

롤링 머신에서의 身體 運動時 筋肉 活動의 EMG 分析

하 해 동* · 김 기 봉** · 이 창 민***

Analysis of the Muscle Action EMG in Physical Exercise in the Rolling Machine.

Hae-Dong Ha · Ki-Bong Kim** · Chang-Min Lee****

<목 차>	
Abstract	6. 자료 통계처리
I. 研究의 必要성과 目的	III. 研究 結果 및 考察
II. 研究 方法	1. EMG 분석의 예
1. 피험자	2. 하지 근육별 IEMG의 분석
2. 연구기간 및 측정장소	3. EXERCISE(중량운동)때 상하지 근육 별 IEMG의 분석
3. 측정부위	IV. 結 論
4. 측정기구	參考文獻
5. 실험절차	

Abstract

The purpose of this study was analysis of the muscle action in physical exercise in the rolling machine. The rolling machine moved by electric power-driven was made to keep the constant cycle and size of rolling. The subjects of this study consist of 4 seaman(SM) and 4 landman (LM). The experiment analyzed the muscle power of lower and upper limbs by Intergrated Electromyogram(IEMG). The measurement was made on the ground, and 6 and 8 degrees of rolling separately. This study concludes as follows ; including analysis of IEMG of heavy exercise in two hands curl, a standstill walking and just standing.

1. IEMG of the lower limbs when standing.

* 이 논문은 1995년도 한국학술진흥재단의 자유공모과제 연구비에 의하여 연구되었음.

* 韓國海洋大學校

** 慶星大學校

*** 東義大學校

- 1) In 6 degrees of rolling, for the landman(LM), vastus medialis m.(9.73), vastus lateralis m.(9.55),and rectus femores m.(8.73) acted more. As for the seaman(SM), tibialis anterior m.(5.38), biceps femores m.(5.05), and gastrocnemius m.(4.47) acted more.
 - 2) In 8 degrees of rolling, in common, for both LM and SM, it were vastus medialis m.(11.20 and 8.97), vastus lateralis m.(16.20 and 4.63), and tibialis anterior m.(5.13 and 4.47).
 - 3) It was showed that IEMG of LM was larger than that of SM.
2. IEMG of the lower limbs when walking.
- 1) On the ground, for the LM, gastrocnemius m.(7.08), vastus medialis m.(6.65), and vastus latralis m.(6.60) acted more. As for the SM, vastus lateralis m.(7.08), vastus medialis m.(6.58) and restus femores m.(5.10) acted more.
 - 2) In both 8 and 6 degrees of rolling, vastus medialis m.(14.50 and 11.98), vastus lateralis m.(10.10 and 14.10), and gastrocnemius m.(11.75 and 7.10) acted more in two groups.
 - 3) It was showed that IEMG of LM was larger than that of SM.
3. IEMG of the lower limbs when heavy exercise(two hands curl).
- 1) On the ground, for the LM, vastus lateralis m.(21.68), vastus medialis m.(16.08), and rectus femores m.(14.08) acted more. As for the SM, tibialis anterior m.(16.32), vastus medialis m.(14.58) , and vastus lateralis m.(8.78) acted more. .
 - 2) In 8 and 6 dgrees of rolling, it were vastus medialis m.(17.05 and 12.45), vastus lateralis m.(37.98 and 17.08), and tibialis anterior m.(19.83 and 13.20).
 - 3) It was showed that IEMG of LM was larger than that of SM.
4. IEMG of the upper limbs when heavy exercise.
- 1) On the ground, the brachialis m.(44.30 and 17.80), and biceps brachii m.(13.40 and 25.10) acted more in two groups.
 - 2) In both 6 and 8 degrees of rolling, the brachialis m.(37.60 and 24.35), and biceps brachii m.(11.38 and 7.97) acted more in two groups.
 - 3) It was showed that IEMG of SM was larger than that of LM.

1. 研究의 必要性和 目的

선박 생활에 있어서 선박의 여러 동요 요소 중 船員들이 가장 많이 경험하고 신체운동에 많은 지장을 주는 것이 롤링이며, 소중형 선박인 M대학 실습선(3,500총톤, 전장 99.8m, 폭 14.5m)의 경우 10도 이상의 롤링에서는 운동 수행이 불가능했으나, 7도 이하의 롤링과 9 ~ 10sec의 롤링 주기 상태에서는 맨손체조와 가벼운 덤벨 등을 가지고 하는 운동은 가능하였다.(하, 1991)²²⁾

그러나 승선 경험이 많은 船員들은 선내 생활에 적응이 되었기 때문에 웬 만큼의 롤링에도 근력 및

중량운동도 가능하다고 하지만, 항해 중에 롤링과 피칭의 불규칙한 출현 때문에 중량 운동시 롤링과 운동 동작의 불균형으로 근육내 결체 조직에 손상을 입게 되어 근육통을 초래할 수가 있게 된다.(이외, 1992)¹³⁾ 더군다나 선내에서는 진동과 롤링 및 피칭으로서 있거나 걷는 자체가 육상에서 보다 더 많은 근육동원과 에너지가 소모하게 되어, 근활동시 그 동작에 적극적으로 참가하는 主動筋群을 포함하여, 拮抗筋에 대한 확인의 필요성은 물론 同一筋, 同一動作에 있어서 船員과 一般人間에도 근활동의 放電 양상에 따른 전위차가 예상되어 이들의 규명이 필요하다고 하겠다.

근육의 수축은 힘을 발생시키기 위한 근육의 능동적인 작용을 말하며 운동을 담당하는 중추의 신경 세포에서 나온 운동신경은 근육에 접근함에 따라 많은 가지를 내고, 이 가지의 말단이 근육에 분포하게 된다. 보통 근섬유의 수(250만)가 운동 신경의 수(42만) 보다 많으면서도 모든 근 섬유에는 운동 신경이 분포되어 있다. 이는 한 운동 신경이 가지를 쳐 여러 개의 근 섬유를 지배하고 있음을 의미하며, 운동신경의 지배하에 들어 있는 근 섬유는 하나의 단위로서 수축하고 이완하게 되어 하나의 신경과 이것이 지배하는 근섬유 전부를 합해서 운동단위(motor unit potential, 이하 MUP라 한다)라고 한다(김 외, 1992)²⁾. MUP는 운동신경과 근섬유의 비율 분포에 따라 기능적인 차이를 나타내어(Fox and Randall, 1970)³²⁾, 근섬유와 신경의 비율이 낮은 것은 아주 정확하고 낮은 힘과 장력이 요구되는 근육들과 관련이 있고, 비율이 큰 것은 큰 힘을 요구하는 전체적인 움직임들과 관계가 있다. 흥분이 신경에서 근신경 연결부에 도달하면 아세틸콜린이 분비되어 흥분이 시냅스 공간을 통과하여 근 섬유내에서 전위를 일으킨다(김 외, 1993)³⁾. 근 섬유가 정지하고 있을 때의 전위는 -90 mV로 되고 있으나 Na⁺가 근 섬유막내로 유입해 오면 탈분극하고, K⁺가 유출되면 재분극한다. 이 활동전위에 의해 근 섬유막의 Ca⁺⁺의 투과성이 높아지고, Ca⁺⁺가 ATP 효소 활성을 높이는 것이라고 생각되고 있으며, 이 활동전위를 도출하고 기록한 것을 근전도(EMG)라고 한다(신, 1994)¹⁰⁾. EMG에 대한 MUP의 대부분은 전극 근처 활동성 근섬유의 전기활동을 나타낸 것이며 파형(shape), 진폭(amplitude) 및 지속시간(duration) 으로 기록된다. 파형은 하나의 MUP가 가지고 있는 형태의 수, 즉 oscilloscope 상에서 윗쪽(+)과 아래쪽(-)으로 몇 번 방향을 바꿈으로서 나타나는 주기성을 말하고, 진폭은 MUP의 oscilloscope의 윗쪽과 아래쪽에 최대한 떨어져 거리를 가지고 나타나며 보통 mV 또는 μ V(1/1000mV)로 나타낸다. 또 지속시간은 MUP가 기선에서 솟아 올라서 기선으로 되돌아 오기까지 필요한 시간이며 ms로 나타낸다(박 외, 1992)⁹⁾.

검출된 EMG 시그널은 정성적 또는 정량적 분

석을 통하여 근육활동을 직접 또는 간접적으로 추정하는데 이용되고 있다(吉澤, 1995)²³⁾. 정성적 분석은 주로 EMG의 peak-to-peak 시그널 波形的 유형을 비교함으로써 말초 신경과 신경근 접합부 및 골격근에 나타나는 이상상태를 임상적으로 진단하거나 특정의 운동수행시 작용 근육의 주동근, 보조근, 길항근 등을 찾아내어 근트레이닝의 기초 자료를 얻는데 이용되고 있다. 또 정량적 분석에는 EMG의 진폭 분석 방법과 빈도 분석 방법의 2가지가 주종을 이룬다. 진폭분석 방법은 큰 힘을 발휘하거나 지속적인 근수축 상태를 유지하기 위해서는 동원되는 MUP의 수가 증가한다는 원리에 입각하여 근전도를 정류시킨 근전도(rectified EMG : REMG) 진폭의 평균이나 실효치(root mean square : RMS)로 구하여 발휘근력 및 근 수축 지속 시간과의 관계를 통계적 회귀분석을 이용하여 추정함으로써 근력평가 및 근피로 현상을 간접적으로 밝히는 데 이용된다. 또한 REMG를 일정한 시간동안 적분한 IEMG(Integrated EMG) 값의 변화 추세를 통하여 근피로에 따른 새로운 운동단위의 동원시기를 파악하는 데 이용되기도 한다. 빈도 분석 방법은 근피로가 가중됨에 따라 MPF(mean power frequency)가 높은 진동수에서 낮은 진동수로 변화된다는 입장에서, 근전도를 Fourier 분석기를 통하여 분해 정리한 다음에 주파수 대역(frequency-band)을 X 축으로 하고 해당 빈도가 갖는 MPF를 Y 축으로 나타내는 히스토그램이나 power spectra를 작성, 이를 비교함으로써 주로 근피로의 연구에 활용되는 방법이다(주, 1987)¹⁶⁾.

근전도에 관한 초기의 연구들은 정적인 근 수축에 관한 것이었으나 그후로 MUP 형태에 관한 효과 및 표면전극 신호에 대한 연구들이 많으며(Winter, et, al., 1994)³⁹⁾, 이들 중 Chaffin 등(1980)²⁹⁾은 근육 수축의 특성에 따라 EMG 시그널의 변화를 분석함으로써 근육활동을 분석하여 개인 근력의 추정이 가능하다고 하였고, Morris 등(1961)³⁴⁾은 생체 역학 모형에서 근육이나 내부 발휘 근력을 계산하고 EMG를 이용하여 인체 모형에 관하여 검증하였고, Lavender 등(1991)³³⁾은 인체의 동작은 여러 개의 근육이 동원되어 일어나며,

EMG를 이용하여 작업시 하중이나 자세 변화에 따른 근육의 활동변화를 검증 하였으며, 또 Seroussi and Hope(1987)³⁸⁾는 운동부하와 자세 변화에 따른 근육의 공동활동을 분석하기 위하여 동원된 근육들에 대한 표면전극을 이용한 EMG 측정과 표준화 분석 방안에 대하여 연구하였다. 그리고 Bouisset and Maton(1972)²⁸⁾도 상완이두근에 표면전극 및 유입 전극을 장착하고 단극, 쌍극으로 EMG를 도출한 결과 운동속도, 부하중량 도출 방법에 관계없이 유입 전극에 의한 EMG와 표면전극에 의한 IEMG 간에 직선관계가 존재한다고 하였다.

그리고 神田(1964)²⁴⁾은 상지의 curl 동작과 트레이닝으로도 상완 이두근 및 상완 삼두근의 발달과 전완의 체근육이 단련된다고 하였고, 田中(1971)²⁵⁾은 전완 屈筋 동작시 주동근이 상완 이두근의 작용과 동시에 伸筋인 상완 삼두근에도 방전이 나타난다고 하였고, 大久保 등(1988)²⁶⁾은 에어로빅 댄스 지도자와 경험이 없는 초보자의 러닝 중의 하지근력 EMG 측정에서 시간 경과와 함께 초보자에게 근 피로 현상이 인정되었다고 하였으며, 또 北城 등(1995)²⁷⁾은 EMG를 통하여 20% MVC, 50% MVC, 80% MVC, 100% MVC 별로 2초간 등척성 무릎 신전 근력 발휘시 외측광근, 내측광근, 대퇴직근, 대퇴이두근의 토크에 영향을 줄 수 있는 관절각도, 속도 및 각속도의 훈련정보를 제시하였다. 그리고 吉澤(1995)²³⁾은 스포츠 지도에 근전도를 이용함에 있어서 전자공학의 비약적인 발전에 의해 개발된 증폭기록 분석용 기기류의 특성을 충분히 파악한 뒤 응용해야 한다고 하였다.

국내에서는 사격 동작시 상지근(이두근, 삼각근, 승모근, 삼두근, 전완굴근 및 신근)의 근전도 변화 양상을 진폭, 빈도, 집적 근전도로 분석하였고(유 외, 1983)¹⁴⁾, 주(1987)¹⁶⁾는 상완이두근의 75%, 50%, 25% 수축 강도별 등척성 수축시 운동단위의 동원 체계에 대하여 규명하였으며, 이 등(1993)¹²⁾은 팔꿈치 관절 굽힘 동작시 수축 강도에 따라 동원된 근육(이두근, 상완근, 완요골근, 원회내근)의 동원 형태와 역할 분담에 대하여 분석하였고, 김(1995)⁷⁾은 속도 및 부하 조건에 따른 슬관절 신전시의 근육활동 형태를 분석하였으며, 또 최(1994)¹⁹⁾는 밀

고 당기는 작업자의 비복근력을 EMG를 통하여 측정 하여 작업 자세가 작업자에 미치는 영향을 평가 하였다. 그리고 정(1993)¹⁵⁾은 일측에 비해 양측 근 수축시 최대 및 최대하 근력 발휘에 있어서 근력감소 현상이 나타났다고 보고 하였다. 그의 테니스 스트루크 동작시(김, 1987)⁶⁾, 골프 스윙시(조 외, 1989. 최 외, 1991)¹⁷⁾¹⁸⁾의 분석 등이 있으나 선박 動搖時(롤링) 근전도를 적용한 신체활동에 관한 연구들은 전무한 실정이다.

이러한 현상은, 선박의 종류와 크기가 다양하여 롤링과 피칭의 크기도 선종과 크기에 따라 다르며, 어떠한 선박이라도 롤링 환경이 수시로 변할 수 있으며, 롤링시 신체의 생리적 변화 등을 규명하는 데는 많은 제한 요인들이 복합적으로 작용하기 때문이다. 따라서 해운산업의 중요성 만큼 이들의 활성 방안과 정책들이 연구,진척되고 있지만 해운산업의 人的 要인인 船員들의 근무 환경에 관한 문제, 특히 롤링과 근육변화 및 적응 등에 관한 문제들은 무관심으로 소홀히 하고 있고, 일반화 시키기 어렵다는 점에서 연구가 거의 이루어지지 않고 있다.

선박의 다양한 롤링, 피칭 환경에 따라 나타나는 제반 근활동을 규명하는 데는 많은 어려움이 따르기 때문에 이들 연구를 위한 우선된 과제로서, 본 연구에서는 일정하게 롤링 피칭 기능을 가지는 선박 시뮬레이터와 같이, 롤링의 크기를 목적에 따라 조절할 수 있는 장치 즉 롤링의 크기와 주기를 일정하게 유지하며 움직일 수 있도록 원동기 모터와 회전제어 모터장치 등을 부착시킨 롤링 머신을 제작하여 본 실험에 사용하였다. 본 연구는 롤링 머신에서 서 있을 때와 제자리 걸을 때 下肢 근육의 방전 상태와 덤벨을 가지고 two hands curl 동작 때의 上.下肢 근육의 방전상태를 평지에서 운동과 비교하며, 아울러 船員과 一般人의 동원 근육의 양상을 EMG를 통하여 비교함으로써 船內의 근무 환경의 이해와 롤링시의 운동방법 모색을 위한 자료를 얻고자 하는 데 그 목적이 있다.

II. 研究 方法

롤링의 크기와 주기를 일정하게 유지하며 동력

장치 기계에 의해 움직일 수 있는 롤링 머신을 제작하여 船員과 一般人의 上下肢筋의 방전 양상을 측정 비교하기 위한 방법들은 다음과 같다.

1. 피험자

본 실험을 위하여 船員 4명과 一般人 4명의 피험자를 임의로 선정하였고, 그들의 신체적 특성은 <Tab. 1> 과 같다.

Tab. 1 Physical characteristics of subjects

subjects	sex	age(yrs)	height(cm)	weight(kg)	career(yrs)
seamen(4)	male	45.0±6.6	168.3±7.64	69.3±1.16	10.0±2.0
landmen(4)	male	45.7±6.0	172.7±3.32	72.7±5.03	0.0±0.0

2. 연구기간 및 측정 장소.

- 1) 기간 : 1995. 9. ~ 1996. 8.
- 2) 측정장소 및 분석 : 부산 M대학교 체력 측정실 및 부산 D대학교 산업공학과 실험실

3. 측정 부위

1) Lower limbs

- (1) 대퇴직근(Rectus femoris m. 이하 Rectferm 이라함)
- (2) 대퇴이두근(Biceps femoris m. 이하 Bicferm 이라함)
- (3) 외측광근(Vastus lateralis m. 이하 Vaslat 이라함)
- (4) 내측광근(Vastus medialis m. 이하 Vasmed 이라함)
- (5) 전경골근(Tibialis anterior m. 이하 Tibant 이라함)
- (6) 비복근(Gastrocnemius m. 이하 Gastroc 이라함)

2) Upper limbs

- (1) 상완이두근(Biceps brachii m. 이하 Bicbra 이라함)
- (2) 상완삼두근(Triceps brachii m. 이하 Tri-

bra 이라함)

(3) 상완근(Brachialis m. 이하 Brachii 이라함)

(4) 상완요골근(Brachioradialis m. 이하 Brachio 이라함)

4. 측정 기구

1) EMG 측정기구

피험자의 근육에서 발생하는 근전도 신호를 무선으로 송수신하여 분석하기 위한 실험 장치와 그 제원은 <Tab. 2>와 같다.

Tab. 2 Experimental equipment

Telemetry System - NORAXON U.S.A., INC	
Experimental equipments	Charateristics
Transmitter (IWC-TELELMO-T) : 9 volt battery	Number of RF selectable channels ; 10 Number of EMG channels ; 8 Radio frequency range ; 906 MHz to 924 MHz Low level input voltage range ; ± 7 mV Power source ; 9 volt battery
Receiver (IWC-TELEMYO-R) : Internal rechargeable battery	Number of RF selectable channels ; 10 Number of EMG channels ; 8 Radio frequency range ; 906 MHz to 924 MHz Antenna type ; flexible whip Bipolar output voltage range ; ± 25 V Unipolar output voltage range ; 0 V - 5.0 V
EMG electrodes	silver/silver chloride surface electrode jack
Personal computer	IBM -AT(486) compatible

2) Rolling Machine

(1) 롤링의 크기와 주기를 일정하게 조절하기 위하여 0.5 HP, 회전수 1,690 RPM의 3상 유도전동기를 변속장치를 이용하여 200 - 1200 RPM으로 변속시킨 다음 다시 감속기(감속비, 1 : 50)를 거쳐 4 - 24 RPM 으로 회전수를 떨어뜨린 후 감속기에 회전판을 부착하고 이것을 디딤판 지지축과 암(arm)으로 연결시켜 회전운동을 왕복운동으로 전환시켰다. 또 회전속도 조절계를 부착하여 롤링 주기를 1회당 3 - 15초의 범위에서 다양하게

조절할 수 있도록 하였으며, 감속기의 회전판과 디딤판 지지축에서 암(arm)의 위치를 길게 또는 짧게 이동 연결 시킴으로서 롤링의 크기를 6도와 8도의 2가지로 변환시킬 수 있도록 동력 장치화 하였다. <fig. 1>

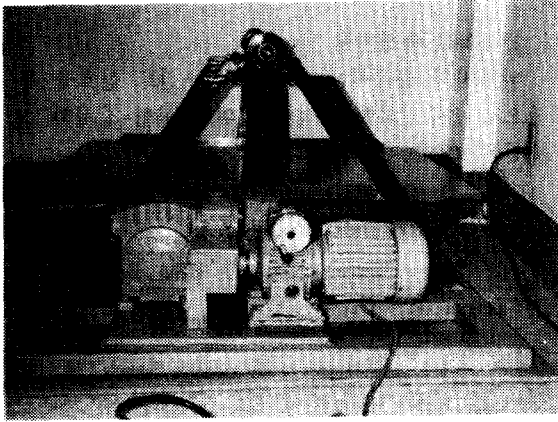


Fig. 1 Rolling Machine

(2) 디딤판은 65cm 높이의 두 지지대에 각각 베아링을 부착시키고 이 베아링에 디딤판 지지축을 연결하여 원활하게 움직이도록 하여, 이 디딤판 지지축의 하단부(상단으로부터 38cm 지점)에 디딤판을 설치하였으며, 120cm × 75cm 크기의 철판 위에 5mm 두께의 합판을 부착하여 활동시 미끄러지지 않도록 하였고, 머신에서 건너나 뛰어도 자체 동요는 전혀 없도록 설계하였다.

5. 실험 절차

- 1) 전극 부착 - 접착 테이프에 끼워져 있는 직경 10mm의 jack type의 양극(양극, 음극) 표면 전극을 사용하였고, 접착시 전극간의 근전도 파형의 진폭 간섭을 적게하기 위하여 20mm 간격으로 운동점(motor point)에 근섬유 주행 방향으로 부착하였다.
- 2) 피검군 - 전극은 右側 팔다리에 부착하였고, 전극과 피질사이에 전극 저항을 적게하기 위하여 운동점 부위를 알코올로 세척하고 면도

기로 털과 skin oil을 제거한 후 +전극과 -전극을 상하로 부착하였으며, 접지전극(earth)은 쇠골부위에 붙였다.

- 3) 모니터 기록 - 근전도의 파형이 무선 안테나를 통하여 증폭기(EMG amplifier)로 증폭하여 A/D 변환기(converter)를 통하여 디지털화되어 컴퓨터 계산기에서 자동기록 처리되게 하였다.

4) 측정자세와 동작 및 순서

- (1) 측정시 롤링 머신의 환경 - 롤링의 주기를 6초, 롤링 크기를 6도가 되게하여 1차 측정하고, 또 롤링 주기 6초에 롤링 크기를 8도가 되게하여 2차 측정하였다,

- (2) 제자리 걸음 - 평지와 롤링 머신에서 걸을 때 팔과 다리를 앞뒤로 올리면서 하나, 둘 구령에 맞추어 자연스럽게 걷도록 하였다.

- (3) 롤링 머신에서의 자세 - ① 서 있기 : 롤링 머신대 위에서 팔은 내리고 두다리를 어깨 너비로 벌려 선다.

② two hands curl 동작 : 7.5kg의 덤벨을 양손에 들고 양 팔을 옆구리에 붙인 자세에서, 하나 구령에 팔을 완전히 V자가 되게 위로 굽히면서, 무릎은 90도가 되게 굽히는 half squat 동작을 하며 (굽히는 무릎각도가 90도가 되게하기 위하여 개인에 따라 90도가 되는 무릎 앞쪽에 고무줄을 수평으로 쳐놓고 줄에 닿으면 일어서게 한다), 둘의 구령에 바로 일어서면서 양팔을 밑으로 대퇴 위치까지 내리며, 위의 동작을 반복하게 한다. <fig. 2>

- (4) 측정순서 - ① 평지에서 제자리 걷기 20초(이하 Walking 0 이라함) → two hands curl 20 초(이하 Exercise 0 이라함)

②. 6도 롤링 크기에서, 서 있기 20초(이하 Standing 6 이라함) → 제자리걷기 20초(이하 Walking 6 이라함) → two hands curl 20초(이하 Exercise 6 이라함)

③. 롤링 크기를 8도로 전환하여, 서 있기 20초(이하 Standing 8 이라함) → 제자리걷기 20초(이하 Walking 8 이라함) → two hands curl 20초(이하 Exercise 8 이라함) 順으로 하였다

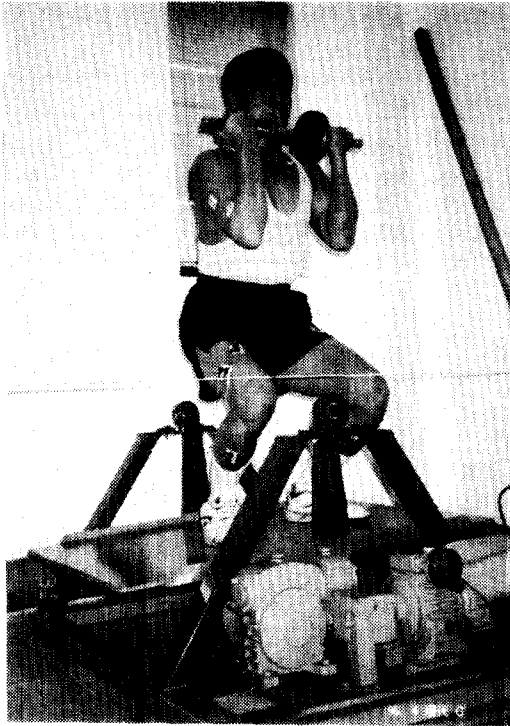


Fig. 2 Two hands curl

4) 근전도 분석

근방전 파형으로 부터 보다 상세한 정보를 얻기 위하여 적분 근전도로서 운동단위의 동원 및 활성 정도를 분석하고자 하며, 롤링 주기를 6초로한 상태에서 반복 동작을 계속하게 되므로, 20초 동안의 운동 시작 5 ~ 6초후 부터, 6초간의 동작을 측정하였고, 6초간의 근방전 지속시간(duration)에 따른 진폭(amplitude) 전위의 수와 면적을 집적회로로 적분한 근전도(IEMG)를 크기(area)로 나타낸 방전량에 대하여, 피험자 4명씩에 대한 전체 평균으로 비교 분석하였다.

6. 자료 통계처리

- 1) 一般人和 船員의 각 근육별 IEMG(area) 평균값에 대한 차이 점정을 T-test로 하였고 유의성은 $\alpha = .05$ 로 하였다.
- 2) 측정 상태에 따른 주된 근작용의 분석은 IEMG 평균값에 대하여 one way ANOVA

-test로 하였으며, 유의성은 $\alpha = .05$ 로 하였다.
3) 자료는 SAS 통계 패키지를 사용하여 처리하였다.

III. 研究 結果 및 考察

1. EMG 분석의 例

표면 근전도는 개개 근육의 방전이 중합되어 있고 간섭파형이 개재해 있어 그 중에 어떠한 방전 간격의 규칙적인 주기성 성분이 포함되어 있는가를 분석하기는 어렵고, 단지 정성적인 해석만이 가능하다. 또 근전도 측정은 대부분 근육표면 위에 두 개의 전극을 사용하여 두 개의 전극전압을 측정하며, 두 개의 전극전압의 모양은 같으나 시간차이가 있으므로 각각의 전압 파형은 두 개의 상을 가지지만 전압의 차이는 세 가지의 상을 나타내게 된다.(Dainty, et al., 1987)³¹⁾

운동 단위내에 포함되어 있는 여러 근섬유의 탈분극은 그 발생 시간이 중첩되므로 기록되는 근전도도 개개의 근섬유 활동전위의 중첩으로 나타나게 되며, 근육이 수축상태를 유지하기 위해서는 운동 단위의 활동이 계속되어야 하고 운동단위 활동전위가 반복적으로 발생해야 한다. 따라서 근력 발휘정도에 따라 동원되는 운동단위의 수가 다르며 근전도 파형도 다르다고 하겠다.

본 실험에서 하지근 6 channel 과 상지근 4 channel을 동시에 측정하므로써 각 근육별 파형이 동작에 따라 잘 나타나는 경우가 대부분 이었으나, 피험자에 따라서는 6 또는 4 channel 중 1 ~ 2 channel에서 나타나지 않거나 전위의 진폭이 미세하게 방전되는 근육도 있었다. 이러한 것은 동작(트레이닝) 상태 부적절(Hakkinen et al, 1985)³⁶⁾, 간섭 효과에 따른 운동단위의 활성 감소(Ohtsuki, 1984)³⁷⁾, 그리고 센스가 측정 운동점 부위를 약간 벗어나게 부착되는 등의 원인 때문에 나타날 수 있다고 하여, 본 실험 과정에서도 이러한 경우 동작을 다시 지도, 교정하거나 센스를 떼어 버리고 인접 근육부위에 다시 붙여 2차, 3차 측정하였다.

측정된 모든 근전도 중에서 두 가지 근육에 대한 분석의 예를 피험자 H씨의 경우에서 보면, 운

동 시작 5~6초후 부터 6초간 측정된 비복근 (Gastroc, walking 8)과 상완이두근(Bic-bra, exercise 8) 적분근전도(IEMG)에 의한 근방전량 5.2 $\mu V*s$ 와 10.1 $\mu V*s$ 의 예는 <Tab. 3> 및 <Tab. 4> 와 같으며, 이때 근방전 파형의 예는 <Fig. 3> 및 <Fig. 4>와 같다.

Tab. 3 IEMG process in Gastrocnemius m. of subject H at walking 8.

Channel 6 : gastroc					
Trigger = 10	Onset Time = 100.0		Subsist Time = 20.0		
# Start Time	End Time	Duration	Peak	Area	
1	360.0	410.0	480.0	120.0 ms	56 μV 4.04 $\mu V*s$
2	5230.0	5240.0	5360.0	130.0 ms	61 μV 3.16 $\mu V*s$
3	5390.0	5480.0	5570.0	180.0 ms	85 μV 8.32 $\mu V*s$
# Rise Time	Fall Time	Rise Slope	Fall Slope	Ratio	
1	50.0	70.0	+0.880	+0.771	-1.141
2	10.0	120.0	+4.200	+0.475	-8.842
3	90.0	90.0	+0.622	+0.922	-0.675
Endurance Statistics					
Mean Duration = 143.3		Mean Peak = 67.3		Mean Area = 5.2	
Wave	Duration	Peak	Area		
1	83.72	83.17	78.09		
2	90.70	90.59	61.08		
3	125.58	126.24	160.82		

Tab. 4 IEMG process in Biceps brachii m. of subject H at Exercis

Channel 2 : Bic-bra						
Trigger = 10	Onset Time = 100.0		Subsist Time = 20.0			
# Start Time	Peak Time	End Time	Duration	Peak	Area	
1	180.0	250.0	370.0	190.0 ms	192 μV	14.14 $\mu V*s$
2	3280.0	3370.0	3470.0	190.0 ms	100 μV	8.22 $\mu V*s$
3	3960.0	3970.0	4090.0	130.0 ms	170 μV	10.41 $\mu V*s$
4	5100.0	5160.0	5310.0	210.0 ms	97 μV	10.57 $\mu V*s$
5	5920.0	6040.0	6070.0	150.0 ms	100 μV	7.11 $\mu V*s$
# Rise Time	Fall Time	Rise Slope	Fall Slope	Ratio		
1	70.0	120.0	+2.229	+1.600	-1.393	
2	90.0	100.0	+0.978	+0.910	-1.074	
3	10.0	120.0	+15.600	+1.342	-11.627	
4	60.0	150.0	+0.283	+0.647	-0.438	
5	120.0	30.0	+0.508	+3.333	-0.153	
Endurance Statistics						
Mean Duration = 174.0		Mean Peak = 131.8		Mean Area = 10.1		
Wave	Duration	Peak	Area			
1	109.20	145.68	140.14			
2	109.20	75.87	81.47			
3	74.717	128.98	103.17			
4	120.69	73.60	104.76			
5	86.21	75.87	70.47			

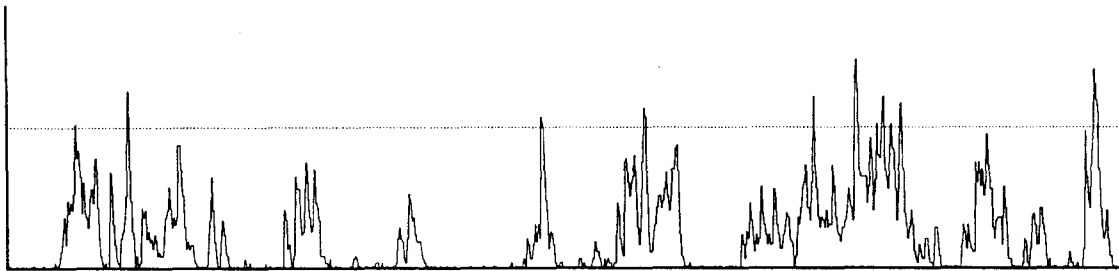


fig. 3 EMG wave in Biceps brachii m. of subject H at Exercise 8

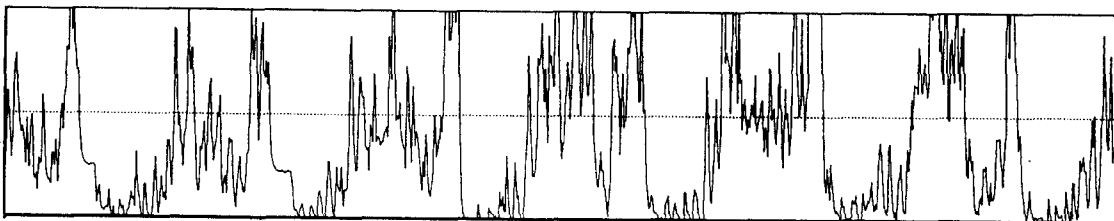


fig. 4 EMG wave in Gastrocnemius m. of subject H at walking 8

2. 下肢 근육별 IEMG의 분석

1) 롤링 머신에서의 Standing 때 하지의 IEMG <Tab. 5> 는 롤링 머신 6도 및 8도에서 서 있을 때의 IEMG 근방전량과 유의성 검정이며 이것을 그래프화한 것이 <Fig. 5> 이다.

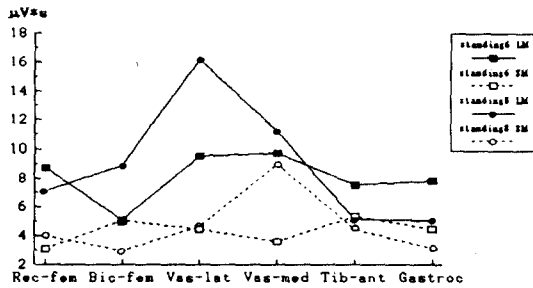


Fig. 5. IEMG Value in lower limbs m.at rolling machine standing

진동 6도 롤링에서 서 있을 때, 一般人的 방전량의 크기는 내측광근(9.73)과 외측광근(9.55) 및 대퇴직근(8.73)의 順이며, 船員은 전경골근(5.38)과 대퇴이두근(5.05) 및 비복근(4.47) 順으로, 두 집단(一般人和 船員)에서 같은 6도 크기의 상태이지만 작용되는 근육에는 차이를 보이며, 대퇴이두근(Bic-fem)의 경우 一般인 피험자 P(5.1) 외는 방전의 진폭이 미세하거나 나타나지 않았다. 두 집단의 6부위 각 근육별 방전량의 차이는 .05(Bic-fem) ~ 6.17(Vas-med)로 一般인이 船員보다 크게 나타났으며 유의한 차가 있는 근육은 없었다.

진동 8도 롤링에서는, 一般인은 외측광근(16.20)과 내측광근(11.20) 및 대퇴이두근(8.90)의 順이며, 船員은 내측광근(8.97), 외측광근(4.63) 및 전경골근(4.47) 順이었고 두 집단 각 근육별 차이는 .66(Tib-ant) ~ 11.57(Vas-lat)로 6도에서 보다는 다소 큰 방전량을 보이며, 一般인이 많게 나타났으나 유의한 차가 있는 근육은 없었다.

각 근육에 대하여 진동 6도와 8도의 두 상태와 집단간의 방전량 차이 F 검정에서 유의한 차는 없

Tab. 5 IEMG value at Rolling machine standing position (단위 : $\mu V*s$)

測定 筋肉	狀態 對象		standing 6		standing 8		ANOVA of IEMG	
	H	K	LM	SM	LM	SM	SS	df
Rec-fem	P	S	8.0	4.0	4.1	2.6	37.35	3
	O	L	18.7	3.2	11.5	4.8		
	B	P	2.6	/	5.8	/		
	M		8.73	3.07	7.13	4.00		
	d	t	5.66	1.97 ns	3.13	1.07 ns		
Bic-fem	P	S	5.1	5.2	/	/	36.67	3
	O	L	/	/	15.2	/		
	B	P	/	/	2.6	2.7		
	M		5.10	5.05	8.90	2.95		
	d	t	0.05	/	5.95	1.00 ns		
Vas-lat	P	S	10.0	3.9	4.1	2.5	533.24	3
	O	L	9.1	5.0	28.3	4.8		
	B	P	/	/	3.2	7.0		
	M		9.55	4.45	16.20	4.63		
	d	t	5.10	4.81 ns	11.57	1.56 ns		
Vas-med	P	S	18.0	2.9	7.6	1.76	99.89	3
	O	L	4.2	/	9.8	6.1		
	B	P	7.0	2.4	/	3.2		
	M		9.73	3.57	11.20	8.97		
	d	t	6.17	1.84 ns	2.23	.98 ns		
Tib-ant	P	S	5.5	5.8	4.1	2.9	14.38	3
	O	L	9.6	3.3	6.6	/		
	B	P	/	9.1	/	4.7		
	M		7.55	5.38	5.13	4.47		
	d	t	2.17	3.75 ns	0.66	.74 ns		
Gastroc	P	S	8.7	5.1	2.5	3.4	29.74	3
	O	L	5.7	/	7.0	3.8		
	B	P	9.1	3.6	/	4.4		
	M		7.83	4.47	5.07	3.08		
	d	t	3.36	2.32 ns	1.99	1.32 ns		
Total			8.01	4.33	8.90	4.60		

* P < .05

LM, H ~ B : 一般人(Landman) SM

K ~ P : 船員(Seaman).

M : mean. d : 一般人和 船員의 차이.

t : t-test ns : none significant

었으며, 6부위 근육중 주로 많이 작용된 근육은 一般人是 外측광근과 내측광근, 船員은 전경골근으로서 서로 차이를 보이지만, 종합해서 보면, 6도와 8도 크기에서 있을 때는 외측, 내측광근 및 전경골근이 많이 작용된다고 하겠다. 아울러 6부위 각 근방전량(M)에 대한 전체 평균에서 보면, 6도에서 一般人是 8.01, 船員은 4.33, 8도에서 一般人是 8.90, 船員은 4.60으로 두 집단 간에 一般인이 船員보다 1/2 정도 크게 작용되었고, 같은 집단끼리는 비슷하였다. 따라서 2도 크기 차이의 롤링 머신에서 있을 때 一般인이 높게 나타났으나 집단끼리의 방전량에는 차이는 없다고 하겠다.

Joheph(1960)는 쉬어자세(군대 자세)를 취할 때 비복근, 특히 가자미근을 이용하여 발목 관절의 안정을 유지하고 슬개(膝蓋)와 둔부 고관절근은 해당 인대에 의하여, 그리고 척추 관절은 선골척추(sacrospinales) 근육의 일부만 가지고도 안정이 유지된다(김 외, 1977 引用)⁴⁾고 하였고, 선 자세 때의 주동근을 보면, 대퇴직근, 외측광근, 내측광근, 전경골근, 장지신근이라(김 외 1991)⁵⁾고 하였으며, 또 외측광근과 내측광근은 슬관절의 신전작용을 하게 하고 전경골근은 거퇴관절(ankle joint)의 굴곡과 발의 내전과 내측 회전 복합운동을 하는데 작용한다고 하였다(체육총서, 1980)²¹⁾. 본 실험에서도 롤링 머신에서 있을 때는 신체의 중심이 한쪽 옆으로 기울어 질때 발목 관절에 힘을 주면서 슬관절이 움직이면서 균형을 유지하게 되고, 이때 외측광근과 내측광근 및 전경골근이 가장 많이 작용되었다고 사료된다. 그런데 외측광근(Vas-lat)의 피험자 H와 O의 경우, 6도에서는 근방전이 나타나지 않거나 9.1이었으나 8도에서는 29.2 및 28.3으로 크게 나타났는데, 이러한 현상은 측정시 무릎을 펴고 가만히 서 있어야 되는데 8도 롤링시에 가만히 서 있는 상태이지만 좌측으로 롤링 되어질 때 좌측 발바닥 안쪽을 약간 들면서 바깥 발바닥 부분으로 균형을 유지 하므로써 발목과 슬관절에 힘을 순간적으로 주면서 서 있기 때문에 큰 차가 났다고 판단되어 롤링시에는 무릎과 발바닥 외측으로 버티는 동작이 계속됨을 알 수 있었다. 그리고 집단간에 근육별 방전량을 보면 一般人是 船員보다 많이 나타나고 있으나, 船員은 방전량이 적거나 나타나지

않는 근군이 많음을 알 수 있다. 이러한 결과에서 볼 때, 근수축시 자극의 빈도가 크면 클수록 그리고 활동성 운동단위의 수가 많으면 많을 수록 근에 의하여 발현되는 장력은 크며, 또 근섬유의 직경이 클 수록 많은 전위를 발생하므로 운동단위 활동전위의 크기가 커지고, 근섬유로부터의 거리가 검출 전극이 가까울 수록 큰 전위를 형성하게 된다(Nandedkar, et al., 1985)³⁵⁾고 하였고, 유 등(1983)¹⁴⁾은 훈련된 사격선수의 사격동작시 상지근의 集積 근전도가 비선수군에 비해 오히려 났다는 결과를 보고 한바 있다. 이러한 보고들로 미루어 보아 船員의 방전량이 작게 나타나는 것은 평소 선상 생활속에서 롤링에 적응이 되었기 때문에, 본 실험과 같은 롤링 크기에서도 마찬가지로 현상으로 작게 나타났다고 사료된다.

본 롤링 머신의 롤링 정도의 이해를 위하여 롤링 주기를 6초에 8도 크기로 움직이게 하고 디딤판 양 끝에 맥주컵에 물을 가득 채우고 놓았을 때 컵은 그대로 있었다.

2) walking 때 하지의 IEMG

<Tab. 6>은 평지와 롤링 머신에서의 6도 및 8도에서 걸을 때의 IEMG 근방전량과 유의성이며, 이것을 그래프화한 것이 <Fig. 6> 이다.

평지에서 걸을 때, 一般인의 방전량의 크기는 비복근(7.08)과 내측광근(6.65) 및 외측광근(6.60) 順이며, 船員은 비복근(7.80)과 외측광근(6.58) 및 대퇴직근(5.10) 順이었고, 전경골근(Tib-ant)은 두 집단 모두 2명씩 밖에 나타나지 않았다. 또 두 집단의 각 근육별 방전량의 차이는 .02 ~ 1.80으로 一般인이 대체로 크게 나타났으나 유의한 차가 있는 근육은 없었다.

진동 6도에서 걸을 때, 一般人是 內측광근(14.50)과 비복근(11.75) 및 외측광근(10.10) 順이며, 船員은 외측광근(9.53)과 내측광근(9.30) 및 대퇴직근(9.30) 順이었다. 두 집단의 각 근육별 차이는 .58 ~ 5.20이었으며, 대퇴직근(Rec-fem) 외에는 一般인이 높게 나타났고, 특히 내측광근(Tib-ant, 5.20)은 .05 수준에서 유의한 차를 보여, 평지에서 걸을 때는 一般인이 6.65 였으나 6도에서는 14.50으로 롤링 영향 때문에 船員 보다 크게 나타남을 알 수 있었다.

Tab. 6 IEMG value in lower limbs m. at walking (단위 : $\mu V \cdot s$)

測定 筋肉	狀態 對象	walking 0		walking 6		walking 8		ANOVA of IEMG
		LM	SM	LM	SM	LM	SM	
Rec-fem	H K	6.2	2.1	6.6	7.4	11.3	2.4	SS 51.46 df 5 MS 10.29 F .84 Pr>F .538
	P S	2.8	3.4	5.0	14.0	6.6	12.6	
	O L	7.7	9.7	11.6	6.9	3.1	2.1	
	B P	6.1	5.2	/	8.9	7.2	4.6	
	M	5.70	5.10	7.73	9.30	7.05	5.43	
	d t	0.60	46 ns	-1.70	-43 ns	1.62	53 ns	
Bic-fem	H K	2.8	3.3	6.1	3.4	5.2	10.2	SS 14.53 df 5 MS 2.91 F .54 Pr>F .742
	P S	7.4	3.2	3.0	5.9	3.1	6.4	
	O L	2.1	/	9.4	3.2	3.4	3.8	
	B P	/	4.6	2.6	4.4	6.4	4.1	
	M	4.10	3.70	5.28	4.23	4.50	6.13	
	d t	0.40	28 ns	1.05	50 ns	-1.63	-1.00 ns	
Vas-lat	H K	5.3	4.4	16.2	10.4	31.3	10.8	SS 157.37 df 5 MS 31.47 F .85 Pr>F .531
	P S	10.9	5.6	7.1	5.6	13.2	9.8	
	O L	3.8	12.2	14.3	11.2	7.8	5.3	
	B P	6.4	4.1	2.8	10.9	4.1	7.4	
	M	6.60	6.58	10.10	9.53	14.10	8.33	
	d t	0.02	01 ns	0.58	19 ns	5.78	1.13 ns	
Vas-med	H K	3.3	8.1	10.5	5.1	21.3	9.4	SS 235.73 df 5 MS 47.15 F 2.30 Pr>F .088
	P S	5.3	4.6	15.6	8.5	14.5	9.6	
	O L	2.7	2.8	16.8	15.5	5.2	10.4	
	B P	15.3	4.8	15.1	8.1	6.9	7.5	
	M	6.65	5.08	14.50	9.30	11.98	9.23	
	d t	1.57	49 ns	5.20	3.83 *	2.75	7.5 ns	
Tib-ant	H K	6.5	/	5.3	4.0	16.2	3.3	SS 128.15 df 5 MS 25.63 F 4.60 * Pr>F .011
	P S	/	/	5.8	3.3	6.1	4.8	
	O L	/	4.4	7.9	4.2	12.8	5.7	
	B P	5.3	3.8	3.7	4.9	8.2	3.0	
	M	5.90	4.10	5.68	4.10	10.83	4.20	
	d t	1.80	6.00 ns	1.58	1.50 ns	6.63	2.37 *	
Gastroc	H K	11.1	14.3	8.7	2.4	5.2	4.4	SS 97.28 df 5 MS 19.46 F .67 Pr>F .549
	P S	7.0	5.0	27.0	5.2	10.0	4.3	
	O L	3.9	4.1	8.8	7.6	5.6	5.0	
	B P	6.3	/	2.5	11.4	7.6	7.2	
	M	7.08	7.80	11.75	6.65	7.10	5.23	
	d t	-0.72	-31 ns	5.10	80 ns	1.87	1.60 ns	
Total	6.00	5.30	9.17	7.20	9.26	6.43		

* p < .05

진동 8도에서 걸을 때, 一般人은 외측광근(14.10)과 내측광근(11.98) 및 전경골근(10.83) 順이며, 船員은 내측광근(9.23)과 외측광근(8.33) 및 대퇴이두근(6.13) 順이였고, 두 집단 각 근육별 차이는 1.62 ~ 6.63이었으며, 대퇴이두근(Bic-fem) 외에는 一般人이 높게 나타났고, 전경골근(6.63)은 .05 수준에서 유의한 차를 보여, 롤링이 클 수록 一般人은 전경골근이 많이 작용됨을 알 수 있었다.

walking 때 3가지 환경과 집단간의 방전량 차이의 F 검정에서 전경골근(Tib-ant)이 유의한 차를 보이는 외에 다른 筋에서는 없었으며, 롤링이 클 수록 一般人의 전경골근이 많이 작용함을 알 수 있었다. 또 6부위 각 근육중에서 주로 많이 작용된 근육은 외측광근과 내측광근 및 대퇴직근, 비복근 이었고, 아울러 6부위 각 근방전량(M)에 대한 전체 평균에서 볼 때, 평지에서 一般人은 6.00, 船員은 5.30, 진동 6도 및 8도에서 一般人은 각각 9.17과 9.26, 船員은 각각 7.20과 6.30으로 집단 간에는 一般人이 船員 보다 다소 크게 작용되었고, 같은 집단 끼리는 一般人은 롤링 크기가 클 수록 크게 나타났으며, 船員도 평지보다 롤링 상태 특히, 6도에서 더 크게 나타났다.

걸기는 신체의 중심이 오른발 위에서 왼발 위로 교대로 이동하는 전위 운동의 한 형태이며, 한발이 언제나 지지면에 닿아 있으며, 잠간 동안은 양발이 모두 지지면에 닿는 순간이 있다. 또 걸기에서 골반은 몸의 무게를 처음에 한쪽 다리, 다음에 다른 쪽의 다리로 교대로 옮기는 일 및 대응하는 대퇴골의 동작에 알맞는 좋은 위치를 제공하는 2중의 일을 하고 처음 발에서 다음 다른 발이 앞으로 나아갈 때 무릎을 굽히고 폼에 따라 슬관절에 있어서 가벼운 回轉, 外轉과 內轉, 脊柱의 극히 적은 側轉과 回轉이 행해진다고 하였고, 걸으면서 옆의 balance를 유지 할때 한편에서는 후경골근, 장모지굴근 및 장지굴근, 다른 편에서는 장비골근 및 단비골근의 상호작용에 의하고 있다고 하였다.(이, 1980)¹¹⁾ 한편 걸을 때 지지면이 움직이거나 경사가 있는 곳이라면 발목이 굴곡하게 되고, 하퇴와 대퇴, 동체가 수직선을 향해 옆으로 또 앞으로 기울어지게 되고, 지지면이 낮으면 발목이 신전하면서 체

걸들이 수직선으로 부터 멀어지게 된다. 이렇게 볼 때 롤링 머신에서 제자리 걸을 때도 지지면의 좌우동요로 자세의 흔들림과 한 발에 실리는 체중의 불규칙성 때문에 근육의 반응과 근 발휘가 평지에서 보다 다양하고 불규칙하게 나타난다고 하겠다.

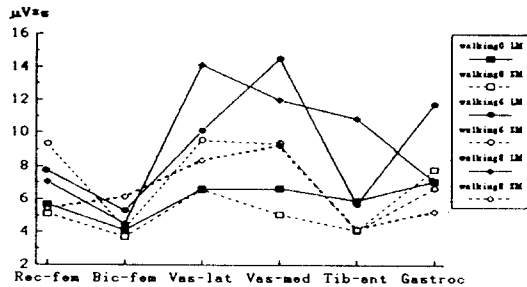


Fig. 6. IEMG Value in lower limbs m.at walking

Close(1964)³⁰⁾는 걷기 동작의 근전도에서 한발의 착지에서 지지시 외측광근(膝伸) - 비복근(발바닥屈曲) - 장지근(指底屈)의 활동이 일어나며, 이지(離地)에서 착지 직전까지 대퇴이두근(膝屈), 장요근(腰屈), 전경골근(足背屈)의 활동이 일어난다고 하여, 앞으로 걷기와 본 실험의 제자리 걷기와는 중심 이동과 속도에서 다소 차이가 있겠지만, 비복근, 전경골근, 외측광근, 대퇴이두근이 많이 작용된다는 분석과는 일치 하고 있지만, 내측광근이 작용되지 않았던 것은 차이점이라고 하겠다. 6도에서 걸을 때 내측광근은 두 집단간에 유의한 차가 있었으며, 그리고 전경골근은 8도에서 두 집단간 또 3 가지 상태와 집단간에 유의한 차를 보인 결과에서 볼 때, 평지 걷기와 롤링 상태에서 걸을 때 차이가 있음을 알 수 있었다. 즉 6도의 롤링에서 걸을 때 내측광근이 지지면이 좌우로 움직임에 따라 重心이 좌 또는 우로 벗어나지 않기 위하여 슬관절이 안쪽으로 작용하게 한다고 볼 수 있고, 8도와 같이 진동이 클 때는 슬관절을 중심으로 한 근육 특히, 전경골근, 또는 외측광근, 내측광근이 많이 작용되어 몸의 균형을 유지하며 견게 된다고 할 수 있어서, 평소 롤링에 보다 원만한 적응을 위하여 슬관절의 유연성을 강화하기 위한 운동을 많이 행해야 된다고 사료된다.

또 걷기 중에 몸의 무게 중심의 움직임은 보통 상하로 4cm, 좌우로 3cm 정도라 하며 이 무게 중심의 움직임은 그 사람의 체격과 걷는 방법에 따라 차이가 난다(체육총서 6, 1980)²¹⁾고 하여, 본 실험의 3가지 상태에서도, 롤링 크기가 클 수록 방전량이 많으며, 一般인이 船員보다 방전량이 크게 나타났는데, 이는 두 집단의 신체적 특성에서 船員의 체중이 가볍고(3.4kg), 신장이 작으며(4.4cm), 重心이 낮아서 롤링 환경에 더 잘 적응할 수 있었기 때문이라고 보는 견해 보다는, 평소 船内の 롤링 환경에 생활하면서 걷거나 움직일 때 자신의 重力에 대항해서 팔을 앞뒤로 흔들면서 몸을 위와 앞으로 추진시키는 힘, 몸의 평형을 유지 하기 위한 힘 등의 기계적인 일 들이 一般인에 비하여 잘 적응이 되어 있으며, 리드미컬하게 대응 하기 때문이라고 하겠다. 더욱이 大久保 등(1988)²⁶⁾은 에어로빅 지도자와 하지근력이 우수한자는 초보자와 약한자보다 러닝 시간이 경과함에 따라 IEMG가 낮으며 피로 현상이 나타나지 않았다고 하여, 승선 경험이 많은 船員들의 방전량이 적은 현상도 롤링에 적응이 되었기 때문이라고 볼 수 있겠다.

3. Exercise(重量運動)때 下肢, 上肢 근육별 IEMG의 분석

1) Exercise 때 하지의 IEMG

<Tab. 7>은 평지와 진동 6도 및 8도에서 two hands curls의 중량운동시 하지의 IEMG 근방전량이며, 이것을 그래프화한 것이 <Fig. 7> 이다.

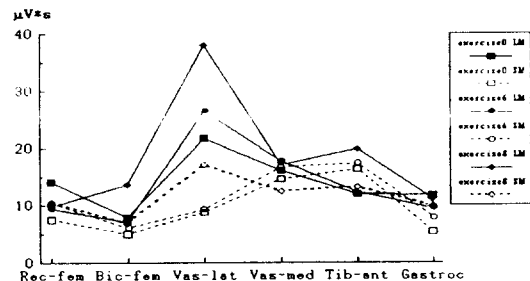


Fig. 7. IEMG Value in lower limbs m.at exercise

평지에서 중량운동시, 一般人的 방전량의 크기는 외측광근(21.68)과 내측광근(16.08) 및 대퇴직근(14.08) 順이며, 船員은 전경골근(16.33)과 내측광근(14.58) 및 외측광근(8.78) 順이었고, 두 집단의 각 근육별 차이는 1.50 ~ 12.90으로 전경골근(Tib-ant) 외에는 一般人이 크게 나타났으나 유의한 차는 없었다.

진동 6도에서 중량운동시, 一般人是 외측광근(26.40)과 내측광근(17.70) 및 전경골근(12.30) 順이며, 船員은 전경골근(17.35)과 내측광근(16.73) 및 대퇴직근(10.35) 順이었고, 두 집단의 각 근육별 차이는 .95 ~ 17.15로 대퇴직근과 전경골근은 船員에서 크게, 나머지는 一般人에서 크게 나타났으나 유의한 차는 없었다.

진동 8도에서 중량운동시, 一般人和 船員 두 집단 모두 외측광근(37.98 및 17.08)과 전경골근(19.83 및 13.20) 그리고 내측광근(17.05 및 12.45) 順이었으며, 두 집단 각 근육별 차이는 .68 ~ 20.90으로 평지 또는 진동 6도에서 보다 롤링 크기가 클 수록 편차도 크게 나타났고, 대퇴직근(Rec-fem)에서 서로 비슷하였으나 나머지는 一般人이 크게 나타났으며, 대퇴이두근과 전경골근에서는 유의한 차를 보였다.

3가지 상태와 집단간의 방전량 차이의 F 검정에서 대퇴이두근(Bic-fem)은 두 집단에서와 같이 유의한 차를 보여, 진동 8도 크기에서 一般人(13.53)이 船員(6.90) 보다 대퇴이두근이 많이 작용됨을 알 수 있었다. 또 6부위 각 근육중에서 주로 많이 작용된 근육은 외측광근과 내측광근 및 전경골근이었고, 아울러 6부위 각 근방전량(M)에 대한 전체 평균에서 볼 때, 평지에서 一般人是 14.27, 船員은 9.57이었고, 진동 6도 및 8도에서 一般人是 각각 13.71과 18.21, 船員은 각각 11.25와 11.66으로 집단간에는 一般人이 船員보다 다소 크게 작용되었으며, 같은 집단 끼리는 一般人是 6도에서 보다 평지에서 더 크며, 船員의 경우는 평지에서 보다 롤링 상태가 클 수록 크게 나타났다. 대체로 exercise 때에는 walking때와 같은 현상으로 롤링 크기가 클 수록 근 방전 현상이 크게 나타났으나 일관성은 찾기 어렵고 불규칙함을 알 수 있었다.

Tab. 7 IEMG value in lower limbs m. at exercise (단위 : $\mu V*s$)

測定 筋肉 狀態 對象	exercise 0		exercise 6		exercise 8		ANOVA of IEMG		
	LM	SM	LM	SM	LM	SM			
Rec - fem	H	K	10.3	6.1	7.1	9.8	8.3	11.2	SS 93.53 df 5 MS 18.71 F .74 Pr>F .605
	P	S	23.6	8.3	19.8	16.1	15.6	12.3	
	O	L	5.8	9.0	7.6	7.8	5.9	11.4	
	B	P	16.6	6.4	3.1	7.7	9.8	7.1	
	M		14.08	7.45	9.40	10.35	9.82	10.50	
	d	t	6.63	1.66 ns	-0.95	-53 ns	-0.68	-31 ns	
Bic - fem	H	K	6.0	/	6.2	4.8	17.4	6.1	SS 175.04 df 5 MS 35.01 F 3.09 * Pr>F .038
	P	S	/	5.3	8.8	7.9	21.0	9.8	
	O	L	9.7	6.1	8.3	4.8	9.2	6.9	
	B	P	7.8	3.4	4.6	6.4	6.5	4.8	
	M		7.83	4.93	6.98	5.98	13.53	6.90	
	d	t	2.90	2.58 ns	1.00	.88 ns	6.63	2.48 *	
Vas - lat	H	K	10.4	11.1	15.6	10.1	30.5	12.4	SS 2467.1 df 5 MS 493.41 F 1.54 Pr>F .226
	P	S	25.5	7.7	20.9	7.5	11.0	18.0	
	O	L	8.3	5.6	17.3	14.5	90.7	27.0	
	B	P	42.5	10.7	51.8	4.9	19.7	10.9	
	M		21.68	8.78	26.40	9.25	37.98	17.08	
	d	t	12.90	1.40 ns	17.15	1.69 ns	20.90	1.02 ns	
Vas - med	H	K	14.5	12.4	7.1	13.5	26.6	10.4	SS 75.27 df 5 MS 15.05 F .24 Pr>F .938
	P	S	27.1	5.9	32.9	10.5	10.4	14.2	
	O	L	11.4	27.1	22.0	22.4	15.2	16.1	
	B	P	11.3	12.9	8.8	20.5	16.0	9.1	
	M		16.08	14.58	17.70	16.73	17.05	12.45	
	d	t	1.50	.20 ns	0.98	.13 ns	4.53	1.00 ns	
Tib - ant	H	K	11.6	13.7	9.7	3.2	10.7	8.7	SS 200.16 df 5 MS 40.03 F .84 Pr>F .536
	P	S	14.0	14.6	24.0	19.8	31.2	22.5	
	O	L	14.1	9.6	8.8	23.6	19.0	10.4	
	B	P	7.8	17.4	6.7	22.8	18.4	11.2	
	M		11.88	16.33	12.30	17.35	19.83	13.20	
	d	t	-4.45	-1.26 ns	-5.05	-.84 ns	6.63	4.20 *	
Gast - roc	H	K	7.0	4.1	4.4	10.5	4.9	7.0	SS 92.19 df 5 MS 18.44 F .68 Pr>F .645
	P	S	10.0	/	18.2	7.0	11.0	2.4	
	O	L	9.3	8.6	8.7	6.2	15.1	10.7	
	B	P	20.7	3.4	6.5	7.6	13.1	19.3	
	M		11.75	5.37	9.45	7.83	11.03	9.85	
	d	t	6.38	1.42 ns	1.63	.45 ns	1.18	.36 ns	
Total		14.27	9.57	13.71	11.25	18.21	11.66		

* P < .05

2) Exercise 때 상지의 IEMG

<Tab. 8>은 평지와 진동 6도 및 8도에서 two hands curl 의 중량운동시 상지의 IEGM 근방전량이며, 이것을 그래프화한 것이 <Fig. 8> 이다.

평지에서 중량운동시, 一般人的 방전량의 크기는 상완근(44.30)과 상완이두근(13.40) 順이며, 船員은 상완이두근(25.10)과 상완근(17.80) 順이였고, 두 집단의 각 근육별 차이는 .11 ~ 26.50으로 一般人에서 상완삼두근(Tri-bra)과 상완근(Brachii)이, 船員에서 상완이두근(Bic-bra)과 상완요골근(Brachio)이 크게 나타났으나 유의한 차는 없었다.

진동 6도에서 중량운동시, 一般人은 상완근(37.60)과 상완이두근(11.38) 順이며, 船員은 완요골근(38.45)과 상완이두근(24.73) 順이였고, 두 집단의 각 근육별 차이는 1.30 ~ 31.15로 하지와 평지에서 보다 그 편차가 크지만, 유의한 차는 없었다.

진동 8도에서 중량운동시, 一般人은 상완근(25.35)과 상완삼두근(7.97) 順이고, 船員은 상완이두근(18.88)과 상완근(16.30) 順이였고, 두 집단의 각 근육별 차이는 .18 ~ 11.16으로 유의한 차는 없으며 오히려 8도에서는 6도 보다 집단간 편차가 적었다.

3가지 상태와 집단간의 방전량 차이의 F 검정에서 유의한 차는 없었으며, 4부위 각 근육중 주로 많이 작용된 근육은 상완이두근과 상완근이었다. 또 4부위 각 근방전량(M)에 대한 전체 평균에서 볼 때, 평지에서 一般人은 19.06, 船員은 14.15이었고, 진동 6도 및 8도에서 一般人은 각각 16.37과 11.61, 船員이 각각 21.62와 12.65로서 집단 간에는 평지에서 一般人이 크게, 또 6도와 8도에서는 船員이 더 크게 나타났고, 같은 집단 끼리는 一般人은 평지(19.06)에서, 船員은 6도(21.62)에서 가장 크게 나타났다. 중량운동시 상지 근육의 근 방전 현상도 하지의 근방전 현상과 마찬가지로 일관성을 찾기는 어렵다고 하겠다.

Two hands curl 시 덤벨을 팔꿈치의 굴곡에 의해 중력의 반대 방향으로 들어 올려지게 되며, 생리학적으로는 단축성으로 수축하여 발휘하는 장력

에 의하여 동작을 일으키게 되며, 들어 올린 덤벨을 원 위치로 내려갈 때 팔꿈치는 신전된다. 덤벨을 원 위치로 내려 오도록 조절할때 사용되는 근육은 팔꿈치 신전에 대한 길항근, 즉 팔꿈치 굴곡근이다. 팔꿈치의 굴곡근은 길이가 늘어나면서(伸展性張力) 덤벨의 하강을 조절하게 된다. two hands curl 시 사용되는 근육은 팔꿈치 굴곡을 위한 주동근이며, 이 경우에 상완이두근, 상완근, 상완요골근 등이 포함된다(강, 1992)¹⁾고 하여 본 실험의 결과와도 같은 경향이다.

한편 상지근이 two hands curl을 실시하는 동안 하지는 half squat 동작이 같이 병행되며, 이때 굽히는 무릎의 각도는 90도가 되게 하기 위하여, 굽혀서 90도가 되는 무릎 앞쪽에 줄을 쳐 놓고 줄에 닿게 하였기 때문에 정확성이 결여될 수 있다고 하겠으나, 줄에 닿는 같은 동작을 계속 반복하므로서 오차를 줄일 수 있었다. Leg squat시 발달되는 주 근육은 대퇴신근, 대전근, 고유배근 이라(체 등, 1977)²⁾고 하였고, half squat시 작용되는 근육은 대퇴사두근, 복근, 척추기립근, 대둔근이라(대한체육회, 1983)³⁾고 하여 선행연구와 본 실험과는 측정 방법상의 차이 등으로 결과에 차이가 났다고 판단된다.

그리고 롤링의 크기가 6도 보다 8도 크기에서 방전량이 클 것으로 예측하였으나 6도에서의 방전량이 많았다. 이러한 현상은 롤링이 클 수록 동요 때문에 디딤판에 대하여 하지의 근력 발휘가 잘되지 않기 때문이라고 할 수 있겠다. 즉 half squat시 디딤판(지지면)이 수평으로 되었을 때는 양쪽 하지와 상지의 근력 발휘가 균등하겠지만, 디딤판이 수평 상태에서 좌(또는 우)로 기울어 질 때 half squat 동작과 two hands curl 동작과 일치한다면, 좌측(또는 우측) 하지에 큰 힘이 발생하게 되거나 또는 다른쪽에는 적게 힘이 들어가게 되며, 덤벨을 들고 있는 상지근도 같이 힘이 들어 가면서 하지와 같이 신체의 균형을 유지해야 하는 불규칙한 동작을 하게된다.

Tab. 8 IEMG value in upper limbs m. at exercise (단위 : $\mu V \cdot s$)

測定 筋肉	狀態 對象		exercise 0		exercise 6		exercise 8		ANOVA of IEMG
	LM	SM	LM	SM	LM	SM	LM	SM	
Bic-bra	H K	10.4	35.0	8.3	30.8	10.1	25.5	SS 956.45 df 5 MS 191.29 F 2.35 Pr>F .088	
	P S	/	31.7	7.1	31.3	6.8	30.6		
	O L	5.1	8.6	8.8	22.2	6.5	10.6		
	B P	24.7	/	21.3	14.6	7.5	8.8		
	M	13.40	25.10	11.38	24.73	7.73	18.88		
	d t	-11.70	-.84 ns	-13.35	-1.88 ns	-11.16	-2.09 ns		
Tri-bra	H K	15.5	8.6	3.2	5.9	4.4	/	SS 31.79 df 5 MS 6.36 F .23 Pr>F .943	
	P S	/	/	8.6	5.7	3.7	/		
	O L	/	3.7	/	/	/	3.3		
	B P	6.8	6.4	15.1	11.4	15.8	13.0		
	M	11.15	6.23	8.97	7.67	7.97	8.15		
	d t	4.92	2.63 ns	1.30	.65 ns	-0.18	-.79 ns		
Brac.hii.	H K	7.1	34.7	11.6	21.4	7.8	26.0	SS 2964.6 df 5 MS 592.91 F .70 Pr>F .633	
	P S	37.9	10.1	16.6	8.7	10.5	19.2		
	O L	15.3	13.9	17.5	24.7	40.5	13.3		
	B P	116.9	12.5	104.7	7.7	38.6	6.7		
	M	44.30	17.80	37.60	15.63	24.35	16.30		
	d t	26.50	.94 ns	21.96	.87 ns	8.05	.71 ns		
Brac.hio.	H K	7.0	10.6	7.1	8.4	6.0	9.4	SS 3210. df 5 MS 642.07 F 1.23 Pr>F .340	
	P S	6.5	7.5	6.2	6.2	8.8	3.6		
	O L	/	7.5	8.8	116.5	4.9	8.8		
	B P	8.6	4.3	7.1	22.7	5.9	/		
	M	7.37	7.48	7.30	38.45	6.40	7.27		
	d t	-0.11	-.86 ns	-3.15	-1.21 ns	-0.87	-.24 ns		
Total		19.06	14.15	16.37	21.62	11.61	12.65		

* P < .05

이러한 결과는 중량운동시 一般人 피험자 O와 B의 외측광근(Vas-lat : 90.7, Tab. 7참조)과 상완근(Brachii : 116.7 및 104.7, Tab. 8참조)에서 그리고 船員 L의 상완요골근(Brachio : 116.5, Tab. 8참조) 방전량에서 볼 수있다. 그런데 상완근에서 一般人 O와 B의 방전량과 상완요골근에서 船員 L의 높은 방전량 때문에 두 집단에서 IEMG 평균값이 크게 나타난 결과를 가져오게 되었지만, 이들 O, B, L씨의 특수한 반응을 제외하고 4부위 각 근전량(M)에 대한 전체 평균에서 보면, exercise 0 일 때 13.01과 14.15, exercise 6 일 때 10.70과 15.12, 그리고 exercise 8 일 때 11.61과 12.65 로써 3 상태 모두 船員이 크게 나타남을 알 수 있었다. 따라

서 중량운동시 上下肢의 IEMG 측정에서 一般人은 船員들보다 下肢筋의 방전량이 크게 나타났으나, 上肢筋의 방전량은 船員이 크게 나타남을 알 수 있었다.

본 연구를 통해서 볼 때 standing때와 walking 때 그리고 exercise때 一般人의 하지근 방전량이 船員들보다 크게 나타났고, 船員들이 작게 나타난 것은 롤링 환경에 적응이 되었기 때문이라고 하겠으며, 상지근의 방전량이 一般人이 작게 나타난 것은 two hands curl과 같은 덤벨들기 운동에 적응이 되었거나, 船員 보다 상지근이 잘 발달되어 있기 때문이라고 사료되어, 평소 중량운동을 통하여 船員의 상체 강화 운동의 필요성이 요구 된다고 하겠다.

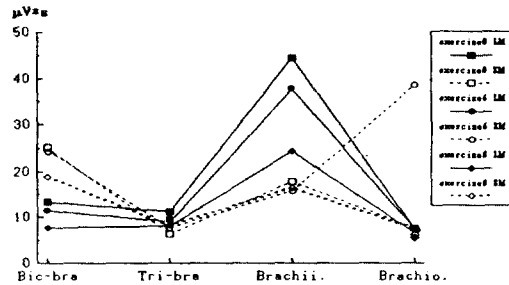


Fig. 8. IEMG Value in upper limbs m. at exercise

대체로 롤링 상태에서 중량운동을 할 때는 무거운 중량보다는 가볍거나, 자신의 신체를 이용하여 롤링 주기에 맞추어 동작을 같이 하는 요령이 필요하다고 보아지며, 아울러 직접 손에 들고 하는 중량운동 보다, 도르레를 선체의 벽에 부착시키고 중량물을 도르레를 통하여 당기고 드는 rat machine 과 같은 기구를 이용하거나, 또는 등근 두 기둥이 레일이 되어 중량물이 오르 내리게 할 수 있는 수평바(bar)를 설치하여 그 사이에서 들고 내리거나, 하체운동으로 수평바를 어깨위에 메고서 앉고 일어서는 운동 등이 롤링시 안전성 측면에서 바람직하다고 하다고 하겠다.

V. 결 론

롤링 크기와 주기를 일정하게 유지하며 동력 장치 기계에 의하여 움직일 수 있는 롤링 머신에서의 상,하지근의 IEMG 방전량 및 롤링시 운동 방법을 모색하기 위하여, 船員 4명과 一般人 4명을 대상으로 standing, walking, exercise 때의 IEMG 분석 결과에서 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Standing 때 하지의 IEMG

- 1) 진동 6도 롤링에서 一般人是 내측광근과 외측광근 및 대퇴직근이, 船員은 전경골근과 대퇴이두근 및 비복근이 많이 작용되어 두 집단간에 서로 다른 근육이 작용 하였다.
- 2) 진동 8도에서 一般人是 외측광근과 내측광근 및 대퇴직근이, 船員은 내측광근과 외측광근 및 전경골근 으로서 두 집단 공히 내측광근이 많이 작용되었으나, 외측광근과 전경골근도 많이 작용되었고 집단간에는 一般인이 船員 보다 방전량이 크게 나타났으나 두 집단 간에 유의한 차이는 없었다.

2. Walking 때 하지의 IEMG

- 1) 평지에서 一般人是 비복근, 내측광근, 외측광근이 船員은 비복근, 외측광근, 대퇴직근이 많이 작용되었다.
- 2) 진동 6도에서 一般人是 내측광근, 비복근, 외측광근이 船員은 외측, 내측광근, 대퇴직근이 많이 작용되었으며 내측광근은 一般인과 船員간에 유의한 차이가 나타났다($P < .05$)
- 3) 진동 8도에서 一般人是 외측광근, 내측광근, 전경골근이 船員은 내측, 외측광근, 대퇴이두근이 많이 작용되었다.
- 4) 전체로 볼 때 두 집단 공히 외측광근, 내측광근, 비복근이 walking에 작용되었으며, 또 一般인이 船員 보다 방전량이 크게 나타났으며 전경골근은 두 집단간에 유의한 차이가 나타났다($P < .05$)

3. Exercise 때의 하지의 IEMG

- 1) 평지에서 一般人是 외측광근, 내측광근, 대퇴직근이 船員은 전경골근, 내측광근, 외측광근이 많이 작용되었다.
- 2) 진동 6도에서 一般人是 외측광근, 내측광근, 전경골근이 船員은 전경골근, 내측광근, 대퇴직근이 많이 작용되었다.
- 3) 진동 8도에서 一般인과 船員 모두 외측광근, 전경골근, 내측광근이 많이 작용되었다.
- 4) 전체로 볼 때 두 집단 공히 외측광근, 내측광근, 전경골근이 exercise 때에 하지에 작용되었으며, 또 一般인이 船員 보다 다소 크게 나타났으며, 대퇴이두근과 전경골근은 두 집단 간에 유의한 차이가 나타났다($P < .05$).

4. Exercise 때의 상지의 IEMG

- 1) 평지에서 一般인과 船員 모두 상완근, 상완이두근이 많이 작용되었다.
- 2) 진동 6도에서 一般人是 상완근, 상완이두근이 船員은 상완요골근, 상완이두근이 많이 작용되었다.
- 3) 진동 8도에서 一般人是 상완근, 상완삼두근이 船員은 상완이두근, 상완근이 많이 작용되었다.
- 4) 전체로 볼 때 두 집단 공히 상완이두근과 상완근이 exercise 때에 상지에 작용되었으며, 또 선원이 일반인 보다 크게 나타났으나 두 집단 간에 유의한 차이가 나타난 근육은 없었다.

參 考 文 獻

- 1) 강희성(1992). 운동검사 처방지침서. 서울: 대한교과서 주식회사, p. 33
- 2) 김광희 외4(1992). 운동 생리학. 서울: 태근문화사, pp. 164-166
- 3) 김본원 외4(1993). 임상 생리학. 서울: 고문사, p. 284
- 4) 김신실, 김귀자(1977). 인체 기능학. 서울: 이화여대출판부, pp. 187-189

- 5) 김종훈, 김전수, 박창래, 허일웅(1991). 운동 해부학, 서울: 교학연구사, p. 117
- 6) 김찬희(1987). Tennis 동작시 주동근 분석을 위한 근전도 고찰, 한국체육학회지. 26(1), pp. 99-105
- 7) 김창국(1995). 속도 및 부하 조건에 따른 슬관절 신전근의 단축성 수축과 신장성 수축시 근육 활동 형태에 대한 근전도 분석, 한국체육학회지. 34(2), pp. 224-228
- 8) 대한체육회(1983). 근력트레이닝 과학적 원리와 방법. 서울: 스포츠과학연구소, p. 49
- 9) 박래준, 박윤기, 이현옥(1992). 근전도 이론과 실제. 서울: 학문사, pp. 18-19
- 10) 신철세(1994). 운동생리학 입문. 서울: 백산출판사, p. 32
- 11) 이금세(1983). 키니시얼러지. 서울: 동화문화사, pp. 286-290
- 12) 이면우, 장성록, 정의승(1993). 팔꿈치관절 굽힘 동작시 작업 자세에 따른 동원되는 근육의 활동변화. 대한산업공학회지, 19(3), pp. 103-109
- 13) 이상돈, 성호경(1992). 생리학. 서울: 의학문화사, p. 84
- 14) 유치우, 황수관, 주영은, 허복(1983). 공기소총 사격시 상지근의 근전도에 미치는 효과, 한국체육학회지. 22(2), pp. 178-181
- 15) 정정진(1993). 양측 근수축시의 근력 감소 현상 및 협력 작용에 관한 근전도학적인 연구. 성균관대학교 대학원 박사학위 논문, pp. 63-65
- 16) 주명덕(1987). 상완이두근의 등척성 수축시 운동단위의 동원 체계에 관한 연구, 한국체육학회지. 26(1), pp. 71-72
- 17) 조정호, 김원중(1989). 골프 동작시 EMG 분석 (II), 한국체육학회지. 28(2), pp. 283-288
- 18) 최석준, 김동희, 김인숙(1991). 골프스윙 동작시 경부근 활성화와 안구운동 변화에 관한 연구, 한국체육학회지. 30(1), pp. 145-152
- 19) 최재남(1994). 경사면에서의 밀고 당기는 직무시 작업자의 배부근력에 대한 근전도 연구, 충북대학교 대학원 석사학위 논문, pp. 44-46
- 20) 채홍원, 강충식(1977). 트레이닝 이론과 방법. 대구: 형설출판사, p. 161
- 21) 체육총서(1980). 해부기능학. 체육총서간행회, pp. 93-241
- 22) 하해동(1991). 선박의 롤링에 따른 인체 운동의 방법 및 운동 성적변화에 관한 연구, 한국체육학회지. 30(1), p. 15-16
- 23) 吉澤正尹(1995). 表面筋電圖の 記録, 分析入門, J.J. SPORTS SCI., p. 94-96
- 24) 神田良生(1964). weight lifting의 筋電圖的 研究, 日本體育學研究, pp. 143-150
- 25) 田中英彦(1971). 綜合筋力と 筋電圖, 東京 教育大學 體育學部 紀要 10卷. pp. 101-110
- 26) 大久保 衛 外3(1988). アロビクス・ダンスにおける 表面筋電圖學的 檢索, デサントスポーツ科學. 大阪市立大學 Vol. 9, pp. 143-145
- 27) 北城圭一, 白山正人, 官下充正(1995). ニューラル 네트워크による 等尺性 隨意 膝伸展 筋力 發揮時の EMG -トルク關係の 學習, J.J. SPORTS SCI. 14-1, pp. 136-138
- 28) Bouisset, S., and Maton, B.,(1972). Quantitative relationship between surface EMG and intramuscular electromyographic activity in voluntary movement, Amer. J. Phys. Med., 51(6), pp. 285-295
- 29) Chaffin, D. B., and Freivalds, A.,(1980). Muscle strength assessment from EMG analysis, Medicine & Science in Sports & Exercise. Vol. 12(3). pp. 205-211
- 30) Close, J. R.,(1964). Motor function in the lower extremity. Charles C, Thomas Publ, p. 111
- 31) Dainty, D. A., and Norman, R. W.,(1987). Standardizing biomechanical testing in sport, Human Kinetics Publishers Inc. pp. 1-8
- 32) Fox, R. and Randall, J. E.,(1970). Relationship between forearm tremor and biceps electromyogram. J. Apple. Physiol. p. 29
- 33) Lavender, S., Anderson, G.B. Tsuang, Y. and Hafezi, A.,(1991). Trunk muscle coactivation

- : The effects of load asymmetry and load magnitude. Proceedings of the Human Factors Society, 35th annual meeting, pp. 738-742.
- 34) Morris, J. M., Lucas, D. B., and Bressle, B.,(1961). Role of the trunk in stability of the spine, *J. Bone, Jt. Surg.* 43A, pp. 327-351
- 35) Nandedkar, S. D., Stalberg, E., and Sanders, D. B.,(1985), Simulation techniques in electromyography, *IEEE Trans, Biomed. Eng.* 32, pp. 775-785
- 36) Hakkinen, K., Alen, M., and Komi, P. V.,(1985). Changes in isometric force - and relaxationtime, electromyographic and muscle characteristics of human skeletal muscle during strength training and detraining. *Acta. Physiol. Scand.*, 125. pp. 553-573
- 37) Ohtsuki, T.,(1984). Decrease in human voluntary isometric arm strength induced by simultaneous bilateral exertion. *Behavioural Brain Research*, 7. pp. 165-168
- 38) Seroussi, R. E., and Hope, M. H.,(1987). The relationship between trunk muscle electromyography and lifting moments in the sagittal and frontal planes. *J. Biomechanics.* Vol. 20(2). pp. 135-146
- 39) Winter, D. A., Fuglevand. A. J., and Archer, S. E.,(1994). Crosstalk in surface electromyographic ; theoretical and practical estimates., *J. EMG Kinesiol.* 4. pp. 15-26