一側下肢の重錘負荷が足踏み検査に 与える影響について

Effect of Stepping Test in the Lower Extremity under the Weight Load

岩月 順子¹⁾ 岩月 宏泰²⁾ 青木 千賀子³⁾ 篠田 規公雄⁴⁾

JUNKO IWATSUKI¹⁾, HIROYASU IWATSUKI²⁾, CHIKAKO AOKI³⁾, KIKUO SHINODA⁴⁾

¹⁾Department of Rehabilitation, Tokai Memorial Hospital:
681-47 Ohbara, Hazawa-cho, Kasugai-city, Aichi 487, Japan. TEL +81 568-88-0568.

²⁾Department of Physical Therapy, Nagoya University College of Medical Technology

³⁾Devison of Physical Therapy, Nagoya Memorial Hospital

⁴⁾Devison of Physical Therapy, Tokai Central Hospital

J. Exerc. Physiol. 9(4): 167-170, 1994. Submitted Aug. 8, 1993. Accepted Oct. 20, 1994.

ABSTRACT: Twenty healthy female subjects performed 50 stepping tests with or without the dominant leg loaded by a 1-kg weight band and footprint deviation was investigated according to the angle and distance of deviation, and the angle of rotation. With respect to reproducibility, a significantly high correlation was observed in the distance of deviation between the initial and 3rd stepping, with a correlation efficient of 0.68. No reproducibility was, however, indicated in the angles of deviation and rotation. Elder subjects showed significantly larger angles of deviation ($p<0.01$) and rotation ($p<0.001$) compared with young subjects. There was, however, no difference in the distance of deviation between them. In loaded stepping, elder subjects exhibited smaller angles of deviation and rotation and longer distance of deviation, compared with unloaded stampings. The increase in the distance of deviation in elder subjects may stem from functional deterioration of vestibular sensory area.

Key words: stamping exercise, age, load method, reproducibility

要旨 健康女性20名を対象に下肢に重錘負荷を与えた際の足踏み偏倚について検討した。結果; 1. 再現性: 初回と3回目の各測定値間の相関では移行距離に相関係数0.68と有意な高い相関を認めた ($p<0.05$)。しかし、移行角、回転角については相関を認めなかった。2. 年齢別比較: 移行角、回転角では青年群より老年群が有意な高値を示した ($p<0.01$, 0.001)。しかし、移行距離は両群とも約1mと差を認めなかった。3. 重錘負荷による影響: 老年群では移行角、回転角で無負荷より有意な減少がみられたが、移行距離は増加する傾向を認めた。

本研究の結果、重錘負荷時にみられた老年者の移行距離の増加には前庭感覚の機能低下も関与している可能性が考えられた。

キーワード: 足踏み運動、年代別、負荷法、再現性

1) 東海記念病院: 愛知県春日井市廻間町大洞 681-47 (〒 487) TEL 0568-88-0568.

2) 名古屋大学医療技術短期大学部 3) 名古屋記念病院 4) 東海中央病院

受付日1993年8月8日 受理日1994年10月20日

I. 緒 言

ヒトの平衡機能は四足動物と異なり、二本の足で姿勢を保持するところに特徴がある。姿勢を保持するには視覚、前庭覚、体性感覚などの入力による反射機構とそれらを統御する上位中枢が関与している。現在、姿勢制御を定量的に捉えるための研究が諸家により行われているが、静的姿勢反応と動的姿勢反応に分けて解析されている。静的姿勢反応を総合的に捉える機器として重心動揺計や荷重能力分析計などがある。重心動揺計は直立した際の2次元に展開された足圧中心点の動揺軌跡として表され、体重心、慣性、筋活動によって生じた力が複合的に合わさったものと考えられている。記録された重心軌跡には移動距離、周波数、RMS (Root mean square) などのパラメーターから解析されている。

一方、動的姿勢反応を捉えるために指示検査、歩行解析および足踏み検査などが臨床で用いられている。足踏み検査は1943年に福田²⁾により提唱された方法であり、迷路性脊髄反射の機能低下の評価法として耳鼻科領域でよく用いられている。足踏み検査は遮眼で行うため前庭系だけでなく、下肢の筋、関節の固有感覚、足底の皮膚感覚などの末梢感覚情報が大きく関わっている。現在のところ、本検査を用いた研究は運動学的解析や臨床応用に限られており、大久保らは足踏み運動時の重心乗り換え時間から、接地時間には中枢が、乗り換え時間には脊髄反射が関与していると報告している⁴⁾。また、彼らは足踏み運動開始から偏倚が起こるまでの潜時について随意運動から不随意運動に変換されるまでのshort memory現象として捉えている⁵⁾。このように足踏み運動のリズム化には運動の種類別に脊髄レベルの反射と中枢での運動制御が推測されている。足踏み運動時には視覚情報が無いため、運動開始前に予め認識した空間的位置に依存して運動を行う。運動時には前庭からの情報は身体が大きく傾いた際に有用であるが、大きな動揺が見られない場合には下肢の筋、関節の固有感覚および足底からの皮膚感覚からの情報が最も重要になろう。しかし、下肢の体性感覚に負荷を与えた際の足踏み偏倚について

検討した報告はない。

本稿では健常者を対象に下肢の体性感覚に重錘による負荷を与えた際の足踏み偏倚から負荷法について検討した。

II. 対象と方法

対象は健常女性20名であり、年齢から青年群10名(平均年齢 22 ± 1 歳)、老年群10名(平均年齢 63 ± 4 歳)の2群に分けた。

測定方法;福田²⁾の方法に準じ、平らな床の上にX軸・Y軸を記し、原点に踵を合わせ遮眼をさせ、両上肢は肩の高さでの挙上位とし、その場足踏みを50回行わせた。予め踵骨後面正中線上と母指先端にランドマークをつけ50回の足踏み後の位置を床に記し、偏倚を移行距離、移行角、回転角として計測した(図1)。運動時には足踏みのベース、足を挙上する高さは規定しなかった。

測定条件:①再現性:青年群10名を対象に連続3回無負荷の足踏み運動を行わせた。なお測定間隔は5分間とした。②外乱負荷:20名を対象に利き足(蹴り足)に1kgの重錘バンドを装着して足踏み運動を2回行わせ、その平均値を算出した。重錘負荷を1kgに定めたのは老年者に疲労を起させないことを配慮したためである。無負荷と重錘負荷による足踏み運動はランダムに行わせ、各測定間に5分間の休息を挟んだ。

統計学的処理には各項目間の関連について相関

図1 足踏み検査の計測

関係を各群間の比較にはStudent t検定を行い、危険率5%未満を有意な差と判定した。

III. 結 果

1. 再現性：初回と3回目の各測定値間の相関では移行距離に相関係数0.68と有意な高い相関を認めた(表1, $p<0.05$)。しかし、移行角、回転角については相関を認めなかった。また移行距離では初回 $98.5 \pm 22.7\text{cm}$ 、3回目 $65.7 \pm 13.2\text{cm}$ と有意な減少がみられた($p<0.001$)。
2. 年齢別比較：移行角は青年群 $23.6 \pm 8.9^\circ$ 、老年群 $30.8 \pm 11.7^\circ$ であり、老年群が青年群より有意に増加していた。回転角は青年群 $38.2 \pm 10.7^\circ$ 、老年群 $82.1 \pm 24.3^\circ$ であり、老年群

表1 初回と3回目の測定値間の相関係数と差の検定

	相関係数	差
移行距離	0.68 ($p<0.05$)	$p<0.001$
移行角	0.23 (n.s.)	n.s.
回転角	0.44 (n.s.)	n.s.

が青年群より有意に高値を示した。しかし、移行距離は両群とも約1mと差を認めなかった(図2)。

3. 重錘負荷による影響：青年群では移行距離、移行角で無負荷より有意な減少を認めた($p<0.01, 0.05$)。老年群では移行角、回転角で無負荷より有意な減少がみられたが、移行距離は増加する傾向を認めた(図3)。

IV. 考 察

理学療法を進める上で、患者の動的平衡機能を評価することは重要であることが指摘されている。しかし、臨床で行われている評価は定性的であり、定量的に行うためには床反力計など特殊な機器を必要とし、データ解析も煩雑という問題が挙げられる。そのため、定量化が簡便に行える検査法が望まれており、本検査はフィールド検査に向くこと、前庭系機能の異常発見率が高いこと、回転角の評価基準が明確であることなど有用性が認められている^{2,7)}。しかし、本検査は理学療法分野では余り用いられていないのが現状であるため、本検査の再現性、世代別変化及び外乱負荷の影響について検討した。初回と3回目の比較では

図2 足踏み検査の各計測値の年齢別比較

図3 種々の負荷時における各計測値
○青年群, ●老年群, Mean ± SD
a: $p < 0.001$, b: $p < 0.01$, c: $p < 0.05$

移行距離で高い相関を認め、有意に減少していた。運動回数に伴う移行距離の減少は前庭系や下肢の体性感覚情報を統御する上位中枢で運動がプログラム化されたため初回に比べて補正が少なくなったためか、随意的制御によることが考えられる。移行角、回転角については相関が高くなかったことから、両者の生理学的機序についての解釈には注意を要する。しかし、年齢別比較ではこれらの計測値に差がみられたことから、老年者の前庭系機能の低下、下肢の関節可動域の減少、筋力低下などを反映している可能性もある。

一方、足踏み運動中は視覚入力が遮断されていることや健康者では運動により頭部の大きな揺れがみられないことから、運動遂行に当たっては下肢の体性感覚からの情報が最も重要と考えられる。本研究では一側下肢に重錘負荷を与え、下肢の体性感覚に不均衡を与えて偏倚を解析した。そ

の結果、移行距離は青年群が有意に減少し、老年群では増加する傾向を認めた。重錘負荷した下肢を挙上する際には他側へ体幹を傾斜させなければならず頭部に動揺が生じる。老年者では青年者より下肢の筋力、関節可動域が低下しているために頭部動揺が大きくなることが考えられる。老年者では青年者に比べ前庭系機能が低下しているために補正が十分されなかったことが推測される。また、老年者では体性感覚においても低下を認めることが知られていることから、下肢の体性感覚の変化も原因の一つと考えられる。重錘負荷時の回転角では老年者で有意な減少を認めたが、青年者では無負荷と差を認めなかった。このため、移行距離が老年者の前庭系機能の低下を反映しているという考えに矛盾するかもしれないが、回転角の再現性は低かったことからこの考えを否定するわけにはいかない。回転角は前庭系機能の異常発見に最も重要な指標^{5,7,8)}と考えられているが、再現性が低かったことから生理学的意義の解釈には注意を要すると考えられる。

本研究の結果、足踏み検査の計測値のうち再現性は移動距離が高く、回転角、移行角で低かった。このため、重錘負荷時にみられた老年者の移行距離の増加には前庭感覚の機能低下も関与している可能性が考えられた。

文 献

- 1) 時田 喬: 直立検査とその基礎. *Equilibrium Res*, 49: 367-377, 1990.
- 2) 福田 精: 身体均衡機能新検査法. *耳鼻臨床*, 38: 193-199, 1943.
- 3) 福島英行・他: 足踏の平衡生理. *耳鼻臨床*, 76: 646-657, 1983.
- 4) 大久保仁・他: 足踏み検査にみられる身体動揺軌跡の分析の研究. *耳鼻臨床*, 73: 1781-1789, 1980.
- 5) 大久保仁・他: 片側前庭機能異常者の足踏み検査の考察. *耳鼻臨床*, 75: 2304-2311, 1982.
- 6) 安田宏一: めまいのスクリーニングとしての足踏検査. *耳鼻臨床*, 77: 1067-1070, 1984.
- 7) 水田啓介・他: 高齢者の平衡機能. *Equilibrium Res*, 50: 352-357, 1991.
- 8) 竹森節子・他: 高齢者におけるめまい・平衡障害. *Equilibrium Res*, 43: 292-298, 1984.