

姿勢変化を誘導する機能ウェアの開発から考える重力健康科学的研究

桜井隆史¹、畠山望¹、跡見友章²、田中和哉³、鈴木英俊⁴、大澤具洋⁵、藤田恵理⁵、跡見順子⁶

1 東京大学大学院総合文化研究科、2 首都大学東京大学院人間健康科学研究科、3 横浜新都市脳神経外科病院、4 東レ株式会社繊維加工技術第2部、5 東京大学大学院情報理工学系研究科、6 東京大学サステイナビリティ学連携研究機構

Study on development of the underwear to improve body function

Takashi SAKURAI¹, Nozomi HATAKEYAMA¹, Tomoaki ATOMI², Kazuya TANAKA³, Hidetoshi SUZUKI⁴, Tomohiro OHSAWA⁵, Eri FUJITA⁵, Yoriko ATOMI⁶

1 The University of Tokyo, Graduate School of Arts and Sciences, 2 Tokyo Metropolitan University, Dept of Frontier Health Science, 3 Shintoshin Neurosurgical Hospital, 4 Toray Industries, Inc., Fibers Technical Application 2nd Department, 5 The University of Tokyo, Graduate School of Information Science and Technology, 6 The University of Tokyo, Department of Integrated Research System for Sustainability Science (IR3S), Human Sustainability Project (HSP), 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo, 113-8654, Japan,

E-mail: atomi@bio.c.u-tokyo.ac.jp

Abstract: Human body, which skeletal muscle against the gravity such as soleus muscle in the leg is well developed, has been evolved to move keeping the standing position under the gravity of the earth. Standing position asks us the upper part of the body keeping suitable against the direction of gravity, however sometimes it associates with the difficulty. We produced the underwear to improve body function to stimulate via the skin at the shoulder. We studied the performance of the body ability such as energy metabolism, cardiorespiratory function, and analyses of posture and motion under the condition with and without wearing the underwear. Wearing the underwear, the posture was changed that shoulder shifted backward and the respiration rate in resting state was decreased from 10.6 times per minute to 8.3 times per minute. In the microgravity environment, it is known that astronauts have a neutral body posture. We expect that this underwear to improve the posture in the 1 G environment also makes the posture appropriate condition and body function well in the microgravity environment.

<背景>

地球上の生物は1Gの重力環境下において活動している。ヒトは立位姿勢を維持するために重力に抗する筋肉を発達させ、静的および動的に姿勢を維持している。主な抗重力筋として、下腿のヒラメ筋、体幹の脊柱起立筋が挙げられ、宇宙空間の微小重力環境の滞在や、老化で委縮する筋肉としても知られている。重力環境下で姿勢を維持することは、抗重力筋に刺激を与えることで、抗重力筋の萎縮を抑制できると考えられ、身体の健康維持につながると考えられる。

また経験的に、姿勢の変化は意識に変化をもたらすことが知られている。物事を真剣に行う際には、姿勢を正して行う。日本の伝統的な「たすき掛け」は肩甲骨の内転を維持することで胸郭を開いた状態を保ち、やる気を高めていると考えられる。

近年、ウェアに機能性を付与し、テーピング効果、姿

勢維持効果、筋肉疲労軽減効果等を持たせた製品の開発が行われてきている。従来の方法では、筋肉の走行に沿ってウェアに強度の異なる材料を採用することで、身体表面に刺激を与えていることが多いが、締め付け感が強く、長期装着では違和感・不快感が出ることが問題であった。

本研究では、筋肉の走行に沿ったサポートで身体を保持するという従来の概念とは異なる視点で、姿勢維持効果を有し、身体機能を向上させるためのウェア開発及びその機能評価をエネルギー代謝、呼吸循環機能、心拍変動、姿勢・動作解析の多方面から行った。

<方法>

測定対象は運動機能に特に異常を持たない男性3名で行った。被験者は、ウェア未着用および着用状態で、Zebris社のFDM-Tトレッドミルシステムを用い、時速1

km、3 km、7 km の 3 つの速度での歩行を行った。その過程を VICON MX-F 光学式三次元動作解析システムにてモーションキャプチャーを行い、動作解析を行った。運動負荷中には polar 社の心拍計 RS800sd を用いて心拍数の計測を行い、インターリハ株式会社の呼気ガス分析器を用いて、換気量等の測定を行った。

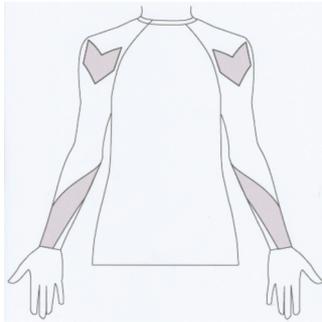


Figure 1 Design of underwear to improve body function.

<結果>

本研究で開発したウェア(Fig. 1)は、上半身のウェアの肩の背面部の部分に、伸縮性のある本体の生地よりも伸縮性の低い生地を配置し、皮膚を介して肩部分へ刺激が加わることにより、肩甲骨が内転し、肩の後方化が保たれるように設計した。

ウェア装着時には、被験者の姿勢変化、安静時および歩行時の呼吸変化と動揺安定性向上が認められた。

ウェア装着前後での立位姿勢の写真撮影により、姿勢の変化が認められた(Fig. 2)。

呼吸数については、運動前の段階において、未装着時1分間あたり 10.6 ± 2.8 回であったのが、ウェア装着により1分間あたり 8.3 ± 2.3 回に減少し、時速 1 km、3 km、7 km の運動中および運動後にも一分間あたり約 5 回の減少が認められた(Fig. 3)。また、運動中の酸素摂取量と換気量の関係を比較すると、ウェア装着により同じ換気量で多くの酸素摂取が可能となっていることが明らかとなった(Fig. 4)。姿勢変化により、酸素取り込みの効率が上昇していることが明らかとなった。

また、VICON による動作解析により、歩行時の姿勢の変化が認められ、計算により算出した重心位置がわずかに上昇する傾向が認められた。

今後、さらに解析を続けることにより、本研究で開発したウェアの重力に対する身体機能向上への有用性を示すことができると期待できる。宇宙空間での微小重力環境では、ヒトのもっとも自然な態勢として、中立姿勢(Fig. 5)をとることが知られている。肩が前方に位置する中立姿勢は、ヒトの筋骨格の配置が原因となった重力の影響がほぼない環境での自然な姿勢なのであろうが、本研究により、そのような姿勢よりも肩甲骨が内転し、股関節が伸展した姿勢のほうが、呼吸の効率が良くなり、酸素取り込

みの効率が上昇することが明らかとなった。宇宙空間での微小重力環境では重力がないために、自らの体の中に支点を作ることによって姿勢を維持する必要がある。本研究で開発したウェアにより、体の中の支点を作りやすくし、姿勢変化の維持を実現でき、身体機能を向上させる効果があると期待される。これらの効果は、長期滞在を目指す宇宙環境において、健康の維持や体幹や呼吸器系の筋群を含めての筋萎縮防止に役立つと考えられる。

まだ科学的に明快に明らかにできてはいないが、微妙な立位姿勢により身心の機能が変化することが、本研究により示唆された。ヒトの身心の健康には、重力下で抗重力機能を獲得して進化してきた動物としての身体の合理的な形態および動きが影響を与えていると考えられる。これらの形態及び動きを重力下においてもできるだけ保持することで、進化的に獲得してきた身体機能について最適な状況を保つことができるのではないかと期待できる。日常的に長期着用するためには、皮膚を介して無理なく姿勢をサポートするウェアであることが望まれる。1G 下では、本研究で用いたウェアの長期装着が可能で、身体機能が向上することが示唆された。1G 下で行った結果が宇宙空間の微小重力環境で再現できるかどうか、きぼう船内において、本研究で用いたウェアの宇宙における 24 時間日常着用による身体機能維持効果の検証実験を提案したい。宇宙飛行士の作業効率の向上につながるのではないかと期待している。

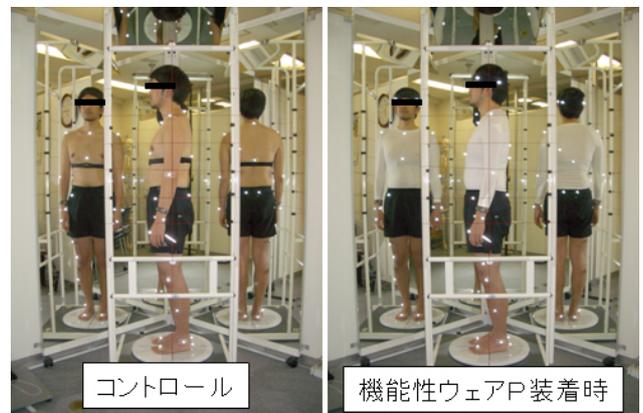


Figure 2 Comparison of posture with and without wearing the wear.

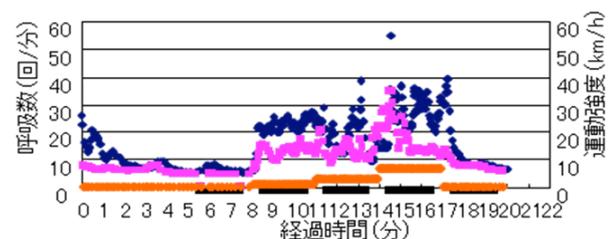


Figure 3 Respiration rate during walking with and without wearing the wear.

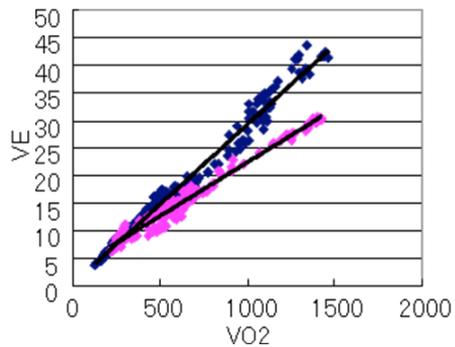


Figure 4 Relationship between minute oxygen uptake (VO₂) and minute ventilation volume (VE) during walking with and without wearing the wear.

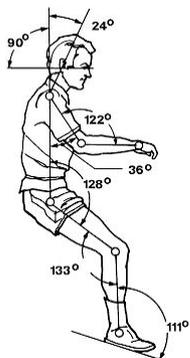


Figure 5 neutral body posture in the microgravity environment (NASA, Man-Systems Integration Standards, Revision B, July 1995, Volume I, Section 3)