

# Interesting Articles for KEMA Members

Scand J Med Sci Sports 2017; 27: 887-894  
doi: 10.1111/sms.12887

## Validity and reliability of elastic resistance bands for measuring shoulder muscle strength

L. L. Andersen<sup>1,2</sup>, J. Vimeux<sup>1</sup>, M. D. Jakobsen<sup>1</sup>, E. Sundberg<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>National Research Centre for the Working Environment, Copenhagen, Denmark; <sup>2</sup>Physical Activity and Human Performance Group, SMU, Department of Health Science and Technology, Aalborg University, Aalborg, Denmark  
Correspondence: Prof. Lars L. Andersen, PhD, National Research Centre for the Working Environment, Lerche Parkalle 102, DK-2900, Copenhagen, Denmark; Tel.: +45 39183200; Fax: +45 39183201; E-mail: lla@nrcwe.dk  
Accepted for publication 30 March 2016

**Valid and reliable measurements of muscle strength are important in sport medicine. This study assesses concurrent validity and intratester reliability (test-retest reliability) of elastic resistance bands for measuring shoulder muscle strength. Altogether, 50 healthy subjects (mean age 34.6 (SD) 11.6), 39 women and 11 men) performed maximal voluntary contraction (MVC) and maximal voluntary isometric contraction (MVIC) tests. Each participant could hold for 1 s using standing bilateral validated spines and standard muscular voluntary isometric contraction (MVIC) (Nishizaki force monitor) and performed unilaterally while lying prone. The intratester reliability of both tests were high, for the MVIC and elastic band test, respectively, ICC(3,1) was 0.98 (95% CI: 0.97-0.99) and 0.99 (95% CI: 0.98-1.00), and 4.7% (95% CI: 3.1-6.2), for concurrent validity, ICC(3,1) was 0.98 (95% CI: 0.95-0.99) and measurement error was 8.1% (95% CI: 6.6-9.6), and the elastic band lower torque values than the MVIC test produced systematically lower torque values than the MVIC test (SD: 26.5 N,  $P = 0.01$ ). In conclusion, the test has excellent validity and reliability, the test systematically gives lower values than the MVIC, but produces similar values for the lower torque values. The elastic band test has an initial concentric phase and is performed bilaterally and standing upright.**

Valid and reliable measurements of shoulder muscle strength – or maximal voluntary force production – are an important part of clinical evaluation of status and progression of patients undergoing rehabilitation or physical rehabilitation. In our laboratory, we have used such measurements when comparing shoulder muscle strength of healthy individuals with chronic pain patients (Andersen et al., 2008a, c) as well as when documenting strength gains among healthy workers participating in physical exercise at the workplace aimed at preventing neck and shoulder pain (Andersen et al., 2008b). Researchers concur that isometric or isometric dynamometers are standard in strength testing (Fieck & Kraemer, 2004; Reijnen et al., 2009; Marras et al., 2013), but these devices are expensive, often large and stationary, time consuming to use, and require specific expertise. Thus, clinicians need alternative, more affordable components in assessing the reliability of alternative measuring methods. First, the measuring instrument must be valid and reliable. Researchers have developed guidelines such as COMINS and GRRAS to assess the quality of validity and reliability studies (Mokkink et al., 2010; Kottner et al., 2011). These guidelines are useful not only for assessing the quality of studies but also in the planning phase of the study. Intratester reliability – also known as test-retest reliability – is used to assess the stability of measures performed by the same raters or same equipment using the same individual at different time points. Concurrent criterion validity is used to assess whether a new test measures what it is supposed to, that is, compared to a 'gold standard' measured in the same session. Finally, responsiveness reflects whether a test is able to detect actual change over time (Mokkink et al., 2010; Kottner et al., 2011). Second, clinicians often need portable and easy-to-use devices to test muscle strength in different settings and with different clients. Handheld devices to measure muscle strength exist, where the clinician typically applies force manually to resist the force from the patient. However, there are limitations to using handheld devices as the clinician's experience and technique influence the outcome (Baltanson, 1986; Bjel et al., 1988; Newman et al.,

## 탄력 밴드를 이용한 근력 검사

# Validity and reliability of elastic resistance bands for measuring shoulder muscle strength

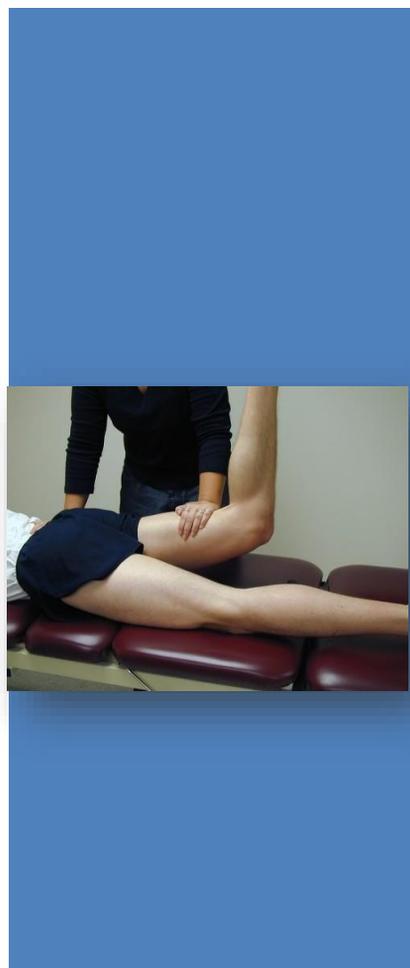
*Scandinavian journal of medicine and science in sports*

2017, 27 : 887-894

**근력**은 근육의 수축에 의해 생기는 **근육의 힘**을 의미합니다. 근력은 스포츠 분야에서의 운동 기술 수행에 있어서 중요할 뿐만 아니라 임상적으로 현재의 상태를 평가하고 치료의 계획을 세우는 데 있어 중요한 요소입니다. **근력의 측정**은 이처럼 움직일 수 있는 물체나 고정된 물체에 대하여 특정 관절의 움직임이나 자세에서 발생시킬 수 있는 **근육의 능력**을 알아보는 데 그 목적이 있습니다.



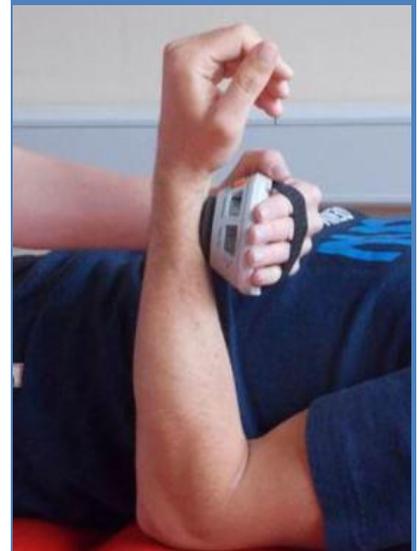
근력을 측정하는 방법에는 여러가지 방법이 있습니다. 전통적으로 사용하였던 **도수 근력 검사** 부터 **등운동성 동력계 장비**를 이용한 측정 까지 다양한 방법이 사용되고 있습니다.



하지만 근력 측정에 이용되는 장비의 경우 실제 스포츠 현장 혹은 임상에서조차 그 적용이 어려울 때가 많습니다. 근력 측정의 절대 표준 (Gold standard)으로 여겨지는 **등운동성 동력계** (Isokinetic dynamometer) 장비인 Biodex 나 Cybex의 경우 장비의 가격이 비싸며, 공간적, 시간적으로 **많은 소요**가 필요하고 더불어 이 장비를 **능숙하게 다룰 수 있는 사람** 또한 필요합니다.



**도수 근력 측정기** (Hand-held dynamometer)의 경우는 비교적 저렴한 가격에 손쉽게 사용이 가능하지만 **측정자의 숙련도**에 따라 측정된 근력 값의 신뢰도가 다르며 또한 **측정자의 근력**에 따라 측정된 근력 값에 영향을 미치기 때문에 측정이 정확하지 않을 수 있습니다.



그래서 이번 기사에서 소개해 드리는 논문은 스포츠나 임상 관련 현장에서 흔하게 사용되고 있는 **탄력 밴드**를 이용하여 **어깨 근력을 측정**하는 방법을 다루었던 연구입니다.



이 연구는 50명의 건강한 사람 (남성-21명, 여성-29명)으로 진행되었습니다. 대상자는 2가지 방법으로 **어깨 벌림 근력**을 측정하였습니다. 첫째는 임상 혹은 연구에서 사용되는 근력 측정법인 최대 수의 **등척성 수축** (Maximal voluntary isometric contraction; MVC)을 힘변환기 장치를 이용하여 측정하였습니다. 두번째는 **탄력 밴드**를 이용하여 어깨의 벌림 근력을 측정하였습니다. 그리고 각각의 근력 측정 방법에 대한 신뢰도를 계산하기 위하여 각각의 근력 측정 방법을 이용하여 한번 더 측정을 하였습니다.

탄력 밴드를 이용한 근력 측정 방법은 밴드가 특정 동작에서 최대로 늘어 났을 때 발생하는 장력을 미리 계산해 두고 이를 대입하여 근력을 계산하였습니다. 다음 표와 같이 어깨 벌림 동작을 수행하였을 때의 장력 정도를 밴드 종류에 따라 1개~3개를 이용하여 18 단계로 설정해 두었습니다. 실험자의 근력은 90도 까지 어깨 벌림 동작을 한 뒤 3초간 유지할 수 있을 때의 수준으로 계산되었습니다.

낮은 수준



높은 수준

Level	최대 길이에서 장력 (파운드)	최대 길이에서 장력 (뉴턴)	Color of elastic bands		
1	3	13.3	Yellow		
2	3.7	16.5	Red		
3	4.6	20.5	Green		
4	5.8	25.8	Blue		
5	7.3	32.5	Black		
6	10.2	45.4	Grey		
7	14.2	63.2	Gold		
8	17.2	76.5	Gold	Yellow	
9	17.9	79.6	Gold	Red	
10	18.8	83.6	Gold	Green	
11	20	89.0	Gold	Blue	
12	21.5	95.6	Gold	Black	
13	24.4	108.5	Gold	Grey	
14	27.4	121.9	Gold	Grey	Yellow
15	28.1	125.0	Gold	Grey	Red
16	29	129.0	Gold	Grey	Green
17	30.2	134.3	Gold	Grey	Blue
18	31.7	141.0	Gold	Grey	Black

# 검사-재검사 신뢰도

	N	Test, mean (SD)	Retest, mean (SD)	Difference test-retest, mean (SD)	CV (95% CI)	ICC (95% CI)	SEM (95% CI)	MDC (95% CI)
<b>MVC (Nm)</b>								
All	50	66.5 (25.5)	66.6 (25.3)	0.1 (4.5)	6.8 (5.3-8.3)	<b>0.98 (0.97-0.99)</b>	4.8 (3.7-5.9)	13.3 (10.3-16.2)
Men	21	90.4 (21.9)	89.7 (22.6)	-0.7 (5.0)	5.6 (3.7-7.5)	0.97 (0.95-0.99)	3.9 (2.6-5.2)	10.9 (7.2-14.5)
Women	29	49.0 (7.5)	49.6 (7.7)	0.7 (4.0)	8.1 (6.1-10.0)	0.86 (0.77-0.94)	5.7 (4.3-7.0)	15.7 (11.9-19.5)
<b>Elastic band (Nm)</b>								
All	50	56.5 (26.8)	57.7 (27.3)	1.2 (3.8)	6.6 (4.5-8.8)	<b>0.99 (0.98-1.00)</b>	4.7 (3.1-6.2)	12.9 (8.7-17.2)
Men	21	81.7 (23.4)	83.0 (24.3)	1.4 (2.7)	3.2 (1.5-5.0)	0.99 (0.98-1.00)	2.3 (1.1-3.5)	6.3 (2.9-9.6)
Women	29	38.1 (6.7)	39.3 (7.1)	1.2 (4.3)	11.2 (7.2-15.2)	0.78 (0.61-0.96)	7.9 (5.1-10.8)	21.9 (14.0-29.8)

# 동시 타당도

	N	MVC (Nm), mean (SD)	Elastic band (Nm), mean (SD)	Difference elastic band - MVC, mean (SD)	ICC (95% CI)	SEM (95% CI)
All	50	66.5 (25.5)	56.5 (26.8)	-10.0 (7.0)	<b>0.96 (0.95-0.98)</b>	8.1 (6.6-9.6)
Men	21	90.4 (21.9)	81.7 (23.4)	-8.8 (9.4)	0.91 (0.85-0.97)	7.8 (6.0-9.5)
Women	29	49.0 (7.5)	38.1 (6.7)	-10.9 (4.2)	0.81 (0.65-0.96)	8.7 (6.3-11.2)

결과를 살펴보면 다음과 같습니다. 최대 수의 등척성 수축과 탄력 밴드를 이용한 근력 측정 시 **검사-재검사 신뢰도**의 일치수준을 나타내는 ICC 값은 각각 **0.98** (95% CI: 0.97-0.99)와 **0.99** (95% CI: 0.98-1.00) 였습니다. 최대 수의 등척성 수축과 탄력 밴드를 이용한 근력 측정의 **동시 타당도** ICC 값은 **0.96**으로 나타났습니다.

ICC 값이 1에 가까울수록 높은 상관관계를 나타낸다는 것을 볼 때, **탄력 밴드를 이용한 근력 측정의 검사-재검사 신뢰도는 매우 우수한 것으로 볼 수 있으며, 최대 수의 등척성 수축에 대한 동시 타당도 또한 매우 우수한 것으로 볼 수 있습니다.** 이 결과를 살펴볼 때, 탄력 밴드를 이용하여 근력을 측정하는 것은 실제 임상 현장 혹은 스포츠 관련 현장에서 비용이 저렴하고 간편하게 적용할 수 있는 효과적인 방법일 것입니다.

따라서 “간편하고 손쉽게 적용할 수 있는 근력 측정 방법은 무엇일까요?”에 대한 질문에 근골격계 전문가인 우리의 답변은 **“탄력 밴드를 이용하면 근력을 간편하고 객관적으로 측정 할 수 있을 것”** 이라고 이 논문을 근거로 이야기 할 수 있을 것입니다.

-KEMA 책임연구원 김준희-

-문의사항은 KEMA 홈페이지 Q&A란에 남겨주세요-