

原著

## 筋腱移行部伸張法のハムストリングスに対する伸張効果の検討 ～ストレッチと筋腱移行部伸張法の比較～

### Muscle tendon junction stretching effect on Hamstrings flexibility ～Comparison between static stretching and muscle tendon junction stretching～

藤野 文崇<sup>1)</sup> 山田 寛之<sup>2)</sup> 小森 武隆<sup>1)</sup>

#### Abstract

**Purpose:** There are various reported methods for stretching. Among them, static stretching(SS) is one of the most common methods used in clinical practice. However, when there is lower back pain or when there is spasticity in stroke patients with hemiplegia, it is sometimes difficult to gain sufficient stretching with static stretching. This study compares the effectiveness of muscle tendon junction stretching (MTJ) against the commonly used static stretching(SS).

**Participants:** Comparison was made on 22 healthy university students who were recruited from our university and 12 stroke patients with hemiplegia recruited from Y Hospital's daycare rehabilitation service.

**Method:** First, we used the straight leg raising (SLR) test to assess the condition before stretching. We measured SLR under passive movement. Then we conducted muscle tendon junction stretching (MTJ) and static stretching (SS) on the hamstrings. After stretching, we measured SLR again to see the effect of stretching. We compared the SLR measurement before and after stretching to calculate the improvement ratio.

**Results:** Among the university students, improvement ratio for MTJ stretching was  $14.6\pm 6.0\%$ , while for SS it was  $7.1\pm 7.6\%$ . Among the stroke patients, it was  $21.2\pm 7.7\%$ , and  $15.6\pm 6.1\%$ , respectively.

**Discussion:** MTJ stretching is conducted with the knee in a slight flexion position where as SS elongates the hamstrings muscles with the knee in a fully extended position. Therefore, MTJ stretching is considered to be a low risk stretching method than static stretching.

**Conclusion:** Muscle tendon junction (MTJ) stretching showed greater improvement in hamstring flexibility than SS. Our findings points to the possibility that MTJ stretching is a more recommendable method for stretching than SS because it may be more effective and also have lower risk.

#### 要約

目的: ストレッチの方法は多数報告されているが、中でも一般的なのがスタティック・スタティック・ストレッチである。脳卒中片麻痺による痙性や腰痛があると、スタティック・ストレッチでは効果的な結果を得られにくい。この研究の目的は筋腱移行部伸張法の効果について、一般に普及しているスタティック・ストレッチと比較することにある。

対象: 比較研究は、本学から22人の健常人学生を募り、Y病院のデイケアに通う12人の脳卒中片

---

Fumitaka Fujino  
大阪河崎リハビリテーション大学  
リハビリテーション学部 理学療法学専攻  
E-mail: ffujino03@gmail.com

1) リハビリテーション学部 理学療法学専攻  
2) 医療法人 吉栄会 吉川病院

麻痺患者との比較を実施した。

方法：本研究では健常人学生と脳卒中片麻痺患者を対象に、スタティック・ストレッチと筋腱移行部伸張法について、各方法での介入前後の straight leg raising (SLR) の角度を計測し、その改善率を指標として比較検討した。

結果：コントロール群の筋腱移行部伸張法の改善率は  $14.6 \pm 6.0\%$ 、スタティック・ストレッチは  $7.1 \pm 7.6\%$ であった。脳卒中群では筋腱移行部伸張法の改善率は  $21.2 \pm 7.7\%$ 、スタティック・ストレッチは  $0.6 \pm 6.1\%$ であった。

考察：筋腱移行部伸張法はスタティック・ストレッチで完全伸展域まで伸張されるハムストリングを軽度伸張位で実施する方法であることから、痙縮筋に対してストレッチを施行する場合に筋の微細損傷などのリスクの低い伸張方法であるといえる。

結語：健常人学生と脳卒中片麻痺患者において筋腱移行部伸張法の方が有意に筋の伸張性を改善した。筋腱移行部伸張法は筋を軽度伸張位で実施する方法であることから、筋の微細損傷などのリスクの低い伸張方法で、痙縮筋に対しても有効な伸張方法である可能性が示唆された。

**Key Words**：ストレッチ、筋腱移行部伸張法、学生、脳卒中片麻痺患者

## 1. 序文

理学療法の対象障害のなかで、関節可動域（以下 ROM）障害は 1985 年では全体の 13.5% を締め、さまざまな対象障害の中で第 1 位となっている。その後も、1995 年は全体の 16.5% で対象障害のなかで第 2 位であり、2005 年においても全体の 13.1% で対象障害でも第 2 位となっている<sup>1)</sup>。

ROM 制限の要因としては、年齢や日常生活活動量、職業に加え中枢神経障害や整形外科疾患の罹病期間が影響するものと考えられる。ROM 制限は皮膚や皮下組織、骨格筋、腱、靭帯、関節包などといった関節周囲に存在する軟部組織に原因がある場合と関節軟骨や骨といった関節構成体そのものに原因がある場合があり、その他には骨折などによって骨が偏位した場合や骨片の一部が関節内に遊離した場合に生じるとされている<sup>2)</sup>。一般の理学療法において ROM 制限は骨格筋、関節変形、中枢神経障害による二次的な筋障害が原因となっていることをしばしば経験する。この中で関節変形による ROM 制限は理学療法で改善することが困難な場合が

多いが骨格筋、中枢神経障害における二次障害が原因となる ROM 改善はしばしば経験する。

ROM 改善を目的とした筋に対するアプローチとしてストレッチは一般的に知られている<sup>3)</sup>。しかし、ストレッチは手法として筋の特性や筋の形態に応じて力をどの方向にどの程度加えていくかが重要であり、筋に対する伸張の程度や方向の考慮などセラピスの経験や技術に影響されると考えられる。例えば、腰部関連疾患患者においてハムストリングスの短縮を呈する症例においてストレッチを実施する際に疼痛が原因となり十分なストレッチを実施する事が困難な場合を経験することがある。さらに、下肢運動器系などの術後早期の場合は、防御収縮が生じわずかな伸張運動によっても防御的反応が起こるケースがある<sup>4)</sup>。また、脳卒中による意識障害がある場合は意識しない機械的外傷を受けやすく、さらに四肢の痙縮により伸張運動で屈曲反射が生じ十分な伸張位を得られない場合があることは報告されており<sup>5)</sup>、日常の臨床においてもしばしば経験する。

この場合に、別の手法として内側ハムストリングスおよび外側ハムストリングスを把持し坐

骨結節方向に伸張を加えながら骨の長軸に対し回旋を加えるようにして内・外側に伸張ストレスを加えることにより股関節屈曲（Strait leg raising：以下 SLR）角度の改善を経験することがある。特に半膜様筋は脛骨に付着し鷺足を形成するだけでなく、膝関節の後内側の支持機構（半膜様筋角）として重要であり、付着部が多岐にわたることは一般的に知られている。そこで今回、これらの臨床経験を元に、新たに考案した背臥位で膝関節軽度屈曲位としハムストリングスの付着部付近を把持し坐骨結節方向に伸張を加えながら半膜様筋の付着部の多様性や関節周囲の筋以外の軟部組織を考慮しつつ内・外側に伸張ストレスを加える独自の伸張方法（以下：筋腱移行部伸張法）とハムストリングスに対する他動的伸張を健常者に対し実施しハムストリングスの伸張性改善効果の指標として SLR の改善を比較検討した。さらに、臨床応用として慢性期の脳卒中片麻痺患者に対して従来のハムストリングスに対するスタティック・ストレッチと筋腱移行部伸張による伸張性の改善効果について検討した。

## 2-1. 方法

### 検討 1：健常者におけるハムストリングス伸張性の改善方法の比較

筋腱移行伸張法は筋腱移行部や腱の付着部が多様な構造となっていることに着目してリラクゼーションを実施した臨床経験を元に実施した方法であり、停止腱付近を把持し、腱を停止部から骨の長軸方向に伸張しつつ骨の長軸に対し螺旋的に筋腱移行部を伸張する方法である。健常者において筋腱移行部伸張法が明らかに筋の伸張性に効果のある方法であるか検討することを目的とした。

本学在籍中の健康で中枢神経疾患、整形外科疾患を有しない学生 22 名（男性 11 名，女性 11 名，年齢  $21.8 \pm 0.3$  歳）を対象とし、ハムスト

リングスに対するスタティック・ストレッチと筋腱移行部伸張法を実施し効果を比較した。

### 検討 2：慢性期脳卒中片麻痺患者に対するハムストリングス伸張性の改善方法の比較

筋腱移行部伸張法が脳卒中片麻痺患者にたいする臨床応用が可能かどうか検討することを目的とした。

Y 病院通所リハビリテーションを利用中で病態が安定しており、疼痛などの自覚症状を有しない脳卒中片麻痺患者 12 名（男性 5 名，女性 7 名，年齢： $68.3 \pm 7.0$  歳，病歴： $3.3 \pm 2.1$  年，BRST 分布：I 1 名，II 4 名，III 4 名，IV 1 名，V，2 名）を対象としハムストリングスに対するスタティック・ストレッチと筋腱移行部伸張法を実施し SLR 改善効果について比較した。

検討 1 および検討 2 を実施するにあたり被験者に Y 病院の研究規定に則って十分な説明を行い同意の得た対象に対し実施した。

## 2-2. 実施手順

### スタティック・ストレッチおよび筋腱移行部伸張法の練習

あらかじめ検者となる本学在籍中の臨床実習を終了した 4 年生 2 名および、検者となる Y 病院通所リハビリテーションセンターの理学療法士 1 名（臨床経験 6 年）に対し、ハムストリングスに対するスタティック・ストレッチと筋腱移行部伸張法を十分に練習させた。この際に 2 種類の方法において期待される効果に関しては検者に伝えずに手技を習得することを目的に実施した。

### SLR の計測

被験者の姿勢を治療台上の背臥位とし、ゴニオメーターを用い SLR の角度を計測した（以下：施行前）（図 1）。検討 2 において脳卒中片麻痺患者を対象としたことから自動運動による

ROM の計測が困難であったため、検討1および検討2のROM計測はすべて3人の検者による他動運動にて実施した。



図1. SLR 角度の計測

#### ハムストリングスのスタティック・ストレッチおよび筋腱移行部伸張法

検討1においては、学習効果や累積効果を除外し、交差性伸展反射などの潜在的影響による神経学的交互作用をコントロールするため左右別の下肢に別の方法を実施した。ROM測定の結果、SLRに左右差を認めなかったことから、右側の下肢にハムストリングスのスタティック・ストレッチ(図2)を1分間実施し、左側の下肢に筋腱移行部伸張法(図3)を1分間実施した。

検討2においては、麻痺側のハムストリング



図2. ハムストリングスに対するスタティック・ストレッチ



図3. ハムストリングスに対する筋腱移行部伸張法

スに対し1分間のスタティック・ストレッチ、または1分間の筋腱移行部伸張法を実施した。なお、この2種類の伸張法はランダムに割り付けて実施した。スタティック・ストレッチの持続効果について10分程度であった報告<sup>6)</sup>されていることから各伸張法間の実施間隔は1週間以上あけて実施した。

#### SLRの再計測

被験者の姿勢を治療台上の背臥位とし、ゴニオメーターを用いSLRの角度を計測した(以下:施行後)。計測は施行前と同様に他動運動にて実施した。

#### SLRの改善効果の検討

施行前の左右のSLRを比較し、さらにスタティック・ストレッチと筋腱移行部伸張法を実施した後に実施前後のSLRを比較した。さらに、施行前を基に伸張後のSLRの値を正規化し改善率を比較した。施行前のSLRの比較、スタティック・ストレッチと筋腱移行部伸張法のSLRの改善率の比較は独立2群におけるT検定を用い、各群の施行前と施行後のSLRの改善効果の検討は対応のあるT検定を用い有意水準を5%未満として実施した。

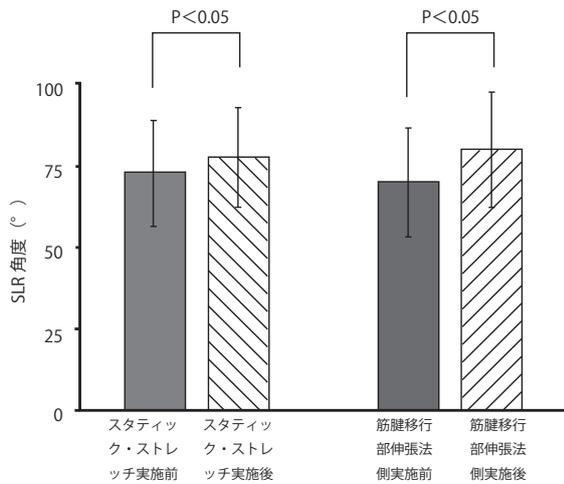


図4. 検討1におけるスタティク・ストレッチ, 筋腱移行部伸張法施行前後のSLRの角度

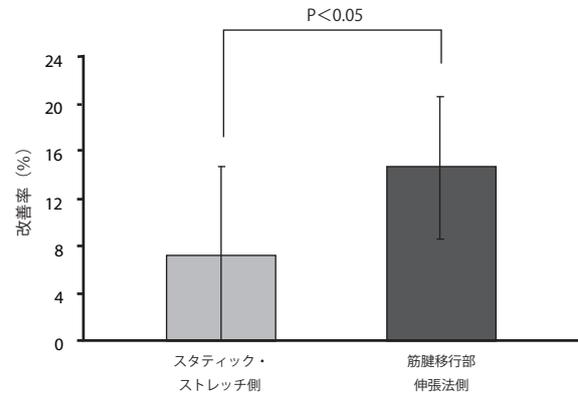


図5. 検討1におけるスタティク・ストレッチ, 筋腱移行部伸張法によるSLRの改善率

### 3. 結果

#### 検討1：健常者におけるハムストリングス伸張性の改善方法の比較

施行前におけるSLRはスタティク・ストレッチを実施する側は73.0 ± 16.3°であり、筋腱移行部伸張法を実施する側は70.0 ± 16.8°であり有意差を認めなかった。スタティク・ストレッチ後のSLRは77.5 ± 15.2°であり、筋腱移行部伸張法後は79.8 ± 17.6°であり両群において施行前に比べ有意な改善を認めた (P < 0.05) (図4)。さらに、施行前を基に改善率を比較した結果、スタティク・ストレッチ後の

改善効率は7.1 ± 7.6%であり、筋腱移行部伸張法後の改善率は14.6 ± 6.0%であり筋腱移行部伸張法がスタティク・ストレッチに比べ有意な向上を認めた (P < 0.05) (図5)。

#### 検討2：慢性期脳卒中片麻痺患者に対するハムストリングス伸張性の改善方法の比較

スタティク・ストレッチ施行前のSLRは52.5 ± 6.2°であり、筋腱移行部伸張法実施前のSLRは54.6 ± 7.2°であり有意差を認めなかった。スタティク・ストレッチ後のSLRは60.4 ± 5.0°であり、筋腱移行部伸張法後は65.8 ± 6.7°であり両群において施行前に比べ有意な改善を認め

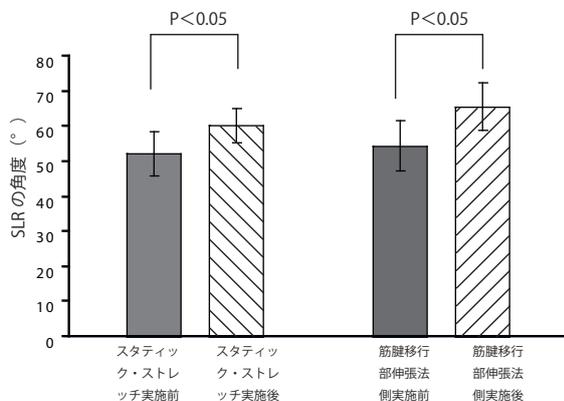


図6. 検討2におけるスタティク・ストレッチ, 筋腱移行部伸張法施行前後のSLRの角度

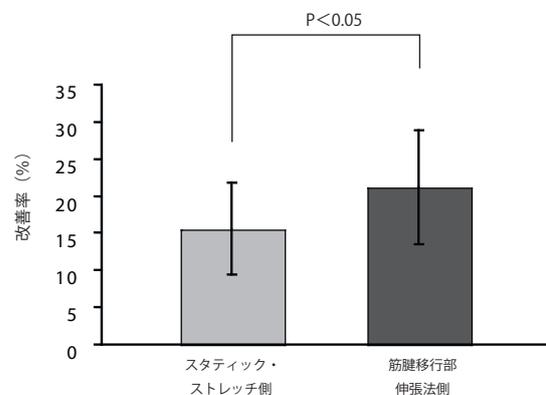


図7. 検討2におけるスタティク・ストレッチ, 筋腱移行部伸張法によるSLRの改善率

た ( $p<0.05$ ) (図6)。さらに、施行前を基に改善率を比較した結果、スタティック・ストレッチ後の改善効率は  $15.6 \pm 6.1\%$  であり、筋腱移行部伸張法後の改善率は  $21.2 \pm 7.7\%$  であり筋腱移行部伸張法がスタティック・ストレッチに比べ有意な向上を認めた ( $p<0.05$ ) (図7)。

#### 4. 考察

検討1および検討2において、図4、図6で示したようにスタティック・ストレッチ後および筋腱移行部伸張法後において施行前に比べ有意な改善を認めた。さらに、改善率の比較において筋腱移行部伸張法の方がスタティック・ストレッチに比べ有意にSLRの改善効果を認めることが示された。

##### 検討1におけるスタティック・ストレッチの効果

スタティック・ストレッチは筋を伸張位で一定時間保持することで脊髄内抑制のI b抑制を利用した方法で筋の柔軟性を高め、関節の可動域を拡大することに有効である事は一般的に知られており<sup>7)</sup> 本研究においても同様に従来どおりの結果を得ることが出来たものとする。

##### 検討1における筋腱移行部伸張法の効果

筋腱移行部伸張法においても施行前と比較し有意な改善を認めたことから伸張性の改善に効果的である事が示唆された。これは、脊髄内抑制のI b抑制による伸張性の改善効果に加え、施行部位に対する持続した緩やかな圧迫や伸張を適用することで筋膜がリリースされたことにより伸張性や弾性が改善されたと報告<sup>8)</sup> されていると同様の生理学的作用によりSLRの改善につながった可能性が考えられる。

##### 検討1におけるスタティック・ストレッチと筋

##### 腱移行部伸張法の比較

スタティック・ストレッチは筋・腱に対する機械的刺激であり、この刺激を結合組織が破壊されない程度の力を一定以上の時間加え続けることにより、組織の破壊を伴わずに変形させることが可能となるとされている<sup>9)</sup>。しかし、この刺激を適切に加えるためには経験が必要となるため経験の浅いセラピストにとっては治療効果を出現させることが難しい可能性が考えられる。これに対し、筋腱移行部伸張法では半膜様筋の多方向の停止部に対し効率的に刺激を加えられた可能性があり、筋の伸張によるストレッチの効果だけでなく半膜様筋の停止腱を介して膝窩筋の筋膜や半膜様筋が停止する靭帯付近の筋膜に対し影響を及ぼした可能性が考えられる。その結果、経験が未熟な学生であっても十分な効果を引き出すことが可能であったと考えられ、筋腱移行部伸張法は柔軟性の改善方法として安易なものであると考えられる。そして、筋腱移行部伸張法は膝関節を軽度屈曲位で実施できることから筋の微細損傷などのリスクを軽減させることのできる方法であると考えられる。

##### 検討2におけるスタティック・ストレッチの効果

スタティック・ストレッチにおいて脳卒中片麻痺患者においてもSLRの有意な改善を認めたのは小野<sup>10)</sup>らが痙縮筋に対しても徒手のストレッチングを実施した結果、ROMの改善は得られたと報告しているのと同様の結果であった。さらに、痙縮筋に対する運動療法として持続伸張は効果的であることは報告されている<sup>11)</sup>。これは、I b線維やII線維への刺激が $\gamma$ 運動神経を抑制することにより得られ、持続伸張は筋の短縮や拘縮を予防および改善する上でも重要であり、徒手で行う以外に装具療法やTilt Tableを用いた持続伸張が有効であるとされている<sup>12)</sup>。

しかし、これらの研究は持続伸張時間が20分と長いことから、筆者らが実施した研究におけるにスタティック・ストレッチの伸張時間では痙縮抑制のためには不十分であった可能性も考えられる。一方、Cadenheadらは成人脳性麻痺者に対するスタティック・ストレッチの効果について下肢の関節可動域の角度計測値をアウトカムに多重ベースライン・シングルケース研究を実施し、3—6週間にわたるスタティック・ストレッチの中断および開始によって関節可動域が首尾一貫して変化しなかったことを報告し、痙性筋に対するスタティック・ストレッチによる可動域訓練の治療を長期間漫然と継続する事に疑問を投げかけている<sup>13)</sup>。

#### 検討2における筋腱移行部伸張法の効果

痙縮筋に対する筋・筋膜のリリースにより、アライメントの改善、筋緊張の改善、筋機能の改善が得られたと金子は報告<sup>15)</sup>している。金子によれば、他動的伸長法のひとつであるこの手技の効果発現は、筋膜のねじれを元に戻し、筋と筋の間もしくは筋と他の構造物の間の可動性や伸張性を改善させることにより発現されると報告されている<sup>13)</sup>。筋腱移行部伸張法においても、大腿遠位後面を手掌で大きく把持して行なうことから、筋膜リリースと同様の効果が得られたものと考えられる。

さらに、筋膜リリースは徒手的に筋腹部の筋膜を伸張することが多いのに対し、筋腱移行部伸張法では筋腱移行部に対し操作を加えることから、筋や筋膜だけでなくその他の軟部組織も伸張することが出来た可能性が考えられる。Foranらによれば、移動能力がある程度低い脳性麻痺者の痙性筋は、年齢と共に組織学的に繊維化がすすみ伸長性が著しく低下していくという<sup>14)</sup>。仮にこの筋の腱化のような組織学的変成が進行することが、中枢神経系がひきおこす運動器への二次障害の一つうなであると考え

と、健常筋における筋腱移行部での伸長性を促すことを標的にした我々のアプローチは戦略的に極めて的を得たものであるとも言えるのかも知れない。

#### 検討2におけるスタティック・ストレッチと筋腱移行部伸張法の比較

筋腱移行部伸張法はスタティック・ストレッチに比べ伸張性の改善には効果的を認めた。痙縮は、中枢神経の障害により $\gamma$ 運動ニューロンの活動性の亢進、筋紡錘感受性の上昇、I a群線維終末に対するシナプス前抑制の減少、I a群線維の変性/発芽現象、さらには $\alpha$ 運動ニューロンへの興奮性入力が増大および抑制性入力の減少やシナプス後膜の感受性の上昇、 $\alpha$ 運動ニューロン自体の興奮性の変化などの関与が推測されている<sup>16)</sup>。筋腱移行部伸張法は膝関節を軽度屈曲位で実施できることからスタティック・ストレッチに比べ筋紡錘への刺激を軽減する事ができ筋以外の軟部組織を効率的に伸張できた結果ハムストリングスの伸張性が改善しSLRの改善につながったものと考えられる。そして、痙縮筋に対する伸張法としてスタティック・ストレッチよりも筋腱移行部伸張法のほうが有効である可能性が示唆された。

#### 問題点と今後について

今回の問題点として、健常者に対する検討を実施した際の検者が学生だったことからスタティック・ストレッチを練習したとはいえ、経験が少なく未熟であった。今後、経験の豊富なセラピストによる検討も実施することでより良い効果が得られるかも知れない。

ROMを他動運動により計測したことから検者のエンドフィールの感じ方により計測データに差が出る可能性があることが考えられる。そのため、今後は、他動運動による計測だけでなく、自動運動による計測も実施する必要がある

と考えられる。

## 5. 結論

ハムストリングに対する伸張の方法として、スタティック・ストレッチと筋腱移行部伸張法はともに改善効果を認めた。そして、スタティック・ストレッチに比べ筋腱移行部伸張法の方が伸張性の改善に有効である可能性が示唆された。

### 謝辞

本研究に協力して下さった患者様と患者様のご家族、本学学生ならびにY病院通所リハビリテーションセンターのスタッフの皆様に深く感謝いたします。

### [参考文献]

- 1) 理学療法白書委員会 理学療法士実体調査報告 - 2005年6月実施 -, 理学療法学 2006, 33: 338 - 352.
- 2) 沖田実 “関節可動域制限 - 病体の理解と治療の考え方 -” 三輪書店, 2010, p2-17.
- 3) 大工谷新一 ストレッチング, 関西理学療法 2003, 3: 1-7.
- 4) 細田多穂, 柳澤健 (編) “理学療法ハンドブック 第2巻” 協同医書出版社, 1999, pp249-274.
- 5) 小林孝誌 痙縮改善のためのストレッチングの手技とその効果, 理学療法 2004, 21 (12): 1468-1473.
- 6) 桑原拓也・饗場和美・豊岡浩介・他 反復性他動ストレッチングのハムストリングス伸張に及ぼす効果, Kitakanto Med J 2008, 58, 159-166.
- 7) 鈴木重行 “ID ストレッチング” 三輪書店, 2000, p6-14.
- 8) 竹井仁 軟部組織障害に対する徒手のアプローチのエビデンス, 理学療法 2010, 27 (3): 438-442.
- 9) 井上悟 “アスリートケアマニュアル ストレッチング” 文光堂, 2007, p2-15.
- 10) 小野晃裕・天野好博・高木亜沙美・他 痙縮筋に対する徒手ストレッチの効果, 愛知県理学療法学会誌 2009, 21(1): 104-105.
- 11) 田中尚文 痙縮の治療 update - 運動療法, 総合リハビリテーション, 2001 29, 299-303.
- 12) 秋本秀次 最新のリハビリテーション - 痙縮のマネージメント -, The Japanese Journal of Rehabilitation Medicine 2008, 45(9): 591-597.
- 13) Sherri L Cadenhead, Irene R McEwen, David M Thompson Effective of passive range of motion exercises on lower extremity goniometric measurements of adult with cerebral palsy, Physical Therapy 2002, 82 (7): 658-699.
- 14) Jared RH Foran, Suzanne Steinman, Ilona Barash, Henry G Chambers, Richard L Lieber: Structural and mechanical alterations in spastic skeletal muscle, Developmental Medicine & child Neurology. 2005, 47:713-717.
- 15) 金子満寛 小児 (脳性麻痺) における筋膜リリース, 徒手の理学療法 2001, 1(1): 3-6.
- 16) 内山卓也, 加藤天美 痙縮の病態と治療法の選択, 脳神経外科速報 2011, 21(4): 394-402.