

原著論文

Functional Reach Test の測定方法改善の試み： 信頼性，客観性及び妥当性の検討

Attempt for improving the measurement of Functional Reach Test: Examination of reliability, objectivity and validity

代 俊¹⁾・渡部 和彦¹⁾

Jun DAI¹⁾, Kazuhiko WATANABE¹⁾

Abstract

The Functional Reach Test (FRT) was presented by Duncan et al. as a balance test. The some studies of FRT reported that the relationship between the balance, walking speed, muscle strength, body height, flexibility and body weight, beside the negative relationship between the balance performance. The purpose of this study was as follows: Which measurement is better in terms of reliability, objectivity and validity between the present measurement process of FRT and the traditional one?

The process of the present measurement was as follows; at the beginning of measurement, subjects stand with his/her shoulder and heel was placed to the wall. The subjects were 25 males and females of 21 to 37 years of age.

The result of the retest was $r = 0.753$ in the original method, and $r = 0.956$ in the present method. The relationship between the shift of COP (Center of Pressure) and FRT was $r = 0.516$ in the original method and was $r = 0.821$ in the present one.

The reason why the original method produced relatively lower relationship between the retest and also between the shifting of COP was attributed to the uncontrolled original standing position to compare with the present method.

These results indicated that the present method has a reliable and valid method for testing the balance.

Key words : FRT, reliability, objectivity, validity, measurement

[Received October 22, 2007 ; Accepted February 29, 2008]

1. 緒言

バランス機能の測定に関して，静的バランス及び動的バランスという概念が使われる。本稿では，安静立位姿勢など身体重心位置を基底面内に動揺を最小限に確保する機能を「静的バランス」と呼び，これに対して，身体運動を伴う条件においてなおかつ基底面内に身体重心位置を確保する機能を「動的バランス」と呼ぶ。たとえば，体操競技の平均台上でのバランス演技などはこれに相当する。静的バランスの評価は，自然立位姿勢時における足底部圧力中心（Center of Pressure : COP）の移動量を用いたバランス能力の評価法（望月・峯島，2000；藤原・池上，1981；奈良・内山，2004；江ほか，2003；今岡，1996；Le Clair and Riach，1996；Duarte and Zatsiorsky，2002）が用いられる。これには，開眼または閉眼片足立位でのバランス保持時間の測定法がある（Vellas et al.

1997；Tinetti，1986）。しかし，動的バランスに関しては，数種の評価法が考案されているが，Functional Reach Test (FRT) が盛んに用いられている。Duncan et al. (1990) によって紹介されたこの FRT の方法は，前方向への重心移動域を上肢の到達距離として測定している。具体的には被検者は自然立位において上肢をできる限り前方へ移動（リーチ）させ，その到達距離（FR 距離）を測定するものである。この方法は，高齢者のバランス能力を簡便に測定できる方法として注目され，広く使用されつつある（大淵ほか，2004；島田，2000）。最近では，パーキンソン氏病患者の身体活動能力を評価する手法としても用いられている（Brusse et al.，2005；Behrman et al.，2002）。

これまでの研究報告によれば，FR 距離は COP の前後方向の移動距離との間に相関があることが報告されている（Duncan et al.，1990，1992；Thapa et al.，1994）。

1) 広島大学大学院 Graduate School of Education, Hiroshima University

しかし、その一方で、FRTと動的立位バランスとの関連性について否定的な報告も見られる（前岡ほか、2006; 対馬ほか、2001; Fishman et al., 1997; Jonsson et al., 2002; Wernick-Robinson et al., 1999）。すなわち、Jonsson et al. (2002)によれば、健常高齢者においてFR距離とCOPの移動距離との関係を調べたところ相関関係が低かったと報告している。Wernick-Robinson et al. (1999)は、高齢者を対象としてFRT実施時の動作分析を行ったところ、FR距離は身体重心位置とCOPの位置から求めたモーメントアームの値との間には相関関係が低いことを報告している。

これらの研究は、COPの前方移動域が動的バランス機能に関係するものと捉え、FR距離とCOPの前方移動距離との相関関係から、FRTが動的バランスの指標となり得るかを検証することを目的とした。すなわち、FRTの妥当性について検討したのであるが、これらの研究結果からは、必ずしも一致した結論が得られていない。

さらに、FR距離に影響を及ぼす要因には、年齢、身長（大熊ほか、2001; 中村ほか、2006; Duncan et al., 1990）などの身体的特性、及び開眼片足立ちと最大歩行速度（藤澤ほか、2005）、柔軟性（Thomas and Lane., 2005）、筋力（大澤ほか、2003; 西守ほか、2003）などの機能的特性との有意な相関関係が認められることが報告されている。しかしその一方で、FR距離は年齢、身長（Jonsson et al., 2002; 大澤ほか、2003）、及び開眼、閉眼片足立ち、最大歩行速度と筋力、（中村ほか、2006; 大澤ほか、2003）、柔軟性（中村ほか、2006）などとの間に有意な相関関係がなかったことも報告されている。

これらの報告からは、FRTがどのような運動機能に関係するかについて、一致した結果が得られていない。その理由は、FRTの測定方法に問題があると思われる。すなわち、測定方法が厳密なものであれば、FR距離に関わる要因に関する報告は、ほぼ一致した結果が得られたはずである。

新しいテスト方法を作成する際の重要な条件として、妥当性、信頼性、客観性及び実用性などが挙げられ、これらが良いテストの必要条件との指摘がある（松浦、1983, p.15）。FRTは、動的立位バランスに関する評価方法として提案されたわけであるが、比較的新しいものであり、信頼に足るよりよい条件で普及発展させるためにも再検討することが重要であると考えられる。

FRTの測定方法として、自然立位姿勢から肩の高さに上肢を前方挙上し、次に挙上した上肢をなるべく水平前方に移動させ、指先の移動距離を測定するとしている

（Duncan et al., 1990; Jonsson et al., 2002; Wernick-Robinson et al., 1999; 大熊ほか、2001; 前岡ほか、2006; 対馬ほか、2001; 大澤ほか、2003）。FRTの測定方法において、上肢を前方に最大移動させた時の位置は比較的安定するが、測定開始姿勢が自然立位の場合、無意識的な身体動揺やそれに伴う手指の位置の動揺による誤差が生じやすい。そのため、測定値の再現性が低下し、信頼できる値が得られないおそれがある。しかし、これまでの多くのFRTの測定方法における開始姿勢は自然立位で行われた。FRTの信頼性、客観性、有用性を向上させるために、特に測定の開始姿勢を厳密に規定したうえで、測定方法を基準化すべきであると考えられる。FRTの問題点については、先行研究では、その妥当性についての検討が多く見られる。しかし、測定方法そのものを問題とした研究は少ない。本研究は、先行研究の結果がなぜ一致しないかについて検討することの意義を感じた。つまり、測定方法に問題があるのではないかと考えたのである。

そこで、本研究では先行研究における開始姿勢が自然立位で行われてきたFRTの測定方法に対して測定開始時の姿勢をより規定した条件でFRTを行い、同時に、開始姿勢が自然立位の測定方法と比較検討する。これによって、2種類の測定方法でFRTの信頼性、客観性及び妥当性を検討することを目的とした。

2. 方法

2.1. 研究課題及び被検者

FRTの2種類の測定方法について、どちらがより適切な結果が得られるかについてそれぞれ、3つの課題（信頼性、客観性、妥当性）について検討することにした。FRTの信頼性（課題1）については、2回の測定値の一致の程度から検討した。被検者は、運動機能に疾患を有しない健康成人20名（男性12名、女性8名）とした。年齢21—37歳（ 28.3 ± 5.3 歳）；身長157—186cm（ 172.3 ± 8.0 cm）であった。FRTの客観性（課題2）を検討するために、被検者20名のうち17名（男性11名、女性6名）を対象として異なる検者2名による測定値間の一致の程度を検討した。また、FRTの妥当性の検討には健康成人25名（男性15名、女性10名）を被検者として用いた。年齢21—37歳（ 27.1 ± 5.0 歳）、身長154—187cm（ 168.8 ± 9.0 cm）、体重46—93kg（ 63.7 ± 16.0 kg）であった。測定前に実験内容を詳しく説明し、各被検者の同意を得たのち測定を行った。

2.2. 実験手順及び方法

2.2.1. 信頼性と客観性の検討 (課題1と課題2)

FRT装置はFRT測定器(GB-200,竹井機器工業社製)を用いた。測定方法は以下の2種類とした。その一つは、開始姿勢は自然立位とした(自然立位方法(図1のa))。他の一つは、開始姿勢を次のように規定した。すなわち、被検者を垂直な壁に背を向けて立たせ、踵及び背中のか所が壁に触れる条件とした(規定の方法(図1のb))。

両方法とも裸足とし、開始姿勢は、左右の足幅を肩幅、足の位置は平行とした。また、上肢の位置は左右両側とも肩関節を約90度挙上した位置で肘関節及び手掌を伸展させ、両側の第三指先端の位置を開始点にした。測定手順は、立位姿勢から合図に従って、6秒間でゆっくり最大前方リーチ位置に到達し、そのままの姿勢で2秒間保持させた。開始位置に戻るまでの時間は約2秒間とした。測定回数は2回とし、2回のFR距離の平均値を求めた。なお、FRT測定中に踵が床から離れるか、足をステップさせた際には中止させ、再度測定を行った。

自然立位方法と規定の方法でのFRTの信頼性を検討するために、同一被検者に対して測定の翌日に再度測定し、それぞれに得られた測定値間の一致度を比較検討した。

各テストとも順序による効果をなくすために、各条件及び各検者における測定順序はランダムに行った。

2.2.2. 妥当性の検討 (課題3)

自然立位方法と規定の方法でのFRTの妥当性の検討を行うために、本研究では、先行研究(Duncan et al., 1990; Jonsson et al., 2002; 前岡ほか, 2006)で妥当性の基準として用いられたCOPの最大前方移動域とFRT測定値の相関係数について検討することにした。同時に、静的バランス能力、歩行能力、筋力、柔軟性などの体力項目との間にいかなる関係があるか、FRTはどの運動機能と関係が深いかを検討することにした。これらの項目は、これまでのいくつかの研究報告で取り上げられ、FRTとの関係に必ずしも一致した結果が得られなかったものである。

調査項目は次に示すとおりである。

(1) FRT最大前傾時のCOP位置の測定

FRTの実施方法は、課題1,2と同様に行った。FRTの測定回数は2回とし、2回のFR距離の大きい方の値を採用した。身長による影響を除去するためFR距離をその被検者の身長で除した身長比の値を用いた。

COPの計測は、F-scan(ニッタ社製)を使用し、サンプリング周波数毎秒50Hzでセンサシートを用いて計測した。1枚のセンサシートには、960個のセンサセルがある。左右足の足底部の圧力変化とCOPの移動変化を同時に測定した。

サンプリング資料のコンピューターへの取り込みは10秒以内に行うことができた。足長による影響を除去するため右足と左足それぞれの足長(100%)に対して

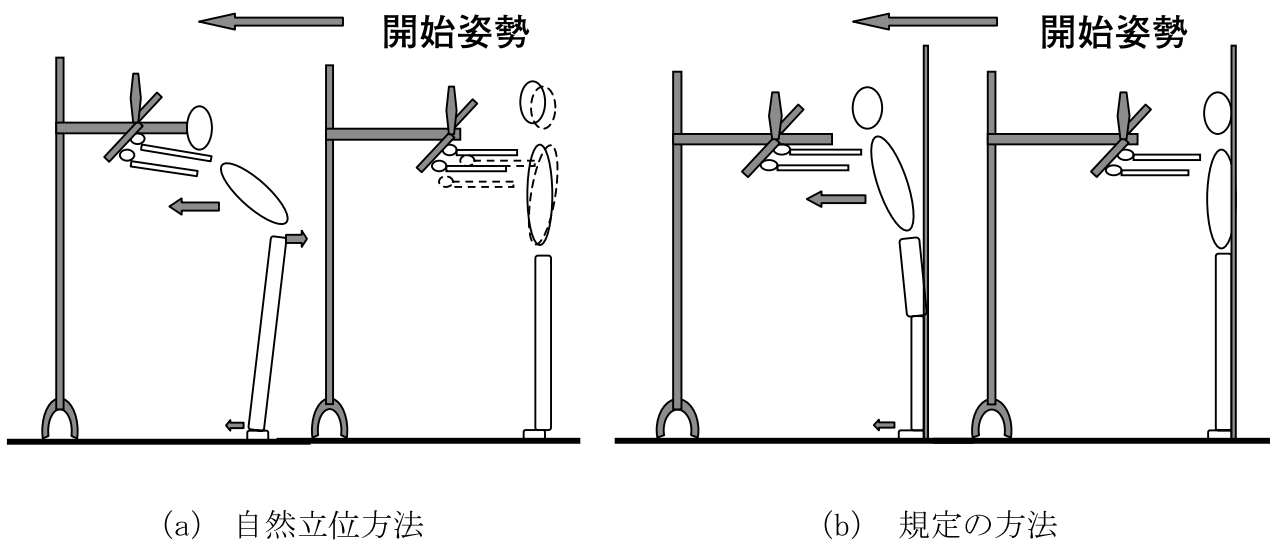


図1. FRTの測定方法の概要

踵から最大前傾時の COP 位置までの距離を%で示した (COP の最大前方移動距離比: 以下, A-P% COP と略す (図 2))。すなわち, COP の到達距離をその被検者の足長で除したものである。両足の平均値を代表値とした。

Jonsson et al. (2002) によれば, 自然立位時の COP の位置は, ヒトによって違うため, FRT 時 COP の前後の移動量 (距離) から, 動的バランスを評価することは有効ではないと報告している。本研究では, COP の移動位置の計測を統一させるために, 踵からの距離として計測した。

(2) 身体重心動揺 COP 軌跡長の測定

被検者を身体重心動揺計 (アニマ社製) の上に 3 種類の条件で立たせた。開眼両足立ち, 閉眼両足立ち及び閉眼片足立ち (軸足: ボールを蹴る反対側) の条件である。それぞれ 20 秒間の COP 動揺軌跡長 (開眼軌跡長, 閉眼軌跡長, 片足軌跡長) を測定した。測定回数は 1 回である。

(3) 片足立ち測定

片足 (軸足: ボールを蹴る反対側) 閉眼条件での身体のバランスを保持できる時間 (片足立ち時間) を測定した。2 回測定し, 大きい方の値を採用した。

(4) 10m 最大歩行速度

10m の歩行時間測定区間の前後に 2m の予備路を確保し, 合計 14m を歩いた。被検者に対して, 「できるだけ速く歩いてください」と指示した。2 回測定し, 速い方の値を採用した。

(5) 握力

立位で握力の測定を行った。利き手側で 2 回測定し, 大きい方の値を採用 (体重比の値を代表値とした)。

(6) 筋力

背筋力の測定を行った。2 回測定し, 大きい方の値を採用 (体重比の値を代表値とした)。

(7) 長座体前屈

長座体前屈計で柔軟性の測定を行った。2 回測定し, 大きい方の値を採用した。

2.3. 統計処理

自然立位方法と規定の方法の信頼性及び客観性の検討のために, 分散分析を用いてそれぞれ級内相関係数 (Intra-Class Correlation Coefficient: ICC) を求め, 2 試行の平均値間の差の検定を行った (出村 2001, pp.121-132)。自然立位方法と規定の方法との妥当性を検討するために, すべての変数を対象として FRT との関連性について Pearson の相関係数を求めた。本研究における統計解析には, SPSS15.0J を用い, 有意水準 5% 未満を有意と判定した。

3. 結果

3.1. 自然立位方法と規定の方法の信頼性

自然立位方法と規定の方法の信頼性について, それぞれ同一被検者に対して, 測定日とその翌日に再度測定し, それぞれで得られた測定値間の一致度を検討した。結果

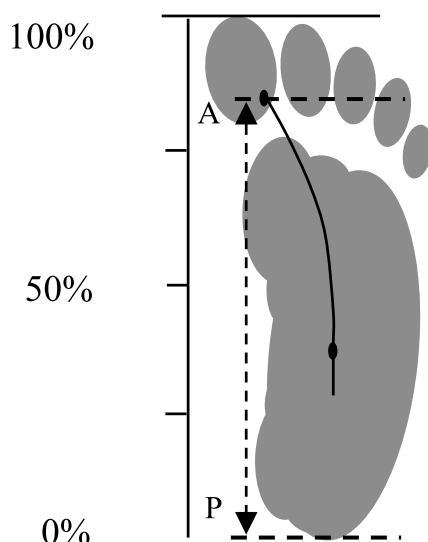


図 2. 踵から最大前傾時の COP 位置までの距離 (A-P) の計測 (失印)

を表1に示した。自然立位方法の1回目のFR距離は $36.04 \pm 4.24\text{cm}$ 、2回目のFR距離は $37.87 \pm 3.62\text{cm}$ であり、規定の方法の1回目のFR距離は $24.76 \pm 3.78\text{cm}$ 、2回目のFR距離は $25.01 \pm 4.36\text{cm}$ であった。自然立位方法と規定の方法とも2回目の方がわずかに高い値を示した。自然立位方法と規定の方法それぞれの試行における平均値の検定を行った結果、自然立位方法において有意差を認めた ($F = 8.751, p < 0.01$)。規定の方法では有意差を認めなかった ($F = 0.870, p > 0.05$)。また、級内相関係数は、自然立位方法では $r = 0.753$ ($p < 0.001$)、と中程度の相関関係が認められ、規定の方法では $r = 0.956$ ($p < 0.001$) と高い相関関係が認められた。

なお、本研究では、同一被検者における1回目と2回目のFR距離の差を見ると、自然立位方法では $2.49 \pm 2.16\text{cm}$ であり、規定の方法では $0.82 \pm 0.89\text{cm}$ と低い値が得られ、両方法間に有意差が認められた ($p < 0.05$)。

3.2. 自然立位方法と規定の方法の客観性

自然立位方法と規定の方法の客観性について、2名の異なる検者が、同一被検者(17名)に対して測定し、得られた2試行の測定値間の一致度を検討した。結果を表2に示した。自然立位方法の検者1によるFR距離は $36.18 \pm 4.38\text{cm}$ 、検者2によるFR距離は $37.04 \pm 4.08\text{cm}$ 、規定の方法の検者1によるFR距離は $24.72 \pm 4.57\text{cm}$ 、検者2によるFR距離は $25.18 \pm 4.04\text{cm}$ であった。自

然立位方法と規定の方法とも検者2の方がわずかに高い値を示した。自然立位方法と規定の方法それぞれにおける2試行の平均値の検定を行った結果、2種類の測定方法共に有意な差は認められなかった(自然立位方法: $F = 1.05, p > 0.05$, 規定の方法: $F = 1.50, p > 0.05$)。また、級内相関係数は、自然立位方法では $r = 0.677$ ($p < 0.001$) と中程度の相関関係が認められ、規定の方法では $r = 0.930$ ($p < 0.001$) と高い相関関係が認められた。

なお、同一被検者に対する検者1と検者2によるFR距離の差を見ると、自然立位方法では $2.74 \pm 1.96\text{cm}$ という結果であり、規定の方法では $1.18 \pm 0.89\text{cm}$ と低い値が得られ、両方法間に有意差が認められた ($p < 0.05$)。

3.3. 自然立位方法と規定の方法の妥当性

各測定項目における統計処理した結果及び自然立位方法と規定の方法における測定値と他の測定項目との間の相関関係を表3に示した。自然立位方法では、FRTを見ると、A-P% COP ($r = 0.516, p < 0.01$) 及び閉眼軌跡長 ($r = 0.399, p < 0.05$) の二つの測定項目との間に有意な相関関係が認められた。しかし、そのほかの項目とは有意な相関関係は認められなかった。一方、規定の方法では、FRTはA-P% COP ($r = 0.821, p < 0.001$) と高い相関があった。また、閉眼片足立ち時間 ($r = 0.519, p < 0.01$)、閉眼両足COP動揺軌跡長 ($r = 0.573, p < 0.01$) 及び開眼片足COP動揺軌跡長 ($r = 0.494, p < 0.05$) とも有意な相関を認めた。さらに、最大歩行速度 ($r =$

表1. 自然立位方法と規定の方法でのFRTの信頼性 (n = 20)

| | 1回目の FR距離 | 2回目の FR距離 | 級内相 関係数 | 1回目と2回目の FR距離の差 |
|--------|---------------------------|---------------------------|------------|--------------------------|
| 自然立位方法 | $36.04 \pm 4.24\text{cm}$ | $37.87 \pm 3.62\text{cm}$ | 0.753*** | $2.49 \pm 2.16\text{cm}$ |
| 規定の方法 | $24.76 \pm 3.78\text{cm}$ | $25.01 \pm 4.36\text{cm}$ | 0.956*** | $0.82 \pm 0.89\text{cm}$ |

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

表2. 自然立位方法と規定の方法でのFRTの客観性 (n = 17)

| | 検者1による FR距離 | 検者2による FR距離 | 級内相 関係数 | 検者1と検者2に よるFR距離の差 |
|--------|---------------------------|---------------------------|------------|--------------------------|
| 自然立位方法 | $36.18 \pm 4.38\text{cm}$ | $37.04 \pm 4.08\text{cm}$ | 0.677** | $2.74 \pm 1.96\text{cm}$ |
| 規定の方法 | $24.72 \pm 4.57\text{cm}$ | $25.18 \pm 4.04\text{cm}$ | 0.930*** | $1.18 \pm 0.89\text{cm}$ |

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

0.519, $p < 0.01$), との間に有意な相関を認めた。その他の項目との間には有意な相関関係は認められなかった。

4. 考察

4.1. 自然立位方法と規定の方法における信頼性の比較検討

同一検者が同一被検者に同じ方法でテストを実施した場合、測定値の変動はできるだけ少ないことが望ましい。すなわち、テスト結果は安定していることがテストの重要な条件であり、この条件が信頼性といわれるものである(松浦, 1983, p.39)。一般に受け入れられている信頼性の基準は次のようである。相関係数が0.95-0.99は信頼性が非常に高い, 0.90-0.94は高い, 0.80-0.89は、個人の測定目的においてはほぼ満足できる。0.6-0.79はグループの測定には適用できるとされる(松井, 1982)。本研究においては、この基準に従い、信頼性の程度を判断した。

Duncan et al. (1990)によると、2回のFRTの測定値間の相関係数は $r = 0.81$ という結果が報告されている。本研究においては2回の測定値間の級内相関係数でFRTの信頼性を検討した結果、自然立位方法では $r = 0.753$ であった。他方規定の方法では $r = 0.956$ という

値であった。今回の研究結果から、自然立位方法における2回の試行間に有意差が認められた。試行間に有意差が認められた場合、信頼性係数には意味がないとされる(出村, 2001, p.180)。したがって、自然立位方法における信頼性は低いものと理解される。その原因は、自然立位方法では測定開始姿勢を規定せず、身体の無意識な動揺を含めて測定すると、被検者の複数回の測定の出発点の不一致を招く。規定の方法の場合は、開始姿勢を厳密に規定したため、測定誤差が少なくなり、FR距離の再現性において高い値が得られたと考えられる。なお、Duncan et al. (1990)は、70-87歳の高齢者の平均FR距離と41-69歳の中・高齢者の平均FR距離との差は、約3cmであると報告している。年齢によるFR距離の差異をより正確に評価するためには、自然立位方法における2回の測定値の差が、約2.5cmであったことは十分注意すべきであろう。すなわち、健常者では能力差によるFR距離の個人差は、数cmと考えられる。自然立位方法でのFR距離の測定値の変動量は2~3cmほど発生する。FRTの測定値の再現性が低ければ、有効な評価を下すことは困難であると考ええる。

また、自然立位方法では1回目に比べて翌日に行った2回目の方がFR距離の値が有意に高かった。この原因は不明であるが、規定の方法では、1回目と2回目との間に有意差が認められず、この点からも規定の方法が信頼性に優れたテストであると云えよう。

表 3. 各測定項目の統計結果及び FRT との間の相関係数 (n = 25)

| 変 量 | AV | SD | 自然立位方法 との相関 | 規定の方法 との相関 |
|------------------|--------|-------|----------------|---------------|
| 自然立位方法 (FRT 身長比) | 21.6% | 2.0% | — | 0.540** |
| 規定の方法 (FRT 身長比) | 16.3% | 2.0% | 0.540** | — |
| 自然立位方法時 A-P% COP | 86.7% | 2.8% | 0.516** | 0.24 |
| 規定の方法時 A-P% COP | 88.3% | 2.3% | 0.553** | 0.821*** |
| 片足立ち時間 (秒) | 63.2 | 61.9 | 0.183 | 0.519** |
| 最大歩行速度 (秒) | 3.3 | 0.5 | -0.331 | -0.519** |
| 開眼軌跡長 (cm) | 19.8 | 6.8 | -0.157 | -0.141 |
| 閉眼軌跡長 (cm) | 28.1 | 10.3 | -0.399* | -0.573** |
| 片足軌跡長 (cm) | 75.5 | 30.2 | -0.036 | -0.494* |
| 長座体前屈 (cm) | 7.7 | 9.7 | 0.230 | 0.323 |
| 握力 (体重比) | 62.2% | 11.7% | 0.187 | 0.055 |
| 背筋力 (体重比) | 184.9% | 45.2% | 0.148 | 0.204 |

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

4.2. 自然立位方法と規定の方法における客観性の比較検討

信頼性の比較検討で用いた統計的信頼性の基準に従って検討した。すなわち、本研究では、異なる両検者の測定値間の級内相関係数で客観性を検討した結果、自然立位方法と規定の方法においてそれぞれ、 $r = 0.677$ の相関係数及び $r = 0.930$ の相関係数の値が認められた。すなわち本研究では、自然立位方法での測定結果は検者の特性に影響されやすいものと考えられた。規定の方法は、測定の開始姿勢を厳密に規定し、測定の客観性が高まったと考えられる。

4.3. 自然立位方法と規定の方法における妥当性の比較検討

4.3.1. FRTとCOPの前方への移動距離との関係について

FRTが動的バランスを評価するテストとして妥当であるか否かについては、動的バランスに関与する立位時COPの最大前後移動量の測定との関連を検討する必要がある。FRTと立位時COPの前後移動距離との関連については多くの報告で確認されている(Duncan et al., 1990, 1992; Thapa et al., 1994)。特に、FRTの開発者であるDuncan et al. (1990)によって、FR距離とCOPの変位に高い相関があり、FR距離は立位での安定性限界を反映するものであることが報告されている。こうしたことから、FRTは動的立位バランス測定の指標となり得る可能性が示されている。

しかし一方で、FR距離とFRT測定時COPの前後変位に有意な相関関係が認められなかったとする報告(前岡ほか, 2006; 対馬ほか, 2001; Fishman et al., 1997; Jonsson et al., 2002)も散見される。対馬ほか(2001)は、FRTを股関節、足関節、踵上げストラテジーの3条件で遂行させ、FR距離とともにCOPの前後移動を測定した。その結果、それぞれの条件で行われるFR距離とCOP移動との間に有意な相関が見られず、それぞれ $r = -0.031$, $r = -0.399$, $r = 0.119$ の相関係数であった。Jonsson et al. (2002)は、健常高齢者においてFR距離とCOPの変位は $r = 0.380$ と低い相関を示したことを報告している。

先行研究においては、測定開始姿勢がすべて本研究の自然立位方法と同様に自然立位で行われた。本研究の自然立位方法でのFRTとCOP位置を前方へ移行させる能力との関係について検討した結果($r = 0.516$)を見

ると、Duncan et al. (1990)によって得られた相関係数($r = 0.71$)より低かったが、Jonsson et al. (2002)、対馬ほか(2001)の実験結果より高かった。しかしながら、本研究の規定の方法でのFRTとA-P% COPとの間に高い相関関係($r = 0.821$)が認められた。これらの結果は、COPの前方への安定性限界の評価には、規定の方法の方がより妥当性が高いと思われる。すなわち、開始姿勢を固定せずに行う自然立位方法では、動作の自由度が大きく、COPの前方への移動ばかりでなく、臀部の後方移動、体幹の前傾などの因子も、上肢の前方へのFR距離に影響を及ぼす。その結果、自然立位方法でのFRTは、立位での前方への安定性の限界を反映しにくいと思われる。本研究における自然立位方法の信頼性は規定の方法より低いことから、妥当性においても低いものと判断される。規定の方法では、開始姿勢は踵だけでなく、背中也壁につけるので、FR距離は主にCOPの前方への変位に大きく依存すると考えられる。したがって、FRTの開始姿勢として背中を壁につけた測定方法は、立位での前方への安定性の限界をより反映するものであることが示された。このような理由から規定の方法を用いたFRTは動的バランス能力を評価するテストとしての妥当性が高いといえよう。

4.3.2. FRTと他の体力測定項目との関係について

本研究では、FRTと他の体力測定項目との間に、いかなる関連性があるかについて検討した。表2に示したように自然立位方法の測定値は、閉眼軌跡長のみに有意な相関関係が認められた。規定の方法の測定値は、表2に示すように転倒予防として取り上げられるバランス機能に関する測定指標(片足立ち時間、最大歩行速度、閉眼軌跡長及び片足軌跡長)との間に関連性が認められた。したがって、規定の方法の方が、バランス能力の評価方法としてより有効なものと考えられる。一方、閉眼軌跡長、柔軟性及び筋力との間には、自然立位方法及び規定の方法ともに有意な関連性が認められなかった。

高齢者の転倒に関する分析ではFRTが使用されることが多いが、信頼性、妥当性が高い測定方法を用いてはじめて、有効に評価することができる。本研究の自然立位方法では、FRTとバランス能力との間に中程度の関連性が認められたが、開始姿勢を厳密に規定した規定の方法のFRTは動的バランス能力の評価法として、より有効であることが示された。

以上の結果より、FRTの開始姿勢は背中を壁につける条件の方が、従来の自然立位で行う条件よりも信頼性、客観性及び妥当性が高いと考えられる。今回の研究は、

被検者として、すべて若年者のみでの検証であったが、今後は、高齢者を対象にして検討したい。

5. まとめ

本研究の目的は、先行研究における開始姿勢が自然立位で行われてきた FRT の測定方法に対して測定開始時の姿勢をより規定した条件で FRT を行い、同時に、この測定方法（規定の方法）と従来の測定方法（自然立位方法）における信頼性、客観性及び妥当性を比較検討した。その結果、以下のことが明らかにされた。

1) 信頼性に関しては、自然立位方法の級内相関係数は 0.753、規定の方法では 0.956 であった。規定の方法の方がより高い信頼性が示唆された。

2) 客観性に関しては、自然立位方法に比べて、規定の方法の方が異なる検者によって得られた値の変動量は少なく、検者間の測定値の変動に影響を及ぼしにくいと考えられた。

3) 妥当性に関しては、規定の方法では、A-P% COP との間に $r = 0.821$ の相関係数があった。自然立位方法は A-P% COP との間に $r = 0.516$ の相関係数があった。そのほかに、閉眼軌跡長のみに関連関係が認められた。この結果から、自然立位方法で行われる FRT の測定方法と比べて、新しく提案する規定の方法の測定方法の方が動的バランス機能の評価方法としてより妥当性が高いものと判断された。

文献

- Behrman, A.L., Light, K.E., Flynn, S.M., and Thigpen, M.T. (2002) Is the Functional Reach Test useful for identifying falls risk among individuals with Parkinson's disease? *Arch Phys Med Rehabil* 83: 538-542.
- Brusse, K.J., Zimdars, S., and Zalewski, K.R. (2005) Testing functional performance in people with Parkinson disease. *Phys Ther* 85(2): 134-141.
- 出村慎一 (2001) 健康・スポーツ科学のための統計学入門. 不味堂出版: 東京, pp. 121-186.
- Duarte, M., and Zatsiorsky, V.M. (2002) Effect of body lean and visual information on the equilibrium maintenance during stance. *Exp Brain Res* 146: 60-69.
- Duncan, P.W., Studenski, S., Chandler, J., and Prescott, B. (1992) Functional reach: predictive validity in a sample of elderly male veterans. *J Gerontol Med Sci* 47: 93-98.
- Duncan, P.W., Weiner, D.K., Chandler, J., and Studenski, S. (1990) Functional reach: a new clinical measure of balance. *J Gerontol* 45: 192-197.
- Fishman, M.N., Colby, L.A., Sachs, L.A., and Nichols, D.S. (1997) Comparison of upper extremity balance tasks and force platform testing in persons with hemiparesis. *Phys Ther* 77: 1052-1062.
- 藤澤宏幸, 武田涼子, 前田里美, 早川由佳理 (2005) 脳卒中片麻痺患者における Functional Reach Test と片脚立位保持時間の測定の意義: 歩行能力との関係に着目して. *理学療法学* 32(7): 416-422.
- 藤原勝夫, 池上晴夫 (1981) 足圧中心と立位姿勢の安定度との関連について. *体育学研究* 26: 134-147.
- 合志俊雄, 佐々木和人, 福本英子, 須藤浩之, 野崎紀英, 松谷 繁, 尾崎香奈子, 荒川美穂, 岡安 健, 安達裕一, 中山彰博 (2003) BMI (Body Mass Index) と WHR (Waist Hip Ratio) に対する立位バランスと筋力の関係. *専門リハビリテーション* 12: 52-54.
- 江依法, 長崎幸雄, 松岡敏男, 古田善伯, 木村英紀 (2003) 自然立位姿勢時の身体動揺と重心動揺間の関係. *体力科学* 52: 533-542.
- 今岡薫, 村瀬仁, 福原美穂 (1996) 重心動揺検査における健常者データの集計. *Equilibrium Res Suppl* 12: 1-84.
- Jonsson, E., Henriksson, M., and Hirschfeld H. (2002) Does the functional reach test reflect stability limits in elderly people? *J Rehabil Med* 35: 26-30.
- Le Clair, K., and Riach, C. (1996) Postural stability measures what to measure and for how long. *Clin Biomech* 11: 176-177.
- 前岡浩, 金井秀作, 坂口顕, 鶴崎智史, 川原由紀, 小野武也 (2006) Functional Reach Test に影響を与える因子—身長, 年齢, 足底圧中心点, 体幹前傾角度及び歩行速度による検証—. *理学療法科学* 21(2): 197-200.
- 松井三雄, 水野忠文, 江橋慎四朗 (1982) 体育測定法 (第 21 版). 杏林書院: 東京, p.15.
- 松浦義行 (1983) 現代の体育・スポーツ科学体力測定法. 朝倉書店: 東京, pp. 15-56.
- 望月久, 峯島孝雄 (2000) 重心動揺計を用いた姿勢安定度評価指標の信頼性及び妥当性. *理学療法学* 27(6): 199-203.
- 中村一平, 奥田昌之, 鹿毛治子, 國次一郎, 杉山真一,

- 芳原達也, 浅海岩生 (2006) ファンクショナルリーチテストとその他のバランス評価法との関係. 理学療法科学 21(4): 335-339.
- 奈良勲, 内山靖 (2004) 姿勢調節障害の理学療法. 医歯薬出版株式会社: 東京, pp. 155-161.
- 西守隆 (2003) バランスの評価. 関西理学 3: 41-47.
- 大熊克信, 対馬栄輝, 長谷川至, 対馬均他 (2001) 年齢・性別・身長・体重は Functional reach test に影響するか?. 東北理学療法学 13: 14-18.
- 大淵修一, 小島基永, 柴喜崇, 荒井武志 (2004) 地域在住高齢者を対象とした転倒刺激付きトレッドミルトレーニングのバランス機能改善効果—無作為化比較対照試験—. 日老医誌 41(3): 321-327.
- 大澤諭樹彦, 初山日出樹, 工藤俊輔, 吉川法生, 金城正治, 石川隆志, 若山佐一 (2003) 在宅高齢者の Functional Reach Test と身体特性, 運動機能との関連. 秋田大学医学部保健学紀要 11(1): 81-85.
- 島田裕之, 加倉井周一 (2000) 転倒により骨折した高齢者のバランス機能の特徴. 東北理学療法学 12: 13-18.
- Thapa, P.B., Gideon, P., Fought, P.L, and Kormicki, M. (1994) Comparison of clinical and biomechanical measures of balance and mobility in elderly nursing home residents. J Am Geriatr Soc 42: 493-500.
- Thomas, J.I., and Lane, J.V., (2005) A pilot study to explore the predictive validity of 4 measures of fall risk in frail elderly patients. Arch Phys Med Rehabil 86: 1636-1639.
- Tinetti, M.E. (1986) Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. J Am Geriatr Soc 34: 119-126.
- 対馬栄輝, 対馬均, 石田水里, 長谷川 至, 大熊克信 (2001) 下肢の運動戦略と Functional Reach Test - 足 - 股 - 踵上げ運動戦略の違いが Functional Reach 距離, 重心の前後移動, 重心動揺面積に及ぼす影響—. 理学療法科学 16(4): 159-165.
- Vellas, B.J., and Wayne, S.J. (1997) One-leg balance is an important predictor of injurious falls in older persons. J Am Geriatr Soc 45: 735-738.
- Wernick-Robinson, M., Krebs, D.E., and Giorgetti, M.M. (1999) Functional Reach: Does it really measure dynamic balance?. Arch Phys Med Rehabil 80: 262-269.