

原 著

車いすのティルト機構が下肢血行動態に及ぼす影響

藤田大介*1 森 明子*2 渡邊 進*1 福田 淳*3 小原謙一*1 西本哲也*1

要 約

本研究は、車いすの姿勢変換機能の一つであるティルト機構が下肢の血行動態に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。健康成人12名を対象とし、基本座位とティルト位の2条件での比較を行った。筋組織内ヘモグロビン動態を近赤外線分光法により計測した。その結果、基本座位と比較してティルト位では、Total-HbとDeoxy-Hbの有意な減少を認めたが、Oxy-Hbには有意な変化を認めなかった。Deoxy-Hbの有意な減少は、ティルト位の設定により下肢が挙上状態となったことや基本座位よりも心臓の位置が低くなったことが要因として考えられる。本研究により、ティルト機構は、姿勢変換や圧力軽減効果だけでなく、静脈還流量を増加させることが確認された。ティルト機構は、筋のポンプ作用が欠如している者の長時間の車いす座位状況に対して、血流うっ滞予防効果があることが示唆された。

はじめに

下肢障害を持っている高齢者は、一般的に車いす使用率が高く¹⁾、日中のほとんどを車いす上で過ごしている。離床を促す観点から車いすやいすに誘導すること自体は好ましいことであるが、長時間の座らせきり²⁾による褥瘡や浮腫、変形・拘縮等の二次的障害もみられる。これに対して、車いすのクッション³⁾やアームサポートの適合評価に関する研究⁴⁾や車いすの適合に関わる支援者の意識調査等の研究⁵⁾が行われている。

車いす上での姿勢保持のための調節機構の一つとしてティルト機構がある。座位保持能力が低下し、自力で姿勢変換が不可能な全介助レベルの者を対象とした姿勢変更機能付き車いす⁶⁾に備わっている機構である。これは、座面と背もたれが一体となって角度を変えることのできる機構であり、シートユニット自体を前後に傾けることを可能にする⁷⁾。従来より褥瘡予防や姿勢変換、ずり落ち防止に対してティルト機構の有効性が報告されている⁸⁻¹¹⁾が、ティルト機構を用いた座位姿勢が下肢の血行動態に及ぼす影響について検討した報告は、我々が渉猟する限りにおいては見当たらない。

一般的に高齢者では、筋ポンプ作用の低下、静脈

の弾性低下¹²⁾等がみられるが、高齢の車いす使用者では、さらに長時間の座位の影響が加わり、下肢の静脈還流障害を生じやすい。血流の停滞は、浮腫や深部静脈血栓症(DVT)を引き起こすことにつながる。特に長時間の不動性の座位による浮腫の本体は下肢の静脈うっ滞¹³⁾といわれている。そして、浮腫の治療や深部静脈血栓症の予防では、末梢部が心臓より高くなるよう¹⁴⁾に下肢を挙上することが推奨されている。ティルト機構による姿勢変換機能は、座面と背もたれがその角度を維持したまま一体となって車いす使用者を後方に傾けることができるが、同時に下肢の挙上も伴うことになる。そこで、本研究では、車いすの姿勢変換機能の一つであるティルト機構が下肢の血行動態に及ぼす影響を明らかにすることを目的に実験を行った。

方 法

1. 対象

本研究では、運動機能に支障のない健康成人12名(男性12名)を対象とした。対象者の平均年齢は24.0±5.2歳、身長は166.8±4.5cm、体重は64.8±10.2kgであった。事前に文書にて、全ての対象者に対して本実験の説明を行い、同意を得た。

*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 *2 兵庫医療大学 リハビリテーション学部 理学療法学科

*3 斐川生協病院 リハビリテーション科

(連絡先)藤田大介 〒701-0193 倉敷市松島288 川崎医療福祉大学

E-Mail: d-fujita@mw.kawasaki-m.ac.jp

2. 方法

対象者の服装は、衣服の締め付けによる下肢の血行動態への影響を減少させるため、上半身はTシャツ、下半身は半ズボン1枚とした。計測手順は、対象者をティルト機構を持つ姿勢変換機能付き車いす（松永製作所製：マイチルト MH-4SR）に着座させ、対象者の体格に合わせてシート奥行・アームサポート高・レッグサポート高・ヘッドサポート位置を調整した。

実験条件は、基本座位（シート角度2度、バックサポート角度95度：座と背のなす角度、レッグサポート角度：66度）とティルト位（ティルト角度30度、バックサポート・レッグサポート角度は基本座位と同様の設定角度）の2条件とした。両条件にて設定したバックサポート角度は、95～105度が姿勢保持に適切な角度¹⁵⁾とされていることによる。フットプレート角度は、実験に用いた車いすが角度調整不可能なため既存の設定とした。また、基本座位でのシート角度の設定は既製品の多くのシート角度は、2～3度¹⁶⁾との報告に基づいている。ティルト角度については、実験に用いた車いすの最大ティルト位置とした（図1、2）。

実験手順は、初めに初期座位（基本座位と同様の設定角度）時の筋組織内ヘモグロビン動態を3分間計測した。次に基本座位、ティルト位の姿勢で、5分間の休憩を挟んで各20分間の筋組織内ヘモグロビン動態を近赤外線分光法（以下、NIRS）により計測した。NIRSの測定機器は、レーザー組織血液酸



図1 計測風景（基本座位）



図2 計測風景（ティルト位）

素モニター（Omega Monitor BOM-L1TR）を用い、プローブを右腓腹筋外側頭に貼付し、計測深度が2～4cmになるように調整した。計測した総ヘモグロビン量（以下、Total-Hb）、酸素化ヘモグロビン（以下、Oxy-Hb）、脱酸素化ヘモグロビン（以下、Deoxy-Hb）の初期座位3分間の平均を基準とし、基本座位、ティルト位それぞれの終り3分間の平均値を採用し、その変化率（百分率）を求めた。

統計学的解析には、基本座位とティルト位の2条件間での比較のために対応のあるt検定を用い、危険率5%未満をもって有意とした。

結 果

各測定項目の変化率を図3に示す。

1. Oxy-Hb

基本座位では $102.7 \pm 8.1\%$ 、ティルト位では $103.8 \pm 18.7\%$ であり、有意な変化は認められなかった。

2. Deoxy-Hb

基本座位の $108.4 \pm 14.9\%$ に対して、ティルト位では $91.5 \pm 20.2\%$ であり、有意な減少が認められた。

3. Total-Hb

基本座位の $104.7 \pm 6.7\%$ に対して、ティルト位では $97.3 \pm 10.2\%$ であり、有意な減少が認められた。

考 察

座らせきりによる苦痛、二次的障害を解決する一つの方法としてシーティングがある。シーティング

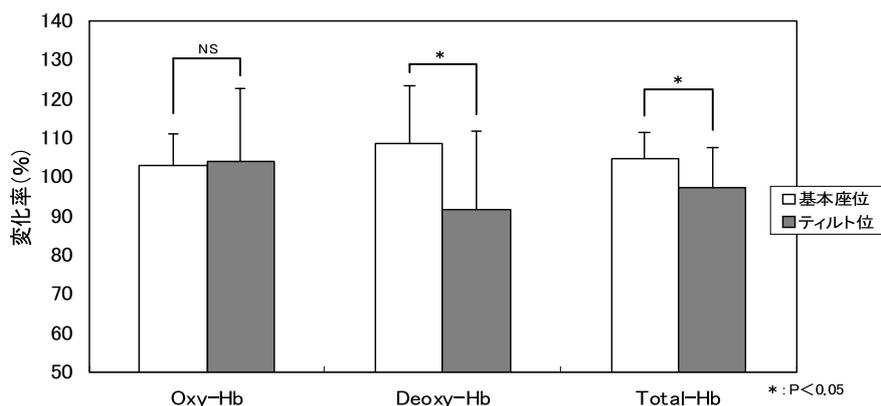


図3 各座位姿勢における血流量の計測結果 (初期座位を100とした場合の変化率)

とは、座位保持になんらかの問題がある者を対象に、部品の組み合わせや調節機構による設定を用いて、外的に支持を加えて安定した座位姿勢を導くための方法である。外的支持を提供するインターフェイス¹⁷⁾に関する報告としては、クッションの性能比較に関する研究¹⁸⁻²⁰⁾が多くみられるが、調節機構と身体機能について言及した報告は少ない。本研究にて使用したティルト機構は、姿勢変換機能による自立性の拡大や健康への好影響を有する²¹⁾とされており、重度障害者の座位時間の延長²²⁾を可能にする重要な機構である。座面と背もたれからなるシートユニット全体を後方に傾けると摩擦力が消え滑らなくなり²³⁾下肢が挙上するため、前すべりによる車いすからの転落を防ぐことが可能である。さらに、運動障害による筋のアンバランスによる骨格変形の進行を遅らせることや座位保持に必要なエネルギーを少なくする²⁴⁾とも言われている。現在、シートユニットの角度の固定は、一般的にメカニカルロックやロック付きガススプリング²⁵⁾が使われており、-11度(座面前縁が後縁より下がる:シートユニットが前方に傾斜)~55度(座面後縁が前縁より下がる:シートユニットが後方に傾斜)までの範囲で調整可能な車いすが市販されている。

本研究では、シーティング効果の定量的検証作業の一つとして、ティルト機構による圧力軽減やずり落ち防止効果以外の身体への影響を探索する目的で、下肢の血行動態に及ぼす影響について検討した。本研究の結果から、基本座位と比較してティルト位では、Total-HbとDeoxy-Hbの有意な減少を認めたが、Oxy-Hbには変化を認めなかった。今回、NIRSにより測定した血流量を絶対値ではなく安静状態(初期座位)からの変化率をもって評価した。静脈血流量は、被験者個々や計測する時間帯により大きく異なり、絶対値を単純に比較することは困難²⁶⁾と報告されている。NIRSから得られたパラメータは、

主に血液循環による酸素供給を反映している²⁷⁾。そしてDeoxy-Hbは、静脈にしか存在しない²⁸⁾ため、Deoxy-Hbの有意な減少は、静脈還流量の増加を示す²⁹⁾と報告されている。よって、ティルト位により、下肢から心臓への静脈還流量が増大したことが示唆される。また、このようなDeoxy-Hbの減少に伴い全体としての血液の貯留が減少し、Total-Hbが減少したと考えられる。

下肢の静脈還流は、右心または胸郭運動による・腹圧による吸引力、動脈血流入による静脈血の押し上げ、筋肉運動によるポンプ作用³⁰⁾や体位や高さの変化に影響を受ける²⁷⁾。すなわち、本研究結果からみられたティルト位でのDeoxy-Hbの有意な減少は、ティルト位の設定により下肢が挙上状態となったことや基本座位よりも心臓の位置が低くなったこと等が要因として考えられる。Oxy-Hbに変化を認めなかったこともこの要因が影響していると考えられる。Deoxy-Hbは、心臓の位置が高くなるにつれて増加し³¹⁾、背もたれ角、フットサポート角90°のみの一般的な座位では下肢から心臓への静脈還流量が低下する³²⁾との報告もある。ティルト位での下肢の挙上状態が座位姿勢継続による下肢への血流下降を防ぎ、さらに心臓の高さが下がることで心臓への血流上昇を促進したと考える。下肢の静脈還流増加に有効な下肢挙上の程度としては、心臓の高さより30cm程度がよい³³⁾、との報告がみられるが、今回の結果からは30度のティルト位も静脈還流量を増加させる効果があることが示唆された。このことは、ティルト機構を用いることで、筋力低下や麻痺により下肢の自動運動が不可能で筋のポンプ作用が欠如している者の長時間の車いす座位状況に対して、血流のうっ滞が予防できる可能性を示している。

本研究により、ティルト機構は、姿勢変換や圧力軽減効果だけでなく、静脈還流量を増加させる効果があることが確認された。しかし、今後の課題とし

ては、次のようなことが挙げられる。まず、ティルト角度を本研究では1パターンのみを設定したことが挙げられる。前述のように市販されている車いすのティルト調整範囲は様々であることから、今後より詳細なティルト角度を設定し、角度による違いを検討すべきだと考えられる。また、本研究ではティルト機構に着目したが、通常、ティルト機構とリクライニング機構は併用されるべきもの¹⁵⁾である。今後は、ティルト - リクライニング機構条件での検討も必要だろう。さらに、下肢と心臓の位置関係以外のティルト位による圧力分布の変化やレッグ

サポート角度が、静脈還流量に影響を及ぼす影響についての研究も必要だと考えている。

結 論

車いすのティルト機構が下肢の血行動態に及ぼす影響を検討した。その結果、基本座位と比較してティルト位では、Total-HbとDeoxy-Hbの有意な減少が認められ、静脈還流量を増加させる効果が確認された。ティルト機構は、筋のポンプ作用が欠如している者の長時間の車いす座位状況に対して、血 flowing 滞予防効果があることが示唆された。

文 献

- 1) 廣瀬秀行, 木之瀬隆: 特別養護老人ホームにおける車いすの問題点。リハ工学カンファレンス講演論文集, **12**, 365-368, 1997.
- 2) 高齢者リハビリテーション研究会: 高齢者リハビリテーションのあるべき方向。初版, 社会保険研究所, 東京, 51-52, 2004.
- 3) 松尾清美, 村田知之, 古賀賢紀, 小川意房: 通気性と体圧分散機能を考慮した車いす用クッションとベッドマットの試作。リハ工学カンファレンス講演論文集, **21**, 311-312, 2006.
- 4) 藤田大介, 福田淳, 小原謙一, 西本哲也, 森明子, 石浦佑一: 車いすアームサポートの適合評価に関する検討 — 有無あるいは高さの違いが殿部・大腿部の圧力分布に及ぼす影響 —。川崎医療福祉学会誌, **18**(1), 267-270, 2008.
- 5) 藤田大介, 小原謙一, 西本哲也, 江口淳子, 石浦佑一, 福田淳: シーティングに関わる中間ユーザーについての調査研究 — 理学療法士の意識と行動に着目して —。川崎医療福祉学会誌, **17**(2), 395-401, 2008.
- 6) 松尾清美, 市川冽, 沖川悦三, 加島守, 木之瀬隆, 中尾和夫, 藤田大介, 前田正和, 三浦由紀子, 森山由香, 米崎二朗: 車いすの選び方・使い方。初版, 日本リハビリテーション工学協会, 東京, 7-9, 2000.
- 7) 光野有次, 吉川和徳: シーティング入門。初版, 中央法規, 東京, 84-90, 2007.
- 8) 木之瀬隆, 大津慶子, 栗原トヨ子, 奥山則子: ティルト・リクライニング機能が座位姿勢に及ぼす影響。リハ工学カンファレンス講演論文集, **18**, 175-176, 2003.
- 9) 栗原トヨ子, 木之瀬隆, 大津慶子, 奥山則子, 酒井容子: 高齢者の座位能力と褥瘡発生の関連。東京保健科学学会誌, **5**(4), 258-262, 2003.
- 10) 獅々堀彊, 森口靖子, 横川絹恵, 中添和代, 松岡千代, 一原由美子: 高齢者ケアのための福祉用具の研究開発 — 自動車シートの再利用による安楽車いすの作成 —。香川県立医療短期大学紀要, **2**, 25-32, 2000.
- 11) Hobson DA: Comparative effects of posture and shear at the body-seat interface. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, **29**, 21-31, 1992.
- 12) 平井正文: 加齢と深部静脈血栓症。血栓と循環, **8**(3), 249-252, 2000.
- 13) 岩本俊彦: 下腿浮腫の要因とその診かた。Geriatric Medicine, **46**(10), 1250-1251, 2008.
- 14) 田中裕二, 小島克予, 尾上忍, 小川優美, 中山彰一, 高柳清美: 浮腫の機械的治療法。理学療法, **14**(10), 802-807, 1997.
- 15) 古田恒輔: 車いす総論。高田泰徳, 香川真理編, 高齢者のための車いす選び, 初版, 島根県介護研修センター, 島根, 36-40, 2001.
- 16) 田中理: 車いすの選び方寸法。日本リハビリテーション工学協会車いすSIG編, 第8回日本リハビリテーション工学協会車いすSIG講習会テキスト, 初版, 日本リハビリテーション工学協会車いすSIG, 日本, 117-146, 1998.
- 17) 廣瀬秀行, 木之瀬隆: 高齢者のシーティング, 初版, 三輪書店, 東京, 95-98, 2001.
- 18) 木之瀬隆, 古賀洋: 車いすクッションの評価方法に関する検討 — 高齢者の褥瘡予防におけるクッションの評価方法の検討 —。作業療法, **23**, 504, 2004.
- 19) 島浩人, 依岡徹, 上垣幸衛, 船谷俊彰, 竹中紀子, 木村裕, 中尾仁美: 車椅子クッションの減圧効果について — 簡易圧力測定器を用いた検討 —。理学療法学, **33**(2), 566, 2006.

- 20) 江原喜人: 車いすクッションの基礎と選択. 日本リハビリテーション工学協会車いす SIG 編, 第27回日本リハビリテーション工学協会車いす SIG 講習会テキスト, 初版, 日本リハビリテーション工学協会車いす SIG, 日本, 37-44, 2008.
- 21) Sprigle S and Sposato B: Physiologic Effects and Design Considerations of tilt-and-Recline Wheelchairs. *Orthopaedic Physical Therapy Clinics of North America*, **6**, 99-122, 1992.
- 22) 木之瀬隆: シーティングシステムの進歩とアシスティブ・テクノロジー. 作業療法ジャーナル, **31**(1), 43-47, 1997.
- 23) 廣瀬秀行: 姿勢保持とバイオメカニクス. シーティング・コンサルタント協会編, シーティング・コンサルタント養成研修(基礎課程)テキスト, 初版, 特定非営利活動法人日本シーティング・コンサルタント協会, 東京, 13-17, 2005.
- 24) Ward DE: *Prescriptive Seating for Wheeled Mobility vol.1 Theory, Application, and Terminology*. Health Wealth International, USA, 101-110, 1994.
- 25) 沖川悦三: 姿勢と座席構造との関係. 日本リハビリテーション工学協会車いす SIG 編, 第19回日本リハビリテーション工学協会車いす SIG 講習会テキスト, 初版, 日本リハビリテーション工学協会車いす SIG, 日本, 48-56, 2004.
- 26) 太田覚史, 山田典一, 辻明弘, 石倉健, 太田雅弘, 矢津卓宏, 中村真潮, 伊藤正明, 井阪直樹, 中野昶: 静脈血栓症に対する各種理学的予防法の静脈血流増加効果についての検討. 静脈学, **15**(2), 89-95, 2004.
- 27) 小山秀紀, 海老根祐一, 安藤敏弘, 坂東直行, 金城正佳, 野呂影勇: 航空機シート着座中の軽運動が下肢の血行動態に与える影響. 人間工学, **40**(6), 309-314, 2004.
- 28) 三條理典, 中山愛, 川村智一: 末梢血行動態におよぼすマッサージ器の作用に関する研究. 東海大学開発工学部紀要, **10**, 227-231, 2000.
- 29) Hosi Y, Yasuhara H, Shigematsu H, Komiyama T, Onozuka A and Muto T: Influence of popliteal vein thrombosis on subsequent ambulatory venous function measured by near-infrared spectroscopy. *The American Journal of Surgery*, **177**, 111-116, 1999.
- 30) 岸幸夫: 浮腫発生のメカニズム. 理学療法, **14**(10), 775-780, 1997.
- 31) 小山秀紀, 向大輔, 安藤敏弘, 坂東直行, 藤巻吾郎, 野呂影勇: 多様な座位姿勢における下肢の血行動態. 第14回日本人間工学学会14回システム大会抄録集, 42-43, 2006.
- 32) 安藤敏弘, 成瀬哲哉, 坂東直行, 堀部哲: 人間工学的手法による木製椅子の快適性評価と機能設計に関する研究. 平成16年度 岐阜県生活技術研究所研究報告, **7**, 1-3, 2004.
- 33) 小形洋悦: 浮腫の運動療法. 理学療法, **14**(10), 786-792, 1997.

(平成21年6月15日受理)

The Effects of Wheel Chair Tilt Systems on Lower Limb Blood Flow

Daisuke FUJITA, Akiko MORI, Susumu WATANABE, Jun FUKUDA,
Kenichi KOBARA and Tetsuya NISHIMOTO

(Accepted Jun. 15, 2009)

Key words : seating, tilt systems, blood flow

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the effects of wheel chair tilt systems on lower limb blood flow. Twelve healthy adult volunteers participated in this study in which we compared normal sitting and tilt position. We measured dynamic states of hemoglobin in muscular tissue using near-infrared spectroscopy. The results showed that Total-Hb and Deoxy-Hb decreased significantly while in the tilt position, however Oxy-Hb did not change significantly. The results suggest that the significant decrease in Deoxy-Hb was caused by the effects of the tilt position which, in comparison with the normal sitting position, elevate the lower limbs and lower heart position. This study supports the hypothesis that tilt systems not only offer pressure relief by changing posture, but also increase venous return. The results suggest that tilt systems have the further advantage of preventing venous stasis in long-term wheel chair users who cannot perform muscular pumping.

Correspondence to : Daisuke FUJITA

Department of Rehabilitation, Faculty of Health Science
and Technology, Kawasaki University of Medical Welfare
Kurashiki, 701-0193, Japan

E-Mail: d-fujita@mw.kawasaki-m.ac.jp

(Kawasaki Medical Welfare Journal Vol.19, No.1, 2009 73-78)