

팔꿈관절 운동강도 설정 및 측정을 위한 최대굴곡력 예측

Prediction of Maximal Flexion Strength for Exercise Intensity Setting and Measurement in Elbow Joint

장 지 훈* · 김 재 민* · 김 연 규* · 김 진 철* · 조 태 용* · 김 윤 정* · 이 상 식†
(Jee-Hun Jang · Jae-Min Kim · Yeon-Kyu Kim · Jin-Chul Kim · Tae-Yong Cho · Yun-Jeong Kim · Sang-Sik Lee)

Abstract - The purpose of this study was to identify the difference and correlation in elbow joint maximal flexion strength according to measurement methods and characteristics of muscular contraction, and to develop the predictive equation of elbow joint maximal flexion strength for the optimal exercise intensity setting and accurate measurement. Subjects were 30 male university students. Elbow joint maximal flexion strength of isokinetic contraction, isometric contraction at 75° elbow joint flexion position, isotonic concentric 1RM, manual muscle strength (MMT) were measured with isokinetic dynamometer, dumbbell, and manual muscle tester. Pearson's r, linear regression equation, and multiple regression equation between variables were calculated. As a result, the highest value was isometric contraction. The second highest value was MMT. The third highest value was isokinetic contraction. 1RM was the lowest. Predictive equations of elbow joint maximal flexion strength between isometric and isokinetic contraction, between isometric contraction and 1RM, among isometric contraction, 1RM, and body weight were developed. In conclusion, 1RM and isokinetic elbow joint maximal flexion strength could be seemed to underestimate the practical elbow joint maximal flexion strength. And it is suggested that the developed predictive equations in this study should be useful in criteria- and goal-setting for resistant exercise and sports rehabilitation after elbow joint injury.

Key Words : Predictive equation, Elbow joint, Maximal flexion strength, Rehabilitation, Injury

1. 서 론

적정 운동강도 설정은 운동의 효과와 이상적인 신체발달을 위해 반드시 고려되어야 하는 운동처방의 중요한 요소이다[1]. 저항성운동의 경우 최대근력에 대한 정보를 바탕으로 한 구체적인 운동강도의 설정은 적정 자극 부하, 개별화된 트레이닝 계획 수립, 점진적 근력 향상 등에 기본적인 요건이 된다.

근력은 힘을 발휘할 수 있는 근육의 수축능력이며, 근력 측정 시 발휘되는 최대의 힘을 최대근력이라 한다. 최대근력 측정은 근력 수준, 연령, 성별, 근수축 특성, 관절의 구조적 특성 등에 의해 영향을 받으므로 측정방법에 따라 상이한 결과를 나타내지만 [2] 특정 동작을 전체 관절가동범위에서 1회 수행할 수 있는 최대근력으로 정의되는 1RM(one repetition maximum) 및 전체 관절가동범위에서 최고의 부하를 가하면서도 안전하게 측정할 수 있는 등속성 근력을 신뢰도 높은 최대근력으로 간주하고 있다

[3,4,5]. 그러나 1RM 측정에는 많은 시간이 요구되며, 측정 시 지연성 근육통을 비롯한 상해의 위험을 내포하고 있다[6,7,8]. 또한 등속성 근력 측정에는 숙련된 전문가와 경제적 부담이 요구되므로 스포츠현장에서의 적용이 쉽지 않다[9,10].

1950년대 이후 재활병원 및 스포츠 현장에서 용이하게 적용할 수 있는 최대근력 예측에 대한 연구가 지속적으로 수행되어 왔으며, 국내의 경우에도 So et al.[2], Lee et al.[3], Lee et al.[6], Suh et al.[11], Chung et al.[12]과 같은 연구가 수행되어 Abdominal curl, Arm curl, Bench press, Chest press, Dead lift, Lat pull down, Leg curl, Leg extension, Long pull, Shoulder press, Squat, Triceps extension 운동 수행 시의 1RM 추정식이 개발되어 있다. 그러나 선행연구에서의 결과는 등장성 최대하근력 측정결과를 이용하여 1RM을 추정하는데 그치고 있으며, 근수축 시작 자세에서 측정되었다는 점과 시작 자세에서의 부하를 극복해야만 운동수행이 가능하다는 점을 감안할 때 선행 연구에서의 결과는 최대근력을 과소추정할 가능성을 내포하고 있다. 특히 팔꿈관절의 경우 다른 관절에 비해 최대근력이 낮은 수준이며, 팔꿈관절 굴곡 75° 지점에서 최대근력이 발현된다는 점을 고려할 때[13], 팔꿈관절 주변 근육의 근력강화는 물론 팔꿈관절 부상 이후 병원 및 스포츠재활과정에서의 운동강도 설정 및 측정에 있어 선행연구에서 보고된 결과를 그대로 적용하기 어려

† Corresponding Author : Dept. of Biomedical Engineering, Catholic Kwandong University, Korea.
E-mail: lsskyj@cku.ac.kr

* Dept. of Sport & Leisure Studies, Catholic Kwandong University, Korea.

Received : August 29, 2017; Accepted : October 16, 2017

운 실정이다.

또한 병원 및 스포츠현장에서는 등장성 최대하근력운동 수행 시의 부하 및 반복횟수를 이용한 추정식과 등속성 근력 측정 결과를 많이 이용하는 반면 임상의료 현장에서는 주로 도수근력검사기를 이용한 근력 측정 결과를 이용하고 있다. 따라서 측정방법과 결과를 제시하는 단위의 상이함으로 인해 근력 향상 및 부상 이후 근력 회복 수준에 대한 정보의 공유가 원활하지 못한 실정이다.

본 연구에서는 등속성 굴곡력, 팔꿈관절 굴곡 75° 자세에서의 등척성 굴곡력, 등장성 단축성 1RM, 도수근력검사 등 상이한 측정방법으로 팔꿈관절 최대굴곡력을 측정하여 근수축 특성 및 측정방법에 따른 팔꿈관절 최대굴곡력의 차이와 상관을 규명하고 추정식을 예측함으로써 운동강도 설정 및 측정기기의 개발에 유용한 기초자료를 제시하고자 한다.

2. 연구방법

2.1. 피험자

강원도 G시 소재 C대학교에 재학 중인 남자대학생을 피험자로 하였으며, 정형외과적 문제로 인한 팔꿈관절 및 어깨관절 부위 수술 경험자, 측정일 기준 6개월 이내 팔꿈관절 및 어깨관절 부위의 정형외과적 문제로 인한 내원 경험자, 측정에 필요한 동작을 수행할 수 없을 정도의 근골격계 문제를 가진 경우는 피험자 선정에서 제외하였다.

최종적으로 30명의 피험자 선정 후 연구의 목적 및 절차, 측정부위 및 측정법 등 전반적인 사항을 설명하고 동의를 받았다. 주로 사용하는 손 방향의 팔꿈관절 최대근력을 측정하였으며, 오른손을 주로 사용하는 피험자는 26명, 왼손을 주로 사용하는 피험자는 4명이었다. 이 외 피험자의 일반적 특성은 표 1과 같다.

표 1 피험자의 일반적 특성

Table 1 General characteristics of subjects

Age (yr)	Height (cm)	Body weight (kg)	Body fat (%)	Length of forearm (cm)
22.4±1.5	176.0±5.5	77.3±11.0	19.2±6.4	27.1±1.4

mean±S.D.

2.2. 실험 방법

1) 신체구성 및 아래팔길이

인체 전기저항을 이용한 정밀체성분석기(InBody 3.0, Biospace, Korea)를 이용하여 체지방율을 측정하였으며, 체중은 체지방을 측정 시에 함께 측정되는 값을 이용하였다[14].

아래팔길이는 위팔뼈 가쪽위관절융기(lateral epicondyle)와 자뼈 붓돌기(styloid process) 간 길이를 수평자(캘리퍼)를 이용하여 측정하였다[15].

2) 팔꿈관절 최대근력

주로 사용하는 손 방향의 등속성, 등척성, 등장성 팔꿈관절 최대근력을 3개월간 측정하였으며, 측정 간 24시간 이상 48시간 이내의 휴식시간을 배정하고 cross-over design(교차설계)을 적용하여 피로 및 학습에 의한 간섭을 최소화하였다.

(1) 등속성 최대근력

등속성 최대근력은 등속성 근기능측정기(Biodex system 3, Biodex Medical System, Inc., USA)를 이용하여 사용자 매뉴얼에 따라 측정하였다[4].

측정대상부위를 제외한 피험자의 신체부위를 측정기기에 최대한 고정시키고, 측정기기의 축과 피험자의 위팔뼈 가쪽위관절융기가 일치하도록 하였다. 팔꿈관절의 운동범위(ROM)는 최대신전 0°를 중립위로 설정하고, 굴곡은 중립위에서 90° 굴곡한 운동범위로 설정하였으며, 약 30° 굴곡상태에서 중력보정을 하였다. 시작자세는 90° 굴곡자세이며, 시작과 동시에 최대한 신전한 후 다시 시작자세로 돌아오는 과정을 1회로 간주하였다. 각속도 60°/sec 조건에서 4회 측정된 결과 중 최대피크토크를 등속성 최대근력으로 간주하였다. 측정기기와 연결된 컴퓨터에서 출력된 결과물에 제시된 N·m 단위는 'kg = N·m/9.8/아래팔길이(m)' 공식을 이용하여 kg 단위로 환산하였다.

(2) 등척성 최대근력

등속성 근기능측정기의 프로토콜을 등척성 모드로 설정하고, 등속성 최대근력 측정법과 동일한 고정자세로 팔꿈관절 굴곡 75° 자세에서의 등척성 최대굴곡력을 측정하였다. '시작' 구령과 함께 6초 동안 측정된 결과 중 최대피크토크를 등척성 최대근력으로 간주하였다.

(3) 1RM

측정대상부위를 제외한 피험자의 신체부위를 측정기기에 최대한 고정시킨 상태에서 1RM을 측정하였다. 시작 자세(팔꿈관절 완전 신전자세)에서 최대굴곡에 이르기까지의 부하를 측정하였으며, 팔꿈관절의 회외(supination)와 회내(pronation)에 대해서는 별도의 제한을 가하지 않았다.

0.5kg 단위로 중량조절이 가능한 아령을 이용하여 최초 체중의 10~15% 수준의 부하로 위팔의 등장성 수축을 수행하게 하였다. 이후 부하를 증가하여 5회 정도 반복할 수 있는 부하에 이르면 10분 정도 휴식을 취하도록 하였다. 휴식 후 부하를 다시 증가하여 단 한번 팔꿈관절 등장성 단축성 수축을 수행할 수 있는 무게를 구하였다.

(4) 도수근력검사(manual muscle test, MMT)

도수근력측정에는 임상의료현장에서 널리 사용하는 도수근력검사기(manual muscle tester, Model 01163, Lafayette, USA)를 이용하였다.

측정대상부위를 제외한 피험자의 신체부위를 측정기기에 최대한 고정시킨 상태에서 팔꿈관절 75° 굴곡 자세에서의 등척성 최대굴곡력을 측정하였다.

2.3. 데이터 분석

PASW(predictive analytics software) Statistics ver.18.0을 이용하여 기술통계치를 산출하고 측정자료를 분석하였다. 측정방법에 따른 평균차 검증은 paired T-test를 적용하였으며, 변인 간 적률상관계수(Pearson's r)를 구하였다. 변인 간 상관이 유의한 경우 Microsoft Office Excel 2010 프로그램을 이용하여 선형회귀식을 산출하였으며, 체중과의 상관도 유의한 경우 다중회귀식을 산출하였다. 통계적 검증을 위한 유의수준은 $\alpha=.05$ 로 설정하였다.

3. 연구결과

3.1. 팔꿈관절 굴곡력

측정방법에 따른 팔꿈관절 굴곡력은 표 2와 같다. 등척성 굴곡력이 평균 21.5kg으로 가장 높게 나타났으며, 1RM이 평균 14.4kg으로 가장 낮았다.

등척성 굴곡력은 등속성 굴곡력, 1RM, MMT에 비해 높았으며 ($p<.01$), MMT는 1RM에 비해 높은 결과로 나타났다($p<.001$). 등속성 굴곡력과 1RM 및 MMT 간에는 유의한 차이가 없었다.

표 2 측정방법에 따른 팔꿈관절 최대굴곡력 (단위: kg)

Table 2 Elbow joint maximal flexion strength by measuring methods (unit: kg)

isokinetic	isometric	1RM	MMT
16.7±3.5	21.5±3.8	14.4±2.7	18.2±5.0

means±S.D.

표 3 팔꿈관절 최대굴곡력 측정결과 간 상관분석

Table 3 Correlation between elbow joint maximal flexion strengths

Variables	Body weight	Isokinetic flexion strength	Isometric flexion strength	1RM	MMT
Body weight	1				
Isokinetic flexion strength	.574**	1			
Isometric flexion strength	.200	.647**	1		
1RM	.521**	.755**	.672**	1	
MMT	.080	.465**	.283	.444*	1

* $p<.05$, ** $p<.01$

측정방법에 따른 팔꿈관절 굴곡력 간 적률상관계수(Pearson's r)를 산출한 결과는 표 3과 같다. 등속성 굴곡력과 1RM 간 상관

이 가장 높았으며($r=.755$, $p<.01$), 등척성 굴곡력과 MMT 간 상관은 유의하지 않았다. 등속성 굴곡력은 다른 측정결과와 유의한 상관을 보였으며, 적률상관계수도 가장 높게 나타났다.

3.2. 팔꿈관절 최대굴곡력 추정식

가장 높은 굴곡력을 나타낸 등척성 굴곡력을 기준으로 최대굴곡력 추정식을 산출하였다. 등척성 굴곡력과 등속성 굴곡력 간 보통 상관을 보였으며($r=.647$, $p<.01$), 등척성 굴곡력(Y)과 등속성 굴곡력(X) 간 선형회귀식은 'Y=0.6925X+9.9859'로 그림 1과 같다. 등속성 굴곡력(X1) 및 체중(X2)과 등척성 굴곡력(Y) 간 다중회귀분석 결과는 식 (1)과 같다.

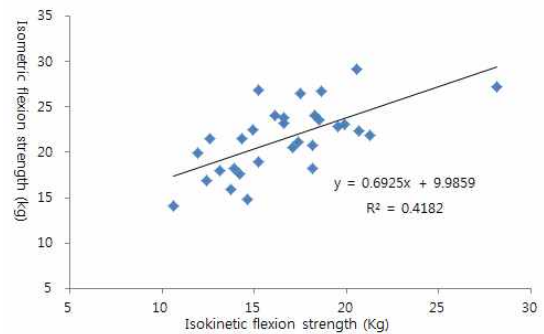


그림 1 등척성 굴곡력과 등속성 굴곡력 간 상관

Fig. 1 Correlation between isometric and isokinetic flexion strength

$$Y = 0.8491 X1 - 0.0880 X2 + 14.17753 \dots \quad (1)$$

등척성 굴곡력과 1RM 간 보통 상관을 보였으며($r=.672$, $p<.01$), 등척성 굴곡력(Y)과 1RM(X) 간 선형회귀식은 'Y=0.9607X+7.6865'로 그림 2와 같다. 1RM(X1) 및 체중(X2)과 등척성 굴곡력(Y) 간 다중회귀분석 결과는 식 (2)와 같다.

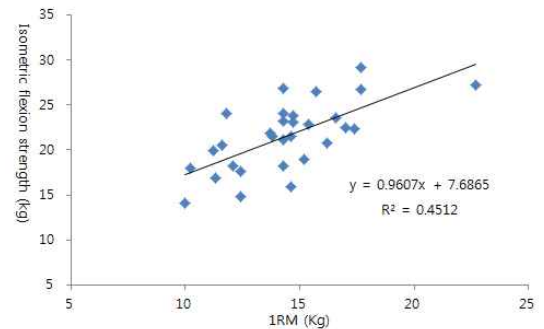


그림 2 등척성 굴곡력과 1RM 간 상관

Fig. 2 Correlation between isometric flexion strength and 1RM

$$Y = 1.1139 X_1 - 0.0710 X_2 + 10.9666 \dots \quad (2)$$

등척성 굴곡력과 MMT 간 상관은 유의하지 않았다($r=.282, p>.05$). 등속성 굴곡력과 MMT 간 낮은 상관을 보였으며($r=.465, p<.01$), 등속성 팔꿈관절 굴곡력(Y)과 MMT(X) 간 선형회귀식은 'Y=0.3287X+10.675'로 그림 3과 같다.

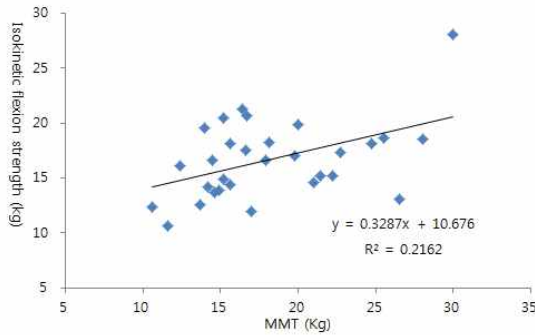


그림 3 등속성 굴곡력과 MMT 간 상관
Fig. 3 Correlation between isokinetic flexion strength and MMT

4. 논 의

본 연구의 주요 결과는 측정방법에 따라 팔꿈관절 굴곡력에 유의한 차이가 있었으며, 측정방법에 따른 팔꿈관절 굴곡력 간 유의한 상관을 보였다는 것이다.

근력 발현에는 근수축이 수반되며, 근수축은 근섬유의 수축 특성에 따라 등속성, 등척성, 등장성 수축으로 구분된다. 근수축 특성에 따라 최대근력 발현에 차이를 보이므로[2] 특정 근수축의 발현을 유도할 수 있는 측정방법에 따른 최대근력 발현의 차이에 대한 규명은 저항성트레이닝의 운동강도 설정 및 근력 측정에 기본적인 요건이 된다.

본 연구 결과 팔꿈관절 굴곡력은 등척성 굴곡력, MMT, 등속성 굴곡력, 1RM 순으로 높게 나타났다. 등척성 굴곡력이 등속성 굴곡력보다 높게 나타난 것은 등속성 굴곡력이 전체 관절가동범위에 걸쳐 측정된 반면 등척성 굴곡력은 팔꿈관절 굴곡력을 최대로 발휘할 수 있는 특정각도(75°)에서 측정되었기 때문으로 추론되며, Askew et al.[16]의 연구결과와 일치한다. MMT 측정결과가 1RM보다 높게 나타난 점 역시 동일한 기전으로 설명될 수 있다. Askew et al.[16]의 연구결과에 의하면 평균 41세 남성의 팔꿈관절 등척성 굴곡력은 725kg·cm 수준으로 본 연구에서의 피험자의 아래팔길이를 환산한 평균 582.7kg·cm보다 높은 값을 보인다. 이와 같은 차이는 Askew et al.[16]의 연구에서는 아래팔이 완전히 회외된 자세로 측정하여 팔꿈관절 굴곡력 발현에 위팔두갈래근(biceps brachii)과 위팔노근(brachioradialis)이 동원된 반면 본 연구에서는 아래팔의 회외 및 회내에 제한을 두지 않은 일상적인 근력운동자세로 측정하였기 때문으로 추론된다. 동일한 근수축 특

성을 보이는 등척성 굴곡력과 MMT 측정결과를 비교할 때 등척성 굴곡력이 유의하게 높았다($p<.01$). 1RM 결과는 가장 낮은 값을 보였으며, 등속성 및 등척성 근수축보다 등장성 단축성 근수축에서의 근력 발현이 낮을 가능성과 함께 측정방법 특성상 근수축 시작자세에서의 부하를 극복해야만 운동수행이 가능하므로 1RM은 팔꿈관절 최대굴곡력을 과소추정할 개연성을 시사한다.

등척성 굴곡력은 등속성 굴곡력 및 1RM과 유의한 상관을 나타내고 등속성 굴곡력 및 1RM은 체중과도 유의한 상관을 보여 그림 1~2 및 식 1~2와 같은 선형회귀식 및 다중회귀식을 산출하였다. 또한 등속성 굴곡력과 MMT 간 유의한 상관을 보여 그림 3과 같은 선형회귀식을 산출하였다. 본 연구의 결과는 등속성 굴곡력, 1RM, MMT에서 나타나는 팔꿈관절 근력의 과소추정을 보완할 수 있는 추정식으로서 팔꿈관절 저항성운동 시 적정 운동강도 설정 및 측정기기 특성에 따른 결과 차이 해석에 유용할 것으로 판단된다.

국내에서 보고된 선행연구에서의 결과는 등장성 최대하운동시의 부하와 반복횟수를 이용한 1RM 추정식으로 근수축 특성에 따른 차이에 대한 정보를 제공하지 못하는 실정이며[2,3,6,11,12], 본 연구결과 1RM은 팔꿈관절 최대근력을 과소추정하는 것으로 나타났다. 적절한 운동강도의 설정이 이루어지지 않는다면 트레이닝의 효과가 감소할 것이며, 설정된 트레이닝의 목표 달성에 필요한 운동시간 및 기간 예측이 어려울 것이다. 특히 팔꿈관절 부상 이후 재활과정에서 적용되는 운동수행 시의 근수축 특성은 병원 및 스포츠 재활 단계별로 상이하여 일차적으로는 등척성 운동이, 그 다음으로는 등장성 운동이 적용되며, 최종적인 복귀 여부 판정에는 기능적 검사와 함께 등속성 근력에 대한 평가가 이루어진다. 따라서 근수축 특성에 따른 근력 발현의 차이를 고려한 연속성 및 일관성이 확보된 근력 평가는 병원 및 스포츠 재활과정에서 필수적으로 요구되는 사항이 된다. 본 연구 결과 개발된 팔꿈관절 최대굴곡력 추정식은 효과적인 트레이닝은 물론 팔꿈관절 재활과정에서의 적정 운동강도 설정 및 일관성 있는 근력 평가에 유용하리라 제언된다.

5. 결 론

남자대학생 30명을 대상으로 근수축 특성 및 측정방법에 따른 팔꿈관절 최대굴곡력의 차이와 상관을 규명하고 추정식을 개발함으로써 운동강도 설정 및 측정기기 개발에 유용한 기초자료를 제시하고자 수행된 연구 결과 다음과 같은 결론을 도출하였다.

1. 팔꿈관절 굴곡력은 근수축 특성 및 측정방법에 따라 상이하였으며, 등척성 굴곡력, MMT, 등속성 굴곡력, 1RM 순으로 높게 나타났다.
2. 등속성 굴곡력은 등척성 굴곡력, 1RM, MMT와 유의한 상관을 보였으며, 적률상관계수도 가장 높게 나타났다.
3. 등속성 굴곡력은 등척성 굴곡력과 유의한 상관을 보였으며, 팔꿈관절 최대굴곡력을 과소추정하는 것으로 나타났다. 따라서 운동강도 설정 및 측정 시 본 연구결과에서 제시된 추정식을

함께 이용한다면 팔꿈관절 굴곡력의 과소추정을 보완할 수 있을 것으로 제안된다.

4. 팔꿈관절의 등장성 단축성 수축 특성을 반영하는 1RM은 등척성 굴곡력 및 체중과 유의한 상관을 보였으며, 팔꿈관절 최대 굴곡력을 과소추정하는 것으로 나타났다. 따라서 운동강도 설정 및 측정 시 본 연구결과에서 제시된 추정식을 함께 이용한다면 팔꿈관절 굴곡력의 과소추정을 보완할 수 있을 것이다. 한편 본 연구결과에서 제시된 추정식으로 산출된 부하는 1RM 운동 시작 자세에서 무겁게 느껴질 수 있기 때문에 보조자의 도움이 필요할 것이다.

결론적으로 본 연구에서 개발된 추정식은 팔꿈관절 부상 이후 병원 및 스포츠 재활과정에서 연속성 및 일관성을 담보할 수 있는 운동강도 설정 및 팔꿈관절 근력 측정과 평가에 유용할 것으로 제안된다.

References

[1] ACSM, "ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription," 2014

[2] So Wi-Young, Sea Dong-II, Choi Dai-Hyuk, "Regression Analysis of One Repetition Maximal Strength from a 7-10, 11-15 Repetition Submaximal Strength Test in 30-40s Women," The Korean Journal of Measurement and Evaluation in Physical Education and Sport Science, Vol.13, No.1, pp.67-78. 2011

[3] Lee Hye-Young, Jin, Young-soo, Chung, Jae-Soon, "Estimation of 1-RM from Isometric Maximal Voluntary Contraction in Healthy Male Adults," The Korean Journal of Growth and Development, Vol. 18, No. 1, pp. 71-76. 2010

[4] Dvir, Z., "Isokinetics. Muscle Testing, Interpretation, and Clinical Applications(2nd Ed.)," 2004

[5] Lee D.R., Kim L.J., "Reliability and validity of the closed kinetic chain upper extremity stability test," Journal of physical therapy science. Vol. 27, No. 4, pp. 1071-1073. 2015

[6] Lee Suk-in, Lim Seung-Kil, "Regression equations to predict one repetition maximal strength of bench press and lat pull down from 7-10 repetition submaximal test in twenties males," The Korean Journal of Physical Education, Vol.44, No.2, pp.285-293. 2004

[7] Kim P.S., Mayhew J.L., Peterson D.F., "A modified YMCA bench press test as a predictor of 1 repetition maximum bench press strength," Journal of strength and conditioning research, Vlo. 16, No. 3, pp. 440-445. 2002

[8] Kravitz L., Akalan C, Nowicki K, Kinzey S.J., "Prediction of 1 repetition maximum in high-school power lifters," Journal of strength and conditioning research, Vol. 17,

No. 1, pp. 167-172. 2003

[9] Lienhard K., Lauermaun S.P., Schineider D, Item-Glatthou J.F., Casartelli N.C., Maffuletti N.A., "Validity and reliability of isometric, isokinetic and isoinertial modalities for the assessment of quadriceps muscle strength in patients with total knee arthroplasty," Journal of electromyography and kinesiology, Vol. 23, No. 6, pp.1283-1288. 2013

[10] Tourville T.W., Smith H.C., Shultz S.J., Vacek P.M., Slauterbeck J.R., Beynnon B.D., "Reliability of a new stabilized dynamometer system for the evaluation of hip strength," Sports Health, Vol. 5, No. 2, pp. 129-136. 2013

[11] Suh Sung-Hyeok, Park Seung-Yong, Kim Kyoung-Bae, "One Repetition Maximum by Circumference of Muscles in Weight Training Beginners," The Korean Journal of Measurement and Evaluation in Physical Education and Sport Science, Vol. 10, No. 2, pp. 57-68, 2008

[12] Chung Jae-soon, Lee Han-Yong, "Estimation of 1-RM from Isometric Maximal Voluntary Contraction in Female Adults," Korean Association of Physical Education and Sport of Girls and Women, Vol. 21, No. 4, pp. 17-82. 2007

[13] Neumann, D.A., "Kinesiology of the musculoskeletal system. Foundations for Physical Rehabilitation(2nd ed.)," 2010

[14] Kim Myong-Gi, Kim Chang-Kook, Cha Ki-Chil, "Assessment of fat-free mass using segmental bioelectrical impedance analysis," The Korean Journal of Physical Education, Vol.39, No.3, pp.391-400, 2000

[15] Korean Standareds Association, "Standard Anthropometry," <http://www.kssn.net>

[16] Askew L.J., An K.N., Morrey B.F., Chao E.Y., "Isometric elbow strength in normal individuals," Clinical Orthopaedics and Related Research, Vol.222, pp.261-266, 1987

저 자 소 개



장 지 훈 (Jee-Hun Jang)

1966년 6월 19일생. 1993년 중앙대학교 약학대학 졸업. 2003년 한국체육대학교 일반대학원 체육학과 졸업(이학박사). 2009년~현재 가톨릭관동대학교 스포츠레저학과 교수. 주 연구분야는 체간근력 강화 및 관절별 근력 균형비.



김재민 (Jae-Min Kim)

1988년 1월 28일생. 2013년 가톨릭관동대학교 스포츠레저학과 졸업. 2015년 동 대학원 체육학과 졸업(석사). 현재 로체스터병원 스포츠재활센터 재활트레이너.



김연규 (Yeon-Kyu Kim)

1989년 1월 20일생. 2013년 세명대학교 생활체육학과 졸업. 2015년 가톨릭관동대학교 일반대학원 체육학과 졸업(석사). 현재 백송고등학교 야구부 선수트레이너.



김진철 (Jin-Chul Kim)

1986년 6월 27일생. 2013년 가톨릭관동대학교 스포츠레저학과 졸업. 2015년 동 대학원 체육학과 졸업(석사). 현재 하늘병원 스포츠재활센터 재활트레이너.



조태용 (Tae-Yong Cho)

1969년 10월 11일생. 1995년 대구보건대학교 물리치료학과 졸업. 2017년 가톨릭관동대학교 대학원 졸업(박사). 현재 바로정형외과 물리치료실장. 주 연구분야는 슬링요법을 이용한 근이완 및 근력강화.



김윤정 (Yun-Jeong Kim)

1973년 06월 23일생. 2010년 중앙대학교 아동복지학과 졸업. 2014년 가톨릭관동대학교 대학원 졸업(석사). 현재 동 대학원 체육학과 박사과정



이상식 (Sang-Sik Lee)

1968년 04월 18일생. 1994년 성균관대학교 농업기계공학과 졸업. 2000년 동 대학원 바이오메카트로닉스 졸업(공학). 현재 가톨릭관동대학교 의료공학과 교수, 학과장