

令和 2 年 6 月 8 日現在

機関番号：35309

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K13107

研究課題名（和文）高齢者に対応した臀部ずれ力軽減のためのリクライニング式車椅子用背もたれの開発

研究課題名（英文）Development of a reclining wheelchair back-support for elderly person to reduce shear force applied to buttocks

研究代表者

小原 謙一（Kobara, Kenichi）

川崎医療福祉大学・医療技術学部・准教授

研究者番号：10412256

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、リクライニング車椅子の背もたれ傾斜中における臀部ずれ力の変動を軽減する背もたれの機能を開発することであった。

背もたれを傾斜している際の臀部ずれ力の変動と背もたれに対する身体の相対的なずれのタイミングを検討した。その結果、背もたれ傾斜の早い段階で身体を能動的に背もたれ面上にて滑らせることで臀部ずれ力の変動を軽減できることを発見した。

この研究結果をもとに、動滑車などの部材の集合体である、リクライニング車椅子の背もたれに装着可能なシートカバーアセンブリを開発した。これにより、背もたれ傾斜中の臀部ずれ力の変動は大幅に軽減させることができた。この結果は、褥瘡予防に寄与できる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

いわゆる「寝たきり」を防ぐために積極的に座らせることが推奨されているが、その結果、長時間座ることを強いられる「座らせきり」が問題になっている。その問題の一つに褥瘡が挙げられており、発生危険因子として臀部のずれ力が挙げられる。自力で座ることの困難な高齢者は褥瘡発生の危険性が高い。本研究では、そのような高齢者に使用されるリクライニング車椅子での臀部ずれ力を軽減するために、背もたれに装着することが出来るシートカバーアセンブリを開発した。このシートカバーアセンブリを使用することで、治癒のために多額の費用が掛かる褥瘡を予防することが可能となるため、本研究は学術的のみならず社会的にも意義がある。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to develop the function of the back-support for decreasing the fluctuation of the shear force applied to buttocks during the back-support of reclining wheelchair inclination.

The relationship between the fluctuation of the shear force applied to buttocks and the timing of the just before sliding the trunk on the back-support was investigated during the back-support inclination. These results suggested that the fluctuation of the shear force might be decreased by sliding the trunk on the back-support at an early phase of the back-support inclination.

Based on these results, a seat-cover assembly that can be mounted on the backrest has been developed. This seat-cover assembly consist of the movable pulley, stretchable belt, and the like. The fluctuation of the shear force applied to buttocks during the back-support inclination could be significantly decreased by using this seat-cover assembly. This results can contribute to decubitus ulcer prevention.

研究分野：福祉工学

キーワード：車椅子 臀部ずれ力 褥瘡予防 背もたれ

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

アメリカ合衆国にて、2006年に褥瘡の治療にかかった経費は、約11億ドルと試算されている。よって、褥瘡発生は車椅子利用者の日常生活活動能力を低下させるのみならず、財政面から社会的な問題となる。褥瘡の発生要因である外力についてManoramaら(2010)は、圧迫力にずれ力が加わることで経皮的酸素と血液還流量が減少すると報告しているように、近年では外力の中でもずれ力が注目されている。

寝たきりによる弊害を防ぐために、積極的に患者を座らせることが推奨されており、リクライニング式車椅子は、座位保持が困難な人に対して用いられている。しかしながら、背もたれの傾斜中の臀部ずれ力を軽減させることについての検討は不十分である。申請者らは、車椅子の背もたれを傾斜させる際の臀部ずれ力の変動は、背もたれの回転軸と体幹・骨盤の回転軸となる股関節の位置が異なることに起因することを報告した(Kobara et al., 2013)。そして、背もたれの回転軸位置を股関節位置に近付けることで、背もたれと体幹を後傾位から元の位置に戻すように起こした際の臀部ずれ力は、座面後端と背もたれとの交点に背もたれ回転軸が位置している条件と比較して、約40%軽減できることが明らかとなった(Kobara et al., 2016)。しかしながら、すでに多くの病院や施設で使用されているリクライニング式車椅子の背もたれ回転軸位置を変更するのは車椅子の構造上不可能であり、問題の解決策にはなり得ない。よって、備えるべき機能として、既存のリクライニング式車椅子に装着可能であることが挙げられた。

さらにこれらの結果から、背もたれ傾斜中における臀部ずれ力増大は、背もたれと身体背部との間の静止摩擦力にも要因があることが示唆された。申請者らは、この仮説を基に既存のリクライニング式車椅子に装着可能である背もたれ用摩擦軽減シートカバーを考案した。脊柱後彎変形を呈する車椅子使用高齢者を対象に、低摩擦条件(シートカバー、摩擦係数0.1)と高摩擦条件(コントロール、摩擦係数0.5)で比較検証した結果、安楽座位期を基準とした背もたれ傾斜中における臀部ずれ力の変化率について、シートカバーによる軽減効果が示された(小原ら, 2017)。しかしながら、その効果は背もたれ傾斜前の臀部ずれ力の値に戻すことには至らなかった。

実験0: 背もたれ傾斜中における臀部ずれ力軽減のための改良型背もたれ用シートカバーの効果検証(小原ら, 義装会誌 35: 52-58, 2019)

我々が考案したシートカバー(従来型)はある程度の臀部ずれ力軽減効果を示した。しかしながら、それでも背もたれ傾斜後に臀部ずれ力が増大したことについては、背もたれ後傾に伴って背もたれ面上を下方へ滑った身体が、背もたれを起こして元の角度に戻す際に上方へ滑って元の位置まで戻りきらないことに起因すると考えられた。そこで、従来型のシートカバーの上部に伸縮ベルトを配した改良型シートカバーを考案した。これは、背もたれ後傾に伴って身体が下方へ滑ることを利用してベルトを伸張し、ベルトに蓄積された収縮使用する力によって背もたれを起こしていく際に身体を引き上げようとするものである。この改良型シートカバーによって、背もたれを起こしていく際の臀部ずれ力は更に軽減させることが可能になったが、依然として背もたれを傾斜する前の値までは軽減していなかった。それに加えて、背もたれを後傾していく際の身体を引き上げられるような不快感は、シートカバーを用いない条件と比較して強く生じていた。

以上のように、背もたれと身体背部間の静止摩擦力を軽減させることで臀部ずれ力を軽減させる一定の効果は得られたが、不十分である。そして、背もたれ後傾時に身体が下方へ滑ることを利用して伸縮ベルトに力を蓄積する改良型シートカバーでは、更なる臀部ずれ力軽減効果を得られた反面、背もたれ後傾時に不快感が生じる結果となった。これらの問題点を解決するためには、背もたれ傾斜中における臀部ずれ力の変動と背もたれが身体に及ぼす影響との関係を詳細に分析する必要がある。そこで、以下の実験1および2を実施した。

実験1: 背もたれ傾斜中における臀部ずれ力の変動と背もたれ上での体幹の上方滑りのタイミングとの関係(小原ら, 義装会誌 35: 302-308, 2019)

背もたれを後傾位から起こしていく際の臀部ずれ力の変動と、身体が背もたれ面上を上方へ滑り始めるタイミングとの関係を検討した。その結果、臀部ずれ力は身体が滑り始める直前で最大となり、滑り始めると軽減していった。このことから、背もたれを後傾位から起こしていく際の臀部ずれ力の増大は、背もたれ傾斜の早い段階で身体を滑らせることで抑制できることが示唆された。

実験2: 車椅子の背張り調整が背もたれ後傾時の臀部ずれ力、体幹の相対的ずれ幅および背もたれの使用感に及ぼす影響(小原ら, 車椅子シーティング研究 4: 2-8, 2019)

車椅子を使用している高齢者の座位を適切に安定させる方法の一つとしての背張り調整が、背もたれ後傾時の臀部ずれ力や身体の下方へのずれ幅、および使用感を含めた不快感に及ぼす影響について検討した。その結果、背張り調整を実施することで背もたれ後傾時の臀部ずれ力は軽減するが、身体の下方へのずれ幅は減少し、不快感は増大していた。このことから、背もたれ後傾時に当然起こり得る身体の下方への滑りを阻害することは、身体背部に不快感を生じさせる可能性が示唆された。

実験 1 および 2 から、背もたれ傾斜角度に応じて身体を積極的に滑らせることで、臀部ずれ力の変動と身体背部の不快感を軽減させることが示唆された。これらの結果と、実験 0 を含めたこれまでの我々の先行研究の結果から、背もたれに装着することのできるシートカバーアセンブリを考案し、作製した(特許出願中, 特願 2018-204608, 出願人:川崎学園, 住友ゴム工業)。ここからは、このシートカバーアセンブリの臀部ずれ力変動の軽減効果を検証した実験 3 について詳細に述べる。

実験 3 : An investigation into the effectiveness of a novel wheelchair seat-cover assembly for the reduction of forces exerted onto the buttocks (Kobara et al. Disability and Rehabilitation; Assistive Technology: in print)

## 2. 研究の目的

圧力やずれ力といった外力は、細胞を機械的に変形させる。この細胞の変形自体が褥瘡を引き起こすと言われており (Gefen et al., 2016)、ずれ力を軽減させる意義は非常に強い。背もたれのみが傾斜するリクライニング機能では、その繰り返しによって臀部のずれ力が急激に増大することが知られており、そのことへの対策として、座面と背もたれが一体となって傾斜するティルト機能を併用することが効果的であると報告されている (Jan et al., 2013)。しかしながら、併用と言ってもリクライニング機能は使用することに加えて、すでに多く使用されているリクライニング機能のみを持つリクライニング式車椅子にティルト機能を持たせることは困難である。そこで我々は、上述のような我々の先行研究結果をもとに、既存のリクライニング式車椅子に装着可能なシートカバーアセンブリを考案し、作製した。

実験 3 では、車椅子使用高齢者を対象として、このシートカバーアセンブリの臀部ずれ力変動の軽減効果を検討することで、背もたれ傾斜中の臀部ずれ力を軽減させるために必要な車椅子の背もたれが持つべき新たな機能を開発することを目的とした。

## 3. 研究の方法

### (1) 対象

対象は、某病院に入院加療中であり、院内の主な移動手段として車椅子やリクライニング式車椅子を使用している高齢者 10 名(年齢:76.0±6.7 歳、身長:158.8±9.7cm、体重:46.7±9.5kg)であった。対象者の入院中に想定された要介護度は 3~5 であった。除外基準は、およそ 5 分程度の実験中に介助を必要とせず実験用椅子に一人で座ることのできない人とした。

なお、本研究は川崎医療福祉大学倫理審査委員会の承認を得た後に実施した(承認番号 18-001)。研究の概要を事前に対象者および家族に文書を用いて説明し、同意を得られた場合は同意書に署名、捺印を得た。

### (2) 測定方法

臀部ずれ力の測定には、40cm×40cm の可搬型床反力計(共和電業社製 K07-1712)を使用し、周波数 100Hz でデータサンプリングを行った。電動リクライニング式実験用椅子(背もたれ高:97cm、座面奥行:40cm、座面角度:0 度、背もたれ傾斜角速度:秒速 3 度、背もたれ回転軸位置:座面後端)の座面上に床反力計を置き、その上にウレタンクッションを設置した。その上で背もたれにもたれて座る安楽座位にて臀部ずれ力を測定した(図 1)。加えて、実験中にデジタルビデオカメラにて側方から撮影した動画をもとに、背もたれ傾斜に伴って発生する身体への不快な力を解除しようとする逃避動作の回数をカウントした。

我々が考案した背もたれ用シートカバーアセンブリ(以下、シートカバー)は、キャタピラー状の 2 重構造であり、内側部分の摩擦係数(0.18)を低くすることでシートカバーの内側面間を滑りやすくしている。一方で、身体背部と接する面には摩擦係数の高い材質を使用することで身体背部とシートカバーの間でのずれを生じさせないものである。本シートカバーは、2 本の伸縮ベルトと動滑車、および L 字型の金具によって構成されている。これらが背もたれの傾斜に伴って作用することで、背もたれ後傾時には下方へ、後傾位から元に戻す際は上方へと対象者の体幹を能動的に滑らせ得るものである(図 2)。

実験条件は、シートカバーを用いた条件(シートカバー条件)およびシートカバーを用いない条件(対照条件)の 2 条件とした。背もたれの傾斜は、鉛直軸より 10 度後傾位(安楽座位期)から開始し、40 度後傾位まで後傾させた(後傾位期)。その後、背もたれを起こしていき、10 度後傾位(完了期)まで戻るように操作した。測定時間は、各期保持時間(5 秒×3 期)に、移行期を含めた 35 秒間とした。測定した臀部ずれ力は、体格の影響を除くために体重を 100%として正規化した(%BW: Body Weight)。

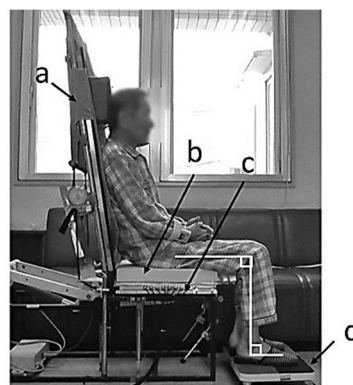


図1.測定肢位(シートカバー条件)

- a. シートカバーアセンブリ, b. 低反発ウレタンクッション,
- c. 床反力計, d. ローラーボード

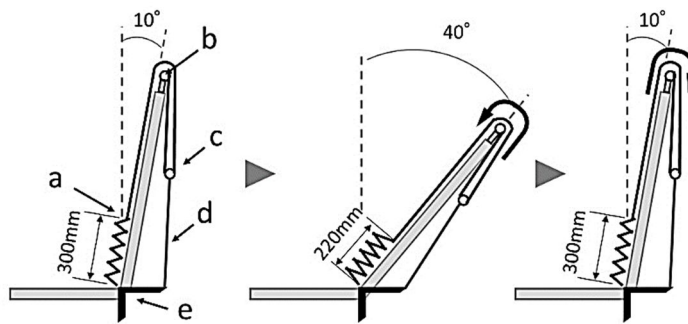


図2. シートカバーによる身体移動メカニズム

a. 伸縮ベルト, b. 定滑車, c. 動滑車, d. 非伸縮ベルト, e. L型部材

### (3) 統計学的解析

統計学的解析として、正規性の確認のために Shapiro-Wilk 検定を行った結果、臀部ずれ力には正規性が認められ、逃避動作としての体動回数には認められなかった。そこで、臀部ずれ力の条件間比較には対応のある t 検定、各傾斜期間の比較には反復測定分散分析を用いた。逃避動作の回数の比較には、Wilcoxon の符号付順位検定を用い、それぞれ危険率 5%未満をもって有意とした ( $p < 0.05$ )。統計解析ソフトウェアは SPSS ver.24 (IBM 社製) を用いた。

## 4. 研究成果

表 1 に背もたれ傾斜中における臀部ずれ力測定値 (%BW) と逃避行動としての体動回数 (回) を示し、図 3 に臀部ずれ力の波形の典型例を示す。

臀部ずれ力について、条件間比較では、シートカバー条件は対照条件と比較して、後傾位期では有意に高値を示し、完了期では有意に低値を示した ( $p < 0.01$ )。各傾斜期の間の比較では、シートカバー条件では完了期は他の 2 期と比較して有意に高値を示した。対照条件では後傾位期は安楽座位期よりも有意に低値を示し、完了期は他の 2 期と比較して有意に高値を示していた。

逃避行動としての体動回数について、シートカバー条件は対照条件と比較して有意に少ない回数であった ( $p < 0.01$ )。

以上から、シートカバー条件では臀部ずれ力の増大は認められるものの、その変動幅は対照条件と比較して軽度であり、体動回数の結果から、不快感は軽減できていることが示唆された。

本研究結果から、背もたれの傾斜に応じて背もたれ面上において身体を積極的に上下移動させることで、臀部ずれ力の変動を軽減させることができることが示唆された。このことにより、背もたれ傾斜中における臀部ずれ力の変動を軽減させるために背もたれが持つべき機能が明確となった。しかしながら、背張り調整をはじめとする従来からの背もたれの機能やティルト機能との併用の効果について検討できていない。これらとの効果的な併用方法を検討することで、臀部ずれ力の変動をさらに軽減させることが可能であると考えられる。

車椅子をはじめとする福祉用具の効果的な使用方法や新たな機能の開発によって、より安楽で活動的な車椅子上での生活の実現を目指していく。

表1-1. 臀部ずれ力測定値

	シートカバー条件	対照条件	p値(条件間比較)
安楽座位期(%BW)	14.4 ± 3.3	14.8 ± 2.6	0.586
後傾位期 (%BW)	13.9 ± 2.3	11.4 ± 1.7 <sup>††</sup>	0.009**
完了期 (%BW)	17.3 ± 3.3 <sup>††, ††</sup>	24.0 ± 6.7 <sup>††, ††</sup>	0.003**

mean ± SD (%BW, percent body weight)

\*\* : p < 0.01, \* : p < 0.05; 条件間比較 (paired t-test)

<sup>††</sup>: p < 0.01, <sup>†</sup>: p < 0.05; vs 安楽座位, <sup>††</sup>: p < 0.01, <sup>†</sup>: p < 0.05; vs 後傾位 (反復測定分散分析)

表1-2. 逃避行動としての体動回数

シートカバー条件	対照条件	p値
0 (0-1)	3 (1-4)	0.007**

中央値(四分位範囲)(回数)

\*\* : p < 0.01; 条件間比較 (Wilcoxon signed-rank test)

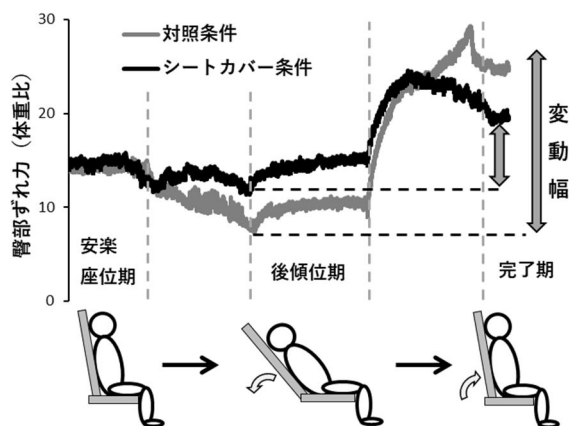


図3. 臀部ずれ力変動波形 (典型例)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 小原謙一, 永田裕恒, 高橋 尚, 末廣忠延, 大坂 裕, 藤田大介	4. 巻 35
2. 論文標題 背もたれ傾斜中における臀部ずれ力の変動と背もたれ上での体幹の上方滑りのタイミングとの関係	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本義肢装具学会誌	6. 最初と最後の頁 302 - 308
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 小原謙一, 永田裕恒, 高橋尚, 大坂 裕, 藤田大介	4. 巻 4
2. 論文標題 車椅子の背張り調整が背もたれ後傾時の臀部ずれ力、体幹の相対的ずれ幅および背もたれの使用感に及ぼす影響	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 車椅子シーティング研究	6. 最初と最後の頁 2 - 8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kenichi Kobara*, Hisashi Takahashi, Yasuyuki Nagata, Hiroshi Osaka, Tadanobu Suehiro, Daisuke Fujita	4. 巻 15
2. 論文標題 An investigation into the effectiveness of a novel wheelchair seat-cover assembly for the reduction of forces exerted onto the buttocks	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Disability and Rehabilitation; Assistive Technology	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 小原謙一, 永田裕恒, 高橋 尚, 大坂 裕, 末廣忠延, 藤田大介
2. 発表標題 リクライニング車椅子の背もたれ傾斜中における体幹のずれ発生のタイミングと臀部ずれ力変動の関係
3. 学会等名 第34回 日本義肢装具学会学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小原謙一, 永田裕恒, 藤田大介, 高橋 尚, 大坂 裕, 末廣忠延
2. 発表標題 車椅子の背張りが背もたれ後傾時の臀部ずれ力と体幹の背もたれに対する相対的ずれ幅に及ぼす影響
3. 学会等名 第35回 日本義肢装具学会学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小原謙一, 高橋 尚, 三島健司, 山下英理, 佐藤元彦, 藤井好加, 樋上紘子, 小島敬太郎, 永田裕恒, 大坂 裕, 末廣忠延, 藤田大介
2. 発表標題 リクライニング車椅子の背もたれ傾斜中における臀部ずれ力軽減を目的とした背もたれ用シートカバーの開発
3. 学会等名 第14回 日本シーティング・シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小原謙一
2. 発表標題 背もたれ傾斜中の臀部ずれ力変動軽減を目的とした背もたれ用シートカバーアセンブリの効果検証
3. 学会等名 第21回 日本褥瘡学会学術集会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 シートカバーアセンブリ	発明者 小原謙一、三島健司、山下英理	権利者 学校法人 川崎学園、住友ゴム工業株式会社
産業財産権の種類、番号 特許、特願2018-204608	出願年 2018年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

-

6. 研究組織	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------	---------------------------	-----------------------	----