

立座りをサポートする新形状トイレ手すりの提案 ～新形状手すりが高齢者の立上がりにも及ぼす影響～

Proposal of a new handrail to support the body in standing -A new handrail affected elderly standing-

○ 鈴木 里江, 加藤 智久, 武田 宏二, 佐藤 稔 (TOTO 株式会社 総合研究所)

Rie SUZUKI, Tomohisa KATO, Koji TAKEDA, Minoru SATO
TOTO LTD. Research Institute

Abstract: TOTO has been working on the handrail to assist in the reduction of motor function due to aging and disabilities. We would want to contribute to elderly independent in the bathroom. The purpose of this study was to test the hypotheses that our proposal new handrail has a function of the aim; they can continue to hold the handrail to the end. Six young and four elderly subjects participated in this study. Each subject was required to stand holding handrail indicated point. The load of the handrail was acquired via 3 dimensional force sensors. The experimental results revealed that the handrail load after leaving seat point increased. These results can account that they could be holding the handrail to the end of standing. In conclusion, both young and elderly targeted body function showed the effect on aided by new handrail among last half standing.

Key Words: handrail, standing, elderly, biomechanics, load measurement

1. はじめに

年齢によるヒトの運動機能の低下は、筋力低下や動作戦略の違いなどに起因しており^{1,2)}、特に立座り動作が困難になりやすい。立座りは排泄動作に密接に関わっており、トイレ自立可否に大きく影響してくる。

本研究の目的は、加齢による運動機能低下が起きた高齢者が少しでも長く自立してトイレに行けるよう、立座り動作をより効果的にサポートできる手すりを提供することである。成人にて立座り動作における手すりの役割を解析し、昨年のバイオメカニクス学会³⁾にて報告した。

本稿では成人の結果を踏まえ、新形状手すりを使用した高齢者の立ち上がり動作変化を報告する。

2. 新形状の手すり

弊社が推奨する手すり取り付け位置⁴⁾において、座位と立位姿勢時の握り状態をI型手すりとは手首角度から評価した。その結果、座位に比べて立位は50deg程外転することがわかり、立位座位ともに把持できるが解剖学的観点から手すりを立位までしっかり握り続けることは困難であるという課題を見つけるに至った。

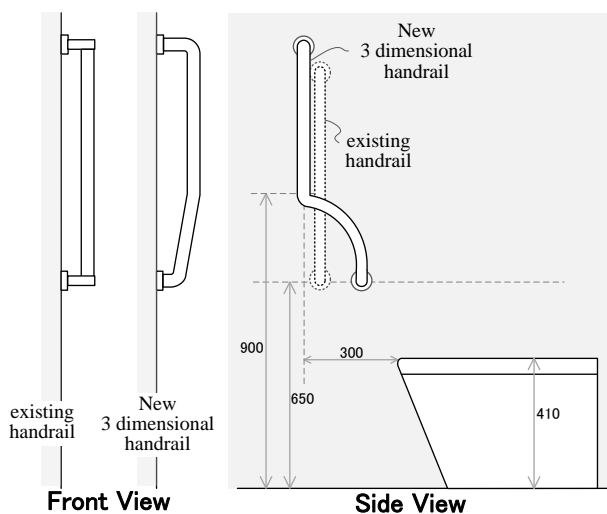


Fig.1 Front and side view of the handrails; existing handrail 'I-type' and proposal of a new 3 dimensional handrail.

その課題を解決するために新形状の手すりを提案した (Fig.1)。特長は、可動範囲が広い屈伸方向に手首を動かす様に傾斜させた点、立座りの一連動作に応じて力を伝えやすくするために湾曲形状にした点である。詳細は特許文献に記載している⁵⁾。

3. 成人による予備実験

3-1. 方法

被験者は実験参加の同意を得た健康成人7名(年齢20-34歳, 身長160-180cm, 体重46-74kg)で実施した。タスクは右手で高さ850mm前後の手すり位置を握った立上がりとした。身体の座標データは三次元動作解析装置 (Motion Analysis MAC3D) を用いて取得した。手すりに加わる荷重は、三軸荷重センサ (共和電業 LSM-B-SA1) を手すりの両端部に配置し計測した。脚部と便座への荷重は4枚の床反力計 (Kistler 9218C) を用いて計測した。

3-2. 結果

Fig.2は手すりを用いた立上がり動作の、手すりに加わる荷重 (F_y :引き寄せる力, F_z :押し上げる力) の典型例を示している。I型手すりは押し上げる力を発揮できずに立上がり動作を終えている。一方、新形状手すりは離座 (Fig.2 phase2) 以降も押し上げる力 F_z を発揮させており、立位完了まで手すり荷重がかかっている。

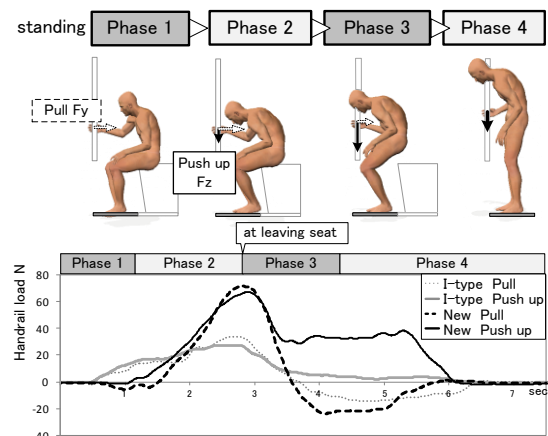


Fig.2 Typical amplitudes of handrail load, when the adults stand up.

Fig.3は離座以降（Fig.2 Phase3以降）の手すりにかかる押し上げる力の最大値について、全被験者の平均値と分布を示している。I型手すりに比べ新形状手すりに加わる荷重は有意に増加した（I型：40.4±4.9 N，新形状：68.3±15.6 N）。

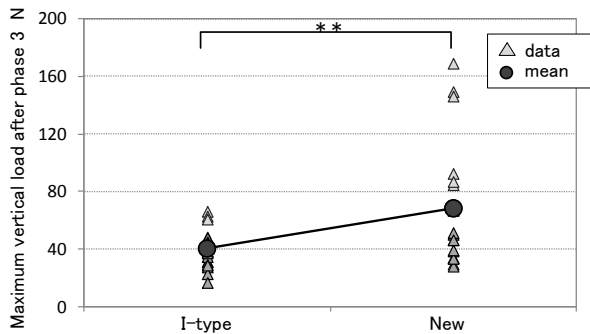


Fig.3 Comparison of I-type with a new handrail about maximum vertical load between phase 3 and 4 in adults. ** p<0.001.

3-3.考察

便座からの立上がり動作は、重心を臀部から脚部に前方移動させ、さらに立位状態まで上昇させる必要がある。特に立上がり後期に着目すると、我々が提案した新形状手すりは、I型手すりに比べ垂直方向の力が発揮され重心の上昇に貢献できた。また立位完了まで力を伝えており、狙いの機能を確認することができた。

4. 高齢者による本実験

4-1.方法

被験者は「トイレまでの誘導は必要だが、トイレ内は自立できる方」4名（年齢 80-98 歳，要介護 2-3）で行った。タスクは成人同様で、手すりに三軸荷重センサ（同）を取り付け、動作時の手すりにかかる力を計測した。機材と配線は壁の裏に配置し、被験者から見えないよう配慮した。

4-2.インフォームドコンセント

TOTO(株) 総合研究所倫理委員会にて承認を受けた後、施設の承認及び本人・ご家族の同意を得た上で計測を実施した。

4-3.結果

Fig.4 に計測した立ち上がり時の新形状手すり荷重の経時変化（典型例）について成人と高齢者の両方を示す。高齢者による手すり荷重は、phase2 と 3 の間の離座までは引き寄せる力を発揮し、離座以降は押し上げる力を発揮しており、成人と同様の結果が見られた。離座以降の押し上げる力の最大荷重について、4名の平均値を求め Fig.5 に示した。新形状は、I型に比べて有意に増加した（I型：9.8±3.8 N，新形状：22.3±8.5 N）。

4-4.考察

立上がりに関して、高齢者は成人と同様に手すりをを用い、身体を引き寄せ、押し上げていることがわかった。一方異なる点として、手すりにかかる力そのものが高齢者の方が小さい傾向にあった。これは体重が軽いことも考えられるが、引く力の方が小さくなっていったことから、引く際の筋力が弱くなっており、押す力に比べて引く力が衰えているといえる。成人は筋力で重心を前方に移動していると考えられる。

藤本ら⁶⁾は若年者と立座りが困難な高齢者の動作を計測・比較し、運動力学の観点から膝関節モーメントあるいは床反力を低減することにより立座りの困難さを軽減でき

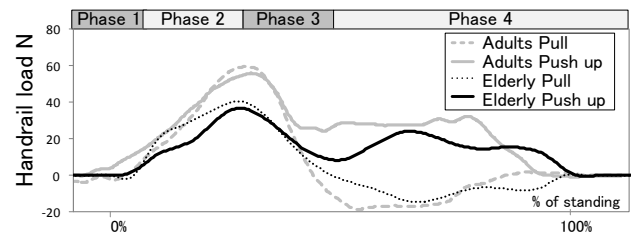


Fig.4 Typical amplitudes of handrail load with adults and elderly.

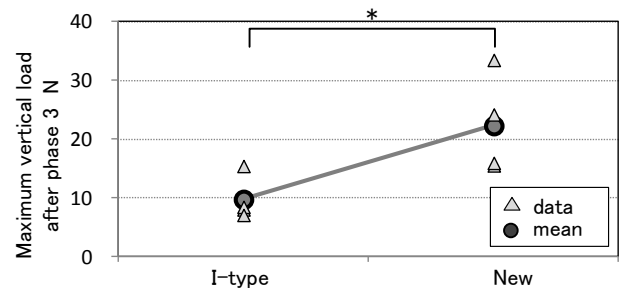


Fig.5 Comparison of I-type with a new handrail about maximum vertical load between phase 3 and 4 in elderly. *p<0.05

るとしている。施設計測では、床反力は計測していないが、手すり荷重の増加より脚部にかかる力が減少していることが予想される。従って、高齢者を対象とした立ち上がり動作においても、脚部負担の軽減が示唆される。

5.まとめ

新形状手すりは、立上がり完了姿勢までの間、力を伝え続けられることを念頭に提案した。成人でもターゲットとした身体能力の高齢者でも、上記を確認することができ、立ち上がりの後半の中腰姿勢を補助する効果がみられた。今後は、トイレ用手すりに適した形状の検討を推進していきたい。

謝辞

今回高齢者モニターを実施した、ショートステイゆめてらすの中村正平氏、山野基全氏、岸野寿子氏、吉野香代美氏のご理解とご協力により、効果検証を実施することができました。末尾ながら深く感謝の意を表します。

参考文献

- (1) Papa E, Cappozzo A, Sit-to-stand motor strategies investigated in able-bodied young and elderly subjects, *J Biomech*, 33(9), 1113-1122, 2000.
- (2) Kato T, Yamamoto S, Miyoshi T, Nakazawa K, Masani K, Nozaki D: Anti-phase action between the angular accelerations of trunk and leg is reduced in the elderly, *Gait & Posture*, 40(1), 107-112, 2014.
- (3) 加藤智久, 鈴木里江他, 手すりをを用いた立ち座り動作のバイオメカニクスの分析～立ちやすさをサポートする手すり形状の開発～, 第34回バイオメカニクス学術講演会.
- (4) TOTO バリアフリーブック住まい編(2013/09)
- (5) 佐藤稔, 加藤智久, 小野寺里江, 上村彰博: トイレ用手すり, 特願 2011-006794.
- (6) 藤本雅大他, 高齢者の立ち上がり動作アシスト装置に関する研究, 日本機学会・福祉工学シンポジウム講演論文集, No.4-42, 181-84, 2004.