

# 手指筋の短縮性収縮力と伸張性収縮力に関する研究

小 沢 教 子・藤 墳 規 明\*

## A Study of Finger Strength in Concentric and Eccentric Contractions

Noriko OZAWA and Noriaki FUJITSUKA\*

\* 名古屋工業大学

### 緒 言

人間の手は精密で巧妙な働きをもっている。その働きが人類の発展に大きく貢献してきたことは今更ここで述べるまでもないであろう。

人間の手と呼ばれる部分は、解剖学的には手関節すなわち橈骨手根関節より末梢の部分を経称するが、機能的な手を考える場合には手の機能を支えている前腕、上腕のみならず手の運動や知覚を支配する脊髄や脳なども考慮に入れねばならない。したがって手の機能をさぐることは、小脳および大脳の運動領野の機能の良否を探索する手がかりを得ることも可能と思われる。

一般に手指筋力については握力の測定がよく知られている。手の機能、特にその筋力についての従来の研究をみると運動選手を対象としたものには、短縮性収縮力、および伸張性収縮力の測定がある<sup>1)</sup>。しかし、一般成人については短縮性収縮力の測定のみである。そこで本研究では一般成人男女各 100 名を対象として、短縮性収縮力および伸張性収縮力について測定し分析を行なうと同時に運動選手との比較を試みた。

### 測 定 方 法

手の 5 本の指の動きについてみると、母指は屈曲、伸展、外・内転、対立運動をすることができ、他の 4 本の指は側屈、屈曲および伸展運動をする。したがって母指と他の 4 本の指は機能上異なった運動をする。そこで測定上の問題から第 I 指（母指）をのぞいた他の 4 本の指について、第 II 指（示指）、第 III 指（中指）、第 IV 指（環指）、第 V 指（小指）および II 指と III 指、III 指と IV 指、IV 指と V 指の組み合わせ、II III IV V 指の 4 本の組み合わせについて短縮性収縮力と伸張性収縮力を測定した。

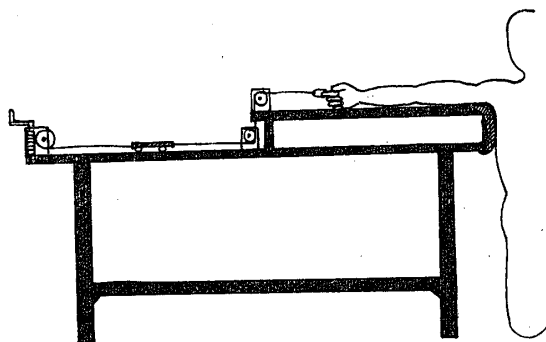


Fig. 1. The measuring apparatus

図 1 に示すごとく前腕と上腕および手の長軸が一直線になるような姿勢をとらせ、指の中指関節を伸展させ、指節間関節をほぼ 100~90 度に屈曲した状態から短縮性収縮と伸張性収縮の 2 種類の筋力を発揮させた。母指は伸展したままで示指の橈側に位置させ、1 本および 2 本の組み合わせの測定時には他の指は屈曲した状態にさせ、なるべく自然な屈曲運動ができる状態をとらせた。

測定装置は図1に示したごとく中指関節にフックを着装しワイヤーとふたつの滑車を介して握力計に接続し、末端は巻取り器に接続した。伸張性収縮の場合は巻取り器のワイヤーを等速で引張り、指が伸びきってしまうまで頑張らせた。

被験者には定期的なトレーニングに参加していない19~22歳の大学生男女各100名を選んだ。測定は隔日ごとに3回実施し、その平均値を測定値とした。

## 結果と考察

### 1) 短縮性収縮力について

Table 1. The finger strength in concentric contraction of male and female (kg)

finger	sex Hn	male		female	
		preferred hand	non preferred hand	preferred hand	non preferred hand
Ⅱ		14.8	12.5	8.2	7.2
Ⅲ		18.9	17.0	11.5	10.5
Ⅳ		12.9	12.0	8.4	7.5
Ⅴ		6.3	7.1	3.7	3.0
Ⅱ・Ⅲ		29.8	26.7	17.4	15.7
Ⅲ・Ⅳ		26.8	26.4	15.7	14.7
Ⅳ・Ⅴ		17.6	17.2	10.5	8.3
ⅡⅢⅣⅤ		43.0	39.7	25.3	23.2

注) Hn= handedness 各表共通

短縮性収縮力の測定結果を表1に示した。

各指を単独に測定した時の値は男子では利手、非利手ともⅢ指、Ⅱ指、Ⅳ指、Ⅴ指の順となり、女子では利手、非利手ともⅢ指、Ⅳ指、Ⅱ指、Ⅴ指の順となり、男女ともⅢ指が最大でⅤ指が最小の値を示した。また男子ではⅡ指がⅣ指よりも大きな値を示しているのに対して、女子ではⅡ指よりもⅣ指の方が大きな値を示している。

2本指の組み合わせでは男女ともⅡⅢ指、ⅢⅣ指、ⅣⅤ指の順となり左右の違いは認められなかった。

4本指の組み合わせでは、男子は利手 $\bar{x}$ =43.0kg、非利手 $\bar{x}$ =39.7kg、女子は利手 $\bar{x}$ =25.3kg、非利手 $\bar{x}$ =23.2kgとなり、男女とも利手は非利手の1.1倍の値を示した。

Table 2. The ratio of finger strength in concentric contraction (kg)

finger	sex Hn	male		female	
		preferred hand	non preferred hand	preferred hand	non preferred hand
$\Delta \text{Ⅱ} \cdot \text{Ⅲ} = \text{Ⅱ} + \text{Ⅲ} / \text{Ⅱ} \cdot \text{Ⅲ}$		1.13	1.10	1.13	1.13
$\Delta \text{Ⅲ} \cdot \text{Ⅳ} = \text{Ⅲ} + \text{Ⅳ} / \text{Ⅲ} \cdot \text{Ⅳ}$		1.18	1.19	1.27	1.22
$\Delta \text{Ⅳ} \cdot \text{Ⅴ} = \text{Ⅳ} + \text{Ⅴ} / \text{Ⅳ} \cdot \text{Ⅴ}$		1.09	1.12	1.15	1.27
$\Delta \text{Ⅱ} \cdot \text{Ⅲ} \cdot \text{Ⅳ} \cdot \text{Ⅴ} = \text{Ⅱ} + \text{Ⅲ} + \text{Ⅳ} + \text{Ⅴ} / \text{Ⅱ} \cdot \text{Ⅲ} \cdot \text{Ⅳ} \cdot \text{Ⅴ}$		1.23	1.23	1.26	1.22

(b) 各指1本ずつの測定値を加算した値と2本ずつの組み合わせおよび4本の組み合わせの測定値についてみると、表2に示したごとく各指の測定値を加算した値は、2本および4本の組み合わせの測定値よりも常に大きな値を示し、男子の場合には1.1~1.2倍、女子は1.1~1.3倍の値であった。この点から単独の短縮性収縮力には機能上のオーバーラップの存在が考えられる。オーバーラップの存在については石河<sup>2)</sup>の研究があり、その補正の方法を示している。そこでこの方法に基づいてオーバーラップの値を除いた短縮性収縮力を算出してみると表3のようになる。男女とも利手、非利手の指の順位はⅢ指、Ⅱ指、Ⅳ指、Ⅴ指の順となり、Ⅲ指の短縮性収縮力が最も大きく、Ⅴ指が最小となることがわかった。

Table 3. The finger strength that was corrected in concentric contraction.

finger \ sex	Hn	male		female	
		preferred hand	non preferred hand	preferred hand	non preferred hand
Ⅱ'		12.9	11.1	7.1	7.1
Ⅲ'		14.5	13.3	8.1	7.9
Ⅳ'		9.7	8.1	5.3	5.2
Ⅴ'		5.5	5.3	2.9	2.4

sexdis=sex    aunit=kg

次にオーバーラップの割合（オーバーラップの割合 =  $\frac{\text{補正した値}}{\text{測定値}} \times 100$ ）をみると表4のような

Table 4. The percentage of overlap in concentric contraction.

finger \ sex	Hn	male		female	
		preferred hand	non preferred hand	preferred hand	non preferred hand
Ⅱ		13	12	13	1
Ⅲ		23	22	30	25
Ⅳ		25	34	37	31
Ⅴ		15	31	22	20

結果になり、Ⅱ指のオーバーラップの割合が男女とも最小でⅣ指が最高となっている。これはⅡ指の機能上の独立性が勝れていることを示し、Ⅳ指が最も劣ることを示すものと考えられる。この点に関して運動選手について浅見<sup>1)</sup>等が行なった結果と比較してみると、割合の示す順位はほぼ本研究結果と同じであった。しかし、割合の値は一般成人よりも運動選手の方が大きくなっている。

次に女子に対する男子の測定値の比をみると表5のようになり、利手はほぼ1.7倍の値を示し、非利手は1.9倍の値を示している。その比率は利手の方が非利手よりも小さくなっている。補正した値の比率をみると利手の方が非利手よりも大きくなっている。このことは男女の各指のオーバーラップの割合に差があることを示していると考えられる。

利手の非利手に対する比率をみると表6のようになる。この結果から男女とも測定した値および補正した値の比率はほぼ1.1倍となり、利手の非利手に対する優位は指の単独、組み合わせおよび男女のちがいにおいて差は認められなかった。

Table 5. The ratio of finger strength in concentric contraction between male and female

finger,	sex	male	female
	II		1.80
III		1.64	1.62
IV		1.54	1.63
V		1.70	2.37
mean		1.67	1.84
II III		1.14	1.70
III IV		1.71	1.80
IV V		1.68	2.07
mean		1.15	1.86
II III IV V		1.70	1.71
correction value			
II'		1.18	1.56
III'		1.76	1.66
IV'		1.85	1.54
V'		1.93	2.21
mean		1.84	1.74

Table 6. The ratio of finger in concentric contraction between preferred hand and non preferred hand

finger	sex	male	female
	II		1.18
III		1.11	1.10
IV		1.08	1.12
V		0.89	1.23
mean		1.07	1.15
II III		1.12	1.11
III IV		1.02	1.07
IV V		1.02	1.27
mean		1.05	1.15
II III IV V		1.08	1.09
correction value			
II'		1.16	1.00
III'		1.09	1.02
IV'		1.19	1.02
V'		1.00	1.21
mean		1.11	1.06

2) 伸張性収縮について

Table 7. The finger strength in eccentric contraction of male and female (kg)

finger	sex	male		female	
		preferred hand	non preferred hand	preferred hand	non preferred hand
	II		21.6	20.9	13.3
III		26.9	24.9	15.6	15.0
IV		22.9	21.6	13.8	13.0
V		14.6	14.3	8.9	8.8
II · III		38.8	33.9	25.4	24.9
III · IV		37.6	35.9	25.2	24.6
IV · V		30.4	29.3	21.8	20.4
II III IV V		63.2	59.5	36.2	34.4

(a) 伸縮性収縮力の測定結果を表7に示した。この結果、各指1本ずつの伸張性収縮力は男子についてみると、利手、非利手ともⅢ指、Ⅳ指、Ⅱ指、Ⅴ指の順となり、2本ずつの組み合わせ

せによる伸張性収縮力は利手ではⅡⅢ指, ⅢⅣ指, ⅣⅤ指となり, 非利手ではⅢⅣ指, ⅡⅢ指, ⅣⅤ指の順で利手と非利手の順位にちがいがみられた。

4本の組み合わせでは利手  $\bar{x}=63.2\text{kg}$ , 非利手  $\bar{x}=59.5\text{kg}$  で利手は非利手の1.1倍の値であった。

女子についてみると利手, 非利手とも1本ずつの伸張性収縮力の大きさの順位はⅢ指, Ⅱ指, Ⅳ指, Ⅴ指の順で, 2本ずつの組み合わせでは利手, 非利手ともⅡⅢ指, ⅡⅣ指, ⅣⅤ指の順であった。4本の組み合わせでは利手  $\bar{x}=36.2\text{kg}$ , 非利手  $\bar{x}=34.4\text{kg}$  で利手は非利手の1.1倍の値であった。

(b) 各指1本ずつの測定値を加算した値と, 2本ずつの組み合わせおよび4本の組み合わせの測定値についてみると表8に示すごとく, 各指の測定値を加算した値は, 2本および4本の組

Table 8. The ratio of finger strength in eccentric contraction

finger	sex Hn	male		female	
		preferred hand	non preferred hand	preferred hand	non preferred hand
$\Delta \text{II} \cdot \text{III} = \text{II} + \text{III} / \text{II III}$		1.25	1.35	1.14	1.10
$\Delta \text{III} \cdot \text{IV} = \text{III} + \text{IV} / \text{III IV}$		1.32	1.29	1.17	1.14
$\Delta \text{IV} \cdot \text{V} = \text{IV} + \text{V} / \text{IV V}$		1.23	1.20	1.04	1.07
$\Delta \text{II III IV V} = \text{II} + \text{III} + \text{IV} + \text{V} / \text{II III IV V}$		1.36	1.37	1.45	1.43

み合わせの測定値よりも常に大きな値を示しており, 男子では1.2~1.4倍の値となり, 女子は1.1~1.4倍の値である。しかし男子に比して女子の2本ずつの組み合わせでの比率はいく分小さくなっており, 4本の組み合わせにおいてはその逆の傾向を示している。

1本ずつ測定した値を加算したときには, 2本および4本の組み合わせについて測定した値よりも常に大きいという結果を得たことについて考えてみると, 短縮性収縮力のところで考察したと同様の現象, すなわち指の機能上のオーバーラップが存在するものと考えられる。そこで短縮性収縮力の補正と同様の方法に基づいて, 伸張性収縮力の補正した値を求めてみた。その結果を表9に示した。この結果から男子の場合は, 利手, 非利手ともⅡ指, Ⅲ指, Ⅳ指, Ⅴ

Table 9. The strength that was corrected in eccentric contraction (kg)

finger	sex Hn	male		female	
		preferred hand	non preferred hand	preferred hand	non preferred hand
Ⅱ'		16.8	15.0	11.6	11.2
Ⅲ'		16.0	13.7	11.8	12.1
Ⅳ'		13.3	12.7	11.3	10.6
Ⅴ'		11.1	11.0	8.5	8.1

指の順となり, 女子の場合では利手, 非利手ともⅢ指, Ⅱ指, Ⅳ指, Ⅴ指の順となり, 男女にちがいが認められた。

男子の女子に対する比率についてみると, 測定値においては利手, 非利手とも1.4~1.7倍の値で男子が優位である。補正した値についてみると, 男子は女子に勝るがその比率は測定値

Table 10. The ratio of finger strength in eccentric contraction between male and female

sex		preferred hand	non preferred hand
finger			
II		1.62	1.69
III		1.72	1.66
IV		1.66	1.66
V		1.65	1.63
mean		1.66	1.66
II	III	1.53	1.36
III	IV	1.49	1.46
IV	V	1.40	1.40
mean		1.47	1.41
II III IV V		1.75	1.73
correction value			
II'		1.45	1.34
III'		1.36	1.13
IV'		1.18	1.20
V'		1.31	1.36
mean		1.33	1.26

の比よりも少なく、利手、非利手とも1.3の比率を示している。これは短縮性収縮力においてもみられた現象である。したがって前述したように男子は女子に比して各指の機能上の独立性が乏しいのではないかと考えられる。

次に各指のオーバーラップの割合を算出してみると表11のようになる。この結果、男子は利

Table 11. The percentage of overlap in eccentric contraction

finger	sex	male		female	
	Hn	preferred hand	non preferred hand	preferred hand	non preferred hand
II		22	28	13	1
III		41	45	24	19
IV		42	41	18	18
V		24	23	5	8

手、非利手ともII指のオーバーラップの割合が最も少なく、女子においても男子とほぼ同じ結果となっている。このことはII指の機能上の独立性が高いことを示している。

次に利手の非利手に対する比率をみると表12のようになり、その比率は男女ともほぼ1.1倍で短縮性収縮力の結果と類似していた。

男女の差についてその比率を考えてみると、利手、非利手とも1本ずつの測定値および組み

Table 12. The ratio of finger strength in eccentric contraction between preferred hand and non preferred hand

finger \ sex	male	female
II	1.03	1.07
III	1.08	1.04
IV	1.06	1.06
V	1.02	1.01
mean	1.05	1.05
II III	1.14	1.02
III IV	1.05	1.05
IV V	1.04	1.07
mean	1.08	1.05
II III IV V	1.06	1.05
correction value		
II'	1.12	1.04
III'	1.17	0.92
IV'	1.05	1.07
V'	1.01	1.05
mean	1.09	1.02

合わせの測定値の比率はほぼ1.1倍で、常に男子が優位であった。しかし短縮性収縮力にみられたような大きな差は発見できなかった。短縮性収縮力の男女の比は1.7~1.8倍で男子が優位であったのと比べると、伸張性収縮力における男子の優位は低い。このことは女子の短縮性収縮の発揮能力が伸張性収縮の発揮能力よりも劣っているものと考えられる。

### 3) 短縮性収縮力と伸張性収縮力の比較

短縮性収縮力の伸張性収縮力に対する比率をみると表13のようになり、男女の利手、非利手とも伸張性収縮力は短縮性収縮力のほぼ1.4~2倍の値を示した。この結果は運動選手<sup>1)</sup>について報告されたものとはほぼ同じである。しかし、V指の比率が男女とも2倍を越える値となっている点についてはさらに詳細な研究が必要である。

男子に比して女子の比率が補正した値において高い値を示しているが、短縮性収縮力、伸張性収縮力の分析の中で明らかにした短縮性収縮力の発揮が、伸張性収縮力の発揮に比して劣っていることを裏づけるものと考えられる。また、利手と非利手の比較をしてみると利手の方がわずかに高い比率を示しているが、その差は小さく、利手と非利手に差があるとは考えがたい。

運動選手<sup>1)</sup>の4本の組み合わせの収縮力を測定した従来の結果と比較すると表14のようになる。この結果本研究の測定値は運動選手よりも小さく、短縮性収縮力の伸張性収縮力に対する比率も同様に小さくなっている。これは短縮性と伸張性の収縮能力が同一トレーニングによる

効果の程度がちがうために生じたものか、または、トレーニングの質が片偏っているために生じたもののいずれであるかは、この研究からは明らかにすることができず今後の問題として残った。

Table 13. The ratio of finger strength in concentric contraction and eccentric contractions

finger	sex	male		female	
	Hn	preferred hand	non preferred hand	preferred hand	non preferred hand
II		1.78	1.67	1.62	1.72
III		1.42	1.46	1.36	1.42
IV		1.77	1.77	1.64	1.73
V		2.35	2.34	2.35	2.93
mean		1.83	1.73	1.74	1.95
II III		1.30	1.27	1.46	1.61
III IV		1.40	1.36	1.60	1.67
IV V		1.73	1.69	2.07	2.46
II III IV V		1.47	1.50	1.43	1.21
correction value					
II'		1.29	1.34	1.61	1.56
III'		1.10	1.03	1.42	1.51
IV'		1.36	1.60	2.13	2.04
V'		2.00	2.08	2.93	3.38
mean		1.44	1.51	2.02	2.12

Table 14. The comparison in concentric and eccentric contractions between trained and untrained (kg)

sub item	athletes	judoists	sportswomen	male	female
concentric	57.1	56.0	41.6	36.2	25.3
eccentric	97.8	98.1	64.9	63.2	36.2
ratio	1.71	1.75	1.56	1.47	1.43

## ま と め

指の短縮性収縮力と伸張性収縮力について

一般成人男女各 100 名を被験者として測定し分析した結果、以下のことが明らかになった。

- (1) 指の機能上の独立性は男女とも II 指が最も高かった。
- (2) 最高指力の発揮は、男子では短縮性収縮力および伸張性収縮力とも II 指、III 指、IV 指、V 指の順となり、女子では短縮性収縮力の大きさの順位は男子と同じであるが、伸張性収縮力



ではⅢ指, Ⅱ指, Ⅳ指, Ⅴ指の順であった。

- (3) 利手, 非利手の短縮性収縮力と伸張性収縮力の差は, 男女とも利手の方が非利手よりも10%増であった。また, 短縮性収縮力に対する伸張性収縮力の値は1.5~2倍であった。
- (4) 運動選手について測定された結果と一般成人を比較した結果では, 男女とも各指の短縮性収縮力と伸張性収縮力のオーバーラップの割合は, 運動選手の方が大きく, 短縮性収縮力の伸張性に対する比率も大きかった。

#### 参 考 文 献

- 1) 浅見, 佐藤, 米田: 指力の分析 東京教育大学スポーツ研究所報, No. 7, p. 32~46 (1969)
- 2) 石河利寛: 握力に関する研究(Ⅲ) 体育学研究, 第1巻7号, p. 430~435 (1953)
- 3) 小野, 荻野, 本間: 能動握力と受動握力について, 体力科学, 第13巻1号, p. 35~38
- 4) 増田, 遠藤: 小指屈曲力の特性 体力研究, No. 5, p. 55~64 (1966)