若年健常成人における姿勢変化による 血圧レベルの変動

The Variation of Blood Pressure Level by Induced Posture Change in Healthy Young Adults

曾田 武史¹⁾ 矢倉 千昭²⁾ 高畑 哲郎¹⁾
岡 真一郎¹⁾ 田原 弘幸²⁾

TAKESHI SOTA¹⁾, CHIAKI YAGURA²⁾, TETSUO TAKAHATA¹⁾,
SHINICHIRO OKA¹⁾, HIROYUKI TAHARA²⁾

¹⁾ Department of Rehabilitation, Takagi Hospital: 141-11 Salemi, Okawa-city, Fukuoka 831-0016, Japan. TEL +81 944-87-0001
E-mail takagi-reha.21@kouhoukai.org

²⁾ Department of Physical Therapy, School of Rehabilitation Sciences at Fukuoka, International University of Health and Welfare

Rigakuryoho Kagaku 23(4): 515-519, 2008. Submitted Dec. 10, 2007. Accepted Mar. 25, 2008.

ABSTRACT: [Purpose] In this study, we assessed the blood pressure (BP) levels induce by posture changes from supine position to prone position and from supine position to standing in 54 healthy young adults (27 males and 27 females, mean age 22.0 ± 2.7 years). [Methods] Systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP), and pulse rate (PR) were measured in each posture. [Results] SBP in the prone position was lower than in the supine and standing positions, while PR in the prone position was higher than in the supine positions. DBP and PR in the standing position were higher than in the supine and prone positions. [Conclusion] The results show that in posture change from supine to prone, changes of DBP and PR were small compared with posture change from supine to standing, and the short-term change in BP was probably due to decrease of SBP.

Key words: posture change, blood pressure level, young adults

要旨: [目的] 本研究では、背臥位から腹臥位、続いて立位に姿勢変化させたときの血圧レベルの変動について調査した。[対象と方法] 健常成人54名（男性27名、女性27名、平均年齢 22.0 ± 2.7 歳）を対象に各姿勢における収縮期血圧（SBP）、拡張期血圧（DBP）および脈拍数（PR）を測定した。[結果] 腹臥位は背臥位や立位に比べてSBPが有意に低下し、背臥位に比べてPRが有意に増加した。立位は背臥位や腹臥位に比べて有意にDBPは上昇し、PRも増加した。[結論] 本研究の結果から、背臥位から腹臥位への姿勢変化における短時間の血圧レベルの変動は、背臥位から立位への姿勢変化に比べてDBPやPRの変動が少なく、SBPが低下する可能性があることが示された。

キーワード: 姿勢変化, 血圧レベル, 若年成人

¹⁾ 高木病院 リハビリテーション科: 福岡県大川市酒見141-11 (〒831-0016) TEL 0944-87-0001

²⁾ 国際医療福祉大学 福岡リハビリテーション学部理学療法学科

受付日 2007年12月10日 受理日 2008年3月25日

I. 緒 言

ヒトは、地球上で生活する限り重力の影響を強く受け続け、特に二足立位で活動するため、姿勢変化における血圧調節機能は他の動物より発達してきた。背臥位から立位になると、血液が下肢静脈に貯留して静脈還流量が減少するが、ヒトの多くは血圧調節機能が正常に働くことによって静脈還流量の減少が維持されて血圧が調整されるため、活動に支障をきたすことはない。この機能が低下すると起立性低血圧が生じ、起立時に脳血流の低下が起これ、「めまい」や「ふらつき」などの自覚症状を訴え、一時的に意識消失を起こして倒れることもある。リハビリテーションでは、長期の安静臥床を強いられた患者、高位脊髄損傷患者などは起立性低血圧が起これやすく、その予防のために座位練習、立位練習が行われている。また、起立性低血圧は学童期の子どもによく観察されることが知られているが、一般成人においても認められており¹⁾、将来における脳血管疾患および心血管疾患のリスク因子と考えられている^{2,3)}。これらのことから、起立性低血圧の予防は重要であると考えられる。

一方、腹臥位においても血圧レベルの変動がみられ、背臥位から腹臥位へ姿勢変化すると収縮期血圧 (SBP) は低下し、高血圧症患者は正常者に比べて腹臥位における SBP の低下が大きいことが報告されている⁴⁾。リハビリテーションにおける腹臥位のリスクについての報告は未だ見当たらないが、麻酔中における長時間の腹臥位は心係数 (心拍出量/体表面積) の低下を起こす危険性があり⁵⁾、脊椎外科手術では循環動態の変動によるリスクを考慮した腹臥位ポジショニング機材が用いられている⁶⁾。さらに、睡眠時における腹臥位姿勢は乳児突然死症候群のリスクファクターのひとつとされており^{7,8)}、その要因のひとつとして、腹臥位における SBP の低下が示唆されている¹⁰⁾。そのため、米国小児学会⁹⁾は常に背臥位で寝かせることを勧奨している。

先行研究では、背臥位から立位¹¹⁾、背臥位から腹臥位^{4,12)}に姿勢変化したときの血圧レベルの報告はあるが、背臥位から立位、または腹臥位への姿勢変化の血

圧レベルを比較した報告は見当たらない。そこで、本研究では、若年成人を対象に背臥位から立位、または腹臥位に姿勢変化したときの血圧レベルの変動について調査することを目的とした。

II. 対象と方法

対象は、循環器疾患の既往のない健康成人 54 名 (男性 27 名、女性 27 名)、平均年齢は 22.0 ± 2.7 歳 (18–29 歳) であった。なお、全ての対象者には、事前に書面にて本研究内容の説明と研究参加の同意を確認した。

血圧レベルの測定項目は、SBP、拡張期血圧 (DBP) および脈拍数 (PR) とし、自動血圧計 (HEM-757, OMRON) を用いて行った。測定部位は左上腕とし、測定時にマンシエットおよび血圧計が心臓の高さと同じになるように配慮した。また、血圧レベルの測定前に、対象者の身長、体重を測定して Body Mass Index (BMI) を算出し、質問紙にて喫煙の有無を聴取した。

測定手順は、以下の方法で実施した (図1)。まず、ブラットホーム上で安静背臥位をとらせ、3分後に背臥位の血圧レベルの測定を行った。次に、安静腹臥位をとらせて3分後に腹臥位の血圧レベルの測定を行い、1分間の安静背臥位をとらせてから立位を保持させ、3分後に立位の血圧レベルの測定を行った。なお、立位姿勢は、両上肢を体側に、下肢を肩幅程度に開いた直立位とし、あらかじめ両下肢を動かさないように指示し、厳守させた。

測定条件は、測定時間を朝8時から12時の間とし、室温は $24 \sim 26^{\circ}\text{C}$ に設定した。また、測定前日は飲酒や過度の運動を禁止し、測定当日は測定2時間前から朝食や飲水、測定する1時間前から喫煙を禁止した。また、喫煙の有無については、質問紙にて調査した。

測定値は、すべて平均±標準偏差で表した。基本特性における男女比較においては、対応のない t 検定、 χ^2 検定を用いた。姿勢変化における全体の比較は、一元配置反復測定分散分析を用いた。また、起立性低血圧には性差があるとの指摘があるため¹³⁾、二元配置反復測定分

図1 血圧レベルの測定手順

散分析を用い、各項目における比較検討を行った。なお、全ての解析はSPSS 11.0 for Windows (SPSS Inc.)を用いて行い、 $p < 0.05$ をもって統計的有意差ありとした。

III. 結 果

対象者の基本特性は、表1に示した。性別による基本特性の比較では、身長および体重は男女間に有意差を認めたが ($p < 0.05$)、年齢、BMIおよび喫煙習慣には有意差を認めなかった。

全対象でみた各姿勢における血圧レベルの測定値は、表2に示した。腹臥位におけるSBPは、背臥位および立位におけるSBPに比べて有意に低下していた (それぞれ、 $p < 0.01$, $p < 0.05$)。立位におけるDBPは、背臥位および腹臥位におけるDBPに比べて有意に増加していた (すべて、 $p < 0.01$)。PRはすべての姿勢において有意差があり、立位、腹臥位、背臥位の順にPRが増加していた (すべて、 $p < 0.01$)。

血圧レベルにおける性別の比較と姿勢間の比較は、表3に示した。男女間における比較では、女性のすべての姿勢におけるSBPは、男性に比べて有意に低かった (すべて、 $p < 0.05$)。女性の背臥位および腹臥位のPRは、男性に比べて有意に高かった (すべて、 $p < 0.05$)。男女別にみた各姿勢における血圧レベルの比較では、男性の腹臥位におけるSBPは背臥位におけるSBPに比べて有意に低下し、女性においても同様であった (すべて、 $p < 0.05$)。また、男女ともに立位におけるDBPは背臥位および腹臥位におけるDBPに比べて有意に増加していた (すべて、 $p < 0.01$)。さらに、男女ともにPRはすべての姿勢において有意差があり、立位、腹臥位、背臥位の順にPRが増加していた (すべて、 $p < 0.01$)。

IV. 考 察

全対象における背臥位と腹臥位の血圧レベルの比較 (表2) では、腹臥位におけるSBPは背臥位におけるSBPに比べて有意に低下し、腹臥位におけるPRは有意に増加していた。また、SBPの低下は、男女ともに同様の変動があった。背臥位に比べて腹臥位では、一回拍出量の減少に伴って心拍数が増加し、交感神経活動の緊張が高くなる¹²⁾。静脈還流量は、吸気における胸郭の拡張に伴う胸腔内圧の低下によって増加し、呼気において対照的に減少する¹⁴⁾。腹臥位姿勢では、自重による胸部の圧迫によって胸郭の拡張が制限され、静脈還流量は減少し、左室拡張末期容積が減少して一回拍出量が減少する。そ

表1 対象者の基本特性

	全体 (n = 54)	男性 (n = 27)	女性 (n = 27)
年齢 (歳)	22.0 ± 2.7	22.1 ± 2.7	21.9 ± 2.7
身長 (cm)	164.3 ± 9.2	171.6 ± 5.1	157.0 ± 5.8*
体重 (kg)	58.8 ± 10.1	65.5 ± 7.9	52.0 ± 7.2*
BMI (kg/m ²)	21.6 ± 2.4	22.3 ± 2.6	21.0 ± 2.2
喫煙 (有, %)	26	37	15

測定値：平均値±標準偏差

男女間の比較：対応のないt検定， χ^2 検定，* $p < 0.05$

表2 全対象でみた各姿勢における血圧レベルの測定値 (n=54)

	背臥位	腹臥位	立位
SBP(mmHg)	110.1 ± 7.6	106.7 ± 8.2	108.5 ± 8.5
DBP(mmHg)	65.3 ± 5.8	65.1 ± 6.1	77.6 ± 5.3
PR(beats/min)	58.3 ± 8.9	62.9 ± 9.5	77.1 ± 11.1

姿勢間の比較：一元配置反復測定分散分析，* $p < 0.05$ ，** $p < 0.01$

のため、腹臥位におけるSBPの低下は胸部圧迫による静脈還流量の減少に起因し、PRの増加は一回拍出量の減少に伴う交感神経活動の緊張によるものと考えられる。

全対象における背臥位と立位における血圧レベルの比較 (表2) では、立位におけるSBPは背臥位におけるSBPに比べて有意に低下し、立位におけるDBPは上昇し、PRは増加していた。立位になると、重力の影響によって血液が下肢に貯留し、静脈還流量が減少して心拍出量の減少が生じる。血圧調節機能が正常な者は心拍出量の低下を防止するため、交感神経活動の緊張が起立負荷に追従して高まり、血管運動神経を興奮させて末梢血管を収縮させ、同時に心拍出量を維持するために心拍数を増加させる。自律神経障害の代表的な疾患であるShy-Drager症候群は、筋交感神経活動の緊張が低く、また起立負荷に対する反射性交感神経活動の緊張が高まらないために起立性低血圧が生じる¹⁵⁾。このことから、立位におけるSBPの低下は重力の影響による静脈還流量の減少に起因し、DBPの上昇は下肢における血液貯留を防ぐための末梢血管の収縮による末梢抵抗の増加に起因し、PRの増加は一回拍出量の減少および下肢における血液貯留

を防ぐための交感神経活動の緊張の高まりによるものと考えられる。

全対象における腹臥位と立位における血圧レベルの比較(表2)では、腹臥位におけるSBPは立位におけるSBPに比べて有意に低下していた。立位において、静脈還流量の減少による心房圧の低下は、心肺受容器からの交感神経抑制性インパルスを減少させ、反射的に骨格筋や皮膚への交感神経活動を増加させる¹⁶⁾。さらに血圧が低下すると、動脈圧反射によって心臓、内臓および腎臓に対する交感神経活動の緊張が高まる¹⁷⁾。Pump et al.¹²⁾は、背臥位に比べて腹臥位で交感神経活動の緊張が高まることを報告しているが、立位との比較はしていない。本研究では、立位と腹臥位における交感神経活動の測定を行っていないため、これらの関係について明らかにすることができなかった。また、tilt tableを利用した受動的な立位で血圧レベルを測定していないため、下肢筋の筋活動による筋ポンプ作用の影響を少なからず受けている可能性がある。今後、受動的な立位と腹臥位における血圧レベルの比較、および立位と腹臥位における交感神経活動の緊張の違いについて検討する必要がある。

男女間の比較(表3)において、すべての姿勢におけるSBPと背臥位および腹臥位におけるPRは、男性に比べて女性が有意に低かった。性別による自律神経系の先行研究では、女性は男性に比べて筋交感神経活動が小さく¹⁸⁾、心臓迷走神経活動の指標である心拍変動の高周波成分(HF)が高く、また交感神経活動の指標である低周波成分(LF)とHFの比率(LF/HF)が低く¹⁹⁾、ノルアドレナリンとアドレナリンの血漿濃度が低いと報告されている²⁰⁾。性別によるSBPおよびPRの差は、交感神経活動の性による特性によるものであると推測される。一方、DBPは男女間に有意差が無かった。DBPは、末梢血管抵抗の変化や大動脈の弾力性によって規定されている。先行研究では、健康若年者においてDBPには有意差があるがその差は数mmHg程度であり、また動脈硬化指標である心臓足首血管指標には性差がないことが報告されている²²⁾。本研究における対象者には、健康な若年成人を対象としており、高血圧の者は含まれてなかった。本研究による結果だけでは言及することはできないが、健康若年成人においてはDBPの性差は少ないと考えられる。

本研究の結果から、背臥位から腹臥位への姿勢変化における短時間の血圧レベルの変動は、背臥位から立位への姿勢変化に比べてDBPやPRの変動が少なく、SBPが低下する可能性があることが示された。起立性低血圧には立位直後に血圧が低下する場合だけでなく、立位後

表3 血圧レベルにおける性別の比較と姿勢間の比較

	男性 (n = 27)	女性 (n = 27)
SBP (mmHg)		
背臥位	114.2 ± 5.9	105.9 ± 6.9*
腹臥位	110.4 ± 7.4	103.3 ± 7.4*
立位	112.0 ± 7.4	104.5 ± 8.1*
DBP (mmHg)		
背臥位	64.9 ± 5.3	65.7 ± 6.3
腹臥位	64.5 ± 6.0	65.7 ± 6.3
立位	78.4 ± 5.2	76.7 ± 5.4
PR (beats/min)		
背臥位	55.4 ± 9.4	61.1 ± 7.6*
腹臥位	60.3 ± 10.0	65.5 ± 8.4*
立位	76.3 ± 11.2	78.0 ± 11.1

二元配置反復測定分散分析 性別の比較 * p<0.05

姿勢間の比較 # p<0.05, ## p<0.01

徐々に血圧が低下する場合もあり、前者は中枢神経系に病因のある群で老人に多く、後者は末梢自律神経系に病因のある群で若年女性に多いとされている²¹⁾。長時間における立位では、交感神経活動に加えてノルアドレナリンやアドレナリンなどの液性調節による自律調節機能、さらにはレニン・アンジオテンシン系による昇圧作用が起こる。一方、長時間における背臥位と腹臥位において、バソプレシン血漿濃度や糸球体濾過率に有意な差がなかったとの報告があり¹²⁾、長時間における腹臥位はレニン・アンジオテンシン系による昇圧作用は起こりにくいのではないかと推察される。本研究では、各姿勢における3分間後の血圧レベルを比較しており、立位および腹臥位における血圧レベルの経時的な変動の違いについては検討していない。また、高齢者における起立性低血圧の原因には加齢的な変化も関与すると言われているが²³⁾、加齢や器質的疾患により血圧調節機能が低下している高齢者や血圧調節機能が未発達な乳児における腹臥位のリスクについては明らかになっていない。今後は、背臥位から腹臥位に姿勢変化したときの血圧レベルの経時的な変動、乳児および高齢者における腹臥位のリスクについて調査する必要があると考えられる。

引用文献

- 1) 松島礼子, 梶浦 貢, 田中英高・他: 健康成人における低血圧関連症状と心理社会的要因との関連について. 自律神経, 2005, 42: 162-169.
- 2) Nardo CJ, Chambless LE, Light KC, et al.: Descriptive epidemiol-

- ogy of blood pressure response to change in body position. The ARIC study, *Hypertension*, 1999, **33**: 1123-1129.
- 3) Eguchi K, Kario K, Hoshida S, et al.: Greater change of orthostatic blood pressure is related to silent cerebral infarct and cardiac overload in hypertensive subjects. *Hypertens Res*, 2004, **27**: 235-241.
 - 4) Tabara Y, Tachibana R, Yamamoto M, et al.: Hypotension associated with prone body position: a possible overlooked postural hypotension. *Hypertens Res*, 2005, **28**: 741-746.
 - 5) Yokoyama M, Ueda W, Hirakawa M: Hemodynamic effect of the prone position during anesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand*, 1991, **35**: 741-744.
 - 6) Palmon SC, Kirsch JR, MD, Depper JA, et al.: The effect of the prone position on pulmonary mechanics is frame-dependent. *Anesth Analg*, 1998, **87**: 1175-1180.
 - 7) Mitchell EA, Tuohy PG, Brunt JM, et al.: Risk factors for sudden infant death syndrome following the prevention campaign in New Zealand: a prospective study. *Pediatrics*, 1997, **100**(5): 835-840.
 - 8) Oyen N, Markestad T, Skaerven R, et al.: Combined effects of sleeping position and prenatal risk factors in sudden infant death syndrome: the Nordic Epidemiological SIDS Study. *Pediatrics*, 1997, **100**(4): 613-621.
 - 9) American Academy of Pediatrics. Task Force on Sudden Infant Death Syndrome. The Changing Concept of Sudden Infant Death Syndrome: Diagnostic coding shifts, controversies regarding the sleeping environment, and new variables to consider in reducing risk. *Pediatrics*, 2005, **116**: 1245-1255.
 - 10) Chong A, Murphy N, Matthews T: Effect of prone sleeping on circulatory control in infants. *Arch Dis Child*, 2000, **82**(3): 253-256.
 - 11) Yokoi Y, Aoki K: Relationship between blood pressure and heart-rate variability during graded head-up tilt. *Acta Physiol Scand*, 1999, **165**(2): 155-161.
 - 12) Pump B, Tolleruphuus U, Christensen NJ, et al.: Effects of supine, prone, and lateral positions on cardiovascular and renal variables in humans. *Am J Physiol Regulatory Integrative Comp Physiol*, 2002, **283**: R174-R180.
 - 13) 永田勝太郎: 起立性低血圧. *自律神経*, 1985, **22**: 320-330.
 - 14) 本郷利憲, 廣重 力 (監修): 標準生理学 第5版. 医学書院, 東京, 2001, 483-592.
 - 15) 間野忠明: 筋交感神経活動からみた自律神経機能と病態. *The Japanese Association of Rehabilitation Medicine*, 1996, **33**(6): 378-381.
 - 16) Tripathi A, Nadel ER: Forearm skin and muscle vasoconstriction during lower body negative pressure. *J Appl Physiol* 1986, **60**: 1535-1541.
 - 17) Rowell LB: Human cardiovascular control. New York, Oxford University Press, 1993, pp38-80.
 - 18) Taylor JA, Williams TD, Seals DR, et al.: Low-frequency arterial pressure fluctuations do not reflect sympathetic outflow: gender and age differences. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 1998, **274**: 1194-1201.
 - 19) Kuo TB, Lin T, Yang CC, et al.: Effect of aging on gender differences in neural control of heart rate. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 1999, **277**: 2233-2239.
 - 20) Christou DD, Jones PP, Jordan J, et al.: Women have lower tonic autonomic support of arterial blood pressure and less effective baroreflex buffering than men. *Circulation*, 2005, **111**(4): 494-498.
 - 21) 永田勝太郎: 起立性低血圧. *自律神経*, 1985, **22**: 320-330.
 - 22) Yagura C, Takamura N, Kadota K, et al.: Evaluation of cardiovascular risk factors and related clinical markers in healthy young Japanese adults. *Clin Chem Lab Med*, 2007, **45**(2): 220-225.
 - 23) Lipsitz LA: Orthostatic hypotension in the elderly. *N Engl J Med*, 1989, **321**: 952-957.