

研究報告



肩甲骨面 30° 挙上位肩外転筋力評価の再現性と妥当性*

竹中裕人¹⁾・水谷仁一²⁾・後藤 慎¹⁾・桑原基宏¹⁾伴 留亜¹⁾・伊藤岳史³⁾・岩堀裕介⁴⁾

【要 旨】

【目的】本研究の目的は、前腕回外位での肩甲骨面 30° 挙上位肩外転筋力測定 of 再現性と妥当性を検証することである。【方法】健康成人 11 名（男性 32.4 ± 7.0 歳）を対象とした。測定は、理学療法士 A（経験 10 年）と B（経験 3 年）が数日空けて、肩甲骨面 90° 挙上位の筋力（90° 筋力）と肩甲骨面 30° 挙上位の筋力（30° 筋力）を測定した。統計解析は級内相関係数（ICC）を用い、検者内信頼性と検者間信頼性、90° 筋力を基準として 30° 筋力の妥当性を算出した。【結果】90° 筋力と 30° 筋力の検者内信頼性 ICC（1, 1）は 0.78 から 0.93、検者間信頼性 ICC（2, 1）は 0.80 から 0.92 と良好だった。また、90° 筋力と 30° 筋力の相関係数は 0.78 から 0.87 であった。【結論】肩甲骨面 30° 挙上位における肩外転筋力測定は、肩甲骨面 90° 挙上位の測定方法と同程度に臨床応用可能であることが示唆された。

キーワード：肩甲骨面上 30° 外転位肩外転筋力、再現性、妥当性

はじめに

腱板断裂症例の肩外転筋力評価は、ハンドヘルドダイナモメーターを用いて肩甲骨面 90° 挙上前腕回内外中間位（手掌面を下に向けた肢位）での等尺性収縮の測定が推奨されている¹⁾。また、日本整形外科学会肩関節疾患治療成績判定基準（JOA score）における肩外転筋力評価は、前額面肩 90° 挙上前腕回内外中間位（手掌面を下に向けた肢位）で行うとされている²⁾。しかし、肩関節 90° 挙上位での筋力測定や評価は、挙上面を調整しても拘縮・疼痛・筋力低下などの影響で困難な場合がある。

肩外転筋力評価時の棘上筋積分筋電図に関する

報告によると、前腕回外位（thumb up）での肩甲骨面上 90° 挙上位と肩甲骨面 45° 挙上位の徒手抵抗における棘上筋の筋活動は同程度であり、さらに肩甲骨面上 90° 挙上位の棘上筋積分筋電図の再現性は 0.87 である³⁾。また、3 kg ダンベル保持の棘上筋活動は前腕回外位（thumb up）での肩甲骨面上 90° 挙上位と肩甲骨面 45° 挙上位が同程度であることが報告されている⁴⁾。これらの報告より、90° 挙上位と 45° 挙上位の棘上筋の筋活動は同程度と考えられる。

拘縮・疼痛・筋力低下を有する例における肩外転筋力評価では、肩甲骨面上 30 度程度の低外転位、前腕回外位（thumb up）であれば、実施可能

* The reproducibility and validity of the assessment of shoulder abduction muscle strength for 30° elevation of the scapular plane

1) あさひ病院 リハビリテーション科
(〒486-0819 春日井市下原町 2090)
Takenaka Hiroto, PT, PhD, Goto Shin, PT, Kuwabara Motohiro, PT, Ban Rua, PT: Asahi Hospital Department of Rehabilitation

2) 春日井整形外科 リハビリテーション科
Mizutani Masakazu, PT, MS: Kasugai Orthopedics Clinic
Department of Rehabilitation

(受付日 2022年5月30日/受理日 2023年1月12日)

3) 小牧いとう整形外科
Ito Takashi, MD: Komaki Ito Orthopedics

4) あさひ病院 スポーツ医学・関節センター
Iwahori Yusuke, MD, PhD: Asahi Hospital Department of Sports Medicine and Joint Center

E-mail: hiroto.takenaka@gmail.com

なことを多く経験する。しかし、我々が渉猟し得た限りでは肩甲骨面 30° 挙上位の外転筋力評価に関して、90° 挙上位のような再現性の報告は見当たらない。さらに、肩甲骨面 30° 挙上位の外転筋力が 90° 挙上位と同程度の数値を示すのか妥当性についても報告が見当たらない。そこで本研究の目的は、肩甲骨面 30° 挙上位外転筋力の再現性と妥当性を検証することとした。本研究の仮説は、肩外転筋力の測定において、thumb up での肩甲骨面 30° 挙上位は再現性が高く、肩甲骨面 90° 挙上位の外転筋力と強い相関関係を認めることである。

対象および方法

1. 参加者、倫理委員会

健康成人男性 11 名 (32.4 ± 7.0 歳, 169.3 ± 4.2 cm, 62.4 ± 5.0 kg) を対象とした。除外基準は、1) 肩関節疾患の既往、2) 肩痛のある者とした。本研究はあさひ病院の倫理委員会 (No. A-66) の承認を得て行い、対象者には書面または口頭で研究目的と方法を説明した上で同意を得た。

2. 筋力測定

2 名の検者 (rater A: 臨床経験 10 年の理学療法士と rater B: 臨床経験 3 年の理学療法士) が、それぞれ 2 日間の評価日を設定して施行した。各評価日は 1 週間以上の間隔を空けた。筋力測定肢位は①肘伸展位 thumb up での肩甲骨面 90° 挙上位 (肩甲骨面 90° 位)、②肘伸展位 thumb up での肩甲骨面 30° 挙上位 (肩甲骨面 30° 位) (図 1) とした。測定機器は、ハンドヘルドダイナモメーター (アニマ社, μ -Tas[®] F-1) および固定用ベルトを用いた。固定用ベルトの素材はポリエステルで厚さ 1.5 mm, 幅 40 mm であり、伸縮性はない。筋力測

定方法は、ハンドヘルドダイナモメーターを上腕骨外側上顆に当て、肩甲骨面 90° 位、肩甲骨面 30° 位の順に等尺性収縮を各 3 回ずつ 5 秒間実施し、最大値をその対象者の測定値とした。肩甲骨面 90° 位の測定値を 90° 筋力、肩甲骨面 30° 位の測定値を 30° 筋力とした。それぞれの測定間には 30 秒間の休憩を、肢位間には 2 分間の休憩を設け、筋疲労が生じていないかを被験者に確認した。検者は椅子に座り、椅子の脚に固定用ベルトを通してハンドヘルドダイナモメーターを固定し、位置がずれないように留意した (図 1b, d)。1 日目の測定値を 1st test, 2 日目の測定値を 2nd test とした。

3. 統計解析

統計解析は R2.8.1 (CRAN, freeware) を使用し、有意水準は 5% とした。同一検者内で 90° 筋力と 30° 筋力および 1st test と 2nd test の比較では、正規分布した場合は対応のある t 検定を、正規分布しない場合はウィルコクソンの符号順位和検定を用いた。各測定条件において検者内と検者間の測定値に有意な差を認めた場合は、固定誤差の可能性を考慮して、Bland-Altman プロットより誤差の許容範囲 (limits of agreement) を評価した。また、比例誤差の可能性は Bland-Altman プロットの相関分析を用いて評価した⁵⁾。

肩外転筋力測定値の再現性は、級内相関係数 (intraclass correlation coefficient; 以下, ICC) を用いて評価した。検者内信頼性は ICC (1, 1), 検者間信頼性は ICC (2, 1) で評価した。そして妥当性は、90° 筋力と 30° 筋力の関連性について相関係数を用いて評価した。

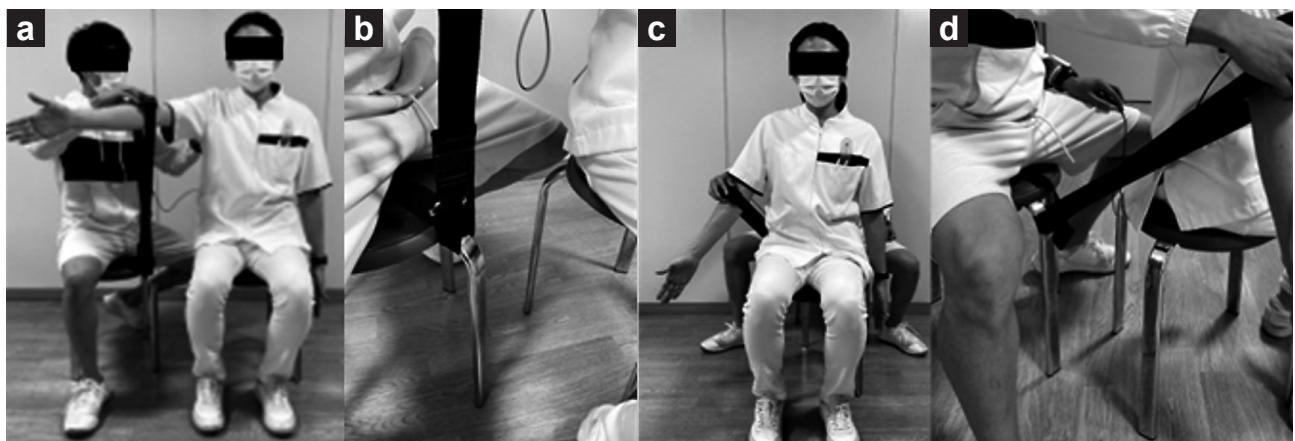


図 1. 筋力測定の肢位

a) 肩甲骨面 90° 挙上位, b) 固定ベルト椅子への固定, c) 肩甲骨面 30° 挙上位, d) 固定ベルト椅子へ固定

表1. rater A, rater B の 90° 筋力と 30° 筋力の測定値

	rater A			rater B			rater A vs rater B	
	1st test	2nd test	p value	1st test	2nd test	p value	1st test p value	2nd test p value
90° 筋力 (N)	145.2 ± 34.9	160.1 ± 39.5	0.04	156.6 ± 42.5	159.6 ± 47.5	0.64	0.16	0.59
30° 筋力 (N)	151.5 ± 39.0	151.3 ± 44.1	0.58	146.6 ± 42.5	149.8 ± 39.1	0.52	0.9	1
p value	0.7	1.0		0.08	0.65			

90° 筋力 ; 肩甲骨面 90° 挙上位肩外転筋力, 30° 筋力 ; 肩甲骨面 30° 挙上位肩外転筋力

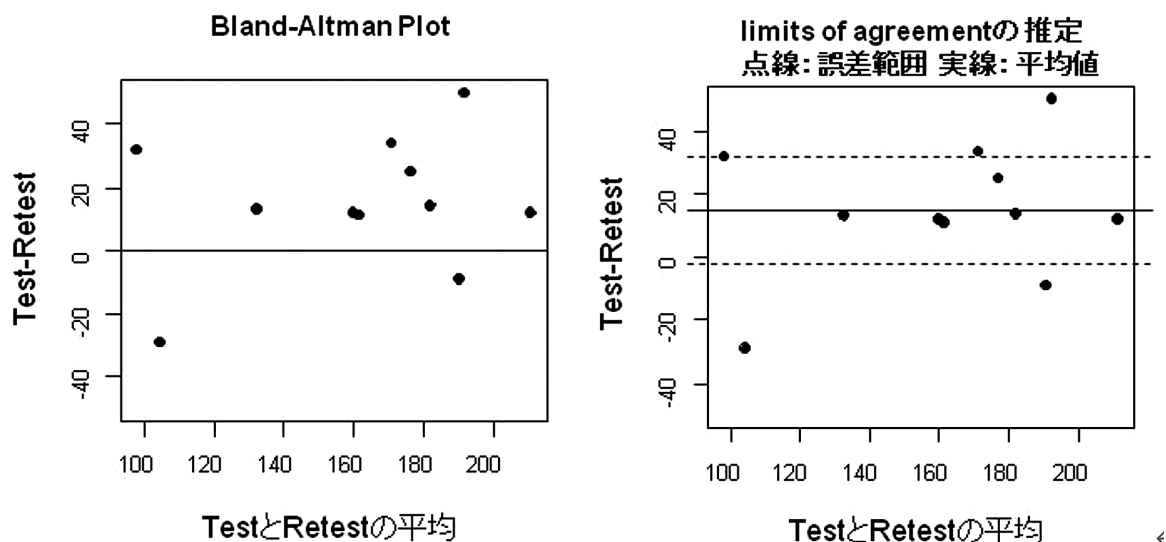


図2. Rater A の 90° 筋力の 1st test と 2nd test の Bland-Altman 分析

A) Bland-Altman Plot, B) limits of agreement の推定

結果

1st test / 2nd test の測定値 (N) について, 90° 筋力は rater A : 145.2 ± 34.9 / 160.1 ± 39.5, rater B : 156.6 ± 42.5 / 159.6 ± 47.5, 30° 筋力は rater A : 151.5 ± 39.0 / 151.3 ± 44.1, rater B : 146.6 ± 42.5 / 149.8 ± 39.1 であった (表 1). 各測定条件間の比較を行うと, rater A の 90° 筋力 1st test と 2nd test のみ有意な差を認め, 固定誤差の可能性が示唆された ($p = 0.04$). 一方, 他の条件間の比較では有意な差を認めなかった. 固定誤差の程度を評価するために Bland-Altman プロットを作成した結果, limits of agreement の推定は, 下限 -1.9, 平均 15.0, 上限 31.9 であった (図 2A). また Bland-Altman プロットの相関係数は $r = 0.26$ ($p = 0.43$) であり比例誤差を認めなかった (図 2B).

rater A および rater B の各条件における検者内信頼性 ICC (1, 1) を表 2 に示す. 1st test および 2nd test の各条件における検者間信頼性 ICC (2, 1) を表 3 に示す. 90° 筋力と 30° 筋力の関連性についての相関係数 (r) は, 0.78 から 0.87 であった (図 3).

考察

本研究は, 腱板断裂症例の標準的な肩外転筋力評価の測定肢位の肩関節 90° 挙上位 (前額面, 肩甲骨面)^{1) 2)} に代わる肩甲骨面 30° 挙上位の筋力測定について臨床的意義を検討するため, 健康成人において肩甲骨面 30° 挙上位の肩外転筋力の再現性と妥当性を調査した. 理学療法士 2 名が健康成人 11 名の 90° 筋力と 30° 筋力を 2 日間ずつ測定した結果, 90° 筋力の平均値は 145.2 から 160.1 (N), 30° 筋力の平均値は 146.6 から 151.5 (N) であった. また, 90° 筋力の検者内信頼性 ICC (1, 1) および検者間信頼性 ICC (2, 1) は 0.78 以上であり, 30° 筋力の検者内信頼性 ICC (1, 1) および検者間信頼性 ICC (2, 1) は 0.81 以上であった. さらに, 90° 筋力と 30° 筋力の相関係数は 0.78 から 0.87 であり強い相関を認めた. そのため, 本研究で提案した肩甲骨面 30° 挙上位の筋力測定は, 再現性と妥当性が共に高いと言える.

筋力測定の再現性について, ハンドヘルドダイナモメーターを用いた 90° 外転筋力の信頼性は 0.9 程度と報告されている^{6) 7)}. Landis⁸⁾ の ICC の判定基準は, Substantial (ICC : 0.61 - 0.80) や Almost

表 2. 検者内信頼性

	90° 筋力			30° 筋力		
	ICC (1, 1)	95% CI	SEM	ICC (1, 1)	95% CI	SEM
rater A	0.78	0.39–0.94	15.0	0.93	0.77–0.98	11.7
rater B	0.87	0.61–0.96	16.7	0.81	0.46–0.94	18.6

90° 筋力；肩甲骨面 90° 挙上位肩外転筋力，30° 筋力；肩甲骨面 30° 挙上位肩外転筋力，ICC；intraclass correlation coefficient，CI；confidence interval，SEM；standard error of the mean

表 3. 検者内信頼性

	90° 筋力			30° 筋力		
	ICC (2, 1)	95% CI	SEM	ICC (2, 1)	95% CI	SEM
1st test	0.87	0.59–0.96	12.6	0.84	0.52–0.96	17.4
2nd test	0.80	0.40–0.94	21.1	0.92	0.74–0.98	12.8

90° 筋力；肩甲骨面 90° 挙上位肩外転筋力，30° 筋力；肩甲骨面 30° 挙上位肩外転筋力，ICC；intraclass correlation coefficient，CI；confidence interval，SEM；standard error of the mean

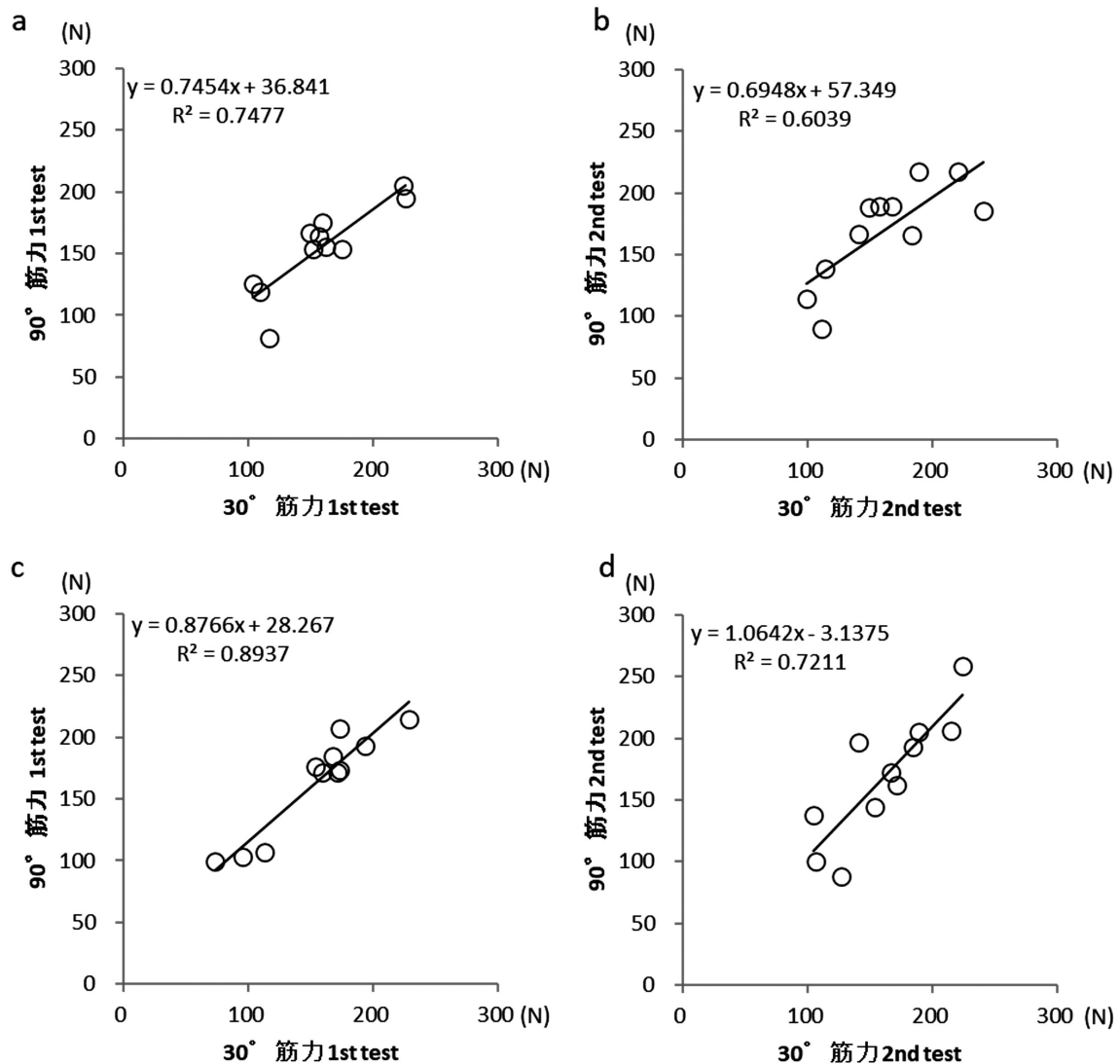


図 3. 肩甲骨面 30° 挙上位筋力 (30° 筋力) と肩甲骨面 90° 挙上位筋力 (90° 筋力) の散布図

a) rater A の 1st test, $r = 0.86$, $p < 0.001$; b) rater A の 2nd test, $r = 0.78$, $p < 0.005$; c) rater B の 1st test, $r = 0.87$, $p < 0.001$; d) rater B の 2nd test, $r = 0.85$, $p < 0.001$.

Perfect (ICC : 0.81 - 1.00) と報告されている。本研究の結果は、90° 筋力と 30° 筋力の検者内信頼性 ICC (1, 1) が 0.78 から 0.93, 検者間信頼性 ICC (2, 1) が 0.80 から 0.92 であり良好であったといえる。そのため、本研究の 90° 筋力、30° 筋力とも、先行研究同様に検者内信頼性と検者間信頼性は高い測定といえる。これらの先行研究において、検査者は筋力測定器を徒手で固定していた。我々は予備研究において先行研究と同様に測定器を徒手で固定した所、検査者が対象者の筋力に耐えられないために徒手で固定できない状況があった。筋力測定機器を徒手で固定する際の問題点として、固定が難しい点や検査者の圧迫力に測定値が影響される可能性が挙げられる。そこで、どのような検査者でも評価を可能にするため、測定器を固定ベルトで椅子の脚に固定して計測した (図 1)。この方法は検査者が椅子に座ることにより椅子の脚が固定されるため、検査者の筋力に十分に耐えることができる。そのため、我々の方法は広く応用可能な方法と考えられる。

筋力測定の妥当性について、90° 挙上位と 45° 挙上位の棘上筋の筋活動は同程度と報告されている^{3) 4)}。そのため、肩甲骨面上低外転位での棘上筋は肩外転動作への貢献が大きく、外転 90° と同程度の筋活動となっている可能性がある。本研究で調査した肩甲骨面 30° 挙上位の筋力測定は、肩外転筋力測定の再現性と妥当性は高いため、肩甲骨面 90° 挙上位に代わって使用できる可能性がある。

本研究における限界はまず、対象が健常な成人男性であることが挙げられる。女性・小児・高齢者や腱板断裂・凍結肩などの肩関節疾患例において同様の測定方法が可能かどうかは不明である。このような例において、測定方法の代替が可能かどうかを今後検証していく必要がある。次に、rater A の 90° 筋力の 1st test・2nd test において ICC (1, 1) は 0.78 であり、さらに固定誤差を認めた点である。一方で、rater A の 30° 筋力の 1st test・2nd test, rater B のすべての測定においては固定誤差を認めなかった。rater A の 90° 筋力において固定誤差が生じた理由においては不明であるが、許容範囲 (limits of agreement) の推定は平均 15.0 (N) であるため (図 2B 実線)、固定誤差としては小さいと考えられた。一方、30° 筋力において測定の誤差は認められず、90° 筋力との強い

相関を認めたため臨床応用可能であることが示唆された。

結論

健常成人に対する肩甲骨面 30° 挙上位での肩外転筋力の測定は検者内および検者間信頼性が良好だった。さらに、肩甲骨面 30° 挙上位での肩外転筋力の測定は肩甲骨面 90° 挙上位の肩外転筋力との妥当性も高く、測定誤差は同程度であった。そのため、肩甲骨面 30° 挙上位における肩外転筋力測定は、肩甲骨面 90° 挙上位の測定方法と同程度に臨床応用可能であることが示唆された。

謝辞

本研究は 2021 年度愛知県理学療法学会研究推進助成の支援を受けて実施した。愛知県理学療法学会に深謝致します。

【文 献】

- 1) Jain NB, Wilcox RB, et al.: Clinical Examination of the Rotator Cuff. PM R. 2013; 5 (1) : 45-56.
- 2) 高岸直人. 肩関節疾患治療成績判定基準. 日本整形外科学会雑誌. 1987; 61: 623-629.
- 3) Kelly BT, Kadrmas WR, et al.: The Manual Muscle Examination for Rotator Cuff Strength: An Electromyographic Investigation. Am J Sports Med. 1996; 24 (5) : 581-588.
- 4) Kai Y, Gotoh M, et al.: Electromyographic study of rotator cuff muscle activity during full and empty can 1st tests. Asia Pac J Sports Med Arthrosc Rehabil Technol. 2015; 2: 36-41.
- 5) Bland JM, Altman DG: Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. Lancet. 1986; 1: 307-310.
- 6) Hayes K, Walton JR, et al.: Reliability of 3 methods for assessing shoulder strength. J Shoulder Elbow Surg. 2002; 11: 33-39.
- 7) 光金正官, 能登真一・他: ハンドヘルドダイナモメーターによる筋力検査—腱板構成筋評価の再現性の検討. 総合リハビリテーション. 1999; 27: 861-864.
- 8) Landis JR, Koch GG: The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics. 1977; 33: 159-174.