PT、OT に役立つ簡単な量的筋力測定法

社会保険大牟田天領病院　リハビリテーション科

渡邉英夫　　平山史朗　　松葉真一

目 次

はじめに ・・・ 1

1. 徒手筋力テスト(MMT)の問題点 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 2
1) MMT(Manual Muscle Test) とは? ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 2
2) MMT は測定者による段階付けが異なることがおこりうる ・・・・・・・ 3
3) Van der Ploeg の論文 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 4
4) ハンドヘルドダイナモメーター(HHD) とは? ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 5
5) 臨床症例:変形性股関節症 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 6

2. 小型デジタルスケールによる簡単な筋力測定法 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 7
1) 小型デジタルスケールとは? ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 7
2) 測定法の実際 ・・・ 8
3) HHD での筋力測定における圧迫法と牽引法 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 9
4) 5秒間の最大等尺性筋収縮を make test で測定 ・・・・・・・・・・・・・・・ 10
5) 臨床症例: 左足関節三果骨折と右総腓骨神経麻痺 ・・・・・・・・・・・・ 11
6) 臨床症例: 手掌部裂傷 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 13

3. 牽引紐の選択 ・・ 15
1) 基本的な考え方 ・・ 15
2) 肘関節屈曲筋力測定で牽引紐幅の違いによる影響 ・・・・・・・・・・・・ 15
3) 牽引紐の幅の影響を検証 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 16

4. 小型デジタルスケールによる筋力測定肢位 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 19
1) 基本的な考え方 ・・ 19
2) 上肢の筋力測定肢位 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 20
① 肩関節の屈曲と伸展 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 20
② 肩関節の外転と内転 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 21
③ 肩関節の外旋と内旋 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 22
④ 肩関節の水平屈曲と水平伸展 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 23
⑤ 肘関節の屈曲と伸展 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 24
⑥ 前腕の回内と回外 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 25
⑦ 手関節の掌屈と背屈 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 26
⑧ 手関節の橈屈と尺屈 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 27
⑨ 母指 CM 関節の橈側外転と尺側内転 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 28
⑩ 母指の MCP 関節の屈曲と伸展 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 29
⑪ 母指の IP 関節の屈曲と伸展 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 30

⑫ 2～5 指の MCP 関節の屈曲と伸展 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 31
⑬ 2～5指の PIP 関節の屈曲と伸展 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 32
⑭ 2～5指の DIP 関節の屈曲と伸展 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 33
⑮ 2, 4, 5指の外転と内転 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 34
3)下肢の筋力測定肢位 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 35
① 股関節の屈曲と伸展 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 35
② 股関節の外転と内転 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 36
③ 股関節の外旋と内旋 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 37
④ 膝関節の屈曲と伸展 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 38
⑤ 足関節の背屈と底屈 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 39
⑥ 足部の外がえしと内がえし ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 40
⑦ 母趾 MTP 関節の屈曲と伸展 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 41
⑧ 母趾 IP 関節の屈曲と伸展 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 42
⑨ 2～5 趾 MTP 関節の屈曲と伸展 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 43
⑩ 2～5 趾 PIP 関節の屈曲と伸展 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 44
⑪ 2～5 趾 DIP 関節の屈曲と伸展 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 45
⑫ 2～4趾同時の屈曲 42 と伸展を測定する場合 ・・・・・・・・・・・・・・ 46
⑬ 複数の足趾を同時に屈曲・伸展する筋力測定 ・・・・・・・・・・・・・・・・ 47

5. 小型デジタルスケールによる測定データの信頼性と妥当性検証 ・・・・・・・ 48
1)手関節と指 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 48
2)膝関節伸展と股関節外転 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 50

6. MMT の段階4 だけでも小型デジタルスケールでの量的筋力測定の勧め ・・51
1) 好ましい条件 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 51
2) MMT4の筋力を量的に測定し健側比を出す ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 52
3) 臨床症例: くも膜下出血 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 53

7. 検者の牽引力より被検者の筋力が大きい場合の対策 ・・・・・・・・・・・・・・・・ 54
1) 小型デジタルスケールでは検者一人でどこまで筋力測定ができるか？ ・54
2) 小型デジタルスケールを固定物に連結して筋力測定をする方法 ・・・・・・ 56

8. 応用編の 1: 脳卒中の麻痺手の集団屈曲力と集団伸展力の測定 ・・・・・・・・・・ 57
1) 2 種類の方法（一本紐法と指カフ法）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 57
2) 臨床症例:脳卒中 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 59

9. 応用編の 2: 円筒物の把持力測定・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 60

1）ADL, IADL 評価に有用 …… 60
2）測定法 …… 60
3）測定例の信頼性検証 …… 61

10. 応用編の 3：物品の把持力測定 …… 62
1）日本手外科学会が提唱している手の基本動作 …… 62
2）つまみ動作と握り動作の筋力測定に用いた物品 …… 63
3）測定法 …… 64
4）検者の実測値 …… 64
5）信頼性の検証 …… 65
6）Fugl-Meyer Assessment の hand の 7 動作 …… 67

11. 応用編の 4：小型デジタルスケール利用の視覚フィードバックによる筋力訓練法の紹介 …… 68
1）仮説と方法 …… 68
2）筋力訓練法の設定例 …… 68
3）臨床症例：右肘関節骨折 …… 70

編集後記 …… 71

はじめに

リハビリテーション分野で用いられる身体機能評価項目は、関節可動域テスト、徒手筋力テスト、種々の形態測定などがあるが、徒手筋力テストは段階付けが順序関係を表すだけの順序尺度であり、数値は等間隔でないので、臨床上問題になることが少なくない。

関節可動域の測定の様に、筋力測定も客観的な量的表示ができる比率尺度で測定し、記録すべきではないかと考える。 筋力測定用に、ハンドヘルドダイナモメーター（以下、HHD）が随分前から数種類市販されているが、価格が高価であるために、1施設で複数個所有している所は少なく、それが臨床上の筋力評価に気軽に使用されないで今日に至っている理由の一つと思われる。

最近は物品を吊り下げて正確に測定する目的でポータブル重量計（以下、小型デジタルスケール）が多種類市販され普及している。価格も従来の筋力測定器の数百分の 1 程度と安価で、個人で十分所有できる。 それで、著者らはこれら安価な HHD である小型デジタルスケールで筋力測定を行って、日本リハビリテーション医学会で頻回に発表し、複数の専門雑誌に原著論文を掲載した。 本法は PT, OT にとって筋力を小型デジタルスケールで簡単に数量化でき、臨床上も有用なので、測定法や応用法などを紹介させて頂いた。

なお、今回の小型デジタルスケールによる研究は、著者らが勤務している病院の倫理委員会の承認を得て行い、初期の臨床応用には患者に十分な説明をして、同意を得た上で行ったものである。

著者：平山史朗、松葉真一、渡邉英夫

1 徒手筋力テスト(MMT)の問題点

1) MMT(manual muscle test)とは？

表1．MMT 評価表

筋 力	評 価 基 準
5 (Normal)	最大の抵抗を加えても、重力に抗して運動域全体にわたって動かせる
4 (Good)	抵抗を加えても、重力に抗して運動域全体にわたって動かせる
3 (Fair)	抵抗を加えなければ、重力に抗して運動域全体にわたって動かせる
2 (Poor)	重力の影響がなければ、運動域全体にわたって動かせる
1 (Trace)	筋の収縮がわずかに認められるだけで、関節運動は起こらない
0 (Zero)	筋の収縮は認められない

リハビリテーション分野では筋力の段階付けに MMT 評価表(表1)を用いることが多い。 MMT は肢節の重力を基準として評価するので、特別の器具がなくても何処ででも筋力の段階付けが可能であり広く普及してきている。

しかし手指や足趾の様な小さい関節の筋力測定などは肢節の重量が小さく、段階づけは困難なことが多い。

MMT は筋力を5, 4, 3, 2, 1, 0 の6段階で表示するが、評価基準が順序尺度なので、順序関係を表すだけであり、数値は等間隔ではない。 MMT4 は該当する筋力の範囲が広範で、臨床での筋力の増減が判定できない大きな問題点がある。

また筋力を Normal, Good, Fair, Poor, Trace, Zero と英語表示で呼称することもあるが、例えば Good の筋力は必ずしもグッド(良好)ではないので、不適切であるとの主張もある（文献1)。

MMT では6段階に分けるだけでは大雑把すぎて筋力の変化を判定しにくいので、2^{-}、2、2^{+}、3^{-}、3, 3^{+}、4^{-}、4, 4^{+}、5^{-}、5 などの様に段階付けの数字の後に上付き文字で＋－を付加して、筋力段階を細分表示することがあるが、各項目の判定基準が統一されていない問題点がある(文献2)。

文献1．Avers D, et al（著)、津山直一、他（訳)：新・徒手筋力検査法、原著第 10 版、pp 2-12。協同医書出版社、2020

文献2．渡辺英夫：徒手筋力テストの諸問題. 総合リハ ３：619－627, 1975

2）MMTは測定者による段階付けが異なることがおこりうる

渡辺（文献2）は、同一患者を3人の理学療法士による個別のMMT測定の段階付けが少なからずばらつきがみられたと報告している（表2）。それによると3人の理学療法士が、表2の上段に記載の3疾患のMMTを個別に測定して得た段階づけのばらつきを調査しているが、完全一致の割合は多くなく、疾患によるばらつきの大小もみられている。このことからもMMT測定の信頼性は十分だとは言えない。この点からも客観的な数値での実測が必要と考えられる。

段階づけの最大差異	症例 1 ポリオ 18 歳男 右下肢	症例 2 片麻痺 7 歳女 左上肢	症例 3 失調症 30 歳 女	
			両上肢	両下肢
完全一致	5 筋	7 筋	5 筋	2 筋
0.5 段階差	5 〃	11 〃	17 〃	41 〃
1.0 〃	2 〃	1 〃	22 〃	35 〃
1.5 〃	3 〃	0 〃	2 〃	7 〃
2.0 〃	2 〃	0 〃	0 〃	0 〃
2.5 〃	2 〃	1 〃	0 〃	0 〃
3.0 〃	0 〃	0 〃	0 〃	0 〃
3.5 〃	2 〃	0 〃	0 〃	0 〃

表2．3人の理学療法士による MMT 段階づけの差異（文献2）

1 徒手筋力テスト(MMT)の問題点

1) MMT(manual muscle test)とは？

表1．MMT 評価表

筋 力	評 価 基 準
5 (Normal)	最大の抵抗を加えても、重力に抗して運動域全体にわたって動かせる
4 (Good)	抵抗を加えても、重力に抗して運動域全体にわたって動かせる
3 (Fair)	抵抗を加えなければ、重力に抗して運動域全体にわたって動かせる
2 (Poor)	重力の影響がなければ、運動域全体にわたって動かせる
1 (Trace)	筋の収縮がわずかに認められるだけで、関節運動は起こらない
0 (Zero)	筋の収縮は認められない

リハビリテーション分野では筋力の段階付けに MMT 評価表(表1)を用いることが多い。 MMT は肢節の重力を基準として評価するので、特別の器具がなくても何処ででも筋力の段階付けが可能であり広く普及してきている。

しかし手指や足趾の様な小さい関節の筋力測定などは肢節の重量が小さく、段階づけは困難なことが多い。

MMT は筋力を5, 4, 3, 2, 1, 0 の6段階で表示するが、評価基準が順序尺度なので、順序関係を表すだけであり、数値は等間隔ではない。 後述(00頁参照)の様に MMT4 は該当する筋力の範囲が広範で、臨床での筋力の増減が判定できない大きな問題点がある。

また筋力を Normal, Good, Fair, Poor, Trace, Zero と英語表示で呼称することもあるが、例えば Good の筋力は必ずしもグッド(良好)ではないので、不適切であるとの主張もある（文献1)。

MMT では6段階に分けるだけでは大雑把すぎて筋力の変化を判定しにくいので、2^{-}、2、2^{+}、3^{-}、3, 3^{+}、4^{-}、4, 4^{+}、5^{-}、5 などの様に段階付けの数字の後に上付き文字で＋－を付加して、筋力段階を細分表示することがあるが、各項目の判定基準が統一されていない問題点がある(文献2)。

文献1．Avers D, et al（著)、津山直一、他（訳)：新・徒手筋力検査法、原著第 10 版、pp 2-12。協同医書出版社、2020

文献2．渡辺英夫：徒手筋力テストの諸問題. 総合リハ ３：619－627, 1975

2）MMTは測定者による段階付けが異なることがおこりうる

渡辺（文献2）は、同一患者を3人の理学療法士による個別のMMT測定の段階付けが少なからずばらつきがみられたと報告している（表2）。それによると3人の理学療法士が、表2の上段に記載の3疾患のMMTを個別に測定して得た段階づけのばらつきを調査しているが、完全一致の割合は多くなく、疾患によるばらつきの大小もみられている。このことからもMMT測定の信頼性は十分だとは言えない。この点からも客観的な数値での実測が必要と考えられる。

段階づけの最大差異	症例 1 ポリオ 18 歳男 右下肢	症例 2 片麻痺 7 歳女 左上肢	症例 3 失調症 30 歳 女	
			両上肢	両下肢
完全一致	5 筋	7 筋	5 筋	2 筋
0.5 段階差	5 〃	11 〃	17 〃	41 〃
1.0 〃	2 〃	1 〃	22 〃	35 〃
1.5 〃	3 〃	0 〃	2 〃	7 〃
2.0 〃	2 〃	0 〃	0 〃	0 〃
2.5 〃	2 〃	1 〃	0 〃	0 〃
3.0 〃	0 〃	0 〃	0 〃	0 〃
3.5 〃	2 〃	0 〃	0 〃	0 〃

表2．3人の理学療法士による MMT 段階づけの差異（文献2）

3)Van der Ploeg の論文

有名な論文(文献2)であるが、図2は上腕二頭筋の筋力測定を MRC スケールの段階(表3)とハンドヘルドダイナモメーター(以下、HHD)の値とを比較したものである。HHD は力の単位である N (newton ニュートン)単位で示したしたものである。

MRC スケールは MMT と同じ段階づけであるが、図の 250 N 以上が MRC の Grade 5 に相当し、MRC の Grade 1～3は、図では極端に左端に偏っている。そして MRC の Grade 4が広範囲に及んでいる。

この論文によると、MRC の Grade 3は HHD で5～10 N であり、250N の2%に過ぎないと記載している。そして MRC Grade 4 (MMT でも段階 4) は 11N～249N と広範囲に及ぶとしている。

MMT4の範囲は測定筋により当然様々ではあるが、HHD での測定値と比較すると図1と類似の傾向を示すと推測される。MMT4の段階付けが実測値で広範囲だと、臨床的経過で筋力の増加や減少が MMT では捉えにくいこととなり大きな問題点であるので、HHD の比率尺度による数値での客観的な筋力測定が望ましいことになる。

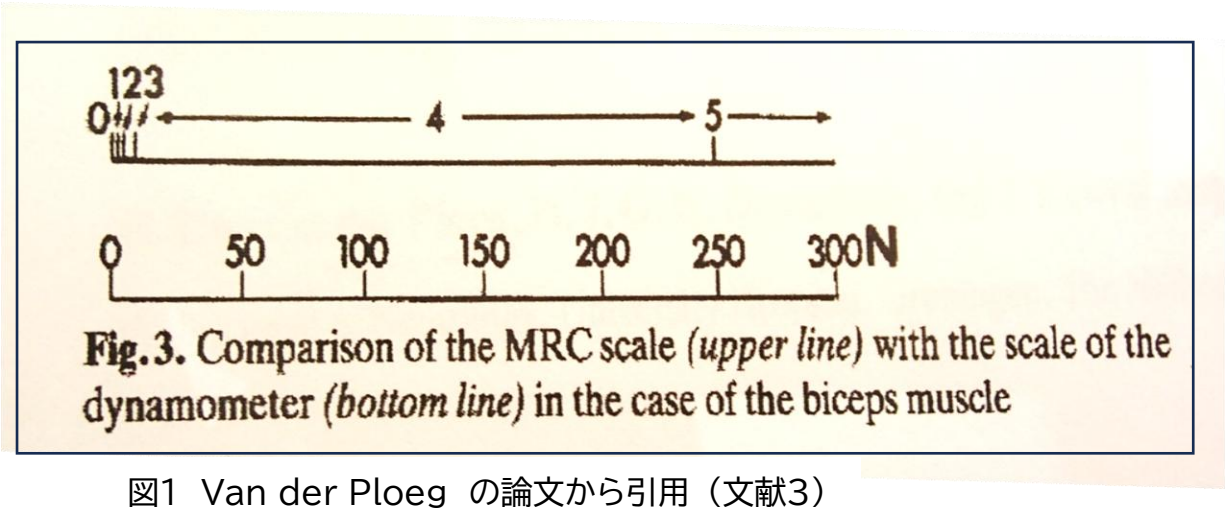


Fig. 3. Comparison of the MRC scale *(upper line)* with the scale of the dynamometer *(bottom line)* in the case of the biceps muscle

図1 Van der Ploeg の論文から引用 (文献3)

参考:力の単位の1N(ニュートン) = 0.102 kgf (キログラムフォース)
1 kgf = 9.80665 N (約 9.8N)

表3. MRC (Medical Research Council) スケールによる筋力評価

Grade 0	視診あるいは触診において筋収縮がない
Grade 1	視診あるいは触診によりわずかな筋収縮が認められるが、四肢の動きは見られない
Grade 2	重力を除いた状態でほぼ全可動域関節を動かせる
Grade 3	重力に抗してほぼ全可動域関節を動かせる
Grade 4	中程度の抵抗に抗してほぼ全可動域関節を動かせる
Grade 5	正常筋力

注:MRC スケールは、MMT 評価表と同じと考えてよい。

文献3. Van der Ploeg RJO、et al:Measuring muscle strength. J Neurol 231:200-203,1984

4） ハンドヘルドダイナモメーター（HHD）とは？

筋力を客観的な数値で測定できる器具として Hand-held dynamometer（HHD)があるが、これは hand-held（手で持てる）dynamometer(動力計)であり、日本語で徒手筋力計と呼称されることもある（文献4)。

HHD の尺度は比率尺度であり、数値が等間隔であり、MMT にくらべ、筋力が簡単に客観的数値化ができるので利点が大きい。使用する HHD には、勿論信頼性、再現性が必要である。

HHD での計測は通常、筋力を等尺性筋収縮力として計測することが多い。

リハビリテーション領域での筋力測定は、今後MMTでの段階づけ(1 頁参照)だけでなく、HHD による測定での客観的数値化を行うことが強く勧められる。

我が国でも手持ちでの筋力測定器として、従来より製造販売されている HHD がある。

例えば、 (株)日本メディックス： エルゴ FET （プッシュ式・プル式 がある）
アニマ(株)： ミュータス F－1 （プッシュ式）（図２～４）
酒井医療(株)： モービィ Z シリーズ （プッシュ式・プル式 がある）

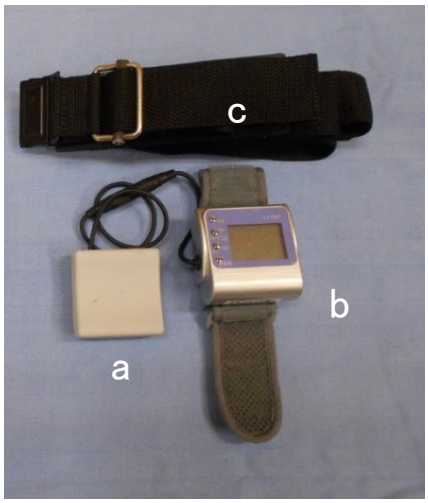


図 2 HHD(プッシュ式)の1例
アニマ(株)のミュータス F-1 で、センサー(a)、モニター(b)、固定ベルト(c)から構成

図3 同じ HHD での測定法(1)
徒手固定法による肘関節屈曲筋力の測定例。 検者は右手にセンサー保持、左手にモニター装着

図4 同じ HHD での測定法(2)
固定ベルトを用いてベッド柵に固定し、肘関節屈曲筋力の測定例

最近では、小型デジタルスケールが安価で入手容易となっている。これはプル式（牽引式）である。

文献４．内山靖、他（編）：計測法入門～計り方、計る意味。小林武：筋力計測機器。pp 106-143, 協同医書出版社、2001

５）臨床症例：変形性股関節症

30 歳代女性。変形性股関節症で寛骨臼回転骨切り術を受けた。術前と術後の股関節外転筋力と膝関節伸展筋力をハンドヘルドダイナモメーター（今回は小型デジタルスケール）で測定した（図５）。

術前の筋力は MMT では段階５であり、術後の筋力の変化は MMT の評価では全部が段階４となり、筋力低下や改善の程度が判断できないが、図５内の kgf の数値の如く、小型デジタルスケールによる測定では筋力の変化が明瞭である。

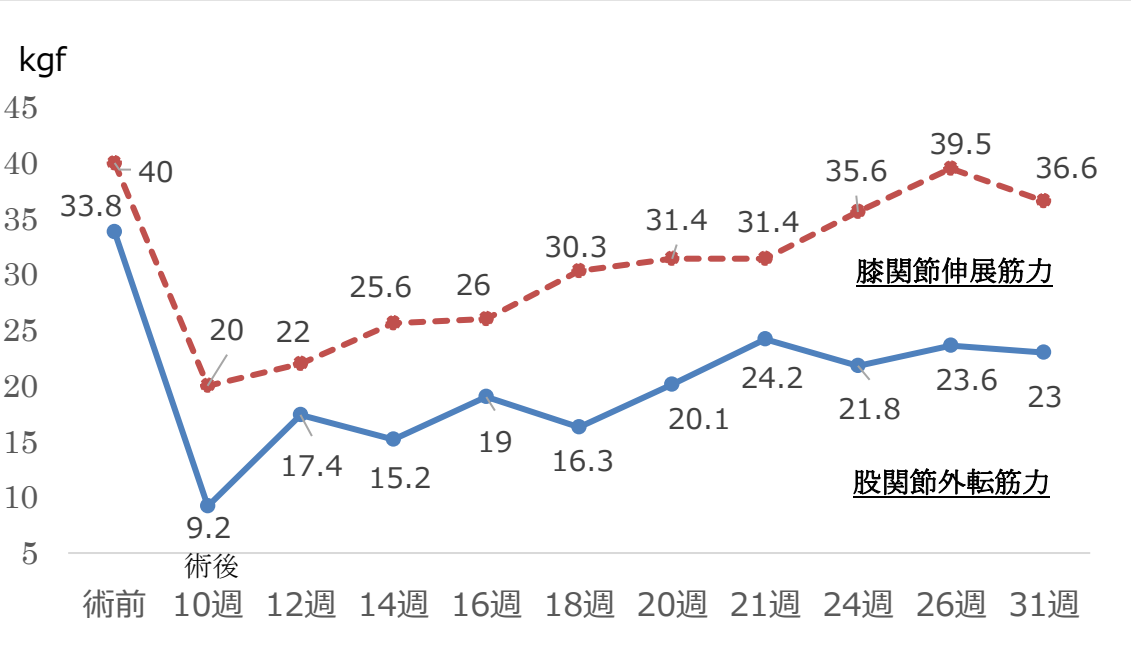


図５　手術前と手術後の筋力を小型デジタルスケールで測定

2 小型デジタルスケールによる簡単な筋力測定法

1) 小型デジタルスケールとは？

小型デジタルスケール(図1)は、ハンドヘルドダイナモメーター(HHD)の一種で、物を吊り下げて重量を計る計器として多くの種類が製造・販売されている。入手は容易で安価なのが特徴の一つである(文献1)。

図1．小型デジタルスケール

左図はわれわれが常用している器具である。右図は母指の掌側外転力を実測中である。

本器具の最大計測値は様々あるが、人体の筋力測定用に使う場合は、最大計測値が 50 kg のタイプで十分である。器具の精度幅は 10 kg までは5g、10～50 kg の範囲では 10 g である。電源は単4乾電池である。

小型デジタルスケールでの筋力測定は、牽引法(pull 法)で行うので、手指・足趾の様な小さい関節の筋力測定も容易に可能である。われわれも手関節と各指関節の筋力測定から研究を開始したが、統計処理での信頼性、妥当性は良好であった(文献 1)。 その後下肢の股関節、膝関節の筋力測定も行い、統計的検証でも良好な結果を得た(文献 2)。

文献1. 坂口翔平、渡邉英夫、坂田修治、平山史朗：安価な器具―小型デジタルスケールを用いた筋力測定の工夫。PT ジャーナル。58：103－105, 2024

文献2. 松葉真一、渡邉英夫、末藤優介、宮本忠司、島袋公史、山崎裕子：手の筋力評価に小型デジタルスケール応用の試み。OT ジャーナル。54：287-294. 2020

文献3. 平山史朗、坂口翔平、田村大輝、高田和希、島袋公史、坂田修治、渡邉英夫：小型デジタルスケールを用いた下肢筋力測定の信頼性と妥当性の検討。理学療法福岡。36：81-87, 2023

2）測定法の実際

小型デジタルスケールでは関節筋力の測定を牽引法で行う。適切な大きさの牽引紐を用いて、適切な測定肢位で、最大の等尺性筋収縮を５秒間で測定する（文献 8)。

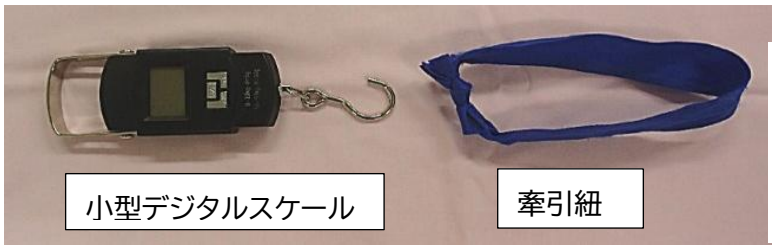


図２．筋力測定は非伸縮性の牽引紐（測定部の大きさにより適切な幅を選ぶ）を介して器具のフックで牽引する。

図３．例えば肘関節の屈曲筋力を測定する場合は、前腕遠位部（手関節の運動を妨げない部位）に牽引紐（幅４～６cm）を掛けて、前腕に直交し、更に水平方向に牽引する。５秒間の最大等尺性筋収縮力を make test（文献５）で計測する。

図４．例えば膝関節の屈曲筋力を測定する場合は、下腿遠位部（足関節の運動を妨げない部位）に牽引紐（幅４～６cm）を掛けて、下腿に直交し、更に水平方向に牽引する。５秒間の最大等尺性筋収縮を make test で計測する。

文献４．宮崎雄樹，他：ハンドヘルドダイナモメーターを用いた把持法・牽引法における股関節伸展筋力測定の絶対信頼性．愛知県理学療法学会誌 28：54-60，2016

文献５．Stratford PW，et al：A comparison of make and break tests using a hand-held dynamometer and the Kin-Com. J Orthop Sports Phys Ther 19：28-32，1994

３） HHD での筋力測定における圧迫法と牽引法

ハンドヘルドダイナモメーター（HHD）による筋力測定には、圧迫法（または把持法、push 法）と牽引法（pull 法）とがある（文献６）。小型デジタルスケールはやりやすい牽引法で測定する。

圧迫法は測定する関節の遠位部肢節を直接検者が徒手的にセンサーで圧迫固定する方法（図５）であり、牽引法は遠位部肢節に牽引紐を引っ掛けて、これに測定器具のフックを掛けて検者が器具を引っ張って測定する（図６）方法である。いずれも被検者の筋力の方が検者より大きい場合は、固定ベルトを用いたりして測定（54 頁）する。

図5　HHD での圧迫法で肘関節屈曲力を測定

測定器具はミュータス F-1 を使用し、検者の右手はセンサーを持ち、左手に装着したモニターで出力した数値を読む。

図6　HHD での牽引法で肘関節屈曲力を測定

被検者の前腕遠位部に牽引紐を掛けて小型デジタルスケールで牽引して、表示される手元の数値を読む。

牽引法（pull 法）の利点

牽引には適切な幅の牽引紐を使用するので、疼痛や不快感などを訴えたケースは少ない。 圧迫法はセンサーのサイズが一定なので、筋力測定部の肢節の大小によって問題が生ずることがある。例えば手指や足趾は肢節が小さいので殆ど使えないし、肥満した大腿部にも適合しないことがある。 牽引法ではこれらも問題なく測定ができる。

牽引法と圧迫法の比較では、牽引法の方が信頼性は高かった、実測値の数値も大きかったとの報告（文献 6，7）がある。

文献6. Gonzalez-Rosalen J, et al: Intra-and inter-rater reliability of strength measurements using a pull hand-held dynamometer fixed to the examiner's body and comparison with push dynamometry. Diagnostics 11:1230-1241,2021

文献7. 小泉康之、他：ハンドヘルドダイナモメーターを用いた徒手固定とプルセンサーベルト固定による肩関節内外旋筋力の検者間再現性。東北理学療法学　26:90-94, 2014

4）5 秒間の最大等尺性筋収縮を make test で測定

「5 秒間の最大等尺性筋収縮を make test で測定」 は、小型デジタルスケールでの筋力測定の実際の測定方法を表わした言葉である。

① ５秒間は、被検者が測定時に最大の筋力を発揮する時間であるが、３秒までは徐々に筋収縮を増し、最終の３～５秒間で最大努力の筋収縮を続けてもらう （文献８）。

② 最大の等尺性筋収縮をするので、この間は関節の動きはない。

③ 測定法には make test と break test があるが （文献９）、make test は検者が測定部を牽引紐で強く牽引する力に抗して、被検者が反対方向に筋力を最大に発揮して丁度バランスがとれて静止している状態であり、break test は被検者が最大の筋力で一定の肢位をとり、検者が牽引紐での牽引に力を加え、被検者が同じ肢位を保持できなくなる時の筋力である。 break test が値は大きいとされているが、測定信頼性は make test の方が優れていると言われている。

④ なお１回の測定ごとに３０秒間以上の休息をとる必要がある（文献 10）。

⑤ 臨床例など経過を追って筋力測定をする場合は、毎回同じ方法で測定することが重要である。即ち測定肢位、牽引紐の幅、牽引紐を掛ける肢節の位置、測定器具で牽引する方向などを同じくする必要がある。

文献8. 宮崎雄樹, 他：ハンドヘルドダイナモメーターを用いた把持法・牽引法における股関節伸展筋力測定の絶対信頼性. 愛知県理学療法学会誌 28：54-60, 2016

文献9. Stratford, PW. et al ：A comparison of make and break tests using a hand-held dynamometer and the kin-com. J Orthop Sports Phys Ther 19:28-32, 1994

文献 10. 粟田泰成、他：徒手筋力計による筋力計測の有用性と臨床使用上の留意点. 日義装会誌 35:11-16, 2019

5） 臨床症例：左足関節三果骨折と右総腓骨神経麻痺

80歳代女性。 転倒し左足関節の三果骨折と右総腓骨神経麻痺を受傷した。

左足関節部は10日目に骨接合術を行い、その後2週間ギプスシーネ固定を行い、術後3週目に荷重を開始している。
右総腓骨神経麻痺は受傷後12日目よりリハビリテーション介入を開始し、27日目からは足関節背屈補助の短下肢装具を装着して、歩行を開始した。

小型デジタルスケールによる筋力測定は、図7の測定法で行った。 2～5趾の屈曲と伸展筋力測定は、合わせて1本の牽引紐で測定した。

足関節　底屈	足関節　背屈	足部　内がえし	足部　外がえし
母趾　屈曲	母趾　伸展	2～5趾　屈曲	2～5趾　伸展

図7　足関節・足部・足趾の小型デジタルスケールによる筋力測定法の例

図8はギプスシーネ固定除去後の日時で、また図9はリハビリテーション介入後の日時で筋力測定を小型デジタルスケールにより、患者の実際の筋力（kgf）を測定しプロットしたものである。図8は44日後から、図9は90日後からでも筋力の増加が得られている。

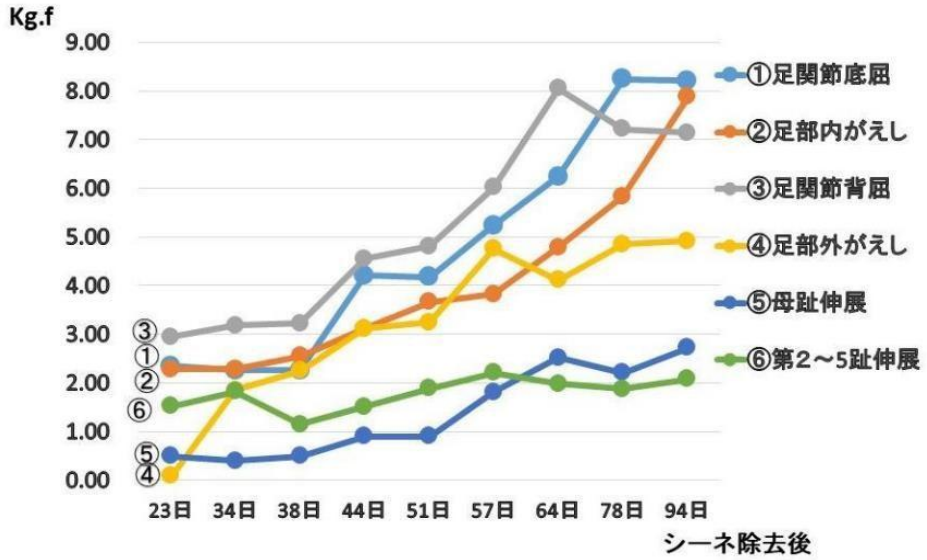


図８　左足関節三果骨折の筋力を小型デジタルスケールで測定

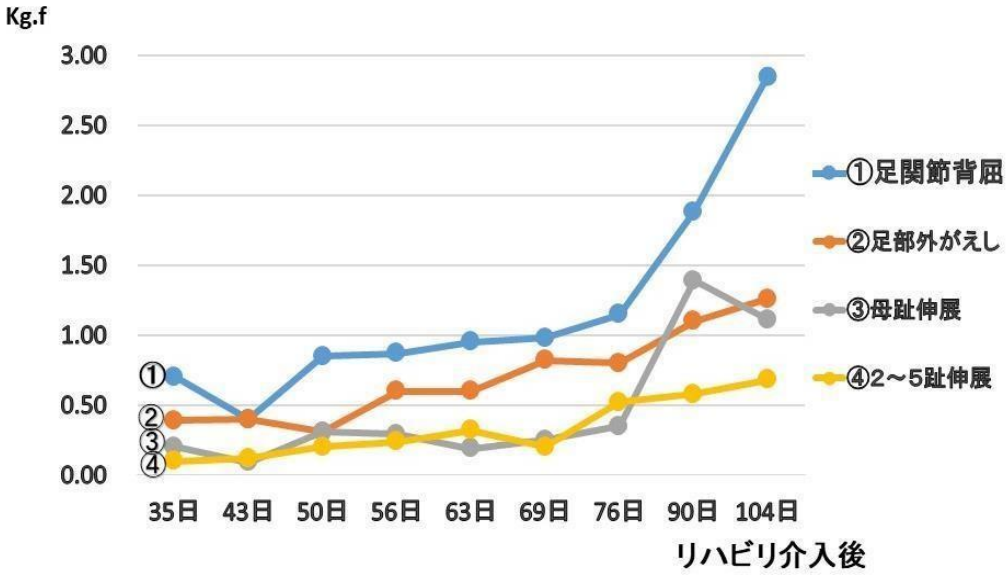


図9　右総腓骨神経麻痺の筋力を小型デジタルスケールで測定

6） 臨床症例 ： 手掌部裂傷

60 歳代男性。電気鋸で左手掌部を切り裂傷を負った。幸い腱や血管の損傷はなかった。縫合術施行より1週間で抜糸した。 リハビリテーション初診では、左示指から小指の筋力低下と屈曲制限、環指、小指の痺れが認められた（図10）。左示指から小指に対して拘縮改善、筋力増強のための術後 1 週間よりリハビリテーションを開始した。 小型デジタルスケールによる筋力測定を行った。同時に油圧ピンチメーターとデジタル握力計による測定も行った。
なお利き手は右手であった。

図 10 リハビリテーション介入した左手

図 11 小型デジタルスケールによる示指 PIP 関節屈曲筋力測定法の例

図12 小型デジタルスケールによる示指 PIP 関節伸展筋力測定法の例

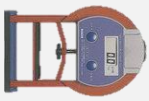
手術からの日数			7日	28日	70日	90日
小型デジタルスケール	PIP関節屈曲力（kgf）	示指	2.27	2.67	3.12	3.82
		中指	1.37	2.35	2.71	2.99
		環指	0.97	2.47	2.75	2.77
		小指	0.79	2.34	2.66	2.56
	PIP関節伸展力（kgf）	示指	1.92	1.97	1.72	2.05
		中指	1.37	1.8	1.71	1.98
		環指	0.55	0.98	1.09	1.47
		小指	1.01	1.03	1.03	1.08
油圧 ピンチメーター	ピンチ力（kgf）	示指	5	4.6	6.2	7
		中指	1.6	1.8	1.8	2.7
		環指	0.6	1.2	1.8	2.8
		小指	0.4	0.8	1	2.5
デジタル 握力計 	握力（kgf）	健側	34.2	37.9	37.3	37.8
		患側	5.3	11.9	16.4	17
		健側比	15.5%	31.4%	43.9%	44.9%

図 13　症例の筋力回復の経過
小型デジタルスケール、ピンチメーター、握力計で測定した。

考察

① 今回の症例では、小型デジタルスケールにより筋力の経過が簡単に数値で測定できた。

② 3 種類の測定器具で指の筋力測定を行ったが（図13）、それぞれ違う筋力を測っているので、比較検討はできない。

③ ピンチメーターも握力計も、指の伸展筋力は測れないが、小型デジタルスケールでは屈曲力も伸展力も簡単に測定ができる。

④ 小型デジタルスケールでは、今回は PIP 関節の屈曲力・伸展力のみを測ったが、MCP 関節や DIP 関節の筋力測定も同様にできる。

⑤ 小型デジタルスケールでは指の屈曲力・伸展力だけでなく、内転力・外転力、母指すべての運動方向の筋力も測ることができる。

3 牽引紐の選択

1）基本的考え方

牽引紐は非伸縮性の頑丈なものが良く、6大関節については、われわれは帆布を1cm 差の幅で切って1cm から 10 cm までの幅を準備している。 長さは 120 cm にしているが、理由は牽引方向によっては長い牽引紐が必要になるからである。小さい関節用には測定部位に適する幅と長さの非伸縮性の牽引紐を使用する。

重要なことは、繰り返し測定する患者では、同じ牽引紐を肢節の同じ場所に掛けて測定することである。

図1 6大関節用の牽引紐。白、黒の帆布を使用

図2 小さい関節用の牽引紐

2）肘関節屈曲筋力測定で牽引紐幅の違いによる影響

牽引紐の幅：2 cm
牽引力：8.36 kgf （疼痛あり）

牽引紐の幅：4 cm
牽引力：10.91 kgf （疼痛なし）

牽引紐の幅：6 cm
牽引力：10.62 kgf （疼痛なし）

図3 幅の異なる牽引紐で肘関節屈曲筋力測定

幅 2 cm は狭過ぎで疼痛が生じ不適である。
幅 4 cm、6 cm はどちらも適している。

3）牽引紐の幅の影響を検証

測定時に用いる牽引紐の幅の影響を、3 cm 幅が違う 2 種の牽引紐を用いて 2 名の検者と 20 歳代の健常女性7名の被検者で上下肢の4大関節の一部で検証した。結果は、いずれの関節の測定値においても有意な相違は認めず、また信頼性について級内相関係数（ICC）で検証したところ検者内信頼性、検者間信頼性ともに良好な結果であった。牽引紐の幅が極端に狭くなければ幅の3 cm 差の影響はさほど大きくないと考えられた。

① 各関節の測定値（平均値±標準偏差）

肩関節　屈曲

	牽引紐の幅	検者 A	検者 B
初回測定値（kgf）	4cm	8.4±3.4	7.3±3.6
	7cm	9.0±3.8	7.8±4.0
2 回目測定値（kgf）	4cm	8.9±3.2	7.5±3.1
	7cm	8.9±3.1	7.5±3.3

肘関節　屈曲　（24 頁参照）

	牽引紐の幅	検者 A	検者 B
初回測定値（kgf）	3cm	10.8±3.1	10.1±3.4
	6cm	11.4±3.1	9.7±3.3
2 回目測定値（kgf）	3cm	10.8±2.7	9.2±3.3
	6cm	12.0±3.1	9.8±2.7

股関節　外転　（36 頁参照）

	牽引紐の幅	検者 A	検者 B
初回測定値（kgf）	4cm	9.7±3.5	8.9±3.8
	7cm	10.5±3.4	9.7±4.0
2 回目測定値（kgf）	4cm	10.4±4.0	9.2±4.4
	7cm	10.8±4.4	9.8±6.0

膝関節　伸展　（38 頁参照）

	牽引紐の幅	検者 A	検者 B
初回測定値（kgf）	3cm	11.5±4.3	11.5±4.0
	6cm	12.2±4.0	11.8±4.4
2 回目測定値（kgf）	3cm	11.7±4.4	11.6±4.2
	6cm	12.4±4.5	13.0±4.6

② 測定値の検証（N＝14） いずれも Mann-Whitney U 検定を使用

肩関節 屈曲

	4 cm	7 cm	P 値
平均値（kgf）	8.5±3.3	8.6±3.7	0.91

肘関節 屈曲

	3 cm	6 cm	P 値
平均値（kgf）	11.1±3.1	11.3±3.0	0.75

股関節 外転

	4 cm	7 cm	P 値
平均値（kgf）	10.0±4.0	10.4±4.5	0.61

膝関節 伸展

	4 cm	7 cm	P 値
平均値（kgf）	12.1±4.1	13.0±4.4	0.37

③ 信頼性の検証結果

検者内信頼性

肩関節 屈曲				
幅	級内相関係数	95% 信頼区間		有意確率
		下限	上限	
4cm	0.936	0.819	0.979	0.000
7cm	0.977	0.928	0.993	0.000

肘関節 屈曲				
幅	級内相関係数	95% 信頼区間		有意確率
		下限	上限	
3cm	0.930	0.804	0.977	0.000
6cm	0.920	0.795	0.976	0.000

股関節 外転				
幅	級内相関係数	95% 信頼区間		有意確率
		下限	上限	
4cm	0.959	0.882	0.987	0.000
7cm	0.990	0.971	0.997	0.000

膝関節 伸展				
	級内相関係数	95% 信頼区間		有意確率
		下限	上限	
3cm	0.957	0.875	0.986	0.000
6cm	0.931	0.805	0.977	0.000

検者間信頼性

肩関節 屈曲				
幅	級内相関係数	95% 信頼区間		有意確率
		下限	上限	
4cm	0.922	0.463	0.987	0.002
7cm	0.896	0.318	0.983	0.005

肘関節 屈曲				
幅	級内相関係数	95% 信頼区間		有意確率
		下限	上限	
3cm	0.923	0.640	0.986	0.000
6cm	0.731	0.079	0.947	0.015

股関節 外転				
幅	級内相関係数	95% 信頼区間		有意確率
		下限	上限	
4cm	0.876	0.498	0.977	0.001
7cm	0.913	0.616	0.984	0.000

膝関節 伸展				
	級内相関係数	95% 信頼区間		有意確率
		下限	上限	
3cm	0.814	0.236	0.966	0.008
6cm	0.872	0.408	0.977	0.003

4 小型デジタルスケールによる筋力測定肢位

1）基本的な考え方

ハンドヘルドダイナモメーター（HHD）での筋力測定では、測定肢位と測定法はまだ標準化されていないとされている（文献 1）。

しかしながら、小型デジタルスケールによる筋力測定では、 HHD でも基本的に圧迫法（push 法）でなく、牽引法（pull 法）を使う（8 頁参照） ことと、測定時の牽引を判り易い水平方向に行うの2条件があるので、測定肢位については、おのずから焦点を絞ることができる。

本書では、測定肢位選択の基本的な考え方として好ましいのは、以下の3項目である。

① 測定関節の近位部が固定され易く、代償運動などが起こりにくい肢位とする。 また手指や足趾の筋力測定では、すぐ近位部の関節の動きを検者が固定する。

② やむを得ない場合を除いて、なるべく重力除去位の肢位とする。

③ 測定時の牽引は肢節に直交し、水平方向に行い、測定器具のデジタル表示部が検者に直接読み取りしやすい肢位とする。

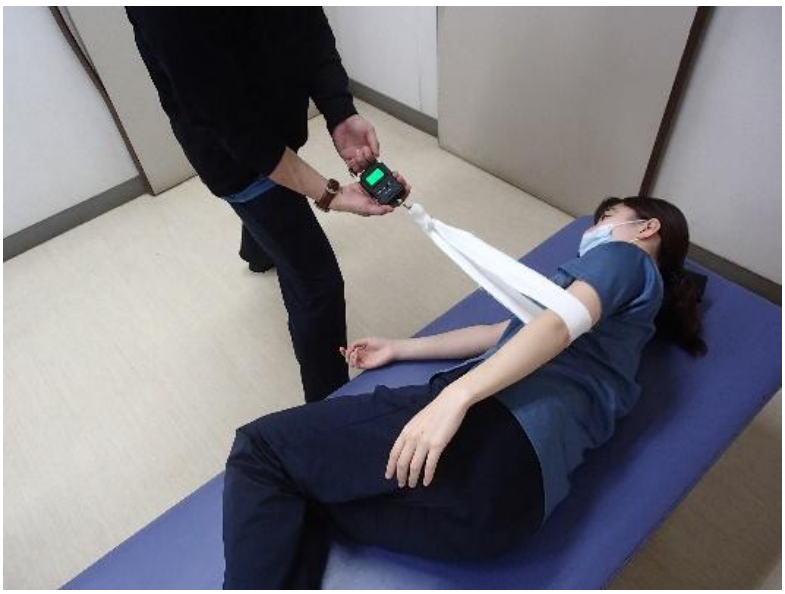
文献1． Avers D, et al（著）、津山直一、他（訳）：新・徒手筋力検査法、原著第 10 版、pp 418-420. 協同医書出版社、2020

2）上肢の筋力測定肢位

① 肩関節の屈曲と伸展

側臥位（測定上肢を上に）、肩関節0°屈曲位で、上腕遠位部に牽引紐を掛けて計測

屈　曲



伸　展

② 肩関節の外転と内転

背臥位、測定上肢は肩関節 45°屈曲位で、上腕遠位部に牽引紐を掛けて計測

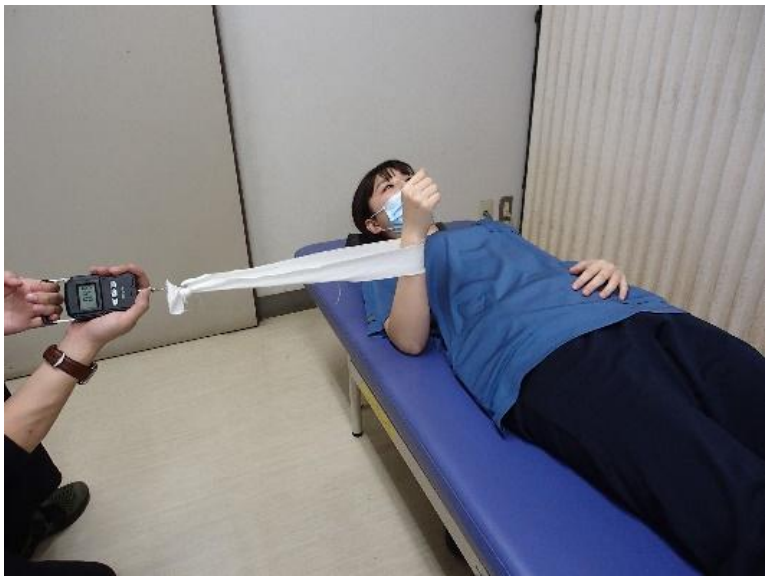
外　転

内　転

③ 肩関節の外旋と内旋

背臥位、測定上肢は肘関節 90°屈曲位で、前腕遠位部に牽引紐を掛けて肩関節内旋・外旋方向の筋力を計測

外 旋

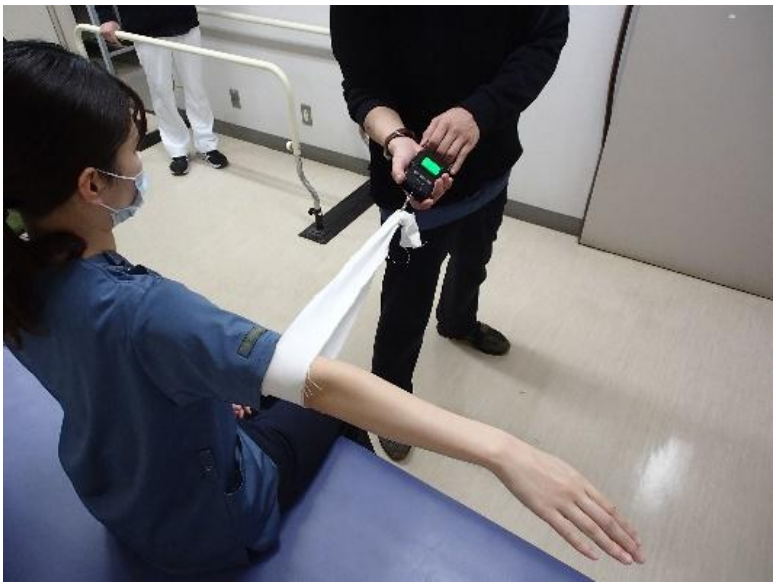


内 旋

④ 肩関節の水平屈曲と水平伸展

椅座位または端座位で、肩関節を 90°外転し、上腕遠位部に牽引紐を掛けて測定

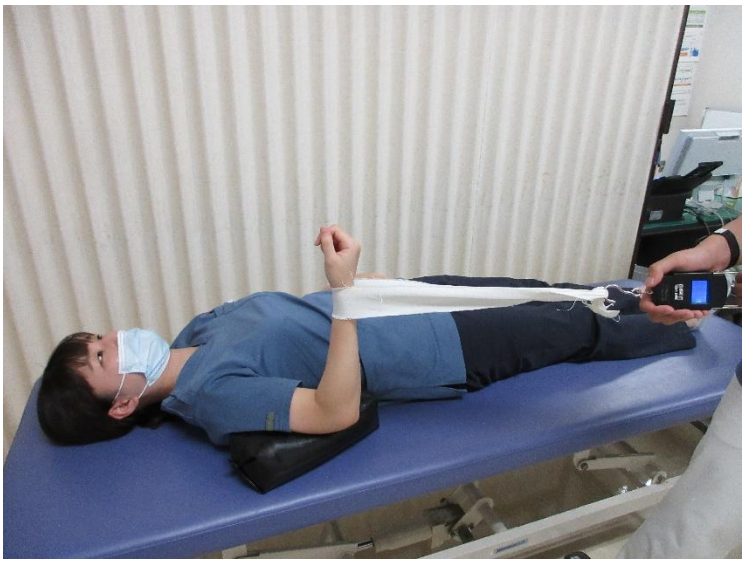
水平屈曲



水平伸展

⑤ 肘関節の屈曲と伸展

背臥位、肩関節 45°外転、肘関節 90°屈曲位、前腕回外位で、前腕遠位部に牽引紐を掛けて計測



屈　曲

伸　展

⑥ 前腕の回内と回外

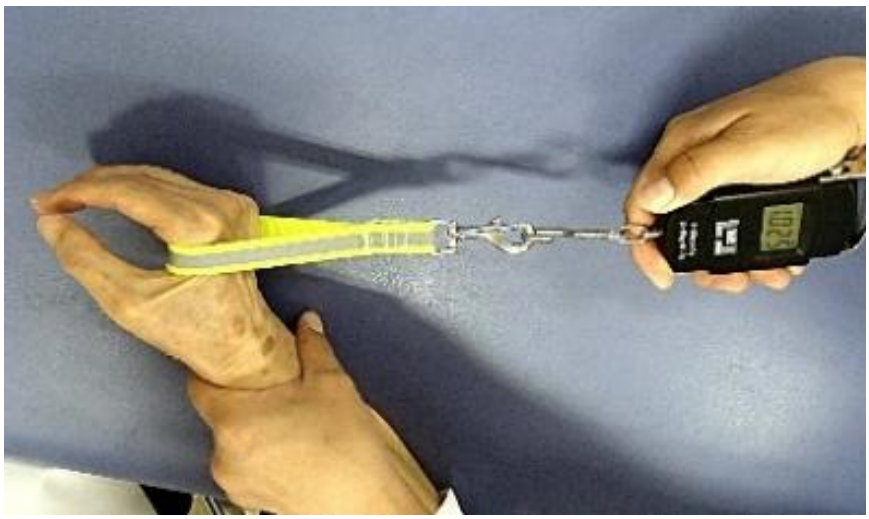
椅座位でテーブル上に肘と前腕を置き、手関節はテーブル上から前方に出す。前腕は回内・回外０°で、長さ 15 ㎝程度の塩ビ管（直径 38 ㎝）を握らせ、牽引紐を塩ビ管母指側に掛けて計測

回　内

回　外

⑦ 手関節の掌屈と背屈

検者は測定関節の近位部を固定し、測定関節とその遠位部は浮かせる。前腕は回内・回外0°で、手関節背屈・掌屈0°の肢位で、第2～5中手骨遠位部に牽引紐を掛けて計測

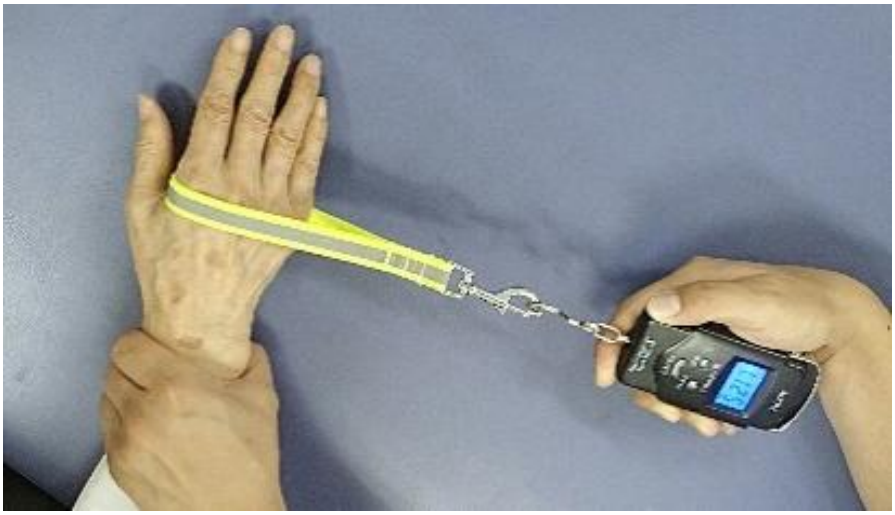


掌 屈

背 屈

⑧ 手関節の撓屈と尺屈

検者は測定関節の近位部を固定し、測定関節とその遠位部は浮かせる。前腕は回内 90°で、手関節背屈・掌屈、撓屈・尺屈0°の肢位で、第2及び5中手骨遠位部に牽引紐を掛けて計測



撓　屈

尺　屈

⑨　母指 CM 関節の橈側外転と尺測内転

検者は測定関節の近位部を固定し、測定関節とその遠位部は浮かせる。前腕は回内 90°で、手関節背屈・掌屈、撓屈・尺屈0°の肢位で、母指 MP 関節部に細い牽引紐を掛けて計測

橈側外転

尺側内転

⑩ 母指の MCP 関節の屈曲と伸展

平面上に前腕(回外 90°位)から手背部を置き、検者は測定関節の近位部を固定し、母指基節骨部の遠位部に細い牽引紐を掛けて計測

屈 曲

伸 展

⑪ 母指の IP 関節の屈曲と伸展

平面上に前腕（回外 90°位）から手背部を置き、検者は測定関節の近位部を固定し、母指末節骨部の遠位部に細い牽引紐を掛けて計測

屈 曲

伸 展

⑫ 2～5指の MCP 関節の屈曲と伸展（写真は2指を例に）

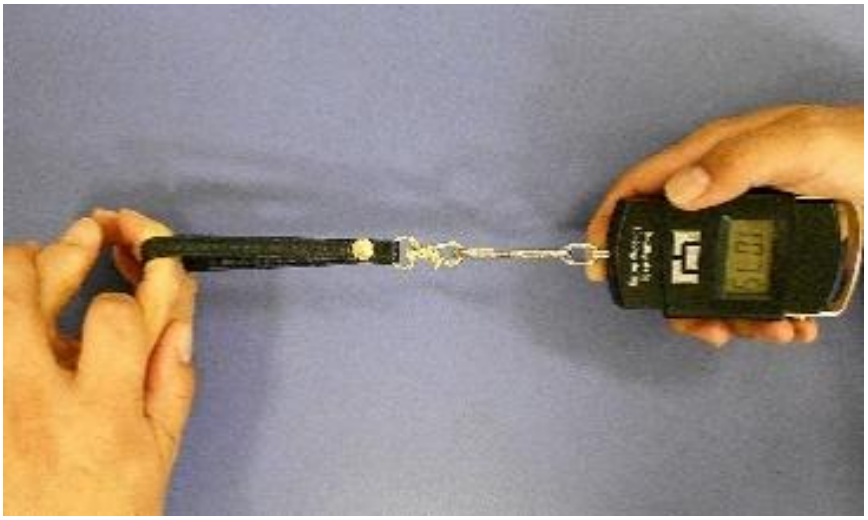
平面上に前腕（回内外0°位）から手関節部を置き、検者は測定関節の近位部を固定し、測定する指の基節骨部の遠位部に細い牽引紐を掛けて計測

屈 曲

伸 展

⑬　2～5指の PIP 関節の屈曲と伸展（写真は2指を例に）

平面上に前腕(回内外0°)から手関節部を置き、検者は測定関節の近位部を固定し、測定する指の中節骨部の遠位部に細い牽引紐を掛けて計測



屈 曲

伸 展

⑭　　2～5指の DIP 関節の屈曲と伸展　（写真は2指を例に）

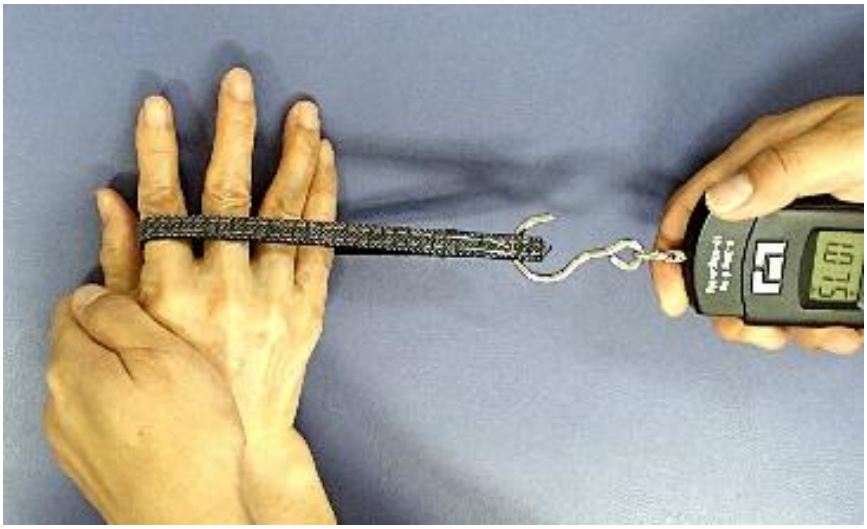
平面上に前腕（回内外0°）で手関節部を置き、検者は測定関節の近位部を固定し、測定する指の末節骨部の遠位部に細い牽引紐を掛けて計測

屈　曲

伸　展

⑮　2、4、5指の外転と内転（写真は2指の外転と内転を例に）

平面上に肘と前腕（回内 90°）を置き、検者は測定関節の近位部を固定し、測定する2, 4, 5 指の基節骨部の遠位部に細い牽引紐を掛けて計測



2指の外転

2指の内転

3） 下肢の筋力測定肢位

① 股関節の屈曲と伸展

側臥位（測定下肢を上に）、安定のために両股関節 45°屈曲、両膝関節 45°屈曲位で大腿遠位部に牽引紐を掛けて計測。

屈 曲

伸 展

② 股関節の外転と内転

背臥位（測定股関節は伸展0°、外転0°）で大腿遠位部に牽引紐を掛けて計測。この際、外転の計測をしやすくする目的で、非測定下肢は膝関節屈曲位で膝を立てる。

外　転

内　転

③ 股関節の外旋と内旋

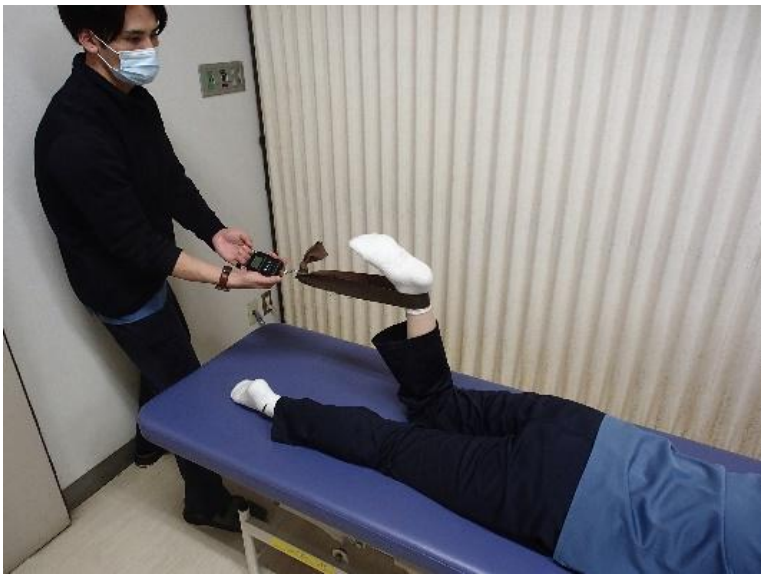
背臥位で測定下肢は股関節 90°屈曲、膝関節 90°屈曲位で、下腿遠位部に牽引紐を掛け、股関節外旋・内旋方向の筋力を計測。この際、非測定下肢は膝を立てて測定下肢の膝窩部を支える。

外 旋

内 旋

④ 膝関節の屈曲と伸展

腹臥位、測定下肢は膝関節 90°屈曲位で、下腿遠位部に牽引紐を掛けて計測

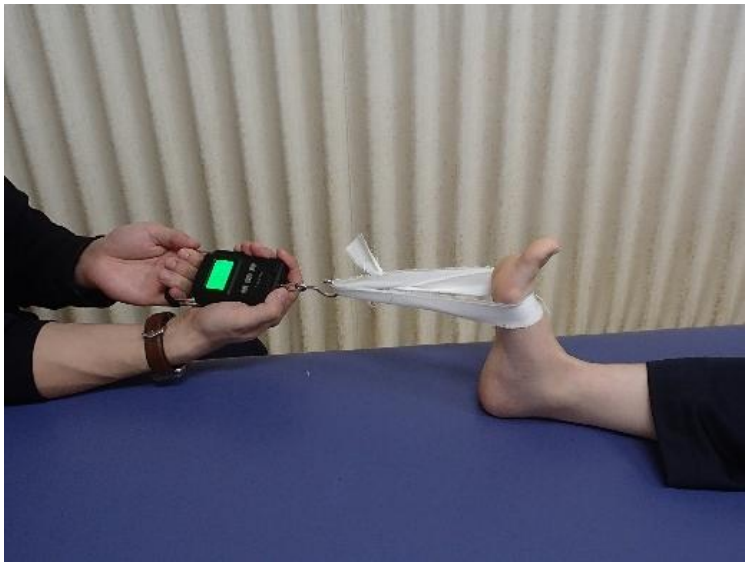


屈 曲

伸 展

⑤ 足関節の背屈と底屈

長座位で両股・膝関節伸展0°、足関節0°の基本肢位で、中足骨遠位部に牽引紐を掛けて計測



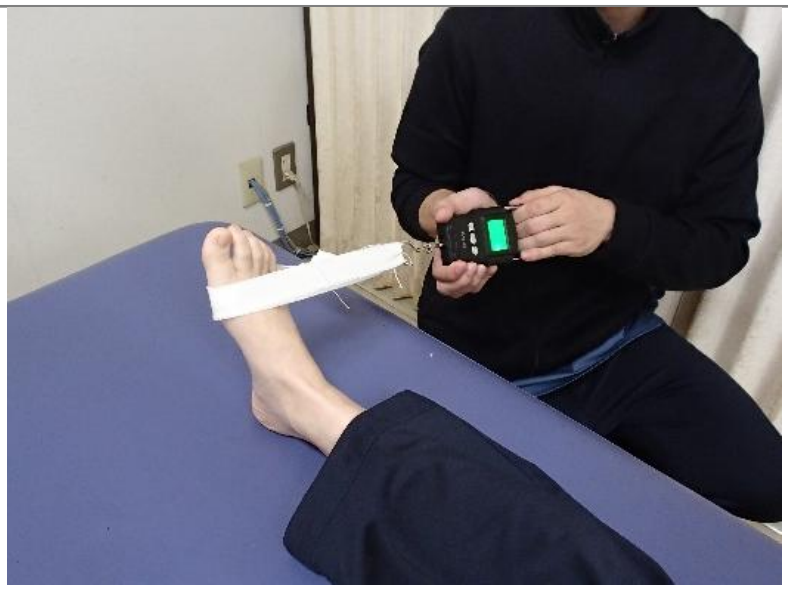
背　屈

底　屈

⑥ 足部の外がえしと内がえし

長座位で足関節0°の基本肢位。外がえしは第5中足骨遠位端部に、内がえしは第1中足骨遠位端部に牽引紐を掛けて計測

外がえし



内がえし

⑦　母趾　MTP 関節　の屈曲と伸展

　長座位で足関節0°の基本肢位。検者は測定関節の近位部を固定し、母趾基節骨部の遠位部に細い牽引紐を掛けて計測。

屈　曲

伸　展

⑧　母趾 IP 関節の屈曲と伸展

長座位で足関節0°の基本肢位。検者は測定関節の近位部を固定し、母趾末節骨部の遠位部に細い牽引紐を掛けて計測。

屈 曲

伸 展

⑨ 2～5趾 MTP 関節　の屈曲と伸展（写真は2趾を例に）

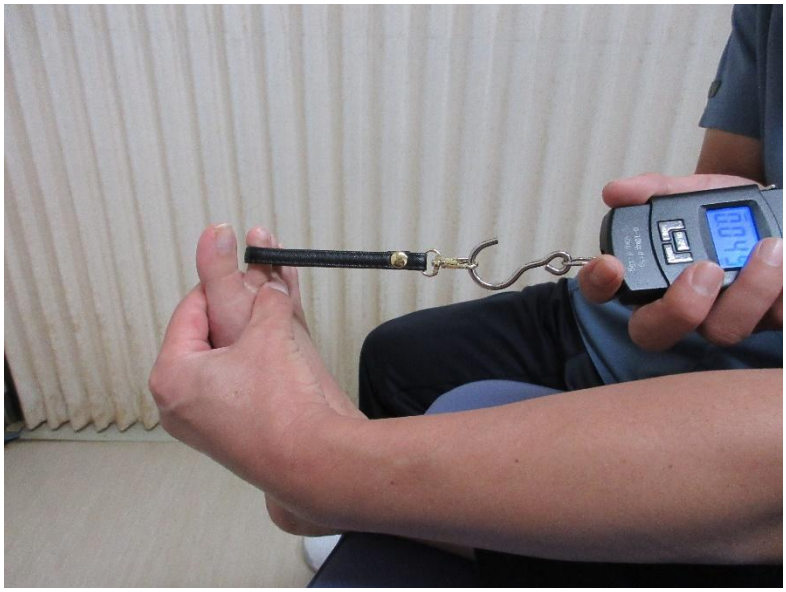
長座位で足関節0°の基本肢位。検者は測定関節の近位部を固定し、2 趾基節骨部の遠位部に細い牽引紐を掛けて計測。

屈　曲

伸　展

⑩ 2～5趾 PIP 関節の屈曲と伸展（写真は2趾を例に）

長座位で足関節0°の基本肢位。検者は測定関節の近位部を固定し、2趾中節骨部の遠位部に細い牽引紐を掛けて計測。



屈 曲

伸 展

⑪ 2～5趾 DIP 関節　の屈曲と伸展（写真は2趾を例に）

長座位で足関節0°の基本肢位。検者は測定関節の近位部を固定し、2趾末節骨部の遠位部に細い牽引紐を掛けて計測。

屈　曲

伸　展

⑫　　2～4 趾同時の屈曲と伸展を測定する場合

（5趾は短いので一緒にできない）

長座位で足関節0°の基本肢位。検者は測定関節の近位部を固定し、2～4趾の中節骨部に細い牽引紐を掛けて計測。

z

2～4趾同時屈曲

2～4趾同時伸展

⑬ 複数の足趾を同時に屈曲・伸展する筋力測定

足趾の中で母趾については単独に小型デジタルスケールで関節運動筋力の測定が容易であるが、2～5趾については、サイズの小ささより MTP 関節、PIP 関節、DIP 関節の個々の筋力測定は困難なことがある。更に、関心が大きいのは、長趾伸筋力、長趾屈筋力としての測定である。 そこで2～5趾の合わさった伸展筋力、屈曲筋力の測定でよいことが多い。

2～5趾の合わさった筋力測定として便利なのは指カフである。 手作りの製品であるが、4つの指カフを軽量のアルミ棒に纏めて吊り下げて、これを小型デジタルスケールのフックに繋いで測定する（図1～3）。

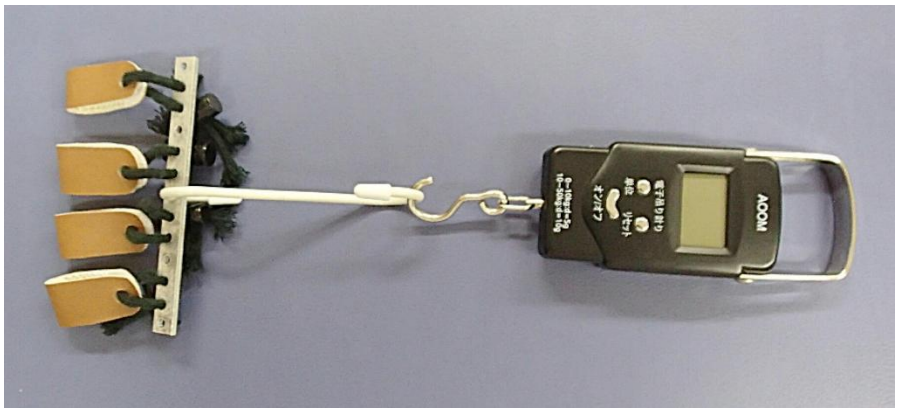


図1. 自作の指カフ

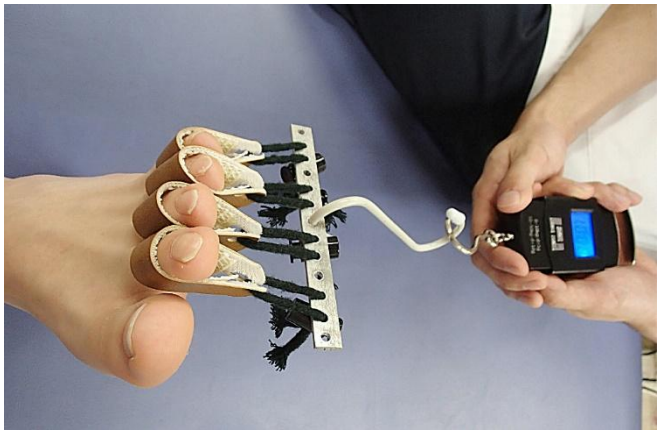


図2. 2～5足趾の伸展筋力測定
指カフは中節骨部に装着して行った

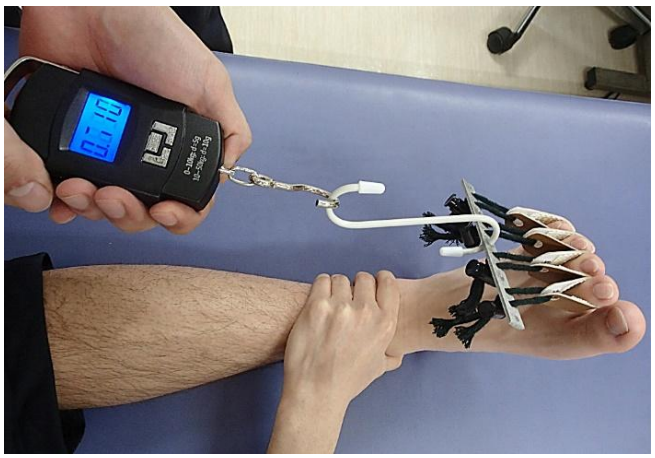


図3. 2～5足趾の屈曲筋力測定
指カフは中節骨部に装着して行った

5 小型デジタルスケールによる測定データの信頼性と妥当性検証

1)手関節と指の信頼性と妥当性の統計処理結果（文献1）

対象の被検者は外傷の既往がない健常成人(リハ科療法士)6名(男性;3名、女性;3名)で、全例利き手は右。 検者は3名の OT で、経験 14 年、10 年、7年である。

① 検者内信頼性

ICC：級内相関係数

	右上肢	95%信頼区間		左上肢	95%信頼区間	
	ICC	下限	上限	ICC	下限	上限
手関節掌屈	0.998	0.994	1.000	0.998	0.987	1.000
母指対立	0.998	0.991	1.000	0.995	0.968	0.999
示指 MP 屈曲	0.994	0.975	0.999	0.988	0.928	0.998
示指 MP 伸展	0.960	0.844	0.994	0.953	0.722	0.993
小指内転	0.986	0.947	0.998	0.979	0.873	0.997

② 検者間信頼性

	右上肢	95%信頼区間		左上肢	95%信頼区間	
	ICC	下限	上限	ICC	下限	上限
手関節掌屈	0.977	0.906	0.996	0.970	0.875	0.995
母指対立	0.956	0.829	0.993	0.971	0.884	0.996
示指 MP 屈曲	0.935	0.750	0.990	0.968	0.874	0.995
示指 MP 伸展	0.960	0.844	0.994	0.953	0.814	0.993
小指内転	0.907	0.612	0.986	0.937	0.733	0.990

ICC：級内相関係数

③　妥当性の検証はHHDとして、ミュータスF－1(アニマ株式会社、4頁参照)を用いて．小型デジタルスケールとの相関を検証した。

	相関係数	P値
右手関節背屈	0.91	0.01
右手関節掌屈	0.93	0.01
左手関節背屈	0.83	0.04
左手関節掌屈	0.77	0.08

結果:

検者内信頼性、検者間信頼性共にICCで0.9以上と高い値を示し、小型デジタルスケールが筋力測定の再現性が高い機器と判断できた。

妥当性についてはHHDのミュータスF-1を用いたが、この機器が圧迫法(push法)での測定機器であり、手指の小さい関節の測定はできなかったので、両側の手関節背屈・掌屈で測定した結果、強い相関が得られ、小型デジタルスケールでの筋力測定の有効性が示唆された。

文献1．松葉真一、渡邉英夫、末藤優介、宮本忠司、島袋公史、山崎裕子：手の筋力評価に小型デジタルスケール応用の試み。OTジャーナル。54：287-294．2020

２） 膝関節伸展と股関節外転

膝関節伸展と股関節外転について 2 名の検者と健常男性 27 名の被検者で級内相関係数(ICC)を用いて検証したところ、検者内信頼性、検者間信頼性ともに良好な結果であった(文献2)。

検者内の信頼性

測定筋	検者	ICC（1.1）	95% CI	P 値
膝関節伸展	A	0.85	0.67-0.93	0.001
	B	0.72	0.40-0.87	0.001
股関節外転	A	0.88	0.74-0.95	0.001
	B	0.76	0.48-0.89	0.001

検者間の信頼性

測定筋	（ICC 2.2）	95% CI	P 値
膝関節伸展	0.81	0.58-0.91	0.001
股関節外転	0.77	0.1-0.92	0.001

ICC：intraclass correlation coefficients、 級内相関係数

文献2. 平山史朗、坂口翔平、田村太輝、高田一希、島袋公史、坂田修治、渡邉英夫： 小型デジタルスケールを用いた下肢筋力測定の信頼性と妥当性の検討. 理学療法 福岡 36:81-87. 2023

6 MMT の段階4だけでも小型デジタルスケールでの量的筋力測定の勧め

1）好ましい条件

MMT は順序尺度であり、量的な筋力が計れないこと、特に MMT 段階4は広範囲に及び、筋力の増減を客観的に判定できない問題点があるのに対して、せめてこの段階4だけでも HHD で筋力測定をしたらどうかとの考えは当然生ずると考えられる。

そのためには下記の好ましい条件が考えられる。

① 測定者が一人で、短時間に、何処ででも測定ができる。

MMTが検者一人で測定するのと同様に、小型デジタルスケールでの筋力測定も原則一人で行うが、被検者の筋力が大きい場合の対処法は、後述の 54 頁を参考にしてもらいたい。小型デジタルスケールでは、1 か所の測定は通常2，3分以内に可能である。また測定場所は訓練室でも、ベッドサイドでも可能である。

② 測定法は単純で、再現性に優れ、信頼性、妥当性がある。

測定には牽引紐を使う。牽引法（pull 法）は単純であり、圧迫法（push 法より信頼性があるとされている。

③ 計器が小型、軽量、安価であり、個人用として常時ユニフォームのポケットに入れて持ち歩ける。

小型デジタルスケールのサイズは、われわれが通常使っている品で 11cm X 6 cm X 2 cm とコンパクトで、重量は電池を含んで 150 g 、価格は従来のHHDの数百分の一と安価である。個人用としてユニフォームのポケットに入れて常時持ち歩ける程度の物である。

④ 測定が患者に不快感や疼痛を感じさせない。

計測する肢節に適した幅の牽引紐を使用して測定すると、不快感や疼痛を来すことは少ない。

2）MMT4の筋力を量的に測定し健側比を出す

表1は臨床例で MMT4の筋力を小型デジタルスケールで量的に測定し、健側比を出したものである。 健側比を出しておけば、当該筋力の増減が判断しやすく、経過も追いやすくなる。

表1. MMT の段階4の筋力を小型デジタルスケールで測定

診断名	年齢	性	測定関節	患側の測定値	健側比
大腿骨頸部骨折	70 代	男	膝 伸展	8.7 kgf	58.4%
大腿骨転子部骨折	70 代	女	股 屈曲	6.2 kgf	57.4%
腱板損傷	70 代	男	肘 屈曲	15.0 kgf	75.0%
			肘 伸展	7.5 kgf	65.2%
くも膜下出血	70 代	女	肘 屈曲	3.3 kgf	36.8%
脳梗塞	80 代	男	肩 屈曲	8.9 kgf	89.0%
非骨傷性頚髄損傷	60 代	男	示指 MP 屈曲	0.6 kgf	33.3%
			示指 PIP 屈曲	0.3 kgf	20.0%
			示指 DIP 屈曲	0.1 kgf	11.2%

3）臨床症例：くも膜下出血

70 歳代の女性。くも膜下出血を発症し右片麻痺を呈した。肘関節屈曲力と伸展力が MMT4 レベルになったので、同時に小型デジタルスケールでの量的筋力も実測した。

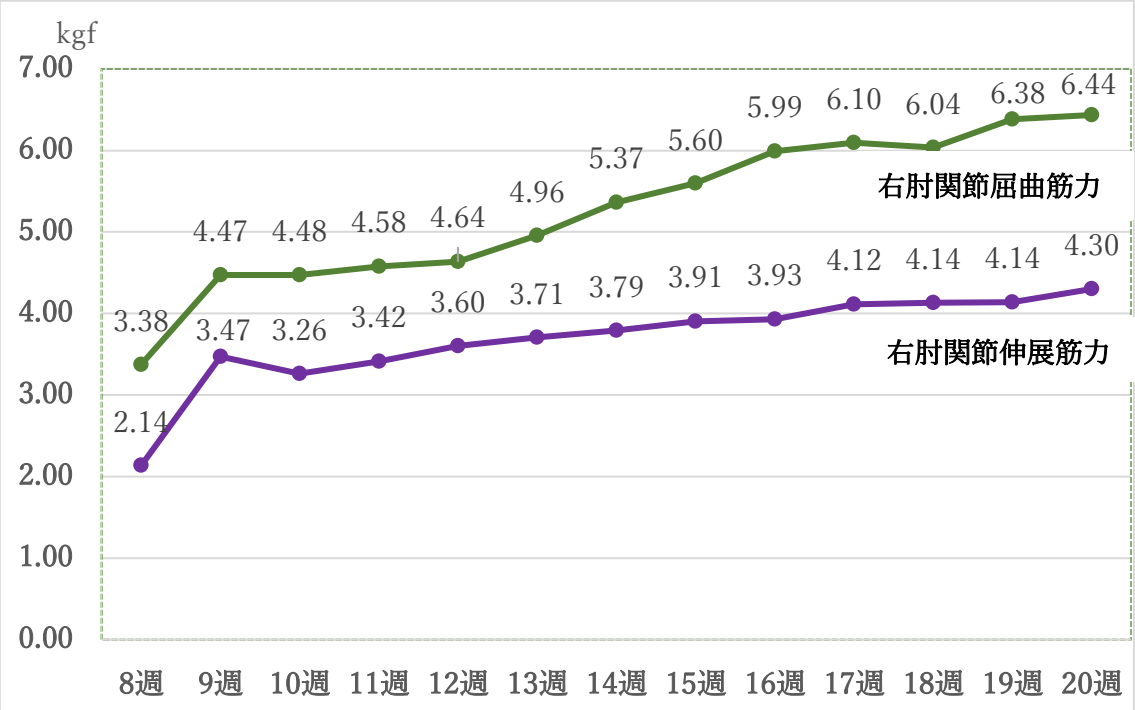


図1　くも膜下出血による右片麻痺に、発症8週後から小型デジタルスケールで肘関節筋力の経過を測定（MMT 評価では、全て段階4であった）

7 検者の牽引力より被検者の筋力が大きい場合の対策

1）小型デジタルスケールは検者一人で、どこまで筋力測定ができるか？

検者が一人で、何処ででも十分に測定できるのが理想であるが、女性の PT，OT が検者の場合に、徒手のみでの牽引では被検者の筋力の方が上回ることは起こりうる。

そこで検者一人で、何 kgf まで徒手のみでの牽引測定ができるかを知るために、男女それぞれの20歳代。30 歳代、40 歳代のセラピストで測定した。肋木に固定した牽引紐を最大の力で3回ずつ牽引し、平均値と標準偏差を出した。また全年代 3 人での男女の平均値と標準偏差も計算してみた（表1左側と図1左側）。

更に体幹で牽引する方が徒手のみの牽引より大きな牽引力が得られることに気付き、体幹でのベルト固定法を開発した（図1右側）。体幹ベルトはある程度幅が大きい物が良く、測定時の水平の牽引方向に高さを合わせやすい必要があり、われわれは市販のタクティカルベルト（図3）を用いている。 これは後部の幅が前部より大きい物があり、より体幹での牽引力が掛けやすいので選択した。

体幹でのベルト固定法を同じセラピストが同じ肋木固定の方法で測定した結果は、表1の右側である。平均値では、徒手のみでの牽引では全年代で男性 26.7 kgf、女性で 21.0 kgf であった数値が、小型デジタルスケールを体幹でのベルト固定法で測定すると、全年代で男性 38.3 kgf、女性で 29.0 kgf と数値が大きかった。

表 1 測定法による小型デジタルスケール牽引力の変化

		徒手のみでの牽引			体幹でのベルト固定法での牽引（小型デジタルスケールは手で持つだけ）		
セラピスト		平均値	標準偏差	最小値	平均値	標準偏差	最小値
男 性	20 歳代	28.0 kgf	0.8	27.2 kgf	42.6 kgf	6.1	38.3 kgf
	30 歳代	25.5 kgf	0.3	25.2 kgf	38.1 kgf	1.0	37.0 kgf
	40 歳代	26.6 kgf	0.2	26.4 kgf	34.1 kgf	1.3	33.2 kgf
	全年代	26.7 kgf	1.2	25.2 kgf	38.3 kgf	4.9	33.2 kgf
女 性	20 歳代	19.5 kgf	0.5	19.0 kgf	27.1 kgf	0.8	26.4 kgf
	30 歳代	21.0 kgf	0.9	20.0 kgf	30.0 kgf	0.0	30.0 kgf
	40 歳代	22.5 kgf	1.1	21.3 kgf	29.8 kgf	0.7	28.9 kgf
	全年代	21.0 kgf	1.1	19.1 kgf	29.0 kgf	1.5	26.4 kgf

※いずれの測定値も肋木に固定した牽引紐を最大の力で3回ずつ牽引した時の平均値と標準偏差

図1. 徒手牽引のみの方法(左)と体幹でのベルト固定法での牽引(右)

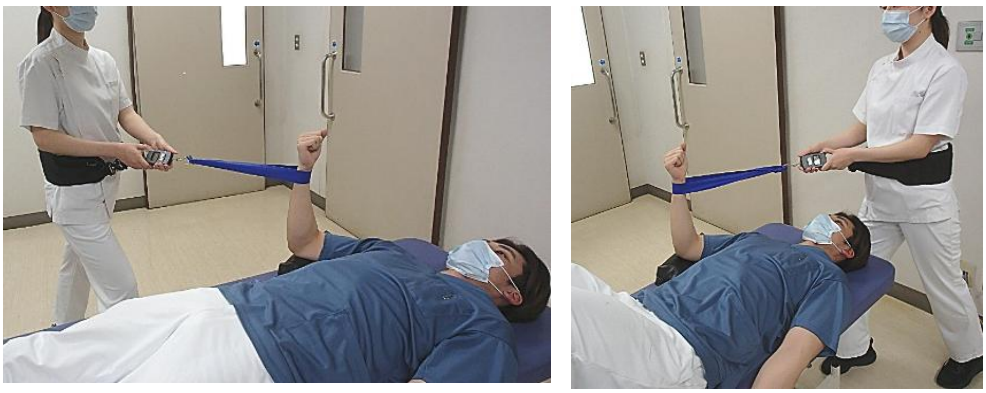


図2. 筋力が弱い女性の測定者が一人での牽引力を増すために、
に応じて体幹でのベルト固定法を用いて測定を行う
肘関節の屈曲筋力測定(左)と伸展筋力測定(右)

図3. 体幹でのベルト固定法に用いている
タクティカルベルト

2）小型デジタルスケールを固定物に連結して測定する方法

被検者の筋力が強すぎて前述の体幹でのベルト固定法でも対応できない場合は、小型デジタルスケールを固定物に連結する方法がある。図4は右股関節外転筋の筋力を小型デジタルスケールで測定しているが、被検者の筋力の方が強すぎるので、測定器具を肋木に固定ベルトで固定して測定を行っている（図5）。この方法で完全に最大筋力まで測定することができる。

図４　小型デジタルスケールを固定物に連結すると最大値まで測定ができる

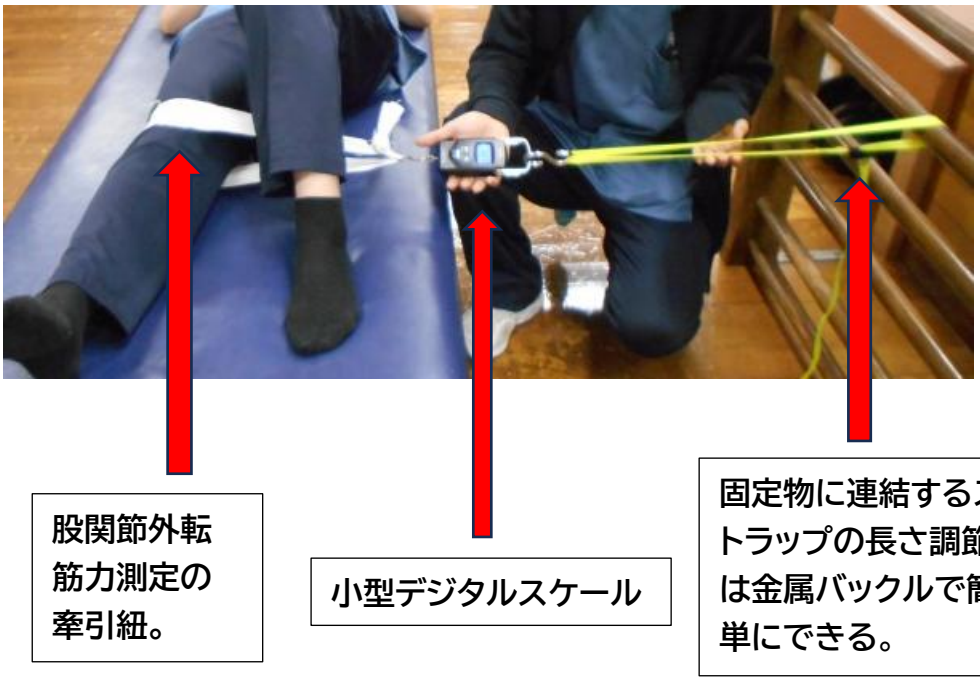


図５　連結部分の拡大像

8 応用編の1：脳卒中の麻痺手の集団屈曲力と集団伸展力の測定

脳卒中片麻痺の手指の動きは、Brunnstrom stage によっては集団屈曲、集団伸展の運動パターンを呈することがある。この段階での手指の筋力は個々の指での MTP 関節、PIP 関節、DIP 関節の屈曲力や伸展力を小型デジタルスケールで測定することは可能ではあるが、示指～小指の集団屈曲力や集団伸展力としての測定が臨床的に有用と思われる。

この目的で我々は、手作りした一本紐での方法と手作りした指カフを用いる方法との2種類で小型デジタルスケールによる筋力測定を行っている。

この場合、紐や指カフを掛ける場所は2～5指の中節骨部が適当と考えている。

1） 2種類の方法（一本紐法 と 指カフ法）

① 一本紐による方法（図1）

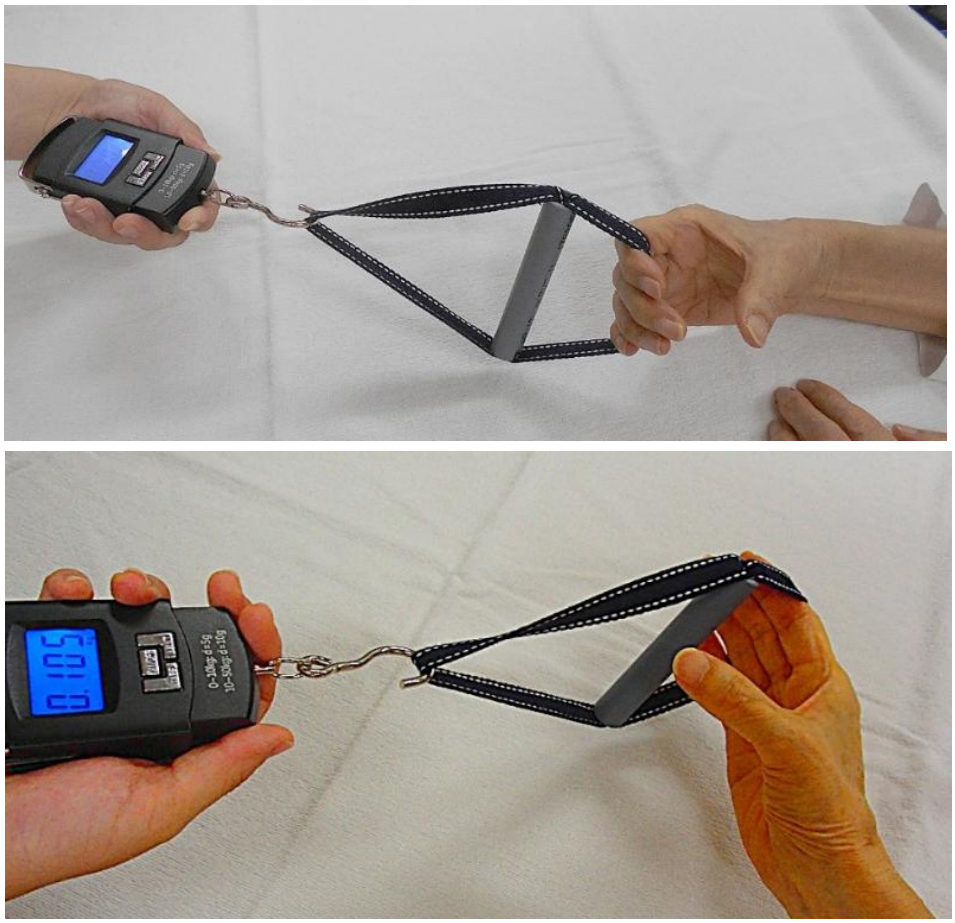


図1 一本紐による方法

示指～小指を支える 1 本の紐を小さい塩化ビニール管内を通し、指の重なりを防いだ。この紐に小型デジタルスケールのフックを掛けて牽引し、最大の等尺性筋収縮を測定する。

上図が集団屈曲力測定。下図が集団伸展力測定である。

② 指カフによる方法（図2）

図2　指カフによる方法

2指～5指のそれぞれを牽引する指カフを一本のアルミニウム棒で固定し、小型デジタルスケールのフックを掛けてこれを牽引し、最大の等尺性筋収縮を測定する。
上図が集団屈曲力測定、下図が集団伸展力測定である。

結果

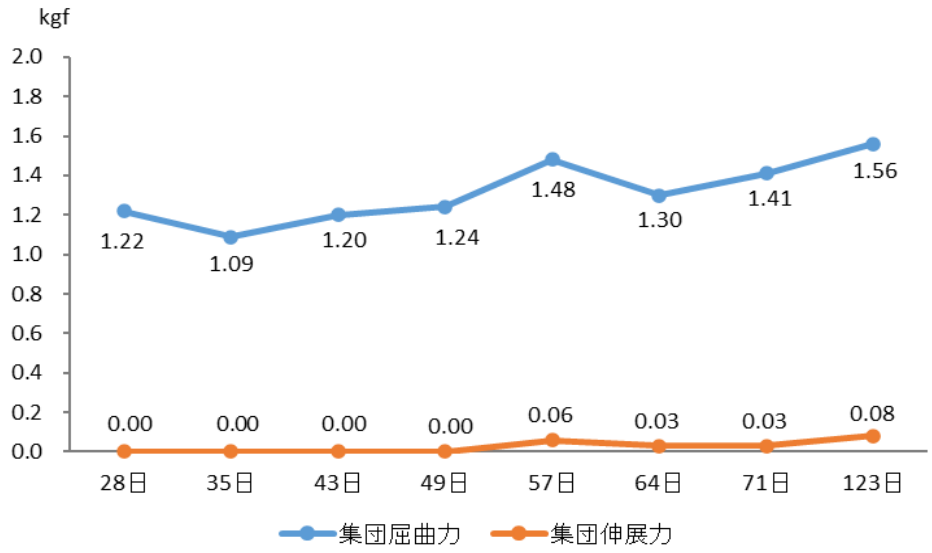
① 測定肢位は肘と前腕部を机上に乗せて、手関節から先は机から前方に出して、手関節を掌・背屈0°で保持し、2～5指の集団屈曲・伸展を一本紐法または指カフ法で測定するが、最大の等尺性筋収縮力を make test で測定した。
② 牽引は中節骨部で行うのがやりやすかった。
③ 一本紐法と指カフ法とも可能で、大差はないと判断した。

2） 臨床症例：脳卒中

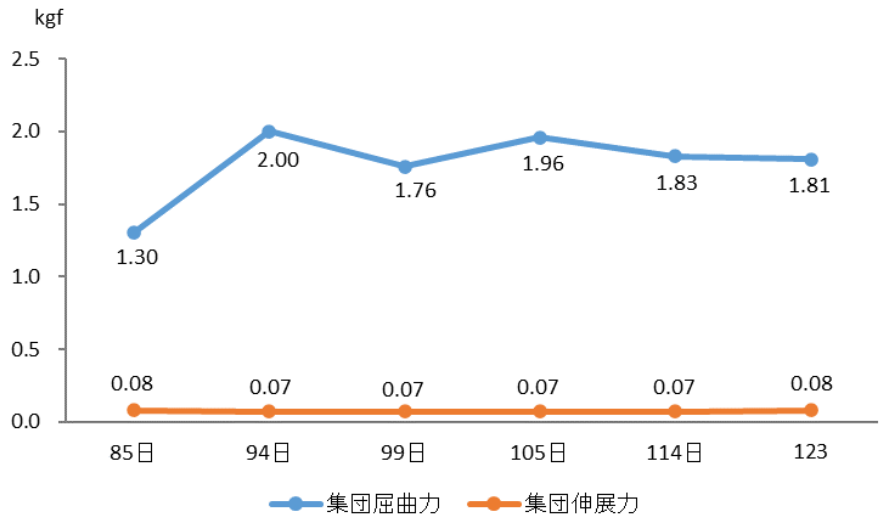
80 歳代　男性　脳梗塞　左片麻痺　（利き手：右）
Brunnstrom stage は　左手指　Ⅲ　であった。

発症後 28 日より小型デジタルスケールによる筋力測定を行った。
最初は一本紐法で行い、85日からは指カフ法を行った（下図参照）。
集団屈曲力は、発症後28日より筋力測定が容易に可能であったが、集団伸展力の方が筋力は弱く、測定が困難と感じられる程で、進歩は殆どなかった。

一本紐法



指カフ法



9　応用編の２： 円筒物の把持力測定

1）ADL、IADL 評価に有用

日常生活動作（ADL）や手段的日常生活動作（IADL）で円筒物を把持することは少なくない。手すり、杖、歩行器、包丁の柄、傘など円筒物であり把持力が必要で、その筋力が問題になる。

円筒物の把持力を直接測定する事は簡単にはできないので、円筒物の代表として外径の異なる３種類（外径 26 ㎜、38　㎜、48 ㎜）の塩化ビニール管（塩ビ管）を把持させた。その塩ビ管を小型デジタルスケールで引き抜くのに被検者が対抗する最大の等尺性筋収縮力を測定し、間接的把持力と考えた（図１）

２）　測定法

詳細は文献１を参照。

図1　市販の塩化ビニール管3種のサイズで把持力を測定

・管の外径が小(外径 26 mm)、中(38 mm)、大(48 mm)を長さ 15 cm に切り揃えた。
・管の片方に測定器具のフックを引っ掛けるための針金を取り付けた。
・管には測定時のずれ始めを判定用に目盛りを書き入れた。
・左側の 3 つの図は小中大の塩化ビニール管把持中の各指の外見である。

文献1.　松葉幸典、渡邉英夫、末藤優介、宮本忠司、島袋公史、山崎裕子：円筒物把持力測定に小型デジタルスケール応用の試み。 OT ジャーナル 55: 401-407, 2021

３）測定例の信頼性検証

信頼性の検証は、被検者として 20 歳代の健常者（リハ科療法士）男性３人、女性３人を、検者として OT３名（経験７年、10 年、14 年）が別々の日に把持力測定を各 3 回ずつ行った。

小型デジタルスケールによる 3 種類の塩化ビニール管把持力測定のデータで信頼性を級内相関係数（ICC）でみた。

表１．検者内信頼性

塩ビ管外径	右手	95%信頼区間		左手	95%信頼区間	
	ICC	下限	上限	ICC	下限	上限
小サイズ 26 ㎜	0.941	0.768	0.991	0.936	0.751	0.990
中サイズ 38 ㎜	0.946	0.790	0.992	0.974	0.897	0.996
大サイズ 48 ㎜	0.983	0.934	0.997	0.996	0.984	0.999

表２．検者間信頼性

塩ビ管外径	右手	95%信頼区間		左手	95%信頼区間	
	ICC	下限	上限	ICC	下限	上限
小サイズ 26 ㎜	0.978	0.909	0.997	0.960	0.836	0.994
中サイズ 38 ㎜	0.971	0.879	0.996	0.986	0.944	0.998
大サイズ 48 ㎜	0.977	0.904	0.997	0.965	0.863	0.995

結果：検者内信頼性と検者間信頼性は、塩ビ管の小サイズ、中サイズ、大サイズの把持力で検証した。全て右手・左手ともに ICC が 0.9 以上で、高い値を示し良好であった。

10　応用編の3：物品の把持力測定

1）日本手外科学会が提唱している手の基本動作

実際の物品を把持する筋力の測定は、日常生活動作（ADL）や手段的日常生活動作（IADL）の難易度の判断に重要である。

日本手外科学会は手の機能評価表第4版を公表している（文献1）が、その中に「共通書式―5 手の基本動作」があり、3 種類のつまみ動作と 5 種類の握り動作を手の基本動作として提示している（図1）。

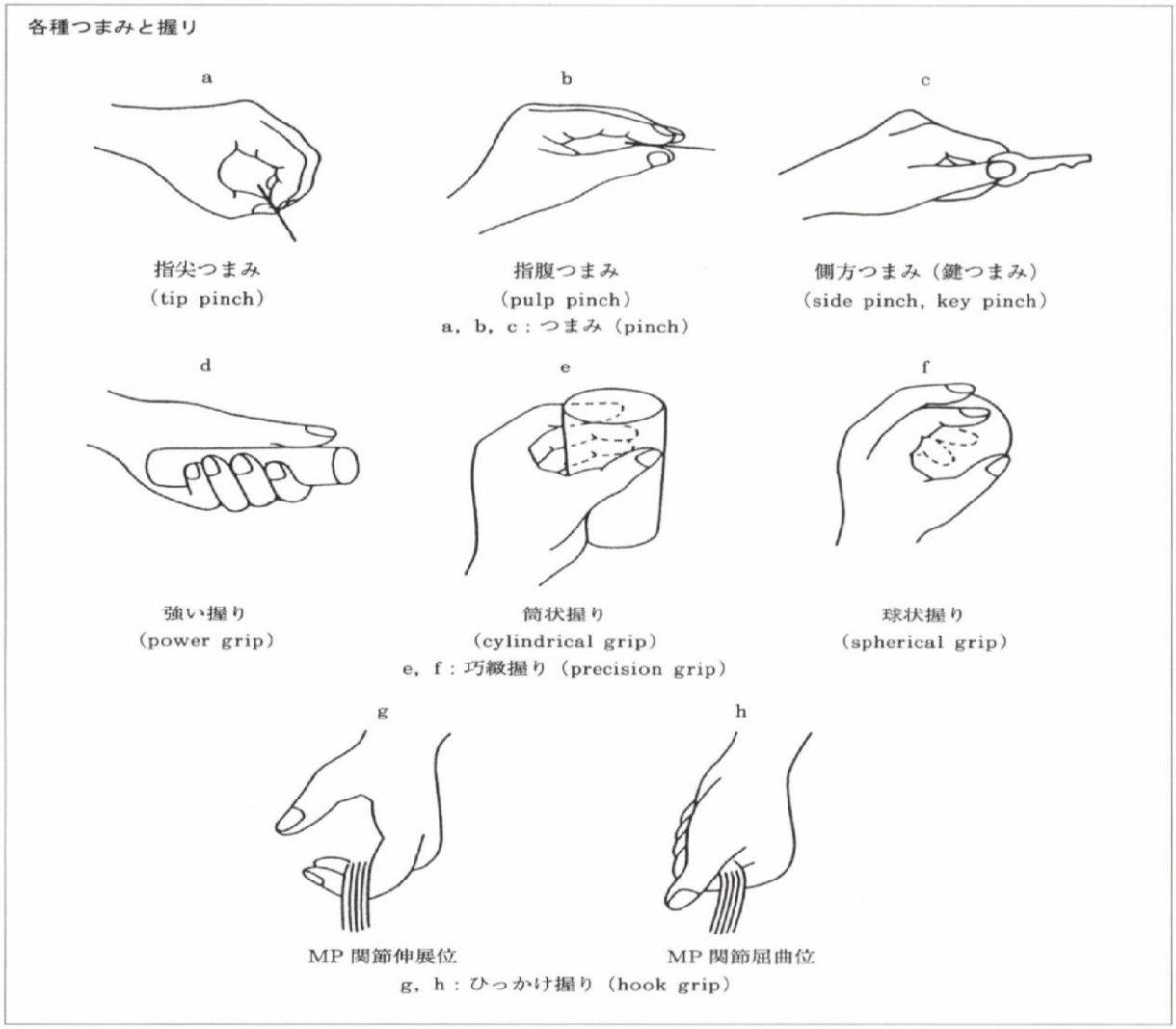


図1　日本手外科学会による手の基本動作

文献1. 日本手外科学会：手の機能評価表　第 4 版　共通書式－5　手の基本的動作
http://www.jssh.or.jp/doctor/jp/publication/kinouhyouka4th/k-5.pdf（2024 年 6 月 6 日参照）

2）つまみ動作と握り動作の筋力測定に用いた物品

今回、これら8種類の手の基本動作での筋力を図1に従って実際の物品を把持させ、それを小型デジタルスケールで引き抜く力に抗する間接的把持力の測定を行った. 図のイラストで把持に使われている物品については、小型デジタルスケールでの牽引がしにくい物品があるので, 牽引しやすい類似の物品に変更した物もある.

以下は測定した8動作の名称と実際の把持物品の詳細である(図2).

① 指尖つまみ:針金(ステンレス, 長さ 67mm, 直径 2mm, 重量1g)
② 指腹つまみ:鉛筆(6 角柱型, 長さ 108mm, 直径 8mm, 重量3g)
③ 側方つまみ:プラスチックカード(コポリマー製, 横 90mm, 縦 60mm, 厚み 3mm, 重量 19g)
④ 強い握り塩化ビニール管中(塩化ビニール管は以下, 塩ビ管)(中サイズ, 長さ 150mm, 外径 38mm, 重量 64g)
⑤ 筒状握り:塩ビ管大(大サイズ, 長さ 149mm, 外径 48mm, 重量 120g)
⑥ 球状握り:テニスボール(ゴム・フェルト製, 直径 63mm, 重量 59g)
⑦ MP 関節伸展位ひっかけ握り:塩ビ管小(小サイズ, 長さ 111mm, 外径 26mm, 重量 25g)
⑧ MP 関節屈曲位ひっかけ握り:塩ビ管小(小サイズ, 長さ 111mm, 外径 26mm, 重量 25g)

なお把持する物品には, 小型デジタルスケールで牽引できる様に, 必要に応じて予め紐や針金を取り付けた.

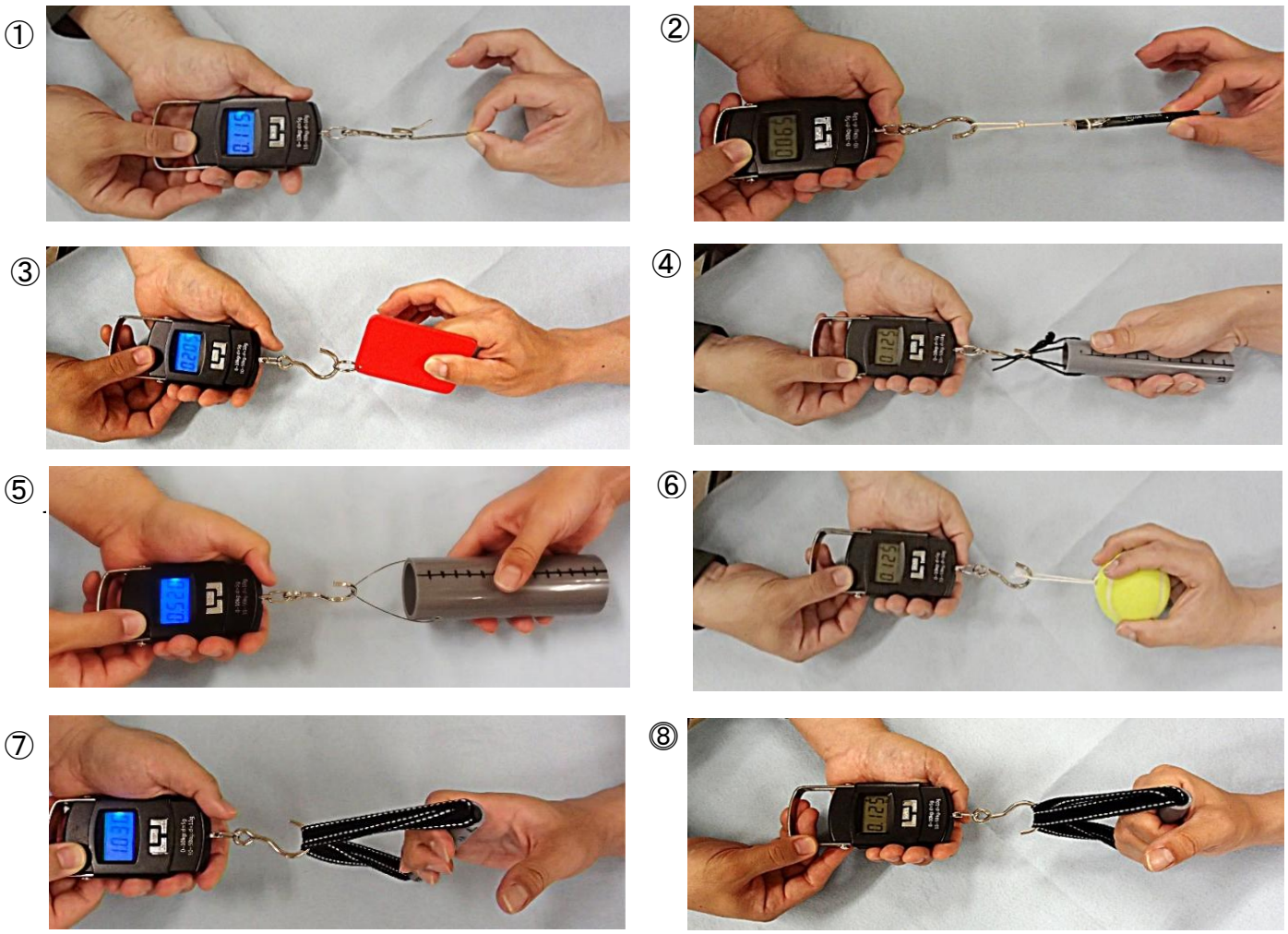


図2　8種類の手の基本動作と小型デジタルスケールでの測定法

3）測定法

検者と被検者は机を挟んで向かい合って椅子に腰かけ，机の上に置いた上記の物品を図2とそっくりの把持法で空中に把持してもらった．このとき被検者の肘関節とその近位部は机に接触しない様にした．

8種類の動作で把持した上記の物品を，小型デジタルスケールで水平方向に牽引した．被検者には把持した物品が引き抜かれるのを阻止するために5秒間最大の等尺性筋収縮力で把持してもらった．5秒間のうち3秒までは徐々に力を増し，3～5秒で最大の把持力を発揮してもらった．この間被検者には「もっと強く！もっと強く！」と励ましの声掛けを行った．検者もこの5秒間の動きに合わせて牽引力を増して行くが，いつも被検者と同等の力を維持するのが重要である．そして 5 秒の時点でのデジタル表示の数値を読み取る．もし把持物品がずれ始めれば，検者の牽引力に被検者の把持力が負け始めたと判断し，その直前での数値を記録した．

4） 検者の実測値 （表1）

検者（OT 経験 17 年）が，被検者 8 人（A～H）の右手での8種類の物品を把持する最大の等尺性筋収縮力を小型デジタルスケールにより測定した3回分の数値の平均値（kgf）と標準偏差，及びデジタル握力計による握力測定値についての実測値である。

表によると被検者 H は，握力が8人中最強であり，物品の把持力も強く，8物品中の5物品の把持力が最大であった．いっぽう被検者 F は，握力は被検者8人中3位の強さであったが，8 種類の物品の内7種類での把持力が8人中最低であった．

表1 検者の実測値の平均値（kgf）と標準偏差

被検者 / 測定の種類と物品	A 年齢 22 歳 握力 20.0kg	B 年齢 22 歳 握力 23.9kg	C 年齢 23 歳 握力 21.8kg	D 年齢 23 歳 握力 27.7kg	E 年齢 23 歳 握力 21.6kg	F 年齢 23 歳 握力 25.3kg	G 年齢 24 歳 握力 23.2kg	H 年齢 23 歳 握力 31.2kg
1. 指先つまみ 針金	1.0 ± 0.13	0.9 ± 0.12	1.2 ± 0.11	0.5 ± 0.08	0.6 ± 0.03	0.4 ± 0.04	0.7 ± 0.09	0.7 ± 0.03
2. 指腹つまみ 鉛筆	1.7 ± 0.14	1.7 ± 0.05	1.3 ± 0.18	0.8 ± 0.05	1.3 ± 0.05	0.5 ± 0.07	1.5 ± 0.02	1.9 ± 0.08
3. 側方つまみ プラスチックカード	2.6 ± 0.32	2.0 ± 0.20	2.2 ± 0.06	1.7 ± 0.08	1.9 ± 0.01	0.8 ± 0.01	2.7 ± 0.06	4.3 ± 0.15
4. 強い握り 中塩ビ管	4.3 ± 0.24	4.6 ± 0.08	3.5 ± 0.18	3.4 ± 0.05	3.2 ± 0.22	2.1 ± 0.07	4.1 ± 0.06	5.3 ± 0.26
5. 筒状握り 大塩ビ管	4.1 ± 0.17	4.3 ± 0.20	5.2 ± 0.04	3.3 ± 0.02	3.9 ± 0.19	2.6 ± 0.16	4.8 ± 0.10	5.2 ± 0.11
6. 球状握り テニスボール	4.3 ± 0.19	6.1 ± 0.16	4.3 ± 0.10	3.7 ± 0.12	3.7 ± 0.13	2.3 ± 0.03	4.6 ± 0.21	6.8 ± 0.24
7. MP 関節伸展位ひっかけ握り 小塩ビ管	4.8 ± 0.02	5.9 ± 0.27	6.4 ± 0.06	3.7±0.23	3.5 ±0.21	3.2 ± 0.07	6.2 ± 0.14	6.9 ± 0.20
8. MP 関節屈曲位ひっかけ握り 小塩ビ管	4.9 ± 0.19	6.2 ± 0.16	7.6 ± 0.28	5.8 ± 0.26	4.3 ± 0.09	4.4 ± 0.05	7.2 ± 0.21	7.3 ± 0.19

（塩ビ管：塩化ビニール管）　（被検者は全て 20 歳代の健常女性 8 名で、利き手の右手で測定）

5）信頼性の検証

被検者は運動器疾患の経験を有さない 20 歳代の健康成人女性(リハビリテーション科職員)8名で, 右手(全て利き手)について測定した. 検者は当院勤務の作業療法士3名で経験年数は 17 年, 13 年, 7年であった. 3人の測定はそれぞれ1日以上の間隔を開けて行った, 毎回同じ測定を 3 回ずつ行い, 1回ごとに休憩を 30 秒間以上入れて行った. また, 被検者の握力もデジタル握力計(株式会社ツツミ製)にて測定し, 実測値の参考とした.

統計処理は, 得られた結果を SPSS Ver.21,0 J for Windows を使用し, それぞれのデータについては Shapiro-Wilk 検定を実施し正規性を確認した. 検者内信頼性と検者間信頼性について級内相関係数(ICC)を用いて検討した.

表2 信頼性の統計処理結果

1. 検者内信頼性

	級内相関係数 (ICC)	95% 信頼区間 下限	上限
① 指尖つまみ(針金)	0.94	0.80	0.99
② 指腹つまみ(鉛筆)	0.98	0.92	0.99
③ 側方つまみ(プラスチックカード)	0.99	0.96	1.00
④ 強い握り(中塩ビ管中)	0.98	0.95	1.00
⑤ 筒状握り(大塩ビ管大)	0.99	0.96	1.00
⑥ 球状握り(テニスボール)	0.99	0.98	1.00
⑦ MP 関節伸展位ひっかけ握り(塩ビ管小)	0.99	0.98	1.00
⑧ MP 関節屈曲位引っ掛け握り(塩ビ管小)	0.99	0.96	1.00

2. 検者間信頼性

	級内相関係数 (ICC)	95% 信頼区間 下限	上限
① 指尖つまみ(針金)	0.84	0.68	0.92
② 指腹つまみ(鉛筆)	0.77	0.53	0.90
③ 側方つまみ(プラスチックカード)	0.91	0.82	0.96
④ 強い握り(塩ビ管中)	0.84	0.68	0.93
⑤ 筒状握り(塩ビ管大)	0.60	0.24	0.81
⑥ 球状握り(テニスボール)	0.90	0.80	0.95
⑧ MP 関節屈曲位引っ掛け握り(塩ビ管小)	0.86	0.72	0.93

(塩ビ管:塩化ビニール管)

結果：信頼性検証では、検者内信頼性は ICC で 0.94 以上であり、Landis ら基準（文献2）で almost perfect であり高い値を示した。検者間信頼性では⑤筒状にぎり（塩ビ管大）が ICC で 0.60 の moderate、②指腹つまみ（鉛筆）が ICC で 0.77 の substantial であった。 それ以外の6項目は ICC が 0.84～0.91 と almost perfect であった。

考察：

① 今回の小型デジタルスケールでの測定法は，更に，ADL に必要なフォーク，皿，携帯電話などの把持力測定にも発展応用ができると考えられるし，鎌倉らの 14 のフォーム（文献３）での測定にも対応し得ると思われる．

② 今回測定したのは直接的な物品の把持力ではなく，把持した物が引き抜かれるのに対抗する最大把持筋力の間接的な把持力測定である．

③ 今回の計測で，つまみ方や握り方は同一でも使用した物品の形状，重量，表面摩擦力などで測定 値が大きく変わり得る．表１は参考値である．

④ 小型デジタルスケールによる牽引方向は，今回は測定しやすい水平方向としたが，実際の ADL では物品を下方に牽引するのが適切な場合もあり，物品の重量や取り付けた針金などの重量も考慮に入れるべき場合もある．下方牽引の場合は検者一人では測定がしにくい場合も起こり得るので，測定助手が必要となるかと思われる．

⑤ 今回，手の基本動作である３種類のつまみ動作と５種類の握り動作を，対応する物品を把持させて，それを小型デジタルスケールで牽引して把持力を間接的に測定した．統計学的検証では，検者内信頼性や検者間信頼性は良好であった．

⑥ 測定器具は安価であり，測定法も単純で短時間（1 回の測定時間は数分間程度）にできるので，臨床応用が可能ではないかと考える．将来，ADL で使用するその他の物品の把持力測定にも発展する可能性がある．

文献2. Landis JR，et al.：The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics. 33,159-174, 1997.
文献3. 鎌倉矩子、他編著：手を診る力をきたえる. pp 18-42，三輪書店 2013

6）Fugl-Meyer Assessment の hand の7動作

脳卒中の評価法の一つである Fugl-Meyer Assessment（文献4）の運動機能のテストには「hand の 7 動作」がある。これには、a 母指内転での小紙片把持, b 指先つまみの鉛筆把持, C 円筒状物体つまみ, d テニスボール握り の4種類の物品を把持させて, それを検者が手で引き抜くテストが含まれている。
しかしその判定基準は, 0, 1, 2 の3段階であり,

0：目的の動作ができない（不可）
1：軽度の引き抜きに抗することができない（部分的）
2：引き抜きに十分抗する（可能）

となっているが, 定量的には客観性が不十分だと考えられる。

小型デジタルスケールでの物品の把持力測定の研究は, この 4種類の物品の把持力を客観的に測定するのにも応用可能である（図3）.

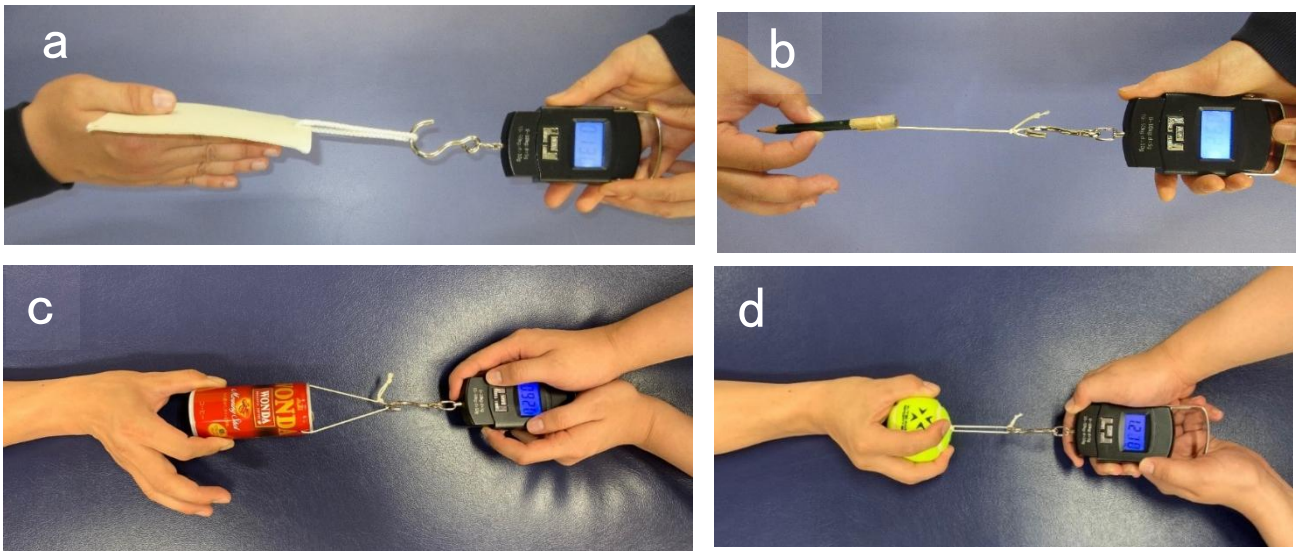


図3 Fugl-Meyer Assessment の運動機能のテスト「hand の 7 動作」の中にある4物品のつまみ、握り動作

a：小紙片把持　b：鉛筆把持　c：円筒状物体把持　d：テニスボール把持

文献4. Fugl-Meyer AR, et al：The post-stroke hemiplegic patient. Ⅰ. A method for examination of physical performance. Scand J Rehab Med 7：13-31, 1975

11　応用編の 4：小型デジタルスケールを用いた視覚フィードバックによる筋力訓練法の紹介

1）仮説と方法

患者が小型デジタルスケールに表示される自己の測定筋力の数値を視覚認識して、その数値を大きくするために最大努力をしながら筋力収縮訓練に励むことは効果的な筋力増強訓練になる。

① 患者の筋力低下がある関節で、小型デジタルスケールでの等尺性筋収縮の最大値を測り、記録する。
② 方法は、筋力測定の牽引紐にロープを繋ぎ、固定滑車を介して、サスペンション訓練装置や肋木などを利用して、小型デジタルスケールのフックに繋ぎ、この測定器具の数値表示部が患者の眼前に吊り下げる様に設定する（図参照）。
③ 患者は自身が小型デジタルスケールの表示数値を視認しながら、それを上回る数値を求めて力強く関節運動に一定時間努力する。
④ このような訓練を一定期間行った後に、この訓練法での結果を、上記 ① の方法で筋力を測定し記録する。 ①と④を比較検討し、効果を判断する。

2） 筋力訓練法の設定例

① 肘関節 屈曲筋のトレーニング

図 1
牽引紐にまる紐を繋ぎ、固定滑車を介して前方の金網に固定した小型デジタルスケールに繋ぐと、肘屈曲筋力の数値が直接患者に読み取れる。

② 肘関節 伸展筋のトレーニング

図 2
上部の金網から患者の正面に吊り下げた小型デジタルスケールのフックに肘関節伸展筋力測定用の牽引紐を掛けると数値が直接読み取れる。

③ 膝関節 屈曲筋のトレーニング

図 3
牽引紐にまる紐を繋ぎ、固定滑車を介して前方の金網に固定した小型デジタルスケールに繋ぐと、膝屈曲筋力の数値が直接患者に読み取れる。

④ 膝関節 伸展筋のトレーニング

図 4
牽引紐にまる紐を繋ぎ、固定滑車を介して前方の金網に固定した小型デジタルスケールに繋ぐと、膝伸展筋力の数値が直接患者に読み取れる。

3）臨床症例：右肘関節骨折

80 歳代女性。約 12 年前に交通外傷にて右肘挫滅創と尺骨骨折（観血的治療済み）を受傷。右肘関節の関節可動域制限と著しい筋力低下に対して外来にて継続的にリハビリテーションを実施してきた。最近は機能維持目的であったが、この度、新に視覚フィードバックによる筋力訓練法を採用して、その効果を小型デジタルスケールで検証したところ、一定の効果を認めた（図 5）。

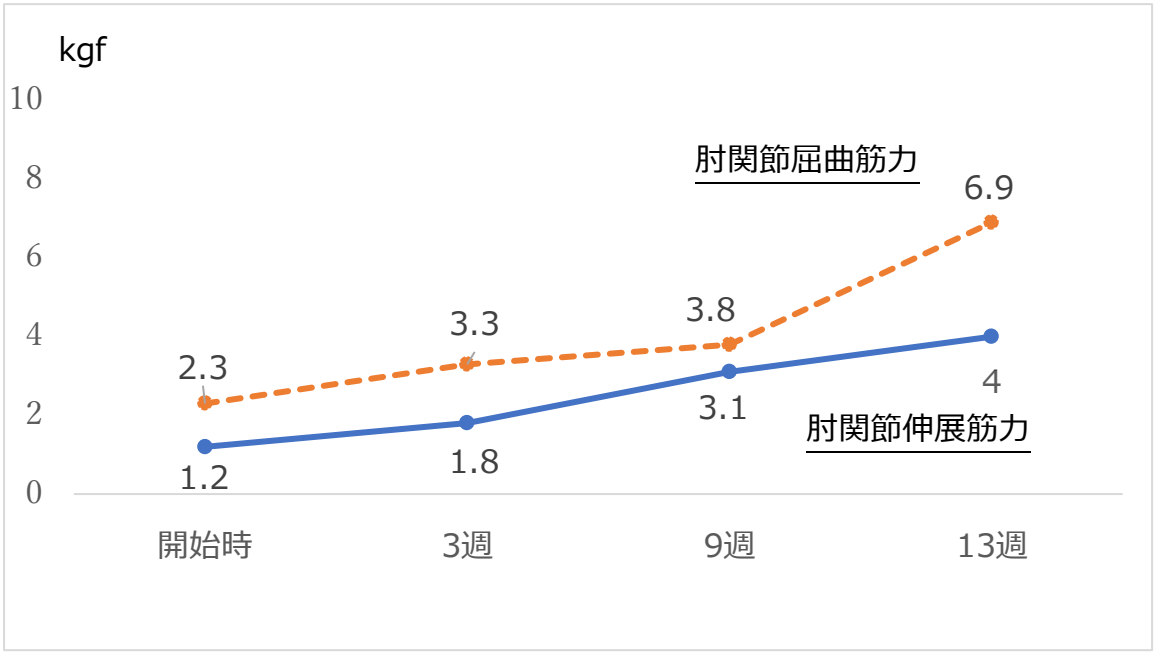


図 5. 小型デジタルスケールによる視覚フィードバック訓練の結果

編集後記

今回の著書は、著者らが所属する社会保険大牟田天領病院リハビリテーション科の筋力測定研究チームのメンバーの協力によるものが大きい。

ここに本書発行の機会に、著者3名以外の研究メンバーで現在の在籍者と、過去の在籍者を合わせての共同研究チームの氏名をここに記載させて頂き、協力に深く感謝する。

医師：山﨑裕子、坂田修治

理学療法士：島袋公史、坂口翔平、田村太輝、高田一希、塚本真未

作業療法士：宮本忠司、末藤優介、松葉幸典、宮村和寿，大石裕太、

横田実千華、

著者：平山史朗、松葉真一、渡邉英夫