

O-0546

ハンドヘルドダイナモメータの計測誤差に関する計測位置要因の検討 被験者要因を完全に排除できる模擬下腿伸展装置を用いて

土肥 英幸^{1,2)}, 橋本 聖治²⁾, 鍛冶 淳子¹⁾, 安川 洵³⁾, 西下 智^{1,2)}, 吉田 直樹^{1,2)}¹⁾リハビリテーション科学総合研究所, ²⁾関西リハビリテーション病院,³⁾福島大学大学院共生システム理工学研究科**key words** 筋力測定・定量的評価・関節トルク

【はじめに, 目的】

ハンドヘルドダイナモメータ(以下, HHD)は簡易に定量的に筋力を計測できる装置だが, 使用者の熟練度その他で計測値が異なる。その誤差の程度と要因の検討は, 計測値の解釈や計測精度向上のために必要である。

誤差として, 計測値の再現性(バラツキ)を評価することが多い。しかし, このバラツキは被験者要因のバラツキ(発揮力のバラツキ)と検者要因のバラツキが合わさったものである。本来, 計測精度検証においては前者はノイズであり, 後者のみが必要である。そこで我々は, 模擬下腿伸展装置を用いて被験者要因を完全に排除できる評価システムを構築し, HHDの誤差を計測した結果を前回の本大会で発表した。

今回は上記の結果得られた検者要因のバラツキの要素を, HHDの計測位置のバラツキに基づき検証することにした。

【方法】

模擬下腿伸展装置は, ハイソックスを履かせた石膏製下腿陽性モデルが, 膝関節回転軸相当のシャフト周りに回転する機構を持つ。回転軸と足底の距離は40.5cm。水平方向のレバーアーム端(回転軸から70cm)に3種の錘を吊り下げることで, 小・中・大(各10.1, 21.2, 40.7Nm)の一定トルク(一定の「膝伸展力」)を発揮できる。

計測者は臨床経験2年以上で徒手筋力計測の経験が十分にある理学療法士6名(男性5名・女性1名, 年齢 32.5 ± 8.8 歳, 身長 170.6 ± 5.7 cm, 体重 66.6 ± 10.6 kg)とした(ただし, HHDの使用経験は少ない)。

計測者は, 装置の3種類の膝伸展力を各2回ずつ(順番はランダム), HHD(酒井医療(株)製, MT-100)で計測した。計測者からレバーアームや錘は見えない。HHDの表示部はテープで隠した。HHDは「下腿の遠位」に当てるように指示したが, 具体的な位置, 持ち方, 姿勢などは計測者の自由に任せた。

計測者はHHDを模擬下腿にあて, 計測準備ができたなら声で合図する。合図後から膝伸展力が発揮されはじめ, 約3秒間で一定値になる。下腿静止を確認後に膝伸展力を無くし, HHDの計測値(実測力)を記録した。本番前に, 実験には用いない28Nmのトルクでの練習を行った。

開始の合図に合わせて計測者の右方遠位から撮影した写真の画像解析により, 回転軸からHHDの中心までの距離(計測長)を算出した。HHDには2点のマーカー付きの小さな金属棒が取り付けられており(計測を妨害せず, 手でマーカーが隠れない位置), そのマーカー位置からHHDの中心位置を算出した。

正しく計測した場合, 計測長の長さに関係なく実測力は小さくなる。この計測長の長短の影響を排除するための換算力を次式で求めた: $\text{換算力} = \text{実測力} \times (\text{計測長} / \text{基準計測長})$ 。本研究では基準計測長を20cmとした。

【結果】

計測長(cm)(平均 \pm S.D.)は 27.6 ± 1.0 (レンジは4.0)だった。装置トルク小・中・大のそれぞれに対して, 実測力(N)は 40.8 ± 5.09 , 81.8 ± 14.85 , 141.14 ± 20.14 , 換算力(N)は 55.2 ± 5.46 , 114.0 ± 18.32 , 193.9 ± 23.66 であった。なお, 装置トルクから計算した基準計測長での力(真値)は, 50.7, 106.1, 203.3Nとなる。

誤差を変動係数(=S.D./平均)で表すと計測長では0.04, 装置トルク毎に, 実測力では0.12, 0.18, 0.14, 換算力では0.10, 0.16, 0.12であった。

【考察】

変動係数(誤差)は, 換算力を用いることで実測力のものより各トルクで2ポイントずつ小さくなった。これから, 計測長は実測力の誤差の要因であることがわかる。しかし, 換算力を用いても誤差の大半は残ることから, 計測長以外の誤差要因も大きい。ただし, 今回は, 下腿の遠位にHHDを当てるように指示したことから, 計測長そのもののS.D.が1.0cmと小さかった。このため, 計測長が実測力の大きな誤差要因として現れなかった可能性もある。また, 換算力の平均値が真値と一致しないことから系統誤差の存在が伺える。

HHDの計測値のバラツキから, 発揮する筋力のバラツキと, 計測長のバラツキを除去した結果を求めることができた。今後, 残りのバラツキ要因について検討し, 可能であればその対策をとることで, HHDでの計測精度向上につながると思う。

【理学療法学研究としての意義】

被験者要因を完全に排除できる装置を使うことで, 今までできなかった検者要因の誤差が検証できた。検者要因の計測位置の違いに基づく誤差を実測値から定量的に示すことができた。