

## 研究結果の概要（平成 29 年度）

研究課題名：腰痛予防対策指針策定に向けた重量物取り扱い、  
介護・看護作業における装着型ロボットの腰部負荷軽減効果および  
作業省力化に関する研究

研究代表者

安部 哲哉

筑波大学医学医療系 整形外科 講師

### 【研究目的】

本研究では、労災に伴う腰痛による社会的損失を防ぐ更なる一手として、腰痛予防対策指針に「装着型ロボットの利用」という新項目を加えることを目標とし、装着型ロボットの腰部負担軽減効果を客観的に評価できる手法で検証することを目的とした。

### 【研究方法】

本研究では、「重量物取り扱い作業」及び「介護・看護作業」に対して、安全性検証としてロボット装着中と装着直後の効果と安全性に対する評価、探索的研究として使用前後に対する腰痛予防効果の定量的評価手法の検討、検証的研究として、ロボット装着群と非装着群に別けた比較試験による評価を実施していくことを計画している。

- A. フィージビリティスタディ・安全性検証試験
- B. 有効性に関する探索的研究（単群前後比較試験）
- C. 有効性に関する検証的研究（並行群間試験）

#### A-3. 「重量物取り扱い作業－患者移乗動作」に対する実行可能性と安全性の検証

腰痛のない 25 歳から 45 歳までの健康成人男性で、治療中の循環器呼吸器疾患や脊椎関節手術歴がない、筋骨格系に障害のない 5 名に、完全頸椎損傷患者のモデルとして約 60kg の人形を坐位から 1 名で抱え上げる動作を運動課題とした。

#### B-1. 重量物反復挙上動作に関する単群前後比較試験

##### a) 主要評価項目

腰痛のない 25 歳から 45 歳までの健康成人男性で、治療中の循環器呼吸器疾患や脊椎関節手術歴がない、筋骨格系に障害のない 9 名に、12kg のペットボトルを梱包した持ち手付き段ボールを床から体幹伸展位となるまで挙上して、床に置くことを一定の速度で繰り返す作業を運動課題とした。挙上動作には Stoop lifting 法を用い、動作中肘関節は伸展位を保持させた。HAL®腰タイプ非装着下で行った後、5 分間の休憩後に装着下で行った。

##### b) 副次評価項目

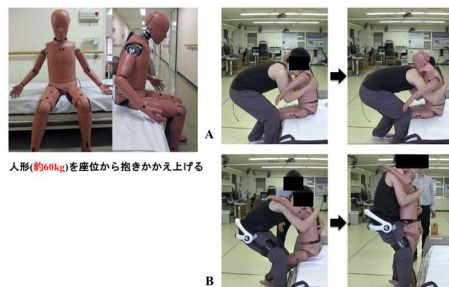
生理学的評価は、重量物挙上において主要な役割を果たすと考えられる両側上腕二頭筋、広背筋、腰部脊柱起立筋、大殿筋、大腿四頭筋の作業中の筋電位を無線表面筋電計（Delsys 社 Tringo Lab, USA）で検出して評価した。電極は、導出部位をアルコール綿

で清拭してから筋の線維方向に貼付し、光学式三次元動作分析装置(VICON 社 MX system, UK)を用いて、体幹股関節の関節角度を算出し、筋電計 Delsys と連動する独自のプログラムを用いて、作業動作を挙上期と非挙上期の4区間に分け、それぞれの区間の平均積分筋電図を算出した。

### 【研究成果】

#### A-3. 「重量物取り扱い作業—患者移乗動作」に対する実行可能性と安全性の検証

HAL®腰タイプ支援の有無に関わらず挙上作業前後の血圧収縮期血圧は、運動時 40mmHg 以上の上昇はなく、拡張期血圧 20mmHg 以上の上昇も認めなかった。挙上作業前後の脈拍は全例で 140/分を超えることはなく、有害事象は全例で認めなかった。診療や介護に当たっている医療従事者における本プロトコルは実行可能と判断した。



HAL腰タイプを用いた介助移乗動作

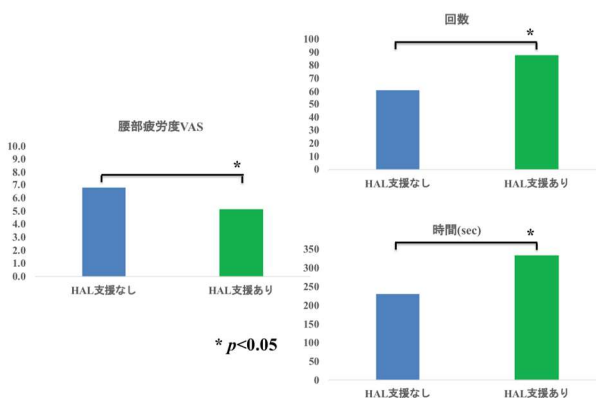
#### B-1. 重量物反復挙上動作に関する単群前後比較試験

##### a) 主要評価項目

計 9+9 (H28 年度) =18 例の主要評価項目の結果を示す。

1 分間 15 回ペースでの最大作業回数が HAL 支援なしが平均 60.8 回から HAL®腰タイプ支援ありで平均 87.6 回と、約 1.4 倍の作業回数の向上効果を認めた。

1 分間 15 回ペースで最大作業時間 (sec) は、HAL®腰タイプ支援なしが平均 231 秒から HAL®腰タイプ支援ありで平均 333 秒と、約 1.4 倍の作業時間の向上効果を認めた。一方、腰部疲労度 VAS は HAL®腰タイプ支援なしが平均 68mm から HAL 支援ありで平均 51mm と、腰部負荷は 75%に軽減する効果を認めた。有害事象の発生はなかった。



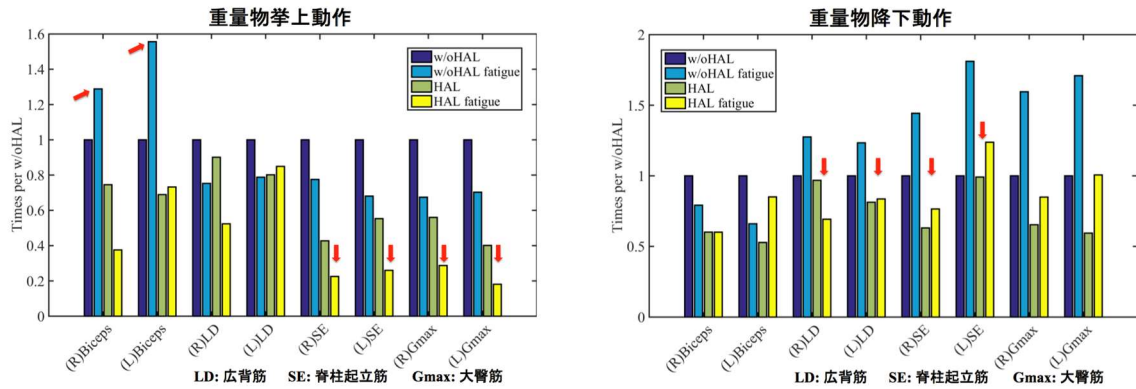
重量物挙上動作研究の結果 (n=18)

##### b) 副次評価項目

代表症例の筋電図変化では、重量物挙上動作において、疲労前と比較して疲労後は HAL®腰タイプ支援なしの動作では上肢の筋活動が大きく上昇した (左下図)。これは HAL®腰タイプが上肢運動の支援を行わない結果であると考えられた一方で、腰部、臀部の筋活動は疲労前、疲労後ともに、HAL®腰タイプ支援ありにおいて支援なしよりも低下しており、これは HAL®腰タイプの装着による腰部支援の結果であると考えた。

一方、重量物降下動作では、疲労前、疲労後とも体幹筋 (広背筋、脊柱起立筋) にお

いて、筋活動量が HAL®腰タイプ支援ありで支援なしよりも低下した（右下図）。これは HAL®腰タイプの腰部支援の結果であると考えた。疲労前後の比較では、HAL®腰タイプ支援の有無に関わらず体幹筋の活動量が、疲労後に疲労前よりも増加していた。この増加量は HAL®腰タイプ支援ありにおいて支援なしよりも小さいため、HAL®腰タイプの支援により装着者の腰部疲労の蓄積が抑制された結果と考えられた。



### 【結論】

重量物反復挙上動作における HAL®腰タイプの支援は、装着者の体幹筋の筋活動量を軽減することで腰部疲労の蓄積を抑制し、最大作業回数や時間が増加させる効果があることが分かった。また、われわれは HAL®腰タイプ支援により腰部負荷の軽減および作業省力化の効果を電気生理学的に明らかにすることができた。

### 【今後の展望】

平成 29 年度の研究は、患者移乗動作の探索的検証と患者挙上動作の安全性試験であった。次年度は有限要素解析を用いた脊椎への応力集中の評価を行い、検証的研究として疾患群と健常者群における HAL®腰タイプ装着の効果について比較することを課題とする。

研究分担者：

- ・ 筑波大学医学医療系、筑波大学附属病院
  - 山崎正志（整形外科教授）
  - 國府田正雄（整形外科准教授）
  - 三浦紘世（整形外科助教）
  - 丸島愛樹（救急・集中治療部、脳神経外科講師）
  - 松村明（脳神経外科教授）
  - 羽田康司（整形外科、リハビリテーション部准教授）
  - 清水如代（リハビリテーション部病院講師）
  - 久保田茂希（運動器再生医療学講座助教）
  - 門根秀樹（未来医工融合センター助教）
- ・ 筑波大学サイバニクス研究センター
  - 河本浩明（助教）