

[演題2]

ロボットスーツHAL福祉用[®]歩行での呼吸循環応答と歩行速度の変化

池田 陽祐¹⁾, 梶本 一輝¹⁾, 南 哲²⁾

1) 神戸学院大学総合リハビリテーション学部理学療法学専攻

2) 神戸学院大学総合リハビリテーション学部理学療法学科

キーワード：ロボットスーツHAL福祉用[®] 呼吸循環応答 歩行

1. はじめに

ロボットスーツHAL[®]福祉用(以下HAL)は装着者の運動意図を基にしてリアルタイムに四肢の運動機能を増強する機能を持つ知的なロボットスーツである。現在、脳血管障害急性期のリハビリテーション期間の短縮や知能化された補装具として、障害または切断された四肢の一部に装着し通常の補装具以上の機能を提供する、あるいは神経・筋疾患の症状の進行抑制などの医学的効果が期待されている。

このように、HALの装着によって身体的な補助はされているものの、重量が10 kgあるために歩行時かなりの運動負荷となっていることが考えられる。しかし、一般的な歩行練習時の速度における、HAL装着による呼吸循環応答に関する報告はあまりない。

本研究の目的は、一般に練習で用いられる比較的低速度域によるHAL装着歩行時の呼吸循環応答を検討することを目的とした。

2. 対象と方法

(1) 対象

本研究の対象は、呼吸器疾患を有しない健康女子学生10名とした。対象者の平均年齢は21.1±0.3歳、平均体重は49.7±3.9kg、平均身長は158.8±5.4cmであった。対象者には、本研究の意義と

実験内容を十分に説明した上で文章による同意書を得られた者を対象に実施した。

なお、本研究は神戸学院大学総合リハビリテーション学部ヒトを対象とする研究等倫理審査の承認を受けて行った。

(2) 測定方法

対象全員に対し、HAL装着と非装着の2条件でトレッドミルによる運動負荷試験を行ない、心拍数、酸素摂取量(VO_2/BW)、自覚的運動強度(RPE)について検討した。測定条件の順序はランダム配置とし、1日1条件で実施した。HALの制御モード設定は、積極的なアシストは行わない粘性補償制御モード(Viscosity Compensation Controlモード)で、アシストレベルⅣ、NO TASKモードにて実施した。HAL装着用電極は皮膚処理を行った上で、大殿筋・大腿直筋・大腿二頭筋・外側広筋に貼付した。

運動負荷プロトコルは、①椅子座位による5分間の安静、②speed 0.5km/hで1分間のウォーミングアップ、③speed 1.0km/hで5分間の一定負荷を行った。使用したデータは5分間のうちの4-5分の1分間のデータの平均値を用いた。同様のプロトコルで③の速度を2.0km/h、3.0km/hに変更し、HAL装着と非装着の2条件で運動負荷試験を実施した。

(3) データ処理

統計解析には、正規化のため対象者それぞれの体重で除した酸素摂取量(VO_2/BW)を使用

した。またHAL装着歩行では、HALの重量(10 kg)を考慮した酸素摂取量($\text{VO}_2/\text{BW}+10 \text{ kg}$)を用いた。

(4) 統計解析

HAL装着及び非装着時の歩行速度による各測定項目の比較は、一元配置分散分析及び多重比較を行った。各歩行速度でのHAL装着時と非装着時の比較は、対応のあるt検定を用いて解析した。統計学的有意水準は両側検定で5%未満とした。

3. 結果

本研究において、HAL装着歩行・非装着歩行ともに歩行速度の増加に伴って酸素摂取量や心拍数は増加する傾向を示した。

また、歩行速度1 km/hではHAL装着と非装着間に酸素摂取量と心拍数で有意な差は認めず、RPEのみHAL装着時に有意に高い値を示した。また歩行速度2 km/h、3 km/hではHAL装着と非装着間に酸素摂取量、心拍数、RPEともにHAL装着時に有意に高い値を示した。

4. 考察

本研究により、健常成人女性においては、最も遅い歩行速度1 km/hでは、HAL装着による荷重増加が、HALのアシスト機能により相殺され、歩行時の消費エネルギーに影響を及ぼさない可能性が考えられる。それに対し、歩行速度2 km/hと3 km/hと歩行速度が増すことにより、HALの自重による影響が、アシスト能力を上回り、HAL装着歩行時の消費エネルギーを非装着時に比し有意に増加させる可能性が示唆された。

HALは身体障害に対して補助的な目的で使用されるものであるが、健常成人女性では歩行速度によってはHALの自重が、HALのアシスト機能を上回るような運動負荷となっている可能性

がある。HALの使用によって歩容の改善や歩行練習を行うには、至適歩行速度に近い速度(2 km/h～3 km/h程度)が必要とされる。その際には、HALの自重自体が運動負荷となっていることに留意し、身体障害の種類や程度などに応じ、HALの持つアシスト機能の有効性を検討した上で、リハビリテーションを実施する必要があると考える。