Korean Journal of Sport Biomechanics
Vol. 21, No. 3, September 2011, 369-382

ISSN 1226-2226(Print), ISSN 2093-9752(Online)
http://dx.doi.org/10.5103/KJSB.2011.21.3.369
http://www.kssb.or.kr

로잉운동의 부하편차 방식 적용에 따른 상하지 생체 역학적 평가

강승록[1] · 정구영[2] · 문동안[3] · 정장식[4] · 김정자[5] · 권대규[5]

[1]*전북대학교 대학원 헬스케어공학과* · [2]*전북대학교 헬스케어기술개발사업단* · [3]*전라북도 체육회 스포츠과학센터*

[4]*주식회사 휴모닉* · [5]*전북대학교 공과대학 바이오메디컬공학부*

Evaluation of Bio-Mechanical Characteristics According to Loading Deviation Methods during Rowing Exercise

Seung-Rok Kang[1] · Gu-Young Jung[2] · Dong-An Moon[3] · Jang-Sik Jeong[4] · Jung-Ja Kim[5] · Tae-Kyu Kwon[5]

[1]*Department of Healthcare Engineering, Graduate School of Chonbuk National University, Junju, Korea*

[2]*Center of Healthcare Technology, Chonbuk National University, Junju, Korea*

[3]*Center of Sports Science, Chonbuk National Athlete Association, Junju, Korea*

[4]*Corporation of Humonic, Daegu, Korea*

[5]*Division of Biomedical Engineering, College of Engineering, Chonbuk National University, Junju, Korea*

Received 30 April 2011; Received in revised form 16 May 2011; Accepted 7 September 2011

ABSTRACT

The purpose of this study was to verify the validation of exercise effect with loading deviation during rowing exercise. We performed evaluation of based physical fitness and joint torque before the experiment for finding muscle unbalance. So we recruited twenty four subjects who have bigger muscle strength in more 20% than average one. Subjects divided two groups. One is dominant upper limbs(DU) and the other was dominant lower limbs(DL). Subjects performed rowing exercise using electric equipment (Robo.gym.Humonic.korea). Exercise is performed four sets a day including 25 times a set, and three days a week. Measurement consist of evaluation of based physical fitness and joint torque using biodex(biodex system3.USA). Evaluation of exercise effect performed each week in joint torque of shoulder, lumbar and knee joint and each month in based physical fitness. Also we adapted 30% of 1RM for muscular endurance and 70% of 1RM for muscle strength as exercise load. The results showed that the difference of maximal peak torque were getting increase significantly during exercise. Also difference of various factor in based physical fitness were getting increase significantly except flexibility and agility. This interpreted that rowing exercise with loading deviation types could provide muscle strength and muscular endurance exercise in same time. These results could be interpret to two ways. One is effect of improving physical fitness for rowing exercise and the other meaned validation of loading deviation in rowing exercise. Our study is going to verify the validation of loading deviation during rowing and we found out that loading deviation could provide muscle strength and muscular endurance exercise for improving muscle unbalance. Our study can be used development of exercise equipment and program for normal people with muscle unbalance. Also that provide effect of whole body exercise to anybody.

Keywords : Rowing, Loading Deviation, Whole Body Exercise, Based Physical Fitness

Ⅰ. 서 론

최근 과학기술과 산업의 발전은 사회 구성원들의 편안한 삶과 편리한 생활을 가져왔지만, 한편으로 사람들의 활동량을 감소시키는 원인을 제공하기도 한다. 특히, 좁은 공간에서 장시간 같은 자세로 작업을 하는 업무의 형태로 인하여 스트레스, 근력감퇴 및 요추질환과 같은 많은 직업병이 발생되고 있다(Han, 2007; Lee, 2009; Kim, 2009; Kim, 2008; & Han, 2008). 이러한 복잡한 사회생활 속에서 행복한 삶에 대한 관심이 증가되었으며, 이에 따라 개인 건강에 대한 관심도 높아졌다. 이러한 건강에 대한 관심은 웰빙(well-being), 헬스케어(healthcare), 웰니스(wellness)와 같은 새로

본 논문은 2011년 문화체육관광부의 스포츠산업기술개발사업에 의거 국민체육진흥공단의 국민체육진흥기금을 지원받아 수행된 연구임.
Corresponding Author : Tae-Kyu Kwon
Division of Biomedical Engineering, College of Engineering, Chonbuk National University, 664-14 Deokjin-dong, Jeonju-si, Jeollabuk-do, Korea
Tel : +82-63-270-4066 / Fax : +82-63-270-2247
E-mail : kwon10@chonbuk.ac.kr

운 신조어를 만들어냈으며, 사회 스포츠 영역을 확대시켰다.

사회의 발달은 운동에 대한 개념에도 변화를 가져왔다. 질병과 부상을 예방하기 위한 튼튼한 신체를 만들거나, 스트레스 해소 또는 재활의 수단으로 사용되던 운동은 현재, 자신의 경쟁력 강화와 미(美)를 가꾸기 위한 수단으로도 사용된다. 특히, 근력강화운동은 근력을 강화시킴으로써 신체적 건강뿐만 아니라 멋진 몸매를 통하여 정신적 만족을 충족시킬 수 있기 때문에 젊은 층에서 선호하고 있는 운동 종류이다. 그러나 전문 트레이너의 관리 하에서 이루어지지 않는 근력강화 운동은 잘못된 운동습관으로 이어져서 부상의 위험이 높고, 부분적인 근력강화 운동으로 특정 근육만 발달되는 불균형이 발생할 수 있다.

로잉(rowing)운동기기는 노 젓기에서 유래된 운동기기로서, 운동시간이 여유롭지 못한 직장인에게 짧은 시간동안 상지와 하지의 근육을 균형 있게 단련시킬 수 있는 전신운동기구 중 하나이다. 따라서 해외의 경우 전문 운동기관이나 스포츠 센터뿐만 아니라 일반 가정에서도 널리 사용되고 있으며, 운동효과에 대한 많은 연구가 진행되어 있다. 로잉 운동효과를 인체 생리학적으로 분석한 연구로서 Maestu, Jurimae와 Jurimae(2005)에서는 사이클 에르고미터보다 로잉운동 장비가 같은 강도에서 보다 높은 산소 소비와 심박률이 나온다는 결과를 제시하여 보다 높은 에너지 소비를 제시한 연구가 보고 되었다. Barfielda, Todd와 Timothy(2003)는 재활훈련 시 사이클 에르고미터와 로잉운동 장비가 심혈관계에 유사한 효과가 나타나며 또한 서로 상호 호환성 있게 사용이 가능하다고 제시하였다. 근력과 근지구력에 관한 연구들(Shimoda & Kawakam, 2004; Seile & Kjerlan, 2006; & Garland, 2005)은 로잉 시 피험자의 로잉 자세의 일관성이 실제 로잉 시 근력과 근지구력 유지에 도움이 된다는 결과를 제시하여 로잉 운동이 보다 높은 근 지구력을 요구하는 운동이라는 것을 규명하였다. 또한 로잉 운동의 운동학적 분석으로(Toivo et al, 2009)는 상지와 하지근력 운동과 로잉 운동과의 상관관계에 대해 상지의 근력 전략보다 하지의 근력 전략이 더 크며 우선적이라고 결과를 내었으며 근력보다는 근지구력을 향상 시켜주는 운동이 된다고 보고 하였다. Clara, Duncan와 Patria(2004) 등은 로잉운동 시 수동적 또는 능동적인 족배굴곡과 족저굴곡의 범위에 따른 신뢰도에 대한 로잉운동에 대한 평가가 실시되어 수동적인 족배굴곡과 족저굴곡의 높은 신뢰도와 유효성에 대해서 기술하였다. Shimoda, Fukunaga, Higuchi와 Kawakami(2009)들은 로잉 시 사용자가 운동을 위해 내는 근력과 근지구력은 로잉 주기 동안 이러한 운동 추진력의 상승점의 움직임에 따라 영향을 받는다고 보고 하여 높은 근력과 근지구력 요구에 따른 에너지 요구에 대한 상호 관계성에 대해 연구 하였다. 또한 로잉 운동의 운동효과와 그에 따른 근 피로도와의 관계를 분석한 Jillian, Peter와 McNair(2003)는 로잉(rowing) 시 요부굴곡(lumbar flexion) 시 척추기립근의 근육활성도의 준위와 패턴 변화에서 근 피로도와의 연관성을 제시하여 로잉 시 근육활성도에 따른 근 피로도와의 관계를 규명하였다. Morgan, Simon과 Francois(2010)은 운동에서 페이스 유지는 프로선수들이나 일반인들에게도 효과적인 운동을 하기 위해서 필요하다고 보고 하였다.

그러나 인체는 자주 사용하는 근육, 강한 근육을 계속적으로 사용하려는 경향이 있어서 일반적인 로잉운동기기를 이용한 균형 있는 전신운동에는 한계가 있다. 최근, 전자식 운동부하 조절 기술을 이용하여 사용자의 운동능력을 파악하고, 운동 목적에 따라 목표 근육을 설정하여 약화된 근육을 강화하는 맞춤형 운동기기 기술개발이 급속히 이루어지고 있으며, 이러한 기술이 적용된 전자식 로잉운동기기를 이용하면, 균형 있는 전신근력운동을 효과적으로 수행할 수 있으나, 기존의 대부분의 운동에 대한 연구들은 단순히 운동효과를 검증하거나 정량적으로 분석만 하였을 뿐 신체의 균형적인 근력증진에 대한 연구는 아직까지 진행되지 않았다.

본 논문에서는 전동식 로잉운동기기를 이용하여 운동 시 상지와 하지에 각각 독립적인 운동부하를 제공해주는 부하편차방식을 적용하여 운동 후 근력의 균형적인 증진에 대한 효과를 분석하고자 하였으며, 또한 로잉 운동 전 후 관절토크와 기초체력 변화에 대한 비교 분석을 통해 상하지 생체 역학적 평가를 실시, 운동부하 편차방식의 유효성을 검증하고자 한다.

Ⅱ. 연구방법

1. 연구 대상자

본 연구에 참여한 피험자들은 로잉 운동의 경험이나 과거에 운동으로 인한 상·하지의 병력, 재활치료 경험이 없고 주 1회 이하로 운동을 하는 신체 건강하고 대학생 수준의 체격을 갖은 20대 남녀 100명을 대상으로 구성되어 있다. 이 중 상하지 근력의 편차가 심한 피험자를 선출하기 위하여 실험 전 기초체력 및 관절토크를 측정하였으며, 평균보다 큰 상하지의 근력 편자를 갖는 24명을 대상으로 실험을 진행 하였다. 본 연구에서는 피험자들을 상하지 근력우세에 따라 두 그룹으로 나누어 실험을 진행하였다. 상하지 근력우세는 실험 전 실시한 기초체력과 관절토크측정의 평균 수치 보다 20% 이상의 근력을 의미 한다. 상지 우세는 상지의 근력은 평균 이상이지만 하지의 근력은 평균 아래의 수치를 가진 그룹이며, 하지 우세는 하지의 근력은 우세하지만 상지의 근력은 평균 아래인 그룹이다. <Table 1>과 같이 상지 우세그룹(dominant upper, DU ; age : 20±3.4 yr, height : 170±5.1 cm, weight : 60±4.2 kg)과 하지 우세그룹(Dominant Lower, DL; age : 20±2.8 yr, height : 170±4.5 cm, weight : 60±5.5 kg)은 각각 남녀 12명으로 구성되었다.

Table 1. Subject information

	Dominant Upper(DU)	Dominant lower(DL)
Age	20±3.4 yr	20±2.8 yr
Height	170±5.1 cm	170±4.5 cm
Weight	60±4.2 kg	60±5.5 kg

2. 실험수행 절차

실험에 들어가기 전에 먼저 피험자에게 본 연구의 목적과 실험을 통해 발생할 수 있는 위험이나 부작용에 대해 충분히 설명을 하였다. 본 연구의 목표는 부하편차 방식에 대한 유효성을 검증하는 것으로 실험절차는 사전테스트(pretest), 운동(exercise), 평가(evaluation)과 분석(analysis)로 구성되어있다. 사전테스트는 신체 건강한 20대를 대상으로 100명을 무작위로 선정해 기초체력평가와 상하지 관절토크를 측정하였다. 이는 상하지의 근력 편차가 심한 피험자를 선출하기 위함이다. 운동은 위에서 선출된 24명의 피험자들을 대상으로 로잉운동을 실시하였다. 운동부하는 피험자들의 1 RM을 측정하여 50%의 부하를 초기 부하로 설정하였다. 또한 근력 우세그룹에 따라 운동부하를 그룹별 상하지에 각각 ±20%씩 편차를 주어 제공하였다. 부하편차를 이용한 운동은 하루 25번씩의 로잉동작을 1세트로 지정하여 4세트를 수행하여 총 100회의 로잉운동을 수행하였다.

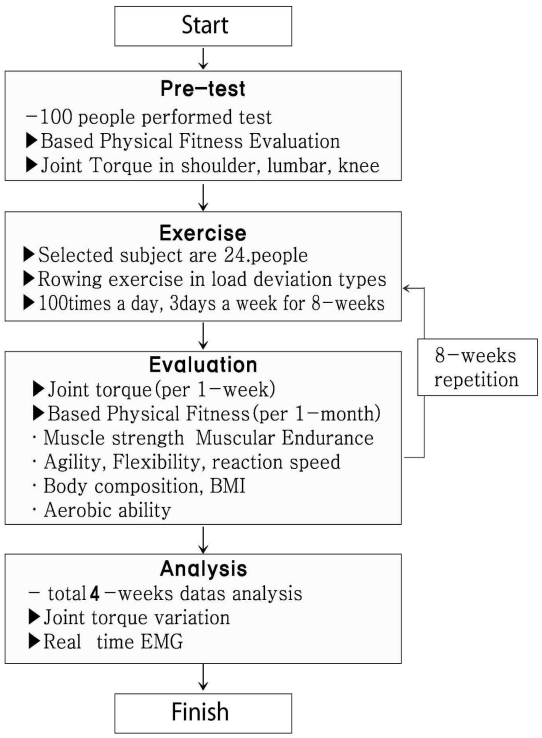

Figure 1. Experimental procedure during rowing exercise on loading deviation types

또한 세트별 정적휴식(static rest)을 제공하여 근 피로도와 근육상해를 감소시켰다. 운동은 주 3회 실시하였으며 총 8주간 진행되었다. 평가는 관절토크와 기초체력평가를 실시하였다. 관절토크는 견관절, 요추관절, 슬관절에 대한 피크토크와 평균파워를 매주 1회 측정하였다. 기초체력평가 구성은 근력, 근지구력, 민첩성, 유연성, 순발력, 신체구성, 유산소능력이다. 또한 4주에 1회씩 측정하였다. 분석은 <Figure 1>과 같이 상하지 관절의 피크토크와 기초체력평가 항목의 변화분석을 통해 부하편차에 대한 유효성을 검증하였다. 실험기간 동안 피험자들은 본 실험의 로잉 운동이외 다른 운동을 전혀 수행하지 않았으며 약물이나 과도한 업무 등을 삼가도록 하였다. 또한 하루 8시간 정도의 수면시간과 규칙적인 식습관을 권고하였다.

3. 운동장비

본 연구에서 부하편차방식을 제공하기 위해서 상하지에 대하여 독립적으로 부하제어가 가능한 전동식 로잉머신(rowing dr.Gym, humonic.korea)을 사용했다. 위 장비는 전자식 감속기와 서보모터(servo moter)를 이용하여 감속 기능에 따른 모터 회전력을 이용하여 운동부하를 생성한다. 운동부하는 최대 100 kg까지 제공하며 상지와 하지에 독립적인 운동부하 설정이 가능하다. 로잉운동 속도는 등속성 모드를 이용하여 모든 피험자들에게 60°/sec의 일정한 운동속도를 제공하였다. 본 연구에서 사용한 전동식 로잉머신은 2개의 서보모터와 감속기의 감속기능의 회전력을 통하여 서로 다른 방향으로 개별적인 운동부하방향을 제공하고 있다. 이는 운동추진력을 낼 때 상지와 하지가 개별적인 운동부하와 방향을 가지고 운동을 실시 할 수 있도록 해준다. 또한 ROM이 큰 하지가 먼저 힘을 발휘하면서 상지의 ROM과 동일한 시점에서 힘이 전이되는 형태가 이루어진다. 기존 로잉머신과는 달리 슬라이딩 의자(sliding seat)가 고정된 형태로 제작되어 상지와 하지가 서로 반대 반향으로 움직인다. 하지의 운동추진력을 내기위한 발판(foot platform)의 발목 각도는 고정된 형태이며, 상지는 막대형태의 손잡이(pulling bar)로 구성되어 있다. 추가적으로 <Figure 2>와 같이 운동부하와 운동패턴을 제어 할 수 있는 패널이 설치되어 있다.

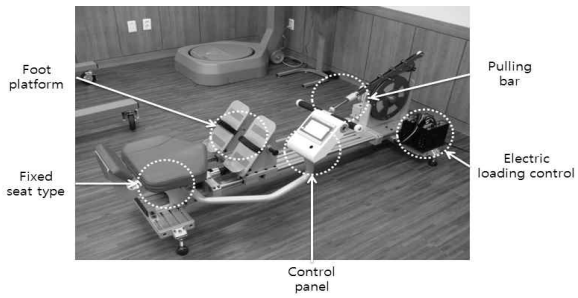

Figure 2. Electric rowing exercise for proving loading deviation(rowing Robo. Gym, humonic. Korea)

4. 운동부하

본 연구에서 웨이트 트레이닝원리를 적용하여 과부하의 원리와 점진부하의 원리를 적용하였으며 이를 통해 운동 전 후 근력증진 효과를 이끌어 내었다. 운동 초기강도를 설정하기 위하여 피험자들의 최대저항 (1 RM : maximum resistance)을 측정하였다. 일반적으로 근력증진을 위해서는 1 RM의 80%-100%를 적용(Yoon, 2010)하지만, 본 연구에서는 전문 운동선수가 아닌 일반인을 대상으로 하기 때문에 조금 낮은 운동부하를 제공하였고 근력운동을 위한 1 RM의 70%부하와 근지구력운동을 위한 1 RM의 30%부하를 운동부하 편차를 설정하였다. 상지와 하지에 적용되는 운동부하는 절대적으로 수치(kg)로 표시되는 부하가 아니며, 상대적으로 적용된 수치(%)이다. 즉, 상지와 하지에 가해지는 부하의 양이 다르게 조절된다. 1 RM을 측정하기 위해 본 장비의 등척운동모드를 이용하였다. 등척모드는 등척성 운동을 기본으로 하여 사용자의 최대자발수축능력을 측정하였다. 또한 본 장비의 등척모드를 통한 1 RM 값에 대한 유효성을 검증하기 위해 간접 추정식을 적용하였다. 간접 추정식은 “1 RM= 들어 올린 무게+(들어 올린 무게 × 들어 올린 횟수 × 0.025)”이다(Yoon & Lim, 2007). 로잉 운동부하에 간접 추정식을 적용하기 위해 피험자별 처음 들어 당기거나 밀수 있는 무게를 이용하여 더 이상 수행하지 못할 때까지 계속 당기고 밀게 한다. 이때 무게를 당기거나 민 횟수가 10회 이상이 되면 무게를 더 증가시킨다. 이런 방식으로 10회 이상 당기거나 밀지 못한 무게를 선택하여 간접 추정식에 적용하였다. 웨이트 트레이닝에서 근력증진을 위해서 일반적으로 점진부하의 원리(progressive resistance principle)를 적용하여 지속적인 과부하를 제공한다. 본 연구에서도 위와 같은 원리를 적용하여 피험자들의 근력증진을 위해 상하지의 기본 운동부하를 매주 3 kg씩 총 8주간 주기적으로 증가시켜 제공하였다. 또한 운동가동범위로 기존 장비는 피험자의 자의에 의해 불규칙적으로 제공되었으나 본 연구에서 사용된 전동식 로잉 운동장비의 운동 가동범위(rang of motion, ROM)은 초기에 설정된 피험자 개인별 상하지 ROM에 따라 항상 규칙적인 운동범위 내에서 운동이 가능하다. 이는 개개인별 상지의 전체 ROM과 하지의 ROM을 다르기 때문에 운동범위도 다르게 적용된다. 전동식 장비의 특징은 지속적인 운동부하를 제공하기 위해 일정한 ROM내에서 부하가 제공되며 모든 피험자들에게 항상 일정한 운동범위 내에서 로잉운동을 제공하기 위해서이다. 운동동작은 상대적으로 약한 부하가 초기에 가해지는 하지가 상지보다 먼저 움직이기 시작하고 일정 시점에서 상지 쪽도 움직이기 시작한다. 상지와 하지의 상대적 부하가 교차하는 시점이 전체 ROM 범위 안에서 움직이게 되면 연동된 동작에서의 운동추진력이 하지에서 상지로 전달되는 원리를 적용하였다.

5. 운동 방향

로잉운동은 하지의 운동추진력으로 힘이 발생하여 요추로 전달되고 마지막으로 상지로 넘어가는 형태의 운동을 의미한다. 이는 로잉운동이 전신운동이라는 것을 증명해준다. 기존 로잉

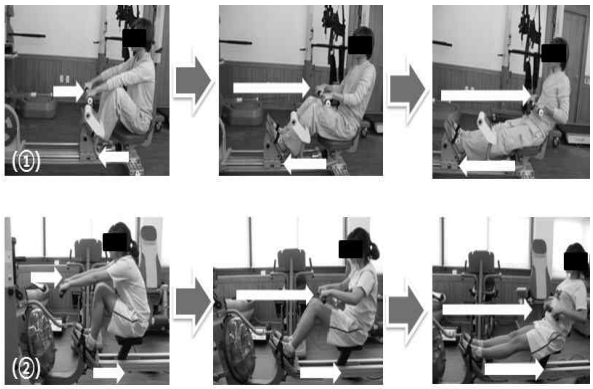

Figure 3. Exercise direction of drive stroke of rowing types(①reverse direction of rowing exercise in electric rowing machine, ② same direction of rowing exercise in previous rowing machine)

운동 장비를 이용한 운동 자세는 슬라이딩 의자(sliding seat)의 지원을 받아 팔의 굴곡과 동시에 발의 신전, 몸의 신전이 일어나고 다시 팔의 신전, 발의 굴곡과 몸체의 굴곡으로 되돌아가는 형태로 로잉운동 동작이 연속적으로 발생된다(Howell, 1984, Maestu, Jurimae & Jurimae, 2005, Shimoda & Kawakami 2004; Toivo et al, 2009). 즉, 운동이 한 방향으로만 진행되게 된다. 그러나 본 연구에서 사용되는 전동식 로잉머신은 단순한 근력증진 효과 뿐만 아니라 상하지 부하편차를 통하여 상지와 하지의 근력운동량을 조절하여, 상대적으로 약한 부분의 근력을 집중적으로 향상시키는데 목적이 있다. 따라서 상지와 하지의 운동방향 또한 서로 교차되게 하였다. 즉, 운동방향을 다르게 함으로써, 상지와 하지에 개별적인 부하 적용이 가능하다(Figure 3).

6. 측정 방법

본 연구에서 상하지 부하편차 방식을 적용한 로잉운동을 이용하여 상지와 하지사의의 근력 편차에 균형을 맞추고자 하였다. 또한 기초체력평가와 관절토크 변화 분석을 통하여 부하편차 방식에 대한 유효성을 검증하고자 하였다.

1) 신체구성 및 기초체력평가

신체구성 평가는 피험자들의 생리학적인 분석을 위해 실시하였으며 Inbody 2.0(Biospace, korea)를 이용했다. 또한 기초체력평가는 근력, 근지구력, 유연성, 민첩성, 순발력과 심폐지구력으로 구성되었으며 Helmas fitness series(O2RUN, korea)을 이용하

Figure 4. Evaluation Pof based physical fitness for verifying improving various physical factor(①inbody measurement for body composition, ②jumping high, ③agility test, ④trunk flexion forward, ⑤sit up, ⑥side step, ⑦grip power in hand, ⑧back muscles strength, ⑨lower limbs strength, ⑩cycle ergometer for aerobic ability)

였다. 각 구성별 항목으로 근력은 악력, 배근력, 각근력, 유연성은 체전굴, 근지구력은 윗몸일으키기와 제자리높이뛰기, 민첩성은 민첩성테스트, 순발력은 사이드 스텝과 심폐지구력은 사이클 에르고미터 측정을 실시하였다. 악력은 손아귀 힘을 측정하는 평가, 배근력은 복부와 요추근력을 평가하고 각근력은 하지근력을 평가한다. 유연성은 바닥에 앉은 자세에서 몸을 앞으로 굽혀 발바닥에서 측정 판에 닿는 지점까지 거리를 측정하였으며 총 2회 실시하여 최대치를 기록하였다. 이때 무릎이 굽혀지지 않고 3초간 정지한 상태를 유지하게 유도하였다. 근지구력 평가는 윗몸 일으키기와 제자리높이뛰기가 있으며 윗몸일으키기는 매트위에 누운 자세에서 무릎각도는 약 130도 정도로 구부린 상태에서 윗몸을 일으켜 팔꿈치가 무릎에 닿게 하여 30초간 한 횟수를 기록하였고, 제자리높이뛰기는 무릎을 굽히지 않고 편 채로 뛰게 하였다. 민첩성은 민첩성 테스트를 실시하였으며 시청각 자극에 따라 반응에 대한 시간(msec)을 측정하였다. 순발력은 좌우달리기(side step)를 통해 평가를 실시하였으며 3 m 좌우 왕복 달리기이다(Figure 4).

2) 관절토크 평가

로잉 운동 전 후 피험자들의 근력증진의 분석을 통해 부하편차 방식적용에 대한 유효성을 검증하기 위해서 상하지 관절토크를 측정하였다. 본 연구에서 관절토크를 측정하기위해서 근기능 검사장치(biodex. Inc USA)을 이용하였다. 측정한 관절은 견관절, 요추관절과 슬관절이며, 프로토콜은 신전과 굴곡을 적용하여 측정하였다. 매주 1회 관절토크 측정 시 다음과 같은 프로토콜, 각속도와 측정범위가 모든 피험자들에게 동일하게 제공 하였다. 프로토콜은 견관절의 신전과 굴곡, 요추관절의 신전과 굴곡과 슬관절의 신전과 굴곡을 적용시켰다. 일반적으로 근기능 검사장치는 근력측정을 위해 30-60°/sec, 근지구력 측정을 위해 90-120°/sec의 각속도를 적용한다. 본 연구에서는 근력 측정을 위해 각속도를 견관절은 60°/sec, 요추관절은 60°/sec와 슬관절은 60°/sec을 부여하였다(gael, arnaud & christophe, 2010). 측정범위(range of motion, ROM)는 견관절은 어깨를 정면방향으로 올릴 때를 기준으로 0°도 지정하여 몸의 중심 바깥방향으로 60°, 요추관절은 허리를 수직으로 세운 상태를 0° 기준으로 전후 방향으로 각각 30°씩 총 60°, 슬관절은 무릎이 수직일 때를 0°도 기준으로 하여 60°씩 제공하였다(Figure 5).

Figure 5. Joint torque protocol for verifying improvement of muscle strength(①elbow, ②lumbar, ③ankle)

7. 데이터 처리 및 분석

본 연구에서 로잉 운동의 근력증진효과에 따른 부하편차방식의 유효성을 검증하기 위해 기초체력평가와 관절토크 측정을 실시하였다. 측정된 데이터들은 유의성 검증을 위해 SPSS 18.0 kor을 사용하여 기초체력평가와 관절토크 데이터들을 분석하였다. 기초체력평가 데이터들은 근력, 근지구력, 민첩성, 유연성, 순발력과 유산소 기능의 각각의 평균과 표준편차를 산출하고 다수의 항목에 대한 효과를 검증하기 위해 MANOVA를 실시하였다. 또한 관절의 피크토크(peak torque)와 평균파워(avg power)에 대한 평균 및 표준편차를 산출하고 각 항목에 따른 측정시기(운동 전, 운동 4주 후 운동 8주 후)의 체력요소의 차이를 분석하기 위해 one-repeated ANOVA를 실시하였다. 측정시기의 주 효과가 유의한 경우 사후검증으로는 contrast 방법에서 simple방법을 실시하였으며, 자료 분석의 통계적 유의수준은 유의성 수준은 $p<0.05$와 $p<0.01$ 수준에서 검증하였다.

Ⅲ. 결 과

본 연구에서는 로잉 운동 전 후 피험자들의 근력증진의 분석을 통해 부하편차 방식적용에 대한 유효성을 검증하기 위해 기초체력평가와 관절토크를 측정하였다. 기초체력평가는 크게 신체구성, 근력, 근지구력, 유연성, 민첩성, 순발력 및 심폐지구력으로 나누어 분석하였다. <Table 2, 3>는 기초체력평가 결과를 나타내고 있다.

1. 기초체력평가

1) 신체구성 변화

로잉운동에 따른 피험자들의 신체구성의 변화를 살펴보기 위해 체지방률과 BMI을 측정하였다. 체지방률은 인체 체중에 대한 체지방의 비율을 의미하며 인체내부에 있는 지방의 양을 말한다. 본 연구에 참여한 모든 피험자들은 실험 전 측정 시 17.3-17.7%로 대부분 정상수준의 체지방률을 나타냈으며 운동 4주 후에는 DU그룹에서 15.4%, DL그룹에서 15.3% 씩 대폭 감소하였고 또한 유사한 감소폭을 보였다. 8주 후에는 DU그룹에서 13.2%, DL그룹에서 14.4%로 서로 다른 감소폭을 보였다. 결과적으로 체지방률에서 운동 전 후 DU그룹은 약 23.6%, DL그룹은 19.1% 감소하여 DU그룹이 더 큰 감소하는 경향을 보였다. BMI는 체적지수로 불리며 체중과 키를 이용하여 계산하는 방식으로 정확한 체지방의 정도를 반영할 수 있어 비만지표로 널리 쓰이고 있다. 본 연구에서 BMI는 체지방률에 대한 검증차원으로 사용하였으며 그 결과 DU그룹은 21.92에서 18.37, DL그룹은 21.7에서 19.9수준까지 감소 경향이 나타났다.

2) 근력 변화

8주간의 로잉운동 후 피험자들의 상하지 근력변화를 알아보기 위해 악력, 배근력과 각근력을 측정하였다. 악력은 일반적으로 전완근의 최대 근력 및 손가락의 협응을 측정하는 방법으로 로잉 운동 시 사용되는 근육의 힘을 평가하기위해 실시하였다. 악력결과에서 운동 전 DU그룹은 46.5 kg, DL그룹은 35.4 kg으로 초기 약 16.4 % 차이를 나타냈다. 하지만 운동 4주 후 DU그룹은 50.38 kg, DL그룹은 45.9 kg으로 각각 악력이 증가하였고 두 그룹간의 차이는 5.9%수준으로 감소하는 경향이 나타났다. 최종 8주 후 DU그룹은 55.2 kg, DL그룹은 52.8 kg으로 증가하였으며 그룹 간 차이는 2.4 %로 대폭 감소하는 결과를 보였다. 배근력 측정 시 동원되는 근육은 허리와 등 부위 근육이지만 또한 복부 근육도 크게 작용된다. 로잉 운동 시 일어나는 상지와 하지의 힘의 교차지점인 허리와 복부의 근력 변화를 측정하기 위해 실시하였다. 운동 전 DU그룹은 100.5 kg, DL그룹은 94 kg을 나타냈으며 그룹 간 차이는 6.5%를 보였다. 운동 4주 후에는 DU그룹과 DL그룹은 각각 107.6 kg, 102.5 kg으로 증가하였고 이때 그룹 간 차이는 5.3%로 나타났다. 8주 후 DU그룹은 106.6. kg으로 어느 정도 일정하게 유지되는 반면에 DL그룹은 109 kg까지 증가하는 경향을 보이면서 오히려 더 큰 배근력 수치를 보였다. 각근력은 하지의 대퇴부 근력을 측정하였다. 로잉 운동에 따른 하지근육들의 신전과 굴곡의 힘을 측정하기 위해 실시하였다. 각근력 결과를 보면 DU그룹과 DU그룹이 운동 전 각각 80.4 kg, 94.6 kg으로 그룹 간 16.7%의 차이를 나타냈다. 하지만 운동 4주 후 DU그룹과 DL그룹의 각근력 결과가 85.55 kg, 96.6 kg으로 증가하여 그룹 간 차이가 10%로 감소하는 경향이 나타났다. 운동 8주 후 최종적으로 DU그룹과 DL그룹은 108.2 kg, 112.4 kg까지 증가 하였으며 그룹 간 차이가 2.1%로 감소한 결과가 나타났으며 악력결과와 반대로 운동 8주 후에 큰 폭의 변화가 나타났으며 가장 큰 근력변화가 발생하였다.

3) 근지구력 변화

근지구력은 운동부하가 가해진 상태에서 지속적으로 동작을 수행할 수 있는 근력을 의미한다. 로잉 운동은 근력뿐만 아니라 근지구력이 크게 요구되는 운동으로 알려져 있다. 또한 일반적으로 근력이 동일하더라도 근지구력에서 차이를 보일 수 있다. 근지구력 측정에는 윗몸일으키기, 팔굽혀 펴기, 하프 스쿼트 점프, 오래 매달리기, 턱걸이와 제자리높이뛰기가 있다(미국체육학회(AAHPHERD). 본 연구에서는 로잉 운동에 따른 근지구력의 변화를 알아보기 위해 위 항목 중 윗몸일으키기와 제자리높이뛰기를 측정하였다. 윗몸일으키기 결과는 운동 전 DU그룹은 26개 DL그룹은 25.3개로 유사하였다. DU와 DL그룹은 4주 후 각각 25.8개, 26.5개였으며 8주 후에도 26.3개, 27.8개로 그룹 간 차이를 0.6-1.4% 수준을 나타내며 유사하게 유지되는 경향을 보였다. 하지만 제자리높이뛰기 결과는 다르게 나타났다. 제자리높이뛰기에서는 운동 전 DU그룹과 DL그룹은 각각 37 cm, 39.8 cm로 2.8%로 차이를 보였다. 하지만 운동 4주 후 DU그룹과 DL그룹이 각각 42 cm, 48.5 cm로 증가하여 그룹 간 차이는 6.5% 수준으로 차이가 나타났으며 8주 후 각 47.7 cm, 48.75 cm의 수치를 보이며 그룹 간 차이가 다시 감소하여 초기와 유사하게 유지되는 경향을 보였다. 그룹 간 차이는 유지되었지만 운동 전 후 근지구력 수치는 약 7.9-10% 증가하였다.

4) 심폐지구력 변화

심폐지구력은 장시간의 지속적인 운동에 적응하는 신체능력으로 그 중 산소를 이용하는 능력이 좋다는 의미이다. 또한 유산소 운동에 대한 측정지표나 운동 강도 설정할 때 많이 사용되는 항목이다. 본 연구에서는 부하편차에 따른 로잉 운동 시 근력 증진효과 뿐만 아니라 심폐지구력의 변화를 분석하여 유

Table 2. MANOVA Results of basic fitness evaluation in DL group for 8-weeks(*Mean* ± *SD*, p<0.05, <0.01, DF=degree of freedom, HDF= theory degree of freedom, EDF=error degree of freedom)

DL GROUP	Fact	PRE-TEST	4-WEEK	8-WEEK
Mean ±*SD*	Body fat (%)	17.7±3.6	15.3±3.8	14.3±2.1
	BMI	20.5±2.6	21.0±1.5	20.2±1.5
	Maximal oxygen uptake	37.4±1.7	37.9±2.3	40.5±1.6
	Grip strength	35.4±1.4	45.9±3.5	52.8±2.6
	Backmuscle strength	94.0±8.3	102.5±12.2	109.0±11.8
	Isokinetic strength	97.4±3.5	99.6±5.6	112.5±4.6
	Flexibility(cm)	7.2±7.2	3.8±7.1	5.3±3.8
	Sit-up(unit)	25.3±5.0	26.5±2.1	27.8±3.7
	Stand high jumping(cm)	39.8±1.7	48.5±7.3	48.8±2.9
	reaction of whole body(msec)	217.3±53.2	167.0±89.5	186.5±35.0
	side step	35.5±5.8	37.8±1.7	38.3±4.2

		DF	Mean2	F	p-value	t-test(4w/8w)
Effect Test Within Facts	Body fat (%)	3	3351.101	134.424	.001	.018/.014
	BMI	3	3180.994	946.071	.001	.023/.026
	Maximal oxygen uptake	3	9428.608	1040.544	.002	.033/.001
	Grip strength	3	16430.129	155.125	.001	.014/.000
	Backmuscle strength	3	51482.208	94.816	.002	.007/.021
	Isokinetic strength	3	669.247	4.572	.001	.026/.008
	Flexibility(cm)	3	5064.583	442.690	.061	.054/.062
	Sit-up(unit)	3	9537.875	150.896	.001	.005/.024
	Stand high jumping(cm)	3	837835.500	5.650	.012	.019/.013
	reaction of whole body(msec)	3	9517.042	2064.159	.082	.082/.064
	side step	3	77747.812	405.375	.001	.013/.011

Multivariate test

Effect		value	F	HDF	EDF	p-value
period	Pillai Trace	2.205	3.279	33.000	39.000	.0001
	WILKS' LAMDA	.000	30.027	33.000	33.112	.0001
	Hotelling-Lawley Trace	2079.545	609.160	33.000	29.000	.0001
	Roy's Maximum Root	2072.123	2448.872a	11.000	13.000	.0002

Table 3. MANOVA Results of basic fitness evaluation in DU group for 8-weeks(*Mean* ± *SD*, p<0.05, <0.01, DF=degree of freedom, HDF= theory degree of freedom, EDF=error degree of freedom)

DU GROUP	Fact	PRE-TEST	4-WEEK	8-WEEK
Mean ±*SD*	Body fat (%)	17.3±4.7	15.4±4.5	13.2±3.6
	BMI	21.9±2.3	20.9±2.0	18.3±2.1
	Maximal oxygen uptake	36.6±5.6	37.8±3.5	40.4±2.8
	Grip strength	46.4±5.1	50.3±7.4	55.2±7.76
	Backmuscle strength	100.5±7.4	107.8±15.2	106.7±10.5
	Isokinetic strength	80.4±7.1	85.6±9.4	108.2±9.8
	Flexibility(cm)	9.9±4.4	1.1±6.6	0.43±3.0
	Sit-up(unit)	26.0±4.5	25.8±2.8	26.3±2.3
	Stand high jumping(cm)	37.0±4.7	42.0±1.4	47.7±1.2
	reaction of whole body(msec)	225.8±33.9	179.5±79.9	188.3±9.5
	side step	29.5±10.9	31.5±5.2	37.7±8.7

	Fact	DF	Mean2	F	p-value	t-test(4w/8w)
Effect Test Within Facts	Body fat (%)	3	2848.005	295.533	.001	.046/.016
	BMI	3	3285.999	1330.268	.001	.045/.008
	Maximal oxygen uptake	3	9352.932	544.827	.002	.029/.019
	Grip strength	3	15585.956	150.059	.001	.025/.041
	Backmuscle strength	3	55752.550	88.020	.002	.028/.040
	Isokinetic strength	3	385.875	2.667	.001	.009/.023
	Flexibility(cm)	3	4604.458	243.178	.065	.058/.063
	Sit-up(unit)	3	10467.500	216.037	.001	.025/.017
	Stand high jumping(cm)	3	301900.792	21.769	.006	.008/.011
	reaction of whole body(msec)	3	8486.083	615.040	.081	.083/.079
	side step	3	77334.662	140.451	.001	.002/.001

Multivariate test

Effect		value	F	HDF	EDF	p-value
period	Pillai Trace	2.130	2.892	33.000	39.000	0.001
	WILKS' LAMDA	0.000	35.042	33.000	33.112	0.001
	Hotelling-Lawley Trace	1448.68	424.363	33.000	29.000	0.001
	Roy's Maximum Root	1427.41	1686.9a	11.000	13.000	0.001

산소성 운동기능의 제공여부를 조사하고자 하였다. 심폐지구력 결과에서 DU그룹과 DL그룹은 운동 전 초기테스트에서 각각 36.55 ml/kg/min, 37.43 ml/kg/min로 유사하였다. 로잉 운동 4주, 8주에도 그룹 간 차이가 0.2-1.2%사이에서 유사하게 유지하는 경향이 나타났다. 운동 8주 후에 DU그룹과 DL그룹은 각각 40.37 ml/kg/min, 40.53 ml/kg/min로 운동 전보다 8-10%정도 증가된 결과를 보였다.

5) 기타 체력요인 변화

유연성과 전신반응 결과에서는 운동 전 후 기초체력평가의 수치가 유의성 없이 나타나는 경향을 보였다. 하지만 순발력을 나타내는 좌우달리기(side step)결과에서는 유의한 경향을 나타냈다. 운동 전 초기 테스트에서 DU그룹과 DL그룹은 각각 29.5개, 35.5개씩을 기록하여 그룹 간 차이는 약 11.9%를 나타냈다. 운동 4주 후에 DU그룹은 약 31.5개, DL그룹은 37.8개를 기록하여 11.4%의 차이를 보였으며 8주 후 각각 37.7개, 38.25개를 보이며 그룹 간 차이가 0.7%로 대폭 감소한 경향을 나타냈다. 각 근력결과와 유사하게 감소하는 경향을 보였다.

2. 관절토크 변화

본 연구에서는 로잉 운동 전 후 피험자 그룹 간 근력변화를 통해 부하편차 적용에 대한 유효성을 검증하기 위해 견관절, 요추관절과 슬관절의 최대피크토크와 평균파워를 측정하였다.<Figure 6, 7, 8>은 피험자 그룹별 운동 전 후 견관절, 요추관절과 슬관절의 최대피크토크 변화를 보여주고 있다. <Figure 9, 10, 11>은 그룹별 관절마다의 평균파워를 나타내고 있다. 또한 그룹 간 부하편차 적용 방식과 상관없이 최대피크토크가 증가하는 경향을 보이고 있다.

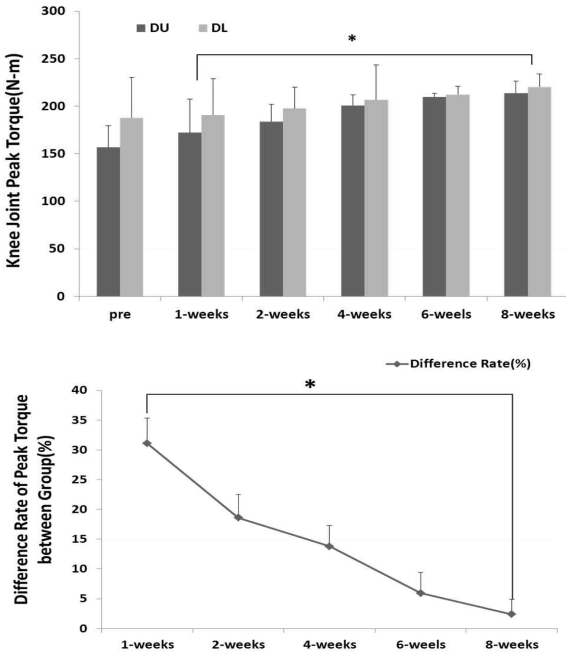

Figure 7. Variation of maximal peak torque of knee joint between groups during 8-weeks using rowing exercise(*Mean*±*SD*, *p<0.05)

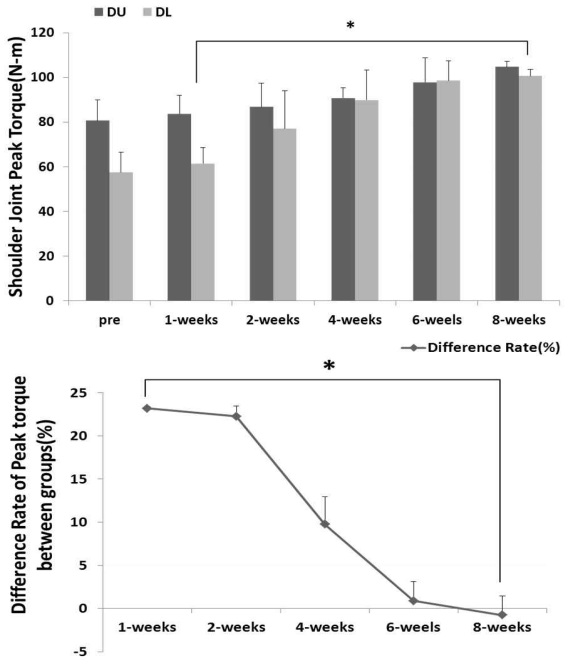

Figure 6. Variation of maximal peak torque of shoulder joint between groups during 8-weeks using rowing exercise adapted loading deviation(*Mean*±*SD*, *p<0.05)

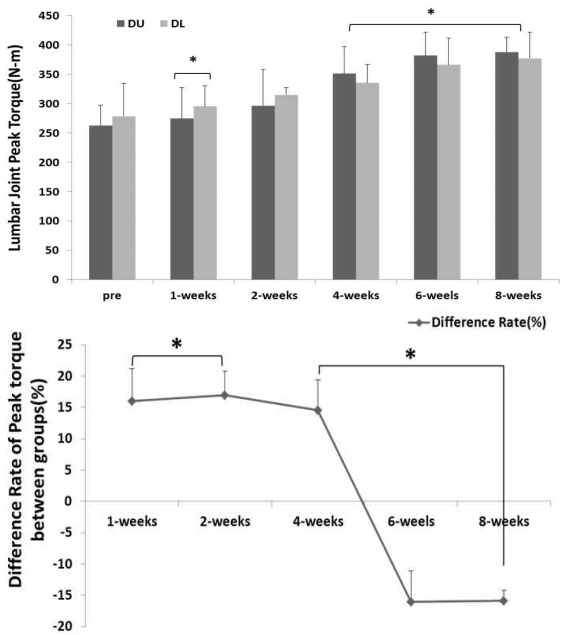

Figure 8. Variation of maximal peak torque of lumbar joint between groups during 8-weeks using rowing exercise adapted loading deviation(*Mean*±*SD*, *p<0.05)

1) 관절의 최대피크토크 변화

견관절 결과에서 운동 전 DU그룹이 DL그룹보다 약 23.2%의 더 큰 최대피크토크 차이를 나타냈으나 운동 4주 후 10% 이내로 차이가 감소하였으며, 7주차에서 그룹 간 차이가 0%까지 감소하여 8주 후에는 DL그룹이 약 4.2%까지 증가하는 경향이 나타났다<Figure 6> 슬관절에서는 운동 전 DL그룹이 DU그룹보다 약 31.1 %의 최대피크토크 차이를 내였다. 운동 4주 후, 그룹 간 차이가 약 10%로 절반수준까지 감소하여 운동 8주 후, 6.4 %수준까지 감소하는 결과를 보였다<Figure 7>. 슬관절 결과는 견관절결과와 달리 운동 1-3주 사이에서 대폭 감소하는 경향을 나타냈다. 또한 요추관절에서는 위 결과와 전혀 다른 경향을 나타냈다. 운동 전 DL그룹이 DU그룹보다 최대관절피크토크차이가 15.9% 수준을 보였다. 하지만 운동 4-5주차에서 그룹 간 차이가 0%로 대폭 감소하였으며 6주차 이후 DU그룹이 약 10.6%수준으로 증가하는 경향을 보였다. 요추관절에서는 위의 견관절과 슬관절 결과와 달리 그룹 간 관절토크의 차이가 감소하였다가 다시 증가하는 경향을 나타냈다(Figure 8).

2) 관절의 평균파워 변화

본 연구에서 로잉 운동 전 후 관절의 평균파워변화는 근력과 함께 근반응성을 알아보기 위해 측정을 실시하였다. 평균파워란 총 일양을 실제 근 수축시간으로 나눈 값을 의미한다. 총 일양은 관절의 피크 토크 값을 이동거리만큼 곱해준 값이며 이동거리는 관절의 운동 가동 범위(ROM)를 뜻한다. 본 연구에서

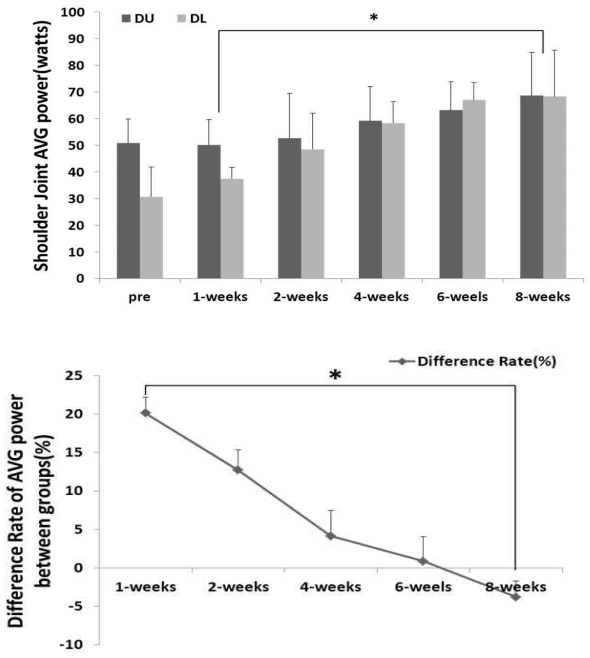

Figure 9. Variation of avg power of shoulder joint between groups during 8-weeks using rowing exercise adapted loading deviation(*Mean±SD*, *p<0.05)

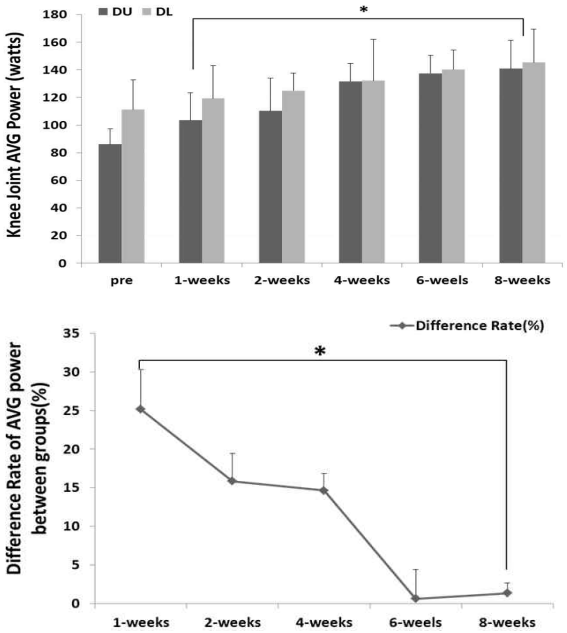

Figure 10. Variation of avg power of knee joint between groups during 8-weeks using rowing exercise adapted loading deviation(*Mean±SD*, *p<0.05)

모든 피험자들에게 동일한 운동 가동 범위를 제공하였으므로 이동거리가 모두 같다고 볼 수 있다. 따라서 평균파워는 피크토크 값에 비례하며 동시에 실제 근 수축시간에 반비례하는 다음 아래와 같은 방정식이 적용되는 것이다. P는 평균파워, W는 총 일양, S1은 실제근수축시간, F는 관절의 피크토크, t는 매 시도 시 마다의 실제근수축시간을 각각 의미한다. 본 연구에서는 실제 근 수축 속도가 빠를수록 평균파워는 증가하는 원리를 이용하여 근육 반응속도를 분석하였다.

$$P = W/s_1 = Fs_2/t$$

$$P = power, \quad W = work$$

$$s_1 = muscle\ contraction\ time(\sec)$$

$$s_2 = exercise\ dis\tan ce(\deg ree)$$

견관절에서의 평균파워 결과는 최대피크토크 결과와 유사한 경향이 나타났지만 조금 다른 형태를 보였다. 운동 전 DU그룹이 DL그룹보다 약 20.14% 더 큰 수준의 토크차이를 보였다. 운동 2-3주 급격한 감소폭을 보이며 4주후 그룹 간 차이는 10% 이내로 감소하였고 6-7주 사이에 0%로 수준을 나타냈다. 운동 8주 후 오히려 DL그룹이 4.18% 더 증가한 결과를 보였다 <Figure 9>. 슬관절의 평균파워 결과는 DL그룹이 DU그룹보다 운동 전 약 25.14% 근력차이를 보였다. 최대피크토크 결과에서처럼 1-3주 사이에 급격한 감소폭을 보이며 4주 후 10%이내

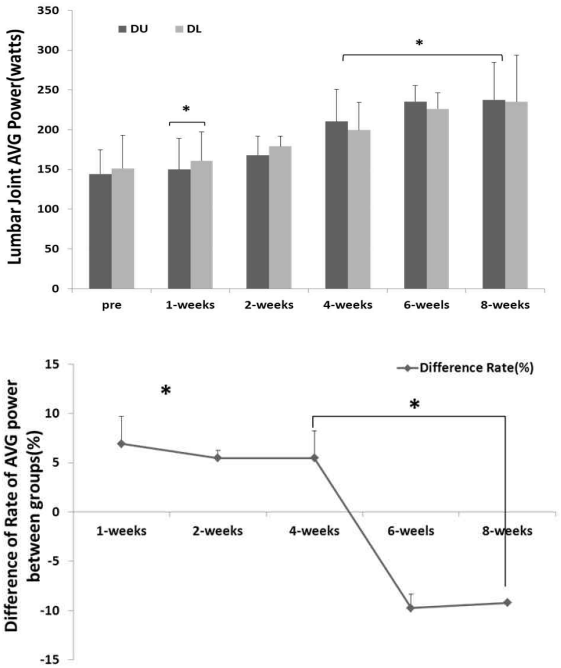

Figure 11. Variation of avg power of lumbar joint between groups during 8-weeks using rowing exercise adapted loading deviation(*Mean*±*SD*, *p<0.05)

수준까지 감소하였다. 하지만 최대피크토크 결과와 달리 운동 6주 후 1%수준까지 감소하였으나 7-8주에 일정하게 유지되는 결과를 보였다<Figure 10>. 요추관절의 평균파워결과는 DL그룹이 DU그룹보다 약 6.92 % 차이를 보였다. 운동 4주까지 일정하게 유지되는 경향을 보이다가 4-6주 사이에 0%수준까지 대폭으로 감소하는 결과를 보였다. 6-8주차에는 오히려 더 큰 평균파워를 나타내며 그룹차이가 다시 증가하는 경향을 나타냈다(Figure 11).

Ⅳ. 논 의

근력균형에 대하여 아직까지 정의가 규명되어있지 않으며 연구가 매우 미미한 실정이다. 또한 기존 운동장비들은 대부분 일정한 근육을 강화시키는데 목적으로 하여 제작되거나 운동프로그램이 없는 형태로 만들어져 있다. 현재 기존의 운동 장비를 이용하여 단순히 겉으로 보이는 일부분의 근육만 향상시켜 미(美)를 가꾸는 경향이 증가하고 있으며, 이로 인하여 운동이 오히려 건강을 해치는 결과를 초래하게 되었다. 따라서 본 연구에서는 부하편차가 가능한 전동식 로잉 운동 장비를 이용하여 운동 전 후 피험자들의 기초체력과 관절토크변화분석을 통해 부하편차 방식적용에 대한 유효성을 검증하고자 하였다. 상하지 근력의 편차를 정의하기 위하여 20대 성인 남녀 100여명 대상으로 상하지 근력을 측정하여 상하지 근력비율이 평균보다 30 %이상 차이가 나는 피험자를 선출하였다. 또한 전신운동으로 로잉운동을 선택하였고 부하편차를 적용시키기 위해 전동식 형식의 운동기기를 사용하였다. 8주간 실험이 진행되었으며 그룹 간 상하지 근력편차가 작아지는 경향을 도출할 수 있었다.

1. 기초체력평가

로잉운동은 상지, 하지와 허리가 유기적으로 협응하여 몸을 움직이는 운동 또는 전신운동으로 알려져 있으며 유산소성 운동이라고 평가받고 있다(Toivo et al, 2009). 본 연구에서 피험자들은 로잉운동을 8주간 실시하였다. 운동 전 후 체지방률과 BMI 지수가 낮아지는 결과를 얻었는데 이는 로잉 운동이 전신운동과 유산소성 운동으로써 기능하여 근육량을 늘려주고 인체의 체지방이 감소시켜주는 결과라고 볼 수 있으며 선행연구들의 결과와 일치한다(Lee, Lee, Lee & Han 2000; Choi, 1992). 일반적으로 운동은 15분에서 20분 사이에 인체는 에너지와 산소공급의 상황에 따라 당과 지방의 에너지 활용을 결정하게 된다. 보통 30분 이상의 유산소운동을 요구하는데 본 연구에서도 45분 정도의 운동을 제공함으로써 위와 같은 유의성 있는 체중 및 체지방률이 감소하였다(Hong, 2003). 일반적으로 운동을 통해 신체기능이 강화되고 기초체력 요인이 증진된다는 연구는 많이 밝혀진 상태이다(Park, 2008; Yoon, Jeong, Kim & Cheon, 2010). 본 연구의 결과도 또한 로잉 운동 전 후 근력, 근지구력, 심폐지구력과 순발력 항목에서 유의한 결과를 나타냈다. 또한 본 연구의 결과 중 순발력이 증진되는 결과를 보였는데 이는 로잉 운동이 전신을 활용하여 근력과 근지구력뿐만 아니라 근반응성을 향상시켜준 결과라 사료되며 이는 다른 선행연구와는 다르게 나타났다(Hong, 2003). 유연성과 민첩성은 유의한 결과를 보이지 않았는데 이는 로잉운동이 동적운동으로 유연성과 관련된 스트레칭과 같은 정적운동이 아니기 때문이라고 사료된다. 또한 민첩성은 기본적으로 감각기관과 운동기관의 협응이 매우 중요하다고 알려져 있다. 본 연구에서는 유의한 결과를 보이지 않았으며 이는 로잉운동은 감각기관보다는 운동기관을 중심으로 기능을 향상시키기 때문이라고 판단된다. 운동부하 편차방식을 적용하여 8주 운동 후 기초체력요인들의 차이가 감소하는 경향을 얻을 수 있었다. 특히 근력, 근지구력, 심폐지구력과 순발력에서 유의한 결과를 얻었다. 운동 전 그룹 간 기초체력요인의 차이는 거의 30%에 가까웠다. 하지만 본 연구에서 적용한 운동부하 편차방식으로 인해 0-5% 수준까지 그 차이를 감소되는 유의한 결과를 얻었다. 이러한 결과는 부하편차 방식이 상지와 하지에 각각 요구되는 근력운동과 근지구력운동을 하나의 운동으로 제공하였다고 사료된다.

2. 관절토크

일반적으로 근력과 근지구력은 전문 운동선수가 운동을 하는 행위뿐만 아니라 일반인들이 생활하는데 중요하며 필수적인 체력요인이다. 근력증진은 신체적으로 육체 건강과 삶의 질을 향상시키며 질병을 예방하여 주는 중요하다. 실제로 근육은 자극이나 환경에 따라 근섬유의 형태와 기능이 단기적 반응을 하거나 장기적 적응을 하는 특성을 가지고 있다. 트레이닝의 형태에 따라 다르게 적용되는데 1-2일의 단기적 트레이닝은 세포 내부의 혈장이 축적되어 일시적으로 근육이 커지는 현상으로 수시간 내 원상태로 회복된다. 하지만 근육적응은 8-12주 정도의 장기간 트레이닝을 통해 근육의 수축단백질과 결합조직의 증가로 증진된 근력이 오랜 기간 유지되는 것을 의미한다. 본 연구에서도 장기간 트레이닝을 이용하여 근력증진효과를 고찰하였고 이에 따른 운동부하 편차방식에 대한 유효성을 검증하였다. 본 연구에서 근력증진효과에 대한 유의성을 검증하기 위해 그룹 간에 관절토크를 측정하였다. 관절토크 측정이란 근육과 근육으로 연결된 관절의 회전 힘(torque)을 측정하여 총체적인 근육의 힘을 측정하는 것을 의미한다. 관절의 힘은 근육의 힘이라 볼 수 있다. 본 연구에서 측정한 최대 피크토크란 관절의 최대 회전 힘을 말하며 즉, 근육의 최대 힘을 뜻한다(biodex corporation).

본 연구에서는 근력변화를 분석하기 위해 견관절, 요추관절과 슬관절의 최대관절토크와 평균파워를 분석하였다. 견관절 결과에서 DU그룹과 DL그룹의 초기 최대피크토크차이는 약 23.2%였으나 운동 4주 후 10% 이내로 절반수준까지 감소하였고 운동 7주 후 0%까지 감소하였다가 8주 후에는 역으로 DL그룹이 약 4.2%로 증가하는 경향이 나타났다. 이는 본 연구에서 적용한 운동부하 편차방식에 의해 DU그룹에게 상지는 근지구력운동을 위한 1 RM의 30%부하로 운동을, 하지는 근력운동을 위한 1RM의 70%부하로 운동을 제공해서 근력운동과 근지구력운동을 상하지에 각각 제공했기 때문이라고 사료된다(Kim & Bang, 2006). 즉, 하나의 운동 형태로 근력과 근지구력 운동이 피험자에게 제공된 형태이다. 또한 감소폭을 보면 3-4주차에 가장 큰 폭으로 감소하였는데 이는 최대 운동효과를 나타내고 있고 또한 약 7주 후에는 0% 가까이 감소하여 운동효과를 위한 최소운동기간이라고 사료된다. Anthony, Christophe와 Arnaud(2009)는 관절의 피크토크와 근육활성도를 비교하여 운동 형태에 따라 근육활성화 전략이 다르다고 보고 했는데 이는 본 연구에서 운동기간, 운동부하등에 차이에 따른 결과라고 해석할 수 있다. 마찬가지로 슬관절의 최대피크토크 결과에서도 유사한 경향을 보였다. 하지만 감소폭은 조금 다르게 나타났는데 운동 1-2주 후 가장 큰 폭으로 감소하는 하였으며 운동 전 31.1% 수준에서 8주 후에 6.4% 수준까지 감소하는 경향을 보였다. 슬관절의 경우, 빠른 운동효과를 보이지만 지속적인 효과를 위해서는 최소 8주의 운동지속기간이 필요하다고 사료된다. 하지만 요추관절에서는 다른 경향이 나타났다. 운동 전 그룹 간 최대관절피크토크차이가 15.9% 수준을 보였다. 하지만 운동 4-5주차에서 그룹 간 차이가 0%로 대폭 감소하였으며 6주차 이후 DU그룹이 약 10.6%수준으로 역으로 증가하여 감소했다가 증가하는 경향을 보였다. 이는 요추관절토크는 4주차에 0%수준까지 가장 큰 폭으로 감소한 경향이 보여 운동효과를 위한 최소기간이라고 판단된다. 관절의 평균파워는 운동의 여러 요인에 영향을 받게 되는데 힘, 반응속도, 유연성 등이 있으며 또한 근육의 힘과 유연성과의 비례 관계, 근반응속도와 반비례하는 경향을 보였다. 본 연구에서 근육의 힘은 최대 피크토크의 결과로 검증하였으며 유연성과 근반응속도와의 관계를 밝히기 위해 평균파워 측정하여 분석을 실시하였다. 견관절과 슬관절에서 최대피크토크 결과와 유사한 경향이 나타났지만 조금 다른 형태를 보였다. 운동 2-3주 급격한 감소폭을 보이며 더 빠른 감소하는 경향을 보였다. 이는 근력뿐만 아니라 근반응속도과 증진되었다고 판단된다. 이는 기초체력평가 결과에서 유연성은 유의한 결과를 보이지 않았지만 순발력은 유의하게 증진되는 결과를 보였기 때문이다. 본 연구에서 위와 같은 관절토크의 변화들은 로잉운동 시 힘의 패턴을 통한 신체의 움직임은 근 감각 수용능력에 의해 좌우되며, 이를 증진 시 효율적인 운동효과를 제시할 수 있다고 보고 한 것과 같은 해석이 가능하다(Hill, 2002). 전신운동으로 로잉운동이 전신에 근력과 근지구력 향상에 긍정적인 효과를 나타내는 것과 전신에 균형적인 운동이 건강증진에 좋다는 사실은 이미 많은 연구결과들에서 보고된 사실이다. 따라서 일반인들에게 부분적인 근력강화 운동이 신체의 근력균형이 손상시키며 오히려 건강을 해칠 수 있다는 것과 전신운동에 대한 중요성을 알려야 할 것이다. 또한 부분근력운동으로 발생된 상하지 근력의 편차를 맞추기 위해 다양한 전신운동프로그램 개발이 필요할 것이라 사료된다. 향후 연구에서는 보다 많은 인원을 대상으로 하여 다양한 전신운동프로그램에 대한 인체영향평가를 실시하여 근력, 심폐지구력과 유연성 등을 분석하는 연구가 진행되어야 한다고 사료된다.

V. 결 론

본 연구에서는 운동부하편차라는 새로운 운동부하 방식을 제시하였고 기초체력평가와 관절토크분석을 통해 유효성을 검증하고자 하였다. 그 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

신체구성의 변화는 운동 후 체지방률이 감소가 유의하게 나타났으며 이는 로잉운동이 체중감량에 긍정적인 효과를 가져온다고 판단된다. 기초체력과 관절토크변화는 그룹 간 차이가 감소하는 경향을 보임으로써 운동부하 편차방식이 상지와 하지에 다른 운동부하를 각각 적용하여 근력운동과 근지구력운동을

동시에 제공이 가능하다고 사료된다.

위 결과들은 운동부하 편차방식이 체중감량과 근력증진에 긍정적인 효과를 가져 올 수 있으며 잘못된 운동습관이나 부분운동으로 생긴 상하지 근력 편차를 개선시킬 수 있다고 판단된다.

향후 일반인뿐만 아니라 장애인이나 전문 운동선수들의 균형적인 근력증진효과를 가져오며 또한 근력이 약화된 부분에 대한 집중 치료에 응용가능 할 것이라고 사료된다. 또한 본 연구의 결과는 향후 스포츠과학에서 근력, 근지구력 향상이 요구되는 전문 운동선수 들이나 스포츠기기의 사용자들에게 사용자의 목적, 연령, 체력특성, 운동 이력 등에 따라 맞춤형으로 제공하기 위한 시뮬레이션 모듈 응용, 운동장비 개발에 기초 정보를 제공할 수 있다. 이는 재활분야에 있어 재활치료에도 적용되어 특수한 조건을 지닌 환자들을 위한 맞춤형 재활 프로그램에 응용될 수 있을 것이다.

참고문헌

Anthony, R., Christophe, C., & Arnaud, G.(2009). Agonist muscle activity and antagonist muscle co-activity levels during standardized isotonic and isokinetic knee extensions. *Journal of Electromyography and Kinsslogogy*, 19, 449-458.

Barfielda, J. P., Todd, E. S., & Timothy, J. M.(2003). Response similarities between cycle and rowing ergometry. *Jounal of Physical Therapy in Sport*, 4, 82-86.

Choi, H. N.(1992). The Effects of Aerobic Exercise on Middle Aged Women's Serum Lipids, Body Fats, Muscular Strength and Cardiorespiratory Function. *Journal of Korean Alliance for Health Physical Education Recreation and Dance,* 32(2), 2221-2235.

Clara, S., Duncan, R., & Patria, A. H.(2004). Reliable passive ankle range of motion measure correlate to ankle motion achieved during ergometer rowing. *Journal of Physical Therapy in Sport*, 5, 75-83.

Gael, G., Arnaud, G., & Christophe, C.(2010). A standardization method to compare isotonic vs. isokinetic eccentric exercises. *Journal of Electromyography and Kinesiology.*

Garland, S. W.(2005). An analysis of the pacing strategy adopted by elite competitors in 2000m rowing. *Br Journal of Sports Medicine,* 39, 39-42.

Han, K. S., Lee, G. S., & Kim, Y. S.(2007). The Effect of Rehabilitation Exercise Lumbar Muscle Function and Visual Analogue Scale for the Middle-Aged Women Low Back Pain Patients. *Korean Journal of Sports Biomechanics,* 17, 155-164.

Han, K. S., So, J. M., & Moon, H. K.(2008). The Effect where 12 week Appearance Characteristic Motion goes mad to the Enchantress Stabilization Ratio Change of the Feminine Old person Lumbago Patient. *Korean Journal of Sports Biomechanics,* 17(2), 54-63.

Hill, H.(2002). Dynamics of coordination within elite rowing crews, evidence from force pattern analysis. *Journal of Sport Sciences*, 20, 101-117.

Howell, D.(1984). Musculoskeletal profile and incidence of musculoskeletal injuries in lightweight women rowers. *Journal of Sports Medicine*, 12, 278-281.

Hong, S. R.(2003). The Effect of Aerobic Exercise on Physical Fitness, Heart Rate, Blood Pressure and Body Fat in the Elderly 50-60 Males and Females. *Journal of Korean Sport Research*, 14(4), 1239-1250.

Jillian, S. C., Peter, J., & McNair, M. W.(2003). The effects of repetitive motion on lumbar flexion and erector spinae muscle activity in rowers. *Journal of Clinical Biomechanics*, 18, 704-711.

Kang, K. R., Jeong, K. R., Kim, S. Y., & Cheon, W. K.(2010). The Effects of Strength Training for 12 Weeks on Isokinetic Muscular Function, 1RM, Basic Physical Fitness and Body Composition of University Students. *Journal of Korean Society of Sports Psychology*, 18(3), 179-185.

Kim, D. Y., Lee, K. Y., & Jeong, J. Y.(2009). The Effects of 8 Week combined Exercise Program on the Biomechanical Function Recovery of Patients. *Korean Journal of Sports Biomechanics,* 19, 567-580.

Kim, H. S., Kim, E. Y., & Hyung, I. H.(2008). The Effects of Trunk Stabilization Exercise on the Isometric Muscle Power and Muscle Activation in Chronic Low Back Pain. *Korean Journal of Sports Biomechanics,* 18(4), 115-124.

Lee, K. O., Lee, K. H., Lee, Y. C., & Han, Y. W.(2000). The Effects of Aquarobics Exercise on Women's Physique, Physical Fitness and Body Composition. *Journal of Korean Alliance for Health, Physical Education, Recreation, and Dance*, 39(1), 436-444.

Lee, K. Y., Ko, D. S., Kim, Y. K., Lee, C. G., Kim, C. K., & Jeong, D. I.(2009). Changes in Balance Ability and Muscle Thickness of the Transverse Abdominis and

Multifidus of Elderly Females after Eight Weeks of the Lumbar Stabilization Exercise. *Korean Journal of Sports Biomechanics*, 19(4), 689-696.

Maestu, J., Jurimae, J., & Jurimae, T.(2005). Monitoring of performance and training in rowing. *Journal of Sports Medicine*, 35, 597-617.

Morgan, R. B., Simon, D., & Francois, D. D.(2010). Effort regulation in rowing races depends on performance level and exercise mode. *Journal of Science and Medicine in Sports*, 19, 449-458.

Park, B. S.(2008). The Effects of Strength, Strength and Walking, Strength and Yoga on Obese Middle-aged Women's Physical Fitness for 12 Weeks. *Journal of Korean Physical Education Association for Girls and Women*, 22(1), 53-65.

Shimoda, M., & Kawakami, Y.(2004). Effect of rowing power consistency of velocity of a rowing shell: a study on varsity rowers. *Journal of Science Exercise Sport*, 16, 33-40.

Shimoda, M., Fukunaga, T., Higuchi, M., & Kawakami, Y.(2009). Stroke power consistency and 2000m rowing performance in varsity rowers. *Journal of Medicine Science Sports*, 19, 83-86.

Seiler, K. S., & Kjerland, G.(2006). Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: is there evidence for an "optimal" distribution?, *Journal of Science and Medicine in Sports*, 16, 49-56.

Toivo, J., Jose, A., Perez, T., Joan, M., Cortell, T., Ivan, J., Chinchilla, M., Roberto, C. A., Jarek M., Priit P., & Jaak, J.(2009). Relationship between rowing ergometer performance and physiological responses to upper and lower body exercises in rowers. *Journal of Science and Medicine in Sports*, 469-473.

Yoon, J. R., & Lim, S. K.(2007). Accuracy of 1-RM prediction equations from 7-10RM in college wrestlers.. *Journal of Korean Society of Exercise Physiology*, 16(1), 39-46.

Yoon, S. D., & Bang, H. S.(2006). The Gender Differences between Male and Female PE Students in Iokinetic Strength of Various Joint Regions. *The Korean Journal of Growth and Development*, 14(4), 27-42.

Yoon, S. D., Jeong, K. R., Kim, S. Y., & Cheon, W. K.(2010). The Effects of Strength Training for 12 Weeks on Isokinetic Muscular Function, 1RM, Basic Physical Fitness and Body Composition of University Students. *The Korean Journal of Growth and Development*, 18(3), 179-185.