な主効果は認められなかった。また, いずれの変数においても有意な交互作用は認められなかった。
 注4) 暗: 暗室開眼条件, 中: 中心視野条件, 全: 全視野条件

均ベクトル長であった。多重比較検定の結果、Y方向動揺速度の標準偏差およびX方向動揺速度の最大値を除き、暗室開眼条件および中心視野条件のそれぞれと全視野条件との間に有意差が認められた。これらの13変数のうちY方向動揺速度分布の累積度数の傾斜の場合を除いては、暗室開眼条件と中心視野条件が全視野条件に比べ高い値を示した。また、Y方向動揺速度の標準偏差は、暗室開眼条件が中心視野条件よりも有意に高い値であった。

これら視野条件間に有意差の認められた変数は、Y方向動揺パワー領域B面積比を除き、全てが単位時間あたりの動揺度に関連する変数であり、Y方向に比べX方向に多い傾向にあった。

考 察

本研究では、視力による姿勢制御への影響を検討するために、視力の異なる2群あるいは2条件を設定する必要がある。男女別、視力条件別の視力差を検討した結果、視力矯正により左・右および両眼視力に有意差が認められたことから、各視力条件において視力は異なる、つまり視力矯正具（コンタクトレンズ）装用により視力は高くなったことが確認された。各視力条件の平均は、それぞれ両眼視力において、矯正条件が1.3、裸眼条件が0.2を示し、視力測定の基準（李，2001）における健常視力（1.2以上）と社会的弱視（0.3以下）の域に分類されることから、本研究における被験者の視力矯正具の有無による視力差により、足圧中心（COP）動揺への影響を確認することは妥当であると判断される。

また、本研究の目的である、視力条件および視野条件によるCOP動揺への影響の検討の前提条件として、被験者の視力および視覚特性（左右眼視角、左右眼視野面積）を明確にしておくことが重要である。裸眼条件と矯正条件の間には明確な視力差はあるものの、視覚特性（視角および視野面積）において有意差は認められず、視力矯正による視力差がCOP動揺へ及ぼす影響を検討する際には、被験者本来の視野の広さである視角や視野面積を考慮する必要はないと判断される。また、視力差および視野条件がCOP動揺に及ぼす影響を調べる上では、他の変動要因を統制する必要がある。視力および視覚特性について性差の有無を確認した結果、性差は認められなかった（表2, 3）。したがって、本研究の被験者において、COP動揺に及ぼす視力条件および視野条件の差の影響について検討する際には、性差を考慮する必要

はないと判断した。

予備的に行った、上述の被験者の視覚変数の検討結果を踏まえ、男女を統合して視力条件および視野条件によるCOP動揺への影響を、対応のある2要因分散分析（視力条件×視野条件）で検討した。その結果（表4）、視力条件による有意差はいずれの領域のCOP動揺評価変数においても認められなかった。一方、視野条件によるCOP動揺への影響は大きく、位置および面積領域を除く5領域のCOP動揺評価変数に視野条件間の差が認められ、多重比較検定の結果、主に暗室開眼条件および中心視野条件のそれぞれと、全視野条件間に認められた。これらの結果から、視覚入力を知覚する視野内の空間的相違（中心視野および周辺視野）や視覚入力の量的相違がCOP動揺に与える影響は大きいと考えられる。しかし、一方で、視覚入力に対する最小分離閾を基に表わされる視力は、COP動揺に及ぼす影響は殆どないと推測される。本研究では視力矯正具の有無で視力を統制し異なる視力条件を設定したが、裸眼（低視力）条件においても中心視野内における視覚入力（視標）を知覚することは可能であった。程度の差こそあれ、視標の知覚が可能であれば、姿勢制御に明らかな差は生じないことが示唆される。

視野条件間の差が認められた変数は、パワースペクトル領域のY方向動揺パワー領域B面積比（%）を除き、位置および面積領域を除く5領域から説明される単位時間あたりの動揺度に関連する変数であった。また、前後軸（Y）方向に比べ左右軸（X）方向動揺に関する変数が多かった。和田ら（1990）は、中心および周辺視野からの視覚情報の直立姿勢維持における役割の違いを検討し、閉眼に比して中心視野5°内に視覚情報を提示した場合、動揺距離や動揺面積が減少したと報告している。逆に相馬ら（2000）は、両眼矯正視力1.0以上の被験者を対象に、中心視野に視標を与えた場合、総軌跡長および動揺面積が増加すると報告している。彼らは共に、中心視野における視覚情報により動揺面積が変化すると結論付けているが、本研究では位置および面積領域の変数には視野条件間差が認められなかった。本研究の結果は、視覚からのフィードバック情報の入力は中心視野内のみ提示された場合、視覚入力が全くない状態とあまり変わらず、姿勢制御に殆ど影響しないこと、そして、中心視野に加えて周辺視野に視覚入力が与えられ場合には、姿勢制御に影響を及ぼし、主に周辺視野の視覚入力が単位時間あたりの動揺度を減少させる働きがあることを示唆している。張ら（1986）は、動揺面積は中心視野情報による差が無いことを報告し、本研究の結果と一致して

いる。

次に、生理学的観点から本研究の結果を検討する。明るい照明環境下における中心窩視力（視力）を基準とした場合、空間視力（周辺視野における視力）は視角5°で約25%、10°で約7%、20°で約3%、そして40°周辺では実に0.5%にまで低下すると報告されている（苧阪，1983）。機能的に捉えた場合、周辺視野における視力は圧倒的に中心視野よりも劣る。しかし構造的には、中心視野の全視野に占める割合は、個人差を考慮しても、たかだか2.5%程度に過ぎず、一方周辺視野は、およそ97.5%（面積比で約40倍）の広い視野の範囲を占有していると報告されている（苧阪，1983）。また、視覚からの情報の入り口である網膜において、視覚情報を受け入れる錐体と杆体の2種類の視細胞が存在する。錐体は中心窩より視角10°以内に高密度で存在し色の弁別や物体の認知に対して働き、一方杆体は中心窩近傍以外の網膜に周辺部まで広く分布しており、その密度のピークは中心窩より約視角20°離れた位置に存在し、物体の動きの認知に優れている（羽柴ら，1989；長坂ら，1985）。同時に、中心及び周辺視野における物体の移動は、網膜上では周辺視野における視角の変化が大きいことは理論的に証明されている（Brandt et al. 1980；羽柴ら，1989）。これらの要因を踏まえると、視覚が視野中心部に制限された場合、視覚による立位姿勢安定化が十分に行われず、逆に視野周辺部からの情報が得られる場合、姿勢が安定化することは説明されよう。

視覚に対する明るさの問題に言及すると、本研究では、測定室内の明るさを変えることを利用して3つの視野条件（2.実験条件を参照）を設定した。羽柴ら（1980）は、ピンポン球の半球を利用して視野に全く視覚の手掛かりがなく、かつ明るい状態を作り、暗所開眼条件とCOP動揺の差を検討した。その結果、両条件とも同様なCOP動揺を示した。これは、視覚が捉える光度が増加しても姿勢調節は行われず、視野内に視覚的な手掛かりが必要であることを示唆している。

以上により、姿勢制御のための視覚的な手掛かりは周辺視野において重要であり、平衡機能検査における視標は姿勢の安定化に大きな影響を及ぼさないことが推察される。

まとめ

被験者の視力および視覚特性（視角、視野面積）を明確にするために、視力と視覚特性の性差に加え、視力矯

正による視覚特性への影響を検討した結果、以下のことが明らかになった。

1. 視力および視覚特性には性差は認められない。
2. 視力矯正により視覚特性は変化しない。

上述の結論を踏まえ、先行研究（出村ら，2001）において試行間信頼性および論理的妥当性の保証された7領域を代表する足圧中心（COP）動揺評価60変数を用い、視力条件および視野条件がCOP動揺に及ぼす影響を多角的に検討した結果、以下のことが明らかになった。

3. 視力矯正は姿勢制御に明らかな影響を及ぼさない。
4. 視野条件の統制によりCOP動揺は変化し、主に周辺視野の情報で5領域（軌跡長、振幅分布、速度、ベクトル、スペクトル）から説明される単位時間当たりの動揺度が抑制される。

これらのことから、健常な若年者において、視力差の影響はCOP動揺に反映されるほど大きくない。さらに、安静時における直立姿勢制御のための視覚情報として周辺視野が重要な意味をもち、平衡機能検査における視標（注視点）設定の影響は殆どないことが推察される。

引用・参考文献

- 1) Allum JHJ, Keshner EA (1986) Vestibular and proprioceptive control of sway stabilization. In Ed. Bless W, Brandt T, Disorders of posture and gait. Amsterdam. Elsevier : 19-39
- 2) Amblard B, Carblanc A (1980) Role of foveal and peripheral visual information in maintenance of postural equilibrium in man. Percept, Mot Skills 51 : 903-912
- 3) Brandt T, Arnold F, Bles W, Kapteyn TS (1980) The mechanism of physiological height vertigo. I. Theoretical approach and psychophysics. Acta Otolaryngol 89 (5-6) : 513-23
- 4) 出村慎一，山次俊介，野田政弘，北林保，長澤吉則（2001）静止立位姿勢における足圧中心動揺の評変数の検討 - 試行間信頼性と変数相互の関係の観点から - . Equilibrium Res 60 (1) : 44-45
- 5) 東京都立大学体育学研究室（2000）新・日本人の体力標準値，不昧堂：90-101
- 6) 羽柴基之（1989）視覚による立位姿勢の安定化 - 周波数分析による特徴と視野制限の影響 - . 名市大医誌 40 (3) : 589-602
- 7) 張大崇，渡辺悟，高木貞治，高林彰，森滋夫（1986）立位姿勢保持の際の身体動揺と視野との関係．環境医

- 学研究所年報37：26-29
- 8) 石崎久義, Ilmari Pyykkö (1995) 高齢者の姿勢制御機構 - 転倒と視覚の関係について - . *Equilibrium Res* 54 (5) : 409-415
- 9) 小松英彦 (2000) 運動の神経科学: 基礎から応用まで, ナップ: 72
- 10) 森戸貞良, 羽柴基之, 林良一, 三宅彰英, 渡辺悟 (1981) 重心動揺よりみたRomberg姿勢およびMann姿勢. *姿勢研究* 1 (1) : 13-19
- 11) 長坂鉄夫, 渡辺悟 (1985) 人体生理学, 廣川書店: 132
- 12) 新田見教子, 小野幹雄, 長田博 (1988) 姿勢制御時の足圧中心点及び筋活動に与える視覚的手掛かりの影響 - 視野1.5°の場合 - . *医実報告* 29 (3・4) : 121-33
- 13) 新田見教子, 小野幹雄, 長田博 (1990) 姿勢制御時の足圧中心点及び筋活動に与える視覚的手掛かりの影響 - 暗所での赤色ランプ注視条件の場合 - . *医実報告* 31 (4) : 85-97
- 14) 日本平衡神経科学会 編 (1986) 平衡機能検査の実際, 南山堂: 127
- 15) 奥住秀之, 葉石光一, 田中敦士, 国分充 (1996) 身体動揺コントロールにおける中心視及び周辺視情報の効果. *Equilibrium Res* 55 (5) : 474-78
- 16) 芋阪直行 (1983) 周辺視機能の精神物理学的研究, 風間書房: 1-5
- 17) Pyykkö I, Jantti P, Aalto H (1988) Effect of age on postural control. In Ed. Amblard B, Berthoz A, Clarac F. *Posture and gait: Development, adaptation and modulation*. Amsterdam. Elsevier: 95-104
- 18) Pyykkö I, Jantti P, Aalto H (1990) Postural control in elderly subjects. *Age Ageing* 19 : 215-221
- 19) 李俊哉 (2001) 講座 感覚系の機能評価 視覚障害の評価. *総合リハ* 29 (9) : 824-825
- 20) 相馬啓子, 國弘幸伸, 吉田昭男 (2000) 重視動揺検査における視標の影響についての検討. *Equilibrium Res* 59 (6) : 568-73
- 21) 和田清, 佐々木修 (1990) 直立姿勢制御における視野の影響 - 身体の動揺の研究 第32報 - . *耳鼻臨床補* 38 : 37-46