

体幹ベルト付下肢装具歩行における遊脚側 下肢の運動制御

丹保信人^{1),2)}、相馬俊雄¹⁾

1) 新潟医療福祉大学大学院 理学療法学分野

2) 財) 竹田総合病院 リハビリテーション部

【背景・目的】「理学診療ガイドライン¹⁾」において、体幹ベルト付下肢装具 CVAid (オランダ製) が紹介された。CVAid は、肩から足部まで弾性バンドで連結され、脳卒中片麻痺患者における歩行時の下肢の振り出しの誘導や制御を目的とする装具である。CVAid に関する先行研究²⁾では、CVAid 装着歩行においてエネルギー効率、歩行速度、歩幅の向上がみられたと報告されている。これまでに我々は、CVAid 装着歩行中の立脚中期以降の足関節角度や膝関節モーメントに有意な変化が見られることを明らかにしてきたが、CVAid 装着時の弾性バンドの張力を統一させて解析することができなかった。今回、テンションメータにより CVAid 装着時の弾性バンドの張力を規定することを試みた。そこで、本研究の目的は、健常者での CVAid 装着歩行時の膝・足関節における力学的特性を明らかにすることである。

【対象と方法】対象は健常成人男性 10 名とした。被験者の年齢は、 21.2 ± 0.4 歳 (平均値 \pm 標準偏差)、身長は 170.9 ± 4.0 cm、体重は 60.6 ± 5.1 kg であった。課題条件は、被験者が CVAid を装着しない歩行 (通常歩行)、右下肢に CVAid を装着した歩行 (CVAid 歩行) の 2 条件とした。歩行率は 88 steps/min とした。CVAid の弾性バンドの張力は、テンションメータ (Leptrino) を用いて、3 kg に規定した。課題動作は、床反力計が中央に位置するように設置した 10 m の歩行路を 1 回歩行した。

使用機器は、三次元動作解析装置 (VICON Nexus)、床反力計 6 台とした。サンプリング周波数は、三次元動作解析装置 100 Hz、床反力計 1 kHz、テンションメータ 100 Hz であった。被験者には、赤外線反射マーカーを身体の 15 箇所 に貼り付けた。解析項目は、歩行中の下肢関節角度 (膝関節屈伸、足関節底背屈)、関節モーメント (膝関節屈伸、足関節底背屈)、弾性バンドの張力変化を算出した。解析区間は、CVAid 装着側の右下肢の踵接地から、同側の初期接地までの一歩行周期とした。

統計処理は、CVAid 装着の有無における解析項目に対して、正規性の検定を行い、正規分布している場合は、対応のある t 検定を行った。また、正規分布していない場合は、ウィルコクソン符号付順位和検定を行った。有意水準は 5% とした。

【結果】CVAid 歩行の関節角度において、立脚後期の足関節背屈角度 (TStDF-A) の増大、前遊脚期の足関節底屈角度

(PSwPF-A) の減少に有意差がみられた。また、遊脚中期の足関節背屈角度 (MSwDF-A) の増大がみられた。その他の項目に有意差はみられなかった。

関節モーメントでは、CVAid 歩行の前遊脚期の膝関節伸展モーメント (PSwKE-M) の減少に有意差がみられた。その他の項目に有意差はみられなかった。

テンションメータの張力変化では、CVAid 歩行において、立脚中期から弾性バンドの張力が増大し、前遊脚期で最大となることがわかった。

【考察】CVAid は、弾性バンドとインソールにより体幹と下肢を連結する点が、他の下肢装具にない特徴である。今回、この弾性バンドの伸張 - 短縮により、歩行中の足関節角度や膝関節モーメントに有意な変化がみられた。

立脚期の関節角度では、弾性バンドの張力の増大に伴い、CVAid 歩行において TStDF-A、PSwPF-A に変化がみられた。この変化は、立脚中期以降に弾性バンドの張力が増大することにより、体幹に対して相対的に後方へ進行する足関節運動を制御したためと考えられる。関節モーメントでは、PSwKE-M の減少がみられた。PSwKE-M は、下肢を前方に推進させる力源となる関節モーメントである³⁾。テンションメータにおいて、CVAid 歩行の PSw に最大の張力が発生していることから、立脚中期以降に蓄積された弾性バンドの張力が、PSwKE-M の代償的な役割を担っていると考えられる。

遊脚期の関節角度では、MSwDF-A に有意な変化がみられた。MSwDF-A は、弾性バンドの遠位端が中枢方向へ牽引され、足関節の背屈角度が増大したと考えられる。これは床と足趾のクリアランスを保持する上でも重要であると考えられる。

以上のことから、CVAid は弾性バンドの伸張 - 短縮に伴う張力の変化を利用し、歩行中の足関節角度や膝関節モーメントを誘導・制御することが可能な下肢装具であることが示唆された。

【結論】CVAid は、歩行中の足関節運動角度と膝関節伸展モーメントに影響を与える下肢装具であり、装具装着下肢の振り出しとトゥクリアランスを促進することがわかった。

【文献】

- 1) 日本理学療法士協会：理学療法診療ガイドライン、2011。
- 2) Thijssen DH, et al. : Decreased Energy Cost and Improved Gait Pattern Using a New Orthosis in Persons With Long-Term Stroke, Arch Phys Med Rehabil, 88: 181-186, 2007.
- 3) Kirsten Götz-Neumann: 観察による歩行分析、医学書院、2005。