

アルコール摂取による外乱刺激を与えた場合の重心動揺の検討：信頼性及び変数の特性の観点から

著者	山次 俊介, 出村 慎一, 中田 征克, 郷司 文男, 南 雅樹
雑誌名	サーキュラー = circular
巻	60
ページ	71-79
発行年	1999-01-01
URL	http://hdl.handle.net/2297/29376

アルコール摂取による外乱刺激を与えた場合の重心動揺の検討
— 信頼性及び変数の特性の観点から —

山次 俊介¹⁾ 出村 慎一²⁾ 中田 征克³⁾
郷司 文男⁴⁾ 南 雅樹³⁾ 長澤 吉則⁵⁾

The examination of the center of gravity fluctuation
after alcohol intake

— From viewpoints of the reliability and parameter characteristics —

Shunsuke YAMAJI¹ Shinichi DEMURA² Masakatsu NAKADA³
Fumio GOSHI⁴ Masaki MINAMI³ Yoshinori NAGASAWA⁵

Abstract

The purpose of this study was to understand which parameters determine the center of gravity fluctuation (CGF) before and after alcohol intake based on the center of pressure, and to examine their characteristics. Five females (mean age of 21.4 years) and 5 males (mean age of 20.4 years) drank alcohol (sake 540ml) over 10 minutes. CGF during 60s standing was measured before and after alcohol intake.

The central position of the gravity coordinates was not a valid parameter when evaluating the decline of the nervous function by alcohol intake. Velocity, root mean square, and area of CGF increased significantly after alcohol intake. Reliability of these parameters before and after alcohol intake was high. Therefore, it was considered that they were the effective parameters when evaluating the decline of the nervous function by alcohol intake. It was inferred that after alcohol intake, the above-stated 3 parameters change remarkably, their individual differences become greater, and their interrelation becomes higher.

1) 福井工業高等専門学校
2) 金沢大学教育学部
3) 金沢美術工芸大学
4) 宮城学院女子短期大学
5) 秋田県立大学短期大学部

1. *Fukui National College of Technology*
2. *Kanazawa University, Faculty Education*
3. *Kanazawa College of Art*
4. *Miyagi Gakuin Women's Junior College*
5. *Akita Prefectural College of Agriculture*

I. 緒 言

ヒトの立位姿勢における平衡保持は、視覚系、前庭系、及び固有感覚系などからの求心的情報が中枢で統合処理される過程を経てなされている^{1, 11, 16)}。これまで、立位姿勢の制御能力を定量的・客観的に捉えるために、直立姿勢に現れる身体動揺を重心の動揺として捉え、その重心動揺を足圧中心測定による二次元座標上で捉える方法^{2, 5, 13, 15, 19, 20)}が行われてきた。

一方、外乱を与えたときの姿勢制御に関する研究では、外乱条件として、アルコール摂取^{19, 21)}、水平移動²²⁾、前方及び後方からの圧迫⁶⁾等が用いられ、姿勢の乱れを重心動揺により捉えようとする試みがなされている^{7, 21, 22)}。その中でアルコールを外乱条件として用いた研究では、摂取時に姿勢制御に関与する筋群の筋放電量が大きくなること²¹⁾や摂取後における足圧中心の移動範囲の拡大により、神経機能の低下が確認されている¹⁹⁾。アルコール摂取は重心動揺に影響を及ぼす神経的外乱要因の一つと考えられる。山次ら¹⁹⁾は、アルコール摂取による重心動揺の変化について、摂取後、足圧中心の移動面積に個人差がみられたが、前後及び左右の移動範囲には個人差がみられなかったこと、足圧中心の動揺範囲及び移動距離の変化が一定時間(30秒)継続されることなどを報告している。

重心動揺の評価は一定時間内に移動した重心の距離や移動面積により行われる場合が多く¹³⁾、Kubo⁹⁾らは移動面積をアルコール摂取後の重心動揺の増加を最も敏感に反映する変数として報告している。しかし、これらに加え、重心の移動速度¹⁸⁾や中心的位置、重心軌跡の方向なども重心動揺を詳細に捉える重要な指標であると考えられる¹³⁾。山次ら¹⁹⁾の報告でもアルコール摂取の影響を受ける変数として、移動距離や移動面積に加え、X軸及びY軸方向への移動範囲等を挙げている。以上のように、外乱刺激を与えたときの重心動揺を捉えるために各種評価変数が用いられている。しかし、これらの評価変数は理論的妥当性を踏まえて探索的

に非常に多く選択されているため、特性や信頼性、変数相互の関係に関しては十分検討されているとはいえない。

したがって本研究では、アルコール摂取による外乱刺激前後の足圧中心測定における各種重心動揺変数の信頼性や変化の検討により、神経機能の低下を捉える変数を明らかにし、変数相互の関係から、変数の特性を検討することを目的とした。

II. 研究方法

1. 標本

本研究の被験者は、20歳以上の健常な成人男子5名(年齢:20.4±0.55歳, 身長:175.2±6.45cm, 体重:69.9±7.94kg)、成人女子5名(年齢:21.4±2.07歳, 身長:161.5±5.75cm, 体重:61.1±7.92kg)の計10名であった。

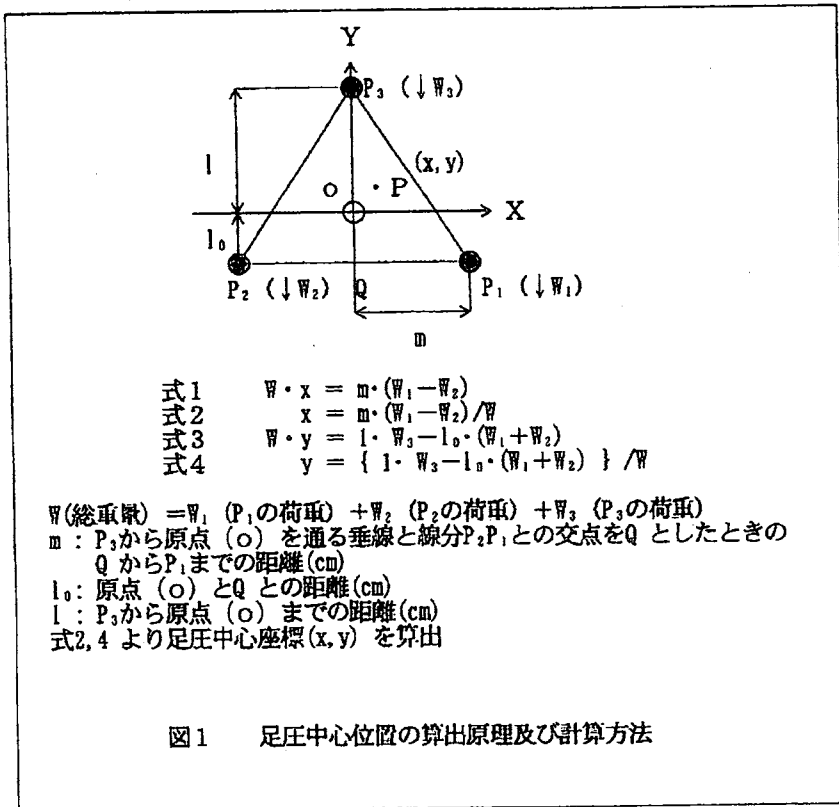
2. 重心動揺測定器

本研究では、測定器具としてアニメ製重心動揺計システム G5500を用いた。この測定器では、水平面上の二等辺三角形の頂点に置かれた3個の垂直荷重センサー値から、垂直荷重の作用中心点(COP)を求め、これを水平面での重心位置として計測される。サンプリング周波数は50 Hzであり、1試行(60秒)で3000個のデータが取り込まれる。計測した3点の重量は図1の計算式により足圧中心位置を示す二次元座標に変換され、アルコール摂取前後における足圧中心変位を検討した。

3. 測定変数

1) 重心動揺変数

重心動揺の指標として支持基底面における重心動揺量を捉えることの有効性が報告されている¹²⁾。本研究では、足圧中心位置の垂直方向上に重心があると仮定し、足圧中心位置の変位により重心動揺を測定した。重心動揺変数として、図2に示す速度変数、実効値変数、重心座標変数、及び面積変数の4つの観点から13変数を選択した。速度変数は、総移動距離を計測時間で除算して求める変数で、重心動揺の移動速



度を把握することができる。実効値変数は、重心動揺のパターンを周期波形とみなし、取り込んだデータを全波整流（二乗し、全て正の波形とする）し、その平均を計算した後、開平（Root）する方法を用いる変数であり、計測時間内における平均重心点からの各重心点のばらつきを捉える。重心座標変数は、X及びY軸方向へ移動した重心の平均位置を把握することができる。面積変数は、軌跡、実効値、及び重心座標から算出する変数で、重心のX及びY軸方向への最大移動範囲の面積や重心が最も集中している部分の面積を把握することができる。

2) 体調変数

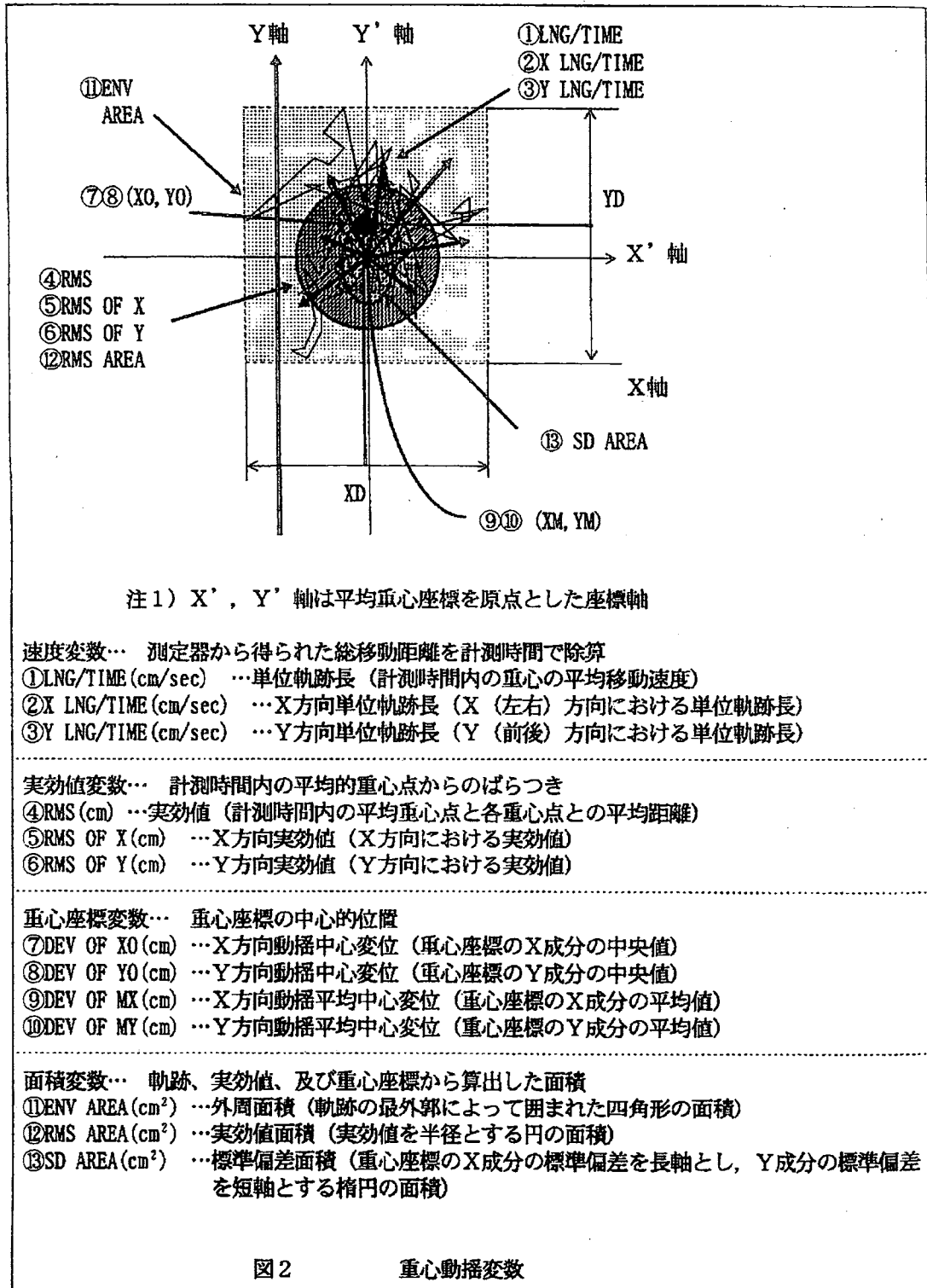
本研究では実験中における被験者の身体症状を把握するため、血圧及び脈拍をデジタル血圧計（日本精密測器社製、ヘルストップデジタル血圧計）を用いてアルコール摂取前後に測定した。

3) 神経機能変数

アルコール摂取時には神経機能が有意に低下することが報告されている^{3, 19)}。本研究では、アルコール摂取による神経機能の低下を確認するために、先行研究^{3, 19)}を参考に全身反応時間及び閉眼片足立ちの2つの神経機能テストをアルコール摂取前後に実施した。

4. 実験手順及び方法

本研究の実験手順は、まず、被験者の体格項目を計測し、30分間座位姿勢にて安静にした。血圧及び脈拍数の測定後、開眼、閉足にて直立姿勢における60秒間の重心動揺を2試行測定した。被験者には重心動揺測定器の足型に合わせて乗り、最も楽な直立姿勢で目の高さ前方2mに位置する直径2cmの指標を注視するよう指示した。全身反応時間と閉眼片足立ちの測定を行った後、アルコール（日本酒3合:540ml）を10



分間以内で摂取させた。被験者の状態を監視するために、アルコール摂取後、10分、20分、30分における血圧、脈拍を測定した。アルコール摂取30分後に重心動揺測定を2試行を行い、その後再度、全身反応時間と閉眼片足立ちの測定を行った。

5. 解析方法

重心動揺変数の信頼性を検討するために、アルコール摂取前後のそれぞれの試行間の級内相関係数 (ICC) を算出した。アルコール摂取前後の重心動揺変数の変動を検討するために、アルコール摂取前後において対応のある t-検定を行った。また、重心動揺変数相互間の関係を検討するために変数相互間の相関係数を算出した。血圧と脈拍の変動については、対応のある一要因分散分析 (アルコール摂取前、摂取10分後、20分後、30分後) を行った。分散分析の結果、有意性が認められた場合は Tukey の HSD 法を

用いて多重比較検定を行った。全身反応時間と閉眼片足立ちについては、アルコール摂取前後間の対応のある t-検定を行った。

III. 結果

1. 体調変数及び神経機能変数

各被験者の血圧値と脈拍数は図3に示す通りである。対応のある一要因分散分析 (アルコール摂取前、摂取10分後、20分後、30分後) の結果、脈拍数に有意差が認められた。多重比較検定の結果、アルコール摂取前と摂取10分後、20分後、及び30分後間に有意差が認められ、いずれもアルコール摂取前が少なかった。

アルコール摂取前後の全身反応時間、閉眼片足立ちの平均値の有意差検定を行った結果、有意差が認められ、摂取後の全身反応時間は有意に長く、閉眼片足立ち時間は有意に短かかった (図3)。

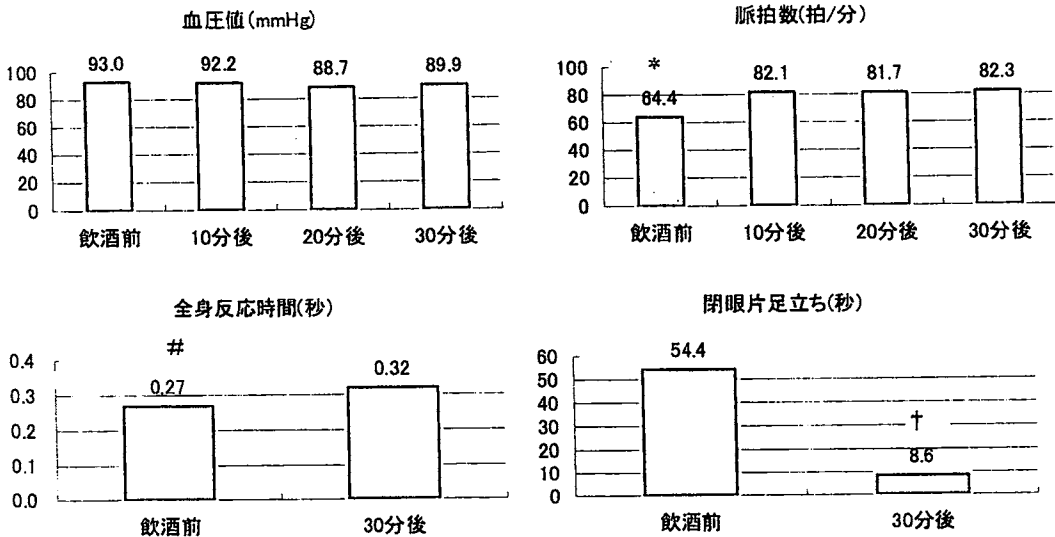


図3 アルコール摂取前後における体調変数及び神経機能の変化

*: 飲酒前の脈拍数が飲酒10分後、20分後、30分後より有意に小さいことを示す。

#: 飲酒前の全身反応時間が飲酒後より有意に小さいことを示す。

†: 飲酒後の閉眼片足立ち時間が飲酒前より有意に小さいことを示す。

表1 重心動揺変数における試行間の信頼性及びアルコール摂取前後の差

変数	単位	Pre-alcohol intake				Post-alcohol intake				t-test			reliability	
		1試行目		2試行目		1試行目		2試行目		t-value	Pre-intake ICC	Post-intake ICC		
1.速度	① LNG/TIME cm/sec	1.001	0.234	0.878	0.169	2.485	1.391	2.467	1.474	3.478	**	0.914	0.902	
	② X LNG/TIME cm/sec	0.682	0.181	0.599	0.134	1.451	0.617	1.321	0.709	3.588	**	0.938	0.953	
	③ Y LNG/TIME cm/sec	0.584	0.134	0.511	0.093	1.841	1.087	1.506	1.270	2.510	*	0.787	0.940	
2.実効値	④ RMS cm	0.750	0.176	0.635	0.168	1.590	0.755	1.526	0.754	3.535	**	0.941	0.958	
	⑤ RMS OF X cm	0.487	0.140	0.424	0.151	0.976	0.351	0.902	0.361	4.158	**	0.944	0.864	
	⑥ RMS OF Y cm	0.541	0.210	0.449	0.164	1.231	0.709	1.218	0.685	3.328	**	0.885	0.971	
3.重心座標	⑦ DEV OF XO cm	0.487	0.487	0.420	0.602	0.127	0.645	0.239	0.780	0.634		0.910	0.863	
	⑧ DEV OF YO cm	-1.862	1.552	-1.686	1.666	-1.903	1.619	-1.574	1.669	0.153		0.969	0.586	
	⑨ DEV OF MX cm	0.388	0.488	0.421	0.605	0.192	0.536	0.205	0.548	0.909		0.937	0.939	
	⑩ DEV OF MY cm	-1.780	1.575	-1.652	1.691	-2.107	1.147	-1.776	1.507	0.199		0.985	0.780	
4.面積	⑪ ENV AREA cm ²	3.030	1.557	2.303	1.014	18.740	16.040	16.960	16.390	2.817	*	0.890	0.972	
	⑫ RMS AREA cm ²	1.867	0.867	1.352	0.693	9.531	8.314	8.915	9.535	2.456	*	0.930	0.962	
	⑬ SD AREA cm ²	0.807	0.331	0.593	0.278	4.336	3.415	4.073	4.062	2.673	*	0.874	0.926	

注)t-testは、アルコール摂取前後2試行目を比較した。ICC:級内相関係数

**p<0.01, *p<0.05

表2 アルコール摂取前後における評価変数相互の相関係数

変数	単位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.速度	① LNG/TIME cm/sec	0.952											
	② X LNG/TIME cm/sec	0.882	0.696										
	③ Y LNG/TIME cm/sec	0.408	0.203	0.660									
2.実効値	④ RMS cm	0.526	0.491	0.486	0.513								
	⑤ RMS OF X cm	0.140	-0.075	0.453	0.820	-0.066							
	⑥ RMS OF Y cm	0.282	0.201	0.341	0.223	0.476	-0.014						
3.重心座標	⑦ DEV OF XO cm	-0.220	-0.242	-0.129	-0.105	0.295	-0.335	0.398					
	⑧ DEV OF YO cm	0.328	0.245	0.381	0.302	0.561	0.017	0.987	0.372				
	⑨ DEV OF MX cm	-0.246	-0.260	-0.166	-0.202	0.209	0.388	0.388	0.993	0.346			
	⑩ DEV OF MY cm	0.734	0.608	0.796	0.819	0.728	0.486	0.251	-0.232	0.334	-0.315		
4.面積	⑪ ENV AREA cm ²	0.404	0.204	0.650	0.996	0.519	0.805	0.174	-0.110	0.260	-0.210	0.817	
	⑫ RMS AREA cm ²	0.521	0.378	0.653	0.899	0.812	0.515	0.382	0.000	0.473	-0.103	0.924	0.898
	⑬ SD AREA cm ²												
1.速度	① LNG/TIME cm/sec	0.832											
	② X LNG/TIME cm/sec	0.908	0.937										
	③ Y LNG/TIME cm/sec	0.801	0.966	0.911									
2.実効値	④ RMS cm	0.673	0.919	0.784	0.944								
	⑤ RMS OF X cm	0.826	0.953	0.929	0.991	0.891							
	⑥ RMS OF Y cm	0.583	0.478	0.644	0.397	0.214	0.450						
3.重心座標	⑦ DEV OF XO cm	0.241	0.105	0.163	0.217	0.107	0.261	0.012					
	⑧ DEV OF YO cm	0.403	0.329	0.513	0.224	0.076	0.265	0.926	-0.258				
	⑨ DEV OF MX cm	0.048	-0.100	-0.063	0.033	-0.018	0.058	-0.128	0.951	-0.378			
	⑩ DEV OF MY cm	0.870	0.961	0.942	0.988	0.914	0.986	0.439	0.195	0.277	0.008		
4.面積	⑪ ENV AREA cm ²	0.862	0.936	0.925	0.982	0.892	0.986	0.432	0.286	0.258	0.099	0.992	
	⑫ RMS AREA cm ²	0.846	0.941	0.910	0.988	0.915	0.986	0.399	0.282	0.219	0.102	0.992	0.998
	⑬ SD AREA cm ²												

注)網掛けは有意な相関係数を示す。

2. アルコール摂取前後における重心動揺変数の信頼性

アルコール摂取前後それぞれの試行間の級内相関係数 (ICC) を求めた結果、摂取前は速度変数 (①単位軌跡長, ②X方向単位軌跡長, ③Y方向単位軌跡長) が中程度以上 (0.787~0.938), 実効値変数 (④実効値, ⑤X方向実効値, ⑥Y方向実効値:0.885~0.944), 重心

座標変数 (⑦X方向動揺中心変位, ⑧Y方向動揺中心変位, ⑨X方向動揺平均中心変位, ⑩Y方向動揺平均中心変位:0.910~0.985), 及び面積変数 (⑪外周面積, ⑫実効値面積, ⑬標準偏差面積:0.874~0.930) は, 0.8以上の高い値が得られた。摂取後は, 重心座標変数の⑧Y方向動揺中心変位及び⑩Y方向動揺平均中心変位 (0.586, 0.780) を除く, いずれの変数におい

でも0.8以上(0.863~0.972)の高い値が得られた(表1)。

3. 重心動揺変数におけるアルコール摂取前後の比較

アルコール摂取前後の平均値の有意差検定を行った結果、速度変数(①単位軌跡長, ②X方向単位軌跡長, ③Y方向単位軌跡長), 実効値変数(④実効値, ⑤X方向実効値, ⑥Y方向実効値), 面積変数(⑪外周面積, ⑫実効値面積, ⑬標準偏差面積)のいずれの変数においても有意差が認められたが、重心座標変数(⑦X方向動揺中心変位, ⑧Y方向動揺中心変位, ⑨X方向動揺平均中心変位, ⑩Y方向動揺平均中心変位)はいずれの変数も有意差は認められなかった(表1)。

4. アルコール摂取前後における評価変数相互間の関係

アルコール摂取前後における評価変数相互間の相関係数を算出した結果、同一分類の評価変数相互間において、速度変数(①単位軌跡長, ②X方向単位軌跡長及び③Y方向単位軌跡長)相互間(0.696~0.952)はアルコール摂取前後ともに中程度以上の有意な値が認められ、実効値変数の④実効値と⑥Y方向実効値間(摂取前:0.820, 摂取後:0.991), 重心座標変数の⑦X方向動揺中心変位と⑨X方向動揺平均中心変位間(0.987, 0.926), ⑧Y方向動揺中心変位と⑩Y方向動揺平均中心変位間(0.993, 0.951), 面積変数(⑪外周面積, ⑫実効値面積, ⑬標準偏差面積)相互間(0.817~0.998)はアルコール摂取前後ともに高い有意な値が認められた(表2)。

各評価変数分類間においては、実効値変数の④実効値と面積変数(⑪外周面積, ⑫実効値面積, ⑬標準偏差面積)間, 実効値変数の⑤X方向実効値と面積変数の⑬標準偏差面積間, 実効値変数の⑥Y方向実効値と面積変数の⑫実効値面積間にアルコール摂取前後とも高い相関係数(0.805, 0.986)が認められた。また、アルコール摂取後、全ての速度変数と実効値変数間に

中程度以上の有意な相関(0.673~0.966)が認められ、全ての面積変数と速度及び実効値変数との間に0.8以上の高い相関係数(0.846~0.988)が認められた(表2)。

IV. 考 察

平衡障害を呈する症例の足圧中心変位の記録において、一側迷路障害は左右動揺を、両側迷路障害は前後動揺を示し、神経系の異常による重心動揺が足圧中心変位に現れることが報告されている^{8, 14)}。一方、アルコールは、身体の平衡に関与する神経系全体、特に上位中枢の機能に強く影響を及ぼすと考えられている¹⁰⁾。また、アルコール摂取後は、姿勢が不安定になり、足圧中心変位の平均位置、あるいは移動範囲が大きくなると報告されている¹⁹⁾。したがって、神経機能の低下を重心の動揺により捉える場合、アルコール摂取による神経系外乱から神経機能の低下が確認でき、且つアルコール摂取前後の信頼性が高い重心動揺変数が有効であると考えられる。本研究の結果より、全ての重心座標変数(⑦X方向動揺中心変位, ⑧Y方向動揺中心変位, ⑨X方向動揺平均中心変位と⑩Y方向動揺平均中心変位)において、アルコール摂取による有意な低下が認められなかった(表1)。また、アルコール摂取前は、ほぼ全ての変数において高い信頼性係数の値が得られたが、摂取後は、重心座標変数の⑧Y方向動揺中心変位及び⑩Y方向動揺平均中心変位の信頼性係数が著しく低下する傾向が認められた。重心座標の中心的な位置は、アルコール摂取による神経機能の低下を捉える変数として不適当であると考えられる。またアルコール摂取による神経機能低下は、前後方向への重心位置を比較的不安定にさせる傾向にあると考えられる。

Uimonen¹⁸⁾らはアルコール摂取後の重心動揺速度と移動面積を比較し、重心動揺速度がアルコール摂取後の重心動揺の増加を捉える最も有効な変数であると報告している。Kubo⁹⁾らは移動面積をアルコール摂取後の重心動揺の増加に最も敏感に反映する変数と述べている。本研究ではアルコール摂取後の重心動揺変数の変化

及び信頼性の観点から、重心の動揺速度や移動面積を捉える変数に加えて、平均的重心位置からの各重心のばらつきを指示する実効値変数が重心動揺を捉える変数として有効であると推測される。

各評価変数相互の関係を各分類内でみた場合、速度変数間（①単位軌跡長と②X方向単位軌跡長及び③Y方向単位軌跡長）及び面積変数間はアルコール摂取前後ともに中程度以上の有意な相関が認められた。つまり、アルコール摂取前後とも、前後方向への重心動揺が速い者、もしくは、左右方向への重心動揺が速い者というような前後方向への重心動揺の速さに対する左右方向への重心動揺の速さに個人差はあまりないと考えられる。本研究で用いられた面積変数は、重心の動揺範囲を示す変数として相互に関係が高い変数であることが示唆される。したがって、速度変数及び面積変数は、各分類内のいずれかの変数を選択すればよいと考えられる。実効値変数相互の相関は、アルコール摂取後に高い値を示した。つまり、アルコール摂取後、平均的重心位置からの各重心のばらつきは、前後左右に同時に大きくなると推測される。

各評価変数相互の関係を各分類間でみた場合、アルコール摂取後、全ての速度変数と実効値変数、全ての面積変数と全ての速度及び実効値変数に中程度以上の有意な相関が認められ、ほぼアルコール摂取前に比べて関係が高くなる傾向が認められた。つまり、アルコール摂取後、重心動揺速度や平均的重心位置からの各重心のばらつき増加、それに伴う重心動揺面積の増加に伴い、個人差も大きくなることから、速度、実効値及び面積変数相互間の関係が高くなったと考えられる。また、アルコール摂取により、平均的重心位置は変化していなかったことから、アルコール摂取前後における速度、実効値及び面積変数の変化や個人差の増加は、神経機能の低下に影響を受けない個人特有の重心位置を基点に行われていると考えられる。

一方、アルコール摂取後の足圧中心の変動は個人差の影響が大きい^{17, 19)}と報告されている。Franks⁴⁾らは、体重1kgあたり0.54~1.0gのアル

コールを摂取させ、重心動揺の変動を検討した結果、アルコール摂取量により、経時的な重心動揺は異なると報告している。本研究では、全ての被験者に同量(540ml)のアルコールを摂取させたため、個人差が大きくなった可能性があると考えられる。今後は、被験者の体格を考慮したアルコール摂取による重心動揺を検討する必要があると考えられる。

V. まとめ

本研究の目的は、アルコールによる外乱刺激前後における各種重心動揺変数の信頼性や変化の検討により、神経機能の低下を捉える変数を明らかにし、変数相互の関係から、変数の特性を検討することであった。以下のことが明らかにされた。

1. 重心座標の中心的な位置は、アルコール摂取による神経機能の低下を捉える変数として不相当であると推測された。
2. アルコール摂取後、速度変数、実効値変数及び面積変数は有意に変化し、摂取前後ともに高い信頼性が得られたことから、神経機能の低下を捉える有効な変数と推測された。
3. アルコール摂取後、速度変数、実効値変数及び面積変数はそれぞれ、著しく増加し、個人差も大きくなることから、相互間の関係が高くなると推測された。

文 献

- 1) 浅井仁・藤原勝夫(1992)低速度での足圧中心による指標トラッキングからみた立位姿勢調節機能。体力科学 41:447-456.
- 2) 朝長昌三(1995)重心動揺の反応時間とパフォーマンス。長崎大学教養部紀要 35(2):139-146.
- 3) 出村慎一・長澤吉則(1994)筋力発揮調整能力テストの作成:統計的妥当性、信頼性及び客観性の検討。体育学研究 39(3):76-88.
- 4) Franks H. M., Hensley V. R., Hensley W. J., Starmer G. A., Teo R. K. C. (1976) The relationship between alcohol dosage and performance decrement in human. J. Stud. Alc. 37:284-297.
- 5) 原田孝ほか(1996)立位姿勢における体重心の

- 位置. 総合リハ 24(8):751-754.
- 6) 日比野隆一・古池保雄・小野田嶺雄・飯田光男・祖父江逸郎(1979) 外乱時における姿勢運動反射について. 臨床脳波 21(6):400-405.
 - 7) 猪飼道夫(1951) 健康人の姿勢反射に及ぼすアルコール効果. お茶の水女子大学自然科学報告1.
 - 8) 木村雄治(1972) からだの「ゆれ」の測定. 電子医学 15:64-69.
 - 9) Kubo T., Sakata Y., Matsunaga T., Koshimune A., Sakai S., Ameno K., Ijiri I. (1989) Analysis of body sway pattern after alcohol ingestion in human subjects. *Acta. Otolaryngol. Suppl (Stochh)* 468:247-252.
 - 10) 宮村実春 編著(1996) 最新運動生理学(身体パフォーマンスの科学的基礎). 真興交易医学出版部(東京) pp.103-119.
 - 11) 宮崎義憲・栗原美保子(1993) 中高生女性の運動習慣がバランス能力に及ぼす影響について. *デサントスポーツ科学* 14:267-273.
 - 12) 望月 久(1996) 姿勢調節 神経疾患と姿勢調節. *PTジャーナル* 1996(30):5.
 - 13) 内藤久士(1997) 高齢者のバランス能力:からの「仕組み」のサイエンス(運動生理学の最前線). 杏林書院(東京) pp.97-102.
 - 14) 中山彰博(1987) 重心(足圧中心点)動揺の測定方法について. *運動生理* 2(1):19-24.
 - 15) 斎藤一郎・吉川幸宏(1973) 起立時の重心移動の定量化(安定指数について). *航空医学実験隊報告* 14(1):1-6.
 - 16) 種田行男(1996) 姿勢調節の加齢変化. *PTジャーナル* 1996(30)5:305-310.
 - 17) Thyssen H. H., Brynskov J., Jansen E. C., Z Reichtmed(1981) Alcohol and postural imbalance A Force Plate Study. 87:257-260.
 - 18) Unimon S., Laitakari K., Bloigu R., Reinila M., Sorri M. (1994) Static posturography and intravenous alcohol. *J Vest Res.* 4:4 277-283.
 - 19) 山次俊介・出村慎一・佐藤 進・中田征克・南雅樹・長澤吉則(1998) アルコール摂取が足圧中心変位に及ぼす影響. *CIRCULAR* 59: 69-77.
 - 20) 米田稔彦(1996) 姿勢評価法. *PTジャーナル* 30(5):298-304.
 - 21) 渡部和彦・朝比奈一男(1974) 姿勢制御からみた調整力の研究・方法論. *体育科学* 2:273-277.
 - 22) 渡部和彦・山川雅弘(1985) 姿勢制御からみた調整力の研究, 身体重心を指標とした測制御(身構え)の発達, 5から11歳. *体育科学* 13:158-164.