



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	アクティブコルセットの可変締付力制御の開発に向けた骨盤締付力による腰部負担軽減機序の解明 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	吉田, 道拓
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(情報科学)
Dissertation Number	甲第15556号
Issue Date	2023-03-23
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/89567
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Michihiro_Yoshida_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士 (情報科学) 氏名 吉田 道拓

審査担当者 主 査 教 授 田中 孝之

副 査 教 授 金井 理

副 査 教 授 山下 裕

学位論文題名

アクティブコルセットの可変締付力制御の開発に向けた骨盤締付力による腰部負担軽減機序の解明
(Elucidation of the Mechanism of Lumbar Burden Reduction by Pelvic Tightening for the
Development of Variable Tightening Force Control of Active Corset)

生涯罹患率が8割にも及ぶ腰痛症の治療および予防の方法の一つとして、骨盤部に締付力を与える骨盤ベルトが広く用いられてきた。一方で、骨盤ベルトの長期使用には血行障害や補助対象筋の萎縮などの悪影響も指摘されている。そこで、筆者らは腰部負担に応じて締付力を自動的に調整する可変締付力制御により腰部を補助する骨盤ベルト型アシストスーツのアクティブコルセットを開発してきた。可変締付力制御において適切な締付けの強さやタイミングといった特性や得られる補助効果には個人差があり、最適な補助効果を個々に提供するために、その要因を特定する必要があった。しかし、これまでに骨盤締付力により腰部負担が軽減されるメカニズムは解明されていなかった。

そこで、筆者は、使用者に最適化された可変締付力制御則の開発に向けて、腰部締付力による負担軽減機序の解明を目的とし、次の3つの課題に取り組んだ。

- (1) 腰部締付力による腰部負担軽減メカニズムの検証 (2, 3, 4 章)
- (2) 補助効果の個人差要因の特定 (4 章)
- (3) 可変締付力制御則の個人適合 (5 章)

課題 (1) では、93 名の被験者を動員した運動計測実験により前屈位における締付力の補助効果を検証した。力学モデルに基づき計算された腰椎関節トルクを腰部負担の指標として評価したところ、約 8~9 割の被験者において腰部負担が軽減されることを確認した。このとき負担が軽減された被験者では腰椎関節の屈曲が抑制され、股関節により運動が代替される傾向を確認した。この運動矯正は前屈に関わる関節の屈曲に対する剛性が変化することで生じており、締付力が腰椎関節剛性を股関節剛性に対してより高い状態に変化させることを明らかにした。さらに、X 線画像から得られた骨盤や腰椎部の姿勢や形状 (腰仙椎アライメント) を用いて、関節剛性変化が腰仙椎アライメントの変形に起因することを示す回帰モデルを構築した。

課題 (2) では、腰仙椎アライメントおよび体格の特徴から、関節剛性変化に対して高い寄与をもつ特徴量を特定し、補助効果を推定する回帰モデルを開発した。これにより骨盤ベルトの補助効果は骨盤に対する仙骨の姿勢角や体重に強く影響されることを示した。

課題 (3) では、上記で得た知見に基づき、体格および腰仙椎アライメントを入力として、可変締付力制御則を個人適合する手法を開発した。実運用を考慮して体格的特徴のみを入力する手法を開発し、64 名の被験者による、個人適合された制御則の性能評価実験を行った。その結果、提案手法により過半数の被験者で補助効果が向上することを確認した。

以上を要するに、筆者は腰部負担を軽減するための新たな骨盤ベルト型アシストスーツの補助効果を最適化するために、骨盤ベルトの腰部締め付けによる負担軽減メカニズムと、補助効果に影響を与える解剖学的特徴を明らかにすることで、アシストスーツの補助効果を向上させ、人間工学的知見に基づく新たなアシストスーツの制御手法を構築した。本研究の成果は、ロボット工学、人間工学の発展に大いに寄与するとともに、労働安全衛生分野への貢献も高く期待できる。よって、著者は北海道大学博士(情報科学)の学位を授与される資格あるものと認める。