一日30分の持続伸張がラット足関節拘縮の 発生予防に与える影響

Preventive Effect of a 30-minute Daily Stretch on Ankle Joint Contracture in Rats

小野 武也¹⁾ 富田 瑛博²⁾ 沖 貞明¹⁾ 梅井 凡子¹⁾
大田尾 浩¹⁾ 吉永 龍史³⁾ 大塚 彰¹⁾

TAKEYA ONO, PhD, RPT¹⁾, AKIHIRO TOMITA, RPT²⁾, SADA-AKI OKI, PhD, MD¹⁾, NAMIKO UMEI, MS, RPT¹⁾,
HIROSHI OOTAO, MS, RPT¹⁾, RYUJI YOSHINAGA, RPT³⁾, AKIRA OTSUKA, PhD, RPT¹⁾

¹⁾ Department of Physical Therapy, Faculty of Health and Welfare, Prefectural University of Hiroshima: 1-1 Gakuen Machi,
Mihara City, Hiroshima 723-0053, Japan. TEL +81 848-60-1210 FAX +81 848-60-1226 e-mail ono@pu-hiroshima.ac.jp

²⁾ Department of Rehabilitation, Hiroshima City Asa Hospital

³⁾ Department of Physical Therapy, Matusita Orthopedic Hospital

Rigakuryoho Kagaku 25(6): 947-949, 2010. Submitted Jun. 11, 2010. Accepted Aug. 3, 2010.

ABSTRACT: [Purpose] The aim of this research was to investigate the preventive effect of 30-minute continuous daily stretching on ankle joint contracture in order to maintain the movement of the joint. [Subjects and Method] The subjects were twenty, 8-week-old, female Wistar rats, and the experimental period was 7 days. The rats were divided at random into two groups of ten animals. The right hindlimb ankles of 10 rats were fixed in plaster at maximum plantar flexion for 7 days, the “fixed” limb, without intervention on the left side, the “control” limb. The other 10 rats had their right hindlimb ankles fixed in maximum plantar flexion, and from the 2nd through to the 6th day of the experimental period, the cast was removed, and the limb stretched in the direction of dorsiflexion, the “stretched” limb. To judge the effects of the intervention, the joint range of motion of the fixed, stretched and control limbs was measured on the 7th day; stretching of the stretch limb was not performed on the 7th day. [Results] Before the start of the experiment, no significant differences in the dorsiflexion angles of the 3 limb groups were found. At the end of the experiment we found both the fixed and stretched limbs showed significant differences from the control limb, but there was no significant difference between the fixed and stretch limbs. [Conclusion] The results show that 30-minute continuous daily stretching, which has been said up till now to prevent joint contracture, does not prevent joint contracture.

Key words: joint contracture, prevention, animal study

要旨: [目的] 本研究の目的は、関節の動きを維持するために30分/日の持続伸張がラット足関節拘縮の発生予防に与える影響を検討することである。[対象・方法] 対象は8週齢、Wistar系雌ラット20匹である。実験期間は7日間である。ラットを無作為に各10匹の2つにわけた。10匹は、右足関節を最大底屈位でギプスを用いて7日間固定する固定肢とし左足関節は介入を加えない無介入肢とした。残り10匹は、右足関節を最大底屈位で固定し、実験2日目から6日目まで毎日ギプスを外し背屈方向へ伸張を加える伸張肢とした。効果判定の関節可動域テストは、無介入肢、固定肢、伸張肢ともに実験最終日の7日目に行った。なお、伸張肢の7日目の持続伸張は実施していない。[結果] 実験開始前の背屈角度は3肢間に有意差を認めなかった。実験最終日には固定肢と伸張肢はともに無介入肢との間に有意差が見られ、また、固定肢と伸張肢との間には有意差が見られなかった。[結語] これまで関節拘縮の発生予防に有効であるといわれた30分/日の持続伸張時間では関節拘縮の発生が予防できないことが示された。

キーワード: 関節拘縮, 予防, 動物実験

¹⁾ 県立広島大学 保健福祉学部理学療法学科: 広島県三原市学園町1-1 (〒723-0053) TEL 0848-60-1210

²⁾ 広島市立安佐市民病院 リハビリテーション科 ³⁾ 松下クリニック

I. はじめに

関節拘縮は、その予防が重要である。これまでに、関節拘縮を発生させないために一日にどの程度関節を動かせばよいか、動物実験を通して検討されている。Williams¹⁾は、マウスの足関節をギプスで固定した後、毎日1回、固定を外して持続伸張を行い、再び関節を固定する方法を繰り返すことにより、関節の動きを維持するために一日に必要な持続伸張は30分間であると報告している。ここでポイントとなる点は、最終日の効果判定として行う関節可動域テストの直前にも持続伸張を行っていることである。そのため、Williamsの報告は、毎日行う持続伸張と効果判定直前の持続伸張の相乗効果を見ていると言い換えることができる。

一方、一般的な健常者は朝起きた時に、関節の持続伸張を行わないでも関節可動域は維持できている。これは、日頃の十分な関節運動が行われているためと思われる。この、日頃の十分な関節運動はどの程度であるかを知るためには、Williamsの方法を一部変更し、毎日1回、固定を外して持続伸張を行い、再び関節を固定する方法を繰り返すが、効果判定として行う関節可動域テスト直前の持続伸張を行わないで、検討する必要がある。しかし、動物実験において効果判定直前の持続伸張を行うことなく関節拘縮発生の予防に必要な持続伸張時間を検討した研究はない。

本研究の目的は、効果判定直前の持続伸張を加えることなく、30分/日の持続伸張がラット足関節拘縮の発生予防に有効かどうかを検討することである。

II. 対象と方法

1. 対象

実験動物は8週齢、体重180～222 g (平均 198 ± 8.92 g)、Wistar系雌ラット20匹である。実験期間中、ラットは飼育ゲージの中の移動や、水および餌の摂取を自由に行えた。本研究は県立広島大学研究倫理委員会の承認を受けた(承認番号:18)。

2. 方法

実験期間は7日間である。ラットを無作為に各10匹の2つにわけた。10匹は、右足関節を最大底屈位でギプスを用いて7日間固定する固定肢とし左足関節は介入を加えない無介入肢とした。残り10匹は、右足関節を最大底屈位で固定し、実験2日目から6日目まで毎日ギプスを外し背屈方向へ伸張を加える伸張肢とした。

関節固定はネンプタール麻酔下(40 mg/kg)で行った。足関節を最大底屈位に保持し、大腿部から足趾にかけてギプスで固定した。固定期間中は、固定による浮腫の影響を観察し、必要に応じてギプスの巻き替えを行った。

伸張肢の持続伸張はネンプタール麻酔下(40 mg/kg)でギプスを除去し、右後肢を上にした側臥位で行った。伸張は、ばね秤を使用し足関節背屈方向に約0.3 Nの力を加えた。なお、常に約0.3 Nの負荷がかかるように随時調整を行った。また、持続伸張は約24時間の間隔をあけて実施した。

足関節背屈可動域の測定は、ネンプタール麻酔下(40 mg/kg)で行った。測定は、まず、ラットを側臥位にして股・膝関節を屈曲位に保持した上で、金属棒で腓骨頭を指し示した。そしてデジタルテンションメーターを用いて約0.3 Nの力でラット足関節を背屈させ、デジタルカメラで垂直上方から足関節を撮影した。測定は数秒以内に終わるように配慮した。撮影した画像より、画像解析ソフト(Scion Image Beta 4.03 for Windows)で足関節背屈可動域を測定した。基本軸は腓骨と外果を結ぶ線、移動軸は踵骨足底面に平行な線とした。角度の表記は基本軸と移動軸が直行する線を背屈角度0度と定義した。

実験初日は、まず無介入肢、固定肢、伸張肢とも体重測定後に背屈可動域を測定し、次に、固定肢と伸張肢の足関節固定を行った。実験2日目から6日目は、伸張肢の右足関節に持続伸張を毎日実施した。実験最終日である実験7日目は無介入肢、固定肢、伸張肢ともに体重測定後に持続伸張を行うことなく背屈可動域を測定した。

統計処理は統計ソフト(エクセル統計2008)を用いて行った。足関節背屈角度の比較には、ノンパラメトリックであるKruskal-Wallisの検定を実施し、その結果で有意差を認めた場合は多重比較検定Scheffeを行った。なお、全ての統計手法は危険率5%未満をもって有意差を判定した。

III. 結果

実験前の背屈角度と標準偏差は、無介入肢 $55.8 \pm 1.6^\circ$ 、固定肢 $57.6 \pm 2.4^\circ$ 、伸張肢 $57.3 \pm 1.6^\circ$ であった。統計処理の結果、全ての群間に有意差を認めなかった。実験最終日の各群の足関節背屈角度の平均値と標準偏差は、無介入肢 $53.7 \pm 3.0^\circ$ 、固定肢 $22.6 \pm 6.1^\circ$ 、伸張肢 $14.3 \pm 6.1^\circ$ であった。統計処理の結果、無介入肢と固定肢の

表1 実験前後の各肢の足関節背屈角度 (単位: 度)

	無介入肢	固定肢	伸張肢
実験前	55.8 ± 1.6	57.6 ± 2.4	57.3 ± 1.6
実験後	53.7 ± 3.0	22.6 ± 6.1 ^a	14.3 ± 6.1 ^a

a: 無介入肢との間に有意差あり p<0.05

間, また, 無介入肢と伸張肢の間にそれぞれ有意差を認めた。固定肢と伸張肢との間には有意差を認めなかった (表1)。

IV. 考 察

関節拘縮の発生・進行の予防に一日に必要な伸張運動について過去に多くの研究が行われている。その中から, 効果判定直前の伸張運動の有無に着目し, 30分/日の伸張運動が関節拘縮の発生・進行の予防に与える影響を検索した。その結果, ヒトを対象としたHarveyら⁶⁾, Horsleyら⁷⁾によると, 効果判定直前の伸張運動を行わない場合, 共通して効果が見られていないが, Adaら⁸⁾によると効果判定直前の伸張運動を行ったところ効果を得ている。また, 動物を対象とした研究では, 効果判定直線の伸張運動を行った場合, 効果があったとする報告¹⁻³⁾はあるが, 効果判定直前の伸張運動を行わなかった報告はなかった。以上のヒトおよび動物を対象とした実験結果と, 我々の今回の結果を加味すると, 伸張運動が関節拘縮の発生・進行の予防に効果があるかどうかはヒトと動物の違い⁹⁾というより効果判定直前の伸張運動に大きく左右されることを示唆している。

今回の研究結果より, これまで関節拘縮の発生予防に有効であるといわれた30分/日の持続伸張時間では関節拘縮発生予防には不足することが明らかになった。それでは, 効果判定直前の伸張運動を行わないで関節拘縮の発生・進行の予防のために一日にどの程度関節を動かせばよいのであろうか。残念ながら, その答えは不明である。ただ, 既に関節拘縮があり, その改善のために必要な関節運動に関して有用な報告がある⁹⁻¹²⁾。Harveyら⁹⁾はヒトを対象として関節拘縮に対して8時間/日のストレッチ効果を12週間にわたり行い効果判定直前の伸張運動を加えなかったところ関節拘縮改善効果は見られなかったと報告している。一方, 20時間/日¹⁰⁾, 23

時間/日¹¹⁾, 24時間/日¹²⁾という長時間のギプスや装具着用による伸張運動により関節拘縮が改善することが報告されている。これらのことから, 推測ではあるが, 関節拘縮の予防・改善のためには8時間/日より多い伸張運動が必要と思われる。

これまで, 動物実験において意図して効果判定直前の伸張運動を行わないで, 30分/日の伸張運動が関節拘縮の発生予防に関する研究を行ったのは我々が初めてである。今後, 効果判定直前の伸張運動を行わず一日にどの程度の関節運動が関節拘縮の発生予防に必要なものであるか, 伸張運動時間を延長して検討する必要がある。

引用文献

- Williams PE: Use of intermittent stretch in the prevention of serial sarcomere loss in immobilised muscle. *Ann Rheum Dis*, 1990, **49**: 316-317.
- Harvey LA, Batty J, Crosbie J, et al.: A randomized trial assessing the effects of 4 weeks of daily stretching on ankle mobility in patients with spinal cord injuries. *Arch Phys Med Rehabil*, 2000, **81**: 1340-1347.
- Horsley SA, Herbert RD, Ada L: Four weeks of daily stretch has little or no effect on wrist contracture after stroke: a randomised controlled trial. *Aust J Physiother*, 2007, **53**: 239-245.
- Ada L, Goddard E, McCully J, et al.: Thirty minutes of positioning reduces the development of shoulder external rotation contracture after stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*, 2005, **86**: 230-234.
- 中田 彩, 沖田 実, 中居和代・他: 持続的伸張運動の実施時間の違いが関節拘縮の進行抑制効果に及ぼす影響—マウスにおける実験的研究—. *理学療法学*, 2002, **29**(1): 1-5.
- 陳之内将志, 小野武也, 沖 貞明・他: 関節可動域制限を予防するために必要な持続的伸張運動時間の検討—ラットにおける実験的研究—. *理学療法科学*, 2008, **23**: 169-173.
- Harvey L, de Jong I, Goehl G, et al.: Twelve weeks of nightly stretch does not reduce thumb web-space contractures in people with a neurological condition: a randomised controlled trial. *Aust J Physiother*, 2006, **52**: 251-258.
- Gelinas JJ, Faber KJ, Patterson SD, et al.: The effectiveness of turnbuckle splinting for elbow contractures. *J Bone Joint Surg Br*, 2000, **82**(1): 74-78.
- Blanton S, Grissom SP, Riolo L: Use of a static adjustable ankle-foot orthosis following tibial nerve block to reduce plantar-flexion contracture in an individual with brain injury. *Phys Ther*, 2002, **82**: 1087-1097.
- Pohl M, Rückriem S, Mehrholz J, et al.: Effectiveness of serial casting in patients with severe cerebral spasticity: a comparison study. *Arch Phys Med Rehabil*, 2002, **83**: 784-790.