

筋運動을 爲한 負荷와 反復回數間의 法則性

— training 負荷의 簡便한 設定法 —

金 成 贊

Load-repetition relation ship in muscular movement — A simple method to determine the weight-Load of training —

Seong-Chan Kim

Summary

This study aims at finding a simple means to weigh load through weigh loading. I established the maximum-repeated load (N) concerning various kinds of load(NP). In this study I made a survey of the weight loading of 14 male grown-up persons (19-24) at a speed of one time a second. The events for this training consists of Bench Press (BP), Tension Curl (TC), Lateral Raise Standing(LS), Full Squat (FS) and Leg Curl(LC).

The relation between N and P could be expressed in an exponential equation, " $N = -a/n (P) + b$," so once-repeated and dynamic maximal strength per person could be found from this formula.

The study of the examinees' repeated frequency and relative load (P 100/Po) on 14 persons in a respective item brought about "an exponential equation" expressed in $N = -a'/m (P 100/Po) + b'$. a' and b', invariables in each item were in the ratio of 0.053:5.643 (FS), 0.092:4.144(LC), 0.051:5.326(BP), 0.087:0.823(TC), and 0.071:4.521(LS).

It was estimated that the ratio of maximal strength(Po) to Load (%Po), without surveying isometrics muscle from the repeated frequency on optional load(kg).

緒 言

Weight training이나 Circuit training의 負荷強度는 一般의 方式로 「最大筋力에 對하는 比率」로서 決定되는 것이라고 보고 있다.¹⁾ 그러나 실제의 training 運動(例: Full squat)을 위한 最大筋力을 아는 일은 技術의 由로 困難하며, 또한 그 關節角일때의 筋力이 100% 된다는 것도 問題가 된다.²⁾ 각종 荷重負荷에 對한 最大反復回數 關係는 指數關數로 나타낼 수 있는 法則性을 나타낸다고 알려져 있다.¹⁾

本 研究는 金原³⁾과 같은 생각으로서의 法則性을 이용하여, 等尺性 最大筋力을 測定하는 것이 아니라 負荷에 對한 反復回數만으로서, 相對負荷를 손쉽게 알아 내는 方法을 알려고 한다.

方 法

被驗者는 男子 體育教育科 學生 14名(年齡 21~26 歲, 身長 163~177 cm, 體重 55 kg~78 kg)이다. 本 實驗은 Weight training의 運動種目 中에서 一般的인

것³⁾ 중에서 다음 5 가지 種目을 선택했다. (< > 內는 略記號)

- ① Bench press (BP)
- ② Full squat (FS)
- ③ Two-hand-curl(TC)
- ④ Legs curl (LC)
- ⑤ Lateral raise standing (LS)이다.

被驗者는 運動服을 着用하고 實驗은 Weight training 場에서 실시했다. Bench press(BP), Full Squat (FS), Two-hand-curl (TC)은 barbell set(한국York社)을 使用하고, Legs Curl(LC), Lateral raise Standing(LS)은 한국 York 製를 使用했다.

測定하기 전에 各各 器具의 重量을 天秤體重計로 조사했다.

Table 1. Physical feature of examinees

examinee	age	height(cm)	weight(kg)
S.S	21	170	60
S.H	22	172	69
K.H	22	170	68
D.J	26	172	76
K.C	21	168	65
Y.C	21	167	64
J.B	21	168	66
J.H	22	163	58
J.S	21	177	70
J.I	23	172	73
S.C	26	174	78
S.J	24	175	68
Y.T	24	165	55
S.Y	21	175	73

各 種目的 重量의 範圍와 重量의 區分은 다음과 같다.

BP : 約 15 ~ 50 kg (8 區分), FS : 約 20 ~ 85 kg (14 區分), TC : 約 10 ~ 32.5 kg (10 區分), LC : 約 7.5 ~ 27.5 kg (9 區分), LS : 約 2 ~ 18 kg (9 區分)

더욱 더 training 효과나 피로의 영향을 제거하기 위하여, 1일에 1種目, 1區分의 最大反復回數를 1回 測定하는 것으로 했으며, 重量의 크기는 無作爲 順序에 의해서 실시했다. 反復運動의 速度 (tempo)는, 전체적

으로 2秒에 1회로하고, Tempo에서 따라오지 못할 경우(時)는 all out로 간주하고, 그때까지의 反復回數를 그의 負荷에 대한 最大反復回數로 했다.

各 運動 種目的 實施方法과 留意點은 다음과 같다.

BP : 被驗者는 Bench press 전용의 Bench 위에서 바로 누워가지고 足을 바닥에 붙이고, barbell set를 어깨 넓이 보다 조금넓게 간격을 두고 잡는다. 肘關節을 완전히 伸展시킬 수 있는 위치에서 시작해서 胸部에 닿을 때까지 구부린(屈曲) 후에 다시 肘關節을 완전히 편다.

FS : barbell을 양어깨(背上部)에 올려 놓고 양손으로 지탱하며 양다리를 어깨폭 정도로 벌리고 直立 자세에서 완전 squat 자세를 취하고 재차 본래의 直立 자세로 돌아간다. 이때 上體는 바른 자세를 유지하도록 유의한다.

TS : 直立 자세에서 肘關節을 직각으로 해서 bar를 잡고 (上體의 反動을 주지 않기 위해서) 등을 벽에 대고 팔을 屈伸한다.

LC : 고정된 제 위치에 直立 상태에서 왼발로 서고 iron shoes를 신은 오른 발을 大腿 밑으로 하여 膝關節 90°까지 屈曲한다.

LS : 直立해서 肘關節을 편채로 양손의 담뱃을 몸쪽 수평 방향까지 들어올린다.(上肢는 外轉).

結 果

여러가지 重量負荷(P. kg)에 대한 각 被驗者의 最大反復回數(N. 回)의 例를 表 2에 나타냈다.

反復回數의 自然對數(InN)을 취하면 그의 負荷(P)에 대한 關係를 각 個人, 각 種目마다 그래프(graph) 용지에 나타냈다. 그 結果, 전체중의 個人과 種目에 있어서 명확하게 直線의인 관계가 나타났다. 그리고 負荷(P)와 反復回數(N)의 關係를 다음과 같은 式(1)에 의해서 算出했다.

$$\ln N = -ap + b \dots \dots \dots (1)$$

여기에서 N은 反復回數(回), P는 重量負荷(kg), a, b는 常數라 한다.

上記의 (1)式에 있어서 P의 최대치 (100% Po. kg)

Table 2. Repeated frequency of full squat on a load.

examiner load	S.S	S.H	J.I	K.H	Y.C	J.B	J.H	S.Y	P.J	S.J	Y.T	J.S	K.C	K.B
20	94	108	37	101	104	90	70	65	110	80	50	85	90	101
25	63	100	35	58	51	70	47	60	76	43	25	54	60	80
30	57	92	30	51	45	63	45	50	46	35	20	51	50	50
35	45	90	29	51	42	41	40	48	40	31	19	45	50	45
40	23	81	27	50	34	25	33	38	36	28	10	33	35	36
45	20	77	22	45	20	22	22	26	30	25	7	22	30	27
50	20	60	20	42	17	21	17	25	30	23	5	21	30	25
55	20	43	18	41	11	16	12	25	30	20	5	20	30	17
60	17	40	15	41	10	13	11	20	24	18	5	18	28	15
65	17	38	14	35	9	10	10	17	21	15	2	17	25	10
70	15	38	13	33	6	10	10	15	20	14	1	15	21	10
75	13	30	15	26	6	9	10	10	19	11	1	15	20	10
80	10	17	15	23	5	7	10	10	18	10	1	10	17	10
85	9	15	10	21	3	6	10	10	13	10	1	9	12	10

는, $N=1$ 을 代入시킨 경우(즉 $\ln 1=0$, $P=b/a = P_0$)이다. 따라서, 이 最大値(P_0)가, 1회의 운동이 可能한 動的 最大筋力이다. 이처럼 얻을 수 있는 각

種目에 있어서 動的 最大筋力(平均과 標準偏差)은 表 3에 나타냈다.

Table 3. Mean(P_0) of dynamic Strength and standard deviation(S.D.)

athletic items	number of the examinees	P_0 (S.D.)
1. Full Squat(FS)	14	130(31)
2. Bench Press(BP)	14	70.5(46.7)
3. Tension Curl(TC)	14	58(23.1)
4. Leg Curl(LC)	14	46.5(16.8)
5. lateral raise Standing(LS)	14	36.5(35.5)

다음 각 종목마다, 負荷(P)를 相對負荷($P \times 100 / P_0$)로 바꾸고 전 被驗者의 測定値를 一括하여, 相對負荷—反復回數 關係를 圖로 作成하였다.(Full squat의 例를 圖 1에 表示함).

다시 가로축에 反復回數는 自然對數이다. 이 경우에도 전체의 종목에 있어서 確實하게 직접적인 關係가 인정되기 때문에, 다음 式(2)에 의하여 回歸方程式을 구

Table 4. Variables(a' , b') and a correlation in each item formula (2)

athletic items	a'	b'	r
1. FS	0.053	5.643	-0.942
2. BP	0.051	5.326	-0.967
3. TC	0.087	4.823	-0.937
4. LC	0.092	4.144	-0.877
5. LS	0.071	4.521	-0.973

했다.

$$\ln N = -a'(P \times 100 / P_0) + b' \dots \dots \dots (2)$$

여기에 N 은 反復回數(回), ($P \times 100 / P_0$)은 相對負荷(%) a' , b' 는 常數라 한다. 각 종목의 常數 a' , b' 및 相關係數(r)을 表 4에 表示하고, 同時에 % P_0 와 N 의 關係를 圖 2 및 表 5에 나타냈다.

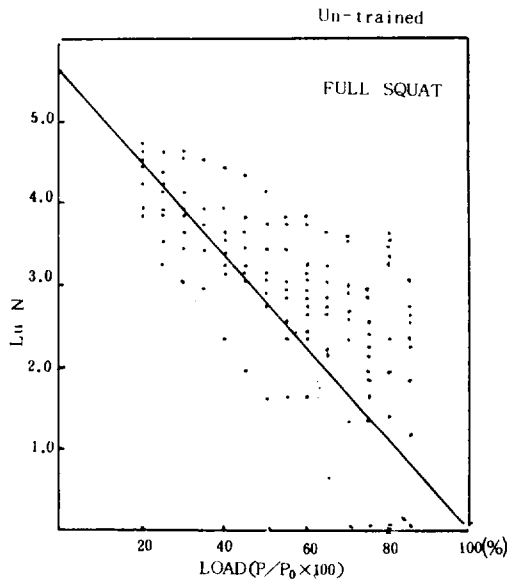


Fig. 1. The relation between maximal repeated-frequency and relative load based on dynamic maximal strength(100)

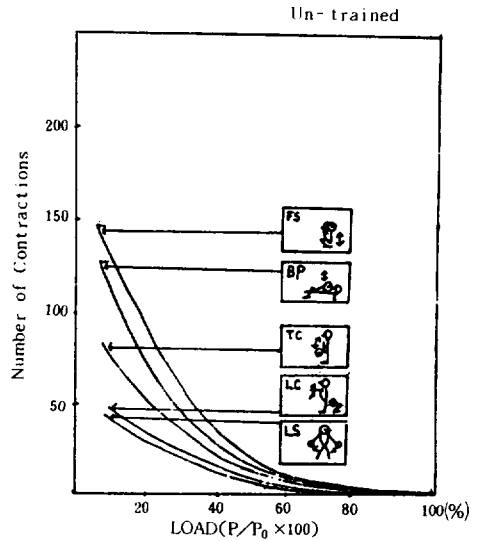


Fig. 2. The relation between maximal repeated-frequency(N) and relative load based on dynamic maximal strength (100)

Table 5. The mean and Stand coefficient of maximal repeated -frequency against relative load.

$\frac{P}{P_0} \times 100 (\%)$	full squat (FS)	bench-press (BP)	Tension Curl (TC)	Leg curl (LC)	Lateral raise standing (LS)
10	148.4 (49.5)	121.5 (40.5)	77.5 (25.8)	40.5 (13.5)	40.5 (13.5)
20	90.0 (30.0)	73.7 (24.6)	50.0 (15.7)	27.1 (9.0)	27.1 (9.0)
30	54.6 (18.2)	42.5 (14.2)	30.0 (10.0)	18.2 (6.1)	18.2 (6.1)
40	33.1 (11.0)	25.8 (8.6)	18.2 (6.1)	12.2 (4.1)	12.2 (4.1)
50	19.1 (6.4)	15.7 (5.2)	11.6 (3.9)	8.2 (2.7)	8.2 (2.7)
60	10.5 (3.5)	9.0 (3.0)	7.4 (2.5)	5.5 (1.8)	5.5 (1.8)
70	5.7 (1.8)	5.5 (1.8)	4.5 (1.5)	3.7 (1.2)	3.7 (1.2)
80	3.5 (1.2)	3.0 (1.0)	2.9 (1.0)	2.3 (0.8)	2.3 (0.8)
90	1.5 (0.5)	1.7 (0.6)	1.7 (0.6)	1.6 (0.5)	1.6 (0.5)
100	1.0 (0.3)	1.0 (0.3)	1.0 (0.3)	1.0 (0.3)	1.0 (0.3)

考 察

Training의 處方을 알리고 하는데 있어서 本 研究는 式(1)을 토대로하여 最大筋力(Po)을 결정한 다음, 相對負荷(P x 100/Po)를 算出하여 그것과 反復回數

(N)와의 관계를 式(2)의 $\ln N = -a'(P \times 100/P_0) + b'$ 에 의해 구했다. 相對負荷(% Po)와 反復回數의 관계는 指數關係의 方程式(猪飼, 石井과 中村 1965¹¹)에 들어맞는다는 사실이 指適되어 왔지만, LC에 조금 문제(r=877)가 있는 것을 제외하면 운동종목에 관계 없이 어느 것이나 式(2)에 따라서 잘 나타낼 수가 있다.

각 종목에 있어서 얻어진 法則性은 統計적으로 뜻이 있으나 個人差가 상당히 큰 것은 사실이다. 따라서 실제 training에 따른 本 研究結果를 참고로 하더라도, 개 개인에 있어서의 反復回數와 重量과의 관계를 조사하는 것이 바람직하다. 그럼에도, 處方紙의 作成에 익숙하지 않은 사람에 있어서 本 研究에 나타난 處方(圖 2, 表 5)이 비교적 안전하고, 효과적인 負荷의 設定法으로서 적지 않게 貢獻하는 것이라고 생각한다.

이제 Full Squat의 筋力training을 위한 動的 最大筋力(Po)의 70%의 重量負荷를 決定한다고 하자. 우선 ① 任意의 重量(예를들면 40 kg Barbell)을 선택해서 최대의 反復回數를 測定한다. 이 反復回數가 24 회였다고 한다. ② 24회 反復한 負荷(kg)를 表 5에 의해서 動的 最大筋力(Po)의 약 40%에 해당하는 것을 알 수 있다. 결국 $40 \text{ kg} = 40 \text{ Po}$ 이 되므로 動的 筋力은 $40/0.4 = 100 \text{ kg}$ 이 된다. ③ 여기에서 구한 負荷(70% Po)는 $100 \text{ kg} \times 0.7 = 70 \text{ kg}$ 이라고 결정지어진다.

摘 要

荷重負荷를 利用한 training의 簡便한 荷重負荷設

定法을 알아보기 위하여 14名의 成人男子(19~24歲)에 대하여 각종의 負荷(P)에 대한 最大反復回數(N)를 測定했다. 反復速度는 2秒에 1회로 했다. training의 種目は Bench press(BP), Two-hand-curl(TC), Lateral raise standing(LS), Full Squat (FS), Leg curl(LC)을 선택했다.

N과 P의 관계는 $N = -a \ln(P) + b$ 의 指數函數에 適合致되기 때문에 이 式에서 각 개인의 1회 反復可能한 動的 最大筋力(Po)을 求하여, 다음 종목마다 14名의 被驗者의 反復回數와 相對負荷($P \times 100/Po$)에 대하여 Plot(정리)한 結果, 같은 方程式: $N = -a' \ln(P \times 100/Po) + b$ 로 나타낼 수 있다는 사실을 알았다.

각 종목마다 常數 a'b'는, FS에서는 (0.053)와 (5.643), LC는 (0.092)와 (4.144), BP는 (0.051)와 (5.326), TC는 (0.087)와 (4.823), LS에선 (0.071)과 (4.521)이 있다.

이러한 方程式을 나타냄으로써, 任意의 負荷(kg)에 대한 反復回數에서(等尺性筋力(isometrics muscle)을 測定하지 않고) 그 負荷의 最大筋力(Po)에 대한 비율(%Po)을 그 자리에서 곧 推定할 수 있다는 것을 알 수 있다.

引 用 文 獻

1. 猪飼道夫, 松井秀治共記: isometric training - 筋力の 理論과 實際-. 大修館書店, 1970.
2. 猪飼道夫, 石井喜八, 中村淳子: 血流量에서 본 筋持久力II. 筋持久力測定. 体育의 科學. 15:281-287. 1965.
3. 窪團登: ホテイビル入門. 鶴書房.
4. Monod, H and J. Scherrer: The work capacity of a synergic muscular group. Ergonomics. 8:239-338, 1965.
5. 金原勇: 筋力 training에 따른 負荷의 強度와 繰返し回數・持續時間에 대하여. 東京教育大學体育學部記要. 5:143-146, 1965.
6. 金子公有: 運動處方の 負荷設定法; ウェイトを用いた training에 대한 強度處方の 簡便法, 体育의 科學. 28:346-349, 1978.