

他動および自動 STRAIGHT LEG RAISE 運動時の血圧変動

西本哲也*¹ 渡辺 進*¹ 井上桂子*¹

要 約

理学療法でよく行われる STRAIGHT LEG RAISE 運動（以下 SLR 運動；ハムストリングスの伸張や大腿四頭筋の筋力・筋持久力増大運動）時の血圧変動を調査し，他動運動時と自動運動時の比較を行った．血圧に問題のない健常者12名（男性8名，女性4名；平均年齢21歳）を対象とし，ベッド上で背臥位をとらせ以下の4種類の SLR 運動中の血圧を測定した．

- （1）痛みのない範囲での伸張運動（他動）を20秒．
- （2）中等度の痛みを感じる角度での伸張運動（他動）を20秒．
- （3）足関節部に3kgの重りを着用し，SLR30度位で5秒間保持する運動（自動）を5秒の休憩を挟んで5回．
- （4）足関節部に5kgの重りを着用し，（3）と同等の運動（自動）．

各運動とも安静時と比較して収縮期血圧（以下 SBP），拡張期血圧（以下 DBP）とも最大値は有意に増加し，SBP の最小値が有意に減少した．自動運動群では DBP の最小値も有意に減少させ，各運動で比較すると，SBP，DBP とも最大値は（1）＜（2）＜（3）＜（4）の順でそれぞれ有意に増加した．最小値は（2）＞（1）＞（3）＞（4）の順で減少がみられ，他動運動群と自動運動群の間にもそれぞれ有意差があった．他動的な伸張運動でも収縮期・拡張期血圧が有意に増加し，痛みが加わればさらに増加することがわかった．また自動運動では負荷が大きいほど収縮期・拡張期血圧の最大値と最小値が大きくなり，他動運動よりも高血圧，低血圧患者にとってリスクが高いことが示唆された．

はじめに

我々は先行研究においてバルサルバや上下肢の等尺性運動時，また起き上がりや立ち上がり時の循環動態を検討し，高血圧・低血圧の症状を呈する患者に対してのリスク管理における留意点を報告してきた¹⁾²⁾³⁾⁴⁾．

今回の研究は，理学療法士が臨床の場面でよく行っている Straight Leg Raise（以下 SLR）運動時の血圧変動の検討を行った．SLR 運動とは一般に，他動的にはハムストリングスの伸張運動を指し，自動的には背臥位で行う股関節屈筋群や大腿四頭筋の筋力または筋持久力増大運動のことをいう．

ハムストリングスは長期臥床によって短縮が起こりやすく⁵⁾，術後の患者などに短縮が多くみられる．ハムストリングスの短縮は，腰痛との関連性⁶⁾ など臨床上様々な症状を引き起こす原因になることがあ

る．また脊髄損傷患者の日常生活動作において，ハムストリングスの柔軟性は自立度や動作の実用性に少なからず影響する⁷⁾．

一方，抗重力筋である大腿四頭筋の筋力低下は膝の疾患などが原因で起こりやすく，歩行の安全性やスピード，持久力の低下につながるものであり，理学療法の場面で非常に多くの患者にみられる．つまり理学療法の適応が多く，SLR 運動は他動的な伸張運動としても自動的な筋力増強運動としても使用頻度は非常に多い．

他動的なハムストリングスの伸張運動は短縮の改善を目的に行われるため，痛みを伴う場合もある．しかし現在までに侵害刺激時の血圧の反応を持続的に調査した研究は少なく，リスクの予測が困難であった．加えて，臨床の理学療法場面では，体調不良を訴える患者に対して自動的な運動を避け，他動的な運動や物理療法のみを行うことがしばしばある

*1 川崎医療福祉大学 医療技術学部 リハビリテーション学科
（連絡先）西本哲也 〒701-0193 倉敷市松島288 川崎医療福祉大学

が、他動運動と自動運動の循環系への影響を比較した報告はみられないので、高血圧あるいは低血圧の患者への配慮としては適切なものかどうかはわからない。

これらの問題点を解明する事を目的に、我々は今回の研究を行った。

対 象

対象は、血圧に問題のない健常者12名（男性8名、女性4名）で、平均年齢は 21 ± 1 歳（19～23歳）であった。

方 法

対象者をベッド上にて背臥位で安静にさせ、以下の4種類のSLR運動を左足で行い、その間の血圧を連続的に測定した（図1）。

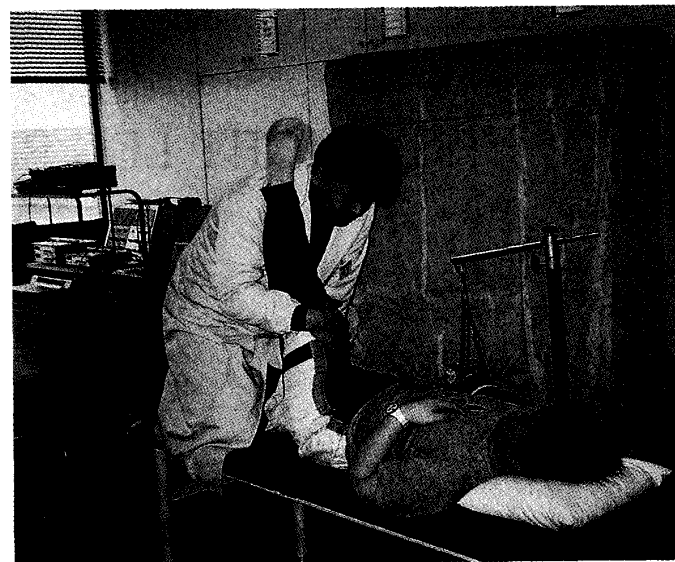


図1 他動SLR運動の場面

各運動と血圧測定は背臥位で行った。被験者は右手首の橈骨動脈部に連続血圧測定装置のセンサーを付けている。

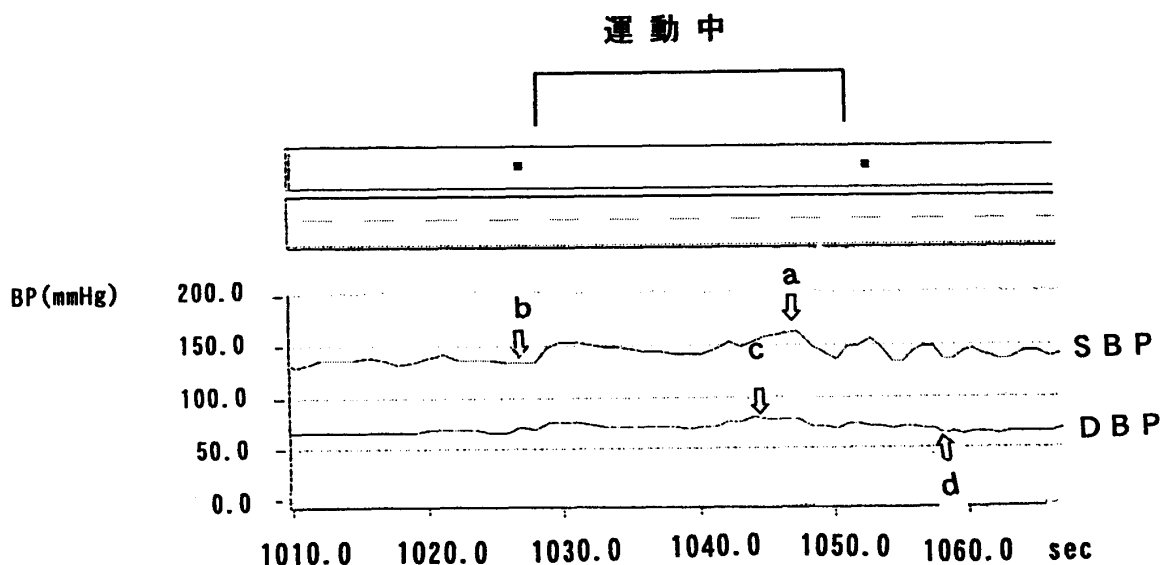


図2 他動運動（痛み）時の継時的変化の一例

矢印aはSBPが最大の時、矢印bは最小の時を示す。矢印cはDBPが最大の時、矢印dは最小の時を示す。

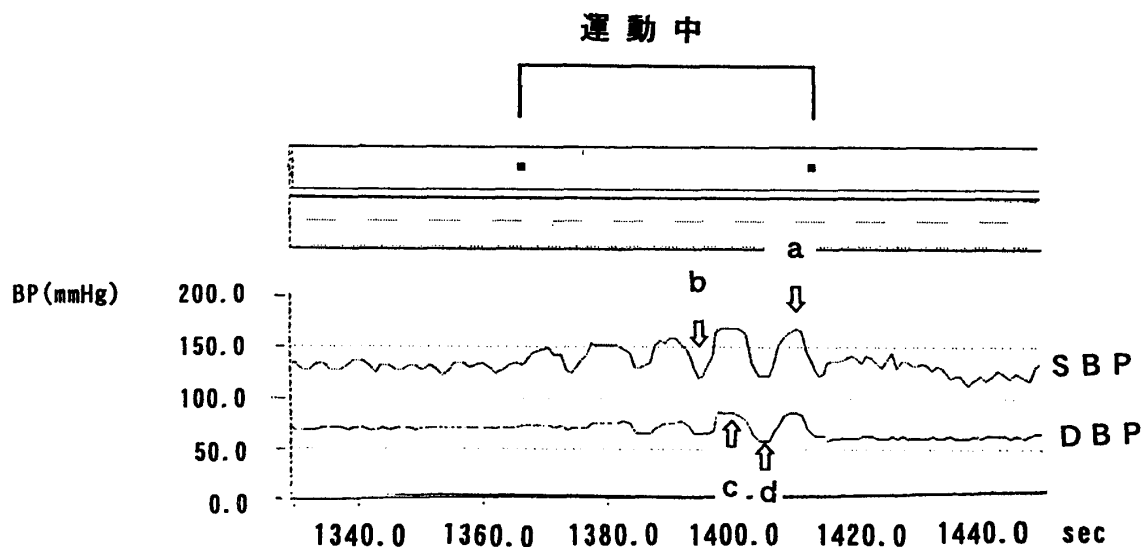


図3 自動運動（5 kg）時の継時的変化の一例

矢印aはSBPが最大の時、矢印bは最小の時を示す。矢印cはDBPが最大の時、矢印dは最小の時を示す。

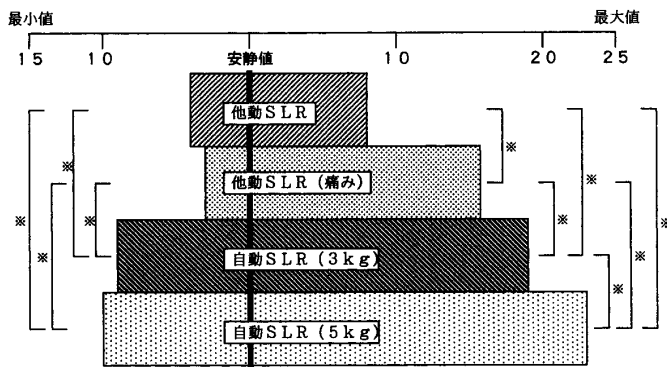


図4 SBP 変動値 (mmHg)
* は群間で有意差あり (t-test: $p < 0.05$)

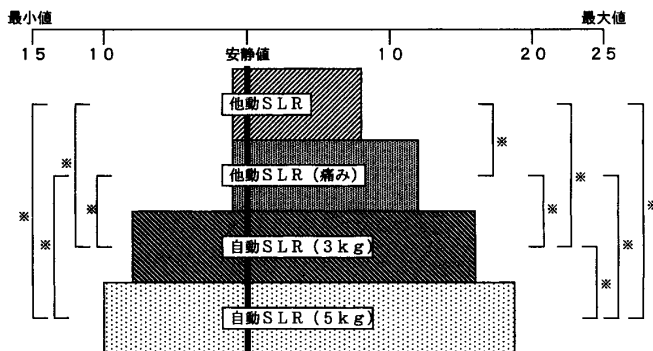


図5 DBP 変動値 (mmHg)
* は群間で有意差あり (t-test: $p < 0.05$)

1. 痛みのない範囲での伸張運動を20秒以下他動運動群あるいは他動 SLR)。
2. 中等度の痛みを感じる角度での伸張運動を20秒以下他動運動群あるいは他動 SLR (痛み)。
3. 足関節部に 3 kg の重錘バンドを着用し、股関節30度屈曲位で5秒保持する自動運動を5秒間の休憩を挟んで5回以下自動運動群あるいは自動 SLR (3 kg)。
4. 足関節部に 5 kg の重錘バンドを着用し、実験3と同条件の運動以下自動運動群あるいは自動 SLR (5 kg)。

これら4種類の運動の間には、血圧と心拍が安静時に回復するまで十分な休憩をとった。血圧と心拍の測定および血圧の解析には、右橈骨動脈にセンサーを装着し、1心拍毎に血圧の測定が可能なトノメトリ法による非観血的連続血圧測定装置 JENTOW-7700と解析システム EXE-700 (日本コーリン社製)を用いた。血圧は収縮期血圧 (以下 SBP) と拡張期血圧 (以下 DBP) の最大・最小値で安静時と各運動時との比較、各運動間での比較を行った。安静値は各運動前20拍の平均値とした。比較には対応のある t 検定を用い、有意水準は 5%とした。

なお対象者にはこの研究の主旨と運動の方法を理解させ、十分にウォーミングアップを行ってから実験を開始した。

結 果

(1) 血圧変動の継時的特徴

痛みを伴う他動運動時の継時的变化の一例を図2に示す。このように他動運動群では、運動開始後に SBP の減少が見られ、最小値まで至った後に増加を始め最大値まで至った例が最も多かった (9例/12例)。残りの3例は減少は起こらなかった。DBP は SBP の増加のタイミングと同様に増加した例が多かった (11例/12例)。残りの1例は増加が起こらなかった。DBP の減少は他動 SLR (痛み) 運動の4例と。他動 SLR 運動の3例に見られたが、全例の平均値では安静時と比較して有意な減少が認められなかった。運動終了後は全例とも20秒以内に安静値近くまで回復した。

自動運動群では運動期間中に SBP, DBP とも最大値まで増加し、5秒間の休憩中に最小値まで減少した例 (図3)が多かった (10例/12例)。その他の2例では増加は見られたが、安静値よりも減少しなかった。

全例とも運動終了後は60秒以内に安静値近くまでの回復が見られたが、運動終了後にいったん最大値近くまでの増加を経てから回復したパターンが4例あった。なお自動運動群では痛みを伴うことはなかった。

(2) 各運動時の血圧の変動

安静値と各運動時の平均値を表に示した。

各運動とも、安静時と比較して運動時に SBP と DBP の最大値は有意に増加し、SBP の最小値は有意に減少した。自動運動群では DBP の最小値も有意に減少した。図2, 図3は各運動時における SBP と DBP の最大値と最小値を示している。各運動における比較では SBP, DBP とも最大値は自動 SLR (5 kg) が最も大きく、続いて自動 SLR (3 kg), 他動 SLR (痛み), 他動 SLR の順でそれぞれ有意に増加した。最小値も自動 SLR (5 kg) が最も小さく、続いて自動 SLR (3 kg), 他動 SLR, 他動 SLR (痛み) の順で減少が見られ、他動運動群と自動運動群の間にそれぞれ有意差が認められた。また実験2の「中等度の痛み」の程度を VISUAL ANALOGUE SCALE⁸⁾ (VAS) を用いて被験者に表現させた結果、平均 84 ± 4 点であった。

考 察

(1) 他動および自動運動時の血圧変動の特徴

他動的な伸張運動でも SBP, DBP が有意に増加し、痛みが加われば更なる増加が伴うことがわかった。つまり侵害刺激は血圧を増加させる可能性がある。

ることが示唆されるものである。この原因は、侵害刺激により交感神経優位の状態が引き起こされ、末梢の血管が収縮することで血圧の増加が引き起こされる⁹⁾ものと推測する。この結果から、高血圧患者におけるリスク管理の観点からは、痛みを与えない程度の伸張運動が望ましいと考えられる。

さらに、痛みを伴う他動運動よりもある程度の負荷の自動運動の方がSBP、DBPの最大値が大きく、最小値が小さいことがわかった。これはバルサルバ時と同様、血圧の有意な増加とともに減少も起こっていることから、等尺性運動中の息こらえの影響が反映されているものと考えられる。このバルサルバ時の血圧変動のメカニズムは、息をこらえることにより胸腔内圧が上昇し一時的に血圧が上昇した後、増大した胸腔内圧が心臓や血管を圧迫し、静脈還流が減少して血圧が急激に低下する¹⁰⁾というものである。

また自動運動において負荷が大きいほどSBPとDBPの最大値、最小値の変化が大きくなることもわかった。これは、主動作筋や補助筋、固定筋の筋活動が一時的に増加したことにより、末梢筋血流量がさらに減少し、胸腔内圧の一時的な上昇が促進され、またその反動で静脈還流もさらに減少し、血圧の低下が促進されるものと考えられる。

(2) 臨床上的の留意点

これらのことから、他動運動よりも負荷のある自動運動の方が、高血圧あるいは低血圧症状を呈する患者においてリスクが大きいことが示唆された。つまりリスク管理の観点からは、理学療法の場面で患

者が体調不良を訴える時の処置として、痛みのない範囲での他動運動だけを行うことは、推奨されるべきことであろう。

しかし血圧の変動幅を見てみると、有意差があったとはいえ、SBPの最大値は他動運動時で16mmHgであり、自動運動時では23mmHgである。この数値は、先行研究で我々が報告した等尺性膝伸展最大運動時の最大値(55mmHgの増加)¹⁾と比較するとそれほど大きくはないと言える。これらの結果は臨床参考にはなるが、厳密には患者個人の日常の血圧値を参考にして、慎重にプログラムの設定やリスク管理を行うべきである。

また自動運動時ではSBP、DBPの有意な増加が見られたが、臨床上的の脳血管障害のリスクに注目した場合、特に脳出血の危険性¹¹⁾を鑑みると留意すべきはSBPの数値である。あるいは脊髄損傷患者などに多い起立性低血圧¹²⁾などのリスク管理を考えると、自動運動時のSBP、DBPの有意な減少は注目すべきことであり、血圧の低下についても留意されなければならないと思われる。

つまり理学療法プログラム立案の際には、患者の疾患や障害、生化学的所見などを十分に考慮したうえで、患者個人に特有の血圧のリスクを検討する必要があると言える。そのためには今回の研究結果は非常に有用なものであると思われる。

結 語

理学療法的手段である運動療法、物理療法、日常生活動作練習には、様々な目的とその方法論があり、

表1 各運動における安静時と運動時の血圧値

*→ 安静値との有意差あり (t-test: p<0.05)

	①SLR	②SLR(痛み)	③SLR(3kg)	④SLR(5kg)
SBP安静値	118±14	118±14	119±14	120±14
SBP最大値	126±18*	134±18*	138±21*	143±23*
SBP最小値	114±13*	115±13*	110±20*	110±18*
DBP安静値	57±8	58±6	58±7	58±8
DBP最大値	65±9*	70±9*	74±10*	77±10*
DBP最小値	56±9	57±7	51±9*	48±14*

治療手技も多様化してきている。また理学療法の対象になる疾患も増え、様々な障害をもつ患者への対応が求められてきている。その中でも循環系の問題をもつ患者が多く、脳血管障害や心筋梗塞などの再発を防止するために、血圧に対するリスク管理は非常に重要な問題である。逆に運動療法そのものが、

高血圧に対する効果がある¹³⁾ ことも考えると、理学療法プログラム立案の際には十分な患者の評価が必要となるだろう。今後も様々な理学療法時における血圧の変動を検討し、リスク管理の一助となるよう研究を続けて行く所存である。

文 献

- 1) 西本哲也 (1997) 等尺性運動, バルサルバが健常成人の血圧・心拍に及ぼす影響. 川崎医療福祉学会誌, **7**(2), 405-409.
- 2) Watanabe S, Nishimoto T (1998) Change in Blood Pressure while Sitting up from a Supine Position and Standing up from a Sitting Position. *Kawasaki Journal of Medical Welfare*, **4**(2), 81-85.
- 3) Inoue K, Watanabe S, Nishimoto TV (1999) Blood Pressure Response to Isometric Contractions in Healthy Young Males. *Kawasaki Journal of Medical Welfare*, **5**(1), 1-5.
- 4) Watanabe S, Nishimoto T (1998) Change in Blood Pressure in the Trunk and Pelvis during Exercises. *Kawasaki Journal of Medical Welfare*, **6**(2), 69-73.
- 5) 富田昌夫 (1991) 各種の運動療法. 岩倉博光, 田口順子編, 理学療法士のための運動療法, 初版, 医学書院, 東京, pp59-64.
- 6) 武藤芳照 (1994) 腰痛疾患. 宮下充正, 武藤芳照編, 運動療法ガイド, 第2版, 日本醫事新報社, 東京, pp146-156.
- 7) Ford and Duckworth (1990) 四肢麻痺のリハビリテーション, 初版, 医歯薬出版株式会社, 東京, pp81-156.
- 8) 石田 暉 (1994) 疼痛に対する物理療法. 日本物理療法研究会誌, 1994, pp1-5.
- 9) 真島英信, 石田絢子 (1979) 人体生理の基礎, 初版, 杏林書院, 東京, pp74-75.
- 10) McArdle WD and Katch FI (1986) Pulmonary Structure and Function. in: *EXERCISE PHYSIOLOGY, Third Edition*, LEA & FEBIGER, Philadelphia, pp238-239.
- 11) 福井圀彦, 前田真治 (1999) 老人のリハビリテーション, 第5版, 医学書院, 東京, pp14-28.
- 12) 神奈川リハビリテーション病院脊髄損傷マニュアル編集委員会 (1996) 脊髄損傷マニュアル, 第2版, 医学書院, 東京, pp111-164.
- 13) 杉本俊一, 竹中研治, 三宅 陽, 野田武彦, 豊増功次, 野村岳而 (1993) 運動と血圧. 臨床スポーツ医学, **10**(10), 1261-1264.

(平成13年5月24日受理)

Blood Pressure Response to Passive and Active STRAIGHT LEG RAISE Exercise

Tetsuya NISHIMOTO, Susumu WATANABE and Keiko INOUE

(Accepted May 24, 2001)

Key words : SLR EXERCISE, BLOOD PRESSURE

Abstract

The purpose of this study was to investigate changes in blood pressure during passive and active Straight Leg Raise (SLR) exercises. Twelve healthy subjects, 19-23 years of age, performed four kinds of SLR tests with their left legs. In the first test, the leg was raised as high as possible without pain (Test 1). In the second test, the leg was raised until subjects complained of pain (Test 2). In the third and the fourth test, subjects voluntarily raised their legs until hips flexed to 30 degrees with a weight of 3 (Test 3) and 5 kg (Test 4) and continued to hold their position for five seconds. During the tests, systolic (SBP) and diastolic blood pressure (DBP) were measured continuously at the right radial artery using a non-invasive blood pressure measuring apparatus. Significant differences were found in maximal and minimal SBP, and maximal DBP values during all tests when compared with those during the resting period (maximal SBP and DBP values, Test 1<2<3<4, minimal SBP values, Test 2>1>3>4). Minimal DBP values during Test 3 and 4 were significantly lower than those during the resting period (Test 2>1>3>4). In addition, significant differences were found in all values during passive SLR exercises when compared with those during active SLR exercises. These results indicate that physical therapists should take account of the cardiovascular risk when they asked their patients to practice SLR exercise.

Correspondence to : Tetsuya NISHIMOTO Department of Restorative Science, Faculty of Medical Profession
Kawasaki University of Medical Welfare
Kurashiki, 701-0193, Japan
(Kawasaki Medical Welfare Journal Vol.11, No.1, 2001 155-160)