Kinesiological Analysis of Fine Finger Activities in the Activities of Daily Living with Finger Strain-gauge System. (Part II); Feeding Activities and Scissoring Activities

by

Kumiko TERAYAMA

from

Tokyo Metropolitan Rehabilitation Center for the Physically and Mentally Handicapped.

It was reported by the author that a system named "ADL finger strain-gauge system" is useful for kinesiological analysis of fine finger activities included in usual ADL items and that this system was used for analysis of writing activities. At that study, several results were obtained about handwriting activities.

Similar study were also obtained in feeding and scissoring activities.

The study of feeding activities revealed that ;

1. The pressure between each of 3 fingers and the tea-spoon is 51g on an average.
2. This pressure is about 1/1000 of total hand pressure, 1/200 of pinch-pressure between the thumb and index finger, 1/5 of total writing pressure, and 1/2.5 of finger-pressure during handwriting.
3. Minimum pressure for spooning is about 23 g on an average.
4. Maximum pressure for spooning is about 100 g on an average.
5. Chop-stick activities was also investigated, but the present method of investigation was found inadequate for this purpose.
6. and some others.

In the study of scissoring activities, western type scissors and Japanese ones were compared and similar results with those of feeding activities were obtained.

ADL 手指圧力素子装置による机上 ADL の 分析について (その 2)

——スプーン動作、箸動作、ハサミ動作について——

寺 山 久 美 子*

I. はじめに

机上 ADL における手指にかかる圧を測定する装置として、著者は“ADL 手指圧力素子装置”を試作したが、これは若干の問題点はあるが、机上 ADL について的手指圧測定用として臨床的に使用可能であると考えられた。またこの装置を母、示、中指の3指に貼り、書字動作を行ない、ひらがな、カタカナ、アルファベットの文字差および鉛筆、ボールペン、サインペン、万年筆の筆記具差による、各指にかかる圧力の変化から母、示、中指の機能分析を試みた。これらの結果については前回報告したとおりである。

今回は机上 ADE のうち、食事動作として箸およびスプーン動作をとりあげ、またハサミ動作として和・洋ハサミ動作をとりあげ、前回と同様の方法で機能解析を行なった。

II. スプーン動作の分析実験

1. 研究目的

スプーン動作中、母、示、中指はスプーンにどのような圧をかけているか、ADL 手指圧力素子装置を用いて分析する。

2. 研究対象

非事務系技術職員 正常男子 8 名 (25~40 名)、手についての既往歴のない右利きの者。

3. 研究方法

a) とり上げたスプーン動作：スプーン動作には、いわゆる回外位での“ペンホルダー型”と回内位での“シェークハンド型”がある。今回は通

常多い“ペンホルダー型”とした。スプーンですくい上げる物体は様々であり、それに応じ各指にかかる圧も変化すると推定される。スプーン動作は、イ)物体までスプーンをもっていく、ロ)すくう、ハ)口へ、ニ)口からもとへ戻すに分かれる。今回はロ)のすくい上げるを中心にとりあげ、食物を対象とせずイ)のプロセスを除いた。①深皿に入った水を 6 cc のティースプーンですくいコップに移す動作を 20 回、②深皿に入ったねんど玉 (直径 1 cm²、粘性は、表面を乾かしたのでない)をコップに移す動作を 30 回。

b) 装置および用具：机と椅子、ADL 手指圧力素子装置 3 個 (母指用、示指用、中指用)、接着剤、エチルアルコール (99%)、ベンジン、脱脂綿、ハサミ、ビニールテープ、マジックペン、コップ 1 個、火、深皿 1、スプーン 1 (6 cc)、粘土玉 (2 g) 30 個、動歪測定器 (8 チャンネル新興通信 KK 製 型 DS 6/R Y 型)、記録装置 (インク書きオシログラフ、日本光電 KK)。

c) 実験手順：①机の前に被験者を腰かけさせる。まず圧力素子装置をつけない状態でスプーンを持たせ、その状態を観察する (スプーンの持ちかた、圧のかけかたなど)、②手指でのスプーンの圧がかかる面を見定め、マジックインキで印をつける、③ADL 手指圧力素子装置を母、示、中指のそれぞれの印のついた面に貼りつける、④この装置をつけた状態に慣れてもらうため、しばらくの間動作を続けてもらう、⑤動歪圧力測定および記録装置を調整し、つぎの 2 点について記録にする。

(1) 深皿に入った水 20 杯をコップに移す動作のさいに手指のそれぞれ (母、示、中指) にかか

* 都立心身障害者福祉センター

図 1 a スプーン動作（粘土玉30個を移しかえる）における記録の1例（1 cm=1,000 strain=132 g）中指で圧波形が逆になっているのは配線が逆になったため

図 1 b スプーン動作（水20杯を移しかえる）における記録の1例（1 cm=1,000 strain=132 g）中指で圧波形が逆になっているのは配線が逆になったため

る圧の変化。

(2) 深皿に入った2gの粘土玉30個をコップに移す動作のさいの各手指のそれぞれ（母、示、中指）にかかる圧の変化。

なお、(1)(2)の動作ともスピードは1秒間に1回の動作になるよう指示する。

4. 研究結果および考察

前記2つのスプーン動作の場合の各手指にかかる圧の1例を図1に掲載する。

① 各指の圧力面にかかる力について；表1に示す。所定の動作時に各手指にかかる圧は、母指38~95 g、示指15~107 g、中指16~138、全体としては15~138 gまでの荷重である。「平均51 gの圧を各手指にかけて、スプーンで水（6 cc）や粘土玉（2 g）をすくっている」、これは書字動作と比較すると、書字はスプーンの2.5倍である。これは把持物体の差というよりは、200 g~250 gの出力を「筆圧」として出さなくてはならない書字動作と、2~6 gの物体をすくうスプーン動作の差といえよう（スプーンは筆記具のどれよりも重い）。

握力：ピンチ力：筆圧：書字動作における圧：スプーン動作=50,000 g：10,000 g：250 g：130 g：50 g $\div$ 1,000：200：5：2.5：1。以上より握力の約1/1000、ピンチ力の1/200、筆圧の1/50、書字の1/2.5の圧がスプーン動作といえる。

つぎに、粘土玉（2 g）と水（6 cc）では各手指にかかる平均圧に差がないか検定を行なった。

② 母指について

粘土玉 $\bar{x}=64.0$ 、不偏分散 $Ux^2=40.5^2\div 1600$

表 1 各手指にかかる圧—スプーン動作の平均値（単位 g）

	母 指	示 指	中 指
(1) 6 g の粘土玉30個を移す	64.0	22.0	44.8
(2) 6 cc の水 20 杯を移す	48.3	53.0	69.0
(1), (2)の平均	56.2	37.5	56.9

水 $\bar{y}=48.3$ 、 $Uy^2=48.3^2\div 2304$

$Fs=\frac{Uy^2}{Ux^2}=\frac{2304}{1600}\div 1.44$

$F_3^2(0.05)=9.28$ であるので $Pr\{F>Fs\}>5\%$

となる。ゆえに 母指における 粘土玉と水 20 杯のスプーン動作の平均圧の間に差があるとは認めがたい。

③ 示指について

粘土玉 $\bar{x}=22.0$ 、 $Ux^2=11.9^2\div 144$

水 $\bar{y}=50.1$ 、 $Uy^2=50.1^2\div 2500$

$Fs=\frac{2500}{144}\div 17.4$

$F_3^2(0.05)=9.28$ であるので $Pr\{F>Fs\}<5\%$

となる。ゆえに 示指における、粘土玉と水 20 杯のスプーン動作の平均圧間に差があるといえる。水 20 杯の方が粘土玉より示指にかかる圧は重い。

④ 中指について

粘土玉 $\bar{x}=44.8$ 、 $Ux^2=44.8^2\div 2025$

水 $\bar{y}=69.0$ 、 $Uy^2=69^2\div 4761$

$Fs=\frac{4761}{2025}\div 2.3$

表 2 最小圧, 最大圧—スプーン動作 (単位 g)

最小圧	母 指	示 指	中 指
2 g の粘土玉30個 を移す	32	13	18
6 cc の水 20 杯を 移す	32	25	40
最大圧	母 指	示 指	中 指
2 g の粘土玉 130 個を移す	152	64	94
6 cc の水 20 杯を 移す	80	94	112

図 2 切りぬく不定形

$F_3^3(0.05)=9.28$ であるので $\Pr\{F>F_s\}>5\%$ となる. ゆえに中指における, 粘土玉と水 20 杯のスプーン動作の平均圧の間に差があるとはいいがたい.

以上のことから同じスプーン動作における 2 g と 6 g の物体をすくう差は示指にするといえる. 書字動作における示指の, 最小圧での文字や筆記具による影響を考え合わせ, “ペンホルダー型”の把持による示指の役割の大きさを認める.

① 波形特徴について; 書字動作に比し, 振幅小さくサイクルの大きい波である. スプーン動作は書字に比し, 巧緻性を要しない, 力も少なくてすむ動作といえよう. 1 c/s の波が一般的である.

② 最小圧, 最大圧について; 表 2 に示す. 最小圧では 13~40 g, 平均 23 g の力が加わり, 数字と同様の傾向を示す. 最大圧では各手指に 64~152 g, 平均 100 g の圧が加わっている. これは

図 3 洋バサミにおける圧力面

図 4 和バサミにおける圧力面

書字より約 50 g 少ない.

4. 結 論

スプーン動作の圧力分析でつぎのことがわかった.

- (i) 各指にかかる平均圧は 51 g である.
- (ii) 握力の 1/1000, ピンチ力の 1/200, 筆圧の 1/5, 書字動作の 1/2, 5 がスプーン動作時の各手指にかかる圧である.
- (iii) スプーン動作は書字に比し, 力と巧緻性を要しない動作であることが圧波形からわかる.
- (iv) 6 cc の水と 2 g の粘土玉をすくい上げる差は示指にある.
- (v) スプーン動作の最小圧は 23 g 前後で, 書字動作と同傾向を示す.

図 5 a 洋バサミ動作における圧波形の 1 例
(1 cm=1,000 strain=132 g)

(vi) 最大圧は 100 g で、書字動作より 50 g 少ない。

III. ハサミ動作の分析実験

ハサミ動作中、母、示、中指は、どのような圧をハサミにかけているか、ADL 手指圧力素子装置により分析する。

1. 研究対象

スプーン動作の分析実験に同じ

2. 研究方法

a) とりあげたハサミ動作：洋バサミと和バサミについて行なう。和バサミは 38.0 g (長さ 14 cm)、洋バサミは 57.5 g (長さ 18 cm) を使用した。また作業としては図 2 の不定形を切り抜くこととした。

b) 装置および用具：机と椅子、ADL 手指圧力素子装置 (洋バサミは図 3 の面に 3 個、和バサミでは図 4 の面に 2 個貼布した)、接着剤、エチルアルコール (99%)、ベンジン、脱脂綿、ハサミ、ビニールテープ、マジックペン、不定形を描いた西洋紙、洋バサミ、和バサミ、動歪測定器 (8 チャンネル新興通信 KK 製 DS 6/R Y 型)、記録装置 (インク書オシログラフ日本光電 KK)。

c) 実験手順：① 不定形を洋バサミで切り抜き、そのさいに各手指にかかる圧変化を記録する。② 不定形を和バサミで切り抜き、そのさいに各手指にかかる圧変化を記録する。なお、事前に素子装置を手指に貼布し、しばらくの間この状態に慣れてもらうために動作を続けてもらうことはスプーン動作に同じである。

3. 研究結果および考察

前記 2 つのハサミ動作時の各手指にかかる圧波形の 1 例を図 5 に示す。

a) 各指の圧力面にかかる力について：表 3 に

図 5 b 和バサミ動作における圧波形の 1 例
(1 cm=1,000 strain=132 g)

表 3 各手指にかかる圧—ハサミ動作 (単位 g)

	母 指	示 指	中 指
洋バサミ	103.0	127.0	144
和バサミ	127.8	158.5	
洋・和バサミの平均	115.4	142.8	

示す。所定のハサミ動作時にかかる圧は、母指では、洋バサミで 83~151 g (平均 103 g)、和バサミで 81~157 g (平均 128 g)、示指では、洋バサミで 79~210 g (平均 127 g)、和バサミで 42~258 g (平均 159 g)、中指では、洋バサミで 43~225 g (平均 144 g) の結果を得た。

グラフからは、母指、示指について、和バサミの方が洋バサミより圧力をかけているようであるが、検定を行なってみた。

④ 母指について

洋バサミ $\bar{x}=103$, 不偏分散 $Ux^2=115^2=13225$

和バサミ $\bar{y}=128$ 不偏分散 $Uy^2=99^2=9801$

$$Fs = \frac{Ux^2}{Uy^2} \div 1.4$$

$F_3^3(0.05)=9.28$ であるので、 $\Pr\{F>Fs\}>5\%$ となる。ゆえに母指における、洋バサミと和バサミの動作の間に圧の差があるとはみとめがたい。

⑤ 示指について

洋バサミ $\bar{x}=127$ $Ux^2=65^2=4225$

和バサミ $\bar{y}=159$, $Uy^2=158^2=24964$

$$Fs = \frac{Uy^2}{Ux^2} \div 5.9$$

$F_3^3(0.05)=9.28$ であるので $\Pr\{F>Fs\}>5\%$ となる。ゆえに示指における洋バサミと和バサミの動作の間に差があるとは認めがたい。

以上から、ハサミ動作において、母、示指にかかる圧は 42~258 g, 平均 129 g であり、洋バサ

表 4 最小圧，最大圧—ハサミ動作（単位 g）

最 小 圧	母 指	示 指	中 指
洋バサミ	8	51	14
和バサミ	15	48	
最 大 圧	母 指	示 指	中 指
洋バサミ	228	188	168
和バサミ	213	190	

ミにおける中指にかかる圧は 43~225 g，平均 144 g である。これはほぼ書字動作における平均値と一致する。

また握力などとの比較においては，握力：ピンチ力：筆圧：書字：スプーン：ハサミ動作＝50,000：10,000：25：130：50：129÷384：77：2：1：0.4：1。以上より握力の約 1/400，ピンチ力の約 1/80，筆圧の 1/2，書字の約 1 倍，スプーンの 2.6 倍の圧を母，示指にかけながら，正常人（男子）はハサミ動作で不定形を切り抜いているということが出来る。

b) 波形特徴について：平均圧は，ほぼ書字に一致するが，周期性はよりゆったりしている。また洋バサミに比し和バサミでは，動作時の圧が常に入った状態で振幅が小さいのは，和バサミが Napier⁴⁾ の power，洋バサミが precision という把握パターンのちがいからきていると思われる。

c) 最小圧最大圧について：表 4 に示す。最小圧では 8~51 g，平均 27 g 圧が保持として加わり，最大圧では母，示指，188~228 g，平均 205 g でほぼ書字と一致している。

ハサミ動作と書字動作の差は平均圧，最大最小圧からは判然としない。書字はリズムカルな波がほぼ同じ振幅で続く点で円滑を欠くハサミ動作と区別される。

4. 結 論

ハサミ動作を，ADL 手指圧力素子装置で分析し，つぎのことがわかった。

① 母指にかかる圧は平均 129 g，洋バサミにおける中指にかかる圧は平均 144 g で，書字動作に一致する。

② 握力の 1/400，ピンチ力の 1/80，筆圧の 1/2 書字動作の 1 倍，スプーンの 2.6 倍の圧がハサミ

動作時，母，示指にかかる。

③ 和，洋バサミとも平均圧では差がない。

④ 最小圧 27 g，最大圧 205 g で書字動作と一致する。

⑤ 洋バサミは precision，和バサミ power と把持パターンが違い，この点で波形に違いがでる。

IV. 箸動作についての小考察

試作した ADL 手指圧力素子装置を貼布しての箸動作は不可能であった。箸動作は微妙であり，2.2 mm の厚みが増加すると，操作困難になることがわかって，今後この研究のための薄い装置がのぞまれる。

V. おわりに

机上 ADL は書字，食事，ハサミとここでとりあげた他にも種々存在する。上肢障害者では，種々な程度にこの ADL が疎外される。障害者の ADL 自立の基礎研究として，この結果を今後臨床の場に役立てていきたい。

ご指導いただいた東大医学部整形外科教授津山直一先生，都立心身障害者福祉センター所長原田政美先生，同次長今村哲夫先生に深謝の意を表します。

文 献

- 1) Etskov, B. : De Motibus Motoribusque Pollicis Humani. Copenhagen, 1970.
- 2) Schlesinger, G. : Der mechanische Aufbau der kunstlichen Glieder. In Ersatzglieder und Arbeitschilfen. J. Springer, Berlin, 1919.
- 3) Brunnstrom, S. : Clinical Kinesiology. 臨床運動学（田口他訳），医歯薬，1970.
- 4) Napier, J. R. : The prehensile movements of the human hand. J.B.J.S., 38-B : 902, 1956.
- 5) Landsmeer, J.M.F. : Power Grip and Precision Handling. Acta Rheum., 21 : 164, 1962.
- 6) 佐田登志夫・他：組立て作業における手の機能解析。バイオメカニズム・シンポジウム（人工の手研究会），1970.
- 7) 坪内和夫：人間工学，日刊工業新聞社，昭和 36 年。
- 8) 標準一般職業適性検査，日本職業指導協会。
- 9) タワー法，能力評価の指標，日本肢体不自由児協会刊，昭 44.
- 10) 上肢機能テスト表，東京都心身障害者福祉センター（肢体不自由科），昭 44.
- 11) Rusk, H. A. : Rehabilitation Medicine (2nd edition), The C. V. Mosby Co., 1964.
- 12) Santa Clara County Health Department. Activities of Daily Living Chart.

- 13) ADL テスト表, 東京都心身障害者福祉センター (肢体不自由科).
- 14) Duchenne : Physiology of Motion (E.B.Kaplan 訳), Saunders Co., 1959.
- 15) Bunnell, H. B. : Surgery of the hand (4th ed.) Lippincott, 1964.
- 16) Kaplan, E. B. : Functional and Surgical Anatomy of the hand. Lippincott (2nd ed), 1965.
- 17) Landsmeer, J. M. F. : Anatomical and functional investigations on the articulation of the human fingers. Acta Anatomica (Suppl.), 24, 1955.
- 18) Stack, H. G. : Muscle Function in the Fingers. J.B.J.S., 44-B : 4, 899, 1962.
- 19) Napier, J. R. : The form and function of the carpometacarpal joint of the thumb. Anatomy, 89 : 362, 1952.
- 20) Napier, J. R. : The attachment and function of the abductor pollicis brevis. Anatomy, 86 : 335, 1949.
- 21) McFarland, R. M. : Observations on the functional anatomy of the intrinsic muscle of the thumb. J.B.J.S., 44-A : 1073, 1962.
- 22) 田島達也 : 手の機能解剖学. 外科治療, 7 : 501, 昭 37.
- 23) 田島達也 : 手の機能解剖学の研究 (1報). 整形外科, 15 : 814, 1964.
- 24) 田島達也 : 手の機能解剖学の研究 (2報). 整形外科, 16 : 831, 1965.
- 25) 田島達也 : 手の機能解剖学の研究. 整形外科, 18 : 267, 1967.
- 26) Long, C. : An electromyographic study of the extrinsic-intrinsic kinesiography of the hand (Preliminary Report). Arch. of Physical Medicine and Reh., May., 175, 1960.
- 27) Long, C. : Electromyographic kinesiography of the hand (Part II). Arch. Ph. M. & Reh., Aug., 559, 1961.
- 28) Long, C. : Electromyographic kinesiography of the hand (Part III), Arch. Ph. M. & Reh., Sep., 450, 1962.
- 29) Long, C. : Electromyographic kinesiography—Muscles moving the long finger. J.B.J.S., 46-A : 1683, 1964.
- 30) Long, C. & Landsmeer J. M. F. : The mechanism of finger control, based on electromyograms and location analysis. Acta Anatomica, 60 : 330, 1965.
- 31) Long, C & Ebskov, B. : The Hexatron-A new thumb goniometer. Acta Orthop., 37 : 58, 1966.
- 32) Long, C. : A method of electromyographic kinesiography of the thumb. Arch of Ph. M. & Reh., Feb., 78, 1967.
- 33) Long, C. : Viscoelastic characteristics of the hand in spasticity. A quantitative study. Arch. of Rh. M. & Reh., 1968.
- 34) Long, C. : Electromyographic kinesiography of the hand. Muscles driving the index finger. Arch. of Phy. Med. & Reh., Jan, 17, 1969.
- 35) Backhaus & Catton : Experimental study of function of lumbrical muscles in human hand. Journal of Anatomy, 1954.
- 36) Brandell, B.R. : An electromyographic-cinematographic study of the muscles of the index-finger. Arch. of Rhys. Med. & Reh., May, 278, 1970.
- 37) Basmajian, J.V. : Recent advances in the functional anatomy and the upper limb. American Journal of Physical Medicine, 48 : 165, 1969.
- 38) Weathersby, Krusen, McFarland : The kinesiography of muscles of the thumb—An electromyographic study. Arch. of P. M. & Reh., June, 321, 1963.
- 39) 岩坪功・他 : 母指運動の筋電図学的研究. 整形外科, 12 : 707, 1961.
- 40) 佐藤孝三・他 : 2現象同時撮影法による手指関節運動の筋電図学的研究 (第1報). 整形外科, 16 : 272, 1965.
- 41) 佐藤孝三・他 : 2現象同時撮影法による手関節運動の筋電図学的研究 (第2報). 整形外科, 16 : 835, 1965.
- 42) 佐藤孝三・他 : 手指運動筋の筋電図学的研究 (第3報). 整形外科, 21 : 856, 1970.
- 43) 佐藤孝三・他 : 手指運動の筋電図学的研究 (第4報). 14回日本手の外科学会抄録, 1970.
- 44) Landsmeer, J. M. F. : X-ray observation on rotation on the fingers in the metacarpophalangeal joint, Acta Anatomica, 30 : 404, 1957.
- 45) Wynn Parry : Rehabilitation of the hand (2nd edition.), Butterworths, London, 1966.
- 46) Clanville, H. : Objective assessment of treatment of hand injuries. Annals of Physical Med., 7 : 304.
- 47) 森貞近見 : 手関節の電気角度計. 整形外科, 21 : 663, 1970.
- 48) 石河利寛 : 握力に関する研究 (1). 体育学研究, 5 : 335, 1952.
- 49) Schmidt, R.T. : Grip strength. as measured by the Jamar Dynamometer. Arch. of Phy. M. & Reh., June, 321, 1970.
- 50) Bechtol, C.O. : Grip test ; The use of a dynamometer with adjustable handle spacing. J. B.J.S., 36-A 820, 1954.
- 51) Wainerdi, H. R. : Ergometers for measuring the hand grasp. J.A.M.A., Oct., 619, 1950.
- 52) Carthum, C. J. : Functional assessment of the rheumatoid hand. A. J. O. T., March-April, 122, 1969.
- 53) 石河利寛 : 握力に関する研究 (2). 体育学研究, 6 : 357, 1953.
- 54) 石河利寛 : 握力に関する研究 (3). 体育学研究, 7 : 430, 1954.

- 55) Toews, J. V. : A grip-strength study among steel-workers. Arch. of P. M. & Reh., Aug., 413, 1964.
- 56) 土井照夫・他：把持力に関する研究(第3報). 整形外科, 12: 716, 1961.
- 57) 久野皓・他：ピンチ力測定法(第1報). 整形外科, 17: 503, 1966.
- 58) 丹羽滋郎・他：慢性関節リウマチにおけるピンチ力の評価について. 整形外科, 16: 838, 1970.
- 59) 森貞近見：脳性麻痺者の把持制禦動作の観察. 整形外科, 16: 848, 1965.
- 60) 増田充・他：ゴルフスウィングの動作分析(1). 体力研究, 42, 1963.
- 61) Daniels, L. : 徒手筋力検査法(津山・東野訳), 協同医書, 昭38.
- 62) Joann Scroranton, R. N. : Evaluation of functional level of patients during and following rehabilitation. Arch. of P. M. & Reh., Jan., 1, 1970.
- 63) Schoening, H. A., et al : Numerical Scoring of Self-Care Status of Patients. Arch. of P. M. & Reh., Oct., 689, 1965.
- 64) Dinnerstein, A. J., et al. : Evaluation of a rating scale of ability in ADL. Arch. of P. M. & Reh. Aug., 579, 1965.
- 65) Jebsen, R. H., et al. : An objective and standardized test of hand function. Arch. of P. M. & Reh., June, 311, 1969.
- 66) 長尾竜郎：手指動作の分析(1,2報). リハビリテーション医学, 8: 3, 1971.
- 67) 保原信：Handwriting analyzer and analysis of human handwriasing movements. Japanese Psychological Research, 11: 103, 1969.
- 68) 保原信：手書き過程の力学モデルと手運動の能動的分析. バイオメカニズムシンポジウム, 前刷り, 28, 1970.
- 69) 黒田正典：日本文字の筆跡心理学に関する基礎的研究. 新潟大教育心理学教室, 1966.
- 70) Sonneman Grune : Handwriting analysis, 1950.
- 71) 町田欣一：筆跡による性格診断法, 光文社, 1961.
- 72) White, R. K., et al. : The rheology of synovial fluid. J.B.J.S., 45-A: 1084, 1963.
- 73) Wright, V., et al. : Quantitative and qualitative analysis of joint stiffness in normal subjects and in patients with connective tissue diseases. Ann. Rheum., 20: 36, 1961.
- 74) 後藤謙平：レオロジーとその応用, 共立出版, 昭37.
- 75) 大島正光：人間工学, ME 選書10, コロナ社, 昭45.
- 76) 作業の人間工学チェックリスト, 人間と科学社, 昭43.
- 77) 加藤一郎訳：人間の手足の制禦. 学献社, 1968.
- 78) Gloria, L. D. : Volume measuring of the severely injured hand. A.J.O.T., 17: 16, 1968.
- 79) Russ, E. E. : Development of a physical capacities evaluation. A.J.O.T., 12: 1, 1958.
- 80) 荻島秀男：手指の運動学. 理学療法と作業療法, 5: 6, 1971.
- 81) 大川元一・他：感圧トランジスタ電子, 1969年10月.
- 82) 町田欣一：筆跡で性格がわかる本, 池田書店.
- 83) 佐藤信：推計学の手ほどき, 南江堂.
- 84) 磯部邦夫：実務家のための実験の手ほどき, 日本規格協会.
- 85) 原田明：データのまとめ方, 日科技連.
- 86) 木村俊夫：実験計画法の手ほどき, 南江堂.
- 87) 依田浩：技術者の統計学, 宝文堂.
- 88) 芳賀敏郎：実験計画法, 培風館.
- 89) Lauton, E. B. : Activities of Daily Living for Physical Rehabilitation. McGraw-Hill Book Company, 1963.
- 90) Crocheliere, W. J. : A. preliminary analysis of the dynamics of the human finger, 1964.
- 91) 笹尾満・他：指の屈筋運動時における intrinsic muscle の働らきについて. 臨整外, 6: 211, 1971.