センサーパッド形状が等尺性膝伸展筋力値に 及ぼす影響

The Effect of Sensor Pad Shape on Isometric Knee Extension Strength Measurement

山崎 裕司¹⁾ 祖川 稔史²⁾ 平賀 康嗣¹⁾
片山 訓博¹⁾ 重島 晃史¹⁾ 高地 正音¹⁾

HIROSHI YAMASAKI¹⁾, TOSHIFUMI SOGAWA²⁾, YASUSHI HIRAGA¹⁾,
KUNIHIRO KATAYAMA¹⁾, KOJI SHIGESHIMA¹⁾, MASATO KOCHI¹⁾

¹⁾ Department of Physical Therapy, Kochi Rehabilitation Institute: 1139-3 Takaoka-cho, Otu, Tosa-shi, Kochi 781-1102, Japan.
TEL +81 88-850-2315

²⁾ Department of Rehabilitation, Dougo Hotspring Hospital

Rigakuryoho Kagaku 24(5): 693-696, 2009. Submitted Mar. 23, 2009. Accepted May 11, 2009.

ABSTRACT: [Purpose] In this study, we investigated the effect of the shape of the sensor pad used in a hand-held dynamometer with a fixed belt on the values of isometric knee extension strength. [Subjects] The subjects were 36 healthy adults: 18 males, 18 females; average age, 20.5 ± 1.7 years. [Method] The sensor pads were one in previous use (old pad) and a new one made for this study. The new pad was designed to be thicker, and have a smaller diameter of the curved surface than the old pad. Using the two types of pad we performed measurements of muscle strength on the same day, and compared the measurement values, pain at the time of measurement, and measurement reproducibility. [Results] Values for knee extension strength in the order of the new pad, old pad were 51.4 ± 14.7 and 47.3 ± 14.6 kgf on the first day, and 51.9 ± 15.3 and 47.9 ± 14.0 kgf on the second day, respectively, with the new pad showing a significantly higher value on both days. Pain at the pad contact surface showed a significantly lower value for the new pad. The intraclass correlations for the new and old pads on the first and second days were 0.91 and 0.94, respectively, both showing good intra-rater reproducibility. [Conclusion] The shape of the sensor pad had a substantial effect on the value of isometric knee extension strength and pain at the time of measurement. When measuring knee extension strength, a pad of suitable thickness and shape should be used.

Key words: sensor pad, hand-held dynamometer, pain

要旨: [目的] 本研究では、固定用ベルトを併用した Hand-Held Dynamometer に用いられるセンサーパッドの形状が、等尺性膝伸展筋力値に与える影響について検討した。[対象] 健康成人36名（男性18名、女性18名、年齢 20.5 ± 1.7 歳）の右脚であった。[方法] センサーパッドは、従来から使用されていたパッド（旧パッド）と今回作成した新パッドの2種類である。新パッドは旧パッドと比較して、厚く、曲面半径が小さく設計されている。2種類のパッドを用いて同日に筋力測定を実施し、測定値、測定時疼痛、測定値の再現性について比較検討した。[結果] 膝伸展筋力値は、新パッド、旧パッドの順に1日目 51.4 ± 14.7 , 47.3 ± 14.6 kgf, 2日目 51.9 ± 15.3 , 47.9 ± 14.0 kgf であり、両日とも新パッドにおいて有意に高値を示した。パッド接触面での疼痛は、新パッドにおいて有意に低値を示した。1日目と2日目の測定値の級内相関係数は新パッド、旧パッドの順に 0.91, 0.94 であり、いずれも良好な検者内再現性を示した。[結語] センサーパッドの形状は等尺性膝伸展筋力値と測定時の疼痛に強く影響していた。膝伸展筋力測定に際しては、十分な厚さと適切な形状をもったパッドを利用すべきである。

キーワード: センサーパッド, ハンドヘルドダイナモメーター, 疼痛

¹⁾ 高知リハビリテーション学院 理学療法学科: 土佐市高岡町乙1139-3 (〒781-1102) TEL 088-850-2315

²⁾ 道後温泉病院 リハビリテーション科

I. はじめに

筋力測定機器の中でもHand-Held Dynamometer (以下、HHD) は、簡便性、低価格性、携帯性、汎用性などの利点をもった測定機器であり、臨床に広く普及しつつある^{1,2)}。我々は、信頼性を向上させるために固定用ベルトを併用したHHDによる等尺性膝伸展筋力測定方法を考案し、再現性、妥当性について報告してきた³⁻⁷⁾。しかし、従来のHHDのセンサーパッド部のクッション素材は薄く、ベルト固定を併用した等尺性膝伸展筋力測定時には、パッドが接触する下腿遠位部前面に疼痛を訴える対象者が少なからず存在した。そこで、クッション性を向上させるためにパッドを厚くし、さらに下腿前面との接触面積を増大させるため曲面半径の小さいパッドを作成した。

本研究では、等尺性膝伸展筋力測定におけるパッド厚と形状の変化が測定値、測定時疼痛、測定値の再現性に与える影響について従来のセンサーパッドと比較検討した。

II. 対象と方法

1. 対象

健康成人36名（男性18名、女性18名、年齢 20.5 ± 1.7 歳、身長 164.8 ± 7.9 cm、体重 55.7 ± 8.2 kg）の右脚36脚である。なお、膝関節の整形外科的疾患や膝関節痛を

有する脚は無かった。対象者には本研究の目的と内容を説明し、同意を得た後に実験を開始した。

2. 方法

HHDにはアニマ社製 μ TasF-1 を使い、椅子坐位下腿下垂位における等尺性膝伸展筋力を測定した。測定に際しては、センサーパッドを面ファスナーで下腿遠位部前面に固定し、下腿後方の支柱と下腿遠位部をベルトで連結した。次いで、ベルトの長さを下腿が下垂位になるように調節した。測定の際には、膝窩部の圧迫による疼痛を回避するため、同部位に折り畳んだバスタオルを敷いた。体幹は垂直位を保つように指示し、両上肢は体幹前方で組ませた。1回の練習の後、5秒間の最大努力による膝伸展運動を2回実施させ、最大値をデータとして採用した。2回の測定間には30秒の休憩を設けた。測定中は、センサーパッドのずれを防止するため検者が前方でパッドを固定した。

センサーパッドには、従来から使用されていた旧パッドと今回新しくアニマ社が作成した新パッドの2種類を用いた（図1）。旧パッドの曲面半径は70 mmで、外径が440 mmの円筒形の下腿遠位部を想定した場合に、曲面は最も広く皮膚に接触する。新パッドの曲面半径は25 mmで、外径が157 mmの円筒形の下腿遠位部を想定した場合に、曲面は最も広く皮膚に接触する。最も肉厚な部分でのパッド厚は、旧パッド17 mm、新パッド25.5 mmである。なお、作成されたパッドが最大筋力

図1 パッドの形状

新パッドでは曲面半径が小さく、シリコンゴムが肉厚となっている。

値を検出する際のセンサーの感受性に影響を与えないことをアニマ社から確認した。

新パッド、旧パッドの測定間には、3分以上の休憩を設けた。各測定後、下腿遠位部のパッド接触面の疼痛評価を Numerical Rating Scale (以下、NRS) によって評価した。なお、測定順序は無作為に2つのパターンに分けた。すなわち18名は、1日目に新パッドから先に測定を行い、2日目は旧パッドから先に行った。残りの18名はその逆の順序で実施した。

2種類のパッドにおける筋力値の比較には対応のあるt検定を、疼痛の比較にはウィルコクソンの符号付順位検定を用いた。再現性の検討には、級内相関係数(1, 1)を用いた。疼痛と筋力値の関連について分析するため2種類のパッドの疼痛の差異によって2群に分類した。ひとつは、2種類のパッドで疼痛に差がない、あるいは旧パッドで疼痛が小さいと答えた群。もうひとつは、新パッドで疼痛が低値を示した群である。それぞれの群で2種類のパッドの違いが筋力値に与える影響を検討した。筋力値の比較にはウィルコクソンの符号付順位検定を用いた。いずれの分析も危険率5%未満を有意水準とした。統計の解析には、SPSSver10Jを用いた。

III. 結 果

膝伸展筋力値は、新パッド、旧パッドの順に1日目 51.4 ± 14.7 , 47.3 ± 14.6 kgf, 2日目 51.9 ± 15.3 , 47.9 ± 14.0 kgfであり、両日とも、新パッドにおいて有意に高値を示した ($p<0.01$)。

1日目と2日目の測定値間の級内相関係数は、新パッド、旧パッドの順に0.91, 0.94であった。新パッド、旧パッドとも1日目と2日目の測定値間には有意差を認めなかった。

新パッドと旧パッドにおける膝伸展筋力測定時の疼痛を示したNRSの中央値(四分位範囲)は1日目新パッド2 (2), 旧パッド3 (2.25), 2日目新パッド3 (2), 旧パッド5 (3.25)であり、いずれの測定日においても、新パッドにおいて有意に低値を示した ($p<0.01$)。

2種類のパッドで疼痛に差がない、あるいは旧パッドで疼痛が少ないと答えた測定機会は2日間72回の測定中に13回あった。その際の筋力値は、新パッド、旧パッドの順に 45.4 ± 17.0 , 43.6 ± 16.0 kgfであり、有意差を認めなかった。一方、新パッドで疼痛が弱かった測定(59回)の筋力値は、新パッド、旧パッドの順に 53.2 ± 13.8 , 48.2 ± 13.0 kgfであり、有意差を認めた

($p<0.01$)。

IV. 考 察

本研究では、等尺性膝伸展筋力測定においてセンサーパッドの形状が測定値、測定時疼痛、測定値の再現性に与える影響を検討した。

二日間とも新パッドにおいて有意に筋力が高値を示した。認められた筋力差は1日目平均3.1 kgf, 2日目平均4.0 kgfであり、測定値の差は旧パッドによる測定値の6から8%に相当した。個々の対象者を見た場合、新パッドで最大11.4 kgfの高値を示し、それは測定値の27%に相当した。旧パッドで疼痛が強くなかった測定時における2種類のパッド間の筋力差は有意ではなかった。一方、旧パッドで疼痛が強く報告された際の筋力差は5.0 kgであり、旧パッド測定値の約10%に相当した。よって、2種類のパッド間において筋力差が生じた主要な原因は疼痛の違いにあるものと考えられた。

測定中の疼痛は、両日とも旧パッドで強かった。測定時の疼痛は、測定値を低く抑えるだけでなく、理学療法サービスの低下に直結する問題である。アニマ社製 μ Tas シリーズに限らず、従来のHHDのセンサー部分のパッド厚は薄く、形状は平面に近い。よって、発揮される筋力が大きい場合、下腿前面の軟部組織に対する単位面積当たりの圧迫力は大きくなる。現場では、これまでセンサー部分に疼痛を感じた場合、パッドと下腿遠位部前面の間にタオルなどの緩衝素材を挟むことで対応してきた。しかし、これでは測定条件が対象者や検査者によって異なり、測定値の信頼性を低下させる原因となる。パッドの形状の相違が測定値に与える影響は決して小さくなく、筋力測定値の妥当性を向上するためには疼痛を回避し得る十分なパッド厚と適切な曲面形状を備えることが必要なものと考えられた。

測定値の再現性については、新パッド、旧パッドとも級内相関係数は0.90を越え、桑原ら⁸⁾の基準に照らし合わせると優秀なものと考えられた。よって、今回のパッド厚と形状の変化は再現性に影響を与えないものと考えられた。

最後に、本研究では健常成人を対象とした。虚弱な高齢者では、下腿前面の軟部組織はより薄い。その反面、出力される筋力値は小さくなる。これらの要因が測定時の疼痛や筋力値にどのように影響するのかは明らかでない。よって、パッド厚と形状の変化が測定値に与える影響については高齢者や患者群を対象として追試される必要がある。

引用文献

- 1) 川瀬紘平, 山崎裕司, 中屋久長・他: 筋力測定機器の普及状況. 高知リハビリテーション学院紀要, 2009, **10**: 57-60.
- 2) 山崎裕司: 機器による筋力測定. 総合リハビリテーション, 2007, **35**(7): 724-725.
- 3) 山崎裕司, 大森圭貢, 長谷川輝美・他: 固定用ベルトを装着したハンドヘルドダイナモメーターによって測定した膝伸展筋力値の妥当性. 高知県理学療法, 2003, **10**: 7-11.
- 4) 山崎裕司, 長谷川輝美: 固定用ベルトを装着したダイナモメーターによる等尺性膝伸展筋力の測定—検者内再現性の検討—. 高知リハビリテーション学院紀要, 2001, **3**: 7-11.
- 5) 加藤宗規, 山崎裕司, 終 幸伸・他: ハンドヘルドダイナモメーターによる等尺性膝伸展筋力の測定—固定用ベルトの使用が検者間再現性に与える影響—. 総合リハ, 2001, **29**: 1047-1050.
- 6) 山下隆則, 山崎裕司: 固定用ベルトを併用したハンドヘルドダイナモメーターによる等尺性膝伸展・屈曲筋力測定方法—外的妥当性の検討—. 高知県理学療法, 2005, **12**: 29-32.
- 7) 平澤有里, 長谷川輝美, 笹 益雄・他: ハンドヘルドダイナモメーターを用いた等尺性膝伸展筋力測定 of 妥当性. 総合リハビリテーション, 2005, **33**(4): 375-377.
- 8) 桑原洋一, 斎藤俊弘, 稲垣義明: 検者内および検者間の Reliability (再現性, 信頼性) の検討. 呼吸と循環, 1993, **41**: 945-952.