

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成30年6月21日現在

機関番号：82404

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K01496

研究課題名(和文) シーティングにおける座位姿勢と臀部せん断応力との関係解明

研究課題名(英文) Relationship between sitting posture and buttock shear forces in wheelchair seating

研究代表者

白銀 暁 (shirogane, satoshi)

国立障害者リハビリテーションセンター(研究所)・研究所 福祉機器開発部・研究室長

研究者番号：90404764

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、臨床応用しやすい座位姿勢の定量的計測システムの構築と、臀部に作用するせん断応力を計測するためのセンサ開発を行った。それらを統合した計測システムを用いて、健常者9例の代表的な座位姿勢について、胸骨線の傾斜角度と座骨結節下のせん断力との計測を行った。結果、姿勢によらず、座骨結節下では後方(背もたれ方向)へのせん断力が作用し、前傾によって増大する傾向が示された。さらに、体幹を側方へ傾けた場合には、傾斜側と反対方向へのせん断力が増大する傾向が示された。また、高齢者施設において計測を行い、構築した計測システムの現場での利用が十分に可能であり、計測に際して大きな問題は生じないことを確認した。

研究成果の概要(英文)：In this study, we developed a quantitative measurement system for sitting pose that is easy to apply clinically and developed a sensor to measure shear stress acting on the buttocks. We measured the inclination angle of the sternum line and the shear force under the ischial tuberosities for a typical sitting posture of nine healthy subjects using a measurement system integrating them. As a result, the shear force toward the back (direction of the backrest) acts under the ischial tuberosity regardless of posture, showed a tendency to increase by forward-leaning posture. Furthermore, when the trunk was tilted to the side, the shear force in the direction opposite to the inclined side showed a tendency to increase. In addition, it was confirmed that measurements were made at the elderly facilities, and it was possible to fully utilize the constructed measurement system at the site, and no major problems occurred in the measurement.

研究分野：福祉工学

キーワード：シーティング 車椅子 高齢者 褥瘡 座位姿勢 せん断応力

1 . 研究開始当初の背景

1989 年以降、厚生労働省（旧厚生省）が発表した、高齢者保健福祉推進 10 年戦略（ゴールドプラン）の施策の 1 つである「寝たきり老人ゼロ作戦」によって、ベッドでの寝たきりを予防する目的で高齢者等の身体をできるだけ起こして座位を取る「寝たきり起こし」が推奨された。その結果、車椅子に座って長時間を過ごす高齢者や障害者が増え、寝たきり問題は改善されつつあった。しかし、今度は、彼らを長時間「座らせきり」にさせてしまうことによる、廃用症候群等の二次的障害が問題となった。

二次的障害の中でも「褥瘡」は特に重要な問題である。褥瘡は、身体に加わった外力により骨と皮膚表層の間の軟部組織の血流が低下、あるいは停止し、この状況が一定時間持続して、組織が不可逆的な阻血性障害に陥った状態である（日本褥瘡学会、2005）。その発生要因には、単なる圧迫だけでなく様々な因子が複合的に関与することが知られており、未だ完全な要因解明には至っていない。このため、臨床においては、主にシーティングによって車椅子やクッションを適合（対象の身体状況に合わせた機器選択および調整）させ、体表面の圧力分布を均一化することによって対応しているのが現状である。

一方、褥瘡発生には圧力だけでなく、むしろ、せん断応力による血流障害が影響するとの報告がある（DM Brienza, et.al: Adv. Skin Wound Care, 18(3):151-157, 2005）。しかし、体圧分布の計測と異なり、臀部のせん断応力の計測においては対象と車椅子との間に挟み込めるような十分に薄く柔軟なセンサがこれまでに実用化されておらず、現状、その計測は十分行えていない。

他方、シーティングにおける座位姿勢の評価に関しては、通常臨床では見た目、経験や勘といった定性的な評価がほとんどであって、定量的な評価はあまり行われていない（廣瀬秀行他：高齢者のシーティング、三輪書店、2006）。シーティングでは適合と呼ばれる調整作業によって座位姿勢に対するアプローチを行っているが、実際のところ、どのような座位姿勢を、どのように、どれだけ変化させたのかについて、定量的に表現できていないという大きな課題があった。

このような現状のため、車椅子座位における褥瘡リスクを軽減するための一つの手段として、どのような座位姿勢において臀部にどれだけのせん断応力が作用しているのか、そして、シーティング等による座位姿勢変化によってせん断応力をどの程度軽減できたのかについての情報が必要であるが、現状はほとんど明らかにできておらず、解決すべき課題として残っていた。

2 . 研究の目的

本研究の目的は、車椅子を長時間使用する高齢者および障害者の褥瘡発生リスクの軽減を目指して、未だ明確になっていない、シーティングと総称される座位姿勢への介入アプローチと、褥瘡発生リスクの一つとされる臀部-座面間のせん断応力との関係性の一部を明らかにすることであった。

3 . 研究の方法

前述の課題を解決するため、臨床応用可能な座位姿勢の定量的評価手法、および、小型で薄く柔軟なせん断応力センサの開発を行い、それらを組み合わせた計測システムを構築して実際の計測を行った。

座位姿勢の定量的評価手法は、車椅子上の座位姿勢計測に関する規格として既に存在する、ISO16840-1（Vocabulary, reference axis convention and measures for body segments, posture and postural support surfaces）に基づき、深度センサ付き RGB



図 1 計測システムによる座位姿勢計測例

カメラを応用した計測システムを応用した計測手法を構築した（図 1）。

せん断応力センサは、直径 10mm、厚さ 0.7mm の小型・薄型センサを開発し（図 2）、クッションと同カバーの間に設置することで、座面上の直行する 2 軸方向（前後方向、および、左右方向）にかかる力を定量化した。

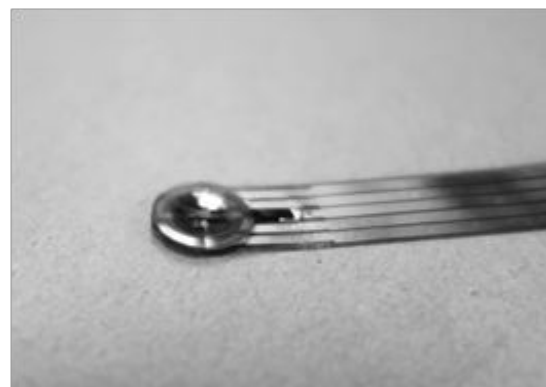


図 2 開発したせん断応力センサ

これらを統合した計測環境を構築して予備計測を行った後、健康者 9 例を対象として、代表的な座位姿勢（中間姿勢、前傾姿勢、後

傾姿勢,右傾斜姿勢,左傾斜姿勢)に関して,胸骨線の前額面・矢状面傾斜角度と,座骨結節下のせん断応力の計測とを行った。さらに,高齢者施設において高齢者2例の計測を実施した。

4. 研究成果

深度センサ付き RGB カメラを応用した座位姿勢計測は非常に簡便であり,一方向からの撮影で胸骨線の3次元姿勢情報を得られる点は,今後のエビデンス構築に向けて非常に有用であると考えられた。ただし,前額面角度に比較して矢状面角度では数度の誤差が確認されたため,計測手法や結果の解釈に注意が必要であることもわかった。

せん断応力センサは,臀部下に設置するのに十分な薄さと柔軟さを備えており,実際の計測においても大きな支障はなかった。得られた結果も理論的に妥当なものであり,本用途において十分な機能を有するものと考えられた。

実際の計測結果からは,健常者においては,姿勢によらず,座骨結節下では後方(背もたれの方)へのせん断力が作用し,前傾によって増大する傾向が示された。また,体幹を側方へ傾けた場合には,傾斜側と反対の方向へのせん断力が増大する傾向が示された(図3,4)。

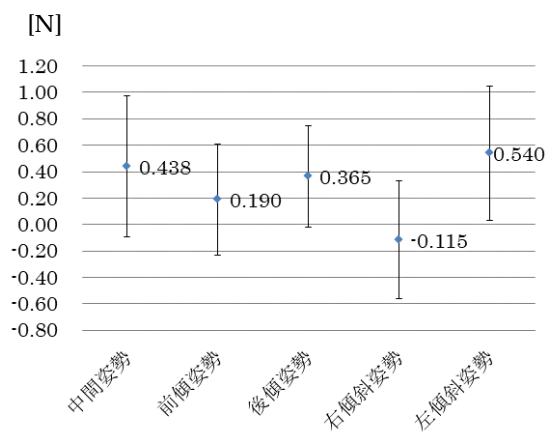


図3: 各姿勢でのせん断応力(前後方向)

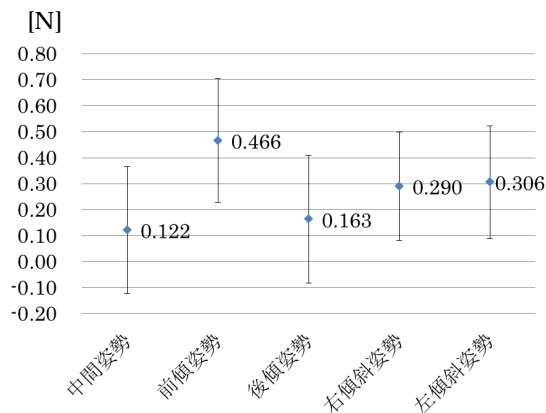


図4: 各姿勢でのせん断応力(内外側方向)

さらに,高齢者施設での計測結果から,現場における本計測システムの使用が十分に可能であり,計測に際して大きな問題も生じないことが確認された。

本研究で得られた結果は,車椅子座位での姿勢変化と臀部せん断力との関係性の一部を明らかにするとともに,今後の関連研究において参照可能な情報の一つとなると考えられた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者,研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計2件)

1) 白銀暁, 外山滋. 車椅子座位における臀部せん断力の姿勢履歴効果. 車椅子シーティング研究, 2, 10-15, 2017. [査読有]

<https://ci.nii.ac.jp/naid/40021475214/>

2) Toyama S, Tanaka Y, Shirogane S, et.al. Development of wearable sheet-type shear force sensor and measurement system: Insusceptible to temperature and pressure. Sensors, 17(8), E1752, 2017. [査読有]

DOI:10.3390/s17081752

〔学会発表〕(計6件)

1) 白銀暁,他. 深度センサ付き RGB カメラを応用した座位姿勢計測システム開発の試み. 第2回日本支援工学理学療法学会学術集会. 東京, 2015/12/12.

2) 白銀暁,他. シーティング評価を目的とした深度センサ付き RGB カメラによる上部体幹部の定量的姿勢計測の試み. 第31回八工学カンファレンス in 高知. 高知, 2016/8/26.

3) Shirogane S, et.al. A preliminary study of the measurement of three-dimensional sternal posture using a RGB-D camera system for seating evaluation. The Asian Confederation for Physical Therapy 2016. Malaysia. 2016/10/7.

4) Toyama S, Shirogane S, et.al. Sheet Type Sensor for Monitoring of Shear Force on Wheelchair. The 33rd International Seating Symposium, Canada, 2017/3/4.

5) Shirogane S, Takashima A, Handa T, Tanaka T. Accuracy of Three-Dimensional Sternal Posture Measurement Using an RGB-D Camera System for Assessment of Wheelchair Seating: A Pilot Study. International Society of Prosthetics and Orthotics 16th World Congress, South Africa, 2017/05/10.

6) Toyama S, Shirogane S, et.al. Shear force sensor based on flexible electrode film. EMN Meeting on Flexible Electronics, Thailand, 2017/11/15.

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕(計0件)

〔その他〕

ホームページ等

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

白銀暁 (Shirogane Satoshi)

国立障害者リハビリテーションセンター研

究所 福祉機器開発部・研究室長

研究者番号：90404764

(2) 研究分担者

外山滋 (Toyama Shigeru)

国立障害者リハビリテーションセンター研

究所 障害工学部・研究室長

研究者番号：50360681

田中敏明 (Tanaka Toshiaki)

北海道科学大学・保健医療学部・教授

研究者番号：40248670

(3) 連携研究者

井上剛伸 (Inoue Takenobu)

国立障害者リハビリテーションセンター研

究所 福祉機器開発部・部長

研究者番号：40360680

(4) 協力研究者

半田隆志 (Handa Takashi)

埼玉県産業技術総合センター・戦略プロジェ

クト推進担当

研究者番号：20639679

高嶋淳 (Takashima Atsushi)

国立障害者リハビリテーションセンター研

究所 福祉機器開発部・研究員

研究者番号：90711284