

Weight training의 筋電圖의 考察

崔 南 信

- I. 序 論
 - 1. 研究의 目的 및 必要性
 - 2. 研究의 制限點
- II. 理論的 背景
 - 1. 筋電圖의 基礎理論
 - 2. 運動單位
 - 3. 先行研究
- III. 研究方法
 - 1. 研究對象
 - 2. 研究期間 및 實驗場所
- 3. 測定動作 및 筋肉
- 4. 測定機具 및 誘導方法
- 5. 測定動作方法 및 運動速度
- IV. 研究結果 및 考察
 - 1. Bench Press
 - 2. Barbell Curl
 - 3. Squat
 - 4. Upright Rowing
 - 5. Bent-Over Rowing
- V. 結 論

I. 序 論

1. 研究의 目的 및 必要性

筋電圖는 筋收縮에 발생 하는 活動電位(Action Potential)을 記錄한 것으로써 그에 관한 研究는 1912年 Peiper 가 表面電極을 이용하여 筋을 支配하는 運動神經系의 生理的 現狀을 研究한 것이 그 基礎가 되었고¹⁾ 1929年 Adrian.E.D와 P.W.Bronk 가 增幅器(Pre-amplifier)를 改良함으로써 神經, 筋의 구성단위의 Spike 電位를 記錄할 수 있게된 이래 電磁器 機의 발달을 보여 現제에 이르고 있다.²⁾

그동안 筋電圖는 주로 임상학적으로 筋肉의 異常(筋肉에 문제가 있는가, 神經에 문제가 있는가), 질병의 경과, Rehabilitation 등에 많이 이용되어 왔으나 運動生理學 分野에서는 大筋 活動에 나타난 E.M.G Pattern 을 分析하여 선수들의 筋力向上이나, 트레이닝의 효과, 筋肉의 피로, 筋發育의 결과, 동작의 주동근, 筋力의 발휘정도 등을 판단하는데 유용하므로, Sport Science 分野에서 筋電圖에 관한 연구는 絶실히 요구되는 實情이다. 한편 Weight

1) 金鍾勳: Bench Press 動作時 筋放電分析, (한국체육학회 운동생리분과회, 1985).

2) 金相福: 跆拳道 차기動作時 筋電圖考察, (暎園大學論文集, 1986).

training은 주로 筋力向上을 목적으로 실시하는 운동으로써 선수들의 전문체력육성, 보강운동, 또는 일반인의 육체미운동(body build)을 통한 건강증진이나 유지를 위하여 많이 실시되고 있다.

그러나 筋力 트레이닝의 원칙에 따라 실시하였다 할지라도 요구되는 근육이 얼마나 향상되었는가를 눈으로 확인하는 것은 극히 어려운 일이며, 특히 훈련자의 트레이닝방법 수정에 있어서도 트레이너의 경험에만 의존하는 것은 결코 科學的인 방법이라 할 수 없다.

이러한 점을 고려하여 본 研究는 Mr. Korea (웰터급)에 입상한 숙련자와 비슷한 체중의 大學力道部員을 대상으로 Weight training 종목중 Barbell Curl, Bent-Over Rowing, Bench Press, Squat, Upright Rowing 등을 실시하였을때 숙련자와 비숙련자에게 나타난 E.M.G Pattern을 통해 동일한 무게에 따른 筋收縮 정도를 파악하고 숙련자와 비숙련자가 동일한 운동을 하였을때 E.M.G Signal이 어떠한 차이를 보이는가를 규명하고 특히 Weight training 종목에 따라 트레이닝 될 수 있는 筋肉을 밝혀내어 指導者나, 運動選手, 一般人에게 Weight training의 과학적인 정보를 제공하고자 본 研究를 착수하였다.

2. 研究의 制限點

- (1) 본 研究의 대상은 숙련자 1名, 비숙련자 1名으로 제한 하였다.
- (2) 운동의 速度는 숙련자와 비숙련자에게 동일하게 실시하였으나 다소의 차이가 있었다.

II. 理論的 背景

1. 筋電圖의 基礎理論

筋收縮중에 힘의 發現은 神經衝擊에 의하여 동원되는 運動單位의 수와 발사되는 神經衝擊의 頻度에 의존하고 있다. 筋이 活性化하는 과정을 刺戟의 加重(Summation)이라고 하는데, 여기에는 空間的 加重(Spatial summation)과 時間的 加重(Temporal summation)이 있으며, 이들의 통합에 의해서 筋收縮의 수준이 결정된다.

모든 筋은 수축할 때에, $1mV$ 전후의 매우 미약한 전기가 발생하고 있다. 이것을 活動電流(Action current)라고 하는데 이는 이온의 변화에 기인하고 있다. 安靜時에는 筋細胞膜外側이 $+$ 電荷를 가지지만, 筋收縮에는 筋細胞膜內外에 電荷의 변동이 일어나며, 再分極(Repolarization)에 의해서 脫分極(Depolarization)이 순차적으로 일어나게 된다. 이같이 神經衝擊이 통과할때 생기는 이온 변화의 二相性(Diphase) 現象을 感도가 예민한 檢流計(Voltmeter)를 사용하여 검출할 수가 있다. 그러나 이때에 나타나는 電位變動이 매우 미약하기 때

문에 이를 增幅器에 통과시켜 기록함으로써 관찰할 수 있는 자료를 얻는다. 이것을 筋電圖라고 하며, 이는 근육에 발사되는 神經衝擊의 數와 頻度 및 筋收縮의 強度등을 판단하는데 유력한 근거가 되며 筋電圖 導出方法과 各方法의 長短點은 <표-1>과 같다.

<표-1>

E. M. G Electrode의 比較

KINDS MERIT & DEMERIT	Surface Electrode 표면 전극법	Needle Electrode 침 전극법	Fine wire 세침 전극법
MERIT	1. 동적인 측정이 용이하다. 2. 감전의 위험성이 없다. 3. 통증이 없다.	1. 심근에서도 측정이 가능하다. 2. 세밀한 조사에 적합하다. 3. 파장의 형태가 불연속이다.	1. 심근에서도 측정이 가능하다. 2. 주입후 통증이 없다. 3. 파장의 형태가 불연속이다.
DEMERIT	1. 정밀한 측정에 부적당하다. 2. 표면근에서만 측정이 가능하다.	1. 감전이 위험성이 있다. 2. 움직일때 통증이 있다. 3. 민첩한 동작에 부적당하다.	1. 감전의 위험성이 있다. 2. 근육밖으로나 안으로 이동이 가능하다. 3. 전극이 깨지거나 잃어버릴 가능성이 있다.

2. 運動單位

筋肉의 收縮을 誘發시키는 근섬유의 운동은 細胞膜에 活動電壓(Action Potential)이 가해지면 시작된다는 사실이 알려져 있다.

활동전압은 근의 종류에 따라 신경섬유에 의한 刺戟, Hormone이나 化學物質에 의한 자극, 또는 세포막 자체에서 발생하는 電氣의信號에 의하여 얻어지는데, 골격근은 신경섬유에 의한 자극으로 활동전압이 얻어져 수축된다³⁾고 하며, 인체의 모든 골격근 섬유는 단일자극에 따라 기능적 단수축 반응을 일으키고 傳導性 活動電位⁴⁾ (Propagated Action Potential)를 일으킨다.

이러한 근섬유는 脊髓의 前角(Anterior horn)과 연결되어 하나의 운동단위를 이루는데, 운동단위는 하나의 Motor neuron에 여러개의 근섬유가 접합되어 형성된다. 따라서 Motor neuron이 刺戟되면, 여기에 連接되어 있는 모든 근섬유가 수축하므로 이것을 하나의 기능적

3) 崔成伊: 발레動作의 線列에 따른 E.M.G의 研究, pp. 16~17, (이화여자대학교 대학원 석사학위논문, 1982).

4) 尹承鎬, 朴海根 共譯: 臨床筋電圖, p. 10, (서울, 新進閣, 1979).

인 단위로 생각하여 運動單位라 부른다.

골격근은 수십, 수백개의 운동단위로 구성되어 있는데, 이들 운동단위(Motor unit)는 근육이 遂行하는 作業의 強度나 방법에 따라 필요한 數만큼 動員(Recruit)되거나, 時差를 두고 一部分씩 차례로 동원될 수 있으므로, 근육의 收縮力은 여러가지로 調節할 수 있다.⁵⁾ 즉, 脊體로부터 전달되는 單一運動神經에 의해 支配되는 근섬유를 운동단위로 부르는데, 이러한 概念은 1925年 Liddell, E. G. T. Sherring. C.S : 가 脊體反射活動에 관한 연구결과에 의하여 운동단위의 用語를 처음으로 사용한 것이 始初이고, 운동단위는 신경계의 最終共通路(Final common path)로 생각하게 되었다.⁶⁾

<표 - 2 >

Motor unit 당 근섬유수

MUSCLE	No. of Large Nerve Fibers	No. of Muscles Fibers	Calculated No. of Motor Units	Mean No. of Fibers per Motor Unit	Reference
Platysma	1,826	27,100	1,096	25	22
First dorsal interosseous	199	40,500	119	340	22
Lumbricalis	155	10,038	93	108	22
Anterior tibialis	742	250,200	445	562	22
Gastrocnemius medial	965	1,120,000	579	1,934	22
Laryngeal muscles				2-3	19
External rectus				9	22
Temporalis				936	23
Masseter				640	23

운동신경은 1개~150개, 혹은 그 이상의 근섬유를 지배하게 되는데 단일 근육內에는 근섬유의 크기나 數에 상당한 차이가 있다. 따라서 한개의 운동단위는 다른 것에 비해 50배 만큼이나 강할수도 있다. 운동신경을 따라 움직이는 刺戟(Impulse)은 運動神經末端盤(또는, 運動終版, End plate)에서 근막피(Muscle membrane)로 전달되고, 消極의 파장이 單一延縮(Single twitch)을 일으키면서 근섬유로 전달된다. 단일연축이 합해지면서 강하고 集中的인 근육운동을 일으키며 수축하는 운동단위의 수효가 증대하면서 수축력도 이에 비하여 증대된다. 收縮力은 자극이 정지할 때까지 혹은 근육이 波勞해 질 때까지 즉, 근육으로의 Energy 供給이나 섬유內의 에너지공급이 없어질 때까지 계속되고 신경자극이 중지되면 筋肉弛緩이 정상적으

5) 李九炯 : E.M.G 定量的 分析을 利用한 大腿四頭筋의 個人筋力推定에 關한 研究, p.15, (서울대학교 대학원 석사학위논문, 1981).

6) 尹承鎬 外 1人 : 前揭書, 同面.

로 發生한다.⁷⁾ 이러한 過程을 Excitation - Contraction Coupling (흥분-수축연결)⁸⁾ 이라 부른다.

근육의 수축력은 일반적으로, 10 Hz 가량 되는 운동신경 펄스의 발생비율 변화와 작용하는 운동단위 數의 변화에 의해 조정된다.

수축정도가 작을때 적은數의 운동단위가 작용하고 수축하고자 하는 힘이 커질때 발생비율이 증가하고 작용하는 운동단위數도 증가한다는 것이다.⁹⁾

이와같은 理論을 根據로 골격근이 電氣의 자극에 의해 수축을 일으키고 收縮時 探知된다.

3. 先行研究

1912年 Piper .H가 隨意筋收縮에 시간을 알고자 表面電極法을 사용하여 筋에는 약 50HZ의 규칙적인 波가 존재함을 밝힌이래 임상의학에서는 E.M.G에 관한 수많은 연구가 진행되어왔다. 하나 E.M.G와 스포츠活動과의 適用은 임상의학의 연구보다는 활발치 못하였으나, 그에 관한 연구는 運動生理學, 運動力學 分野에서 꾸준히 研究되어 왔다.

비록 우리나라의 Sports science 분야에서는 E.M.G에 관한 연구와 응용이 아직까지 미흡한 점이 많으나 선진국에서는 지금까지 많은 研究物들이 발표되고 있다. 이에 관한 선행연구를 살펴보면 1948년 S.H. armel이 Golf와 Tennis stroke에 대하여 주동근을 분석하였고, Fulton은 筋力과 筋電位 사이에 약간의 근력까지는 筋電位가 比例的으로 相關이 있다¹⁰⁾ 하였고, Lippold¹¹⁾는 表面筋電圖의 面積을 Planimeter로써 그 面積을 측정하여 Isometric Tension과 面積間에 直線關係가 있다고 報告하였다.

Jool,¹²⁾ etal은 3가지 速度에서 행한 等力性收縮의 Bench Press에서 一定期間에 負荷 速度를 빠르게 하는 것보다 천천히 하는 方法이 筋力發達에 더 效果的이라 하였고, Wilson¹³⁾

7) 스포츠과학연구소: 근력트레이닝의 과학적 원리와 방법, p.15, 비매 품, (서울, 태창문화사 1983).

8) 김기환: 운동과 근육섬유, p.46, (대한오포츠의학 학회지, Vol.2, 1984).

9) 최광현: E.M.G 신호에서의 비례제어 신호추정, pp. 4~6, (연세대학교 대학원, 석사학위논문, 1984).

10) 金鍾勳, 崔明坤: Instep kick에 있어서의 筋電圖學的 研究, pp. 80~81, (스포츠科學 研究報告書, 第15卷, 第1號, 1978).

11) O.C.J. LIPPOLD: "The relation between integrated action Potentials in a human muscle and its isometric tension," J. Physiol. 117, 492-499, 1952.

12) Jool. R.H. Marilyn, and K.Mary: "An electromyographic comparison of an isokinetic bench press performed at three speed," Research Quarterly, Vol. 46, No. 4, 1975.

13) Wilson. G.L.E.K. Capen, and N.B. Stubbs: "A finewire electromyographic investigation of the gluteus minimus and gluteus medius muscles," Research Quarterly, Vol. 47, No. 4, 1976.

etal 은 미소침전극(fine wire electrode)을 사용하여 小殿筋(Gulteus minimus), 中殿筋(Gluteus medius)의 機能을 調査, 分析하였다.

Daniel¹⁴⁾ 은 下部등筋肉(low dack muscle)의 전기적 활동에 대하여 허리痛症을 豫防할 수 있는 資料를 제시하였고, Ericson 과 Hagbery¹⁵⁾ 는 上腕二頭筋의 動作과 컴퓨터분석에 의하여 E.M.G 부호의 진폭을 分配하는 기능에 대하여, Lee. M.W¹⁶⁾ 는 격렬한 活動을 하는데 있어서 筋波勞를 推定하는 統計數學公式의 모형을 만들어 냄으로써 體育方面에 貢獻한 바 크다.

우리나라에서는 1969年 柳¹⁷⁾ 의 1인이 陸上競技에 작용하는 주동근 분석, 1972년 金¹⁸⁾ 은 Pull-up의 筋電圖의 分析, 또 金¹⁹⁾ 은 1974년과 1975년 아령운동의 근전도분석에서 上肢 및 前腕의 이상적인 근의 움직임을 알고자 研究報告 하여 오늘에 이르고 있으나, 綜合的인 weight training에 대한 E.M.G 분석은 한번도 시도되고 있지 않은 실정이다.

Ⅲ. 研究方法

1. 研究對象

본 연구의 실험대상은 同一筋에서도 誘導方法에 따라 筋電圖가 다르다고 한 田中の 報告를 고려하여 많은 피검자의 筋電圖의 大小를 比較하는것 보다 同一被檢者에게 實驗을 반복 함으로써 測定決果의 정확성을 기하고자 87년도 Mr.University에 선발된 숙련자와 大學力道部에서 5개월동안 트레이닝한 동일체중의 비숙련자 1명을 선정하였으며 이들의 신체적 특성 및 운동경력은 <표-3>과 같다.

-
- 14) Daniel. J. Habes: "Muscles activities of low back associated with repetitue learning tasks in industry, graduate requirements in the occupational health and safety engineering program," the University of Michigan, 1976.
- 15) Ericson and M. Hagberg: "E.M.G signal level versus external force: a methodological study on computer aided analysis," Biomechanics N. Penn state University Press. 1979.
- 16) Lee, M.W.: "A stochastic model of muscle fatigue in frequent strenuous work cycle," Ph. D dissertation, the Uni of Michigan.
- 17) 柳根碩, 柳明子: "陸上競技에 작용하는 主動筋分析", 한국체육학회지 제 3호, 한국체육학회, 1969 .
- 18) 金鍾勳: "Pull-Up의 筋電圖의 分析", 스포츠科學研究報告書, 第9卷, 第1號, 1975 .
- 19) 金鍾勳: "啞鈴運動時에 있어서의 筋電圖研究", 한국체육학회지, 제 10호, 한국체육학회.

〈표 - 3〉

피검자의 신체적 특성

대 상	나이 (세)	체중 (kg)	흉위 (cm)	신장 (cm)	경력 (년)
속 련 자	29	75	120	174	10
비속련자	20	75	80	177	5개월

2. 研究期間 및 實驗場所

가) 研究期間

1987년 6월 1일 ~ 1987년 월 일

나) 實驗場所

Y大學校 運動生理學 實驗室

3. 測定動作 및 筋肉

測定動作은 Weight training 動作中 5 가지를 택하였고 그 운동종목에 의하여 트레이닝 될 수 있는 근육 4 가지를 선정하였다.

가) Upright Rowing

- ① 上腕二頭筋(M. biceps brachii)
- ② 僧 帽 筋(M. trapezius)
- ③ 三 角 筋(M. deltoides)
- ④ 上腕三頭筋(M. triceps brachii)

나) Bent - Over Rowing

- ① 上腕二頭筋(M. biceps brachii)
- ② 三 角 筋(M. deltoides)
- ③ 僧 帽 筋(M. trapezius)
- ④ 廣 背 筋(M. latissimus dorsi)

다) Bench Press

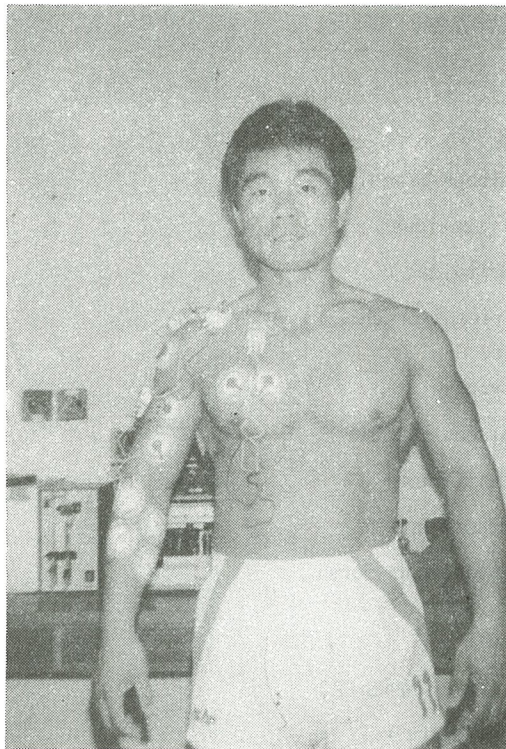
- ① 上腕三頭筋(M. triceps brachii)
- ② 三 角 筋(M. deltoides)
- ③ 大 胸 筋(M. pectoralis major)
- ④ 僧 帽 筋(M. trapezius)

라) Squat

- ① 大 腿 直 筋(M. rectus femoris)
- ② 大 臀 筋(M. gluteus maximus)
- ③ 腹 直 筋(M. rectus abdominis)
- ④ 脊 柱 起 立 筋(M. erector inae)

마) Barbell Curl

- ① 上 腕 二 頭 筋(M. biceps brachii)
- ② 前 腕 筋(M. forearm)
- ③ 長 橈 側 手 根 伸 筋(M. extensor carpi radialis longus)
- ④ 三 角 筋(M. deltoides)

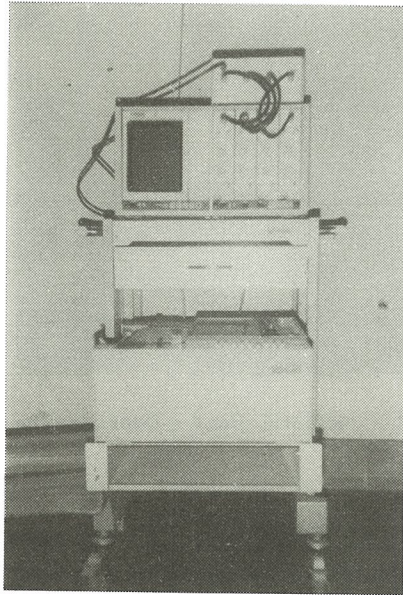


〈圖-1〉 숙련자에게 **electrode** 와 **Telemeter** 를 부착시킨 모습

4. 測定機具 및 誘導方法

본 실험은 日本 Nihon Kodensha 社 제품인 Polygraph System RM-6000, 4 channel <圖-2>을 사용하였으며 運動中の E.M.G를 기록하기 위하여 4개의 Telemeter (ZB-241 G)와 測定의 精確성을 기하고자 Calibrator (ZA-241 G)와 測定의 精確성을 기하고자 Calibrator (ZA-141 G)을 사용하였다. 기록지의 스피드는 25 mm/sec 이었으며 時間定數 (time constant)는 0.005 sec 로 하였다. Calibration은 실험전에 Calibrator (ZA-141 G)을 이용하여 1 mV 가 기록지 상에 10 mm 로 나타나게 4 channel을 모두 조정하였고 이때 sensitivity는 각 channel을 대략 2에 두었고 섬세한 것은 fine sensitivity로 맞추었다.

근전도의 導出은 表面電極法으로 전극과 전극 사이를 $2-3 \text{ cm}$ 의 간격을 두어서 測定部位 筋肉에 electrode를 부착시켰다.



<圖-2> Polygraph System RM-6000

5. 測定動作方法 및 運動速度

가) 動作方法

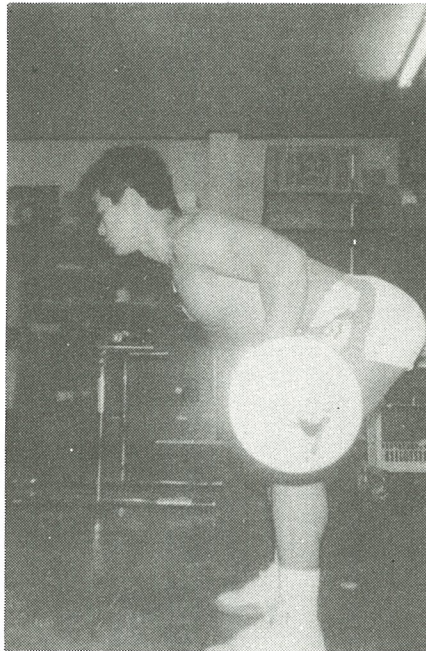
① Upright Rowing (25 kg)

손은 거의 맞붙이고 팔은 쪽편 준비자세에서부터 동작이 시작되면 Bar를 턱위까지 올리

고 팔꿈치는 높게 하여 Bar 를 몸가까이 붙이게 하는 방법으로 실시하였다.

② Bent - Over Rowing (25 kg)

준비자세의 손은 어깨보다 넓게 상체는 마루와 평행하게 하였으며 동작은 등을 마루와 거의 평행하게 하고 무릎을 펴서 Bar 를 가슴까지 들어올리게 했다.



〈圖-3〉 숙련자의 Bent - Over Rowing 동작

③ Barbell Curl (25 kg)

손을 안으로 잡고 팔꿈치는 안으로 붙이되 팔을 편 상태에서 Bar 를 어깨까지 구부렸다 펴게 했다. 이때 불필요한 신체동작이 생기지 않게 하였다.

④ Squat (25 kg)

부하를 어깨에 메고 등을 펴고 선 상태에서 동작이 시작되면 Bar 가 바닥과 평행이 되도록 쫓으린다. 이때 다리가 뒤로 빠지지 않은 상태에서 등을 수직으로 유지하며 Bar 의 압력을 무릎에 두면서 앉지 말고 둔부에 의하여 힘이 받쳐지게 하였다.

⑤ Bench Press (25 kg)

벤치위에 머리를 대고 뒤로 누워 양손을 어깨보다 약간넓게 가슴위로 팔을 펴서 Bar 를 잡는다. 흡입시 들어올리고 이때 허리는 벤치에서 떨어지게 한다.

나) 運動速度

위에서 언급한 5 가지 Weight training 종목을 통하여 숙련자와 비숙련자의 나타나는 E. M. G Signal 을 정확히 비교, 검토하기 위하여 동일한 重量(25 kg)으로 실시하였으며 각 종목을 4 단계로 나누어 각 단계를 1.4sec 로 통제하며 동작의 1 회 소요시간이 約 6 sec 가 되게 하였다. 이때 각 단계는 INK Write rewrder 에 부착되어 있는 Mark - Button 으로 check 하여 판독이 용이하게 하였다.

IV. 研究結果 및 考察

weight traning 종목인 Bent-Over Rowing, Bench Press, Squat, Barbell Curl, Upright Rowing 을 동일한 무게(25 kg)로 실시 하였을 때 숙련자와 비숙련자에게 작용된 筋肉의 電氣生理學的 反應을 比較, 分析하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. Bench Press

Bench Press 時의 筋電圖는 <圖-4>에서 보는 바와 같이 숙련자는 大胸筋과 上腕三頭筋에 운동전반에 걸쳐 강한 放電狀態를 나타냈으며 三角筋과 廣背筋은 약한 활동성전위를 보였다. 이와 같은 숙련자의 E.M.G pattern 으로 볼 때 Bench Press 時의 주동근은 大胸筋과 上腕三頭筋이라 사료된다.

특히 이는 Bench Press 動作時의 筋放電分析에서 25 kg의 무게로 Bar 를 넓게 잡고 운동을 하였을 때는 大胸筋에 筋放電이 크게 나타나고 지속방전을 보인 것으로 보아 Bench Press의 주동근은 大胸筋, 협력근은 上腕三頭筋이라한 金¹⁾의 보고와 일치하는 경향을 보였으며 上腕三頭筋 역시 상지의 신전근이라는 점을 감안할 때 올바른 결과라 판단된다. 그러나 동일한 중량 일지라도 Bar 를 좁게잡고 運動할 때에는 三角筋이 많은 Stress 를 받게 되므로 Bench Press 운동이 꼭 大胸筋 발달을 위한 운동이라고만 단정할 수는 없을 것 같다.

Incline Bench Press 나 Decline Bench Press 역시 대흉근의 단련 보다 팔의 근육군의 발달에 많은 도움을 준다는 선행연구를 고려할 때 Bench Press의 동작은 트레이닝 目標에 맞게 설정되어야 하겠다.

한편 <圖-4>에서 보는 바와 같이 비숙련자의 E.M.G는 三角筋과 上腕三頭筋 등에 motor unit의 動員이 많은 活動성전위를 나타낸 반면 大胸筋에서는 약한 筋活動을 보인 것은 주목할만한 것으로 비숙련자가 평범한 Bench Press에서 숙련자와 동일한 중량, 방법, 속도로 운동한 것을 감안할 때 중량을 팔의 힘만으로 의존하여 운동함으로써 생긴 결과로써 이러한

문제가 시정되어야 필요한 筋肉의 트레이닝에 훌륭한 효과를 가져오리라고 본다.

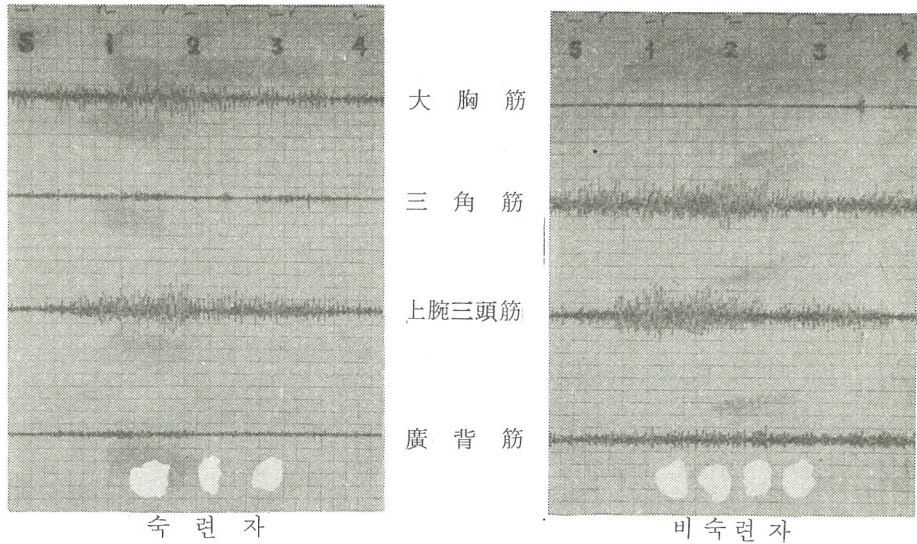


圖-4. Bench Press 動作時 E.M.G變化

2. Barbell Curl

Barbell Curl 動作時의 E.M.G變化를 <圖-5>에서 보는 바와 같이 숙련자, 비숙련자 모두 測定 4 部位의 근육에서 고진폭의 筋活動이 나타나 25 kg의 重量으로 Barbell Curl 을 실시하는 것은 많은 운동이 되는 것으로 나타났다. 이는 초보자의 경우에는 over load 가 되어 만 성피로로 나타날 수 있으므로 운동전에 고려되어야 할 사항이라 판단이 된다.

본 실험에서는 팔을 편 상태에서 시작하여 Bar 를 어깨까지 구부렸다 펴게 하였는데 <圖-5>에서는 구부린 동작이 (2), 편 동작이 (4)로 나타나게 하였다.

숙련자의 경우는 팔을 구부리는 동작(2)時 前腕筋에서 약 2 mV, 상완이두근, 장요측수신근, 삼각근에서 1.5 mV의 amplitude 를 보여 4개의 근육중 전완근이 가장 두드러지게 동원된 것을 확인할 수 있었다. 그러나 비숙련자의 경우는 上腕二頭筋에서 들어올리는 동작시 약 2.5 mV의 amplitude 가 나타났으며, 전완근과 장요측수신근 삼각근은 뚜렷한 筋活動은 나타났으나 숙련자에 비하여는 그 활동이 저조하였다. 비숙련자가 숙련자와는 달리 Barbel Curl은 동초기에 上腕二頭筋에서 가장 강한 근전위차를 나타낸 것은 비숙련자가 숙련자 보다 筋力이 부족하여 주어진 부하를 전완근에 의하여 용이하게 Curl 시키지 못하고 몸의 반동을 주어 Bar 를 Curl 시켰기 때문에 자연적으로 上腕二頭筋에 힘이 갔기 때문이라 사료된다.

이와같은 결과를 고려할 때 Weight training時 각 운동에 알맞는 근육을 정확히 운동시켜 필요한 근력을 증강시키기 위하여는 자신의 종목별 最大筋力을 파악하고 효과적인 RM을 설정하여 실시하는 것이 트레이닝 효과에 있어서는 절대적이라 사료된다.

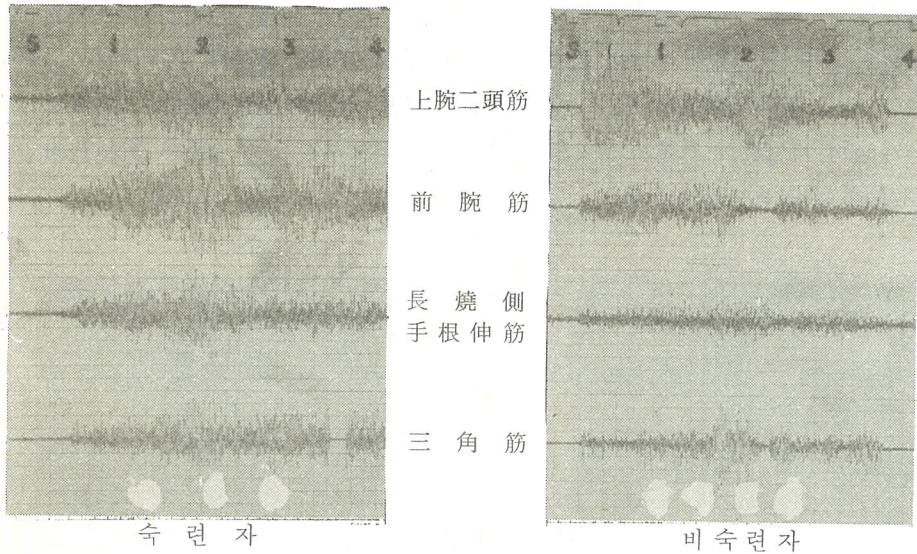


圖 - 5. Barbell Curl 動作時 E.M.G 變化

3. Squat

Squat 동작시 숙련자와 비숙련자의 E.M.G Signal 은 Barbell Curl 과는 상이한 결과를 나타냈다.

본 실험에서의 Squat 동작은 Bar 를 어깨에 올리고 Bar 가 바닥에 평행이 되도록 천천히 쪼그려 앉으면서 이때 Bar 의 압력을 무릎에 두면서 둔부에 의하여 힘이 받쳐지게 하였다. Squat 는 weight training 종목중 가장 무거운 중량으로 운동할 수 있는 종목이지만 실험에서는 각 트레이닝 종목의 운동부하를 통일시켜 나타난 결과를 比較分析하기 위하여 25 kg의 중량으로 실시한 결과 숙련자는 大腿直筋에서 0.5 ~ 0.8 mV 정도의 지속적인 筋活動이 나타났으나 腹直筋은 별다른 筋肉活動이 없었으며 大臀筋은 일어나는 動作初期와 앉는 동작에서 0.5 mV의 amplitude 를 보였으며 척추기립근은 筋電圖로 보기 어려운 Spike 현상이 나타났다. 비숙련자의 경우는 다리를 가장 많이 구부린 動作時 大腿直筋에서 1 mV의 amplitude 가 나타났으며 복직근과 대둔근에서는 筋活動이 거의 없었다. 척추기립근에서는 간헐적인 근활동이 보였다.

이와같은 결과를 고려할 때 숙련자와 달리 비숙련자가 大臀筋에서 근활동이 나타나지 않은 것은 훈련경험의 자세의 불량에서 온 결과로 중량을 무릎 뿐만 아니라 허리를 펴고 둔부에 두어야 하는 Squat의 운동방법에 대하여 숙달되지 않았기 때문이라 생각된다. 특히 Squat 동작시 腹直筋과 脊柱起立筋이 훈련되는 筋肉이라는 文獻을 고려할 때, 본 실험에서 나타난 결과는 Squat 動作時 부하된 중량이 적었기 때문이라 생각된다. 특히 다른 운동과 달리 비숙련자의 E.M.G Pattern이 숙련자와 비교적 近接한 것은 주어진 부하의 중량의 양에 따라 Control이 달라지므로써 중량이 가볍게 느껴질수록 좋은 자세로 운동이 가능하였다. 그러므로 weight training이 숙달되기 전에는 가벼운 중량으로 정확한 자세를 연습하는 것도 筋肉 트레이닝에 도움이 되리라고 사료된다.

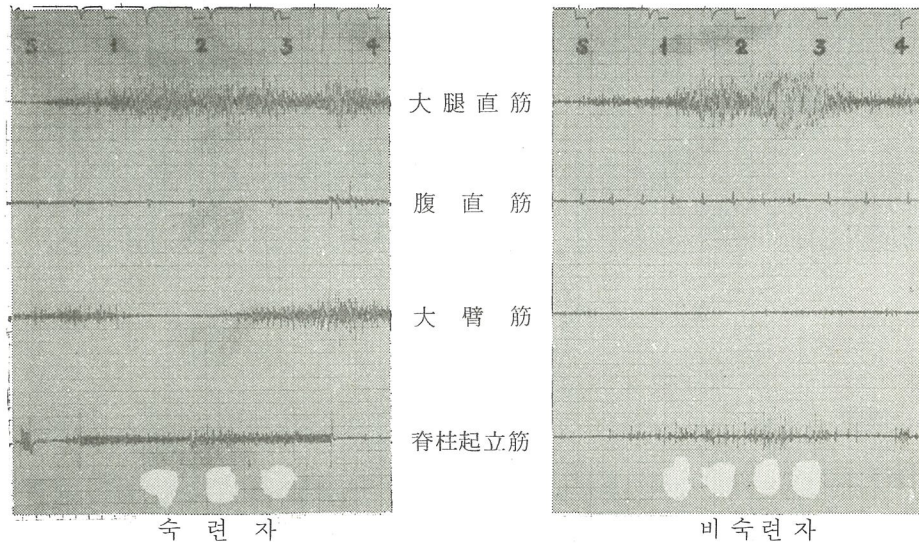


圖-6. Squat 動作時 E.M.G 變化

4. Upright Rowing

Upright Rowing 動作時 E.M.G의 變化는 숙련자·비숙련자에게 근육의 活動이 기대되는 僧帽筋, 三角筋, 上腕三頭筋, 上腕二頭筋을 測定하였다.

숙련자는 Bar를 완전히 끌어올린 동작(2)에서 三角筋과 上腕三頭筋의 筋活動이 가장 컸으며 僧帽筋 역시 지속적인 筋放電이 일어났으나 三角筋과 上腕二頭筋의 活動에 비하여는 저조하였고 특히 上腕二頭筋의 活動은 작게 나타났다. 그러나 비숙련자의 경우는 오히려 僧帽筋과 上腕二頭筋은 筋活動이 크게 나타났는데 이러한 결과는 잘못된 근육 사용에서 기인된 것으로,

원인은 자세불량이 가장 큰 원인이라 생각된다.

특히 비숙련자의 上腕三頭筋의 筋活動이 숙련자에 비하여 저조하게 나타났으며 숙련자는 팔이 구부러지는 순간에 筋肉의 활동이 가장 활발한 것은 운동부하에 의한 근육의 收縮보다는 Bar 를 완전히 끌어올림으로써 근육의 收縮活動이 활발하게 발생했기 때문이라고 사료된다. 반면에 비숙련자는 중량에만 의존하여 동작을 이룸으로써 최초 힘이 주는 운동초기에 가장 큰 근수축이 일어났고 진작 筋肉이 動員되어야 할 순간에는 숙련자보다 미흡한 筋活動이 일어났다.

이러한 점을 고려할 때 weight training 훈련시는 自身에게 맞는 重量을 選擇하여 실시되는 동작에 알맞게 筋肉이 훈련될 수 있도록 실시되고 指導되어야 하겠다. 結果적으로 Upright Rowing 時의 주동근은 三角筋과 上腕三頭筋으로 나타났다.

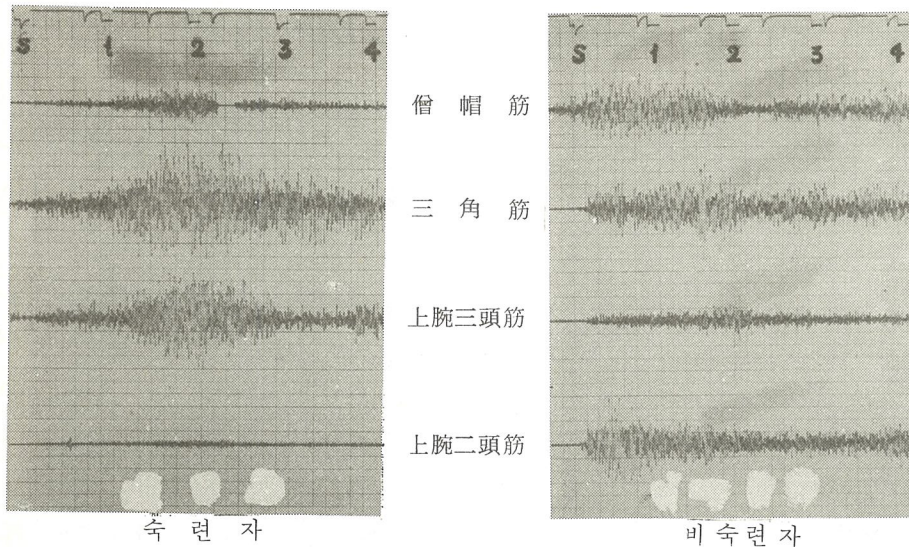


圖-7. Upright Rowing 動作時 E.M.G變化

5. Bent-Over Rowing

Bent-Over Rowing 時 숙련자와 비숙련자의 E.M.G 變化는 <圖-8>에서 보는 바와 같다. 비숙련자는 僧帽筋과 廣背筋에서 0.2~0.3 mV의 amplitude 를 보였으며 三角筋과 上腕二頭筋에서는 약 0.5 mV의 진폭을 나타냈다. 숙련자의 경우는 僧帽筋에서 일시적으로 E.M.G Signal 이 발생하지 않았는데 그러한 이유는 실험중 동작에 의한 Tele meter 의 밧테리의 접촉불량으로 인한 것으로 생각된다.

숙련자가 비숙련자에 비하여 현저하게 차이를 보인 것은 三角筋, 廣背筋, 上腕二頭筋의 活

動으로써 숙련자가 三角筋과 廣背筋에서 各各 1.5 mV, 1.0 mV의 amplitude 를 나타내어 Bent-Over Rowing 운동의 주동근으로 사용되었는데 비숙련자는 三角筋에서는 숙련자와 비슷한 moter unit 를 動員하였다 생각되나 廣背筋의 活動은 저조하였는데 이는 동작의 잘못과 廣背筋의 발달이 잘 안되었기 때문에 나타난 결과라고 판단된다.

특히 숙련자와는 달리 비숙련자는 上腕二頭筋에서 지속적인 큰 電位差를 보였는데 이 역시 숙련자와 큰 차이를 보였다.

트레이닝원리를 基礎로 하여 weight training 目標에 맞는 program을 계획하여 실시되어야 하는 것이 가장 중요하지만 본 실험의 結果를 토대로 하여 볼 때 트레이닝 姿勢에 따라 운동되는 筋肉이 달라질 수 있으며 특히 초보자의 경우는 자신에게 알맞는 중량을 갖고 운동을 하여야하며 weight training 각 종목이 어떤 근육훈련을 위한 것인지를 운동전에 숙련자나 指導者를 통하여 알아보는 것이 筋肉運動效果에 큰 도움을 주리라 사료된다.

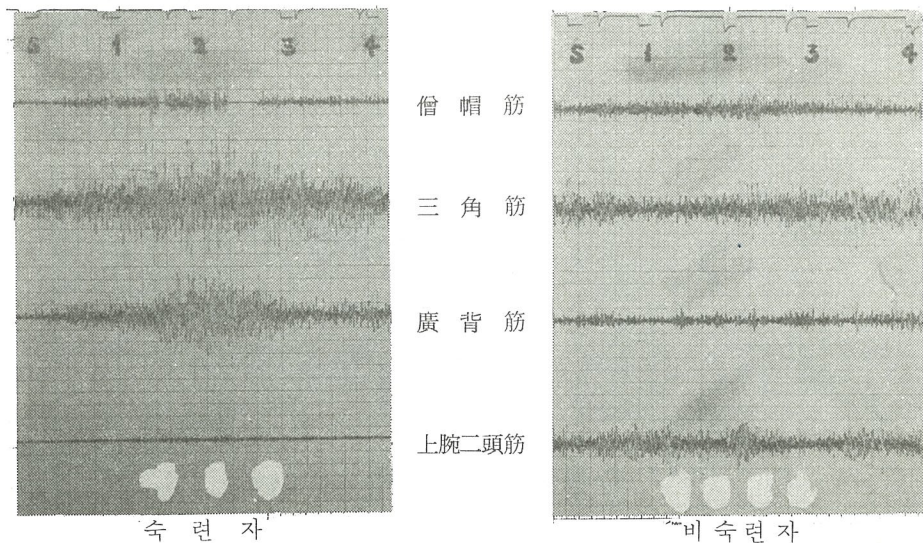


圖-8. Bent-Over Rowing 動作時 E.M.G 變化

V. 結 論

본 研究는 비슷한 體格의 weight training 숙련자('87년도 Mr. University 입상)와 비숙련자(경력 6개월)를 대상으로 Barbell Curl, Bent-Over Rowing, Bench Press, Squat, Upright Rowing 을 동일한 부하와 속도로 실시하였을 때 나타난 筋肉의 電氣生理學的 反應을

比較分析하여 각종목별 주동근을 알아내고 올바른 weight training 방법을 제시하고자 시도하여 다음과 같은 結論을 얻었다.

- (1) Bench Press의 주동근은 上腕三頭筋과 大胸筋이었다.
- (2) Squat의 주동근은 大腿直筋이었으며 협력근은 大臀筋으로 나타났다.
- (3) Barbell Curl의 주동근은 前腕筋 보조주동근은 上腕二頭筋과 三角筋이었다.
- (4) Bent-Over Rowing의 주동근은 三角筋과 廣背筋으로 나타났다.
- (5) Upright Rowing의 주동근은 三角筋과 上腕三頭筋이었다.
- (6) 비숙련자가 숙련자에 비하여 다른 E.M.G 양상을 보인 것은 주로 자세불량과 over load 때문이었다.
- (7) 비숙련자가 트레이닝 效果를 얻기 위하여는 먼저 가벼운 부하로 자세훈련을 하는 것이 필요하다고 생각되었다.
- (8) 숙련자와 비숙련자가 비슷한 물의 motor unit를 動員했다 할지라도 그 時期(運動의 리듬)에 있어서는 차이가 컸다.

본 研究는 주로 주동근 파악과, 동일한 조건으로 weight training을 실시하였을 때 숙련자와 비숙련자에게 나타난 E.M.G를 比較分析하고자 실시하였으나 미흡점이 많았다고 사료되며 금후에는 세트와 반복회수를 다르게 하였을 때 나타나는 결과를 分析하여 어떤 方法이 가장 큰 트레이닝 效果를 가져올 것인가에 관한 研究가 진행되어야 하겠다.

參 考 文 獻

1. 金鍾勳: Bench Press 動作時 筋放電分析, (한국체육학회 운동생리분과회, 1985).
2. 金相福: 跆拳道 차기動作時 筋電圖考察, (暎園大學論文集, 1986).
3. 崔成伊: 발레動作의 線列에 따른 E.M.G의 研究, pp. 16~17, (이화여자대학교 대학원 석사학위논문, 1982).
4. 尹承鎬, 朴海根 共譯: 臨床筋電圖, p. 10, (서울, 新進閣, 1979).
5. 李九炯: E.M.G定量的 分析을 利用한 大腿四頭筋의 個人筋力推定에 關한 研究, p.15, (서울대학교 대학원 석사학위논문, 1981).
6. 尹承鎬 外 1人: 前掲書, 同面.
7. 스포츠과학연구소: 근력트레이닝의 과학적 원리와 방법, p.15, 비매품, (서울, 태창문화사 1983).
8. 김기환: 운동과 근육섬유, p.46, (대한스포츠의학 학회지, Vo1.2, 1984).

9. 최광현 : E.M.G 신호에서의 비례제어 신호추정, pp. 4 ~ 6, (연세대학교 대학원, 석사학위논문, 1984).
10. 金鍾勳, 崔明坤 : Instep kick 에 있어서의 筋電圖學的 研究, pp. 80 ~ 81, (스포츠科學 研究報告書, 第 15 卷, 第 1 號, 1978).
11. O.C.J. LIPPOLD : "The relation between integrated action Potentials in a human muscle and its isometric tension" J. physiol. 117, 492-499, 1952.
12. Jool. R.H. Marilyn, and K. Mary: "An electromyographic comparison of an isokinetic bench press performed at three speed," Research Quarterly, Vol. 46, No. 4, 1975.
13. Wilson. G.L.E.K. Capen, and N.B. Stubbs: "A finewire electromyographic investigation of the gluteus minimus and gluteus medius muscles," Research Quarterly, Vol. 47, No. 4, 1976.
14. Daniel. J. Habes, : "Muscles activities of low back associated with repetitiue learning tasks in industry, graduate requirements in the occupational health and safety engineering program," the University of Michigan, 1976.
15. Ericson and M. Hagberg, : "E.M.G signal level versus external force: a methodological study on computer aided analysis," Biomechanics N. Penn state University Press. 1979.
16. Lee, M.W, : "A stochastic model of muscle fatigue in frequent strenuous work cycle," Ph. D dissertation, the Uni of Michigan.
17. 柳根碩, 柳明子 : "陸上競技에 작용하는 主動筋分析", 한국체육학회지 제 3 호, (한국체육학회, 1969).
18. 金鍾勳 : " Pull-Up 의 筋電圖的 分析", 스포츠科學研究報告書, 第 9 卷, 第 1 號, 1975.
19. 金鍾勳 : "啞鈴運動時에 있어서의 筋電圖研究", 한국체육학회지, 제 10 호, 한국체육학회.

ABSTRACT

A Study on the Electric Diagram of Muscle in Weight Training

This is a study that shows the electric physiological responses of muscles to Barbell CurL, Bent-over Rowing, Bench press squat, upright Rowing under the Same burden and speed; the Subjects of the study are the weight training trainer (Mr. university of 1987) and the Six month career man of a Similar bodice Through this thesis, I found out the main moving muscle in each item for the right weight training method.

The main moving musches are as followings;

1. The main muscles; of Bend press are triceps brachi and petoralis major.
2. The main muscle of squat is rectus femoris and helping muscle is glutaeas maximus.
3. The man muscle of Barbell curl is forearm and main helping muscles are biceps brachii and deltoides.
4. The man muscle of Bent over Rowing is deltoides and latissimus dorsi.
5. The main muscles of upright Rowing are deltoides and triceps brachii.

Observed results and methods;

- 1) Compared with the trainee, the untrained shows the diffent E.M.G. aspect mainly because of the wrang posture and over load
- 2) To get the training effect, the untrained needs the posture training under the light burden at first.
- 3) Even under the Similor amount of mator unit, the time (the rhythm of exercise) is very different in between.

This study did not fully examined the main moving muscles and the Comparison and analysis between the trainee and the untrained under the Same weight training condition, next study will be accomplished under the different set and repetition times to Know the Best way of training effect.

