

平衡性の測定

－ 閉眼 その場足踏み －

白神克義・犬飼義秀

緒 論

平衡性には静的平衡性と動的平衡性の2種類がある。物の平衡維持の能力を平衡性の下位能力と考えている。¹⁾静的平衡性の測定種目には^{2)・3)}閉眼または開眼片足立ち、棒上片足立ち、片足爪先立ち、片脚膝まげバウス、蛙立ちなど数種類の測定法が考案されている。動的平衡性では⁴⁾バスの動的平衡性テスト⁷⁾、閉眼その場足踏みテスト、平均台上の歩行があげられる。いずれの種目も、正確性、安全性、客観性の点で今一步活用性に欠ける点は免がれない。その場足踏みテストは福田氏⁵⁾が取り上げ耳鼻科では好評を博している。彼は前庭迷路を感覚器として扱うのではなく平衡反射器として観、迷路反射には、平衡維持の協応期と、過剰刺激によって平衡破綻をもたらす破綻期があるという迷路生理を考え、平衡性のテストとして遮眼書字法とその場足踏みテストを発表した。このテストは耳疾者の多数に正常人には認められない移動と回転が見られた。この事実は各種の耳疾が前庭迷路に影響して迷路機能の不均衡を来し、骨格筋の迷路筋緊張に差異を生じたためだろう。その場足踏みのテストは実験室ではなされてもフィールドではあまり活用されていない。そこでフィールドで測定を行ない、性、年齢、血圧、5分間走または歩との関連性を見ながら問題点を究明し現場で活用していきたい。現在高齢者向けの体力テスト種目としてその場足踏みを活用しているところである。高齢者を対象とした体力テストは、小野三嗣教授を座長として財団法人厚生団体力テスト小委員会が中心となり昭和58年度に健康指導教室体力テスト(厚生団)を作成している。この体力テストは目標を低くおさえ、それを越えればよいという考えに基づいている。体力テストそのものが運動となり楽しさを感じられるように作られた。このテストの目的は「行動体力の個性的特徴をとらえ弱点もしくは障害の有無をチェックするとともに間接的には運動への意欲を引き出すところにある」と述べられている。⁶⁾その場足踏みは高齢者の障害の有無のチェックとして活用しようとしているところである。

方 法

厚生年金休暇センターと岡山県厚生年金受給者協会とが実施している一日長寿大学の参加者510名(男子240名、女子270名)を対象に平成2年3月16日総社市、9月30日笠岡市、10月1日勝央町、10月15日児島市、11月4日岡山市、平成3年6月9日倉敷市、9月29日御津町にて測定した。その場足踏みの外に血圧測定と5分間走または歩も行った。その場足踏みの測定方法は、図3に示したように半径0.5cm、1m及び1.5mの三つの同心円を描き、この同心円の中心に被験者を両足を揃えて起立させる。両手を軽く握り肩の高さで水平に前方に伸ばし、閉眼でその場足踏みをさせる。足踏は普通の歩行歩調(1分間110歩内外)にて50回行ない、その時の移動距離と移動方向を記録する。膝は太股が45°ぐらいまで上げるようにする。血圧測定は、体力測定の前に市や町の病院の看護婦さんに来てもらい測定した。

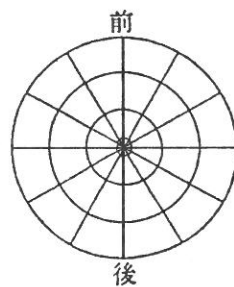


図3. 閉眼その場足踏み

結 果 と 考 察

1. 年齢、性、血圧について

男子240名の年齢の平均値は70.3歳で58～89歳に分布していた。最高血圧(収縮期血圧)値の平均値は142.3mmHgで90～200mmHgに分布し、最低血圧(拡張期血圧)値の平均値は79.7mmHgで50～115mmHgに分布していた。女子270名の年齢の平均値は66.6歳で55～85歳に分布し

ていた。最高血圧値の平均値は140.1mmHgで94～204mmHgに分布し、最低血圧値の平均値は78.9mmHgで50～110mmHgに分布していた。男女合せての平均年齢は68.3歳で、55～89歳に分布していた。最高血圧値の平均値は141.2mmHgで204～90mmHgに分布し、最低血圧値の平均値は79.3mmHgで115～50mmHgに分布していた。被験者の中に最高血圧値で200mmHg、204mmHg、最低血圧値で115mmHg、110mmHgの値を出した者がいた。年齢と性についての結果を表1に示した。60～69歳が最も多く266名、次に70

表1. 年齢と性 (人)

年齢 (才)	人数	年齢 (歳)			
		～59	60 ～69	70 ～79	80 ～
性	510	35	266	183	26
男	240	2	111	108	19
女	270	33	155	75	7

$$X^2=44.61 \quad P<.001$$

～79歳となっている。男性では70～79歳の108名、女性では60～69歳の155名がピークとなっている。年齢と性のクロス集計における X^2 の検定では.001%で有意差が認められた。血圧と年齢の結果を表2に示した。

表2. 血圧と年齢 (人)

年齢 (才)	人数	血圧 (高) (mmHg)		
		90 ～139	140 ～205	不明
性	510	223	241	46
～59	35	18	8	9
60～69	266	133	109	24
70～79	183	62	108	13
80～	26	10	16	

$$X^2=19.39 \quad P<.001$$

一般的に正常血圧と言われる90～139mmHgの人と境界域(140～160mmHg)と高血圧(160mmHg以上)の人について検討してみると、60～69歳では半分が高血圧で半分が正常血圧であった。年齢が高くなるにつれ高血圧の人が多くなっている。血圧と年齢のクロス集計における検定は.001で有意差が認められた。次に女性の血圧について表3に示した。

正常血圧と高血圧に分けて検討すれば、59歳以下では正常血圧の人が多く、60～69歳でも正常血圧の人が多く、70～79歳では正常血圧者の2倍の45名も高血圧者が多い。年齢が高くなるにつれて高血圧の人数が増加の傾向を示している。女性の血圧と年齢に.01で有意差が認められる。高血圧とは慢性的に血圧が上昇している状態であって、WHOの基準では収縮期血圧が160mmHg以上、拡張

表3. 血圧と年齢 (女性)(人)

年齢 (才)	人数	血圧 (高) (mmHg)		
		90 ～139	140 ～205	不明
～59	33	17	7	9
60～69	155	78	61	16
70～79	75	22	45	8
80～	7	3	4	

$$X^2=14.25 \quad P<.01$$

期血圧が95mmHg以上の者収縮期血圧が140～160mmHgを境界域と言っている。

2 移動方向と性・年齢について

移動方向と性について表4に示した。その場足踏みでの移動方向は図1に示した。

表4. 移動方向と性 (人)

方向 (才)	人数	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉
		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉
性	510	64	167	160	18	10	84	3	1	3
男	240	36	77	73	10	6	35	3		
女	270	28	90	87	8	4	49		1	3

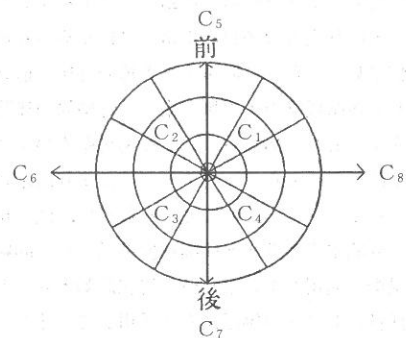


図1. 移動方向における区分

右上をC₁、左上をC₂、左下をC₃、右下をC₄、真上の線をC₅、左線をC₆、真下をC₇、右線をC₈、全然移動なしをC₉とした。顕著な傾向として左側への移動である。C₂、C₃、C₆を合せるの全体の約8割を占めており、男女とも同様の傾向を示している。次に移動方向と年齢についての結果を表5に示した。60歳代では左側への移動即ちC₂、C₃、C₆で81.9%を占め、70歳代ではC₂、C₃、C₆で80.9%を占め同様の傾向が見られる。右上への移動は全体で12.5%であった。

表 5. 移動方向と年齢 (人)

方向 人数 年齢	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉
510	64	167	160	18	10	84	3	1	3
～59	35	6	9	7	3	9		1	
60～69	266	31	86	92	7	6	40	3	1
70～79	183	25	63	55	5	3	30		2
80～	26	2	9	6	3	1	5		

3. 移動距離について

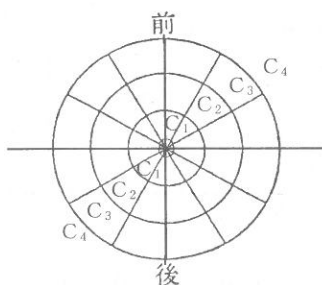


図 2. 移動距離における区分

移動距離を図 2 に示した。C₁は半径50cmの円、C₂は半径51～100cmの円の面積、C₃は半径101～150cmの円の面積、C₄は半径151cm以上の円の面積を意味する。移動距離と性について表 6 に示した。C₁が最も多く239名47%、

表 6. 移動距離と性 (人)

距離 人数 性	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄
510	239	196	68	7
男	240	101	97	4
女	270	138	99	3

次にC₂の196名38.4%と距離が遠くなるにつれ少なくなっている。男性ではC₁とC₂はほぼ近い値を示しているが女性ではC₁とC₂に差が見られる。次に移動距離と年齢についての結果を表 7 に示した。50歳代ではC₁に68.6%、60歳代で49.2%、70歳代で41.5%、80歳代で30.8%と低下の傾向を示している。逆にC₂、C₃の増加となって表われている。即ち年代が高くなるにつれ移動距離も大きくなっていると言える。クロス集計の移動距離と年齢の間にはX²検定において .01で有意差が認められた。次に移動

距離と移動方向について表 8 に示した。移動方向について

表 7. 移動距離と年齢 (人)

距離 人数 年齢	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄
510	239	196	68	7
～59	35	24	10	1
60～69	266	131	107	26
70～79	183	76	69	33
80～	26	8	10	8

$$X^2=25.94 \quad P<.01$$

表 8. 移動距離と移動方向について (人)

方向 人数 距離	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉
510	64	167	160	18	10	84	3	1	3
C ₁	239	64	55	54	16	4	39	3	1
C ₂	196		81	77	2	5	31		
C ₃	68		31	23		1	13		
C ₄	7			6			1		

$$X^2=128.01 \quad P<.001$$

て50cmの半径の円内にいた239名はC₁、C₂、C₃はほぼ同数を占め次にC₆が続いている。51～100cmの円ではC₂の左上とC₃の左下が最も多くC₆の左線上と続いている。101～150cmの円に移動した者も同様の傾向を示している。即ち年齢が高くなるにつれ、左上、左線上、左下に集中して来ている。

移動距離、移動方向においても .001で有意差が認められた。

3. 回転について

回転の方向について右回り回転をC₁、左回り回転をC₂、回転はしない、又はそのまゝの状態をC₃とした。回転と性について表 9 に示した。男女とも右回転が最も多く男性で159名66%、女性で225名83.3%となっている。女性はほとんどが右回転であるのに対し、男性は、左回転に18%、そのまゝに16%となっており女性とは違った分布

表 9. 回転と性 (人)

回転 人数 性	C ₁	C ₂	C ₃
510	384	67	59
男	240	159	43
女	270	225	24

$$X^2=19.9 \quad P<.001$$

表10. 回転と血圧 (人)

血圧 (mmHg)	人数	右	左	しない
90～139	223	175	21	27
140～205	241	170	42	29
不明	46	39	4	3

$$X^2=6.46 \quad P<.05$$

を見せている。回転と性にも X^2 検定より 0.001 で有意差が認められた。回転と血圧についての結果を表10に示した。正常血圧と境界域以上の者は右回転にはほぼ同数の (175名, 170名) 数値を示しており, 血圧が高くなるにつれ左回転の増加が目につく。次に回転と移動方向につ

表11. 回転と移動方向について (人)

方向 人数	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉
回転 510	64	167	160	18	10	84	3	1	3
右	384	64	106	108	12	3	84	3	1
左	67	56	4	3	4				
まっすぐ	59	5	48	3	3				

$$X^2=191.42 \quad P<.001$$

いての結果を表11に示した。全体の384名75.3%が右回転であり左上, 左線上, 左下に集中している。左回転の者は左上の方向集中し, そのまゝ又はまっすぐの者は左下に集中している。回転と移動方向にも .001 で有意差が認められた。

4. 5分間走または歩とその場足踏

5分間走または歩の区分と性について表12に示した。C₁は5分間走または歩が350m以下の者, C₂は351～400

表12. 5分間走または歩の区分と性

記号	区 分 (m)	男 (人)	女 (人)	総数 (人)
C ₁	～ 350	11	13	24
C ₂	351 ～ 400	11	13	24
C ₃	401 ～ 450	19	18	37
C ₄	451 ～ 500	21	47	68
C ₅	501 ～ 550	25	45	71
C ₆	551 ～ 600	45	45	90
C ₇	601 ～ 650	43	40	83
C ₈	651 ～ 700	29	21	50
C ₉	701 ～	36	27	63
総 数		240	270	510

$$X^2=17.5 \quad P<.05$$

mの者である。どの区間にも同じ様に分布しているが, 男性はC₆, C₇にピークが来ており, 女性ではC₅, C₆にピークが来ている。男性の方が女性よりも5分間に長い距離を走ったり歩いたりしている。走または歩の基礎的運動要因として平衡性が関与している。そこで被験者510名の5分間走または歩について男女別に測定し集計したのが表12である。実施した5分間走または歩は, 1周100mのトラックを5分間走るか, または歩いてその距離を計ったものである。5分間走または歩の間には .05 で有意差が認められた。次に5分間走または歩と年齢についての結果を表13に示した。各年代別のピークが50歳代で

表13. 5分間走または歩と年齢について (人)

5分間 人数	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉
年齢 (才)	510	24	24	37	68	71	90	83	50
～59	35		2	1	2	6	6	6	12
60～69	266	8	7	15	33	40	44	51	27
70～79	183	10	14	14	33	27	36	23	16
80～	26	6	3	6	1	2	4	3	1

$$X^2=85.82 \quad P<.001$$

C₉, 60歳代でC₇, 70歳代でC₆, 80歳代でC₃, C₁と低下している。年齢が高くなるにつれ走または歩の距離が短くなっている。5分間走または歩と年齢には .001 で有意差が認められた。5分間走または歩と年齢で男性につ

表14. 5分間走または歩と年齢 (男性) (人)

5分間 人数	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉
年齢 (才)	240	11	11	19	21	25	45	43	29
50～59	2					1		1	
60～69	111	2	2	6	7	10	15	24	17
70～79	108	4	8	10	13	13	26	16	10
80～	19	5	1	3	1	2	3	3	1

$$X^2=57.63 \quad P<.001$$

であり60歳代ではC₉に, 70歳代ではC₆に, 80歳代ではC₁にピークが来ている。5分間走または歩と年齢には .001 で有意差が認められた。女性についての結果は表15に示した。50歳代ではピークがC₉に, 60歳代ではC₅, C₆に, 70歳代では, C₄に, 80歳代ではC₃来ており男性と同様低下している。50歳代と60歳代のピークのひらきが目立つところである。全体のピークはC₄, C₅, C₆, C₇に集まっている。女性の場合も男性と同様 .001 で有意差が認められた。次に5分間走または歩と移動距離についての結果を表16に示した。全体のピークはC₆であり半径50

表15. 5分間走または歩と年齢 (女性) (人)

5分間 年齢(才)	全体	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉
全体	270	13	13	18	47	46	45	40	21	27
50～59	33			2	1	2	5	6	5	12
60～69	155	6	5	9	26	30	29	27	10	13
70～79	75	6	6	4	20	14	10	7	6	2
80～	7	1	2	3			1			

$$X^2=79.85 \quad P<.001$$

表17. 5分間走または歩と移動距離 (男性) (人)

5分間 人数	全体	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉
全体	240	11	11	19	21	25	45	43	29	36
C ₁	101	2	5	3	11	11	20	15	14	20
C ₂	97	5	2	12	4	9	16	19	14	16
C ₃	38	3	4	4	6	3	8	9	1	
C ₄	4	1				2	1			

$$X^2=43.20 \quad P<.05$$

表16. 5分間走または歩と移動距離 (人)

5分間 人数	全体	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉
全体	510	24	24	37	68	71	90	83	50	63
C-1	239	6	8	11	34	32	39	39	28	42
C-2	196	11	9	19	24	26	35	31	20	21
C-3	68	5	7	7	10	9	15	13	2	
C-4	7	2				4	1			

$$X^2=56.61 \quad P<.001$$

cmの円内に入った239名の中でピークはC₆C₇に、半径51～100cmの中ではC₆に、半径101～150cmではC₆に半径151cm以上ではC₁の順になっている。移動距離が遠くなるにつれ走または歩の距離も短くなっている。移動距離と5分間の走または歩のあいだには .001で有意差が認められた。次に、5分間の走または歩と移動距離 (男性) についての結果を表17に示した。全体のピークはC₆であり、半径50cmの円内ではピークがC₆とC₉に、半径51～100cmの円ではC₇に、半径101～150cmの円ではC₇に、半

径151cm以上円ではC₉にピークが来ている。移動距離の少ないものは5分間走または歩も記録がよくなっている。5分間走または歩と移動距離のあいだには .05で有意差が認められた。

要 約

動的平衡性を見る閉眼その場足踏みテストを実施した結果次の様な傾向が表われた。

- 1) 移動方向ではすべての人に左側への移動が見られ右下への移動は少なかった。
- 2) 移動距離では年齢が高くなるにつれ、移動距離が長くなった。
- 3) 回転では右回転の者は左側への移動
左回転の者は左上への移動
そのまゝの者は左下への移動

今後、利手、利足の関係よりその場足踏みのテストを検討していきたい。

参 考 文 献

- 1) 松浦義行：体力測定法。朝倉書店。189～191 (1983)
- 2) 小野三嗣：体力テスト百科。ぎょうせい。260～262 (1978)
- 3) 野口義之・日丸哲也・永田辰：体力の測定・評価。第1法規。65～66 (1990)
- 4) 松井三雄・永野忠文・江橋慎四郎：体育測定法。体育の科学社。126～129 (1976)
- 5) 福田 精：運動と平衡の反射生理。木村書店。114～163 (1974)
- 6) 小林寛道・近藤孝晴：高齢者の運動と体力。朝倉書店。61～76 (1985)
- 7) 野口義之：教師のための体育測定。第1法規。45～48 (1969)

平成3年10月31日受付
平成3年11月7日受理