

〈特別寄稿〉

他動的体位変換方法の違いによる循環動態の変化

田中 宏明¹⁾, 岡本 雄斗²⁾, 角谷 美緒³⁾, 南野 友佑¹⁾,
野呂 一期⁴⁾, 花井 大仁⁵⁾, 馬場 未夢⁶⁾, 田中 千陽¹⁾,
柴山 靖¹⁾, 椿井 裕樹¹⁾, 小出 益徳¹⁾, 大塚 亮¹⁾

要旨

【目的】他動的体位変換時の循環動態を測定・比較し、臨床におけるリスク管理の一助とする。【方法】本校在学中の健康な男子学生 15 名（年齢: 22 ± 3.8 歳）に対し、チルトテーブルの設定角度 0° を背臥位、 70° を立位として、背臥位から立位への体位変換を他動的に行った。体位変換方法は、背臥位から立位への他動的体位変換を行う Protocol1 (P1)、 35° で 30 秒間姿勢保持を行ってから立位へと体位変換を行う Protocol2 (P2)、背臥位から 25° と 50° で 30 秒間の体位保持を行ってから立位へと体位変換を行う Protocol3 (P3) の 3 方法に分けて行った。測定項目は、収縮期血圧 (SBP)、拡張期血圧 (DBP)、脈拍数 (PR)、平均血圧 (AvBP)、および脈圧 (PP) とし、立位での各測定値から背臥位での各測定値を減じた数値を変化値とし、その変化値を用いて各 Protocol の比較を行った。【結果】体位を変換することで SBP、PP は低下、DBP、PR および AvBP は上昇した。また、段階的に体位変換することで、DBP、AvBP および PP において有意差を認めた。【考察】段階的に立位とすることで、PP が低下することから、心血管系へのストレスの軽減が示唆された。また段階的に立位とすることで、AvBP が上昇することから、脳灌流圧が上昇し、脳循環血液量を低下させないことで起立性低血圧を予防できるのではないかと考えられる。【結論】段階的な立位への体位変換は、心血管系へのストレスを軽減し、起立性低血圧を伴う症例に対するリスク管理として必要であることが推察された。

キーワード チルトテーブル、体位変換、循環動態

1. はじめに

人は背臥位から側臥位、側臥位から座位、さらに座位から立位へと体位変換することで、重力の影響によって血液が下方へ移動し、循環動態が変化することはよく知られている。その際、体位変換をおこなっても各臓器への血流配分を一定に保つ調節機構が備わっており、循環動態の恒常性を維持している。循環動態に影響を及ぼす因子として、血圧と心拍数がある。その 2 つの因子の調節機構は、神経性調節、反射性調

1) ユマニテク医療福祉大学校 理学療法学科 2) 一宮西病院 3) 伊勢慶友病院
4) 偕行会リハビリテーション病院 5) 正和クリニック 6) 村瀬病院

節、体液性調節の3つに分けられる。さらに反射性調節は、動脈圧受容器反射、化学受容器反射、心肺圧受容器反射の3つに分けられる。頸動脈洞圧受容器からの求心性インパルスは舌咽神経、大動脈弓圧受容器からの求心性インパルスは、迷走神経を介して延髄の孤束核に伝えられる。延髄の孤束核から、迷走神経背側核に存在する迷走神経運動核と、延髄の網様体に存在する循環中枢との2つの経路に分かれ、それぞれ迷走神経や交感神経の緊張を調節して、血圧を調節する。この動脈圧受容器反射が瞬時の血圧調節に最も強い働きを持っている。しかし、脊髄損傷や脳血管障害などを発症した症例では、その調節機構が破綻することがあり、体位を変換しても起立性低血圧を発症する症例は少なくない¹⁾²⁾。

脊髄損傷や脳血管障害などの症例を担当することの多い理学療法士にとって、体位変換に伴う循環動態の変化について把握することは、理学療法を行う上でのリスク管理としてもっとも重要である。本校の平成27年度セミナー発表における、受動的体位変換時と他動的体位変換時の循環動態に関する発表では、介助者による他動的な体位変換時に筋収縮が伴ったために、完全な他動的体位変換が行えなかったと考察されていた。また、山本ら³⁾は、チルトテーブルを用いて70°の立位へ体位変換を行ったときの循環動態について検討した結果、脈拍数と拡張期血圧は上昇し、脈圧は低下し、収縮期血圧は変化しなかったと報告していたが、神経性調節を考慮した実験として適切であったかについては疑問の残るところである。そこで、チルトテーブルを用いた体位変換法が循環動態にどのような影響を与えるのか、また異なる他動的な体位変換方法における循環動態を比較し、他動的体位変換に伴う循環動態の特徴を明らかにすることにより、臨床における体位変換に伴うリスク管理の一助とすることを目的として実験を行った。

2.対象と方法

2-1.対象

対象は、本校在学中の男子生徒18名とした。対象に対して、年齢、身長、体重、現病歴、既往歴及び実験当日の睡眠時間についてアンケート調査を実施し、循環器疾患の疑いのある1名と睡眠時間が3時間以内であった2名、計3名を除いた15名を本実験の対象(年齢 22 ± 3.8 歳、身長 172.5 ± 8.1 cm、体重 65.2 ± 6.5 kg、BMI 22.0 ± 2.4)とした。

2-2. Protocol

Protocol1 (以下、P1) は、チルトテーブルの傾斜角度を0° (以下、背臥位) とし、3分間保持させた。その後、チルトテーブルを70° (以下、立位) まで傾斜させ、1分間姿勢を保持させた。

Protocol2 (以下、P2) は、P1 同様に背臥位で3分間保持させた。その後、35°ま

で傾斜させ、30 秒間保持させた。その後、立位まで傾斜させて、1 分間姿勢を保持させた。

Protocol3（以下、P3）は、P1 同様に背臥位で 3 分間保持させた。その後、25°まで傾斜させ、30 秒間保持させた。さらに 50°まで傾斜させ、30 秒間保持させた。その後、立位まで傾斜させて、1 分間姿勢を保持させた。

2-3.環境設定

測定場所は機能訓練室内の操作室とした。出来る限り静かな環境を作り、室温 26℃とした。また、サーカディアンリズムを考慮し、測定の時間帯は、15 時から 17 時の 2 時間に限定して行った。

2-4.測定機器及び測定項目

背臥位から立位まで他動的に体位変換を行わせるために、チルトテーブル（電動式チルトテーブル UA-451, OG 技研）を使用した。血圧及び脈拍数を測定するために、デジタル血圧計（デジタル自動血圧計 HEM-7071, OMRON）を使用した。

測定項目は、収縮期血圧（Systolic Blood Pressure :SBP）、拡張期血圧（Diastolic Blood Pressure: DBP）、脈拍数（Pulse Rate: PR）、平均血圧（Average Blood Pressure: AvBP）及び脈圧（Pulse Pressure: PP）とした。測定部位は、対象者の右上腕動脈とした。各測定のタイミングは、背臥位の開始時、1 分後及び 3 分後の 3 回と、立位の完了時、1 分後の 2 回の計 5 回とした。背臥位で測定した各項目の平均値と、立位で測定した各項目の平均値を測定値とした。立位における各測定項目の測定値から、背臥位における各測定項目の測定値を減じた値を変化値とした。また、AvBP の測定値は、DBP の測定値から PP の測定値の 1/3 を減じた値とし、PP は SBP の測定値から DBP の測定値を減じた値とした。

2-5.統計処理

各測定項目は、平均値±標準偏差で表した。P1 と P2、P1 と P3、P2 と P3 の比較は、変化値を用いた。変化値に対して、Grubbs-Smirnov 棄却検定を行い、棄却された値を除外して一元配置分散分析にて統計処理をした。なお、多重比較は Bonferroni 法を用いた。有意水準は 5%未満とした。

3.結果

3-1.収縮期血圧（表 1）（図 1）

P1 の背臥位は $116.1 \pm 8.8 \text{ mmHg}$ 、立位は $110.1 \pm 10.1 \text{ mmHg}$ 、P2 の背臥位は $115.5 \pm 7.9 \text{ mmHg}$ 、立位は $106.6 \pm 8.5 \text{ mmHg}$ 、P3 の背臥位は $125.2 \pm 11.7 \text{ mmHg}$ 、立位は $117.8 \pm 10.9 \text{ mmHg}$ であった。P1 の変化値は $-6.0 \pm 9.1 \text{ mmHg}$ 、P2 の変化値は $-8.9 \pm 5.8 \text{ mmHg}$ 、P3 の変化値は $-7.4 \pm 7.2 \text{ mmHg}$ であり、すべての Protocol において立位にすることで低下したが、3 群間に有意差を認めなかった（ $p=0.1586$ ）。

3-2.拡張期血圧（表 1）（図 2）

P1 の背臥位は $66.2 \pm 5.5 \text{ mmHg}$ 、立位は $72.2 \pm 9.1 \text{ mmHg}$ 、P2 の背臥位は $62.5 \pm 6.7 \text{ mmHg}$ 、立位は $72.3 \pm 9.8 \text{ mmHg}$ 、P3 の背臥位は $70.0 \pm 9.4 \text{ mmHg}$ 、立位は $81.6 \pm 9.9 \text{ mmHg}$ であった。P1 の変化値は $6.1 \pm 6.2 \text{ mmHg}$ 、P2 の変化値は $9.8 \pm 7.1 \text{ mmHg}$ 、P3 の変化値は $11.6 \pm 4.7 \text{ mmHg}$ であり、すべての Protocol において立位にすることで上昇した。P1 と P2 間、P2 と P3 間に有意差は認めなかったが、P1 と P3 ($p < 0.05$) の間に有意差を認めた。

3-3.脈拍数（表 1）（図 3）

P1 の背臥位は 67.7 ± 7.8 拍/分、立位は 81.7 ± 10.1 拍/分、P2 の背臥位は 65.4 ± 7.7 拍/分、立位は 82.9 ± 12.6 拍/分、P3 の背臥位は 70.3 ± 9.7 拍/分、立位は 88.0 ± 11.5 拍/分であった。P1 の変化値は 14.0 ± 8.3 拍/分、P2 の変化値は 17.5 ± 9.9 拍/分、P3 の変化値は 17.7 ± 8.9 拍/分であり、3 群間に有意差は認めなかった ($p = 0.4624$)。

3-4.平均血圧（表 2）（図 4）

P1 の背臥位は $82.8 \pm 5.8 \text{ mmHg}$ 、立位は $84.8 \pm 9.0 \text{ mmHg}$ 、P2 の背臥位は $80.2 \pm 6.6 \text{ mmHg}$ 、立位は $83.7 \pm 8.5 \text{ mmHg}$ 、P3 の背臥位は $88.4 \pm 9.4 \text{ mmHg}$ 、立位は $93.7 \pm 9.3 \text{ mmHg}$ であった。P1 の変化値は $2.1 \pm 6.7 \text{ mmHg}$ 、P2 の変化値は $3.6 \pm 6.2 \text{ mmHg}$ 、P3 の変化値は $5.2 \pm 4.6 \text{ mmHg}$ であり、すべての Protocol において立位にすることで上昇した。P1 と P2 の間には有意差は認めなかったが、P1 と P3 ($p < 0.05$)、P2 と P3 ($p < 0.01$) の間に有意差を認めた。

3-5.脈圧（表 3）（図 5）

P1 の背臥位は $50.1 \pm 7.4 \text{ mmHg}$ 、立位は $37.9 \pm 6.3 \text{ mmHg}$ 、P2 の背臥位は $53.0 \pm 5.8 \text{ mmHg}$ 、立位は $34.2 \pm 8.5 \text{ mmHg}$ 、P3 の背臥位は $55.2 \pm 8.7 \text{ mmHg}$ 、立位は $35.6 \pm 9.2 \text{ mmHg}$ であった。P1 の変化値は $-12.2 \pm 6.5 \text{ mmHg}$ 、P2 の変化値は $-18.7 \pm 5.4 \text{ mmHg}$ 、P3 の変化値は $-19.0 \pm 6.8 \text{ mmHg}$ であり、すべての Protocol において立位にすることで低下した。P2 と P3 の間に有意差は認めなかったが、P1 と P2 ($p < 0.01$)、P1 と P3 ($p < 0.01$) の間に有意差を認めた。

4.考察

実験結果より、SBP の変化値を比較した結果、すべての Protocol において有意差は認められなかったが、立位とすることで低下する傾向がみられた。山本ら³⁾の報告では、立位としても SBP は背臥位の時と比べて変化を認めなかった。その理由として、立位姿勢を 10 分間保持し、1 分ごとに測定した測定値の平均値であり、立位直後の循環動態を反映したものではなかったと考えられる。循環動態の調節機構は神経性調節と反射性調節及び体液性調節によって行われる。神経性調節と反射性調節は数秒から数分の調節を行う急速血圧調節を担っており、体液性調節は数時間から日単位

での長時間血圧調節を担っている⁴⁾。よって、今回の結果より、SBP は体位変換初期では低下し、時間が経過すると調節機構が働き上昇させることから、急速血圧調節を担う神経性調節と反射性調節の影響を検討する方法として、今回我々が行った実験手順の方が有効ではないかと考える。

また、背臥位から立位とすることで、SBP が上昇し、DBP は上昇して PP が低下した。また、P2 や P3 のように段階的に立位にすることで、その傾向はさらに顕著に認めた。PP は心臓や血管に加わる力学的なストレスの指標になるため、今回の結果から、段階的に立位にすることで、PP が低下し、心臓や血管へのストレスの軽減につながることを示唆された。そのため、糖尿病や動脈硬化症など血管の脆弱性を伴う疾患を合併した症例に対して、チルトテーブルを用いて立位にする際には、リスク管理として段階的に立位にすることが有効であると推察された。

DBP と PR は、立位にすることで上昇した。また DBP は背臥位から立位への段階を多くすることで有意に上昇した。理由として、背臥位から立位にすることで、重力により血液が下肢に移動し、静脈還流量が低下したことが推察された。一般的に、Frank-Starling の法則により、静脈還流量の低下によって 1 回拍出量が低下する⁵⁾。脈圧と 1 回拍出量は比例関係にあるため⁵⁾、1 回拍出量の低下に伴って、脈圧も低下したと考えられる。また 1 回拍出量が低下することで心拍出量が低下するため、代償的に PR を上昇させ、心拍出量を維持させたのではないかと考えられる。よって、今回の結果から、これらの調節は短時間で行われているため、神経性調節や反射性調節などの急速型血圧調節が関与したことが示唆された。

また AvBP は、立位にすることで上昇する傾向を認め、段階的に立位とすることでより上昇する傾向を認めた。脳循環血液量の決定因子として、脳血管抵抗と脳灌流圧があげられ、この脳灌流圧は平均血圧から頭蓋内圧を除することによって算出される。頭蓋内圧が一定であったと仮定した場合、今回の結果から立位となり AvBP が上昇することで、脳灌流圧が上昇し、起立性低血圧が起こりにくくなった可能性が考えられる。そして、段階的に立位とすることで、AvBP がより上昇し、さらに脳灌流圧が上昇したために、起立性低血圧が起こりにくくなることが示唆された。

よって、起立性低血圧を合併している脊髄損傷や脳血管障害の症例に対して、チルトテーブルを用いて立位にする際には、リスク管理として段階的に立位にすることが必要であると思われる。

5. 結論

他動的な立位への体位変換では、SBP と PP が低下し、DBP、PR および AvBP は上昇し、段階的に立位にすることでより上昇した。

段階的な立位への体位変換は、心血管系へのストレスを軽減し、起立性低血圧を伴う症例に対するリスク管理として必要であることが推察された。

引用文献

- 1) 初山泰弘, 二瓶隆一: 脊髄損傷 包括的リハビリテーション. 医歯薬出版株式会社, p68.
- 2) 横山千晶: 脳循環と離床リスク. 総合リハビリテーション. 2017; 45, 2: 111-112.
- 3) 山本祐暉: ティルテーブルによる体位変換時の循環・自律神経系の変動. pp49-59.
- 4) 増田 卓, 松永 篤彦: 循環器理学療法の倫理と技術. メディカルビュー社. 2015, pp32-33.
- 5) J ロドニーレディック, 岡田 隆夫: 心臓・循環の生理学. メディカル・サイエンス・インターナショナル. 2011, pp111-130, pp297-319.

表 1 : 各 Protocol における各姿勢での SBP,DBP 及び

	SBP (mmHg)		DBP (mmHg)		PR (拍/分)	
	背臥位	立位	背臥位	立位	背臥位	立位
P1	116.1±8.8	110.1±10.1	66.1±5.5	72.2±9.1	67.7±7.8	81.7±10.1
P2	115.5±7.9	106.6±8.5	62.5±6.7	72.3±9.8	65.4±7.7	82.9±12.6
P3	125.2±11.7	117.8±10.9	70.0±9.4	81.6±9.9	70.3±9.7	88.0±11.5

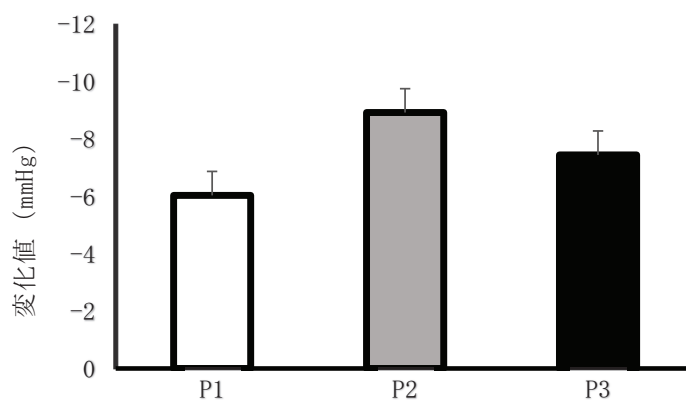


図 1 : 各 Protocol の SBP の変化値の比較

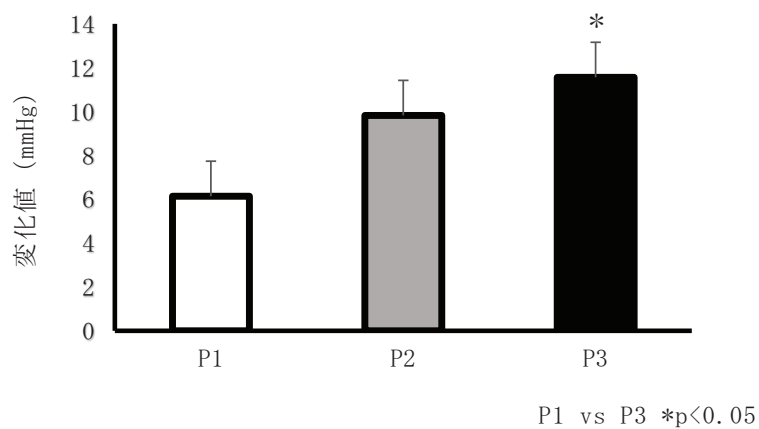


図 2 : 各 Protocol の DBP の変化値の比較

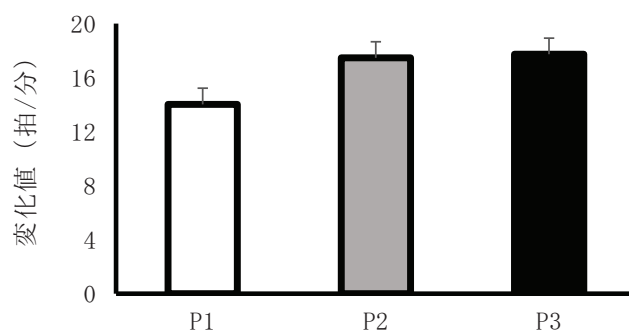


図 3 : 各 Protocol の PR の変化値の比較

表 2 : 背臥位および立位での AvBP の測定値 (mmHg)

	背臥位	立位
P1	82.8±5.8	84.8±9.0
P2	80.2±6.6	83.7±8.5
P3	88.4±9.4	93.7±9.3

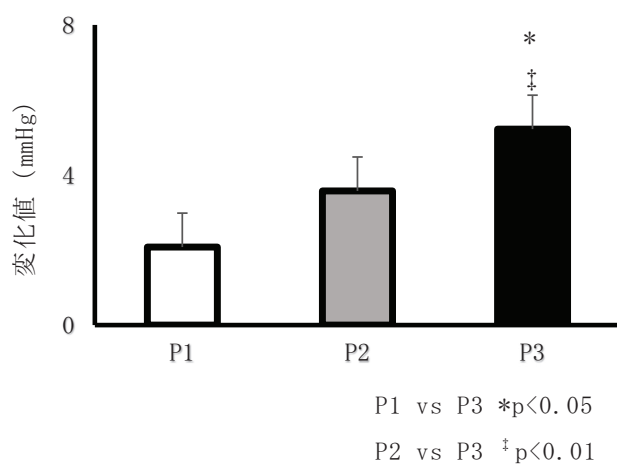


図 4 : 各 Protocol の AvBP の変化値の比較

表 3 : 背臥位および立位での PP の測定値 (mmHg)

	背臥位	立位
P1	50.1± 7.4	37.9±6.3
P2	53.0±5.8	34.2±8.5
P3	55.2±8.7	35.6±9.2

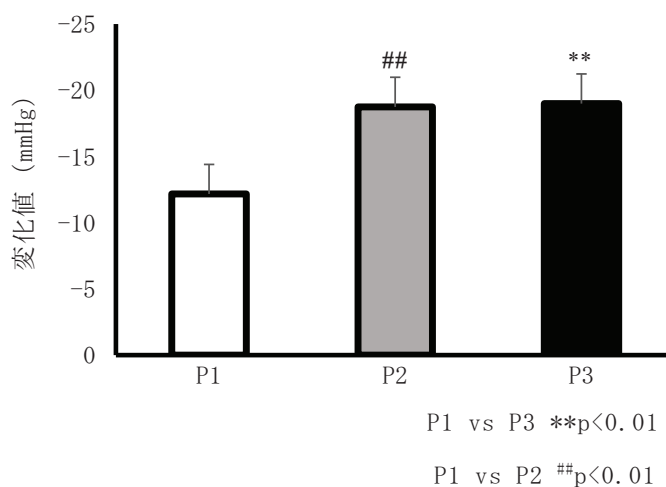


図 5 : 各 Protocol の PP の変化値の比較