K. TAKAGI and M. KUMAMOTO: Arm Strength Score in Pull-ups for Boys

懸垂に於ける筋力指数値(男子)

京 都 大 学
高 木 公 三 郎
熊 本 水 頼

懸垂は運動適性の測定項目の一つとして極く一般に測定されているが、その測定結果の処理に関しては一考を要すると思われる。即ち懸垂回数そのものを筋力を現わす数値として取扱っているものが多いがこの場合には、当然体重を考慮した換算式が必要となつて来る。このためには Rogers や McCloy の式があるが、一般には McCloy の式が良く知られている。これは衆知の如く 1931 年に発表され、引上回数又は押上回数から腕の筋力指数を算出するものである。

$$I = 1.77 \times (\text{体重 lbs}) + 3.42 \quad (C \text{ または } D) - 46$$

I = 筋力指数

C = 引上回数

D = 押上回数

この式において体重はせいぜい小数点以下 1 桁であらわされ、而も小数点以下の数字或是一位の数字は測定時の条件で可成り変動する性質のものである。又引上回数などは整数で現わされる数字である。このような数値から I を算出する時に 1.77, 3.42 などという小数点以下二桁もの係数に如何程の有意性があるのか甚だ疑問に思われる。そこで筆者等は、体重がどのように懸垂回数に影響を及ぼすかを知るための実験を行ない、これより筋力指数を算出し、前記した McCloy 式による筋力指数値との比較検討を行なつた。即ち同一筋力を持ち乍ら体重が変化するとき懸垂回数がどのくらい変動するかを知れば懸垂回数に及ぼす体重の影響を知ることが出来る訳である

から被検者に一定の加重を加えて懸垂を行なわせ、その時に現われる懸垂回数の通減率をしらべ、これより筋力指数を算出することを試みた。又懸垂屈腕回数から算出した筋力指数値と実際の筋力との比較を行なうために、懸垂屈腕時の筋力を直接測定する装置を作り検討を行なつた。

I 実験方法

被検者には男子高校生 (16~18 才) 148 名を選んだ。加重は 2kg の鉛ブロックを用い、被検者に加重をかける心理的負担などの条件を同じにするために 2kg の加重をかけた際と 4kg の加重をか

けた際の差を測定するようにした。又加重はなるべく身体の重心位置に近い所という意味で腰部につけさせた。懸垂は通常の方法で順手で行なわせた。

又懸垂屈腕における筋力を直接測定するため、図 1 の如き装置を作り測定した。

図 1

表 1

No.	体重 (kg)	懸垂回数			$\alpha < 0$	No.	体重 (kg)	懸垂回数			$\alpha < 0$	No.	体重 (kg)	懸垂回数			$\alpha < 0$
		+ 2kg	+ 4kg	差				+ 2kg	+ 4kg	差				+ 2kg	+ 4kg	差	
1	50.0	5	4	1	$\alpha < 0$	51	57.7	3	1	2	$\alpha < 0$	101	58.2	6	4	2	$\alpha < 0$
2	54.0	6	4	2	$\alpha < 0$	52	48.8	3	2	1	$\alpha < 0$	102	60.0	6	5	1	$\alpha < 0$
3	49.4	9	7	2	$\alpha < 0$	53	53.5	5	4	1	$\alpha < 0$	103	54.6	6	3	3	$\alpha < 0$
4	48	7	6	1	$\alpha < 0$	54	41.8	5	4	1	$\alpha < 0$	104	49.0	6	4	2	$\alpha < 0$
5	48.4	3	5	3	$\alpha < 0$	55	44.3	2	1	1	$\alpha < 0$	105	50.8	5	4	1	$\alpha < 0$
6	47.6	8	7	1	$\alpha < 0$	56	59.1	4	2	2	$\alpha < 0$	106	52.5	3	1	2	$\alpha < 0$
7	61	6	5	1	$\alpha < 0$	57	55.1	5	1	4	$\alpha < 0$	107	53.0	9	6	3	$\alpha < 0$
8	48.2	4	3	1	$\alpha < 0$	58	46.5	5	4	1	$\alpha < 0$	108	67.0	9	7	2	$\alpha < 0$
9	46	3	0	3	$\alpha < 0$	59	58.0	7	4	3	$\alpha < 0$	109	55.0	19	17	2	$\alpha < 0$
10	49.1	4	3	1	$\alpha < 0$	60	50.0	5	3	2	$\alpha < 0$	110	55.0	14	11	3	$\alpha < 0$
11	57.2	5	3	2	$\alpha < 0$	61	53.6	4	3	1	$\alpha < 0$	111	54.0	10	9	1	$\alpha < 0$
12	51.2	7	6	1	$\alpha < 0$	62	45.8	7	6	1	$\alpha < 0$	112	51.0	9	7	2	$\alpha < 0$
13	47.4	3	2	1	$\alpha < 0$	63	51.5	7	6	1	$\alpha < 0$	113	51.0	12	8	4	$\alpha < 0$
14	52.0	8	6	2	$\alpha < 0$	64	49.0	6	5	1	$\alpha < 0$	114	50.0	14	12	2	$\alpha < 0$
15	48.0	3	1	2	$\alpha < 0$	65	50.4	6	4	2	$\alpha < 0$	115	48.0	16	13	3	$\alpha < 0$
16	53.2	5	4	1	$\alpha < 0$	66	62.5	5	3	2	$\alpha < 0$	116	48.0	8	7	1	$\alpha < 0$
17	52.0	12	10	2	$\alpha < 0$	67	53.4	6	4	2	$\alpha < 0$	117	42.0	13	11	2	$\alpha < 0$
18	54.2	5	4	1	$\alpha < 0$	68	60.3	5	4	1	$\alpha < 0$	118	39.0	4	3	1	$\alpha < 0$
19	46.0	9	8	1	$\alpha < 0$	69	58.0	4	1	3	$\alpha < 0$	119	46.5	10	7	3	$\alpha < 0$
20	46.2	5	3	2	$\alpha < 0$	70	53.8	3	2	1	$\alpha < 0$	120	44.6	7	5	2	$\alpha < 0$
21	45.5	10	6	4	$\alpha < 0$	71	53.0	9	6	3	$\alpha < 0$	121	47.6	8	7	1	$\alpha < 0$
22	44.2	2	1	1	$\alpha < 0$	72	55.5	9	8	1	$\alpha < 0$	122	56.0	11	9	2	$\alpha < 0$
23	45.5	7	6	1	$\alpha < 0$	73	46.1	12	9	3	$\alpha < 0$	123	46.0	7	5	2	$\alpha < 0$
24	49.2	5	4	1	$\alpha < 0$	74	57.0	2	0	2	$\alpha < 0$	124	59.0	4	3	1	$\alpha < 0$
25	58.6	5	4	1	$\alpha < 0$	75	45.0	10	5	5	$\alpha < 0$	125	52.0	9	8	1	$\alpha < 0$
26	53.0	5	4	1	$\alpha < 0$	76	58.0	5	4	1	$\alpha < 0$	126	52.4	9	8	1	$\alpha < 0$
27	47.5	5	4	1	$\alpha < 0$	77	49.5	12	10	2	$\alpha < 0$	127	56.2	12	10	2	$\alpha < 0$
28	53.0	8	6	2	$\alpha < 0$	78	55.0	7	5	2	$\alpha < 0$	128	55.8	7	6	1	$\alpha < 0$
29	46.0	3	2	1	$\alpha < 0$	79	54.0	10	8	2	$\alpha < 0$	129	53.0	8	7	1	$\alpha < 0$
30	57.0	3	2	1	$\alpha < 0$	80	60.0	12	10	2	$\alpha < 0$	130	61.2	10	9	1	$\alpha < 0$
31	54.5	6	5	1	$\alpha < 0$	81	58.0	8	6	2	$\alpha < 0$	131	63.0	5	3	2	$\alpha < 0$
32	53.8	7	5	2	$\alpha < 0$	82	46.5	8	4	4	$\alpha < 0$	132	53.0	4	3	1	$\alpha < 0$
33	42.0	7	6	1	$\alpha < 0$	83	46.0	4	3	1	$\alpha < 0$	133	47.8	3	2	1	$\alpha < 0$
34	48.8	7	3	4	$\alpha < 0$	84	58.5	5	4	1	$\alpha < 0$	134	51.0	8	6	2	$\alpha < 0$
35	48.0	7	4	3	$\alpha < 0$	85	55.1	4	3	1	$\alpha < 0$	135	47.2	10	8	2	$\alpha < 0$
36	52.0	5	4	1	$\alpha < 0$	86	59.0	2	1	1	$\alpha < 0$	136	50.0	7	5	2	$\alpha < 0$
37	57.0	8	6	2	$\alpha < 0$	87	52.4	5	4	1	$\alpha < 0$	137	50.0	6	4	2	$\alpha < 0$
38	49.0	6	5	1	$\alpha < 0$	88	58.3	9	6	3	$\alpha < 0$	138	55.0	8	4	4	$\alpha < 0$
39	50.0	4	2	2	$\alpha < 0$	89	52.0	11	8	3	$\alpha < 0$	139	45.0	12	7	5	$\alpha < 0$
40	54.0	8	4	4	$\alpha < 0$	90	46.5	2	0	2	$\alpha < 0$	140	61.0	4	2	2	$\alpha < 0$
41	72.0	7	5	2	$\alpha < 0$	91	47.2	12	10	2	$\alpha < 0$	141	55.0	7	2	5	$\alpha < 0$
42	40.2	6	3	3	$\alpha < 0$	92	51.1	7	6	1	$\alpha < 0$	142	53.2	5	2	3	$\alpha < 0$
43	55.0	12	11	1	$\alpha < 0$	93	43.4	5	4	1	$\alpha < 0$	143	56.5	7	2	5	$\alpha < 0$
44	55.5	8	7	1	$\alpha < 0$	94	58.9	7	6	1	$\alpha < 0$	144	51.0	14	9	5	$\alpha < 0$
45	61.3	2	1	1	$\alpha < 0$	95	63.0	6	5	1	$\alpha < 0$	145	56.0	4	1	3	$\alpha < 0$
46	45.2	7	6	1	$\alpha < 0$	96	43.8	1	0	1	$\alpha < 0$	146	41.5	8	5	3	$\alpha < 0$
47	51.0	5	4	1	$\alpha < 0$	97	55.2	6	5	1	$\alpha < 0$	147	55.5	5	4	1	$\alpha < 0$
48	53.0	11	10	1	$\alpha < 0$	98	43.8	6	4	2	$\alpha < 0$	148	52.1	14	11	3	$\alpha < 0$
49	47.5	8	3	5	$\alpha < 0$	99	48.0	10	7	3	$\alpha < 0$						
50	58.0	2	0	2	$\alpha < 0$	100	53.5	6	5	1	$\alpha < 0$						

II 実験成績

加重 2kg, 4kg の懸垂回数及びその差を示すと第 1 表の如くなりその平均値は 1.89 回と

なつた。

又図 1 の装置で測定した懸垂に現われる絶対筋力と懸垂回数を示すと表 2 の如くなる。

表 2

No.	体重 Wkg	懸垂 回数 T	$I_K =$ W+T	懸垂力	No.	体重 Wkg	懸垂 回数 T	$I_K =$ W+T	懸垂力	No.	体重 Wkg	懸垂 回数 T	$I_K =$ W+T	懸垂力
1	42	2	44	48	27	57	4	61	87	53	58	5	63	110
2	41	4	45	65	28	61	3	64	85	54	55	5	60	86
3	53	5	58	95	29	55	6	61	86	55	55	5	60	83
4	48	9	57	70	30	60	1	61	75	56	55	9	64	95
5	50	10	60	89	31	67	7	74	110	57	49	10	59	78
6	48	7	55	84	32	61	9	70	101	58	52	9	61	89
7	45	6	51	75	33	48	11	59	82	59	46	5	51	75
8	51	5	56	85	34	52	3	55	85	60	52	4	56	82
9	48	4	52	68	35	55	10	65	105	61	54	4	58	85
10	46	3	49	72	36	44	12	56	86	62	52	4	56	84
11	49	6	55	79	37	55	5	60	80	63	48	9	57	92
12	49	8	57	85	38	49	9	58	87	64	56	3	59	89
13	53	1	54	78	39	53	5	58	91	65	50	7	57	94
14	49	8	57	84	40	44	4	48	61	66	50	8	58	78
15	49	11	60	86	41	56	9	65	97	67	49	6	55	86
16	47	4	51	68	42	45	5	50	74	68	55	8	63	86
17	64	3	67	81	43	47	6	53	71	69	50	5	55	82
18	51	4	55	81	44	51	7	58	93	70	56	6	62	82
19	60	13	73	118	45	43	7	50	73	71	51	12	63	83
20	60	7	67	105	46	53	3	56	92	72	51	11	62	82
21	60	7	67	98	47	49	17	66	92	73	47	5	52	72
22	51	9	60	91	48	58	6	64	72	74	46	2	48	70
23	58	8	66	112	49	43	7	50	80	75	44	4	48	74
24	54	9	63	96	50	39	3	42	48	76	46	6	52	68
25	56	9	65	82	51	63	5	68	105	77	47	4	51	75
26	64	4	68	98	52	55	6	61	96	78	63	5	68	82

III 考 察

表1より2kgの加重の差で平均1.89回遙減することとなる。従つて近似的に2kgの加重で2回遙減するものと考え、体重の増加kg数と懸垂の遙減回数とが1:1の対応をすることとなるから筋力指数を I_K 、体重をW(kg)懸垂回数をTとすると、次式が導かれる。

$$I_K = W + T \dots \dots \dots (1)$$

この式を次のMcCloyの式と比較検討してみる。

$$I_M = 1.77W \text{ (lbs)} + 3.42T - 46$$

これをkg単位に直すと

$$I_M = 3.91 (W \text{ (kg)} + 0.875T - 11.8) \dots (2)$$

今被検者に加重を加えた時の体重を W' 、その時の懸垂回数を T' とし、 W' 、 T' から算出した筋力指数値を I' とする時、同一被検者においては加重を加えないで算出した I と等しくなるべきである。従つて I と I' との偏差値をとり I_K 式と I_M 式について比較するために、その I に対する比率を考えてみる。

$$\text{即ち } \frac{I_K - I'_K}{I_K} = \frac{I_M - I'_M}{I_M} \\ = \alpha \text{ とし } \dots \dots \dots (3)$$

α の正負を検討してみる。 α が正なれば、 I_M 式の方が偏差が少ないことを意味し、 α が

負なれば I_K 式の方が偏差が少ないことを意味する。

$$\alpha = \frac{|(W-W') + (T-T')|}{W+T} - \frac{|(W-W') + 0.875(T-T')|}{W+0.875T-11.8}$$

$W-W' = -2$ の場合について

$$\alpha = \frac{|-2 + (T-T')|}{(W+T)} - \frac{|-2 + 0.875(T-T')|}{(W+0.875T-11.8)} \dots\dots (4)$$

(4) 式の正負を検討すると、分母は W (35~75kg), T (0~25回) の普通の値においては常に正となるので、分子のみにについて考えればよい。

今表 1 に示した 148 例について検討してみると次表の如くなる。

表 3

$T-T'$	$\alpha < 0$	$\alpha \geq 0$
1	69	0
2	45	0
3	0	21
4	0	7
5	3	3
計	117	31

I_K 式と I_M 式とについてもし差がないという仮説をとるならば、

χ^2 検定によれば

$\chi^2 = 24.96 > 6.635$ ($\chi^2_{0.99}$) となり

非常に有意な差があることになり、この仮説は棄却しなければならない。即ち I_K 式の方が遙かに偏差が少ないといつて差支えないことになる。

次に表 2 において I_K 式による筋力指数と、懸垂の絶対筋力との相関関係を検討してみると、

相関係数は 0.760 となる。F 検定によれば、

$$F = \frac{r^2(n-2)}{(1-r^2)} = 106.6 > F'_{78} (0.01)$$

即ち高い信頼度をもつて相関があることが立証される。

(3) 式に (1) (2) 式を代入する。

図 2

VI 結 論

1. 同一被検者に 2kg の加重を加え、その際の懸垂の通減回数から体重と懸垂回数との関係を調べ、懸垂における筋力指数を示す式として次式を誘導した。

$$I = W \text{ (kg)} + T \text{ (回数)}$$

2. McCloy 式に比し信頼性高く実用的である。

3. 懸垂時の絶対筋力とも高い相関が認められた。

参 考 文 献

- 1) Scott & French: Evaluation in Physical Education 1950.
- 2) McCloy, C.H.: Research Quarterly, December, 1931.
- 3) 仲至誠 他: 懸垂運動の筋電図学的研究, 体育学研究, Vol. 2, No. 7, 107, 1957.
- 4) 寺田一彦: 推測統計法, 朝倉書店, 1951.