

関節拘縮発生抑制を目的とした関節可動域運動の効果 —ラットの足関節中間位固定を用いた実験的研究—

佐々木 典恭*¹ 上松 明日香*² 石田 修平*³
梅井 凡子*⁴ 小野 武也*⁴ 沖 貞明*⁴

* 1 三次地区医療センター

* 2 飯田市立病院

* 3 島根大学医学部附属病院

* 4 県立広島大学保健福祉学部理学療法学科

2011年 9月7日受付

2011年 12月8日受理

抄 録

ラット足関節の底屈位固定期間中における、関節拘縮の発生抑制を目的とした運動療法の効果については報告されているが、固定期間の長短を問わず中間位固定期間中に関するものはない。そこで、中間位固定期間中における関節可動域運動の効果を検討した。その結果、1週間の中間位固定中ならば、1日1度、1度に5回の関節可動域運動で関節拘縮の発生を抑制することができるということが明らかとなった。

キーワード：足関節中間位固定，関節拘縮，関節可動域運動

はじめに

臨床現場では、様々な原因による意識障害患者などにおいて、長期間に及ぶベッド上安静が余儀なくされている。このような長期間の安静の結果として、しばしば関節拘縮が生じる。いったん関節拘縮が生じると、その治療には長期の治療が必要なが多い。意識障害患者などに関節拘縮を発生させないためには、少なくとも1日に2度、1度に3～5回の全可動域にわたる関節可動域運動が必要と成書には記載されているが¹⁻⁴⁾、その根拠は明らかにされていない。さらに、どの程度の運動を毎日行えば関節拘縮が完全に防げるかということを明らかにした報告は存在しない。

沖ら⁵⁾は、ラットの足関節を用いて、関節拘縮発生抑制に関する実験的研究を行っている。それによると、足関節底屈位固定期間中では、1日1度、1度に5回の関節可動域運動は関節拘縮発生抑制に対して無効であり、1日2度、1度に5回の関節可動域運動でも十分な効果は得られないと報告している。しかし、これはあくまでも動物実験であり、臨床に簡単にあてはめることはできないが、関節の固定肢位は底屈位だけではなく、中間位や背屈位など様々な状況があり、ただ一つの固定肢位だけでは検討が不十分であるという事はいうまでもない。臨床においてよく用いられる固定肢位は、良肢位である中間位固定であることが多い。一般的に足関節中間位固定法は、筋の萎縮と関節包の拘縮癒着を最小限に抑える固定法とされている⁶⁾。よって、足関節中間位固定ならば、足関節底屈位固定よりも関節可動域運動の効果がやすいのではないかと考えた。そこで、1日1度と1日2度の2つの条件で実験を行う前に、まずは1日1度の条件で、関節可動域運動による関節拘縮発生抑制効果を検討することにした。

対象と方法

実験動物には生後8週齢の雌 Wistar 系ラット5匹を用いた。各ラットにおいて、左側足関節は中間位固定を続ける固定側とし、右側足関節は中間位固定期間中に1日1度の関節可動域運動を行う固定運動側とした。

実験開始日に、エーテル麻酔下にて各ラットの両側足関節の関節可動域測定、ギプスによる両側足関節中間位固定を行った。

関節可動域測定は、武本ら⁷⁾の方法に従い、背屈と底屈の状態を撮影した写真を用いて実施した。なお、基本軸は腓骨頭と足関節外果を結んだ線からの垂線とし、移動軸は踵骨底面とした。さらに足関節中間位ギプス固定に関しても武本ら⁷⁾の方法に従い、基本軸と移動軸のなす角度が0度になるようにして足関節を固定した(図1)。ちなみに、この計測法に関しては高い信頼性が確認されている⁸⁾。

実験第2～7日目は、エーテル麻酔下にて、1日1度両側のギプスを一時的に除去し、固定運動側のみ関節可動域運動を実施した。関節可動域運動は、沖ら⁵⁾の方法に従い、足関節外果から2 cm 遠位部の位置を足底から0.3 Nの力で30秒間背屈方向に圧迫し、次に足背から0.3 Nの力で30秒間底屈方向に圧迫し、各々5回ずつ施行した。固定側には関節可動域運動は行わず、固定運動側の関節可動域運動終了後、両側足関節を再度ギプス固定した。

1週間の固定期間が終了した最終日(実験第8日目)に、エーテル麻酔下にてギプス除去を行い、両側の関節可動域を測定した。次に固定運動側のみ関節可動域運動を実施し、再度関節可動域測定を行った。固定側は、関節可動域運動をしないという条件設定であるので、最終日は上記のように1度のみの関節可動域測定とした。

実験期間中、全てのラットは両前肢を用いて自由に飼育ゲージ内を移動することができ、水と餌を自由に摂取することが可能であった。

開始日における固定側と固定運動側の比較には、対応のない Student-t 検定を用いた。また、固定側における開始日と最終日のギプス除去直後の比較には対応のある Student-t 検定を用いた。さらに、固定運動側における開始日、最終日のギプス除去直後、最終日の運動直後の比較には対応のある一元配置分散分析の後、Bonferroni の多重比較を用いた。なお、全ての統計処理において、危険率5%未満をもって有意差を判定した。

本実験は、県立広島大学研究倫理委員会の承諾を得て行った。

結果

関節可動域の変化を図2に示す。開始日では、固定運動側が125.0 ± 10.7度、固定側が117.8 ± 6.5度であり、両側間に有意差はなかった。固定側では、最終



図1 両側足関節の中間位固定

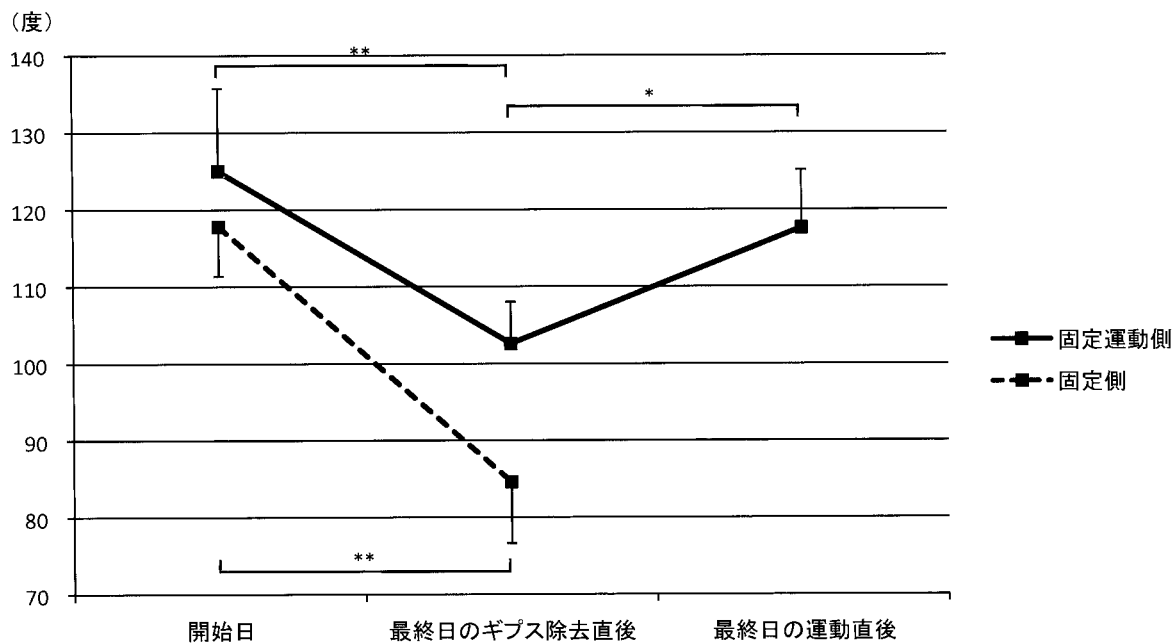


図2 関節可動域の変化

日のギプス除去直後は 84.6 ± 8.0 度まで減少しており、開始日と比較して明らかに関節可動域の減少が認められた。固定運動側においても、最終日のギプス除去直後は 102.6 ± 5.4 度まで減少しており、固定側ほどではないものの、開始日と比較して関節可動域の減少が認められた。しかし、実験第2～7日目と同様の関節可動域運動を実施した直後では 117.6 ± 7.5 度まで改善し、開始日の角度に近い値となっていた。

考察

ラットやマウスを用いた運動療法による関節拘縮発生抑制を目的とした先行研究では、足関節を底屈位固定とし、運動療法としては持続的伸張運動が多く用いられている⁹⁻¹¹⁾。これらの報告では、持続的伸張運動が有効というものから、かえって有害というものまであり、結果の一致がみられないのが現状である。関節軟骨は関節の運動に伴う滑液の潤滑によって栄養されており、持続的伸張運動よりも関節可動域運動のほうが、関節機能の維持に有利であることは明らかである。しかし、関節可動域運動を用いても、足関節を底屈位に固定すると十分な効果は得られないとされている^{5) 12)}。

今回の実験結果から、底屈位固定ではなく中間位固定なら、1週間の関節固定期間中に1日1度、1度に5回の関節可動域運動を行うことで、関節拘縮の発生を抑制できる可能性が明らかとなった。

沖田ら¹³⁾は、中間位固定では筋節長は短縮せず、筋の微細構造もほぼ正常であったが、底屈位固定では筋節長の短縮やミオフィラメントの配列の乱れ、Z帯

の断裂や蛇行などの退行性変化が生じると報告している。さらに武本ら⁷⁾は、ラットの足関節において、底屈位固定よりも中間位固定の方が関節拘縮が生じにくく、1週間の固定期間終了後の関節可動域の回復も良好だった報告している。今回の実験では、これらの機序が関連し、関節拘縮の進行の程度が少ない中間位固定の有利さが影響したために、関節可動域運動の効果がよく現れたのではないかと考えている。

また、固定運動側の開始日と最終日の運動直後においては有意差が見られなかったが、開始日と最終日のギプス除去直後の間では、固定側ほどではないものの関節可動域の減少が認められた。つまり、関節可動域運動を毎日実施しても、翌日まで効果が持続することは十分ではなく、継続した関節可動域運動が関節拘縮の発生抑制に重要だと言える。この結果をもとに、関節可動域運動の効果を見る実験においては、最終日の運動前後の状況を確認していくことが重要であると考えられる。

さらに今回の実験では、固定側では関節可動域運動をせずに関節可動域を測定するのみという条件設定であったために、最終日においても1度のみの関節可動域測定となった。固定運動側と同様に、固定側に対しても最終日に1度だけ関節可動域運動を実施し、その後に関節可動域測定を実施すれば、1週間にわたり外固定し続けた関節に対する1度だけの関節可動域運動の効果を確認できたはずである。この点に関しては、今後の検討を必要とする。

今回使用したラットのギプス固定モデルは、脳血管障害や脊髄損傷による痙性麻痺や神経筋疾患のような

特殊な病態ではなく、単なる安静臥床による不動関節という病態に近似した状態を再現したにすぎない。当然、原因となる疾患によっては異なる結果が導きだされる可能性があるので、結果の解釈には注意を要する。さらに、今回得られた結果は、あくまでもラットの足関節に関するものであり、形態の異なるヒトの足関節に関して簡単にあてはめられるものではない。しかし、関節が常に可動することによってその機能が維持されるという点は同じであり、今後の診療の参考とされていくべきものと考えている。

文献

- 1) 安藤徳彦：関節拘縮の発生機序. 上田敏, 千野直一ほか編, リハビリテーション基礎医学. 東京, 医学書院, 213-222, 1994
- 2) Kottke,F.J.:Therapeutic exercise to maintain mobility. Kottke,F.J., Lehmann, J.F., eds., Krusen's Handbook of Physical Medicine and Rehabilitation. 4th ed. Philadelphia, W.B.Saunders, 436-451, 1990
- 3) 正門由久, 千野直一：運動障害. 石神重信, 石田暉ほか編, 最新リハビリテーション医学. 東京, 医歯薬出版, 66-74, 1999
- 4) 大川嗣雄：理学療法. 上田敏, 明石謙ほか編, 標準リハビリテーション医学. 東京, 医学書院, 206-217, 2000
- 5) 沖貞明, 大塚彰ほか：関節可動域維持に必要な関節可動域運動の検討 —ラットにおける実験的検討—, 運動療法と物理療法, 15: 312-316, 2004
- 6) 服部一郎：リハビリテーション技術全書 第2版. 東京, 医学書院, 457, 1984
- 7) 武本夕希, 福岡明子ほか：関節拘縮に対する中間位固定の影響 —ラット足関節を用いた実験的研究—, 運動療法と物理療法, 21: 255-259, 2010
- 8) 陳之内将志, 小野武也ほか：関節可動域制限の発生時期に関する検討. 人間と科学 県立広島大学保健福祉学部誌, 7: 181-185, 2007
- 9) Williams, P.E. : Use of intermittent stretch in the prevention of serial sarcomere loss in immobilised muscle. Annals of Rheumatic Diseases, 49: 316-317, 1990
- 10) 中田彩, 沖田実ほか：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, 29: 1-5, 2002
- 11) 陳之内将志, 小野武也ほか：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, 23: 169-173, 2008
- 12) 今宮尚志, 中村安希ほか：関節拘縮の発生抑制における自動運動の効果 —ラットにおける実験的研究—, 理学療法科学, 20: 279-282, 2005
- 13) 沖田実, 吉村俊朗ほか：関節の固定肢位の違いが筋線維, ならびに筋内膜コラーゲン線維に及ぼす影響. 理学療法学, 25: 128-134, 1998

The effect of range of motion exercise to prevent joint contracture: An experimental study on the rat ankle upon the position of joint fixation in neutral

Noriyasu SASAKI * 1 Asuka UEMATSU * 2 Shuuhei ISHIDA * 3
Namiko UMEI * 4 Takeya ONO * 4 Sadaaki OKI * 4

- * 1 Miyoshi Medical Association Hospital
- * 2 Iida Municipal Hospital
- * 3 Shimane University Hospital
- * 4 Department of Physical Therapy, Faculty of Health and Welfare, Prefectural University of Hiroshima

Received 7 September 2011

Accepted 8 December 2011

Abstract

Several studies using therapeutic exercise to prevent joint contracture of the rat ankle upon the position of joint fixation in full plantar flexion are reported. However, the effect of neutral position is unknown. To investigate the effect of range of motion exercise to prevent joint contracture upon the position of joint fixation in neutral, an experimental study was performed. As a result, we concluded that range of motion exercise once a day could prevent joint contractures of immobilized ankles in rats.

Key words : ankle upon the position of joint fixation in neutral, joint contracture , range of motion exercise