

対麻痺者の装具歩行キネティクス

Kinetics during orthotic gait in a paraplegic patient

ライフサイエンス専攻 吉田ももこ Momoko YOSHIDA

1. 背景と目的

事故などにより脊髄を損傷し対麻痺（両下肢麻痺）になると、車椅子での生活を余儀なくされる。しかし立位歩行は身体的にも精神的にも効果があり、体力・健康の維持に欠かせない。また、現在ではヒトの移動運動（locomotion）に関連すると考えられている中枢パターン発生器（Central Pattern Generator, CPG）を賦括させ歩行機能を再獲得できる可能性があるとの視点からも立位歩行訓練が行われている。この点に関しては、実際に不完全対麻痺者に対し免荷式トレッドミル歩行訓練が大きな成果をあげており、歩行機能の再獲得の可能性が高い。一方、完全対麻痺者に関しては未だトレッドミル歩行訓練の成果は見られないものの、歩行装具などの外部補助があれば「歩行」は可能である。すなわち、完全対麻痺者であっても装具歩行訓練を重ねることで CPG の賦括を促し、歩行機能を再獲得できる可能性がある。従って、今後は完全対麻痺者の装具歩行訓練の重要性が増すことが予想される。特に CPG 賦括のためには、ある程度速い歩行速度、足底へ負荷、股関節の伸展などが必要であり、そのような動作を実現させる歩行訓練を続けることが重要である。しかし装具歩行のキネティクス（運動力学）は未解明であり、その訓練方法も確立されていない。本研究の目的は、そのような完全対麻痺者の装具歩行におけるキネティクスを明らかにし、訓練による歩行能力向上を評価することである。

2. 実験方法

脊髄損傷者用歩行補助装具のひとつである Advanced Reciprocating Gait Orthosis (ARGO) を装着した完全対麻痺者（男性、身長 173 cm、体重 68 kg、第 12 胸髄完全損傷、2000 年の時点で 22 歳）の約 6 m 区間の有杖歩行を計測した。計測は装具歩行開始当初の 2000 年 10 月、及びその 1, 6, 15, 23 ヶ月後の計 5 回行った。被験者ならびに杖先に計 18 個の反射式マーカを貼り付け、約 6 m 区間の装具歩行を 3 次元動作解析装置 VICON ならびに床反力計で測定した。VICON はマーカを 7 台の CCD カメラで撮影し 3 次元座標化するシステムであり、サンプリング周波数は 60

Hz とした。また床反力計のサンプリング周波数は、歩行開始直後と 2002 年 9 月においては 60 Hz、他では 600 Hz とした。

3. 結果と考察

(1) 歩行速度

歩行速度は計算式

歩行速度(m/秒) = ストライド長(m) / 歩行周期(秒) により算出した (Fig. 1)。2002 年 9 月には歩行開始当初に比べ歩行速度が約 2 倍になっており、確実に歩行能力が向上したことが示唆された。また歩行周期中の遊脚期と立脚期の比率を見ると、遊脚期には大きな変化は見られなかったものの立脚期が明らかに減少していることがわかり (Fig. 2)、これが歩行速度の向上に結びついたと考えられた。

(2) 肩関節モーメント

歩行習熟には非麻痺領域である腕を使う杖の動作が大きく影響すると考え、杖着床中の右肩関節モーメントを算出した。モーメントの定義を Fig. 3 に、結果を Fig. 4 に示す。図中 0% は杖の床着時点、100% は離床時点を示し、結果は同一実験日のものを加算平均した。

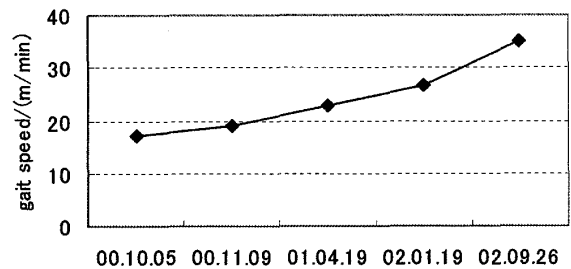


Fig. 1 Gait speed

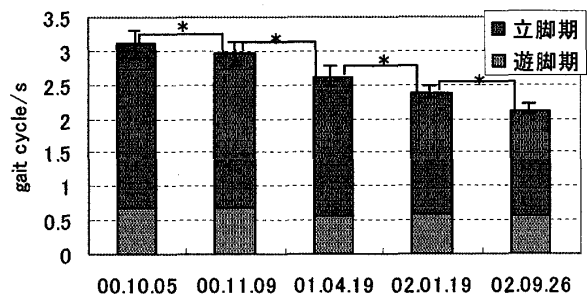


Fig. 2 Stance and swing phase (*: p<0.01)

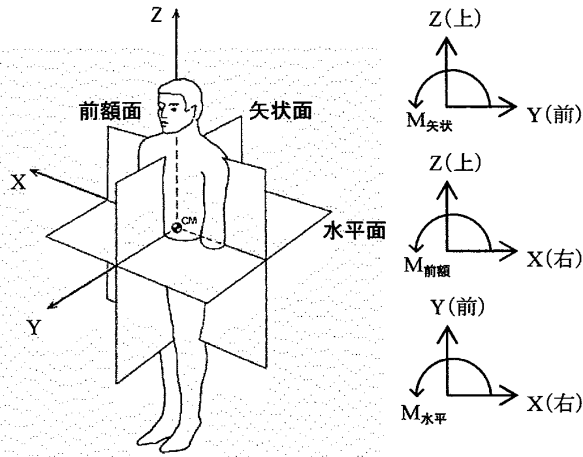


Fig. 3 Definition of Moments

矢状面モーメントを見ると、(e)では左脚遊脚期に大きく負となった。このことは杖を後方に引く力が働いたことを示しており、対側脚の遊脚時に杖（腕）で後ろ向きに力を発生させ、体幹の前方引寄せ動作を獲得したと考えられる。また前額面モーメントは歩行開始当初は常に正であったが、訓練とともに右脚遊脚期に負に変化した。前額面モーメントが正であることは外側に押す力が作用することであるから、これは訓練当初は常に杖を外側に押してバランスを維持し歩いていたが、体幹を左右に腕で引き寄せられるようになったことを示している。すなわち矢状面と前額面のモーメントはいずれも被験者の体幹引き寄せ能力の向上を示しており、これが歩行速度の向上に貢献したと考えられる。

4. 結論

対麻痺者の装具歩行の際の杖の役割と歩行習熟を評価するため、約2年間に渡る対麻痺者の歩行データを解析した。その結果、杖は歩行開始当初は単に上体支持の機能のみであったが、習熟により体幹引き寄せ効果を発揮できることが分かった。

【謝辞】

本研究にあたり御指導頂きました国立身体障害者リハビリテーションセンター研究所中澤公孝先生、河島則天先生、ならびにご協力いただきました本学大学院矢野裕美学士、山口裕子学士、芝浦工業大学大学院田口大介学士に深く感謝致します。

【参考文献】

1) David A Winter. Biomechanics and motor control of human movement. John Wiley & Sons, 1990.
 2) Dietz V. Spinal cord pattern generators for locomotion. *Clin Neurophysiol*, 114(8), 1379-1389, 2003.

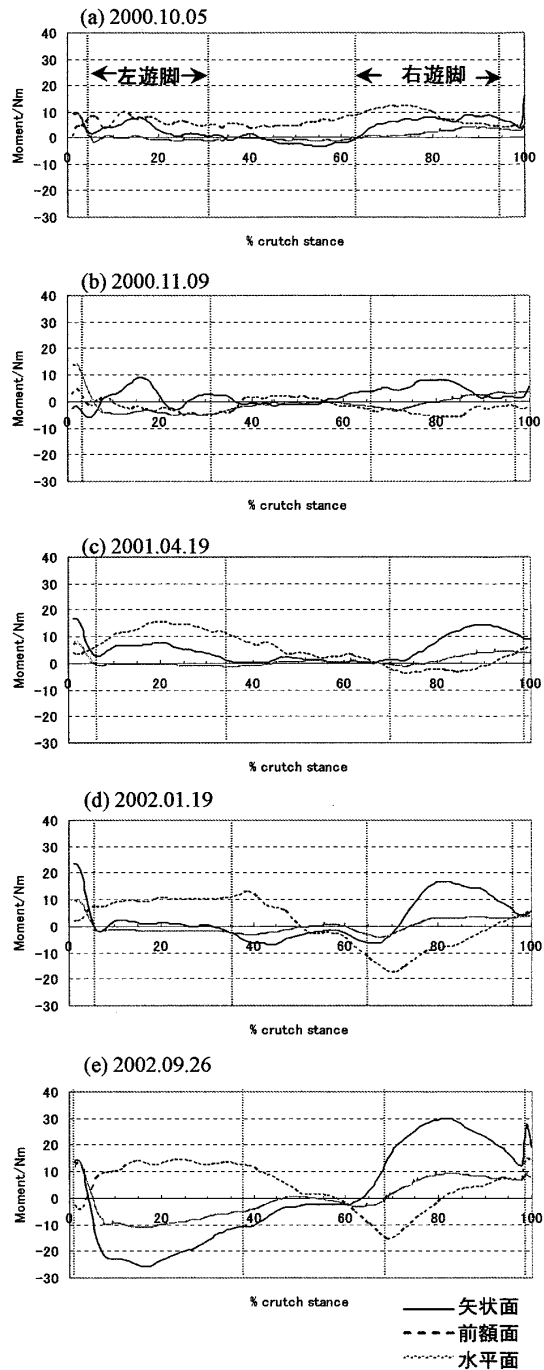


Fig. 4 Right shoulder joint moments while the crutch is stance

【発表状況】

1) 「哺乳類の骨格筋細胞の構造」, 生活工学研究, 4(2), 262-265, 2002.
 2) 「脊髄損傷者の装具歩行と理論値の比較検討」, 第18回ライフサポート学会大会予稿集, p130, 2002.
 3) 「歩行分析の基礎」, 生活工学研究, 5(1), 132-133, 2003.
 4) 「中枢パターン発生器と対麻痺者の歩行回復可能性」, 生活工学研究, 6(1), 2004.
 5) 「対麻痺者の装具歩行における肩関節モーメントの導出」, 生活工学研究, 6(1), 2004.

(指導教官 太田裕治)