

## 関節可動域制限の発生時期に関する検討

陳之内 将志<sup>\*1</sup> 小野 武也<sup>\*2</sup> 沖 貞明<sup>\*2</sup> 清水・ミシェル・アイズマン<sup>\*2</sup>  
長谷川 正哉<sup>\*2</sup> 坂口 顕<sup>\*1</sup> 金井 秀作<sup>\*2</sup> 白岩 加代子<sup>\*2</sup> 大塚 彰<sup>\*2</sup>

\*1 県立広島大学総合学術研究科保健福祉学専攻

\*2 県立広島大学保健福祉学部理学療法学科

2006年 9月12日受付

2006年12月12日受理

### 抄 録

本研究の目的は、関節可動域制限の発生時期を特定することである。実験動物には Wistar 系ラット雌 15 匹を用いた。それらを関節の固定期間により 2 日固定群、3 日固定群、4 日固定群に各 5 匹を割り当てた。結果は、固定前の足関節背屈角度には各群間で有意差を認めなかった。固定後の足関節背屈角度は全ての群において固定前より有意に高値を示した。また、2 日固定群と 3 日固定群、2 日固定群と 4 日固定群の間には有意差を認めしたが、3 日固定群と 4 日固定群の間には有意差を認めなかった。今回の結果から関節可動域制限は固定後 2 日で発生していることがわかった。さらに固定後 1 日でも発生する可能性が示唆された。今後は、1 週間以内で発生する関節可動域制限の制限因子について形態学的、組織学的、生化学的に検討する必要があると思われる。

キーワード：関節可動域制限，短期間固定，関節角度，動物実験

## 緒言

関節可動域制限は日常生活動作を制限する重要な因子である<sup>1)</sup>。一般的に関節可動域制限の治療は、それが発生してから行うよりも予防が重要と考えられている<sup>2)</sup>。そのためには、関節可動域制限の発生時期を明確にしておく必要がある。過去に関節固定と関節可動域制限との関係を分析した Finsterbush ら<sup>3)</sup> は、2週間有意に関節可動域が悪化していたと報告している。また、Williams<sup>4)</sup> は、10日間で有意に関節可動域が悪化していたと報告している。さらに、沖田ら<sup>5)</sup> は、1週間有意に関節可動域が悪化していたと報告している。これらの結果から、1週間以降の関節固定では関節可動域制限が発生することは明らかであるが、1週間以内の関節可動域制限の発生については不明である。また、我々<sup>6)</sup> は関節固定期間中、毎日関節を一定時間動かし関節可動域の変化を継続的に観察した結果、数日で関節可動域制限が発生する傾向を観察した。このことは、関節を動かすことなく固定した場合、関節はさらに早い時期から可動域制限が発生していることを推測させる。本研究の目的は、関節可動域制限の発生時期を検討することである。

## 研究対象及び研究方法

実験動物には8週齢、体重190～220gのWistar系ラット雌15匹を用いた。それらを2日固定群5匹、3日固定群5匹、4日固定群5匹の3群に分けた。すべてのラットは飼育ゲージ内を自由に動き回る事が可能で、水と餌も自由に摂取する事が出来た。なお、今回の実験は、県立広島大学研究倫理委員会の承諾を得て本学動物実験施設を使用し、本学が定める動物実験指針に準じて行った。

本研究はすべて右後肢を対象とした。足関節の固定

は、ネブタールを腹腔内に注入し(0.5g/100g)麻酔下で足関節を最大底屈位に保持した状態で、大腿から足趾にかけてギプスを巻く方法を用いた(図1)。足関節背屈角度の測定は、実験開始日と終了日に行った。測定肢位は、麻酔下で側臥位とした後、徒手にて股関節と膝関節を最大屈曲位とした。背屈角度測定時に加える力は、デジタルテンションメーターを用いて0.15Nとした。背屈角度はデジタルカメラにて垂直上方より撮影しパソコンに取り込んだ。足関節の背屈角度は画像上でScion imageを用いて測定した。基本軸は腓骨頭と外果を結ぶ線、移動軸は踵骨足底面とした(図2)。また今回の角度表示は、足関節が背屈するほど角度が小さくなるようにした。つまり、背屈制限が生じるほど、関節角度は大きくなる。足関節の背屈角度は角度計測誤差を減らすため1匹につき三回測定し、その平均を測定値とした。なお、本研究で行った関節可動域測定は全て一人の検者によって行われた。検者内信頼性係数<sup>7)</sup>は0.97であり、検者内で非常に高い信頼性を示した。

統計処理にはStatView-J5.0を使用し、固定前の各群の比較と固定後の各群の比較に関してはKruskal-Wallis検定を用い、有意差を認めた場合は、事後検定としてScheffe法を用いた。また、各群の固定前と固定後の比較にはWilcoxon符号付順位和検定を行った。なお、全ての統計手法は有意水準5%未満をもって有意差ありとした。本研究では各群のラット数が5匹と少なくデータが正規分布していなかったため、ノンパラメトリック法を用いた。

## 結果

固定前の足関節背屈角度は、2日固定群が44.7±6.1°、3日固定群が46.2±8.5°、4日固定群が45.6±6.4°であった。統計処理の結果、3群間には有意差を



図1 ギプス固定

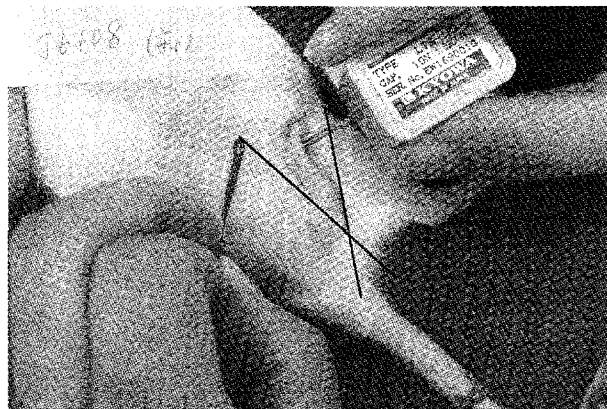


図2 足関節背屈角度の測定

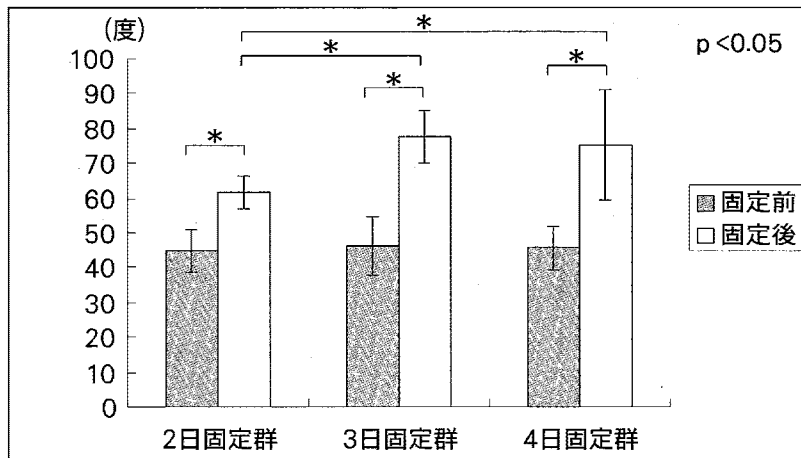


図3 足関節背屈角度の関節固定前と固定後の比較

認めなかった。固定最終日の関節角度は固定日数が増えるに従って悪化する傾向が見られた。固定後の足関節背屈角度は2日固定群が  $61.6 \pm 4.6^\circ$ 、3日固定群が  $77.4 \pm 7.5^\circ$ 、4日固定群が  $75.2 \pm 15.7^\circ$  であった。また各群の足関節背屈角度の減少率は、それぞれ2日固定群が14.8%、3日固定群が22.9%、4日固定群が25.2%であった。統計処理の結果、各群の固定後の足関節背屈角度は全ての群において固定前より有意に悪化した。また、2日固定群と3日固定群、2日固定群と4日固定群の間には有意差を認めたが、3日固定と4日固定の間には有意差を認めなかった(図3)。

### 考 察

本研究の目的は、関節可動域制限の発生時期を検討することであった。今回行った関節の固定期間は2日間から4日間という短期間であり、関節角度の変化もわずかであると思われた。そのためにより正確な測定方法の工夫が必要であった。過去の研究で行われている関節角度の測定方法は、徒手にて抵抗を感じた角度を最大角度とする方法である。しかし、これでは主観的な要因を完全に省くことが難しく、統一した測定値が得られないのではないかとと思われる。一般的に関節角度は加える力が増加すると拡大する<sup>8)</sup>と報告されていることから、常に同じ力で測定する必要がある。また小野ら<sup>9)</sup>は関節可動域測定時に加える力を一定にした方がより信頼性のある関節角度を得ることが出来ると述べている。そこで本研究ではより信頼性のある測定結果を示す為にデジタルテンションメーターを用いて関節角度測定時に加える力を終始一定にした。また、今回、関節角度を測定する際、測定に加える力を0.15Nに規定した。これは我々が事前に行った正常ラットの足関節が最大背屈に要する最小の力であり、

今回のようなわずかな関節角度の変化を比較する為には適切であると判断したからである。

廃用症候群は不活動が原因であり、様々な器官に影響を及ぼすことが知られている。例えば関節可動域制限、筋萎縮、循環障害、起立性低血圧などが挙げられる<sup>10)</sup>。中でも、筋萎縮<sup>11)</sup>や循環障害<sup>12)</sup>は3日間の不活動で変化が生じると言われている。そこで、関節可動域制限に関しても同様に、3日間という固定期間が鍵となるのではないかと仮説をたてた。そこで本研究での固定期間は3日を中心に前後1日の2日から4日とした。その結果、関節可動域制限は我々の仮説よりも早い固定後2日間でみられた。これは、山田ら<sup>13)</sup>が述べるように不活動に対する生体の適応が非常に早いことを示しているものと思われる。また、今回2日固定群でも固定前に比べて関節角度が14%と大きな低下を示した。これは、関節可動域制限が2日より早い時期にすでに発生していた可能性を示唆している。本研究では、2日間から4日間の固定期間について検討したため、固定後1日での関節可動域制限の発生については、不明なままである。このことは、仮説の段階でさらに検討する必要があると思われ、今後は、さらに短い期間での関節可動域制限の発生について検討する必要がある。

さらに、関節可動域制限の発生については発生時期の特定と共に、その制限因子を検討する必要があると思われる。なぜなら制限因子を特定することで、制限因子を考慮した関節可動域制限の予防方法を検討する事ができると考えたからである。先行研究では、1週間以上の関節の不動で生じる関節可動域制限について形態学的には筋節長<sup>14)</sup>や皮膚および筋<sup>15)</sup>の短縮が制限因子であると述べている。また、組織学的には浮腫やうっ血などの循環障害<sup>16)</sup>が制限因子であると述べられている。生化学的には筋タンパク質の急速な分解による筋組織の線維化と骨格筋の弾性低下<sup>17)</sup>やヒア

ルロン酸含有量の増加<sup>18)</sup>が制限因子であると述べられている。しかし、我々が検索する限りでは1週間以内における制限因子を見出すことが出来なかった。本研究においても制限因子については検討していないため、未だ不明なままである。今後は、固定後2日で発生する関節可動域制限の制限因子について追究し、関節可動域制限の発生を予防する方法を検討する必要がある。

## 文 献

- 1) 嶋田智明. 関節拘縮の基礎科学: その発生要因・病態ならびに理学療法アプローチの現状. 理学療法学 21 : 86-89, 1994
- 2) 岡西哲夫. 関節可動域制限と関節運動. 石川斎ほか編, 図解理学療法技術ガイド. 第2版, 文光堂, 525-529, 2001
- 3) Finsterbush, A., et al. : Reversibility of joint changes produced by immobilization in rabbits. Clin Orthop Relat Res, 290-298, 1975
- 4) Williams, P. E., et al. : Effect of intermittent stretch on immobilized muscle. Ann Rheum Dis, 47 : 1014-1016, 1988
- 5) 沖田実, 吉村俊朗ほか. 拘縮の病態とストレッチング. 理学療法探求, 3 : 29-36, 2000
- 6) 陳之内将志, 小野武也ほか. 関節可動域運動がラット足関節可動域制限に及ぼす影響. 理学療法の臨床と研究, 14 : 49-52, 2005
- 7) 桑原洋一, 齊藤俊弘ほか. 検者内および検者間の Reliability (再現性, 信頼性) の検討. 呼と循, 41 : 945-952, 1993
- 8) Flowers, K. R., et al. : The use of Torque Angle Curves in the Assessment of Digital Joint Stiffness. J Hand Ther, 69-74, 1988
- 9) 小野武也, 青山宏ほか. 足関節背屈可動域の測定誤差に関する検討. 山形保健医療研究, 3 : 55-57, 2000
- 10) 上田敏. 廃用症候群とリハビリテーション医学. 総合リハ, 19 : 773-774, 1991
- 11) 吉田直之, 佐々貴啓ほか. ストレッチによる廃用性萎縮筋の予防. 運動・物理療法, 12 : 27-32, 2001
- 12) 浮田春雄. 膝関節硬着の発展に関する実験的研究. 徳田整形外科開講十周年記念業績集, 150, 1962
- 13) 山田茂, 福永哲夫. 骨格筋一運動による機能と形態の変化. 東京, ナップ, 212, 1997
- 14) 沖田実. 関節可動域制限の病態生理. 理学療法, 20 : 603-611, 2003
- 15) 岡本眞須美, 沖田実ほか. 不動期間の延長に伴うラット足関節可動域の制限因子の変化. 理学療法学, 31 : 36-42, 2004
- 16) 小林寛. 固定性関節拘縮に関する関節鏡的病理組織学的研究. 日医大誌, 27 : 2292-2297, 1960
- 17) Savolainen, J., et al. : Effect of immobilization on collagen synthesis in rat skeletal muscles. Am J Physiol, 252 : R883-R888, 1987
- 18) 沖田実, 中野治郎. 結合組織の構造・機能の研究と理学療法. 理学療法, 20 : 719-725, 2003

## **Generation of Range of Motion Limitation in Short Immobilization.**

Masashi JINNOUCHI\*<sup>1</sup> Takeya ONO\*<sup>2</sup> Sadaaki OKI\*<sup>2</sup>  
Michele Eisemann SHIMIZU\*<sup>2</sup> Masaki HASEGAWA\*<sup>2</sup> Akira SAKAGUCHI\*<sup>1</sup>  
Shusaku KANAI\*<sup>2</sup> Kayoko SHIRAIWA\*<sup>2</sup> Akira OTSUKA\*<sup>2</sup>

\*1 Program in Health and Welfare, Graduate School of Comprehensive Scientific Research,  
Prefectural University of Hiroshima

\*2 Department of Physical Therapy, Prefectural University of Hiroshima

Received 12 September 2006

Accepted 12 December 2006

### **Abstract**

The purpose of this study was to determine the shortest immovable period for a range of motion limitation to occur. Fifteen female Wister rats were divided into three groups : immobilization for two days, three days and four days. The joint angle was measured on the first and last days of the experiment. Significant differences were not found for the first day for each group. However, significant differences were found between the three groups for the last day, as compared with the first day. In addition, significant differences were found between immobilization for two days and three days and for three days and four days. We found that a change took place in the joint angle even after immobilization for just two days. We believe that morphologic, histologic, and biochemical changes caused the limitation. At which time and how each factor affects the change are subjects for further research.

**Key words** : range of motion limitation, short immobilization, joint angle, animal experiment