

平成 30 年 6 月 13 日現在

機関番号：32641

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2017

課題番号：15K13859

研究課題名(和文) 外部刺激により調整可能な突発性脊椎側弯症のためのインプラントデバイスの開発

研究課題名(英文) Implant device for spinal scoliosis by using smart devices

研究代表者

中村 太郎 (Nakamura, Taro)

中央大学・理工学部・教授

研究者番号：50315644

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、脊椎側弯症のインプラントデバイスの前段階として、脊柱部の側弯を外部から矯正するためのコルセットを開発する。

基本的に従来のコルセットは基本的に24時間装着することが望ましいが、従来のコルセットは固いプラスチック製のコルセットを腰部から胸部にかけて擦りながら締め上げることで矯正しており、患者にとっては窮屈で長時間の使用に不向きであった。また外見も目立ってしまい、装具として好ましい形態とはいえない。そこで本プロジェクトでは、メッシュ素材や人工筋肉等のデバイスを多用することで下着感覚での矯正が可能となるような装具を目指す。

研究成果の概要(英文)：In this study, before developing the implant device for spinal scoliosis, we develop a corset to correct the scoliosis from the outside.

Conventional corsets were cramped for patients and unsuitable for long-term use. Therefore, it is not suitable as an orthosis.

Therefore, in this project, we develop an appliance that can be easily corrected by using smart device (artificial muscle).

研究分野：ロボット工学

キーワード：spinal scoliosis artificial muscle corset

1. 研究開始当初の背景

脊椎側弯症とは図1のように脊椎がねじれながら左右に曲がってしまうような症状を指す。特に、学童期から思春期の女子に多く発生すると言われる特発性側弯症は、痛みや呼吸困難などの自覚症状が乏しく、発症当初は外見的にも判りにくいいため、発見が遅くなる。したがって、初期段階での対処が難しく、重症化しやすい傾向がある。本症状は、重度の症状の場合、外科手術による矯正固定術を施す必要がある。この矯正固定術は、脊椎の後方側にネジとフックとワイヤーからなるインプラントを設置し、これらをロッドで連結することで弯曲した脊椎を矯正する。



図1 脊椎側弯症のレントゲン写真

当初の目的では、これらのインプラントデバイスを人工筋肉などのスマートデバイスを用いることで、外部刺激によって調整できるような装置の開発を検討していたが、共同研究先である専門医よりまずは軽度な症状の患者が装着するコルセットの改良を同じようなコンセプトで開発することから検討を始めた。

このコルセットは、身体に固定し外部から脊椎のねじれを矯正することで、成長とともに増大する可能性のあるゆがみを抑制する方法が採用されている。本手法は手術を行う必要がなく患者に負担の少ない有効な手段とされているが、以下の問題点が指摘されている。

・本症状は成長期に多く見られるが、成長と

ともにコルセットを作り直す必要があり、経済的負担が大きい。

- ・コルセットのシルエットが服の上から目立ってしまい、着る服が限定されてしまう。
- ・強く押し付けて矯正するため、一部の身体表面に強い圧迫を受けてしまう。

2. 研究の目的

上記の症状は、思春期の女性にとってデリケートな問題であり、この問題を解決することによって、装着率の向上や装着時間が長くなり、コルセットによる矯正の効果が高くなると考える。

本研究では、以下の機能を備えた全く新しいコルセットを開発することを目的とする。

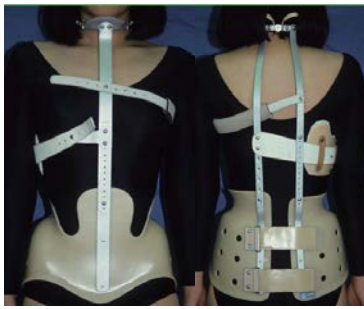
- ・締め付け位置やその力が調整可能な機能を持つ。
- ・下着のように、できるだけ薄く作成し服の上から目立たないようにする。
- ・コルセットが押し付ける部分をできるだけ少なくする。また前面からの圧迫を小さくしつつ、高い矯正効果があるような機能を持つ

これらの機能を達成する方策として、空気圧人工筋肉により調整可能な側弯症のための矯正用コルセットを開発する。

3. 研究の方法

3.1 現状の側弯症装具について

図2に従来から用いられている3種類の側弯症の装具を示す。側弯症の装具療法は装具を長い時間身に着けることにより効果が得られるが、図2のような既存装具では体幹部を覆うような形となるため、動きづらい・蒸れる・圧迫される・装具の上から服を着ても目立つ・一人での装着が困難などのような問題点があり、装具の装着は大変な苦労を強いられている。これらは上述のような思春期の女性にとってはさらに大きな苦痛となっており、装具を長時間装着すること



前面 背面

(a) ミルウォーキーブレース



前面 背面

(b) AC ブレース



前面 背面

(c) ポストンブレース

図2 従来の脊椎側弯症のコルセット

なく、症状を悪化させてしまうことも多い。

3.2 人工筋肉を用いた矯正装具の提案

開発する装具では容易に調整可能な矯正力を実現するために、人体への安全性を考慮し学术界と産業界で広く利用されている空気圧式マッキベン型人工筋肉を使用する。矯正の考え方は既存装具と同様に3点支持を原理とし、同時に上記の問題点の改善を実施する。

また、開発する装具の評価は矯正力を既存装具のパッド部の測定圧力60mmHgを目標とし、問題点の改善は既存装具との比較

にて実施する。

装具療法は患者の成長期に行っているため、患者の成長に合わせ装具の調整作業も多い。患者が負担する費用面も考慮し、装具の調整作業がしやすくなるような形状も合わせて検討する。

4. 研究成果

開発した装具を図3に示す。対象とする側弯症パターンはダブルカーブを想定している。開発した装具は背面フレームをアルミ(A5052)にて製作し、前面から側面は3Dプリンターを使用した。



前 背面

図3 人工筋肉を用いた脊椎側弯症のためのコルセット

既存の装具では、背面にある革ベルトを締めることにより矯正力を得ているが、開発した装具では矯正力を空気圧式マッキベン型人工筋肉に加圧することにより得ている。

人工筋肉へ加圧することにより発生する軸方向への収縮力と径方向への膨張力を矯正力として使用し、革ベルト方式より彎曲部へ効率よく身体外側から矯正力をかけられるようになった。矯正力は既存装具同様60mmHg以上(圧力0.3MPa)を確保している。

矯正を人工筋肉に変更し、ミルウォーキーブレースやACブレースのような革ベルト

が不要となったため、装具前面にある金属フレームを廃止でき、身体前面を広い範囲にわたり開放することができた。このことにより、装具の圧迫感・蒸れやすさの軽減と身体前後方向の動きやすさを実現した。装具の目立ちやすさは既存の装具よりは改善したものの、人工筋肉が膨らんで目立ってしまうため、今後の課題として人工筋肉の薄型化などを検討する。

さらに患者一人での装具脱着しやすさを考慮し、身体前面から装着し背面にて固定していた装具装着方法を背面から装着し前面にて固定する方法へ変更した。

最後に患者の成長にあわせ装具を調整しやすいように背面のフレームには多数の穴を開けたフレームと多数の長穴を開けたフレームの2枚構成とし、フレームが伸びる構造とした。同時に、多数の穴を利用し多様な側弯症カーブに対応できる人工筋肉の取り付け位置を実現している。

今後は装具メーカーにより製作した試作品(図4)を使用し、実地試験での効果検証を実施する。



前 背

図4 装具メーカーが試作した
コルセット

以下、本研究の成果についてまとめる。

本研究では、脊椎側弯症の外部矯正装具として、空気圧人工筋肉を用いたコルセットを開発した。人工筋肉を用いることにより

従来の矯正力を維持しながら、装具前面にある金属フレームを廃止することに成功した。これにより、装具の装着感の向上ファッションの自由度も増し、従来の装具に対するユーザビリティが増すと考えている。

今後、本装具を患者に適用し実地データを積み重ねることで、さらなる改良を進め、実用化を目指す。

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 0 件)

[学会発表](計 2 件)

- M. Okui, K. Sekido, S. Iikawa, Y. Yamada, T. Nakamura, "Proposal of a Fixation Method for Wearable Assistive Systems Using Jamming Transition and the Expansion of an Elastic Bag", Proc. of the 17th International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS 2017), Jeju, Korea, pp. 1466-1468, (2017.10)
- 奥井学, 関戸和弥, 飯川伸吾, 山田泰之, 中村太郎, "ジャミング転移現象を利用した確実な力の伝達のためのアシスト装具固定方法の提案", 第35回日本ロボット学会学術講演会(RSJ2017), 2C2-02, (2017.09)

[図書](計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況(計 2 件)

2018年7月出願予定

[その他]

ホームページ等

<http://www.mech.chuo-u.ac.jp/~nakalab/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中村太郎 (Nakamura, Taro)
中央大学 理工学部 教授
研究者番号：50315644

(2) 研究分担者

なし ()

研究者番号：

(3) 連携研究者

なし ()

研究者番号：

(4) 研究協力者

風間 裕人 (Kazama, Yuto)
株式会社プログレステクノロジーズ
主任技術者

川上 紀明 (Kawakami, Noriaki)
国家公務員共済組合連合会
名城病院
整形外科・脊椎脊髄センター
脊椎脊髄センター長

奥井 学 (Okui, Manabu)
中央大学研究開発機構 機構助教