

動的バランス指標としての Functional Reach Test の有効性

Validity of the Functional Reach Test for dynamic balance index

○ 向井公一 (四條畷学園大学) 三谷保弘 (関西福祉科学大学)

Kouichi MUKAI, Shijonawate gakuen University
Yasuhiro MITANI, Kansai University of Welfare Scienc

Abstract: The Functional Reach Test (FRT) the balance function of the elderly can be evaluated. However, the moving distance of the center of gravity for the body and reach the position of the predetermined distance is not obtained. We have obtained the results by the difference between the joint strategy when analyzing the motion characteristics of the FRT, was performed FRT, the relationship between distance and reach the center of gravity is affected by this movement. Possible Outcome When used to treat a variety of intervention FRT, and require attention. From the results of this study, the relationship between distance and reach COP position was low. Usefulness of the evaluation is an object balance is low because there is a difference in the FRT conventional joint strategy. Must have the same attitude when performing the FRT.

Key Words: Functional Reach Test, dynamic balance, Center of Pressure

1. 緒言

Functional Reach Test (以下 FRT) は、Duncan らによって開発され、上肢をできる限り前方へリーチし、その到達距離を測定することにより動的バランスの能力を評価できるとされている。臨床において簡易で行える評価であるとされている。また Duncan らは、到達距離から足圧中心 (以下 COP) 変位を測定できるとされ、FRT は前方への安定性限界を知ることができると報告されている 1)。Thapa らもリーチ距離と COP の変位がバランス測定の指標となりうる可能性が示されている 2)。

しかし、Jonsson らは、健康高齢者において COP の変位とリーチ距離の相関は低いと報告し、バランスとしての評価になりえないとしている 3)。前岡らも COP の変位とリーチ距離の相関は低いと報告されており、さらにリーチ距離は体幹の前方傾斜角度と中等度の相関があると報告している 4)。このことから、リーチ距離と COP 変位に関係性が低いとし、バランス評価として積極的に支持しない報告も存在する 6)。

FRT は前方のバランス評価であるが、前後方向の安定性を得るには関節戦略が働くと考えられる。Duncan らの報告した FRT は関節戦略の規定は行っていない。そのため関節戦略が COP の位置やリーチ距離に影響を与えると考える。Wernick-Robinson らはリーチ動作時には運動戦略として、股関節屈曲・足関節底屈運動による股関節戦略などの複数の戦略があるとされている 7)。さらに、対馬らは足関節底屈させ、股関節屈曲を優位に使う股関節戦略と足関節背屈を優位に使う足関節戦略の 2 つがあるとし、リーチ距離と COP 変位に影響すると報告している 5)。運動課題における関節戦略は一定の反応でないと報告している 8) 9)。

先行研究では Duncan らの開発した FRT はリーチ距離が COP 変位との関係があることや、関係がないという両方の報告があり、リーチ距離と COP の変位との関係が明らかとなっていない。そのため、FRT を測定する際にリーチ距離がバランスの評価の指標として使用できるか明確となっていない。

そこで、今回の研究は、三次元解析装置を使用し、COP 位置・関節戦略に着目し、FRT の有用性について明らかにすることを目的とした。

2. 対象

被験者は本学在籍の整形外科的、神経学的に問題のない健康成人男性・女性 13 名 (平均年齢 20.6 ± 0.6 歳) であった。身体特性は、身長は 166.3 ± 9.6 cm・体重は 56.6 ± 11.3 kg・足長は 23.6 ± 1.8 cm であった。

3. 方法

測定機器は三次元動作解析装置 (Oxford metirix 社製 VICON512/workstation)、床反力計 (AMTI 社製) を使用した。

測定前に床反力計、 $2\text{m} \times 2\text{m} \times 2\text{m}$ の測定空間に対して、カメラのキャリブレーションを行い、床反力計とカメラ間における絶対座標を一致させた。三次元動作解析装置と床反力計のデータはサンプリング周波数 120Hz で取り込んだ。

対象者に赤外線反射マーカー 17 点 (左右肩峰、左右外側上顆、左右橈骨茎状突起、左右上前腸骨棘、右上後腸骨棘、左右大転子、左右膝関節外側裂隙、左右外果、左右第五中足骨頭) を張り付けた。

4. 運動課題

FRT の測定方法は、両股関節内外転 0° で立位をとり、右肩関節屈曲 90° 、右肘関節伸展位、右前腕回内位、右手関節中間位、右手指伸展位を開始肢位とした。このとき左下肢を床反力計にのせるようにした。

開始肢位を 3 秒間保持させ、足底を接地させたまま、右上肢を床面と平行になるようにリーチ動作を行い、最大リーチ時に 3 秒間保持した。被験者一人につき 3 施行を行った。また、大畑らにより 5 回以上 FRT を行うことによって FRT のリーチ距離は変わらなかったと報告されており 10)、これに従い、課題を施行してもらう前に、5 回以上の練習行ってから、実験を行った。(Fig.1.2)



Fig. 1 Starting position Fig. 2 End position

5. 計算方法

5-1. 足長

左足部の踵骨最突出部から、第2中足骨を結んだ線上に規定し、静止立位でとった。左踵骨最突出部から、足趾の最突端部を採用した。

5-2. 関節トルク・関節角度・COP位置

Workstationにより得られた座標データ及び床反力データを、Bodybuilderを用いてセグメントを定義し、下肢剛体リンクモデルにより、関節角度・関節トルク・身体重心位置のデータを得た。

得られたデータに被験者の身体情報(年齢、身長、体重、性別)を入力し、関節角度・関節トルク・身体重心位置を算出した。計算したデータはASCII fileに変換し、Excel形式で保存した。

FRTでは実際に床反力計上にある左下肢のみを採用とした。保存したデータからリーチ肢位の3秒間のうちの1秒間を平均し、3施行を平均した数値を使用した。

COP位置は、静止中のデータを使用したため身体重心位置をCOP位置として使用した。リーチ時の足長に対しての踵からのCOP位置を算出した。

関節トルク・関節角度については、リーチ時の値を使用した。また、体幹前傾角度については、リーチ時の股関節屈曲角度からリーチ時の足関節底背屈角度の差とし、床面からの垂線の前傾角度を体幹前傾角度とした。関節戦略については、リーチ時の足関節角度で、足関節角度 0° 未満を足関節底屈群(股関節戦略) $\cdot 0^{\circ}$ 以上を足関節背屈群(足関節戦略)とし、2群にわけて、比較を行った。

5-3. リーチ距離

各施行のリーチ時の右橈骨茎状突起のマーカ位置のY座標(前後方向)の数値からリーチ時の右外果のマーカ位置のY座標と上肢長を引いた値をリーチ距離とする。リーチ距離を3施行分平均化し、被験者のリーチ距離の値として使用した。

6. 結果

6-1 リーチ時のCOP位置

リーチ時のCOP位置は足長に対して $74.6 \pm 18.6\%$ であった。リーチ距離とCOP位置には相関は見られなかった(図)($r=0.44$)。

体幹前傾角度とリーチ距離およびCOP位置の関係は、リーチ距離には相関があるものの($r=0.71$)、COP位置とは相関は見られなかった($r=-0.13$)。また、足関節角度とリーチ距離およびCOP位置の関係は、リーチ距離およびCOP位置共に相関は見られなかった($r=0.10, r=0.44$)。

関節トルクとリーチ距離およびCOP位置の関係は、股関節トルクにおいて、リーチ距離には相関があるものの($r=0.84$)、COP位置とは相関は見られなかった($r=-0.31$)。足関節トルクにおいては、リーチ距離には相関がなく($r=-0.56$)、COP位置とは相関は見られた($r=0.85$)。(Fig.3)

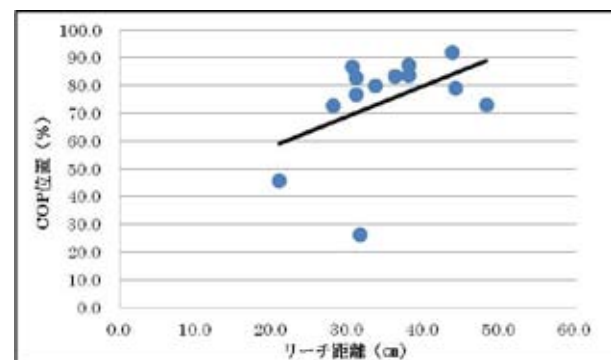


Fig.3 Relationship between distance and COP position Reach

6-2 関節戦略の違いによるリーチ距離とCOP位置の関係

足関節底屈位群と足関節背屈位群について、それぞれリーチ距離とCOP位置の関係を見た。足関節底屈位群にはリーチ距離とCOP位置に相関はないものの($r=-0.56$)、と足関節背屈位群には相関がみられた($r=0.87$)。(Fig. 4.5)

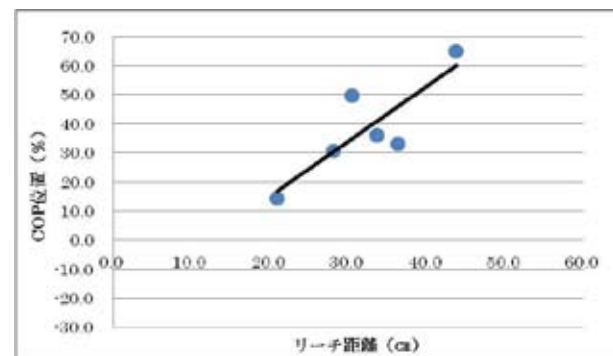


Fig. 4 Relationship between distance and reach COP position of ankle dorsiflexion

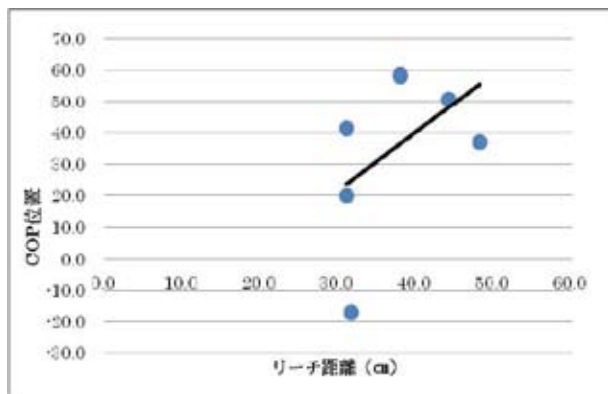


Fig. 5 Relationship between distance and reach COP position of ankle plantar flexion

7. 考察

立位姿勢の最前傾姿勢での COP 位置は足長の 82.8 ± 4.9%といわれており 11)、また、静止立位の重心位置が踵から 35~40%程度とされている 12)。今回の研究ではリーチ時の COP 位置は足長に対して 74.6 ± 18.6%であったため、最前方の位置には達していなかったが、COP が前方に移動していると考えられる。

Duncan らの報告では、リーチ距離と COP 前方移動距離について中等度の強い相関があるとしている 1)。また、Thapa からもリーチ距離と COP の前方移動距離に相関があると報告している 2)。

しかし今回の研究では、リーチ距離と COP 位置には関係がみられず、Duncan らの報告と違いが見られた。

前岡らは、体幹前傾角度に相関がリーチ距離と中等度の相関があり、リーチ距離と COP の移動量とは相関が見られなかったと報告している。今回の研究結果では、体幹前傾角度はリーチ距離に対して相関があった。体幹前傾角度が大きくなることによって、リーチ距離を伸ばすことができるようになった。

リーチ距離を伸ばすために、体幹前傾角度を増加させる。その体幹前傾姿勢を保持させるために、リーチ距離が長くすることで、股関節伸展トルクが大きくなったと考えられる。また同様に、COP 位置が前方に位置することでリーチ姿勢を保持させるために、足関節底屈トルクが大きく働いていたと考えられる。

しかし、体幹前傾角度により COP 位置は前方に移動すると考えられるが、今回体幹前傾角度と COP 位置には相関が見られなかった。これは、健常者では前後方向の外乱に対して、股関節戦略・足関節戦略踏み出し戦略が働き、支持基底面内に COP を制動しようとすると言われており 13)、関節戦略によって COP 位置に影響を与えていたのではないかと考えられ、FRT のリーチ動作によって COP が前方に位置することで、股関節屈曲運動・足関節底屈運動が働くと考えられる。実際に Wernick-Robinson らはリーチ動作時には運動戦略として、股関節屈曲・足関節底屈運動による股関節戦略などの複数の戦略があるとされている 7)。

今回の研究結果では、足関節角度と COP 位置の相関が見られなかった。これは、リーチ時の足関節角度には足関節底屈位・足関節背屈位の 2 群が見られ、足関節底屈位は COP 位置を後方に、背屈位は COP 位置を前方に位置すると考えられる。そのため、リーチ距離・COP 位置に影響を与えると考えられ、足関節角度と COP 位置に関係が見られなかったと考えられる。

対馬らは足関節戦略による FRT では足関節背屈運動によって体幹を前傾させ、股関節を屈曲することができないため COP は前方へ移動は小さく、リーチ距離も小さくなる。また、股関節戦略による FRT では、股関節屈曲・足関節底屈により、体幹の前傾が十分に可能となり、リーチ距離は大きくなるが、COP は前方へ移動は小さくなり、リーチ距離と重心移動には高い相関があるとは言えないと報告している 5)。さらに実際の運動課題における関節戦略は一定の反応でないとされている 8) 9)。

このように FRT において関節戦略が大きな影響を及ぼすと考えられる。

今回の研究結果では、足関節底屈位ではリーチ距離と COP 位置には関係が見られなかったが、足関節背屈位ではリーチ距離と COP 位置には関係がみられた。

リーチ距離を伸ばすためには、体幹前傾角度が重要であり、そのため股関節の屈曲運動がおこると考えられる。それにより、重心が前方へ移動する。このときに股関節戦略が起こる場合では、リーチ姿勢時に足関節底屈位にすることによって、臀部を後方へひき、カウンターウエイトを利用してため、COP の前方変位を制動し、支持基底面内に COP を位置させながら、体幹前傾角度を大きくさせ、リーチ距離を伸ばしていたと考えられる。このように COP 前方変位を制動する働きが起こっていたため、足関節底屈位では、リーチ距離と COP 位置に相関が見られなかったのではないかと考え

られる。さらに体幹前傾角度を増加によってリーチ距離を伸ばすために、股関節伸展トルクが大きく必要となってくると考えられる。

また、FRT 動作で見られるとされている足関節戦略の場合では、リーチ姿勢時に足関節背屈位にさせることによってリーチ距離を伸ばす。このときに COP は前方に変位すると考えられるが、股関節戦略とは違い、足関節背屈位であるため、臀部を後方に引くことができない。そのため、COP を後方へ変位させる要素が考えられないため、足関節戦略ではリーチ距離と COP 位置に関係があったのではないかと考えられる。足関節背屈優位にリーチ距離を伸ばすため、体幹前傾角度は小さくなっていると考えられる。よって、足関節底屈位群と比較して、股関節底屈トルクは必要ではないと考えられる。

8. 参考文献

- 1) Duncan PW, Weiner DK, et al.: Functional Reach: A new clinical measure of balance. J Gerontol Med Sci.; 45; 192-297,1990
- 2) Thapa PB, Giden P, Fought RL, et al.: Comparison of clinical and validity in a sample of elderly male veterans. J Gerontol Med Sci, ;47:493-500,1992
- 3) Jonsson E, Henriksson M, et al.: Does the functional reach test reflect stability limits in elderly people. J Rehabil Med.; 47; 93-98,2002
- 4) 前岡浩, 金井秀作, 坂口顕, 他: Functional Reach Test に影響を与える因子 - 身長, 年齢, 足圧中心点, 体幹前傾角度および歩行速度による検証 -. 理学療法科学. ; 21(2); 197-200,2006
- 5) 対馬栄輝, 馬均, 石田水里, 他: 下肢の運動戦略と Functional Reach Test - 足・股・踵上げ戦略の違いが 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 - 165,2001
- 6) Fishman MN, Colby LA, Sachs LA, et al.: Comparison of

upperextremity balance tasks and force platform testing in persons with hemiparesis. Phys Ther., 77: 1052-1062,1997

7) Wernick-Robinson M, et al.:Functional reach:does it really measure dynamic balance? Arch Phys Rehabil.; 80; 262-269,1999

8) Van der Fits IB, Klijn AW et al.:Postural adjustments accompanying fast pointing movement in standing, sitting and lying. Exp Brain Res.;120(2);202-216, 1998

9) Moon S, Brunt D, et al.:Investigation for anticipatory a reaching task. Phys Ther. 72(5);335-343,1992;

10) 大畑光司, 市橋則明, 建内宏重, 他 : リーチ課題の反復による姿勢制御の変化. 理学療法学. 2003 ; 30 ; 1~7

11) 田代勝範, 中沢仁 他 : 立位姿勢における重心動揺と姿勢評価 PT ジャーナル. ;25(2);131-133,1991

12) 石井喜八, 井坂忠夫, 上野祐一 : 立位姿勢における重心線の前後移動範囲. 姿勢研究. ;8(2);65 - 71,1988

13) Anne Shumway-Cook A, モーターコントロール - 運動制御の理論から臨床実践へ - (田中繁, 高橋明 監訳), 医歯薬出版, 原著第3版, pp117-141,1999

14) Anne Shumway-Cook A, モーターコントロール - 運動制御の理論から臨床実践へ - (田中繁, 高橋明 監訳), 医歯薬出版, 原著第3版 pp155-180,1999,