

平成 28 年 6 月 21 日現在

機関番号：34452

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2015

課題番号：26870747

研究課題名(和文) 関節拘縮発生の予防を目的とした皮膚に対する伸張運動の効果に関する研究

研究課題名(英文) Study on the effects of stretching for the skin for preventing joint contractures

研究代表者

田坂 厚志 (TASAKA, ATSUSHI)

大阪行岡医療大学・公私立大学の部局等・講師

研究者番号：90710260

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、関節拘縮の発生を予防するために皮膚に対して関節運動を伴わない伸張運動を実施することで、皮膚の柔軟性と関節可動域が改善するのかを明らかにすることである。対象はラットとし、対照群、関節を固定する固定群、関節固定を除去して関節運動を伴わない伸張運動を行う伸張運動群の3群に分けた。測定項目は皮膚の柔軟性と関節可動域とし、それぞれを3群間で比較した。結果、伸張運動群は固定群と比較して皮膚の柔軟性、関節可動域ともに有意差を認めた。皮膚に対する関節運動を伴わない伸張運動は、皮膚の柔軟性と関節可動域を改善することが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：The present study was designed to examine the possibility of maintaining the skin extensibility and range of motion by stretching the involved skin without performing any joint movement, in cases of disuse joint contracture. The study was carried out in Wistar rats. The rats were randomized to three groups. The control group received no intervention for the right ankle joint, the fixation group received fixation of the right ankle joint in maximum plantar-flexion with a cast, and the stretching group received continuous stretching of the skin with the cast was removed during the skin stretching, but the joint was not moved. The skin extensibility and range of motion were compared among the three groups. The stretching group showed significantly higher skin extensibility when compared to the fixation group. Skin stretching performed without moving the joint was demonstrated to be useful for improving the extensibility and range of motion of the skin.

研究分野：理学療法学

キーワード：関節拘縮 皮膚 廃用症候群 伸張運動

1. 研究開始当初の背景

関節拘縮は、下肢の骨折や意識障害などによって関節の固定や不活動期間が長期にわたると発生する関節の可動域制限である。日本理学療法士協会から出版されている理学療法白書によると、関節拘縮は理学療法の対象障害の中で筋力低下について第2位であり、臨床において治療する機会の多い問題点の一つである。これまでの研究より、関節拘縮の原因となる組織は、関節を固定することで拘縮を発生させた動物実験から調査が行われており、皮膚や骨格筋、関節包などの関与が明らかにされている。さらに拘縮の原因組織である骨格筋に関しては、柔軟性が低下することや伸張運動による効果が明らかにされているが、皮膚に関しては現在のところ明確にされていない。

2. 研究の目的

関節拘縮の発生を予防するためには、自動もしくは他動的に関節運動を行い関節の動きを維持する必要がある。皮膚や骨格筋などの組織に対しては、通常関節運動に伴って伸張運動を実施するが、特に皮膚は関節を動かすことが困難な場合にも関節を動かさずに伸張運動を実施することが可能な組織である。関節拘縮は、関節運動が困難な状態においても、皮膚の柔軟性を改善することで抑制効果が期待される。しかし、皮膚は関節運動を伴わない伸張運動で皮膚の柔軟性を改善することが可能かどうかについてはあまりよく知られていない。本研究は、関節運動を伴わない伸張運動を皮膚に対して実施すると、治療効果として皮膚の柔軟性と関節可動域を改善するのかがどうかを明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

対象は8週齢のWistar系雄ラット36個体を用いた。ラットはケージ内で飼育し餌、水ともに自由に摂取させた。飼育室の環境は空調を使用して室温が23℃と一定になるようし、照明を1日12時間毎に点灯および消灯させ人工的に昼と夜を設定した。ラットは無作為に右足関節に対して介入を行わない対照群(6匹)、右足関節に対して最大底屈位で1週間ギプスによる関節固定を行う固定群(6匹)、右足関節に対して最大底屈位でギプス固定を行い、1日1回固定を除去し30分間連続して足関節背部の皮膚に伸張運動を行う伸張運動群(6匹)に分けた。関節固定は、ペントバルビタールナトリウム(40mg/kg b.wt.)をラットの腹腔内に投与し麻酔下にて足関節を最大底屈位で保持し、ギプスを用いて大腿から足部にかけて施行した。固定期間中は、浮腫の発生やギプスの緩みに注意し、必要に応じてギプスの巻き替えを行った。伸張運動群は、ペントバルビタールナトリウム(40mg/kg b.wt.)の腹腔内投与による麻酔下にて、ネットとギプスを除去した後皮膚

に対して伸張運動を行った。ラットは右足関節が上方の側臥位とし、足関節を動かさないように最大底屈位で保持した。伸張運動は関節を動かさず皮膚のみを伸張するために、皮膚に貼付が可能である非伸縮性のテープを使用して実施した。テープはラットの右アキレス腱部の近位と遠位にそれぞれ1枚貼付した。伸張方向は下肢の長軸で近位と遠位の方向とした。伸張力はばね秤を使用し、0.3Nの力が加わるように調整した。

(1) 皮膚の柔軟性に関する評価：すべての群(各6匹)を対象とし、引張り試験機(Shimadzu Co., Autograph AG-50kNG)を使用して実験最終日に実施した。ラットには腹腔内にペントバルビタールナトリウム(40mg/kg b.wt.)投与し、苦痛が伴わないよう十分に麻酔を効かせた。引張り試験用の皮膚はアキレス腱部の皮膚とし、足関節最大底屈位で踵部より遠位へ3mmの位置A点と、そこから近位へ10mmの位置B点に皮膚マーキングを施した。採取する皮膚の範囲として、長さは遠位端をA点から遠位へ5mmと近位端をB点から近位へ5mmの20mmとし、横幅は4mmとした。その後ラットは腹大動脈切断による脱血にて屠殺し、直ちに皮膚を切離し採取した。採取した皮膚はA点とB点に穴を開け伸縮性のないステンレス製のワイヤーを刺入し、ワイヤーの両端部をそれぞれクランプで引張り試験機に固定した。試験開始位置は、2箇所ワイヤー刺入部間の距離がマーキングを施した際と同じ10mmとなるようにノギスを用いて調整した。引張り試験は、開始時の伸張距離が0mm、張力が0Nとなるように設定し、1つの皮膚試料に対して1回実施した。皮膚の柔軟性の指標は、引張り試験の開始時から0.3Nの伸張力が加わった際に皮膚が伸張された距離とした。統計手法は、Kruskal-Wallis testを実施し、その結果から有意差を認められた場合、多重比較検定としてSteel-Dwassを行なった。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。

(2) 足関節背屈可動域の測定：すべての群(各6匹)を対象とし、固定開始前と実験最終日に行った。可動域の測定は、ラットの腹腔内にペントバルビタールナトリウム(40mg/kg b.wt.)投与し、麻酔下にて実施した。ラットは右足関節を上方とする側臥位にし、股関節と膝関節を最大屈曲位で保持して体幹とともに固定した。足関節の背屈は、ロードセル(KYOWA Co., LTS 1KA)を用いて中足部に0.3Nの力を加えて定量的に行った。また、測定中はデジタルカメラを用いて垂直上方から動画を撮影した。動画はパソコンに取り込んだ後に0.3Nの力で背屈している際の静止画を取り出した。得られた静止画は画像解析ソフト(NIH, ImageJ)を使用してパソコン上で背屈可動域を算出した。なお、算出した背屈可動域は、ラットの腓骨頭から外果を結んだ線の延長線と、踵骨の底面が成

す角度とした。統計手法は、Kruskal-Wallis test を実施し、その結果から有意差を認めた場合、多重比較検定として Steel-Dwass を行なった。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。

4. 研究成果

統計処理の結果、皮膚の柔軟性は 3 群間で有意差を認めた。さらに、伸張運動群は固定群よりも有意に柔軟性が向上した(表 1)。次に関節可動域もまた 3 群間で有意差を認めた。伸張運動群は固定群と比較して有意に可動域の改善を認めた(表 2)。

伸張運動は軟部組織を伸張することを目的とし、関節を動かして実施されることが一般的である。伸張運動の効果についてはこれまで実験的研究によって検討されている。動物を対象とした実験では、ラットの足関節を最大底屈位でギプスを用いて固定し、毎日 1 回ギプスを除去して足関節の底屈筋群に対して伸張運動を実施して関節可動域を測定した。その結果、1 日 30 分間の持続的な伸張運動によって関節拘縮の発生が抑制されたとしている。つまり、関節を動かして行う伸張運動の効果は筋の柔軟性が改善することで得られており、主として筋を対象にしていると言える。しかし、関節拘縮の原因となる組織は骨格筋だけでなく、皮膚が関与している。皮膚は骨格筋と同様に関節を動かして行う伸張運動にて伸張することが出来るが、関節固定を余儀なくされた場合に皮膚を直接触知することで、関節運動を伴わずとも伸張運動を実施することが可能となる唯一の組織である。よって、今回我々はこれまでの研究と異なり関節運動を伴わない伸張運動を実施することで筋に対する効果を防ぎ、皮膚のみを対象とした伸張運動の効果を検討する必要があると考えた。

今回の研究結果より、皮膚に対して関節運動を伴わないで実施する伸張運動は、皮膚の柔軟性を改善し、関節拘縮の発生を抑える効果があることを明らかにした。先行研究より、関節を動かすことなく皮膚を伸張することができる方法の一つとして tissue expansion が報告されている。Tissue expansion は皮下に囊を埋入し、徐々に膨隆させることで皮膚や軟部組織を伸張する方法である。臨床的には、母斑症例に対して tissue expander を用い、鼠径部や下腹部の皮膚を伸張させた後に採取して植皮を行っている。つまり、tissue expansion は皮膚を伸張することで皮膚の柔軟性を向上する効果がある。しかし、tissue expansion は外科的な侵襲を伴うため、廃用性の関節拘縮の発生を抑制する目的で行われることはない。今回我々が行った実験的研究は、体表上から皮膚に対して関節運動を伴わないで実施する伸張運動の効果を一明らかにしたことに意義があると考えている。

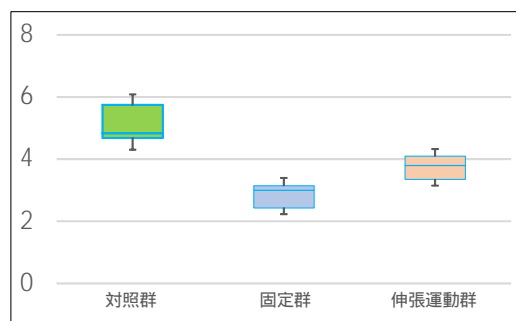


図 1. 皮膚の柔軟性 (単位: mm)
固定群よりも伸張運動群において皮膚の柔軟性向上を認めた。 $p < 0.05$

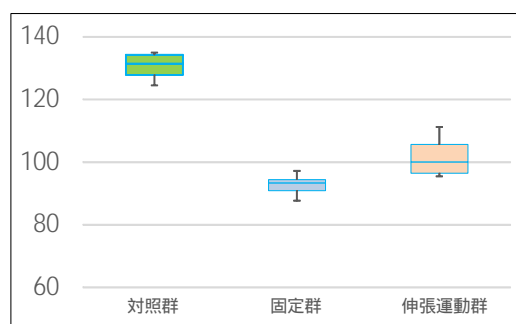


図 2. 足関節の背屈可動域 (単位: 度)
固定群よりも伸張運動群において背屈可動域の改善を認めた。 $p < 0.05$

<引用文献>

白書委員会, 理学療法士実態調査報告-2005年6月実施-, 理学療法学, 33巻, 6号, 2006, p338-352

Atsushi Tasaka, Takeya Ono, Sadaaki Oki, Namiko Umei, Hideki Ishikura, Kazuki Aihara, Yuta Sato, Tomohiro Matsumoto, The skin involved with the joint contracture clarified that extensibility decreased in this study, Journal of Physical Therapy Science, Vol. 27, No. 9, 2015, p2683-2685

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 1 件)

Atsushi Tasaka, Takeya Ono, Hideki Ishikura, Kazuki Aihara, Yuta Sato, Tomohiro Matsumoto, Takeshi Morifuji, Sadaaki Oki, Effects of skin stretching without joint movement on skin extensibility in rats, Journal of Physical Therapy Science (in press)

[学会発表](計 1 件)

Atsushi Tasaka, Takeya Ono, Sadaaki Oki,

Namiko Umei ,Hideki Ishikura ,Kazuki Aihara ,
Yuta Sato ,Tomohiro Matsumoto ,Akira Otsuka ,
The effect of stretching in maintaining
skin extensibility in rats , 17th World
Confederation for Physical Therapy
Congress 2015

6 . 研究組織

(1)研究代表者

田坂 厚志 (TASAKA , ATSUSHI)
大阪行岡医療大学・医療学部・講師
研究者番号 : 90710260

(3)連携研究者

小野 武也 (ONO , TAKEYA)
県立広島大学・大学院総合学術研究科・教
授
研究者番号 : 30299797

(4)研究協力者

石倉 英樹 (ISHIKURA , HIDEKI)