

健常者におけるホールド・リラックス手技と下部体幹の静止性収縮手技の  
施行時間の違いが膝関節可動域に及ぼす影響

Comparison of the effects of hold relax and pelvic resistive exercise on the range of motion of the  
knee joints in normal young volunteers.

白谷 智子<sup>1, 2)</sup>  
Tomoko Shiratni  
清水 ミシェル・アイズマン<sup>4)</sup>  
Michele Eisemann Shimizu

新田 收<sup>1)</sup>  
Osamu Nitta  
柳澤 健<sup>1)</sup>  
Ken Yanagisawa

新井 光男<sup>3)</sup>  
Mitsuo Arai

**要約:** 持続伸張手技 (SS) やホールド・リラックス手技 (HR)・骨盤の後方下制の中間域での静止性収縮手技 (SCPD) の施行時間の違いが他動及び自動関節可動域 (PROM・AROM) に及ぼす効果の差異について検証した。対象は健常者 66 名 (男性 36 名, 女性 30 名, 平均年齢 (SD) 21.4 (0.5) 歳) である。66 名を無作為に手技は SS, HR, SCPD を, 施行時間は 20 秒あるいは 40 秒を行う 6 つに分類し, 他動と自動の膝関節伸展の測定を行った。手技と施行時間と測定方法を要因とした三元配置分散分析の結果, 手技, 施行時間と測定方法間に有意差が認められた ( $p < 0.05$ )。多重比較検定 (Tukey 法) の結果, SS より HR と SCPD において有意な増大が認められ ( $p < 0.01$ )。20 秒の施行時間では AROM より PROM において, AROM の測定方法では 20 秒より 40 秒において有意な増大が認められた ( $p < 0.05$ )。PROM 改善のためには収縮時間を長くしてもハムストリングスへの抑制効果が大きくなる可能性が少ないことが示唆されたが, AROM の増大には, 収縮時間が長い方が膝伸筋群への促進効果があることが示唆された。

**キーワード:** 施行時間, 測定方法, ホールド・リラックス, 骨盤の抵抗運動, SCF 手技

**Abstract:** Background: Facilitation by a resistive static contraction (SCF) using a Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) pattern in mid-range pelvic posterior elevation (SCPD) and a hold relax (HR) technique utilizing a shortening contraction of the hamstrings to place the hamstrings on stretch followed by a static contraction of the hamstrings has been shown to induce significant improvement in the active range of motion (AROM) of knee extension as compared to a sustained stretching (SS) of the hamstrings for 20 seconds. However, the degrees of improvement in AROM or passive range of motion (PROM) obtained by an interaction of methods and contraction duration (CD) of the SCPD and HR techniques has not been clarified.

**Aim:** The purpose of this study was to determine the immediate effects of a combination of different techniques (SCPD, HR, and SS) and different CDs (20 and 40 seconds) on the improvement of PROM and AROM of knee extension through the lengthening of the hamstrings in normal young volunteers. **Method:** Sixty-six college students, with a mean age (SD) of 21.4 (0.5) years, were randomly assigned to one of six groups (combination of techniques and CDs (3 × 2)). Both PROM and AROM were randomly measured between and after each technique and CD combination.

**Results:** The results of a three-way ANOVA showed significant differences between the three techniques, interaction between two methods, and CDs. SCPD and HR showed significant improvements as compared to SS. The 20-second CD showed a significantly larger improvement in PROM than the 40-second CD improvement in AROM. The 40-second CD showed a larger improvement in AROM than the 20-second CD improvement in AROM. **Conclusion:** Although it may not be effective to increase the CD to improve PROM, it may be effective to improve AROM by increasing the CD.

**Key Words:** Sustained Contraction of Posterior Depression (SCPD), Hold Relax, Contraction, Duration, SCF

- 1) 首都大学東京  
School of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Tokyo Metropolitan University
- 2) 苑田第二病院  
Department of Rehabilitation, Sonoda second Hospital
- 3) つくば国際大学  
Department of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Tsukuba International University
- 4) 県立広島大学  
Department of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Hiroshima Prefectural College of Health Science

健常者におけるホールド・リラクセス手技と下部体幹の静止性収縮手技の施行時間の違いが  
膝関節可動域に及ぼす影響

Comparison of the effects of hold relax and pelvic resistive exercise on the range of motion of the  
knee joints in normal young volunteers.

## はじめに

関節可動域 (Range of Motion; ROM) には他動関節可動域 (Passive Range of Motion; PROM) と自動関節可動域 (Active Range of Motion; AROM) がある。関節に障害がなくその生理的範囲内で円滑に運動を行うには、①関節に構築学的な障害がない、②関節運動を行う動筋の筋力が十分である、③動筋の働きに拮抗する筋が十分な伸展性を持っている、という3つの因子が少なくとも必要であり、①と③は PROM に関係するが、AROM には3つ全てが関係する<sup>1)</sup>。

ROM を増大させる方法として持続伸張 (Sustained Stretch; SS) 手技や固有受容性神経筋促通法 (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation; PNF)<sup>2)</sup> などがある。直接的アプローチとして、SS手技やリラクセーションさせたい筋を最大に伸張した肢位で最大静止性収縮を行わせるホールド・リラクセス (Hold Relax; HR) 手技<sup>2)</sup> がよく用いられ、多くの効果が報告されている<sup>2-3)</sup>。また、間接的アプローチとして PNF の骨盤の後方下制の中間域での静止性収縮 (Static Contraction of Posterior Depression; SCPD) 手技<sup>4-8)</sup> が用いられる。SCPD 手技は障害関節に直接アプローチが困難な場合に ROM を改善するための有効な手段であると報告されている<sup>4-8)</sup>。名井ら<sup>4, 5)</sup> は脳卒中後片麻痺患者に対し SS 手技と SCPD 手技を用い比較した結果、SCPD 手技で遠隔部位の患側肩関節屈曲角度また肘関節伸展角度が有意に改善したことを報告している。白谷ら<sup>6, 7)</sup> は、健常者を SS 手技、HR 手技、SCPD 手技群に無作為に配置し比較した結果、SS 手技と SCPD 手技間で膝関節伸展 PROM および AROM が有意に改善したことを報告している。清水ら<sup>8)</sup> は整形外科疾患患者に対して SS 手技、HR 手技、SCPD 手技を無作為に施行し比較した結果、SS 手技と SCPD 手技間で膝関節伸展 PROM および AROM が有

意に改善したことを報告している。

SS 手技や HR 手技、SCPD 手技において、施行時間の違いが PROM あるいは AROM に及ぼす効果について検証されている。SS 手技においては、Bandy ら<sup>9)</sup> は、最大限にハムストリングスのストレッチ効果を検証するため、SS 手技の適用時間について、75名の被験者をコントロール群、15秒群、30秒群、60秒群の4群に配置し、週5回6週間SS手技を実施した結果、30秒および60秒のSS手技は15秒もしくはコントロール群よりもハムストリングスの柔軟性が増加したとしている。しかし、30秒群と60秒群で有意差が認められなかったことから、30秒間のハムストリングスへのSS手技の適応は1分間のSS手技と同等の効果があることを示した。高齢者に対する持続伸張法の適用時間について、Feland ら<sup>10)</sup> は、Bandy ら<sup>8)</sup> と同じ方法でハムストリングスの柔軟性に制限を有する高齢者に対し、週5回6週間SS手技を実施し治療後4週間にわたり週1回のROM測定を行った結果、各群の1週間後60秒群においてROMのより高い増加率を生じ、さらに治療後4週において他の群の増加よりもより長く効果が持続したことを示した。

HR 手技においては、Bonnar ら<sup>11)</sup> は、HR 手技により股関節の ROM が最も増加する静止性収縮時間を決めるため、股関節に既往歴のない60人を対象に、3秒、6秒、10秒のHR手技を行う3群に配置し、即時的効果を比較した結果、手技の施行後に有意なROM増大が見られたが、群間において効果に差がなかったことを報告している。Nelson ら<sup>12)</sup> は、PNFの柔軟性改善の手技に使用される最大随意性静止性収縮の持続時間の増加とROMの増加に正の相関を認めるであろうという仮説を立て、ROM増大に効果的な最大随意性静止性収縮の持続時間を見出すための研究を、60名を対象に、3秒、6秒、10秒間の最大随意

健常者におけるホールド・リラックス手技と下部体幹の静止性収縮手技の施行時間の違いが  
膝関節可動域に及ぼす影響  
Comparison of the effects of hold relax and pelvic resistive exercise on the range of motion of the  
knee joints in normal young volunteers.

性静止性収縮を行う3群に配置し、肩関節内旋角度の即時的効果を比較した結果、最大随意性静止性収縮持続時間の増加とROMの増加に正の相関は認められず、3秒間の最大随意性静止性収縮が最も効果的であることを報告した。Rowlandsら<sup>13)</sup>は、43人の健常女性を対象に、5秒、10秒のHR手技群とコントロール群の3群に配置し、0週と3週、6週でROMの検査を行い、HR手技の継時的効果を比較した結果、コントロール群と5秒群、10秒群で有意差が見られ、3週間と6週間HR手技施行後の5秒群と10秒群間に有意差が見られたことを報告し、収縮時間が長い方が柔軟性が增大することを報告している。しかし、20秒以上のHR手技の効果を検証した報告は少ない。

収縮時間の長いHR手技とSCPD手技との比較を検証した我々の報告では<sup>14, 15)</sup>、健常者を対象にSS手技・HR手技に加えSCPD手技の施行時間の違いがAROMに及ぼす効果を検証した結果、20秒SS手技群と20秒HR手技群、40秒HR手技群、20秒SCPD手技群、40秒SCPD手技群において有意差を認め、SCPD手技とHR手技は、20秒以上行っても効果に差がない可能性が示唆された<sup>14)</sup>。また、PROMで検証した報告<sup>15)</sup>では、40秒SS手技群より40秒SCPD手技群において効果がある可能性が示唆された。

しかし、施行時間を考慮したHR手技とSCPD手技のPROMとAROMの効果の差異を検証した論文は認められない。本研究の目的は、健常者を対象に、施行時間を考慮したHR手技とSCPD手技のPROMとAROMの効果の差異を明らかにすることである。

## 対象

対象は神経学的及び整形外科的疾患の既往のない健常者68名の内、股関節90°屈曲位での膝関節伸展角度が0°以上の2名を除外し

た66名(男性36名、女性30名、平均年齢±標準偏差21.4±0.5歳)であった。

## 方法

66名を無作為に手技はSS手技(コントロール)、HR手技、SCPD手技を、施行時間は20秒あるいは40秒を行う6つに分類し、膝関節伸展PROMとAROMの測定を行った。

### (各手技の方法)

- ① SS手技: ハムストリングスの持続伸張(膝窩部に痛みが生じない程度)(図1-a)。
- ② SCPD手技: 骨盤の後方下制の中間域での静止性収縮を2~3kgの抵抗量で行った(図1-b)。SCPD手技の抵抗量は、健常者を側臥位にして坐骨結節にピンチメーターを当て、同一セラピストの小指球でピンチメーターを通して坐骨結節に抵抗をかけてSCPD手技を8回1分間隔で行い、再現性を検証した結果、級内相関係数ICC(1,1)は0.93の高い再現性が得られた。
- ③ HR手技: ハムストリングス伸展位で、下肢伸展-外転-内旋パターン方向に対し抵抗を加え、静止性収縮できる最大抵抗量で行った(図1-c)。

### (膝関節伸展の測定方法)

膝関節伸展の測定方法は、背臥位で測定側の股関節を90°屈曲位に固定し、膝関節を他動的また自動的に伸展させた時の伸展角度を測定する方法とした。その際、反対側の股関節、膝関節は伸展位とした。2名の理学療法士が測定し、2名の理学療法士養成校の学生が固定を行った。1人の理学療法士は測定側の股関節を90°屈曲位で固定し、他動的また自動的に膝関節を伸展させ、もう一人の理学療法士はゴニオメーターを用い伸展制限の角度を測定した。1人の学生は計測中に股関節屈曲90°であることを確認させ、1人の学生

健常者におけるホールド・リラックス手技と下部体幹の静止性収縮手技の施行時間の違いが  
膝関節可動域に及ぼす影響  
Comparison of the effects of hold relax and pelvic resistive exercise on the range of motion of the  
knee joints in normal young volunteers.



a) SS 手技



b) SCPD 手技



c) HR 手技

図1 各手技の方法

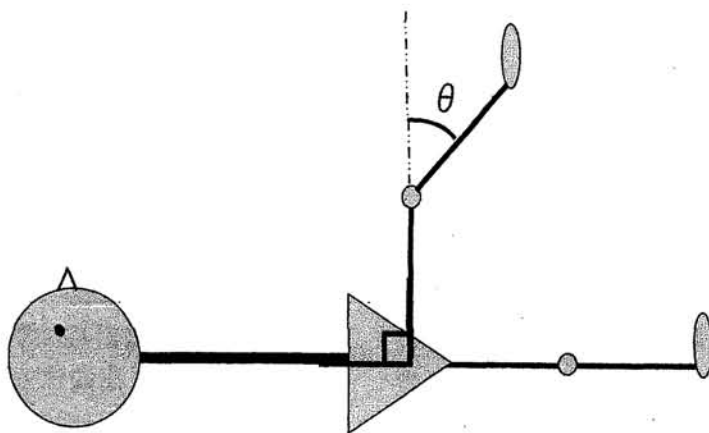


図2 膝関節伸展の測定方法

膝関節伸展の測定方法は、背臥位で測定側の股関節を90°屈曲位に固定し、膝関節を他動的また自動的に伸展させた時の伸展角度を測定した。

は反対側下肢を固定した(図2)。その際、被験者自身が膝窩部に緊張を感じる位置で疼痛を増強させない範囲で行うよう注意した。また、被験者にはできるだけ力を抜きリラックスするよう指示した。なお、測定は各手技施行前において膝関節伸展角度の小さい方とした。実施効果の判定は、上記の方法によって得られた測定値を指標とした。

ゴニオメーターを用い66名を対象に施行前に3回測定した伸展制限の角度の級内相関係数ICC(1,1)は0.97の高い再現性がPROM、AROM共に得られた。

(データの分析)

各手技前のROMと手技後のROMとの差で変化値を求め、手技と施行時間と測定方法を要因とした三元配置分散分析を行った後、有意差のあった要因の多重比較検定(Tukey法)を行った。有意水準は5%未満とした。

説明と同意

本研究は首都大学東京安全倫理審査委員会において承認を得、対象者には、研究の概要

と得られたデータを基にして学会発表や学術雑誌の投稿を行うことを同意説明文に基づいて説明した後に、研究同意書に署名を得た人を対象とした。また、対象者には研究同意の撤回がいつでも可能なことを説明した。

結果

1) 平均変化値

6つの分類におけるPROMの平均変化値±標準偏差は、20秒SS手技は $5.6 \pm 4.0^\circ$ 、40秒SS手技は $1.1 \pm 6.3^\circ$ 、20秒SCPD手技は $8.2 \pm 6.6^\circ$ 、40秒SCPD手技は $10.9 \pm 6.0^\circ$ 、20秒HR手技は $9.5 \pm 7.7^\circ$ 、40秒HR手技は $6.4 \pm 5.0^\circ$ であった(図3)。6つの分類におけるAROMの平均変化値±標準偏差は、20秒SS手技は $-2.7 \pm 5.2^\circ$ 、40秒SS手技は $3.6 \pm 3.4^\circ$ 、20秒SCPD手技は $4.5 \pm 5.5^\circ$ 、40秒SCPD手技は $8.2 \pm 4.4^\circ$ 、20秒HR手技は $5.9 \pm 3.8^\circ$ 、40秒HR手技は $7.9 \pm 6.5^\circ$ であった(図3)。

2) 三元配置分散分析

算出された平均変化値について三元配置分

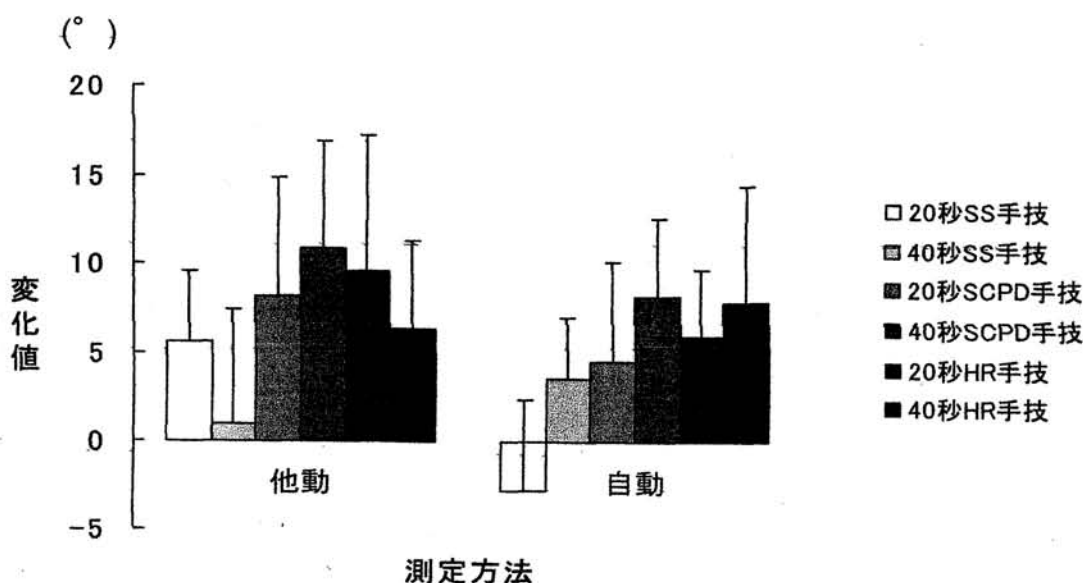


図3 各分類の平均変化値

健常者におけるホールド・リラックス手技と下部体幹の静止性収縮手技の施行時間の違いが膝関節可動域に及ぼす影響  
 Comparison of the effects of hold relax and pelvic resistive exercise on the range of motion of the knee joints in normal young volunteers.

表 1 手技と施行時間と測定方法を要因とした三元配置分散分析

変動要因	平方和	自由度	平均平方	F値	P値
手技	991.41	2	495.71	16.04	0.00**
施行時間	44.53	1	44.53	1.44	0.23
測定方法	185.94	1	185.94	6.02	0.02*
施行時間-測定方法	263.97	1	263.97	8.54	0.00**
誤差変動	3893.94	126	30.90		
全変動	5379.80	131			

\*: p<0.05  
 \*\*: p<0.01

散分析を行なった結果、手技、施行時間と測定方法間においては危険率 5% で有意差を認め、測定方法においては危険率 1% で有意差が認められた (表 1)。

3) 多重比較検定

手技、施行時間と測定方法間の要因において Tukey post hoc 検定を行った結果、SS 手技より HR 手技と SCPD 手技において危険率 1%

で有意な増大が認められた (図 4)。また、20 秒の施行時間では AROM より PROM において危険率 1% で有意な増大が認められ、AROM の測定方法では 20 秒より 40 秒において危険率 5% で有意な増大が認められた。さらに、20 秒 AROM より 40 秒 PROM において危険率 5% で有意な ROM の増大が認められた (図 5)。

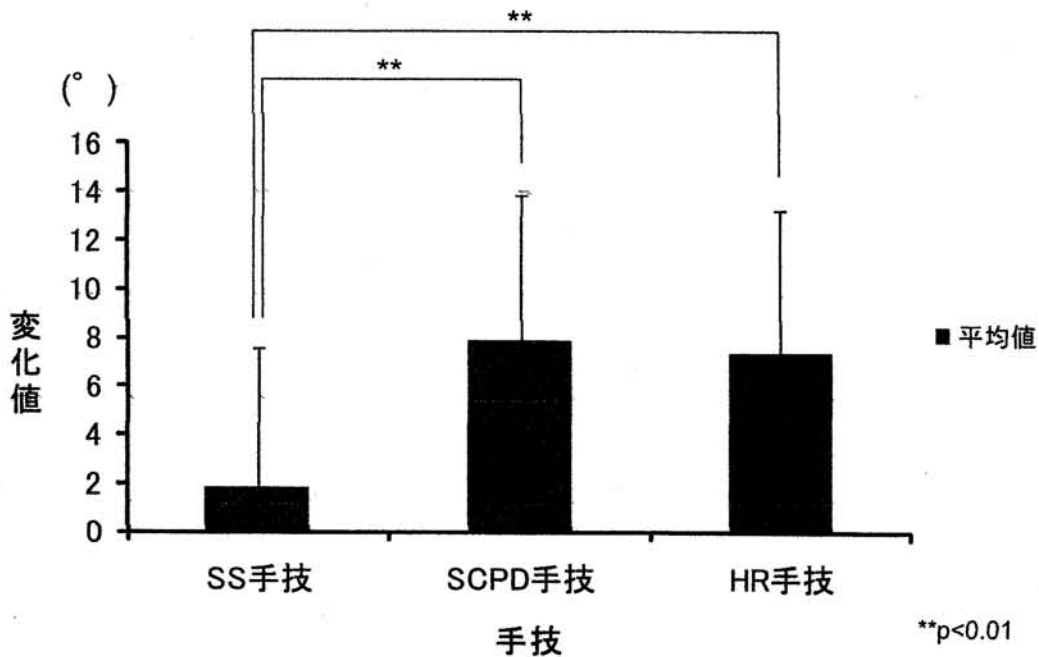


図 4 手技の多重比較検定 (Tukey 法)

健常者におけるホールド・リラックス手技と下部体幹の静止性収縮手技の施行時間の違いが膝関節可動域に及ぼす影響  
 Comparison of the effects of hold relax and pelvic resistive exercise on the range of motion of the knee joints in normal young volunteers.

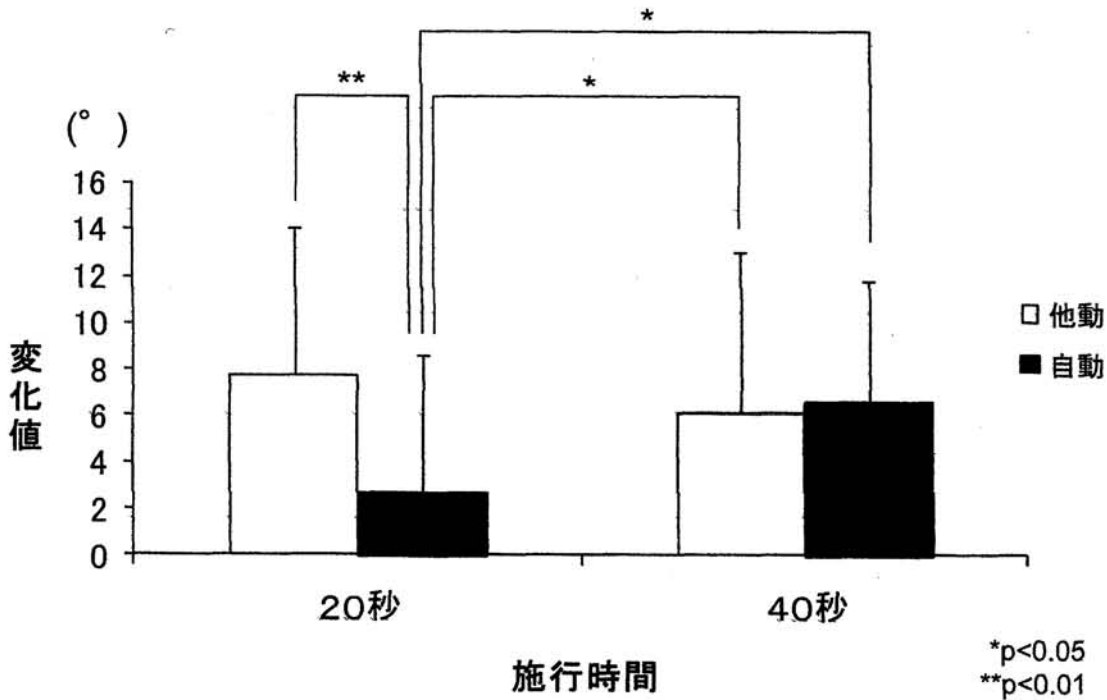


図5 施行時間と測定方法間の多重比較検定 (Tukey 法)

考察

手技の違いにおける効果の差異は、以前の研究報告<sup>14, 15)</sup>と同様に、SS手技よりHR手技とSCPD手技で有意なROMの増大が認められた。Weppelerら<sup>16)</sup>は、多くのストレッチの研究の文献レビューにみられる1回の筋の伸張後や3～8週のプログラム後に生じるendpointの増大は、神経-筋のリラクゼーション時のストレッチや機械的なストレッチによるendpointの増大は、筋長が増大するのではなくendpointの評価時にendpointの「感覚」が変化することにより(中枢由来か末梢由来か明らかでない)、endpointの増大が生じた可能性が報告されている。今回の研究においてもSS手技前後の変化が少なくSS手技をコントロールとして用いたことは適切であったと考えられる(図3、図4)。

図5より、収縮時間の効果として、20秒 AROMより40秒 AROMにおいて有意な増大が認められたことと、AROMの改善には収縮

時間が長いほうがよいが、PROMの増大には施行時間は影響しないこと、および20秒の AROMの改善は他の時間とROMの測定法の組み合わせよりも有意に小さかったことより、40秒の施行時間による AROMの増大は、ハムストリングスへの抑制効果ではなく膝伸筋群への促通効果により AROMが増大した可能性が推察された。

HR手技においては、Moore<sup>17)</sup>はHR手技によるヒラメ筋H波の抑制効果の生理学的背景として<sup>1)</sup>運動ニューロンの過分極、<sup>2)</sup>シナプス前抑制、<sup>3)</sup>ゴルジ腱器官の自己抑制、<sup>4)</sup>反回抑制及び<sup>5)</sup>筋紡錘の休止期等の機序の可能性を示唆している。HR手技は、PROMの改善に反射的な抑制を期待するが、収縮時間の長さ反射的抑制に効果がない可能性が示唆された。AROMでは施行時間が長いほうが効果があることは、HR手技により、拮抗筋の最大収縮による運動ニューロンの最大興奮が施行時間が長いと得られることにより、継時的

健常者におけるホールド・リラックス手技と下部体幹の静止性収縮手技の施行時間の違いが  
膝関節可動域に及ぼす影響

Comparison of the effects of hold relax and pelvic resistive exercise on the range of motion of the  
knee joints in normal young volunteers.

効果として拮抗筋の抑制と主動筋の収縮の促進に導く Sherrington の継時誘導の法則<sup>18)</sup> が関与した可能性が推察される。継時誘導とは、主動筋の反射性活動に続いて生じる、拮抗筋の促進と主動筋の抑制を含む運動転換の過程であり、促進もしくは抑制は反射刺激の強度に依存するとされている<sup>18)</sup>。また、収縮時間が長い方が大腿四頭筋の運動単位を増大した可能性も推察される。古川ら<sup>19, 20)</sup>は、大腿四頭筋の収縮強度が増すごとに前脛骨筋とヒラメ筋の活動が増大したことを報告しており、今回の HR 手技においてもハムストリングスの収縮時間の増大により大腿四頭筋の運動単位の増大が生じた可能性が示唆され、膝関節伸筋群の運動単位の動員が促進され、膝伸展 AROM が増大した可能性も推察された。

SCPD 手技では、遠隔のハムストリングスへの下行性の抑制効果は収縮時間に関係なく生じるが、収縮時間が長いほうが膝伸筋群の促進が生じやすい可能性が推察された。SCPD 手技は上行性に運動時撓側手根屈筋 H 波を抑制し、運動後 40 秒後に促進効果が認められる<sup>19)</sup>。下行性の効果は不明であるが、仙腸関節の圧縮時間<sup>19)</sup> や下部体幹筋群の収縮時間の増大により下行性の遠隔反応の促進現象が随意運動時に生じた可能性が推察された。

## 結語

HR 手技と SCPD 手技の施行時間は PROM 改善のためには収縮時間を長くしてもハムストリングスへの抑制効果が大きくなる可能性が少ないことが示唆されたが、AROM の増大には、収縮時間が長い方が膝伸筋群への促進効果があることが示唆された。

## 文献

- 1) 嶋田智明, 金子 翼: 関節可動障害. メディカルプレス, 東京, p.3-4, 1997.
- 2) Tanigawa MC: Comparison of the hold-relax procedure and passive mobilization on increasing muscle length. *Phys Ther*, 52: p.725-735, 1972.
- 3) 武富由雄, 村木敏明: 健常者における肩関節内旋筋に対する HOLD-RELAX 手技による外旋可動域拡大の効果. *理学療法学*, 19: p.457-460, 1992.
- 4) 名井幸恵, 村上恒二, 新井光男他. 脳卒中後片麻痺患者に対する抵抗運動が肘関節可動域改善に及ぼす即時効果. *PNF リサーチ*. 5.p.38-42.2005.
- 5) 名井幸恵, 新井光男, 上広晃子他. 脳卒中後片麻痺患者に対する抵抗運動が肘関節可動域改善に及ぼす即時効果. *PNF リサーチ*. 6.p.20-24.2006.
- 6) 白谷智子, 村上恒二, 新井光男他: 健常者におけるホールド・リラックス手技と下部体幹筋群の静止性収縮促進手技がハムストリングス伸張度に及ぼす効果の比較. *PNF リサーチ*, 7: p.17-22, 2007.
- 7) 白谷智子, 新井光男, 小幡順一他: 健常者におけるホールド・リラックス手技と下部体幹筋群の静止性収縮促進手技が膝関節伸展他動可動域及び自動可動域に及ぼす効果. *PNF リサーチ*, 8: p.14-20, 2008.
- 8) 清水千穂, 新井光男, 黒田剛一他: ホールドリラックスおよび骨盤後方下制に対する抵抗運動が高齢者膝関節伸展可動域におよぼす影響. *PNF リサーチ*, 7: p.79-84, 2007.
- 9) Bandy DB, Irion JM.: The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther*, 74: p.845-852, 1994.
- 10) Feland JB, Myrer JW, Schultjues SS, et al.: The effect of duration of the hamstring muscle group for increasing range of motion in people aged 65 years or older. *Phys Ther*, 81: p.1110-1117, 2001.
- 11) Bonnar BP, Deivert RG, Gould TE.: The



健常者におけるホールド・リラックス手技と下部体幹の静止性収縮手技の施行時間の違いが  
膝関節可動域に及ぼす影響  
Comparison of the effects of hold relax and pelvic resistive exercise on the range of motion of the  
knee joints in normal young volunteers.

- relationship between isometric contraction durations hold-relax stretching and improvement of hamstring flexibility. *J Sport. Med. Phys. Fitness*, 44: p.258-261, 2004.
- 12) Nelson KC, Cornelius WL.: The relationship between isometric contraction durations and improvement in shoulder joint range of motion. *J Sport Med Phys Fitness*, 31: p.385-388, 1991.
- 13) Rowlands AV, Marginson VF, Lee J.: Chronic flexibility gains: effect of isometric contraction duration during proprioceptive neuromuscular facilitation stretching techniques. *Res Q Exerc Sport*, 74: p.47-51, 2003.
- 14) 白谷智子, 新井光男, 清水ミシェル・アイズマン他: ホールド・リラックス手技と下部体幹に対する静止性収縮 (SCPD) 手技における施行時間の違いがハムストリングス伸張度に及ぼす効果. *PNF リサーチ*, 9: p.26-31, 2009.
- 15) Shiratani T, Arai M, Michele ES, et al.: Comparison of the effects of hold relax and pelvic resistive exercise on the passive range of motion of the knee joints in normal young volunteers . 10th ACPT Congress. (Tokyo, Japan) .
- 16) Wepler CH, Magnusson SP. Increasing Muscle Extensibility: A Matter of Increasing Length or Modifying Sensation?. *Phys Ther*. 90. p.438-449. 2010.
- 17) Moore MA , Kukulka CG: Depression of Hoffman reflexes following voluntary contraction and implications for proprioceptive neuromuscular facilitation therapy. *Phys Ther* 71 (4): 321-329, 1991.
- 18) 新井光男. 柳澤 健監修, モビライゼーション PNF. 第1版. p.2-41. メディカルプレス. 東京. 2009.
- 19) 古川俊明, 出江紳一, 石田 暉 : 異名筋の随意収縮による促通現象の検討—大腿四頭筋と足関節底背屈筋について—. *J Clin Rehabil*, 8: p.1218-1221, 1999.
- 20) 古川俊明, 出江紳一, 石田 暉 : 大腿四頭筋の随意収縮による下腿筋への促通現象の検討. *J Clin Rehabil*, 9: p.640-644, 2000.