



한국운동역학회지, 2004, 제14권 1호, pp. 41-50
Korean Journal of Sport Biomechanics
2004, Vol. 14, No. 1, pp. 41-50

링 Swallow 동작의 E·M·G 분석

박광동*(단국대학교)

ABSTRACT

EMG Analysis of Swallow Motion in Rings

Park, Kwang-Dong*(Dankook University)

K. D. Park, EMG Analysis of Swallow Motion in Rings. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 14, No. 1, pp. 41-50, 2004. The objective of the study is to analyze the myoelectrical activity involved in performing the Swallow movement, a D-level technique, in order to use it as the basic research data in helping train gymnasts in how to perform strength-related techniques. To this end, four national representative athletes who participated in the 2002 Busan Asian Games were selected. The results of the comparison analysis of the individual models are summarized as follows.

- 1) The results of the E.M.G analysis showed that during the Swallow movement, the myoelectrical activity was detected higher in pectoralis major muscle and bicep brachii muscle than in trapezius muscle and deltoid muscle.
- 2) The results of the E.M.G analysis showed that during the Swallow movement, the myoelectrical

이 연구는 2003년도 단국대학교 대학연구 지원비의 지원으로 연구되었음.

투 고 일 : 2004년 2월 23일 접수

심 사 일 : 2004년 3월 8일

심사완료일 : 2004년 4월 2일

* Corresponding author, 교수. 330-714, 충남 천안시 안서동 단국대학교 체육대학
연락처 : pkd@anseo.dankook.ac.kr, Tel : 041-565-5243

activity was measured high in triceps brachii muscle and palmaris longus muscle, while the myoelectrical activity was recorded low in latissimus dorsi muscle and rectus abdominis muscle.

- 3) In performing the Swallow in the rings, the mean average (%) was found high in the order of erector spinae, pectoralis major muscle, palmaris longus muscle, triceps brachii muscle, deltoid muscle, latissimus dorsi muscle, and trapezius muscle.

All taken together, the athletes showed a difference in the distribution of the muscles during the performance of the Swallow. The muscle that showed a constant distribution among the athletes was pectoralis major muscle, which proves that for a stable performance, it is ideal to increase the myoelectrical activity in pectoralis major muscle.

KEY WORDS: RING, GYMNASTICS, EMG, MUSCLE ACTIVITY

I. 서 론

체조경기의 채점규칙 및 경기규칙은 4년 주기로 개정되어 질적 양적으로 무한한 기술 발전이 계속되고 있다. 새로운 채점규칙에 의하면 고급 난이도의 독창성과 과감성 정도에 따라 Super E난도까지로 난이도를 세분화 하였으며 또한, D난이도는 0.1점, E난이도는 0.2점, Super E난이도는 0.3점 추가 점수를 더하고 고급 난이도의 연결 정도에 따라 최고 0.2점까지 가점을 책정하여 가점 규정이 1.4점까지 넓혀 평가하도록 함(FIG, 2001)으로써 E난이도와 Super E난이도 기술을 구성하여 연기를 실시하는 선수에게 매우 유리하도록 되어있다. 체조경기 중 링 종목은 힘만을 가지고 수행하는 힘기 동작이 있고 진동을 이용하여 기술을 수행하는 진동기 동작이 있다(권운택 등, 1988). 따라서 힘기 동작에서의 고급 난이도인 십자버티기, 수평버티기 등과 같이 근력을 사용하는 운동과 휘둘러 물구나무서기, 차오르기와 같이 진동과 버티기 동작의 복합기술을 경기 요소에 난도를 적정 배분하여 다이나믹한 방법으로 연기를 실시하여야 높은 점수를 획득할 수 있다. 링 종목은 1982년 뉴델리 아시아경기대회에서 한국의 나권 선수가 7위의 성적을 시작으로 1986년 서울 아시아경기대회에서 나권 선수가 은메달이라는 첫 메달권에 진입하였으며 2002년 부산 아시아경기대회에서는 김동화 선수가 금메달로 우리나라가 링 종목에서도 다른 종목과 같이 한국선수들이 서서히 두각을 보이기 시작하였다. 링에서 Swallow동작은 환 위로 동체를 수평으로 올리고 두 팔을 환에 지지하는 D난도의 운동으로서 고급난이도의 연결을 매끄럽게 수행할 수 있을 뿐만 아니라 0.1에서 0.3까지의 가점을 받을 수 있고 새로운 기술을 발전적으로 병행하기가 가능하기 때문에 연구의 가치가 매우 높다고 할 수

있다. 그리고 보다 완전한 힘기 동작을 하기 위해서는 EMG 동작분석을 통하여 주동근에 대한 근육의 동원양상과 파형 움직임을 세밀히 분석함으로써 경기력 향상에 큰 도움을 줄 것으로 사료된다.

링 종목에서의 선행 연구들을 살펴보면 김원실(1995)의 조환운동의 근전도학 분석에서 십자 버티기 동작에 숙련자가 상지근에서 근 활동 전위가 높다고 분석하였고, 노영태(1992)는 올림픽 체조경기의 링 규정연기 변천에 관해 보고하였으며, 윤이중(1997)은 물구나무서기와 굴신동작의 근전도학적 분석에서 물구나무서기 동작은 상지근군 보다 하지근군에서 보다 더 효과적인 근력강화의 방법으로 고안될 수 있다고 분석하였다. 김명철(2001)은 링 십자 물구나무서기 동작의 EMG 분석에서 근 활동 전위의 최대치에는 상체근 보다 상지근이 높게 나타났으며 상체근 에서는 삼각근이 상지근 에서는 상완 이두근이 가장 높게 나타났다고 발표하였다. 하지만 링 종목은 체조경기의 다른 종목이 비하여 선행연구가 매우 부족한 실정이고 특히 고급 난이도의 기술을 습득하는 중요변인인 근력에 대한 EMG분석의 연구는 아직 미흡한 실정이다.

이에 본연구자는 링운동에서 선수들이 Swallow동작을 수행할 때 근력의 분포도에 대한 변화를 정밀 분석함으로써 Swallow동작의 수행력 향상과 Swallow동작에서 연결되는 기술동작에 필요한 기초 자료를 제공하는데 그 목적이 있다 .

II. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구에 선정된 대상자는 2002년 부산아시아 경기대회에 출전한 선수 중 Swallow 동작을 수행할 수 있는 선수 4명을 임의로 선정하였으며 신체분절의 길이 및 무게는 Dempster와 Gaughran (1967)의 체중 비율법 자료에 기초한 것이며 대상자의 신체적 특성은 <표 1>과 같고 swallow 동작의 연속장면은 <그림 1>과 같다.

표 1. 연구 대상자의 특성

| 대상자 \ 구분 | 키 (cm) | 체중 (kg) | 상지 (cm) | 상완 (cm) | 전완 (cm) | 상완둘레 (cm) | 가슴둘레 (cm) | 하지 (cm) |
|----------|-----------|----------|----------|----------|---------|-----------|-----------|---------|
| 대상자A | 170 | 62 | 73 | 32 | 25 | 30 | 89 | 40 |
| 대상자B | 166 | 64 | 75 | 32 | 25 | 33 | 100 | 41 |
| 대상자C | 167 | 62 | 73 | 31 | 25 | 33 | 92 | 93 |
| 대상자D | 155 | 55 | 72 | 30 | 25 | 32 | 90 | 42 |
| M±SD | 164.5±6.6 | 60.8±4.0 | 73.3±1.3 | 31.3±1.0 | 25.0±0 | 32.0±1.4 | 92.8±5.0 | 54±26.0 |

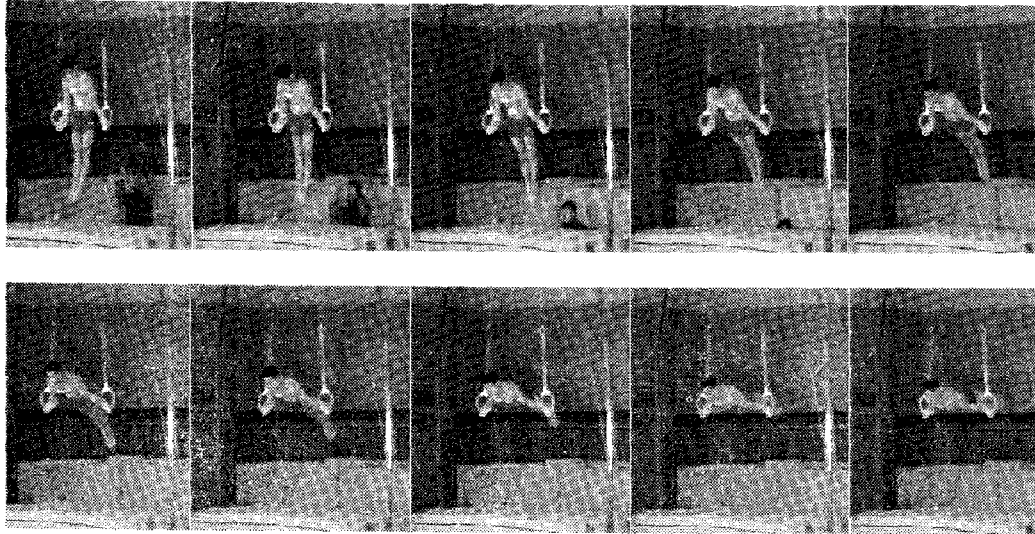


그림 1. 링 Swallow 동작의 연속 장면

2. 실험장비

본 연구에 사용된 장비는 촬영장비, EMG장비, 분석장비 등으로 그 내용은 <표 2>와 같다.

표 2. 실험장비

| 실험장비 | 모델명 및 유형 | 회사명 | 비고 |
|-----------------|---|-------|----|
| Computer | Pentium III 700 | Intel | |
| Software | Ulead Video Studio - Capture Module - Digitizing Module - C3D Transformation | USA | |
| EMG Software | - Filter Module - Analog module | ARIEL | |
| EMG | ARIEL NEW IN EMG 1.0 | | |
| Vidio Camcorder | DVL-9800 Digital | J V C | |

3. 실험절차

링에서 피험자가 Swallow 동작을 실시할 때 실시 시작과 종료의 critical instants를 확인하기 위해 1 대의 디지털 캠코더(30Hz)를 링으로부터 약 10m 떨어진 곳에 설치하였다.

또한 캠코더와 EMG를 동조화시키기 위하여 APAS(Ariel Performance Analysis System)의 프로그램을 이용하여 동조신호를 발생시켜 두 자료를 시간적으로 일치시켰다. EMG 측정시 선정한 근육의

부위는 승모근, 삼각근, 대흉근, 상완이두근, 상완삼두근, 장장근, 광배근, 그리고 복직근이었다, 피부 저항을 최소화하기 위해 전극 부착전 알콜로 피부를 가볍게 닦아내는 사전 작업을 실시하였다. EMG 자료는 각 channel 마다 sampling frequency를 1000 Hz로 하였으며, 각 동작 시기의 총 sampling 시간은 10초로 하였다. 또한 실험 실시 전 신장과 체중을 측정하고 선정자들이 충분한 연습을 한 다음 한사람씩 링 위에서 Swallow 동작을 실시하도록 하였으며, 국제 심판원이 판정하는 가운데 각각 3회씩 실시하여 그 중 성공한 동작을 골라 분석하였다.

4. 자료분석

본 연구에서 EMG측정은 8mode unit로 설정 하였고, APAS내에 저장되어있는 Analog module version 1.0을 사용하여 raw data를 ARIEL Display program과 호환하여 분할하였고 Excel Program 을 이용하여 피험자의 근활동전위의 최대치, 근 부하율의 평균, 표준편차등을 백분율로 나누어 시간 대별 근전위 활동을 분석하였다. 피험자간의 상호 근전도 비교를 실시하기 위해서는 최대 수의적 정적 수축(Maximal Voluntary Isometric Contraction)과 같은 작업을 거쳐 근전도 표준화 작업을 실시하여야 하지만 본 실험에서 실시한 링의 Swallow 동작의 특성이 MVIC와 유사한 특성이 있는 정적 동작이기 때문에 이를 생략하고 원자료를 이용하여 분석하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 시간에 따른 승모근, 삼각근, 대흉근, 척추기립근 근전위 활동.

Swallow동작을 수행 했을 때의 승모근, 삼각근, 대흉근, 척추기립근에 대한 근 전위 활동을 각 대상 자들과 비교 분석한 것은 <표 3>과 <그림 2, 3, 4, 5>과 같다.

표 3. 근전위 활동 비교

(mV)

| 대상자 | 구분 | 승모근 | 삼각근 | 대흉근 | 척추기립근 | 시간 |
|------|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|------|
| 대상자A | (M) | 0.034 | 0.023 | 0.224 | 0.785 | 1.35 |
| | % | 3 | 2 | 23 | 79 | |
| 대상자B | (M) | 0.166 | 0.161 | 0.389 | 0.185 | 1.53 |
| | % | 17 | 16 | 39 | 19 | |
| 대상자C | (M) | 0.072 | 0.112 | 0.214 | 0.185 | 1.45 |
| | % | 7 | 11 | 22 | 19 | |
| 대상자D | (M) | 0.056 | 0.057 | 0.356 | 0.139 | 1.13 |
| | % | 6 | 6 | 36 | 14 | |
| | (M±SD) | 0.082±0.050 | 0.088±0.052 | 0.295±0.077 | 0.323±0.267 | 1.36 |
| | % | 8 | 9 | 30 | 32 | |

환과 어깨가 수직을 이룬 자세에서 동체가 수평을 이룰 때 까지 근 전위 활동을 살펴보면, 승모근과 삼각근에서 대상자 B와 C는 1.53sec, 1.45sec로 긴 시간에 의한 동작 수행으로 근 전위 활동이 높은 것으로 나타났으며, 대상자 A와 D는 1.35sec, 1.13sec로 Swallow 동작의 정지기를 짧게 하여 상대적으로 근전위 활동이 감소한 것으로 나타났다.

이러한 결과는 대상자 B와 C는 Swallow 동작의 바람직한 자세를 취하기 위해서는 승모근과 삼각근에 대한 힘의 분포도를 적절히 이용하여 안정된 힘기의 분포도를 보여주고 있지만 대상자 A와 D는 짧은 시간에 의한 버티기 동작으로 근력의 균형을 올바르게 이용하지 못한 것으로 사료된다.

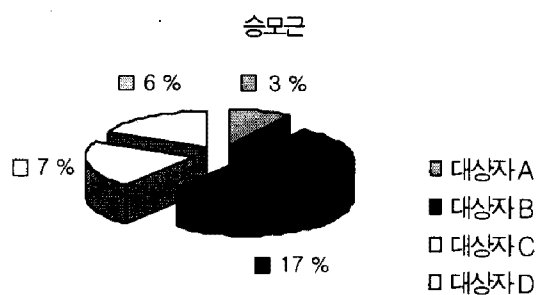


그림 1. 승모근 근전위 활동

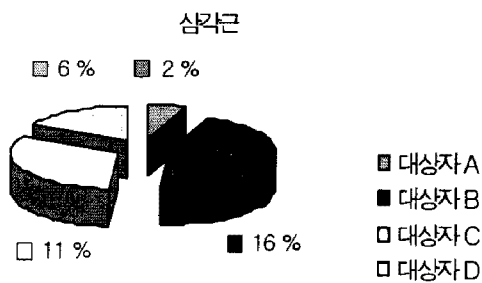


그림 2. 삼각근 근전위 활동

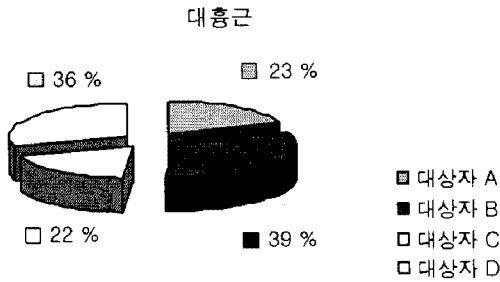


그림 3. 대흉근 근전위 활동

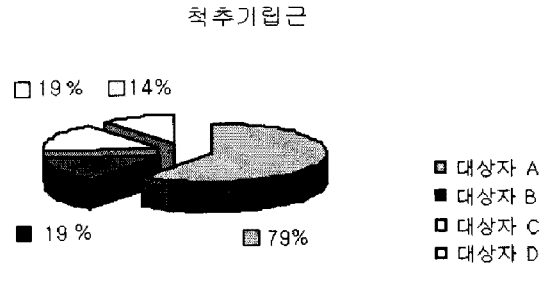


그림 4. 척추기립근 근전위 활동

대상자들이 Swallow 동작을 수행하는데 가장 많이 사용되는 주동근은 대흉근으로 <그림 5>와 같이 대상자 A 23%, B 39%, C 22%, D 36% 모두 고른 분포도를 나타냈다. 이러한 것으로 살펴볼 때 대흉근이 승모근과 삼각근보다 주동근으로서 Swallow 동작에 대한 역할을 담당하고 있는 것으로 나타났다.

대상자들의 근육별 최대 근전위 활동과 최소 근전위 활동은 <그림 5>과 같이 척추기립근에서 대상자 전체평균과 퍼센티지는 0.323, 32%로 나타났고 개인별로 살펴보면 대상자 A 79%, B 9%, C 19%, D 14% 로 대상자 A가 대상자 B, C, D보다 아주 높게 나타났다.

이러한 결과는 대상자 A가 동체를 환 위로 들어 올려 수평을 유지할 때 빠르게 척추를 과신전 시킴으로써 순간적인 근전위 활동이 높게 나타나 근력의 균형을 적절히 이용하지 못한 것으로 사료되며, 대상자 B, C, D는 척추의 굴곡에 의한 동체를 환 위로 천천히 들어올려 근전위 활동이 감소되어 정확한 수평동작을 취한 것으로 사료된다.

2. 시간에 따른 상완삼두근, 장장근, 광배근, 복직근 근전위 활동

Swallow 동작을 수행 했을 때의 상완삼두근, 장장근, 광배근, 복직근에 대한 근 전위 활동을 각 대상자들과 비교분석 한 것은 <표 5>와 <그림 6, 7, 8, 9>과 같다.

표 5. 근전위 활동 비교 (mV)

| 대상자 | 구분 | 상완삼두근 | 장장근 | 광배근 | 복직근 | 시간 |
|--------|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|------|
| 대상자 A | (M) | 0.243 | 0.127 | 0.168 | 0.036 | 1.35 |
| | % | 24 | 13 | 17 | 4 | |
| 대상자 B | (M) | 0.086 | 0.379 | 0.093 | 0.020 | 1.53 |
| | % | 8 | 38 | 9 | 2 | |
| 대상자 C | (M) | 0.042 | 0.071 | 0.053 | 0.040 | 1.45 |
| | % | 4 | 7 | 5 | 4 | |
| 대상자 D | (M) | 0.018 | 0.455 | 0.075 | 0.027 | 1.13 |
| | % | 2 | 46 | 7 | 3 | |
| (M±SD) | | 0.097±0.101 | 0.258±0.187 | 0.097±0.049 | 0.030±0.009 | 1.36 |
| % | | 10 | 26 | 9 | 3 | |

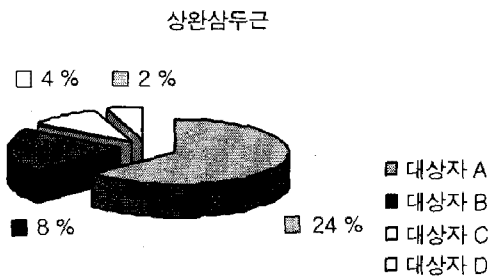


그림 5. 상완삼두근 근전위 활동

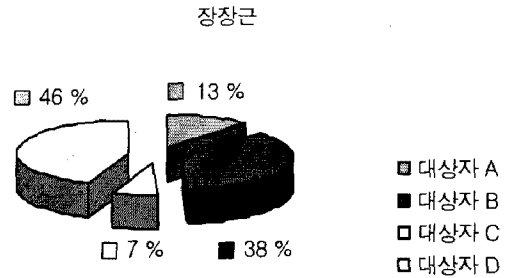


그림 6. 장장근 근전위 활동

상완삼두근은 <그림 5>과 같이 대상자 전체평균과 퍼센티지는 0.097, 10%로 약한 근 전위 활동을 보였고 개인별로 비교분석하면 대상자 A가 대상자 B와 C 보다 평균 14 ~ 20%로 높은 근전위 활동이 나타났으며 대상자 D가 2%로 최소 근전위 활동을 나타냈다. 이것은 상지 근육 간 근 활동이 유의한 차이가 있음을 알 수 있다.

장장근은 대상자 전체평균과 퍼센티지는 0.258, 26%의 근 전위 활동을 보였고 각 개인별로는 <그림 6>과 같이 대상자 B와 C가 38%, 46%로 근 전위 활동이 높게 나타났고, 대상자 A, D는 13%, 7%의 낮은 근 전위 활동이 나타났다. 이러한 결과는 A와 D는 환을 동체 쪽으로 내전시켜 전완의 근 활동을 감소시켜 대흉근의 근 활동 의존도를 높인 것으로 나타난 반면, 대상자 B와 C는 동체를 수평으로 들어올릴 때 환의 방향을 외전시켜 근전위 활동을 대흉근 보다 전완의 안쪽인 장장근에 더 많은 근전위 활동이 이루어진 것으로 사료된다.

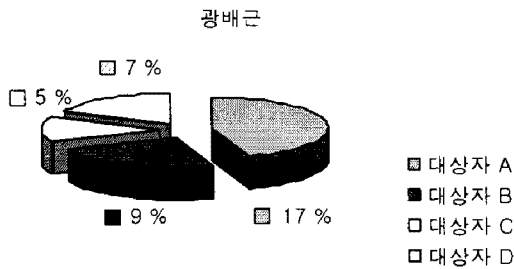


그림 7. 광배근 근전위 활동

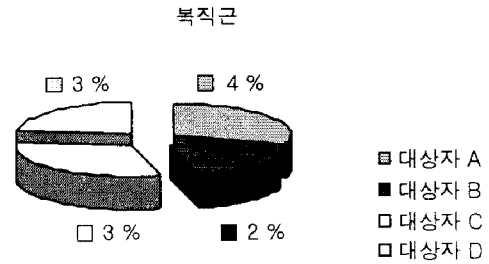


그림 8. 복직근 근전위 활동

광배근은 <그림 8>와 같이 대상자 전체평균과 퍼센티지는 0.097, 9%로 근 전위활동을 보였고 대상자간의 근 전위활동은 대상자A가 17%로 가장 높게 나타났다. 링 Swallow 동작을 수행하는데 복직근은 <그림 9>과 같이 대상자 전체평균과 백분율은 0.030, 3%의 근전위 활동을 나타냈고 대상자 A는 4% 대상자 B는 2% C, D는 3%로 모두 비슷한 근전위 활동을 나타냈다.

이러한 결과는 동체를 수직에서 수평으로 들어올릴 때 근전위 활동의 의존도는 신체의 전완과 상완쪽의 높은 근의 분포도가 나타난 반면, 복직근에 대한 의존도는 극히 적은 것으로 나타났다. 그러므로 근전위 활동의 분포도에 의한 힘을 전위시켰을 때 완벽한 동작을 수행할 수 있을 것이라 사료된다.

IV. 결 론

본 연구의 목적을 달성하기위하여 링에서 D난도에 속하는 Swallow동작기술의 근전위 활동을 정밀 분석 함으로써 힘과 관련된 기술동작을 선수들이 훈련하는데 기초 자료로 활용하고자 2002년 부산아시아 경기대회에 출전하였던 국가대표 4명만을 선정하여 개개인의 모델링을 비교분석하여 얻은 결론은 다음과 같다.

- 1) E.M.G 분석결과 Swallow동작시, 대흉근, 상완이두근이 승모근, 삼각근이 보다 높은 근전위활동이 나타났다.
- 2) E.M.G 분석결과 Swallow시 상완삼두근, 장장근,이 높은 근전위 활동을 보였고 광배근, 복직근은 작은 근전위 활동을 나타냈다.
- 3) 링에서 Swallow 동작을 수행하는데 전체평균(M), (%)은 척추기립근, 대흉근, 장장근, 상완삼두근, 삼각근, 광배근, 승모근의 순으로 나타났다.

이상을 종합하면, 대상자간의 Swallow동작시 근육의 분포도는 달랐으며 대상자간의 일정한 분포도를 나타낸 것은 대흉근으로써 안정된 동작을 수행하기 위해서는 대흉근의 근전의 활동을 높이는 것이 바람직한 것으로 나타났다.

참고문헌

- 권운택, 김충태, 김동민(1988). 체조, 서울 : 명진당.
- 김명철(2001). 링 십자물구나무서기 동작의 EMG분석. 석사학위논문. 부산대학교 교육대학원.
- 김원실(1985). 조환운동의 근전도학적 분석, 영남대학교 대학원 석사학위 논문.
- 노영태(1992). Olympic 체조경기의 링 규정연기 변천에 관한연구, 부산대학교 부설체육과학연구소 논문집 제 8호. p.1~24.
- 윤이중(1997). 물구나무서기와 그 굴신동작의 근전도학적분석. 석사학위논문. 서울대학교 대학원.
- 이민형, 배원환(1992). 생체역학, 서울 : 형설출판사.
- Abdel-Aziz, Y. I., & Karara, H. M.(1971).Direct Linear Transformation from Comparator Coordinates into Object Space Coordinates in Close Range Photogrammetry Proceedings of ASP/UI Symposium on Close Range Photogrammetry, Urbana, IL(pp. 1-18). Falls Church, VA;American Society of Photogrammetry
- Dempster, W. T & Gaughran, G. R. L(1967). Properties of body segments based on size and weights, American J. of anatomy, 120.
- FIG(2001). The code of points for man. Switzerland.