

5 脊髄損傷者用カーボン長下肢装具の開発

研究所 運動機能系障害研究部 神経筋機能障害研究室 河島則天

下肢の運動機能に完全麻痺をもつ脊髄損傷者の使用を想定した長下肢装具は、麻痺状態にある下肢の骨格を活かした体重支持を可能にするために膝関節伸展位にて脚全体を装具で保持する構造を採るのが一般的である。歩行中の脚の振り出しは、杖や平行棒、歩行器を介した上肢、体幹の代償動作によって生み出され、円滑な歩行動作の獲得には一定の時間と労力をかけたスキル習得（リハビリテーション）が必要となる。装具歩行中の身体的負担度を検討した先行研究では、歩行中のエネルギー消費が正常歩行の約3倍、運動効率を反映するエネルギーコストに至っては約15倍に相当することが報告されており、いわゆる「未習熟」の装具歩行は過度の身体的負担は早期の疲労困憊を招き、身体機能の維持・向上を図るための適切な運動強度の実現を妨げる要因となる。さらに着脱の煩雑さ、耐久性や価格の問題等もあって、病院でのリハビリテーション終了後もなお、装具歩行を継続するケースは非常に少ないのが現状である。一方、長期の装具歩行の継続によって高度熟練した歩行動作は、膝関節が伸展位で保持される *stiff knee gait* の様式であることを除いては正常歩行に近い要件を充たしており、継続的な装具歩行の実施によって麻痺領域の神経筋機能の維持、さらには歩行運動の神経出力に関わる脊髄歩行中枢の活動惹起などのリハビリテーション効果が想定できる。

我々は、こうした装具歩行の現状（限界点や装具自体の問題点）についての認識、熟練した装具歩行の動作特性と身体への好影響についての知見を基に、新たな設計仕様に基づいた長下肢装具の開発を進めている。具体的には、装具の構成材料を炭素繊維強化プラスチック（Carbon Fiber Reinforced Plastic、以下CFRP）に置換することで軽量化と耐久性の向上を図り、CFRPならではの弾性エネルギーを活用した下腿ソケットの実装を試みている。さらにバイオメカニクスの観点から、熟練した装具歩行であれば股関節-膝関節の二重振り子の原理に基づいて歩行遊脚相の膝関節屈曲-伸展動作を実現することが可能なのではないか、という着想を基に、動力を用いない膝関節動作機構の設計・試作を進めている

現在、素材のCRPF化を実現した機能プロトタイプ製作の最終段階であり、2019年秋を目途に膝関節機構の完成を経て製品レベルの性能をもった装具を完成させる計画である。本発表では、長下肢装具のコンセプトやこれまでの開発の経緯を紹介し、実機を示しながらのデモンストレーションにて、新規機構や外装を紹介する予定である。