

原 著

車椅子の駆動性を高めるための座面・背もたれの検討 —車椅子用シーティングシステムの開発を目指して—

藤田大介*¹ 小原謙一*¹ 吉村洋輔*¹ 大坂裕*¹
永田裕恒*² 西本哲也*³

要 約

本研究は、姿勢変換機能を持つ車椅子用シーティングシステムの開発に必要な構造を解明するため、実験1では、健常成10名を対象に体幹、上肢の表面筋電図、走行時間、駆動時間、主観評価を行い、座面角度0°で背もたれ角度を98°に設定した車椅子と座面角度-5°で背もたれ角度を85°に設定したものの2条件を比較した。その結果、座面角度-5°で背もたれ角度を85°に設定した車椅子では、大胸筋の筋活動量は低値を示し、主観評価は有意に高かった。実験2では、健常成人13名を対象に車椅子の座面と背もたれの圧力の検知ポイント、最高圧力、主観評価を行い、座・背クッションともにチップウレタンのみのものでチップウレタンと低反発フォームの複層構造の2条件を比較した。その結果、座面の複層構造は圧力の検知ポイントと主観評価が有意に高い値を示し、最高圧力が有意に低値を示した。

1. はじめに

車椅子は安定して座位を保持させるために快適性や安楽性を求められていると同時に、駆動等の活動的な動作にも対応する必要がある¹⁾。車椅子とは、これらの2つの相反する要件を求められる福祉用具であり、車椅子駆動等の活動と安楽性を重視した休息場面では車椅子上での姿勢が異なってくる。しかし、車椅子利用者にとって生活動作に合わせて車椅子を乗り換えることは非現実的であるため、駆動か休息のどちらかを優先させた車椅子が使用されているのが一般的である。また、車椅子の乗り換えを必要とせずに駆動や休息姿勢へ変換できるようなシーティングシステム等の福祉用具もみられない。しかし、車椅子利用者の様々な生活状況に対応するためには、車椅子を乗り換えることなく、駆動動作や休息等の状況に適した姿勢への変換を、自身で簡易に1台の車椅子上で可能にできるような座面と背もたれから構成される車椅子用シーティングシステムの開発が必要だと考えられる。

車椅子駆動に関する先行研究については、座面や

背もたれ形状による駆動への影響を検討したものがみられる²⁾。車椅子の駆動方式として用いられることの多い上肢駆動に関する先行研究では、車椅子駆動時のトルクや関節角度を測定した報告は散見されるが^{3,4)}、実際に車椅子を駆動した時の上肢駆動時の筋活動についての報告は少ない^{5,6)}。そして、筋電図学的検討により上肢駆動時に作用する筋肉の役割は検討されているものの⁷⁾、車椅子の上肢駆動に適した座面や背もたれの角度調整について、体幹や上肢の筋活動等から検討した報告はない。また、医療機関や介護施設等で使用されている車椅子の座面角度は、後傾0~5°の範囲に設定されている⁸⁾。座面の後傾は不良姿勢を生じさせてしまい、駆動効率の減少につながる一方で、座面を前傾することは車椅子の活動性の向上につながると報告されている⁹⁾。背もたれ角度については、通常90~95°の範囲に設定されているが⁸⁾、駆動に最適な座面と背もたれ角度についての報告はみられず、活動性の観点から、車椅子上での理想的な座位姿勢としては90°姿勢が散見される程度である¹⁰⁾。

*1 川崎医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科

*2 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

*3 川崎医療福祉大学 医療技術学部 健康体育学科

(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

また、車椅子の座面や背もたれ等に使用されるクッションは、車椅子上での姿勢保持や休息に関与する重要な車椅子用シーティングシステムの構成要素であり、車椅子に座る際の必需品である¹¹⁾。クッションの素材から見た分類としては、ウレタンフォーム、エア、ゲル等が一般的に用いられているが、中でもウレタンフォームを用いたクッションは、安価であることや加工が容易である等の利点があり¹²⁾、多くの医療機関や介護施設で使用されている。そして、このウレタンフォームは、素材によって感触や硬さが異なるが、チップウレタンや低反発フォームがある。また、チップウレタンのみの単層のものから、チップウレタンの表層部に低反発フォームを張り付けて作製されているクッションのように¹³⁾、感触や硬さの異なるウレタンフォームを重ね合わせて構成されているクッション等の様々なものがみられる。車椅子のクッション素材としてのチップウレタンや低反発フォームに関する先行研究では、力学的特性に関する基礎研究^{14,15)}、事例報告等がみられる¹⁶⁾。しかし、チップウレタンや低反発フォームに関する層構造が、座面や背もたれの圧力や座り心地に与える影響を検討した報告はみられない。

このように、駆動や休息に適した姿勢への変換が可能で可能な車椅子用シーティングシステムの開発に必要なと考えられる座面と背もたれ角度や、クッションの構造等に関しては未解明な部分が多い。そこで本研究では、姿勢変換機能を持つ車椅子用シーティングシステムの開発に必要な構造を解明するため2つの実験を行った。実験1として、上肢駆動時の座面と背もたれ角度に関する研究を行い、さらに実験2では、座面と背もたれに設置するためのクッション構造について検討した。

2. 方法

2.1 実験1

2.1.1 対象

対象は、健康成人10名（男性10名、年齢：32±8.3歳、身長：172.4±5.9cm、体重：64.3±8.4kg）とした。対象は、課題動作遂行に際しての車椅子に対する体格差の影響を考慮して男性とした。除外基準は、6か月以内に整形外科疾患、末梢神経に影響を与える内科疾患の既往のある者とした。なお、実験1、2ともに川崎医療福祉大学の倫理委員会の承認を得た後に実施した（承認番号：19-062）。

2.1.2 方法

実験には、モジュラー式車椅子（ラックヘルステア社製：レボ、レボ3A）、角度調整式座面（サンラ

イズメディカル社製：アジャスタブルソリッドシートインサート）を使用した。

実験に使用した2種類の車椅子は、キャスター高や後輪車軸位置・座面高等を全て同様に調整し、フレーム自体は床面に対して0°となるように設定した（座幅：40cm 前座高：41cm）。レボとレボ3Aともに後輪車軸位置は、駆動性の向上を考慮しフレーム後端より4cm前方に設定した¹⁾。背もたれ角度については、レボは98°、レボ3Aは85°に調整した。なお、背もたれの角度調整軸の高さや前後位置はレボ、レボ3Aとも相違はない。

角度調整式座面は、前座高と後座高の高さを調整することで座面のベースを任意の角度で設定できる構造である。本実験では、角度調整式座面を用いて、座面角度をレボは0°とレボ3Aは-5°（座面の前方が後方よりも下がっている状態）に設定した。これらの角度設定は、我々の車椅子の片足駆動に関する研究を参考にした¹⁷⁾。また、30mm圧のチップウレタンを座面、20mm圧のチップウレタンを背もたれに取り付けた。背もたれは歪みが起こりにくいように張り調整を設定した。

実験条件は、座面角度0°で背もたれ角度を98°に設定したもの（以下、通常条件）と座面角度-5°で背もたれ角度を85°に設定したもの（以下、前傾条件）の2条件とした（図1）。通常条件と前傾条件の2条件で、車椅子駆動した際の体幹および上肢の筋活動と走行時間、駆動時間、主観評価を測定した。手順として実験は、コンクリートの床面の室内で7mの直線路にて行い、2mの助走区間と5mの走行区間を設定した。課題動作は、対象者の両上肢での上肢駆動とした。対象者には、可能な限り背もたれに体幹を接した状態にて両上肢でハンドリム把持して駆動し、次に離す、という一連の動作を測定に先立って指導し、この駆動様式が十分に出来るようになるまで練習を行った。駆動動作は最大速度とし、被験者ごとに2条件下での上肢駆動をランダムに3回ずつ行わせた。

体幹、上肢の筋活動は、表面筋電図（VitalRecorder2: キッセイコムテック株式会社製、日本）を使用し測定した。車椅子の上肢駆動時に関与するとされている腹直筋、大胸筋、上腕三頭筋を被検筋として⁷⁾、電極位置は下野¹⁸⁾の測定位置を参考に、いずれも右側とした。電極（銀-塩化銀型 Disposable 生体用表面電極：Blue Sensor N-00S, Medicotest A/S, Denmark）を十分な皮膚処理後に、対象筋の筋線維の走行に平行に電極間距離25mmで貼り付けた。アース電極は左肘頭に貼り付けた。また、マークスイッチを右第1中手骨中央より内側に1横指

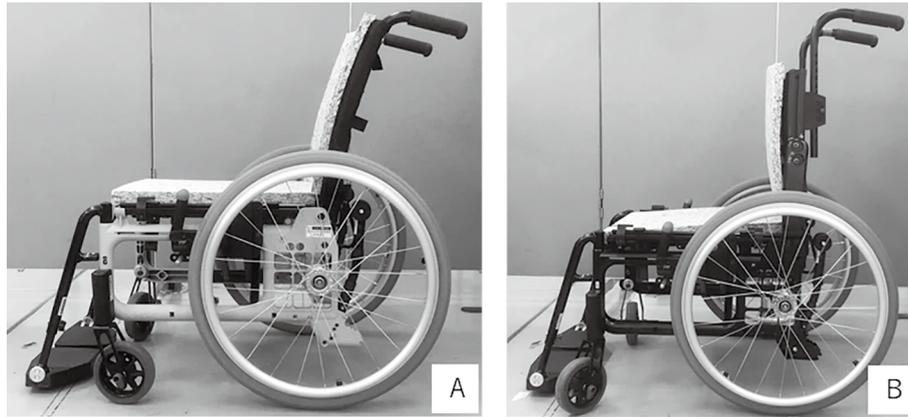


図1 実験1の実験条件

- A：座面角度 0° ・背もたれ角度 98° （通常条件）
 B：座面角度 -5° ・背もたれ角度 85° （前傾条件）

の部位に取りつけた。駆動時の筋活動の測定に先立って、5秒間の最大随意収縮（Maximal voluntary contraction：MVC）時の各対象筋の筋電波形を測定・記録した。筋電波形は筋電図の解析ソフト（BIMUTAS II：キッセイコムテック株式会社製）を使用し、バンドパスフィルター（10～500Hz）処理を実施後、全波整流した。解析対象は走行区間の開始より2～3駆動目として、平均積分筋電値（Integrated electromyogram：IEMG）の3回の平均を算出し、MVCで正規化した（% MVC）。併せて、5mの距離を駆動した際の走行時間、駆動時間を測定し、3回の平均値を算出した。駆動時間は、車椅子のマークスイッチの信号のある区間を駆動期として走行区間の開始より駆動期の2～3駆動を解析対象とした。さらに、主観評価として2条件の車椅子駆動を実施した後に、2条件の車椅子の駆動しやすさについて1を（こぎにくい）、2を（ややこぎにくい）、3を（どちらでもない）、4を（ややこぎやすい）、5を（こぎやすい）とする5段階評価を実施した。

2.2 実験2

2.2.1 対象

対象は、健常成人13名（男性10名、女性3名、年齢： 32.1 ± 8.4 歳、身長： 167.1 ± 5.4 cm、体重： 61.5 ± 11.3 kg）とした。除外基準は、6か月以内に整形外科疾患、末梢神経に影響を与える内科疾患の既往のある者とした。

2.2.2 方法

実験に使用したクッション材のウレタンフォームは、チップウレタン（密度： 80 ± 12 kg/m³ 硬さ： 250 ± 10 N）と低反発フォーム（密度： 60 ± 4.8 kg/m³ 硬さ： 60 ± 21 N）である。なお、本実験に使用したチップウレタンは実験1に使用したのと同じ

である。座面に設置したクッション（以下、座クッション）は厚さ30mmで、幅と奥行きは角度調整式座面に合わせて 325 mm \times 420 mmとし、背もたれに設置したクッション（以下、背クッション）は厚さ20mm、幅と長さは 350 mm \times 375 mmとした。実験1と同様に背もたれは、荷重による歪みが起こりにくいように張り調整を設定した。実験にはモジュラー車椅子（ラックヘルスケア社製：レボ3A）と角度調整式座面を使用して、座面角度を 5° （座面の後方が前方よりも下がっている状態）、背もたれ角度を 110° に設定した。これは、新木ら¹⁹⁾による軽休息椅子用の座面、背もたれ角度を参考としている。

実験条件は、座クッション、背クッションともにチップウレタンのみ（以下、単層条件）とチップウレタンの表層に低反発フォームを重ねて用いたもの（以下、複層条件）の2条件とした（図2）。単層条件と複層条件の2条件で、車椅子上座位時の座面と背もたれの圧力と主観評価を測定した。実験手順は、被験者にクッションを設置した車椅子上に着座さ

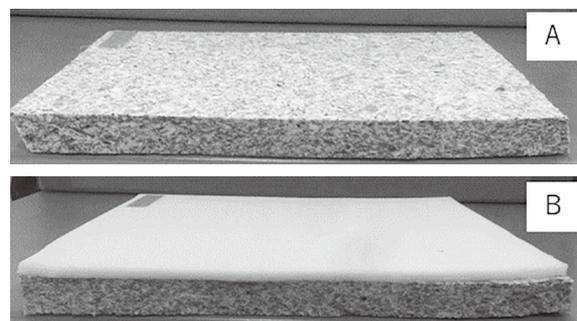


図2 実験2の実験条件

- A：チップウレタン（単層条件）
 B：チップウレタン+低反発フォーム（複層条件）

せ、膝関節70°屈曲位とし、足底が全接地になるように対象者に合わせて床高を調整した上で、深く座り前方を見ることとリラックスするように指示を与えた。車椅子上での座位保持は、2条件下でランダムとした。対象者の服装は、衣服のサイズによる接触部分への影響を減少させるため、上半身はTシャツ、下半身は病衣のズボンを用いた。

座面と背もたれの圧力の測定は、体圧分布測定器（住友理工社製：SR ソフトビジョン）を使用した。本実験で使用した体圧分布測定器のマットサイズは450mm×450mm、センシングポイントは256点である。体圧分布測定器のセンサーシートを車椅子の座面と背もたれのそれぞれに敷き、2条件ごとに同期させて190秒間測定し、170～180秒間の圧力の検知ポイント（以下、検知ポイント）と最高圧力を算出した。また、主観評価として車椅子上座位保持後に、座クッションと背クッションの硬さ感と座り心地についての5段階評価を行った。硬さ感は1を（硬い）、2を（やや硬い）、3を（どちらでもない）、4を（やや柔らかい）、5を（柔らかい）、座り心地は1を（悪い）、2を（やや悪い）、3を（どちらでもない）、4を（やや良い）、5を（良い）とした。

統計学的解析として、実験1、2ともに Shapiro-Wilk 検定を用いて正規性の確認を行った。その後、正規性が認められた場合は paired t-test を、正規性

が認められなかった場合は Wilcoxon の符号付順位検定を用いた。実験1では体幹、上肢筋活動量と走行時間、駆動時間、主観評価、実験2では、検知ポイントと最高圧力、主観評価について2条件間を比較し、危険率5%未満をもって有意とした ($p < 0.05$)。統計解析には、SPSS statistics ver.22を用いた。

3. 結果

3.1 実験1

大胸筋の筋活動量は、通常条件に比べて前傾条件で有意に低値を示した ($p=0.011$)。しかし、腹直筋と上腕三頭筋の筋活動量、走行時間、駆動時間には有意な差を認めなかった。また、車椅子の駆動しやすさについての主観評価では、前傾条件が通常条件に比べて有意に評価が高かった ($p=0.04$) (表1)。

3.2 実験2

座クッションについて単層条件に比べて複層条件では、検知ポイントは有意に高い値を示し ($p=0.017$)、最高圧力は有意に低かったが ($p=0.002$)、背クッションにはいずれの項目にも有意な差は認められなかった。また、硬さ感は座クッション ($p=0.001$) と背クッション ($p=0.002$) とともに、座り心地についても座クッション ($p=0.027$) と背クッション ($p=0.012$) とともに、複層条件が単層条件に比べて有意に評価が高かった (表2)。

表1 通常条件と前傾条件の測定項目の比較 (n=10)

	通常条件		前傾条件	
	平均値±標準偏差	中央値 (四分位範囲)	平均値±標準偏差	中央値 (四分位範囲)
腹直筋 (%)	31.71±11.61	29.97 (27.03-32.96)	31.36±11.32	30.84 (25.59-39.88)
大胸筋 (%)	42.96±16.59	43.54 (29.08-54.31)	36.61±14.81*	33.64 (24.86-47.89)
上腕三頭筋 (%)	38.14±16.58	44.13 (29.65-50.93)	42.94±17.04	45.35 (36.83-54.21)
走行時間 (秒)	3.27±0.4	3.18 (2.99-3.61)	3.35±0.29	3.33 (3.22-3.5)
駆動時間 (秒)	0.13±0.04	0.14 (0.1-0.18)	0.12±0.06	0.11 (0.08-0.16)
主観評価 (駆動しやすさ)	2.5±1.1	2.5 (2-3)	3.6±0.5	4.0 (3-4)*

* : $p < 0.05$

表2 単層条件と複層条件の測定項目の比較 (n=13)

	単層条件		複層条件	
	平均値±標準偏差	中央値 (四分位範囲)	平均値±標準偏差	中央値 (四分位範囲)
座面				
： 検知ポイント (点)	143±29	144 (119-169)	152±28*	154 (132-180)
： 最高圧力 (mmHg)	169.41±32.97	172.88 (156.1-200)	153.71±35.33	154.90 (137.26-182.34)*
： 主観評価 (硬さ感)	1.3±0.5	1 (1-2)	2.5±0.8	2 (2-3)*
： 主観評価 (座り心地)	2.5±1.3	2 (2-4)	3.3±1.2	3 (3-4)*
背もたれ				
： 検知ポイント (点)	55±22	54 (40-59)	51±24	47 (35-67)
： 最高圧力 (mmHg)	54.04±17.55	49.44 (40.5-63.9)	46.25±12.59	43.54 (34.18-54)
： 主観評価 (硬さ感)	1.9±1.0	2 (1-3)	2.7±0.9	3 (2-3)*
： 主観評価 (座り心地)	2.4±1.0	2 (2-3)	3.4±1.2	3 (3-4)*

* : $p < 0.05$

4. 考察

車椅子は歩行が困難な者にとっての移動手段として重要な役割を担う福祉用具の一つであり、多くの利用者に幅広く用いられている。車椅子は休息のための椅子の役割として安定して座位を保持させるために快適性や安楽性を求められていると同時に、移動機器として駆動等の活動的な動作にも対応する必要がある。車椅子には、多様な1日の生活の流れに合わせた座位姿勢を利用者に合わせて適切に保持する機能が求められる。しかし、駆動と休息場面では座面と背もたれによって保持すべき姿勢が異なるので、何らかの方法で姿勢変換が必要となる。姿勢変換としての車椅子やクッションの変更は、立位保持や移乗動作が必要となるため、車椅子利用者や介護者にとって大きな負担となり現実的ではなく、駆動と休息の2つの姿勢への変換を意図して製品化された車椅子用シーティングシステムもみられない。このような状況に対しては、駆動や休息に適した座面や背もたれの設定が、1台の車椅子にて自身で簡易にできるような車椅子用シーティングシステムが必要だと考えられる。シーティングシステムとは、駆動に適した姿勢や安楽姿勢を作り出すための座面や背もたれ等から構成される装置である²⁰⁾。

車椅子駆動に最適な座面と背もたれ角度の調整や休息姿勢に適した車椅子用クッションの構造等のシーティングシステムの構成要素に関する先行研究は少なく^{2,5,6,13,16)}、医療機関や介護施設では医療・介護従事者の経験的判断に基づいて決定されている状況もある。つまり、駆動や休息等の生活動作に対応した姿勢への変換を可能とする車椅子用シーティングシステムの開発にあたっては、未解明な部分が多い。そのため本研究は、車椅子用シーティングシステムの開発に必要な構造の検討として、実験1では駆動に最適な座面と背もたれ角度に関する研究を行い、実験2ではクッションの構造に関する研究を実施した。

車椅子の上肢駆動動作に関する座面と背もたれ角度の観点から検討した実験1の結果からは、走行時間、駆動時間には有意な差を認めなかったが、大胸筋の筋活動量は通常条件に比べて前傾条件で有意に低値を示した。そして、主観評価の結果では、前傾条件が通常条件に比べて有意に高い評価を示した。

2条件間の走行時間、駆動時間に差がみられない中で、大胸筋の筋活動が低値を示したのは、通常条件に対して前傾条件での車椅子駆動は高い大胸筋の筋活動を必要としない、という現象を示したと考えられる。背もたれに体幹を接した車椅子上座位姿勢では、前傾条件に比べて通常条件は体幹が軽度後傾

位をとるため、ハンドリムの駆動動作時に、ハンドリムを把持して操作する位置が体幹よりも前方に位置することになり、肩関節に重力に抗した肩関節の屈曲作用が要求される。しかし、前傾条件では座面角度が -5° 、背もたれ角度が 85° に設定されていることから、骨盤が前傾し体幹が伸展位をとるためハンドリムの把持部分が肩関節の後方に位置する。その姿勢をとる結果、重力がハンドリムによる駆動動作における肩関節屈曲運動の補助として作用し²¹⁾、大胸筋の筋活動が低値を示したのだと考えられる。そして、前傾条件では、上肢駆動動作の主動筋である大胸筋の筋活動量の少ない駆動が可能であったため⁷⁾、車椅子の駆動しやすさについての主観評価でも通常条件に比べて有意にこぎやすいという結果がみられたと推察される。また、走行時間と駆動時間に差がみられなかったのは、7mという走行距離の設定下で駆動速度を最大にしたことで速度が一定に近づいたためだと考えられる。

日常生活の中で、車椅子上で休息をとっている時間は駆動動作を行うよりも長いと考えられるため、実験2では休息姿勢を設定してウレタンフォームを用いたクッション素材の構造を検討した。その結果、単層条件に比べて複層条件では座クッションの検知ポイントは有意に高値、最高圧力は有意に低値を示したが、背クッションには有意な差を認めなかった。硬さ感と座り心地に関する主観評価では、座・背クッションともに複層条件に有意に高い評価がみられた。検知ポイントと最高圧力を測定項目としたのは、圧力がかかっているか否かという観点と圧力の程度の両側面から検討するためである。

複層条件の座クッションの検知ポイントが高値を示し、最高圧力が低値であったのは、チップウレタンの上に低反発フォームを張り付けた複層構造が、殿部と座クッションの接触部分を広げ、殿部にかかる圧力を分散させて小さくする状況を示していると考えられる。座クッションに用いられるウレタンフォームは、硬いと殿部が沈み込みにくく接触面積が減り、柔らかすぎると殿部が車椅子座面に底付きしてしまうため²²⁾、素材の選択が重要となる。今回、複層条件で用いた低反発フォームは、高密度で反発弾性が低く接触面を包み込むように殿部にフィットするが、単体での使用は底付きしてしまう可能性が高いとされている²³⁾。しかし複層条件では、荷重を受け止めるための硬度の高いチップウレタンの上に低反発フォームを重ねて張り付けたことで、双方の素材の特徴を活かすことができたため、圧力が分散されたのではないかと考えられる。一方、背クッションの圧力測定結果では、いずれの項目にも差が

みられなかった。これは、今回設定した角度での背もたれへの荷重量が、座面に比べてかなり低かったためだと考えられる。主観評価は、座・背クッションともに複層条件で有意に高い結果であった。これは表面が柔らかい、触れた感触が良い、という低反発フォームの特性から²³⁾、硬さ感の評価については柔らかく、座り心地は良いとする評価が多くなったのだと考えられる。硬さ感とクッション自体の硬さは相関が高く、硬さ感と座り心地の評価についても関連性があることが報告されている²⁴⁾。

以上のことから、前傾条件は通常条件に比べて少ない筋活動量で車椅子の上肢駆動が可能であるということが示唆された。これは前傾条件が、上肢の筋力低下等を有する車椅子利用者に対して、車椅子駆動能力を維持するための有効な調整であることを示している。また、複層条件は単層条件に比べて圧力分散性能が高く、座り心地も良いことが示唆され、クッション構造としての有用性が確認できた。本研

究の課題としては、走行距離を延長した快適駆動速度条件下での時間因子の測定や駆動時の体幹、上肢の位置、関節角度等の運動学的検討が挙げられる。また、上肢駆動に必要な大胸筋以外の筋も活動しやすくなった結果、大胸筋の筋活動が減少した可能性も考えられるので、今後、他筋での検証も必要である。クッション構造に関しては、今回使用したチップウレタンや低反発フォーム以外のウレタンフォーム材やウレタンフォームの厚さの違いによる分析が課題である。さらに、本研究の対象者は健常者であるため、日常的に車椅子を移動手段に用いている車椅子利用者による検討も必要だと考えている。

本研究は、姿勢変換機能を持つ車椅子用シーティングシステムの開発に必要な構造を解明する一助になると考えられた。今後は本研究で得られた結果をもとに、明確になった研究課題に取り組みながら、駆動と休息の2つの姿勢への変換機能を持つ車椅子用シーティングシステムの開発を進める。

利益相反

本論文に関連し、著者らに開示すべき利益相反はありません。

謝 辞

本研究はJSPS 科研費19K19895の助成を受けた研究成果の一部です。本研究にご協力いただきました皆様に深く感謝申し上げます。

文 献

- 1) 藤田大介, 大坂裕, 吉村洋輔, 小原謙一, 永田裕恒, 末廣忠延, 高橋尚: 車椅子の車軸位置の調整が片足駆動に及ぼす影響. 川崎医療福祉学会誌, 29, 161-164, 2019.
- 2) Kawada K: Trunk function in hemiplegic wheelchair users when using wheelchair cushions. *Journal of Physical Therapy Science*, 29, 1607-1611, 2017.
- 3) Samuelsson K, Tropp H, Nylander E and Gerdle B: The effect of rear-wheel position on seating ergonomics and mobility efficiency in wheelchair users with spinal cord injuries: A pilot study. *Journal of Rehabilitation Research & Development*, 41, 65-74, 2004.
- 4) van der Woude LH, Bouw A, van Wegen J, van As H, veeger D and de Groot S: Seat height: Effects on submaximal hand rim wheelchair performance during spinal cord injury rehabilitation. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 41, 143-149, 2009.
- 5) Lee SY, Kim SC, Lee MH and Yoo JS: Effect of the height of a wheelchair on the shoulder and forearm muscular activation during wheelchair propulsion. *Journal of Physical Therapy Science*, 24, 51-53, 2012.
- 6) Lee SY, Kim SC and Lee MH: Effect of wheelchair seat height on shoulder and forearm muscle activities during wheelchair propulsion on a ramp. *Journal of Physical Therapy Science*, 24, 495-497, 2012.
- 7) 大川嗣雄, 伊藤利之, 田中理, 飯島浩: 車いす. 第1版, 医学書院, 東京, 1987.
- 8) ロリィ A・クーパー著, 田中理, 大鍋寿一訳: 車いすのヒューマンデザイン. 第1版, 医学書院, 東京, 2000.
- 9) ベンクト・エンゲストローム著, 桂律也, 山野香訳: 車椅子のためのエルゴノミック・シーティング. 第1版, ラックヘルスケア, 大阪, 2003.
- 10) Hundertmark LH: Evaluating the adult with cerebral palsy for specialized adaptive seating. *Physical Therapy*, 65, 209-212, 1985.
- 11) 木之瀬隆: 車椅子とクッション. 木之瀬隆, 森田智之編, シーティング技術のすべて, 第1版, 医歯薬出版株式会社, 東京, 52-65, 2020.

- 12) 石井賢俊, 伊藤貴子, 岩波君代, 小野彰子, 加島守, 河添竜志郎, 窪田静, 園尾義之, 西村かおる, …市川冽編集代表: ケアマネジメントのための福祉用具アセスメント・マニュアル. 第1版, 中央法規出版株式会社, 東京, 1998.
- 13) 森河光子, 平澤小百合, 尾崎充代, 高木賢一, 鶯春夫, 本木寛, 富田聡子, 中瀬博幸: 長時間の座位保持困難な症例に対する椅子・クッションの工夫. 理学療法学 Supplement, 30, 44, 2003.
- 14) 井上仁瑛, 山田宏: 力学試験と超弾性モデルの適用によるウレタンフォームマットレスの骨突起部圧分散メカニズムの解明. バイオメカニズム, 23, 233-242, 2016.
- 15) 高見正利, 黒田大治郎, 奥英久, 糟谷佐紀, 八幡裕之, 徳増篤宏: ウレタンフォームを使用した体圧分散クッションの設計に関する研究. 神戸学院総合リハビリテーション研究, 1, 123-133, 2006.
- 16) 永田昌美, 辻下守弘, 甲田宗嗣, 吉田正樹: 特別養護老人ホーム入所者における車いす座位の問題点に関する検討. 甲南女子大学研究紀要 看護学・リハビリテーション学編, 2, 99-106, 2009.
- 17) Suzuki T, Fukuda J and Fujita D: Effects of forward tilt of the seat surface on trunk and lower limb muscle activity during one-leg wheelchair propulsion. *Journal of Physical Therapy Science*, 24, 287-290, 2012.
- 18) 下野俊哉: 表面筋電図マニュアル—基礎・臨床応用—. 第2版, 酒井医療株式会社, 東京, 2010.
- 19) 新木隆史, 松岡敏生, 池浦良淳, 田口典明: 座姿勢自動評価にもとづく遠隔処方型椅子製造技術の開発. 三重県科学技術振興センター工業研究部研究報告, 27, 15-20, 2002.
- 20) 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, 43-47, 1997.
- 21) 森實徹, 武政誠一, 中川法一: 虚弱高齢者の起立・着座動作における下肢筋活動の検討. 神戸大学大学院保健学研究科紀要, 24, 17-28, 2008.
- 22) 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19回日本リハビリテーション工学協会車いすSIG 講習会 in 松江テキスト車いす理解のすすめ—なぜそうになっているのか?なぜそうするのか? (高齢者・片まひ者編)—, 第1版, 日本リハビリテーション工学協会車いすSIG, 神奈川, 74-82, 2004.
- 23) 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25回日本リハビリテーション工学協会車いすSIG 講習会テキスト知ろう活かそう車いす!!! 第1版, 日本リハビリテーション工学協会車いすSIG, 神奈川, 33-41, 2007.
- 24) 大瀧絃介, 横山義彦, 大槻直哉, 長谷川晋一, 島宗亮平: 鉄道車両用腰掛の座り心地とクッション硬さの関連性に関する研究. 交通・物流部門大会講演論文集, 23, 31-34, 2014.

(2021年4月28日受理)

Examination of Seat and Backrest to Improve Wheelchair Propulsion: Aiming to Develop a Seating System for Wheelchairs

Daisuke FUJITA, Kenichi KOBARA, Yosuke YOSHIMURA, Hiroshi OSAKA,
Yasuyuki NAGATA and Tetsuya NISHIMOTO

(Accepted Apr. 28, 2021)

Key words : wheelchair, seating system, wheelchair propulsion

Abstract

This study aimed to elucidate the structure necessary for developing a wheelchair seating system with a posture conversion function. In Experiment 1, 10 healthy adults participated in this study. The surface electromyograms of the trunk and upper limb muscles, driving time, propulsion time, and subjective evaluation were assessed for two wheelchairs: one with a seat angle of 0° and a back-support angle of 98° and one with a seat angle of -5° and a back-support angle of 85°. As a result, the wheelchair with a seat angle of -5° and a back-support angle of 85°, the muscle activity of the pectoralis major was significantly lower and the subjective evaluation was significantly higher than the wheelchair with a seat angle of 0° and a back-support angle of 98°. In Experiment 2, 13 healthy adults participated in this study. The size of the contact area, maximum contact pressure, and subjective evaluation were assessed according to two conditions: chip with only a urethane foam and chip with a low-resilience urethane foam in the seat and back-support. As a result, for the chip with a low-resilience urethane foam, the size of the contact area and subjective evaluation were significantly higher and the maximum contact pressure was significantly lower than those with the chip and only a urethane foam in the seat.

Correspondence to : Daisuke FUJITA

Department of Physical Therapist
Faculty of Rehabilitation
Kawasaki University of Medical Welfare
288 Matsushima, Kurashiki, 701-0193, Japan
E-mail : d-fujita@mw.kawasaki-m.ac.jp
(Kawasaki Medical Welfare Journal Vol.31, No.1, 2021 115 – 122)