

## ニューロリハビリテーションロボティクスの現状と課題

### Trends and Issues in Neuro-Rehabilitation Robotics

○ 山本紳一郎, Mohd Azuwan bin Mat Dzahir, 信友達哉(芝浦工大), 柴田芳幸(産技高専)

Shin-ichiroh Yamamoto, Mohd Azuwan bin Mat Dzahir, Tatsuya Nobutomo, Shibaura Institute of Technology  
Yoshiyuki Shibata, Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology

**Abstract:** The effect of body weight support treadmill training for incomplete spinal cord injured (SCI) patient has been reported in several previous studies since 1990s. In those training process, however, therapists must manually move both the patient's paralyzed legs. For the therapist, this training process is physically hard to continue for a long period. From the viewpoint of neuro-rehabilitation robotics, Colombo, et al. (2000) developed a driven gait orthosis (DGO) that can be used on patients with varying degrees of paresis or spasticity for a long time. Dietz, et al. (2002) used this DGO on patients with incomplete SCI and suggested that the afferent input from lower limb and hip joints movement are important for the activation of central pattern generator for locomotion training in SCI patients. In recent clinical assessment, however, there are some papers questioned its effectiveness. On the other hands, there are many papers suggested the feasibility of robotic rehabilitation for several patients. Thus, I report and introduce the recent trends and issues in neuro-rehabilitation robotics, especially for gait training.

**Key Words:** Motor dysfunction, Stroke, Spinal cord injury, Robotic Gait training

#### 1. はじめに

1980年代後半から脊髄損傷者のリハビリテーションには世界的に大きな変容が起こっている。脊髄神経回路網のセントラルパターンジェネレータがヒトにも存在し、かつ可塑性があることがわかってきており、その概念をもとにした脊髄損傷者のリハビリテーションプログラムとして、免荷式トレッドミル歩行訓練が欧米の多くのリハビリテーション病院で導入されてきた。しかしながら、マニュアルアシストによる歩行訓練では、セラピストの労力が必要であり、長時間の訓練ができないことから、LOKOMATに代表されるようなロボット型歩行訓練システムに期待が寄せられ、事実多くの欧米のリハビリテーション病院で試験的に導入されてきた<sup>1)</sup>。しかしながら、最近の臨床報告では、そのようなロボット歩行リハビリテーションの効果を疑問視するような内容の論文がいくつか報告されている。一方では、ロボット歩行リハビリテーションの様々な運動機能障がいに対する効果の可能性を報告する論文も多くみられる。

本講演では、これらの最近のニューロリハビリテーションの概念をもとにしたロボット歩行リハビリテーションの最近の報告を解説するとともに、筆者らの研究室で開発している歩行訓練システム(AirGait)を紹介する。

#### 2. 最近のニューロリハビリテーションの報告について

ロボットを用いた脊髄損傷者に関する臨床事例報告では、リハビリテーションとしての効果があるという報告も多くあるが、2名のセラピストが手動で実施するマニュアルアシスト訓練と比べて有意な効果の差がないとする報告や逆にマニュアルアシスト訓練のほうが有効であったとする報告もあり、統一した見解が得られていない。

また、脳卒中片麻痺者に対するアプローチもあり、多くの臨床事例報告があるが、ロボットリハビリテーションによる著しい効果を示唆している報告よりも、効果が同等であるか、逆に疑問視する内容の報告が多い傾向にある。

近年では小児麻痺を対象とするロボットリハビリテーションに関する臨床事例報告も多くあり、そのほとんどはロボットリハビリテーションの有用性、可能性を提案する内

容の報告が多い。

近年のロボット歩行リハビリテーション研究では、いずれの機能障がいに対するアプローチでも、患者のモチベーションをどのように維持するかが課題である。ロボット型訓練システムの開発者らは、患者のモチベーションをあげるため、様々な改良を始めている。一つには、バーチャルリアリティシステムを導入することによって、視覚から入力されるバイオフィードバックを強化して訓練を実施する方法が多くの開発研究で導入され始めている。また、これまで再現される歩容が重要視されすぎたため、位置制御を中心としたアシストを行うロボットが多かったが、近年では患者の随意運動する意志をより増大させるような適応制御を導入している研究もみられる<sup>3)</sup>。

本講演では、上述した以外の先行研究も紹介するとともに、今後のロボット歩行リハビリテーションの課題について提案したい。

#### 3. 免荷式歩行訓練システム AirGait の開発

筆者の研究室では、これまで免荷式歩行訓練システム AirGait の開発を進めてきた。AirGait は空気圧人工筋をアクチュエータとして用いて、ヒトの骨格筋配置と同様に各筋に対して力をアシストできるよう設計した。本システムでは、各患者に適した最小限の筋力アシストをすることで、最大限のリハビリテーション効果を上げられるのではないかとこのコンセプトのもと開発を進めている。すなわち、各筋の麻痺の程度に合わせた力アシスト制御が可能であり、逆に麻痺していない筋には力アシストしないことも可能である。

本講演では、AirGait 開発の詳細な内容とその進捗報告を行う。

#### 参考文献

- 1) G. Colombo et al: Research and Development 37,6, 693-700, 2000.
- 2) V. Dietz et al: Brain,125, 2626-2634, 2002.
- 3) R. Riener et al: IEEE Trans Neural Sys Rehab Eng, 13, 3, 380-394, 2005