健常者の柔軟性に関する衛生学的研究

その2. 測定方法論

A hygienic study on the flexibility of the normal

Part 2. The measurement methodology

京都大学教養部保健体育学教室 (主任 川畑愛義教授)

大 山 良 徳

Yoshinori Ohyama

Institute of Health and Physical Education, Kyoto University

(Director: Prof. Aiyoshi Kawahata)

Beforehand, in the measurement of flexibility, part 1, Japanese Journal of Hygiene, Vol. 20, NO.2, 1965, the author investigated the distance-method and angular-method analytically, and studied comparatively on the factors that influence both measures obtained by distance-method and angular-method.

In this study, the angular-method is compared with the distance-method in reliability using the analysis of variance and also the objectivity of angular-method is investigated. Furthermore, the valid number of repetition of measurement, accepting measure and measurement error are investigated. Therefore, the author reports the findings through these investigations.

- 1) For reliability, the angular-method held $R=.8943$ and the distance-method $R=.7948$, where R stands for reliability coefficient. Then, it can be said that the angular-method is more reliable than the distance-method.
- 2) The investigations on objectivity of Trunk flexion, Extension, Sideward bend measurements concluded that the variance due to different testers was not significant. Therefore, it can be concluded that their objectivities are satisfactory.
- 3) With both angular and distance-method, the dispersion of measure due to ten repetitions of measurement is significant at the significant level, .01 and .05.
- 4) The dispersion of measure due to not more than five repetitions of measurement, for angular-method, and the one of measure due to not more than three repetitions of measurement, for distance-method come to be not significant. That is, the dispersion of measure due to more than five repetitions, for angular-method, and more than three repetitions, for distance-method, was found significant. Then, the valid number of repetition of measurement was found out.
- 5) For the angular-method, correlations between the mean of five-times-repeated measurements and mean, maximum, minimum, first measure which are taken from three-times-repeated measurements were computed. They were found considerably high; $r=.9981$, $r=.9925$, $r=.9803$ and $r=.9871$, respectively.
- 6) Furthermore, the correlations between mean of three-times-repeated measurements and the measure of each time are considerably high; $r=.9894$ with the first measure, .9935 with the second, .9931 with the third.

I 緒 言

筆者はさきに、日本衛生学雑誌、測定方法論 1, 1965,¹⁾において、まずわが国ならびに諸外国におけるこれまでの研究経過と業績、諸家の Flexibility の定義さらには

従来の文献等についてふれた。また一方柔軟性測定上の距離方式、つまり文部省ならびに日本体育学会法と筆者の採用している角度方式とを同一被検者に同時に施行することによって比較検討し、測定値の変動におよぼす諸要因を分析した。第3に角度方式測定方法について述

べ、測定姿勢間の信頼性についても検討を加えた。

柔軟性^{2~4)} 測定における距離法* の軽便性と普及性という長所は認められるのであるが、今回はなお若干の問題点を明らかにするために、角度法との測定値の比較において、(1) 両者の測定値について分散分析法^{5)~7)}を適用し信頼係数を算出、信頼性⁸⁾ を検討する。また、さきの分散分析から測定値の採用有効数値の桁数、測定回数つまり繰返しによる測定値の変動からみた有効測定回数ならびに採用測定値等につき吟味し、(2) 測定者(検者)相互間の測定値の変動を分散分析法により分析し、客観性についての検討を行なったのでそれらの成績を記す。

II 実験方法

1. 信頼性の検討

信頼性⁸⁾ とは、同一被検者に数回の測定を同一検者が実施した場合に生ずる測定値の変動の程度をいう。したがって、ここでは角度法および距離法を筆者 1 人が被検者に 10 回繰返して実施し、それによって生ずる 10 回の測定値の変動を検討することにした。

測定日時：環境条件をなるべく一定にすることとし、日差変動**を考慮に入れた上で昭和40年9月、午後2時～5時の間に測定を完了した。

標本：京都大学 1 回生の一般男子学生の中から10名を任意に選び被検者とした。

服装：測定上の Point〔肩峰・上前腸骨棘（角度計の中心をおく）・腓骨外果〕を明確に把握できるよう半ズボンとランニングシャツを着用させ、さらに正確を期すべく素足にさせた。

はじめに、被検者 1 名を床上 1m の高さの机の上に自然体にて直立させ、角度担当検者 1 名が被検者の左側に立つ。一方距離担当検者 1 名は、あらかじめ机横に固定された目盛尺の直前に位置する（つねに測定時は目の位置を尺と水平におかれる位置）。

机上の被検者は、角度担当検者の指示で前屈する。測定上の条件***にかなった最大限の前屈と思われた時の値を両検者がそれぞれ独立に測定した。即ち角度担当検者は筆者考案の分度器で測定し、また距離担当検者は、同時にすばやく被検者の床面へ向け最大限にのびした、

* 以下距離法とは、現在用いられている文部省方式をさす。

** 日差変動についての検討結果は、第 6 報に報告する。

*** 筆者論文、日本衛生学雑誌、「健常者の柔軟性に関する衛生学的研究」測定方法論 1.、第 20 巻、第 2 号、pp. 65-70、1965 を参照

上肢中指下端の机面よりの垂直距離を目盛尺で読みとる（机面を 0 点とし、0 点に達しない距離をマイナス、机面以下の距離をプラス値で示す）。測定^{10), 11)} は被検者のなれや疲労を考慮し、連続して行なうことをやめ、順番制で順次 10 人が 1 回終わる毎に回を重ね各被検者 10 回、延 100 回測定した。したがって次の測定までの間には 4~5 分の休憩があった。

2. 客観性の検討

客観性¹²⁾ とは、同一被検者を異なる検者が測定した場合にみられる測定値の変動の程度をいう。したがってここでは、検者 4 人が被検者に 5 回繰返して実施し、それらによって生じる 5 回の測定値の変動を検討することにした。つまり検者が変わることによって起こる検者相互間の測定値の変動を算出し、客観性を検討する。

測定日時：信頼性の検討の時と同様日差変動を考慮し、昭和 40 年 11 月の 2 日間、いずれも午後 3 時～6 時の間に体前・後屈、体左右側屈、延 560 回の測定を完了した。第 1 日目は体前・体後屈、第 2 日目は体左・右側屈を測定した。

標本：京都大学 1 回生一般学生 7 名で、前回の被検者とは別である。

服装については前回同様とした。

(1) 体前屈においては、被検者 1 名を床面上素足で自然体にて直立させ、検者は被検者の左方に位置し角度計を固定する。つぎに検者は、合図により被検者に上半身を最大限に前屈させ、そのときの前屈角度を角度計の目盛でよむ。順次順番制で 7 名の測定を終え、次の検者と交替する。このようにして、4 人の検者が 7 名の被検者をそれぞれ 5 回づつ測定したので、前屈測定延回数は 140 回となる。また被検者にとっては、検者交替までの時間が休憩時間であり 3~4 分あった。

(2) 体後屈も体前屈同様な要領で実施し、1 検者計 35 回測定した。体後屈とは、¹⁾上半身を後にそらせた場合の腓骨外果・上前腸骨棘（角度計の中心）・肩峰とのなす角である。

(3) 体左・右側屈では、被検者を直立自然体に立たせた後方（背側）に検者が立ち、角度計を固定する。左・右側屈とは、脊柱線（正中線）と左または右へ移動した第 7 頸椎の後方突起ならびに脊柱線と左右の上前腸骨棘を結ぶ線の交叉点（角度計の中心）とのなす角である。要領は、はじめに 1 検者が 7 名の被検者の左右側屈を 1 回づつ測定したところで、体前・後屈の場合と同様、検者が交替し、このプロセスを 5 回繰返す。したがって検者 4 名、被検者 7 名、繰返し 5 回で測定回数延 140 回と

なる。

$$R = 1 - \frac{V_E}{V_T} \quad (VI)$$

III 実験成績ならびに考察

1. 信頼性の検討

分散分析法を適用し, 信頼係数を求めた。その原理および計算はつぎの通りである。

公式 2元分類法における分散分析

平方和の分解

$$S_{A \times B} = \sum_i^p \sum_j^q (x_{ij} - \bar{x}..)^2 = \sum_i^p \sum_j^q x_{ij}^2 - C. T. \quad (I)$$

$$S_A = q \sum_i^p (\bar{x}_{i.} - \bar{x}..)^2 = q \sum_i^p \bar{x}_{i.}^2 - C. T. \quad (II)$$

$$S_B = p \sum_j^q (\bar{x}_{.j} - \bar{x}..)^2 = p \sum_j^q \bar{x}_{.j}^2 - C. T. \quad (III)$$

$$S_{AB} = S_{A \times B} - S_A - S_B \quad (IV)$$

$$C. T. = \frac{\sum_i^p \sum_j^q x_{ij}^2}{pq} \quad (V)$$

ただし A: 因子 (回数)……p 回

B: 因子 (被検者)……q 人

C. T.: Correction Term (修正値)

この分散分析表をもとにした信頼係数は, (VI) の式で与えられる。

R: 信頼係数

以上の公式により算出し, 角度法および距離法測定値の分散分析表を示したのが第2・3表である。

1) 上述の分析表から明らかなように角度法ならびに距離法において繰返し10回の場合, 角度法 $R=0.9703$, 距離法 $R=0.8798$ で, 信頼係数は, 距離法に比し角度法においてかなり高かった。また被検者間にみられる測定値の変動はきわめて大きく, 一方各回数間による測定値の変動は僅少であった。しかしF検定の結果, これらの変動は0.01, 0.05の危険率においていずれも有意であった。つまりこのことは, 10回の測定を繰返すことによって何らかの測定値の変動因が介入すると考えられよう。したがって10回測定を繰返すことは, この実験計画において必ずしも好ましいとは考えられない。即ち, 採用測定値の決定にあたっては, 数多くの繰返しからその平均値をもって採用測定値とするのが最小自乗法の立場から正しいが, この場合, 10回の測定値の平均値は好ましい代表値とはいえないようである。そこでこの仮説をつぎに検討した。

2) まず5回までの測定値を対象に検討を加えた。その分散分析の結果が第4・5表である。

即ち角度法繰返し5回で各回数間の測定値の変動は,

第1表 2元分類 $p \times q$ における分散分析表

要 因	平方和	自 由 度	平 均 平 方	分 散 比 (F)
回 数	S_A	$p-1=n_A$	$S_A/n_A=V_1$	V_1/V_E
被 検 者	S_B	$q-1=n_B$	$S_B/n_B=V_2$	V_2/V_E
誤 差	S_{AB}	$(p-1)(q-1)=n_{AB}$	$S_{AB}/n_{AB}=V_E$	
全 体	$S_{A \times B}$	$pq-1=N-1$	$S_{A \times B}/N-1=V_T$	

第2表 繰返し10回測定の角度法分散分析表

Source of variation	Sum of squares	Degree of freedom	Mean of squares	F ratio	F ($n_1 n_2$ 0.05)	F ($n_1 n_2$ 0.01)
Repetition	35.155	9	3.9061	5.5690**	$\begin{matrix} n_1=9 \\ n_2=81 \end{matrix}$ 2.76	4.41
Testee	2244.855	9	249.4283	355.6149**	$\begin{matrix} n_1=9 \\ n_2=81 \end{matrix}$ 2.76	4.41
Error	56.820	81	0.7014			
Total	2336.830	99	23.6043			

$\therefore F > 2.76$ (F_{81}^9 ($\alpha=0.05$)) ** $\alpha=0.01, 0.05$ で有意 $R=1-0.0297=0.9703$

$F > 4.41$ (F_{81}^9 ($\alpha=0.01$))

第 3 表 繰返し 10 回測定 of 距離法分散分析表

Source of variation	Sum of squares	Degree of freedom	Mean of squares	F ratio	F (n ₁ n ₂ 0.05)	F (n ₁ n ₂ 0.01)
Repetition	72.3798	9	8.0422	5.7758**	$\begin{matrix} n_1=9 \\ n_2=81 \end{matrix}$ 2.76	4.41
Testee	1141.9975	9	127.7750	91.7660**	$\begin{matrix} n_1=9 \\ n_2=81 \end{matrix}$ 2.76	4.41
Error	112.7844	81	1.3924			
Total	1147.1724	99	11.5876			

∴ $F > 2.76$ (F_{81}^9 ($\alpha=0.05$)) ** $\alpha=0.01, 0.05$ で有意 $R=1-0.1202=0.8798$

$F > 4.41$ (F_{81}^9 ($\alpha=0.01$))

第 4 表 繰返し 5 回測定 of 角度法分散分析表

Source of variation	Sum of squares	Degree of freedom	Mean of squares	F ratio	F (n ₁ n ₂ 0.05)	F (n ₁ n ₂ 0.01)
Repetition	15.930	4	3.9825	5.6864 ^{△△}	$\begin{matrix} n_1=4 \\ n_2=36 \end{matrix}$ 5.71	13.74
Testee	1068.880	9	118.7644	169.6634**	$\begin{matrix} n_1=9 \\ n_2=36 \end{matrix}$ 2.82	4.56
Error	25.200	36	0.7000			
Total	1109.980	49	22.6526			

** $\alpha=0.01, 0.05$ で有意 △△ $\alpha=0.01, 0.05$ で有意でない $R=1-0.0309=0.9691$

第 5 表 繰返し 5 回測定 of 距離法分散分析表

Source of variation	Sum of squares	Degree of freedom	Mean of squares	F ratio	F (n ₁ n ₂ 0.05)	F (n ₁ n ₂ 0.01)
Repetition	21.455	4	5.3637	5.7551 [△]	$\begin{matrix} n_1=4 \\ n_2=36 \end{matrix}$ 5.71	13.74
Testee	343.582	9	38.1757	40.9611**	$\begin{matrix} n_1=9 \\ n_2=36 \end{matrix}$ 2.82	4.56
Error	33.553	36	0.9320			
Total	351.590	49	7.1753			

** $\alpha=0.01, 0.05$ で有意 △ $\alpha=0.01$ で有意でない $R=1-0.1298=0.8702$

0.01, 0.05 の危険率のいずれにおいても有意ではないので、この 5 回の平均値は適切な代表値であるといえる。しかし距離法における各回数間の測定値の変動は 0.05 の危険率において有意であり、したがってこの 5 回の平均値は適切な代表値とはいえない。以上の分析結果から角度法測定においては、5 回以上測定を繰返すと何らかの変動因が介入してくると考えられ、実験計画としては繰返し 5 回の測定を行なうのが適当であるといえる。信頼係数は、それぞれ 10 回測定の場合の信頼係数とほとんど差はなかった。また信頼係数相互の比較は、距離法の回数間の測定値の変動が有意に作用するので、ここでの比較は適切でない。

3) つぎに距離法測定の 3 回までの測定値について同様の方法で検討すると共に、角度法についても吟味を加えた。第 6・7 表がそれである。

角度法においては、すでに 5 回の測定で回数間の測定値の変動が有意でなくなることを知ったが、3 回の測定でも明らかに有意でないことが認められた(第 6 表)。一方距離法においても、初めて 3 回の測定で回数間の測定値の変動は、0.01, 0.05 の危険率において有意でなくなった。このことから距離法測定においては、3 回以上測定を繰返すと何らかの変動因が介入してくると考えられる。したがって実験計画としては繰返し 3 回の測定を行なうのが適当であるといえよう。

第6表 繰返し3回測定の角度法分散分析表

Source of variation	Sum of squares	Degree of freedom	Mean of squares	F ratio	$F (n_1 n_2 \ 0.05)$	$F (n_1 n_2 \ 0.01)$
Repetition	6.8250	2	3.4125	1.5607 $\Delta\Delta$	$n_1=2$ $n_2=18$ 19.44	99.45
Testee	553.5672	9	61.5074	28.1305**	$n_1=9$ $n_2=18$ 2.93	4.80
Error	39.3578	18	2.1865			
Total	599.7500	29	20.6810			

** $\alpha=0.01, 0.05$ で有意 $\Delta\Delta$ $\alpha=0.01, 0.05$ で有意でない $R=1-0.1057=0.8943$

第7表 繰返し3回測定の距離法分散分析表

Source of variation	Sum of squares	Degree of freedom	Mean of squares	F ratio	$F (n_1 n_2 \ 0.05)$	$F (n_1 n_2 \ 0.01)$
Repetition	12.0120	2	6.0060	4.4110 $\Delta\Delta$	$n_1=2$ $n_2=18$ 19.44	99.45
Testee	184.8887	9	20.5431	15.0875**	$n_1=9$ $n_2=18$ 2.93	4.80
Error	24.0593	18	1.3616			
Total	192.4101	29	6.6348			

** $\alpha=0.01, 0.05$ で有意 $\Delta\Delta$ $\alpha=0.01, 0.05$ で有意でない $R=1-0.2052=0.7948$

以上のことから、さきに行なった10回の繰返し測定では、被検者の練習効果ないしはなれの現象また一方では疲労要因等が、測定値に変動を与えたのではないかと推察される。したがって、この分析結果から柔軟性測定にあたっての角度距離両方式では、明らかに10回以上の繰返し測定を実施することは無意味である。

さて、かかる回数間の測定値の変動が有意とならない。しかも被検者間の測定値の変動が有意となる同条件の下で信頼係数を比較すれば、角度法 $R=0.9691$ 、距離法 $R=0.7948$ で信頼係数は明らかに角度法において高く、信頼性の高いことが認められた。これを同じく3回測定の分析表から信頼係数を算出しても、角度法はやはり距離法に比し信頼係数が大であった（角度法 $R=0.8943$ 、距離法 $R=0.7948$ ）。

以上の分析結果から明らかになったように、角度法測定においては1被検者に対し5回の測定を行なうことが望ましいのであるが、できれば測定回数を少なくして、しかも信頼性の高い値を計測する集団の測定にあたって、各個人それぞれ5回ずつ測定することは事実上時間と消耗が負担となり困難である。そこで、5回の測定と3回の測定における測定値の平均の一致度を、相関係数^{13,14)}を算出して検討した。

まず基準値として、5回の測定値のどの値を採用して

も差し支えないと考えられるのであるが、筆者は5回の測定の前平均値がもっとも真の値に近いものと考え、5回の測定の前平均値をとった。それらの結果はつぎの通りである。

- 1) 5回測定の平均値と3回測定の平均値との相関
 $r=0.9981$ (r : 相関係数)
- 2) 5回測定の平均値と3回測定の最高値との相関
 $r=0.9925$
- 3) 5回測定の平均値と3回測定の最小値との相関
 $r=0.9803$
- 4) 5回測定の平均値と3回測定の1回目との相関
 $r=0.9871$

これらの相関係数に見られるごとく、5回測定の平均値との相関は、3回測定の平均値および最高値においてもっとも高い値を示し、相関がきわめて高いことを知った。また最小値ならびに1回目の測定値との相関も高いことが認められた。これらのことから、5回目測定にかわるものとして3回測定は、相関係数1), 2) においてはるかに高く信頼性があり、充分5回測定代用の可能性が明らかにされたわけである。したがってこの3回測定の場合、各個人の測定値は当然3回測定の平均値か最高値を採用するのが適当である。

つぎに前述のごとく距離法測定回数は、3回測定する

ことが望ましいと認められたのであるが、集団測定という拙速を導ぶ場合は、3 回測定実施もはや困難とならざるをえない。そこで筆者は角度法についてもさらに回数を減らした場合、その値が測定値として採用しうるかどうかを究明するために、前回、5 回の測定の平均値を基準値として考えたと同様、3 回測定の平均値をもって基準値とし、それと 1 回目、2 回目、3 回目測定値との相関係数を算出して比較検討した。

角度法測定の場合 (r_1) と距離法測定の場合 (r_2)

1) 3 回測定の平均値と 1 回目測定値との相関

$$r_1=0.9894, r_2=0.9721 \quad (r: \text{相関係数})$$

2) 3 回測定の平均値と 2 回目測定値との相関

$$r_1=0.9935, r_2=0.9879$$

3) 3 回測定の平均値と 3 回目測定値との相関

$$r_1=0.9921, r_2=0.9918$$

以上にみられるごとく、すべての相関係数はきわめて高かった。また各回数間の相関係数の差はほとんど認められなかった。これらのことから、簡便法として、3 回測定不能の場合は 1 回目の測定をもって測定値とするも大差ないことが明らかになった。

さらに距離法、繰返し 5 回、0.5cm の単位で結果をよみとった場合の分散分析の結果は、回数間の $F=5.8585$ (F 検定 $\alpha=0.05$ で有意, $\alpha=0.01$ で有意を認めず) で被検者間の $F=60.2789$ ($\alpha=0.01, 0.05$ で有意) で、0.1 cm の単位を用いた場合の分散分析の第 5 表と同様な傾向を示した。

2. 客観性の検討

客観性とは実験方法の項でもふれたように、同一被検者を異なる検者が測定した場合にみられる測定値の変動の程度をもって検討することができる。そこで筆者は角度法について 2 人以上の検者が測定した場合に、測定値にどの程度の変動がみられるかを考察した。

計算の基礎は、繰返し r の 2 元分類法による分散分析法 (第 8 表) を適用した。

公式 平方和の分解

$$S_{A \times B} = \sum_i^p \sum_j^q \frac{T_{ij}^2}{r} - C \cdot T. \quad (I)$$

$$S_A = \sum_i^p \frac{T_{i..}^2}{rq} - C \cdot T. \quad (II)$$

$$S_B = \sum_j^q \frac{T_{.j.}^2}{rp} - C \cdot T. \quad (III)$$

$$S_{AB} = S_{A \times B} - S_A - S_B \quad (IV)$$

$$S_{A \times B \cdot (R)} = \sum_i^p \sum_j^q \sum_k^r \frac{x_{ijk}^2}{r} - C \cdot T. \quad (V)$$

$$S_{R(A \times B)} = S_{A \times B \cdot (R)} - S_{A \times B} \quad (VI)$$

ただし A: 因子 (被検者)..... p 水準 (人)

B: 因子 (検者)..... q 水準 (人)

$$T_{ij.} \equiv \sum_k^r x_{ijk}$$

$$T_{i..} \equiv \sum_j^q \sum_k^r x_{ijk}$$

$$T_{.j.} \equiv \sum_i^p \sum_k^r x_{ijk}$$

r : 測定回数

x_{ijk} : j 検者が i 被検者を測定した時の k 番目の測定値

以上にしたがって、体前・後屈、体左・右側屈の分散分析を行なった。以下の第 9 表～12 表がそれである。

体前・体後屈の分散分析表において明らかなごとく、 F 検定の結果被検者間には 0.01, 0.05 の危険率において有意の差が認められた。これはこの測定が個体を弁別できるということであり、つまりこのことはこの測定法が弁別力をもつということを物語っている (妥当性)。一方、検者相互間においては、0.01, 0.05 の危険率で有意の差は認められなかった。即ち検者が異なることによって生じる測定値の変動は、有意なものでないといえるわけであって、これは客観性が高いということを意味するものである。

第 8 表 2 元分類 (r 繰返し) $p \times q \times r$ における分散分析表

Source of variation	Sum of squares	Degree of freedom	Mean of squares	F ratio
Testee	S_A	$p-1=n_A$	$S_A/n_A=V_1$	V_1/V_E
Tester	S_B	$q-1=n_B$	$S_B/n_B=V_2$	V_2/V_E
Interaction	S_{AB}	$(p-1)(q-1)n_{AB}$	$S_{AB}/n_{AB}=V_3$	V_3/V_E
Error	$S_{R(A \times B)}$	$pq(r-1)=n_E$	$S_{R(A \times B)}/n_E=V_E$	
Total	$S_{A \times B \cdot (R)}$	$pqr-1=N-1$	$S_{A \times B \cdot (R)}/N-1=V_T$	

第9表 体前屈の分散分析表

Source of variation	Sum of squares	Degree of freedom	Mean of squares	F ratio	F (n_1n_2 0.05)	F (n_1n_2 0.01)
Testee	1909.595	6	318.2658	13.5664**	$n_1=6$ $n_2=112$ 3.71	6.99
Tester	55.992	3	18.6640	0.7955 $\Delta\Delta$	$n_1=3$ $n_2=112$ 8.56	26.23
Interaction	97.648	18	5.4248	0.2312		
Error	2627.500	112	23.4598			
Total	4690.735	139	33.7462			

** $\alpha=0.01$, 0.05 で有意 $\Delta\Delta$ $\alpha=0.01$, 0.05 で有意でない

第10表 体後屈の分散分析表

Source of variation	Sum of squares	Degree of freedom	Mean of squares	F ratio	F (n_1n_2 0.05)	F (n_1n_2 0.01)
Testee	2687.4167	5	537.4833	83.7370**	$n_1=5$ $n_2=96$ 4.40	9.13
Tester	117.6747	3	39.2249	6.1110 $\Delta\Delta$	$n_1=3$ $n_2=96$ 8.56	26.23
Interaction	325.2003	15	21.6800	3.3776		
Error	616.2000	96	6.4187			
Total	3746.4917	119	31.4831			

** $\alpha=0.01$, 0.05 で有意 $\Delta\Delta$ $\alpha=0.01$, 0.05 で有意でない

第11表 体左側屈の分散分析表

Source of variation	Sum of squares	Degree of freedom	Mean of squares	F ratio	F (n_1n_2 0.05)	F (n_1n_2 0.01)
Testee	2168.1858	6	361.3643	157.8561**	$n_1=6$ $n_2=112$ 3.71	6.99
Tester	165.5874	3	55.1958	24.1113 Δ	$n_1=3$ $n_2=112$ 8.56	26.23
Interaction	256.5857	18	14.2547	6.2269		
Error	256.4000	112	2.2892			
Total	3286.2858	139	23.6423			

** $\alpha=0.01$, 0.05 で有意 Δ $\alpha=0.01$ で有意でない

第12表 体右側屈の分散分析表

Source of variation	Sum of squares	Degree of freedom	Mean of squares	F ratio	F (n_1n_2 0.05)	F (n_1n_2 0.01)
Testee	3317.3608	6	552.8934	162.7018**	$n_1=6$ $n_2=112$ 3.71	6.99
Tester	163.0054	3	54.3351	15.9893 Δ	$n_1=3$ $n_2=112$ 8.56	26.23
Interaction	106.7821	18	5.9323	1.7457		
Error	380.6000	112	3.3982			
Total	3967.7483	139	28.5449			

** $\alpha=0.01$, 0.05 で有意 Δ $\alpha=0.01$ で有意でない

また体左・右側屈の分散分析表（表 11, 12）においても、0.01の危険率において同様なる結果をえた。

IV 総括ならびに結論

これまで若干の柔軟性に関する研究を行ってきたが、測定方法論 1 においては、距離方式（文部省法）と角度方式の測定値に及ぼすそれぞれの要因について分析的研究を行ない、さらに両者間の比較検討をした。

今回は、角度・距離両方法の信頼性を分散分析法から信頼係数を算出することによって明らかにすると共に、角度法の客観性についても分散分析を行ない、 F 検定によって差の検討を行なった。また有効測定回数、採用測定値等についても誤差分散分析によって検討を行なったので報告する。

1) 信頼係数の比較は、前屈法によりそれぞれ各回における係数を算出したが、以下の結果から明らかなように、もっとも妥当な角度による測定 5 回法と距離による測定 3 回法との比較、また両者 3 回測定法相互の信頼係数も算出した。ここにいう R とは、信頼係数である。

角度により 5 回測定した場合 $R=0.9691$

距離により 3 回測定した場合 $R=0.7948$

角度により 3 回測定した場合 $R=0.8943$

いずれも距離法に比し、角度法において R は高く、信頼性は大であった。

2) 体前・体後屈ならびに体左・右側屈のそれぞれにおける客観性の検討の結果は、いずれも検者相互間に有意の差は認められなかった（本文参照）。つまり 5 回測定法以下では、検者が異なることによって生じる測定値の変動はない（有意差を認めない）ことが判明し、結果 4) でも明らかになったように測定の繰返しにも有意の差のないことから被検者間相互の測定値の比較がより正確になり、客観性も高いことが明らかになった。

3) 柔軟性測定の角度・距離測定法において、1 検者が同一被検者を 10 回繰返し測定した場合、いずれも測定回数間に有意の差（0.01, 0.05 の危険率）が認められた。このことは 10 回の繰返し測定によって測定値に及ぼす他の要因、つまり測定なれ、練習効果ないし疲労現象等が要因となって測定値を左右しているものと考えられ、数多く回数を重ね測定することが必ずしも適切であるとはいえない。

4) 測定回数は角度法 5 回、距離法 3 回以下の繰返しにおいて回数間に有意の差は認められず、それ以上の測定の繰返しにおいては回数間に有意の差が認められる。このことから角度法では 5 回、距離法では 3 回の測定を

行なうのが望ましく、したがって有効測定回数の限界が明らかになったわけである。

5) 角度法 5 回測定の平均値と 3 回測定の平均値、最高値、最低値、1 回目測定値との相関は、3 回測定の平均値と最高値においてきわめて相関が高く（ $r=0.9981$, $r=0.9925$ ）、また最低値、1 回目測定値との相関も高かった。これらのことから集団測定の場合、5 回測定法を 3 回測定法で代用することの可能性が明らかになった。しかしこの際の採用測定値は、3 回測定の平均値または最高値を採用するのが適当であろう。

6) なお 3 回測定法の平均値と 3 回測定の各回測定値との相関はきわめて高く（1 回目測定値との相関； $r=0.9894$, 2 回目； $r=0.9935$, 3 回目； $r=0.9931$ ）、さらに拙速を尊ぶ集団測定で 3 回測定不能の場合は、簡便法として 1 回目の測定値をもってその被検者の代表値として採用しても、大差ないと考えられる。

稿を終わるに臨み、懇篤なる指導と校閲の労をとられた川畑愛義教授、ならびに有益なる助言と援助をいただいた松浦義行助教授に深甚の謝意を表します。

文 献

- 1) 大山良徳：健常者の柔軟性に関する衛生学的研究，その 1. 測定方法論，日本衛生学雑誌，20(2)；1965.
- 2) Kuder, G. Frederic, et al: Educational and psychological measurement, 22 (1); 82, College Station, Durham, 1962.
- 3) Hutchins, Gloria Lee: The relationship of selected strength and flexibility variables to the anteroposterior posture of college women, The Research Quarterly, American association for health physical education and recreation, 36 (3); 253, 1965.
- 4) 松浦義行：体格による運動能力の予測，人文 11 集；46，京大教養部，1963.
- 5) Ferguson, George A.: Statistical analysis in psychology and education, 242, McGraw-Hill, New York, 1959.
- 6) Winer, B. J.: Statistical principles in experimental design, 272, 307, McGraw-Hill, New York, 1962.
- 7) 北川敏男：実験計画法講義Ⅱ，基礎論 2；12，培風館，1956.
- 8) Townsend, John C.: Introduction to experimental method, 147, McGraw-Hill, New York, 1953.
- 9) 松浦義行：体育学研究法，8；216，逍遙書院，1960.
- 10) Barrow, Harald M, et al: A practical approach to measurement in physical education, Philadelphia, 1964.
- 11) Siegel, Sidney: Nonparametric statistics, 21, McGraw-Hill, New York, 1956.
- 12) 川畑愛義ほか：体力測定と健康診断，17，南江堂，1964.
- 13) 堀川明：ランダム変動の解析，97，共立出版，1965.
- 14) 吉岡博人：衛生統計学，167，南山堂，1954.

（受付 1966 年 4 月 13 日）