


Can Maximum Repetition Number be Used as an Indicator of Strength Imbalance?

Sang-Won Seo¹, Sang-hyup Song², Ah-Ram Kim¹, & Ho-Seong Lee^{1*}

¹Dankook University & ²Seowon University

The purpose of this study was to determine whether maximum repetition number can be used as an indicator of strength imbalance. Eleven healthy, resistance-trained males were tested for one repetition maximum (1-RM) the chest-press exercise, and than manual muscle testing (MMT), two-arm at 80% of 1-RM and one-arm at 40% of 1-RM in the pectoralis major were measured for the maximum voluntary contraction (%MVC) and maximum number of repetitions during the chest press exercise. Exercise velocity was constantly 4 seconds (concentric: 2-s, eccentric: 2-s) per repetition. The changes in %MVC were significantly higher in non-dominant limb (NDL) compared with dominant limb (DL) pectoralis major during two-arm chest press ($p < 0.01$) and one-arm chest press exercise ($p < 0.05$). In contrast, the changes in MMT ($p < 0.05$) and maximum repetition number ($p < 0.01$) were significantly higher in DL compared with NDL during one-arm chest press exercise. There was no correlation between maximum repetition number and MMT ($\rho = 0.331$, $p = 0.320$). However, maximum repetition number was significantly negative correlated with %MVC in two-arm chest press ($\rho = -0.730$, $p = 0.011$). It is possible that maximum repetition number can be used as an indicator of strength imbalance.

Key words: Maximum Repetition Number, Strength Imbalance, Muscle Activation, Chest Press 

서 론

근력 불균형(strength imbalance)은 신체를 좌·우 또는 상·하로 구분할 때 동일한 근육 간에 비정상적인 대칭(bilateral asymmetry)이나 주동근(agonist)과 길항근(antagonist)의 근력 비율의 차이가 큰 것을 의미하며, 근력 불균형은 배드민턴, 야구 및 테니스 등과 같은 편측(unilateral)운동, 즉 상·하지의 좌·우측 중에 한쪽만을 사용하는 스포츠 경기에서 빈번히 발생한다고 보고되고 있다(Croisier, 2004). 뿐만 아니라, 근력 불균형은 조정 및 역도 등과 같은 양측(bilateral)운동에

서도 발생한다고 보고하였다(Kim, 2008).

스포츠 경기에 있어서 근력 불균형에 관한 연구는 비교적 많이 보고되어 있다. 선행연구에 의하면, 근력 불균형은 잘못된 운동 방법으로 인해 신체활동과 운동수행 능력의 저하를 초래하며(Chou et al., 2009), 운동선수들의 경우 근력 불균형은 비우세측에 비해 우세측에서 손상 경험 및 특정 스포츠 요구에 의해 발생할 가능성이 높다고 보고하였다(Luk et al., 2014; Newton et al., 2006; Rahnama et al., 2005). Newton et al.(2006)은 등속성(isokinetic) 장비를 이용하여 대학 여자 소프트볼 선수의 우세측과 비우세측의 근력 차이가 8% 이상일 때, Knapik et al.(1991)은 여자 대학 운동선수 38명을 대상으로 우세측과 비우세측의 무릎 굽힘근 또는 엉덩이 펴는 근육의 좌·우 근력 차이가 15% 이상일 경우에 손상의 가능성이 높은 것으로 보고하였다.

논문 투고일: 2016. 08. 02.

논문 수정일: 2016. 08. 30.

게재 확정일: 2016. 09. 08.

* 저자 연락처: 이호성(hoseh28@dankook.ac.kr).

또한 Moon et al. (2006)은 근전도(electromyogram)를 통해 역도선수의 인상동작시 주동근(장딴지근, 안쪽 넓은근, 배곧은근, 척추세움근, 넓은등근, 등세모근, 앞쪽 어깨세모근, 뒤쪽 어깨세모근)의 우세측과 비우세측의 근력 차이가 15% 이상이면 근력 불균형이라고 하였으며, 10% 이상의 근력 차이가 발생하면 어느 스포츠 종목이든 손상 가능성이 높다고 보고하였다(Croisier, 2004; Askling et al., 2003). 전술한 바와 같이, 불균형적인 근력 발달로 인한 근력 불균형은 불안정한 자세를 유발하여 신체적 문제를 발생시킬 수 있으며(Lee et al., 1997), 손상의 위험률을 높일 뿐만 아니라 경기력의 저하에도 영향을 미칠 수 있다(Croisier, 2004; Orchard et al., 1997; Knapik et al., 1991).

일반적으로 근력 불균형은 등속성 운동, 근전도 및 도수근력 검사(manual muscle testing) 등으로 평가하고 있으며, 그 중에서도 등속성 장비를 이용하여 근력 불균형을 측정하는 연구가 많이 보고되어 있다(Luk et al., 2014; Jones & Bampouras, 2010; Newton et al., 2006). 하지만, 등속성 운동은 장비의 고비용과 시·공간적인 제한점이 있다고 보고하면서(Jones & Bampouras, 2010), 이에 대한 방안으로 등속성 운동과 높은 상관관계가 있으며, 보다 저렴하고 스포츠 및 의료현장에서 측정 가능한 근전도를 사용하고 있으나(MacDonald et al., 2014) 근전도 또한 비용적인 부담이 있는 것은 사실이다. 이에 몇몇 선행연구에서는 특별한 장비 없이 현장에서 간편하게 사용 가능한 측정 방법으로 3단 뛰기(triple hop), 한 발로 한 번 뛰기(single-leg hop test) 및 수직 점프(vertical jump) 등의 기능적 검사를 제시하였지만(Jones & Bampouras, 2010; Ostenberg et al., 1998; Petschnig et al., 1998) 대부분은 하지의 근력 불균형에 관한 내용이며, 그 중에서 3단 뛰기(triple hop) 검사만이 등속성 검사와 낮거나(Ostenberg et al., 1998) 중간정도(Petschnig et al., 1998)의 상관관계가 나타났을 뿐 다른 검사들은 상관관계가 나타나지 않았다고 보고하였다(Newton et al., 2006; Ostenberg et al., 1998; Petschnig et al., 1998).

한편, 최대반복횟수(maximum repetition number)는 근육이 피로해질 때까지 운동을 수행 하는 것으로 더 이상 반복하지 못하는 것을 의미하며(Sung et al.,

2013), 1RM (one repetition maximum)의 직접 측정 방법에 비해 부상에 대한 위험성이 낮아 근력 평가로써 안전하게 사용할 수 있고, 저항운동의 강도 설정방법 중에서도 %1RM과 밀접한 관련성이 있다(Chapman et al., 1998; Cummings & Finn, 1998). 또한 최대반복횟수에 따라 근력, 근비대 및 근지구력 등 운동 효과가 달라질 수 있으며(Fleck & Kraemer, 2004), 일반적으로 고강도(1RM의 80% 이상)의 저반복 운동이 근력발달에 효과적이라고 하였고, 1RM의 50% 강도와 같은 저강도의 최대반복횟수 운동 또한 근력을 향상시킬 수 있다고 보고하면서, 최대반복횟수가 근형단면적과 근기능 발달을 위해 필수적이라고 주장하였다(Sung et al., 2013). 특히 상지근력에 대한 대표적인 저항운동으로써 chest press 및 bench press가 이용되고 있으며(Patterson et al., 2015; Padulo et al., 2015; Martin et al., 2005), 큰가슴근의 근활성도(%MVC)를 측정하기 위해서는 two-arm chest press를 실시하여 양쪽 근력을 비교한다고 보고하였다(Schick et al., 2010). 또한 one-arm chest press는 국소 근육의 집중적인 근력발달(strength gains) 및 비우세측의 보상효과(cross education effects) 그리고 다양한 저항운동의 훈련방법(training protocol)으로 스포츠 현장에서 사용되고 있다(Wilkinson et al., 2006). 선행연구에 의하면, 근력을 향상시키기 위해서는 운동량(강도, 반복횟수 및 세트)이 높아야 한다고 주장하였고(Kraemer & Ratamess, 2005), 운동량은 반복횟수와 세트의 수로써(Fleck & Kraemer, 2004) 최대반복횟수가 중요한 변인으로 생각된다. 특히 근력 발달과 운동량에 영향을 미치는 최대반복횟수는 근피로와도 밀접한 관련성이 있으며(Vøllestad, 1997), Sangnier & Tourny-Chollet(2007)은 근피로가 발생한 상태에서 운동을 수행하였을 때 근력 불균형이 나타났다고 보고하였다. 이와 같이 근피로를 발생시키는 최대반복횟수는 기존의 근력 및 운동량의 지표뿐만 아니라 근력 불균형의 지표로써도 사용 가능할 가능성이 있다고 생각하지만 아직까지는 검증되어지지 않고 있다.

이에 이 연구에서는 근력 불균형의 지표로써 최대반복횟수를 사용할 수 있는가를 검토하는데 그 목적이 있다. 이 연구에서 two-arm chest press의 근활성도는

비우세측의 주동근(큰가슴근)과 비교하여 우세측의 주동근에서 낮게 나타날 것이며, one-arm chest press의 최대반복횟수는 비우세측의 주동근과 비교하여 우세측의 주동근에서 높게 나타날 것이라는 가설을 세우고, 또한 최대반복횟수는 two-arm chest press의 근활성도와 유의미한 상관관계가 나타날 것이라는 가설을 검증하고자 하였다.

연구방법

연구 대상

연구대상은 건강한 성인 남성으로 1년 이상의 저항운동 경력이 있으며, 최근 1년 이내에 주 2~3회 이상의 저항운동을 실시하고 있는 11명을 선정하였다. 각 피험자에게는 연구의 취지내용을 충분히 설명하여 참가동의를 받았으며, 피험자의 신체적 특성은 <Table 1>에 제시한 바와 같다.

Table 1. Subject characteristics (Means±SD)

N	age (yrs)	height (cm)	weight (kg)	BMI (kg/m ²)	body fat (%)	1RM (kg)
11	26.6 ± 2.5	173.4 ± 4.6	74.1 ± 5.8	24.6 ± 2.1	17.6 ± 4.7	116.8 ± 15.9

실험 절차

모든 피험자는 동일한 시간과 동일한 검사자에 의해 신체조성과 도수근력 검사를 측정하였다. 또한 이 연구에서는 chest press 장비(VR1, Cybex International, Inc., Medway, MA, USA)를 이용하여 주동근의 1RM 및 큰가슴근의 우세측과 비우세측의 최대 수의적 등척성 수축력(maximum voluntary isometric contraction)을 분류하여 측정하였다. 7일간의 휴식을 취한 후에 two-arm chest press에서 사전에 측정된 1RM의 80% 강도로 메트로놈 60bpm의 속도에 맞춰서 1회 반복 시 4초(단축성 수축 2초, 신장성 수축 2초)동안에 자신이 최대로

반복할 수 있는 횟수를 수행하였다(Gentil et al., 2007). 재차 7일간의 휴식을 취한 후에 one-arm chest press는 무선할당을 이용한 교차설계방식으로 two-arm chest press에서 사전에 측정된 1RM의 40% 강도로 메트로놈 60bpm의 속도에 맞춰서 1회 반복 시 4초(단축성 수축 2초, 신장성 수축 2초)동안에 자신이 최대로 반복할 수 있는 횟수를 수행하였다. 이때 휴식시간은 양측 간에 근피로의 영향을 받지 않도록 5분으로 설정하였다(kim et al, 2014). 근전도는 각각의 운동 중에 발견되는 신호를 각 피험자의 근활성도 및 반복횟수를 기록하여 분석하였다.

신체조성

신체조성은 생체전기저항분석기(Bioelectrical Impedance Analysis : Inbody 770, Biospace, Korea)를 이용한 생체전기저항법으로 측정 4시간 전에 공복을 유지한 상태에서 체중(kg), 신장(cm), 체질량 지수(kg/m²) 및 체지방률(%)을 측정하였다.

도수근력 검사

도수근력 검사는 근력 불균형의 질적 평가를 위해 휴대용 근력계(Lafayette Instrument Company, Model 01165, U.S.A.)를 이용하였다. 큰가슴근의 우세측과 비우세측의 도수근력 검사는 어깨, 등 및 허리를 고정하고 하늘을 향해 바닥에 누운 상태에서 어깨 관절을 90°로 벌리고(abduction), 팔꿈치 관절 각도를 90°로 굽힌(flexion)상태에서 휴대용 근력계를 이용하여 약 3초간 최대로 힘을 주어 총 3회 측정한 후에 최대값을 실측치로 사용하였다(Kendall et al., 2005).

1RM

1RM은 NSCA(National Strength and Conditioning Association)에서 추천한 Baechle & Earle(2008)의 숙련자를 위한 직접측정 방법을 수정 및 보완하여 측정하였다. 먼저 각 피험자는 저항도의 유산소 운동 및 동적 스트레칭을 이용한 준비운동을 10분간 실시하였다. 준비운동 후에, chest press는 1RM 40~60%의

강도에서 8~10회를 실시하였고, 3~5분간의 휴식을 취한 후에 재차 세트마다 5~10kg 또는 5~10% 정도씩 강도를 증가시켜 3~5회 반복을 실시하여 1회만 반복할 수 있을 때까지 측정하였다. 이때 세트간의 휴식시간은 3~5분간으로 설정하였다. 만약 1회 반복을 실패하면 이전 세트에서 실패한 강도의 2~5kg 또는 2.5~5% 정도씩 감소시켜 정확한 자세로 1회 반복할 수 있는 강도를 측정하였다. 단, 최적의 1RM를 측정하기 위하여 5세트 내에 측정하였다.

최대 수의적 등척성 수축력

최대 수의적 등척성 수축력은 개인별 근력 차이의 오류를 최소화하기 위하여 다음과 같은 방법으로 정량화하였다(Cram, 2003). 큰가슴근의 우세측과 비우세측의 최대 수의적 등척성 수축력은 어깨, 등 및 허리를 고정하고 하늘을 향해 바닥에 누운 상태에서 어깨 관절을 90°로 벌리고, 팔꿈치 관절 각도를 90°로 굽힌 상태에서 무선 근전도(Delsys Trigno Wireless EMG Surface Electrodes, Delsys, Boston, MA)를 이용하여 약 3초간 최대로 힘을 주어 총 3회 측정한 후에 최대값을 실측치로 사용하였다(Kendall et al., 2005). 무선 근전도 기기의 표면전극은 SENIAM(Surface Electromyography for Non-Invasive Assessment of Muscle)에서 제안하는 권고사항에 따라 큰가슴근은 복장뼈(sternum)와 앞쪽 겨드랑이 사이의 중간 지점에 부착하였다(Clemons & Aaron, 1997). 또한 신호 간섭 및 피부 저항으로 생기는 불필요한 신호를 줄이기 위하여 제모를 시행한 후에 전극과의 접점이 되는 피부를 알코올 솜으로 닦아내었으며, 근섬유 방향과 평행하게 부착하였다.

근전도

Two-arm chest press와 one-arm chest press 운동 중에 근활성도는 무선 근전도를 이용하여 우세측과 비우세측을 분류하여 분석하였다. 무선 근전도 기기의 표면전극은 최대 수의적 등척성 수축력의 측정 부위와 동일하며, 근전도 신호의 샘플링 주파수(sample frequency)는 1,000Hz - 2,000Hz로 설정하였으며, 20Hz-450Hz 범위의 대역통과(bandpass) 필터를 사용하였다(Junior

et al., 2007). 모든 근전도 값은 EMGworks @Analysis (Software Version 4.2, Delsys Inc, USA)에서 분석하였다.

최대반복횟수

각 피험자는 1RM의 40% 강도에서 우세측과 비우세측의 주동근에 대한 one-arm chest press의 최대반복횟수를 측정하였다. 근력 불균형은 사지대칭 지표(limb symmetry index)를 이용하여 아래와 같은 식을 적용하여 변화율(%)을 산출하였다(Schiltz et al., 2009). 일반적으로 사지대칭 지표가 0인 경우에 우세측과 비우세측의 근력이 균형적이라고 할 수 있다. 또한 산출한 변화율을 이용하여 최대반복횟수와 도수근력 검사 및 최대반복횟수와 two-arm chest press의 근활성도의 상관관계분석을 실시하였다.

$$\text{사지대칭 지표 (\%)} = (1 - \text{비우세측/우세측}) \times 100\%$$

자료처리

이 연구의 자료처리는 SPSS 20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 기술 통계치(mean±SD)를 산출하였고, 각 분석 자료에 대한 정규성 검정을 실시하였다. 또한 도수근력 검사, 근활성도 및 최대반복횟수의 차이를 각각 비교 분석하기 위하여 비모수 검정을 이용한 대응 t-검증(Dependent samples t-test)과 최대반복횟수와 도수근력 검사 및 최대반복횟수와 two-arm chest press의 근활성도의 상관관계를 알아보기 위하여 Spearman의 순위 상관분석을 실시하였다. 모든 통계적 유의 수준은 =.05로 설정하였다.

연구 결과

정규성 검정

도수근력 검사, 근활성도, 최대반복횟수의 우세측과 비우세측 측정결과에 대해 Shapiro-Wilk 통계량을 이

용한 정규성 검증결과는 <Table 2>에 제시한 바와 같다. 도수근력 검사, 근활성도, 최대반복횟수의 우세측은 모두 정규성을 충족하는 것으로 나타났고, 최대반복횟수의 비우세측은 유의확률이 $p < .05$ 보다 적은 비율을 나타내고 있어 정규성이 충족되지 못하였다. 분석결과와 같이 각 항목 측정치에 대한 정규성은 대체로 충족하고 있지만, 연구 대상이 11명이므로 최대반복횟수의 비우세측 측정치에 대한 정규성이 충족되지 못하여 각 측정항목에 대한 차이검증과 상관분석은 비모수검증 방법을 이용하였다.

Table 2. Test for normality of MMT, %MVC and maximum repetition number

Index	skewness	kurtosis	statistic	df	p-value	
MMT	DL	-.577	-.887	.924	11	.353
	NDL	-.516	-.314	.959	11	.754
%MVC in two-arm chest press	DL	-.037	-.723	.959	11	.755
	NDL	-.222	-.333	.957	11	.728
%MVC in one-arm chest press	DL	.740	-.858	.861	11	.059
	NDL	.892	.541	.931	11	.418
maximum repetition number(num)	DL	.390	-.816	.912	11	.256
	NDL	.381	-1.607	.848	11	.040

MMT: manual muscle testing, %MVC: maximum voluntary contraction, DL: dominant limb, NDL: non-dominant limb

도수근력 검사, 근활성도, 최대반복횟수의 변화 및 사지대칭 지표의 차이

비모수 검증을 통해 도수근력 검사, 근활성도, 최대반복횟수의 변화 및 사지대칭 지표 차이 분석결과는 <Table 3>에 제시한 바와 같다. 도수근력 검사는 비우세측의 주동근과 비교하여 우세측의 주동근이 유의하게 높은 것으로 나타났($p = .014$). 반면에 two-arm chest press 및 one-arm chest press의 근활성도는 비우세측의 주동근과 비교하여 우세측의 주동근이 유의하게 낮은 것으로 나타났($p = .006$, $p = .041$, respectively). 최대반복횟수는 비우세측의 주동근과 비교하여 우세측의 주동근이 유의하게 높은 것으로 나타났($p = .009$). 사지대칭 지표는 도수근력 검사 (5.6%), two-arm chest press의 근활성도 (-17.4%), one-arm chest

press의 근활성도 (-15.5%) 및 최대반복횟수 (12.2%)에서 각각 차이를 보였다.

Table 3. Changes in MMT, %MVC, maximum repetition number, and difference of LSI in DL and NDL (Means±SD)

Index	DL	NDL	Z	LSI(%)
MMT (kg)	34.0±3.4	32.1±4.1	-2.446*	5.6
%MVC in two-arm chest press (%)	55.6±10.5	64.9±11.9	-2.756**	-17.4
%MVC in one-arm chest press (%)	46.0±12.7	52.2±12.3	-2.045*	-15.5
maximum repetition number (num)	9.8±1.4	8.6±1.6	-2.598**	12.2

* $p < .05$, ** $p < .01$
MMT: manual muscle testing, %MVC: maximum voluntary contraction, DL: dominant limb, NDL: non-dominant limb, LSI: limb symmetry index

최대반복횟수와 도수근력 검사의 상관검증

Spearman의 순위 상관분석을 통해 최대반복횟수와 도수근력 검사의 상관을 검증한 결과는 <Fig. 1>에 제시한 바와 같다. 최대반복횟수는 도수근력 검사 ($\rho = .331$, $p = .320$)와 유의한 상관관계가 나타나지 않았다.

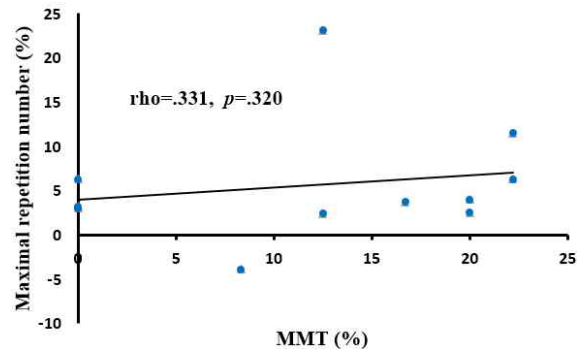


Fig. 1. Correlations between maximum repetition number vs. MMT.

최대반복횟수와 two-arm chest press의 근활성도의 상관검증

Spearman의 순위 상관분석을 통해 최대반복횟수와

two-arm chest press의 근활성도의 상관을 검증한 결과는 (Fig. 2)에 제시한 바와 같다. 최대반복횟수는 two-arm chest press의 근활성도 ($\rho = -0.730$, $p = .011$)와 유의한 음(-)의 상관관계를 보였다.

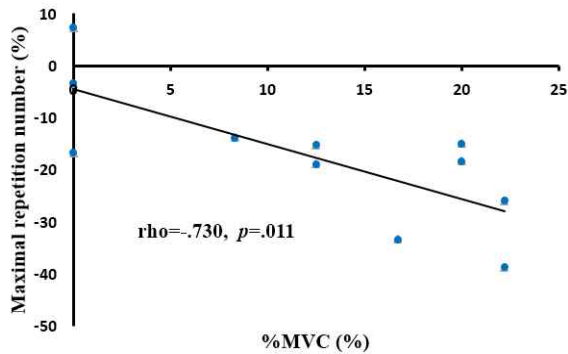


Fig. 2. Correlations between maximum repetition number vs. %MVC in two-arm chest press.

논 의

이 연구에서는 근력 불균형의 지표로써 최대반복횟수를 사용할 수 있는가를 검토한 결과, two-arm chest press의 근활성도는 비우세측의 주동근과 비교하여 우세측의 주동근에서 낮게 나타났으며, one-arm chest press의 최대반복횟수는 비우세측의 주동근과 비교하여 우세측의 주동근에서 높게 나타났다. 또한 최대반복횟수는 two-arm chest press의 근활성도와 유의한 음(-)의 상관관계를 보였다. 따라서 이 연구의 가설이 성립되었다고 할 수 있다.

도수근력 검사는 중추 신경계 및 근골격계 환자를 대상으로 재활운동의 등척성(isometric)근력의 유무를 평가 위해 사용하는 것으로써(Nadler et al., 2001), 이 연구에서는 재활이 필요한 환자가 아닌 건강한 성인을 대상으로 검토한 결과, 도수근력 검사는 우세측과 비우세측의 등척성 근력에는 차이가 나타났지만(사지대칭 지표: 5.6%), 최대반복횟수와는 상관관계가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 근수축의 형태가 다르기 때문인 것으로 생각된다. 통상, 도수근력 검사는 등척성 근력을, 최대반복횟수는 등장성(isotonic)근력을 평가하는 방법으로써 각각의 근수축의 형태에 따라 동원되는 운동

단위(motor unit)가 다르다고 보고되어 있다(Tax et al., 1989). 따라서 근력은 근수축 형태에 따라 평가 방법을 구분할 필요가 있다고 생각된다.

Howard & Enoka(1991)는 조정 및 역도 등과 같은 양측운동에서 최대반복운동을 수행할 시 어느 한 측면(편측)의 근력이 감소(손실)하는 것을 양측운동손실(Bilateral deficit)이라고 하였으며, 이 연구에서 two-arm chest press의 근활성도는 비우세측과 비교해서 우세측에서 유의하게 낮게 나타났다(사지대칭 지표: -17.4%). 따라서 이 연구에서 저항운동 경험이 있는 건강한 성인 남성을 대상으로 근력 불균형이 존재한다는 것을 확인하였다. 즉 동일한 강도에서 양측운동을 수행하여도 양측운동손실이 있다는 사실을 증명하였다. Archontides & Fazey(1993)의 연구에 의하면, 양측운동손실은 신경 억제(neural inhibition)의 원인을 초래한다고 하였으며, 또한 Cornwell et al.(2012)은 양측운동손실은 근력 불균형이 클수록 증가한다고 하면서, 이러한 현상은 양측운동 시 근력의 균형을 유지하기 위해 편측(일반적으로 우세측)의 근력 손실이 증가하여 발생한다고 보고하였다. 아울러, 최근 국내에서 Kong(2014)은 숙련된 펜싱 선수를 대상으로 런지 동작 시 발이 지면에 닿는 시점부터 무릎 굽힘 각도가 최대가 되는 시점까지 압력 중심점의 좌우 편차의 근활성도를 비교한 결과, 우세측이 비우세측과 비교해서 약 19% 정도 낮게 나타났다고 보고하였다. 따라서 양측운동손실, 즉 근력 불균형은 일반인뿐만 아니라 운동선수, 그리고 상지와 하지 등과 관계없이 빈번히 발생한다고 생각된다.

이 연구에서는 근력 불균형을 보다 명확하게 확인하기 위해서 one-arm chest press의 근활성도를 측정된 결과, 비우세측과 비교해서 우세측에서 유의하게 낮게 나타났다(사지대칭 지표: -15.5%). 따라서 근력 불균형은 one-arm chest press와 two-arm chest press의 근활성도의 결과가 유사하다는 사실을 확인하였다. 향후에는 근력 불균형이 운동 강도에 따라 차이가 있는지를 검토할 필요가 있다고 생각된다.

한편, one-arm chest press의 최대반복횟수는 비우세측과 비교해서 우세측에서 유의하게 높게 나타났다(사지대칭 지표: 12.2%). 일반적으로 최대반복횟수는 우세측의 근력이 비우세측의 근력보다 크기 때문에 보다

많이 수행한다고 알려져 있다. 선행연구에 의하면, 사이클링 선수를 대상으로 크랭크(crank) peak torque를 비교한 결과, 비우세측과 비교하여 우세측에서 높게 나타났다고 하면서 페달링의 불균형이 발생한다고 보고하였으며(Carpes et al., 2007), Dorge et al.(2002)은 축구의 경우, 볼의 임팩트 시 발속도와 투사속도는 비우세측과 비교하여 우세측에서 유의하게 빠른 것으로 보고하였다. 또한 Fleck & Kraemer(2004)는 근활성도는 근수축이 많아질수록 보다 증가한다고 하였고, 이렇게 증가한 근활성도는 근피로와 더불어 근력 불균형을 초래한다고 보고하였다(Sangnier & Tourny-Chollet, 2007). 결과적으로, 근활성도의 차이가 one-arm chest press의 최대반복횟수에도 영향을 미쳤으며, 이러한 결과로 이 연구에서 two-arm chest press의 근활성도와 one-arm chest press의 최대반복횟수 간에 통계적으로 유의한 음(-)의 상관($r=-.730$, $p=.011$)을 보였다. 따라서 이 연구에서 최대반복횟수는 근력 불균형의 지표로써 사용할 수 있다고 생각된다.

결론

이 연구에서는 근력 불균형의 지표로써 최대반복횟수를 사용할 수 있는가를 검토한 결과, two-arm chest press의 근활성도는 비우세측의 주동근과 비교하여 우세측의 주동근에서 낮게 나타났으며, one-arm chest press의 최대반복횟수는 비우세측의 주동근과 비교하여 우세측의 주동근에서 높게 나타났다. 또한 최대반복횟수는 two-arm chest press의 근활성도와 유의한 음(-)의 상관관계를 보였다. 따라서 이 연구에서 최대반복횟수는 근력 불균형의 지표로써 사용할 수 있다고 생각된다.

참고문헌

- Archontides, C., & Fazy, J. A. (1993). Inter-limb interactions and constraints in the expression of maximum force: a review, some implications and suggested underlying mechanisms. *Journal of Sports Sciences*, 11, 145-158.
- Askling, C., Karlsson, J., & Thorstensson, A. (2003). Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 13(4), 244-250.
- Baechele, T., & Earle, R. (2008). *Essentials of strength training and conditioning*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Carpes, F. P., Rossato, M., Faria, I. E., & Bolli Mota, C. (2007). Bilateral pedaling asymmetry during a simulated 40-km cycling time-trial. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 47(1), 51-57.
- Chapman, P. P., Whitehead, J. R., & Binkert, R. H. (1998). The 225-lb reps-to-fatigue test as a submaximal estimate of 1-RM bench press performance in college football players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 12, 258-261.
- Chou, R., Atlas, S. J., Stanos, S. P., & Rosenquist, R. W. (2009). Nonsurgical interventional therapies for low back pain: a review of the evidence for an american pain society clinical practice guideline. *Spine*, 34(10), 1078-1093.
- Clemons, J. M., & Aaron, C. (1997). Effect of grip width on the myoelectric activity of the prime movers in the bench press. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 1, 82-87.
- Cornwell, A., Khodiguian, N., & Yoo, E. J. (2012). Relevance of hand dominance to the bilateral deficit phenomenon. *European Journal of Applied Physiology*, 112(12), 4163-4172.
- Cram, J. R. (2003). The history of surface electromyography. *Applied psychophysiology and biofeedback* 28(2), 81-91.
- Croisier, J. L. (2004). Muscular imbalance and acute lower extremity muscle injuries in sport. *International Journal of Sports Medicine*, 5, 169-176.
- Cummings, B., & Finn, K. J. (1998). Estimation of a one repetition maximum bench press for untrained women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 12, 262-265.
- Dorge, H. C., Andersen, T. B., Sorensen, H., & Simonsen, E. B. (2002). Biomechanical differences in soccer kicking with the preferred and the non-preferred leg. *Journal of Sports Sciences*, 20(4), 293-299.
- Fleck, S. J., & Kraemer, W. J. (2004). *Designing resistance training program*(4th ed.). Campaign, IL: Human Kinetics.
- Gentil, P., Oliveira, E., de Araújo Rocha Júnior, V., do Carmo, J., & Bottaro, M. (2007). Effects of exercise order on upper-body muscle activation and exercise performance.

- Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1082-1086.
- Howard, J. D., & Enoka, R. M. (1991). Maximum bilateral contractions are modified by neurally mediated interlimb effects. *Journal of Applied Physiology*, 70, 306-316.
- Jones, P. A., & Bampouras, T. M. (2010). A Comparison of isokinetic and functional methods of assessing bilateral strength imbalance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(6), 1553-1558.
- Junior, V., Gentil, P., Oliveira, E., & Carmo, J. (2007). Comparison among the EMG activity of the pectoralis major, anterior deltoidis and triceps brachii during the bench press and peck deck exercises. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 13, 43-46.
- Kendall, F. P., Provance, P. G., & McCreary, E. K. (2005). *Muscles: testing and function, with posture and pain* (4th ed.). Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins.
- Kim, K. H., Kim, J. H., & Song, S. H. (2014). The Effect of Resistance Training Intensity and Rest Interval between Sets on Blood Lactate and Repetition Maximum. *Korean Journal of Sport Science*, 23(4), 1229-1236.
- Kim, Y. W. (2008). The effects of lower extremity asymmetry on performance of vertical jumping. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 18(1), 179-190.
- Knapik, J. J., Bauman, C. L., Jones, B. H., Harris, J. M., & Vaughan, L. (1991). Preseason strength and flexibility imbalances associated with athletic injuries in female collegiate athletes. *American Journal of Sports Medicine*, 19, 76-81.
- Kong, S. (2014). Kinetic characteristics of dominant and non-dominant leg in fencing lunge. *Korean Journal of Sport Science*, 25(3), 590-601.
- Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2005). Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Medicine*, 35(4), 339-361.
- Lee, K. W., Hwang, J. H., & Bang, H. J. (1997). Isometric evaluation of the lumbar extensors in chronic low back pain. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 21(1), 1-7.
- Luk, H. Y., Winter, C., O'Neill, E., & Thompson, B. A. (2014). Comparison of muscle strength imbalance in powerlifters and jumpers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(1), 23-27.
- MacDonald, M., Losier, D., Chester, V. L., & Kuruganti, U. (2014). Comparison of bilateral and unilateral contractions between swimmers and nonathletes during leg press and hand grip exercises. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 39(11), 1245-1249.
- Martin Ginis, K. A., Eng, J. J., Arbour, K. P., Hartman, J. W., & Phillips, S. M. (2005). Mind over muscle? Sex differences in the relationship between body image change and subjective and objective physical changes following a 12-week strength-training program. *Body Image*, 2(4), 363-372.
- Moon, Y. J., Lee, S. H., & Lim B. O. (2006). The research on EMG tendency following increasing record in snatch weightlifting. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 16(4), 1-12.
- Nadler, S. F., Malanga, G. A., Feinberg, J. H., Prybicien, M., Stitik, T. P., & DePrince, M. (2001). Relationship between hip muscle imbalance and occurrence of low back pain in collegiate athletes: A prospective study. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 80(8), 572-577.
- Newton, R. U., Gerber, A., Nimphius, S., Shim, J. K., Doan, B. K., Robertson, M., Pearson, D. R., Craig, B. W., Häkkinen, K., & Kraemer, W. J. (2006). Determination of functional strength imbalance of the lower extremities. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20, 971-977.
- Orchard, J., Marsden, J., Lord, S., & Garlick, D. (1997). Preseason hamstring muscle weakness associated with hamstring injuries in Australian footballers. *American Journal of Sports Medicine*, 25, 81-85.
- Ostenberg, A., Roos, E., Ekdahl, C., & Roos, H. (1998). Isokinetic knee extensor strength and functional performance in healthy female soccer players. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 8, 257-264.
- Padulo, J., Laffaye, G., Chaouachi, A., & Chamari, K. (2015). Bench press exercise: the key points. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 55(6), 604-608.
- Patterson, J. M., Vigotsky, A. D., Oppenheimer, N. E., & Feser, E. H. (2015). Differences in unilateral chest press muscle activation and kinematics on a stable versus unstable surface while holding one versus two dumbbells. *PeerJ*, 3(10), e1365.
- Petschnig, R., Baron, R., & Albrecht, M. (1998). The relationship between isokinetic quadriceps strength test and hop tests for distance and one-legged vertical jump test following anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal*

- of *Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 28, 23-31.
- Rahnama, N., Lees, A., & Bambaecchi, E. (2005). Comparison of muscle strength and flexibility between the preferred and non-preferred leg in english soccer players. *Ergonomics*, 48, 1568-1575.
- Sangnier, S., & Tourny-Chollet C. (2007). Comparison of the decrease in strength between hamstrings and quadriceps during isokinetic fatigue testing in semiprofessional soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 28, 952-957.
- Schick, E. E., Coburn, J. W., Brown, L. E., Judelson, D. A., Khamoui, A. V., Tran, T. T., & Uribe, B. P. (2010). A comparison of muscle activation between a smith machine and free weight bench press. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(3), 779-784.
- Schiltz, M., Lehance, C. D., Maquet, D., Bury, T., Crielaard, J. M., & Croisier, J. L. (2009). Explosive strength imbalances in professional basketball players. *Journal of Athletic Training*, 44, 39-47.
- Sung, D. H., Park, Y. H., & Kim, S. S. (2013). The effect of one repetition maximum according to the types of intensities in weight training on muscular functions, cross-sectional area of muscle. *Korean Journal of Sport Science*, 22(4), 1185-1195.
- Tax, A. A., Denier van der Gon, J. J., Gielen, C. C., & van den Tempel. C. M. (1989). Differences in the activation of m. biceps brachii in the control of slow isotonic movements and isometric contractions. *Experimental Brain Research*, 76(1), 55-63.
- Vøllestad, N. K. (1997). Measurement of human muscle fatigue. *Journal of Neuroscience Methods*, 74(2), 219-27.
- Wilkinson, S. B., Tarnopolsky, M. A., Grant, E. J., Correia, C. E., & Phillips, S. M. (2006). Hypertrophy with unilateral resistance exercise occurs without increases in endogenous anabolic hormone concentration. *European Journal of Applied Physiology*, 98(6), 546-555.

근력 불균형의 지표로써 최대반복횟수를 사용할 수 있는가?

서상원(단국대학교), 송상협(서원대학교), 김아람(단국대학교), 이호성(단국대학교)

이 연구에서는 근력 불균형의 지표로써 최대반복횟수를 사용할 수 있는가를 검토하는데 그 목적이 있다. 연구 대상은 저항운동 경력이 1년 이상인 성인 남성 11명(연령: 26.6±2.5, 신장: 173.4±4.6, 체중: 74.1±5.8)으로 하였으며, 모든 피험자는 신체조성과 도수근력검사를 측정 한 후에 chest press를 이용하여 주동근(큰가슴근)의 1RM 및 우세측과 비우세측을 구분하여 최대 수의적 등척성 수축력(MVIC)을 측정하였다. 1RM의 80%의 two-arm chest press, 1RM의 40%의 one-arm chest press의 근활성도 및 최대반복 횟수를 각각 측정하였다. 반복 속도는 1회 반복 시 4초(등장성 수축: 2초, 신장성 수축: 2초)안에 수행하도록 동일하게 설정하였다. 1RM의 80%의 two-arm chest press 및 1RM의 40%의 one-arm chest press의 근활성도는 비우세측의 주동근과 비교하여 우세측의 주동근에서 각각 유의하게 낮은 것으로 나타났다($p < .01$, $p < .05$). 반면에, 도수근력 검사 및 최대반복횟수는 비우세측의 주동근과 비교하여 우세측의 주동근에서 각각 유의하게 높게 나타났다($p < .05$, $p < .01$). 최대반복횟수는 도수근력 검사($\rho = .331$, $p = .320$)와 상관관계가 나타나지 않았지만, 1RM의 80%의 two-arm chest press의 근활성도($\rho = -.730$, $p = .011$)와 유의한 음(-)의 상관관계가 나타났다. 따라서 이 연구에서 최대반복횟수는 근력 불균형의 지표로서 사용할 수 있다고 생각된다.

주요어: 최대반복횟수, 근력 불균형, 근활성도, 체스트 프레스