

Interesting Articles for KEMA Members



Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

Manual Therapy

journal homepage: www.elsevier.com/math



Original article

Time course of changes in passive properties of the gastrocnemius muscle–tendon unit during 5 min of static stretching

Masatoshi Nakamura ^{a,b,*}, Tome Ikezoe ^a, Yohei Takeno ^a, Noriaki Ichihashi ^a

^aHuman Health Sciences, Graduate School of Medicine, Kyoto University, 53 Shogoin-Kawahara-cho, Sakyo-ku, Kyoto 606-8507, Japan
^bJapan Society for the Promotion of Science, Tokyo, Japan

ARTICLE INFO

Article history:
 Received 25 March 2012
 Received in revised form 19 September 2012
 Accepted 26 September 2012

Keywords:
 Ultrasonography
 Passive torque
 Static stretching
 Muscle–tendon unit

ABSTRACT

The minimum time required for static stretching (SS) to change the passive properties of the muscle–tendon unit (MTU), as well as the association between these passive properties, remains unclear. This study investigated the time course of changes in the passive properties of gastrocnemius MTU during 5 min of SS.

The subjects comprised 20 healthy males (22.0 ± 1.8 years). Passive torque as an index of MTU resistance and myotendinous junction (MTJ) displacement as an index of muscle extensibility were assessed using ultrasonography and dynamometer during 5 min of SS. Significant differences before and every 1 min during SS were determined using Scheffé's post hoc test. Relationships between passive torque and MTJ displacement for each subject were determined using Pearson's product–moment correlation coefficient.

Although gradual changes in both passive torque and MTJ displacement were demonstrated over every minute, these changes became statistically significant after 2, 3, 4, and 5 min of SS compared with the values before SS. In addition, passive torque after 5 min SS was significantly lower than that after 2 min SS. Similarly, MTJ displacement after 5 min SS was significantly higher than that after 2 min SS. A strong correlation was observed between passive torque and MTJ displacement for each subject ($r = -0.886$ to -0.991).

These results suggest that SS for more than 2 min effectively increases muscle extensibility, which in turn decreases MTU resistance.

© 2012 Elsevier Ltd. All rights reserved.

1. Introduction

Limited joint mobility and decreased muscle flexibility are common problems in clinical situations and athletic settings. Static stretching (SS) is a useful method for preventing joint contracture and improving joint mobility and muscle flexibility. Although recent studies have suggested that SS may not reduce the incidence of injury (Thacker et al., 2004), and that SS may actually decrease muscle strength and performance (Behm and Chaouachi, 2011; Simic et al., in press), many previous studies have reported that the maximum range of motion (ROM) increased immediately after SS (Hubley et al., 1984; Halbertsma et al., 1996; Depino et al., 2000; de Weijer et al., 2003; Boyce and Brosky, 2008; Ryan et al., 2008b; O'Sullivan et al., 2009). The effects of SS have been estimated using maximum ROM as an outcome measure in various studies. However, the use of ROM for this purpose has several limitations. For example, maximum ROM measurements are influenced by many factors, such as pain, stretch tolerance, and reflex activation of the agonist muscle (Sale et al., 1982; McHugh et al., 1998). Measuring passive torque and muscle–tendon unit (MTU) stiffness using a dynamometer are effective approach for determining the resistance of MTU during passive movements (Toft et al., 1989a; Magnusson et al., 1996b). Passive torque represents the amount of resistance provided by the MTU at a given joint angle (Toft et al., 1989a), while MTU stiffness is the shape of the torque–angle curve which demonstrates the relationship between passive torque and joint angle (Magnusson et al., 1996b). Recently, noninvasive methods of measuring the passive properties of muscles and tendons, such as myotendinous junction (MTJ) displacement, have been developed using ultrasonography during passive movement (Morse et al., 2008; Kay and Blazevich, 2009a, 2009b, 2010; Mizuno et al., in press; Morse, 2011; Morse et al., 2008; Nakamura et al., 2011, 2012).

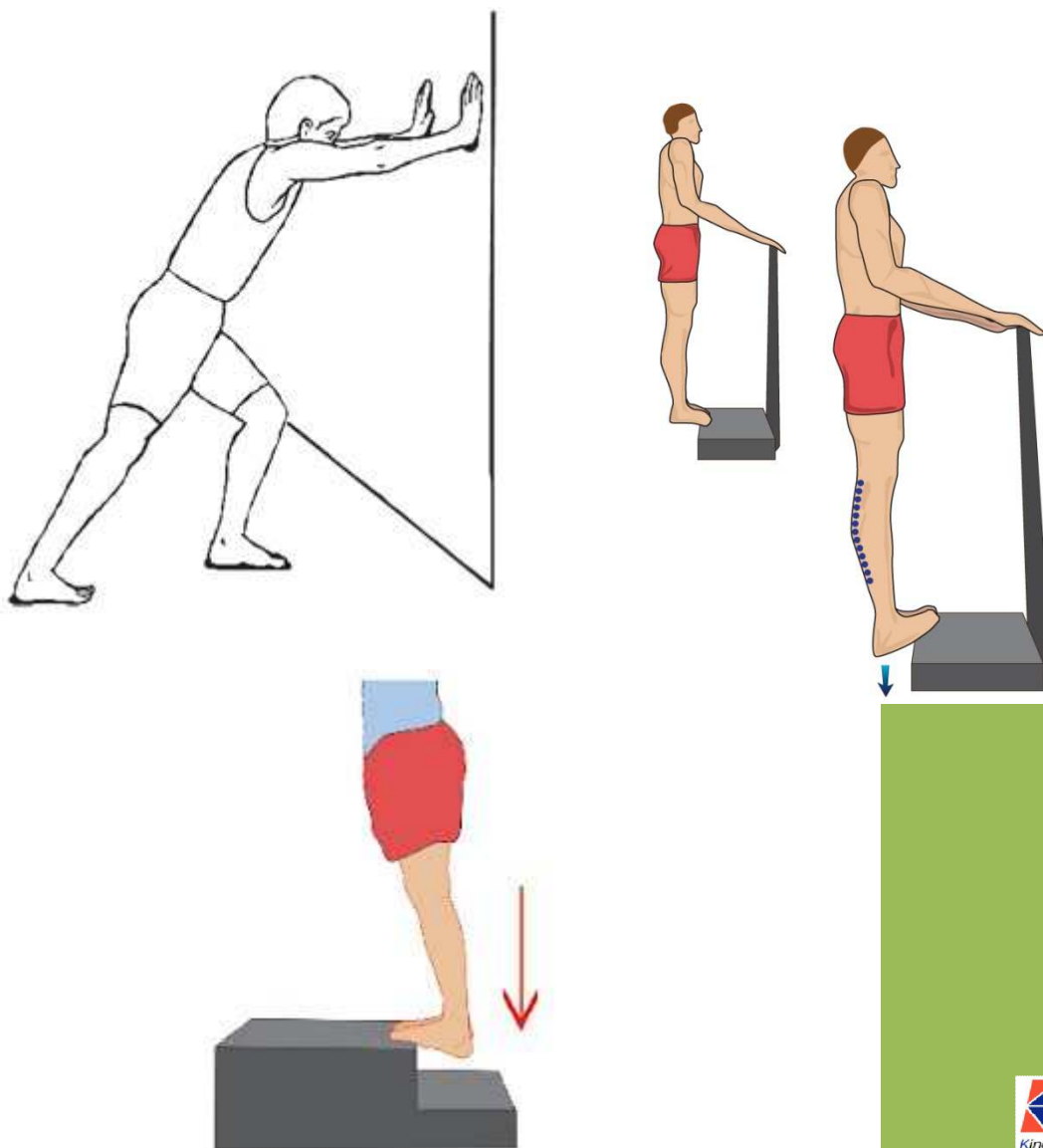
^{*} Corresponding author. Human Health Sciences, Graduate School of Medicine, Kyoto University, 53 Shogoin-Kawahara-cho, Sakyo-ku, Kyoto 606-8507, Japan. TEL: +81 75 751 3935; fax: +81 75 751 3909. E-mail address: m.nakamura@kyo.ecc.kyoto-u.ac.jp (M. Nakamura).

1356-689X/\$ – see front matter © 2012 Elsevier Ltd. All rights reserved.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.math.2012.09.010>

5분 스트레칭 동안
시간경과에 따른
장딴지근의 수동적
특성의 변화

Time course of changes in passive properties
of the gastrocnemius muscle-tendon
unit during 5 min of static stretching

◆ 제한된 관절의 운동성과 근육의 유연성 감소는 임상 또는 운동선수들에게 흔히 발생하는 문제들이다. 이에 대해 정적 스트레칭(static stretching)은 관절의 운동성과 근육의 유연성을 개선하고 관절의 구축을 예방하는데 유용한 방법이다. 그러나, 근육-힘줄 단위(muscle-tendon unit)의 수동적 특성을 변화시키기 위한 정적 스트레칭의 적용 시간 뿐만 아니라 근육의 수동적 특성들 사이의 관련성은 여전히 불명확하다. 이에 이 연구는 5분 동안의 장딴지근육 스트레칭 동안 근육-힘줄 단위에서 일어나는 수동적 특성들의 변화를 시간 경과에 따라 조사하였다.



실험 방법

- ◆ 통증이 없는 정상 남성 20명(나이: 22.0 ± 1.8 세, 키: 173.4 ± 5.9 cm, 체중: 64.8 ± 6.1 kg)
- ◆ 실험 프로토콜: 각 대상자에게 힘 측정 테이블(dynamometer table) 위에 엎드려 누게 한다 -> 고관절과 슬관절을 벨트로 고정 후 발바닥에 힘 측정 발판을 닿게 하고 고정한다. -> 이후, 발목관절을 초당 5° 의 속도로 그 대상자의 끝범위까지 수동적으로 발등 굴곡시킨다. -> 끝범위에서 5분 유지한다.
- ◆ 매 1분마다 장딴지근의 수동 토크(**발등굴곡 동안 발생하는 저항**)와 초음파 영상을 측정한다.
- ◆ 표면 근전도 측정 - 대상자가 장딴지근을 이완시켰는지 확인하기 위해 사용.

실험결과

◆ 수동 토크

- 스트레칭 시작 후 1분 뒤에는 유의한 차이가 없음
- 그러나, 2, 3, 4, 5분 뒤에는 유의하게 감소
- 4, 5분 뒤의 수동 토크는 1분 후에 측정한 수동 토크보다 더 감소
- 5분 뒤의 수동 토크는 2분 후의 수동 토크보다 감소

◆ 근육-힘줄 단위의 변위(displacement)

- 스트레칭 1분 후에는 유의한 변화 없음
- 2, 3, 4, 5분 후의 스트레칭 전에 비해 유의한 변화 발생
- 4, 5분 후의 변위가 1분 후 변위보다 더 큰 차이 발생
- 5분 후의 변위가 2, 3분 후 변위보다 더 큰 차이 발생

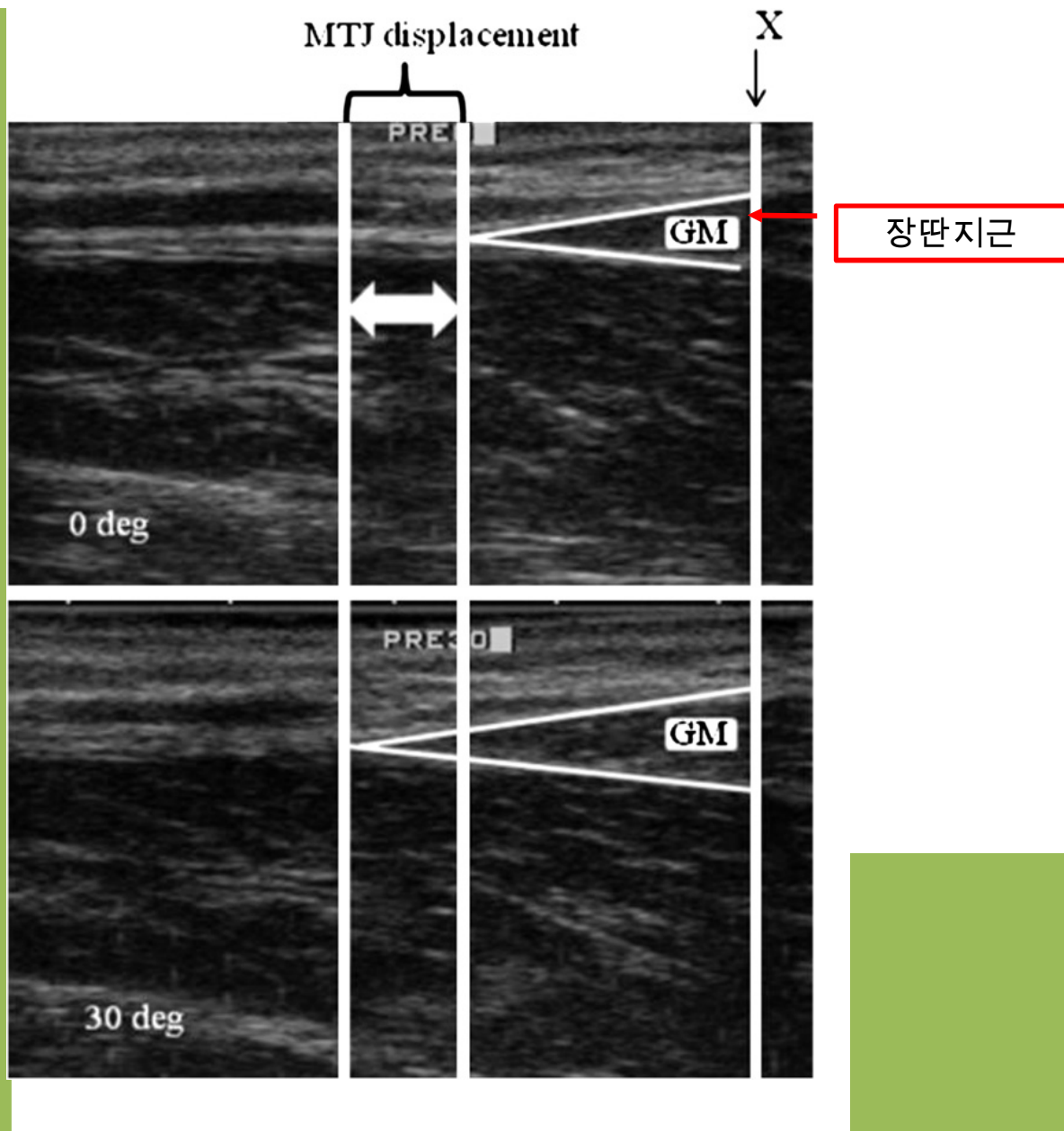


Table 1

스트레칭 5분 동안 수동 토크(passive torque)와 근육-힘줄 변위(MTJ displacement)의 변화

	Passive torque (Nm)	MTJ displacement (cm)
Before SS	49.4 ± 2.9 (43.7–55.2)	0.90 ± 0.06 (0.79–1.01)
1 min	42.9 ± 2.6 (37.9–47.9)	1.13 ± 0.07 (1.01–1.26)
2 min	37.5 ± 2.4 (32.7–42.3)**	1.21 ± 0.07 (1.07–1.35)*
3 min	36.8 ± 2.4 (32.0–41.6)**	1.25 ± 0.07 (1.10–1.39)**
4 min	35.9 ± 2.4 (31.1–40.7)** ##	1.30 ± 0.07 (1.15–1.45)** ##
5 min	33.3 ± 2.3 (28.8–37.9)** ## \$\$	1.35 ± 0.08 (1.20–1.50)** ## \$\$†

요약

◆ 이 연구는, 장딴지근 스트레칭 시에 수동 토크와 근육-인대 변위의 점진적인 변화가 2분 후에 달성된다는 것을 보여주었습니다. 이 연구의 저자들은 근육-인대의 저항과 감소시키고 근육의 신장성을 증가시키기 위해 2분 이상의 장딴지근 스트레칭을 추천하고 있습니다. 이는 여러 선생님들이 쉽게 단축되는 장딴지근을 스트레칭 할 때 치료 시간을 산정하는 과학적 근거가 될 수 있으리라 생각됩니다.

그러나, 건강한 젊은 남성만을 대상으로 했다는 것에 주의해야 할 것 같습니다. 여성 또는 노령 인구 뿐만 아니라, 증상이 있는 경우에는 이 연구와는 다른 결과를 초래할 수도 있기 때문입니다. 또한 과도한 스트레칭은 근육의 손상을 유발할 수도 있다는 것을 상기하셔야 할 것입니다.

지금까지 장딴지근의 스트레칭에 따른 근육의 특성 변화에 대한 연구를 소개하였습니다. 여러 선생님들께 도움이 될 수 있길 바라며, 문의사항은 홈페이지의 해당 글에 댓글로 달아주세요.

-KEMA 책임 연구원 정성대-

-문의사항은 KEMA 홈페이지 기사에 댓글로 남겨주세요-