

【課題番号：EECS2523】

後方外乱負荷として Push & Release Test を実施した際の バランス反応の特徴の検討

森磨洲¹⁾*、齋藤圭介¹⁾、相馬正之¹⁾、川口徹¹⁾、新岡大和¹⁾、木村文佳²⁾、
吉田司秀子²⁾、工藤健太郎³⁾、遠藤陽季⁴⁾、金澤遼太⁵⁾、鈴木律杜、神成一哉⁶⁾

1) 青森県立保健大学 健康科学研究科、2) 青森県立保健大学 理学療法学科

Key Words ①反応的姿勢制御 ②Push & Release Test ③後方ステップ

I. はじめに

急速に高齢化が進んでいる我が国では、転倒予防の観点からバランス反応の特徴を適切に評価する方法を確立していく必要がある。臨床現場における代表的なバランス評価方法に Pull Test があるが、外乱を徒手的に与えるため外乱強度を標準化することが困難であり、結果的に試行ごとに強度の異なる外乱の影響を評価していることが指摘されている。先行研究では様々な方法で外乱強度の標準化を試み、筋電図等の指標をもとにバランス反応の特徴を検討した報告が見られるが、外乱強度の定量化及び標準化については特別な装置等を必要とするため、臨床現場での有疾患者を対象とした測定は困難である。

もう一つの代表的なバランス評価方法として Push & Release Test (以下 PRT) がある。この方法も徒手的に外乱を与えステップ動作を誘発し、バランス反応を評価する方法である。PRT に関する先行研究では、徒手的に実施する外乱強度の信頼性が高いことが報告されていることや、PRT による外乱で生じるステップ数をアウトカムとし、転倒歴との関連から転倒予測能を検討し、Pull Test よりも PRT が転倒との関連が強く、転倒予測への感度が高いことが報告されている。このように、Pull Test とともに PRT は有用なバランス評価方法として期待されるが、PRT を実施した際のバランス反応の特徴を筋電図や足圧中心 (Center of Pressure: 以下 COP) などの定量的方法で評価した研究は見当たらない。

II. 目的

臨床現場で有疾患者のバランス反応を検討する評価方法として期待される PRT を取り上げ、COP や筋電図の観点から Pull Test におけるバランス反応との特徴の違いを検討することである。

III. 研究方法

被験者は、健常若年者 22 名 (男性: 11 名, 女性 11 名) とした。本研究は後述する 3 つの条件の下で後方ステップ反応を観察し、そのバランス反応について検討した。すべての条件において被験者は開眼した状態で、開始姿勢は両上肢を組んだ安静立位姿勢とし、足幅は 10 cm とした。また、各条件下での実験は床反力計上で実施した。各条件の詳細を以下に示す。PRT 条件における外乱強度としては、被験者が後傾した際の検査者の手にかかる圧力を指標として Hand-Held Dynamometer (以下 HHD) を用いて測定した。3 つの後方ステップ条件におけるバランス反応について、COP, 筋活動, ステップ数とステップ長

*E-mail: mashu0420@gmail.com

を測定した。COP は床反力計を用い、左右方向の移動量とステップ開始時間（以下ステップ潜時）について測定した。筋活動に関しては、被験筋の筋活動開始潜時（筋活動潜時）について測定した。被験筋は左右体幹（腹直筋、脊柱起立筋）、大腿（大腿直筋、外側ハムストリングス）、下腿（前脛骨筋、ヒラメ筋）の合計 12 筋とした。ステップ数とステップ長はビデオカメラから測定した。

【条件 1：刺激誘発性自発ステップ（以下：自発ステップ）】

被験者は両上肢を組んだ姿勢で立位姿勢を保持し、検査者の手が被験者の肩から離れたことを合図として、すぐに自発的に後方へステップを出すように指示した。

【条件 2：PRT の実施方法】

自然立位姿勢を維持している状態から、検査者が被験者の背部（肩甲帯付近）へ HHD を当て、被験者は完全に寄りかかるようにして身体を後方へ傾斜させた。被験者を後傾させる基準としては PRT の原法を参考に、「肩と腰の位置が踵を超えたこと」、「検査者の手に係る圧力が増加したこと」の 2 点とした。身体が後傾したことを確認した後、検査者は手を急に離し、後方へ外乱負荷を与えた。手を離すタイミングは告知せずにランダムに行った。

【条件 3：Pull Test】

被験者は胸部にベルトを巻き、ベルト背面のフックに紐を接続し、滑車を經由した先にバスケットを取り付けた。バスケットには加速度計を貼付した。バスケットに重錘を載せることで被験者に後方への外乱を与えた。重錘を載せるタイミングは告知せずランダムに行った。1.0 kg の重錘負荷から開始し、0.1 kg 刻みで重さを増減させ、後方へのステップが生じる最小重量を記録し、その記録した重量の 2 倍の負荷量を与えた。

【データ分析】

条件 1 及び条件 2 の外乱開始時間は検査者の HHD に取り付けた圧力計データが 0 となった時点とし、条件 3 の外乱開始時点はバスケットに取り付けた加速度計データが鉛直方向に最大になった時点とした。各条件での後方ステップ動作において足圧中心と筋電図の観点から健常若年者間で比較検討した。足圧中心及び筋活動潜時は、外乱開始前 1 秒間の平均値に 3 倍の標準偏差値を加えた値を超えた時点と定義した。また、床反力計のデータから得られた、足圧中心の最大移動距離についても比較検討した。

【統計学的解析】

PRT 条件における外乱強度の再現性を評価するため、級内相関係数（Intraclass Correlation Coefficient：ICC(1,1)）を算出した。足圧中心、筋電図からの各測定指標について正規性を確認し、Mendoza の球面性検定を実施した。球面性が満たされない場合は Greenhouse-Geisser 補正を適用し反復測定分散分析を行った。また、有意差を認めた場合、事後検定として Shaffer の検定を行った。データ解析には Modified-R-Commander (4.4.0)を使用した。

IV. 結果

同一検査者での反復測定による検査者内信頼性を ICC(1,1)で検討した結果、0.85 と高い再現性が確認された。

1. COP データについて

COP データからステップ潜時を算出した結果、Pull Test (699.9±274.1 msec)、自発ス

テップ (455.7±126.8 msec), PRT (187.7±48.4 msec) の順に潜時が短く, 各条件間で統計学的有意差が確認され (自発 vs PRT $p<0.001$, PRT vs Pull Test $p<0.001$, 自発 vs Pull Test $p<0.01$), PRT 条件において外乱後すぐにステップが生じたことが示された。また, COP の遊脚側への最大移動距離に関しては, 各ステップ開始直前に一度遊脚側へ COP が移動した後に支持脚側へ COP が移動したことが確認された。Pull Test 及び PRT 条件で遊脚側への COP 移動が確認されない, または明らかな減少が確認され, この遊脚側への COP 移動の減弱が特に PRT 条件で多く見られた。実測値としては, 自発ステップ (47.3±11.7 mm), Pull Test (19.2±10.0 mm), PRT (4.8±3.6 mm) の順で小さく, 各条件間で統計学的有意差 ($p<0.05$) が確認され, PRT 条件において遊脚側への COP 移動量が有意に小さいことが示された。

2. ステップ長について

ステップ長は自発ステップで 264.5±67.9 mm, PRT で 447.8±111.3 mm, Pull Test で 468.0±108.7 mm であり, 自発ステップと PRT 及び Pull Test 条件間で統計学的有意差 ($p<0.001$) が認められた。PRT 条件と Pull Test 条件間には統計学的有意差は認められなかった。

3. 筋活動潜時について

各ステップ条件において最初に活動した筋として自発ステップと Pull Test 条件では遊脚側前脛骨筋であり, 自発ステップで 57.5±61.4 msec, Pull Test 条件で 110.1±138.1 msec であった。PRT 条件では支持脚側大腿直筋で 7.4±51.2 msec であった。各条件間で統計学的有意差 ($p<0.05$) が認められ, PRT 条件が自発ステップと Pull Test 条件と比較して有意に短かった。自発ステップと Pull Test 条件間には統計学的有意差は認められなかった。

V. 考察

後方ステップを生じさせる異なる 3 つの方法を用い, バランス反応の特徴について検討した結果 PRT と Pull Test はどちらも外乱を加えステップ動作を誘発する評価方法であるが, 外乱方法及び開始姿勢等の課題条件の違いから機能する運動戦略が異なることが示された。特に COP データから, ステップ遂行時に予測的姿勢制御と思われる遊脚側への COP 移動量が PRT 条件で有意に減少していたことから, PRT は予測的姿勢制御の影響を極力排除し, 特に反応的姿勢制御のバランス反応を中心に評価できる方法であることが考えられた。

以上のことから PRT は, Pull Test と比較して特殊な測定器具を必要とせず, 反応的姿勢制御のバランス反応としてのステップ動作をより客観的に測定可能な評価方法となる可能性が示唆された。

VI. 発表(演題名・学会名・発表年月)

1. 後方外乱負荷として Push & Release Test を実施した際の立位バランス反応の特徴の検討～健常者を対象とした予備的研究～. 第 12 回日本転倒予防学会. R7. 10.
2. 独歩での外出を再獲得した変形性膝関節症～膝関節伸展による歩容の改善に着目した症例～. 第 43 回東北理学療法学会. R7. 9