高齢者の運動機能障害と認知機能障害に対する新しいリハビリテーション医療
(24-24)

主任研究者 加賀谷 斉 国立長寿医療研究センター リハビリテーション科部 (部長)

研究要旨

本邦の世界に類を見ない超高齢化に伴い、医療においても高齢者特有の問題が顕在化している。高齢者では日常生活活動(ADL)が低下し、そのために **quality of life(QOL)** も大きな影響を受ける。介護保険における要介護の最大の原因も認知症であり、運動機能ならびに認知機能に対するリハビリテーション医療の重要性は増大している。さらには、リハビリテーション医療により高齢者のフレイルを回避し、健康寿命の延伸化を図ることができる可能性がある。それらの課題に取り組むためにリハビリテーション科部では四肢、体幹の機能障害に対する新しい治療技術の開発と応用、認知症者のコミュニケーション、身体活動量増加、主観的健康性、認知症の大きな要因となる難聴、超音波画像を用いた診断、新たな客観的な動作解析、高齢心血管疾患に対するリハビリテーション、高齢者に多い排尿障害、転倒対策、高齢フレイル患者への介入、地域在住高齢者のための運動指導プログラムに関する新たな開発研究を行い、以下の課題に取り組むことで高齢者の ADL、QOL の向上を目指す。

- 1) 四肢、体幹の機能障害に対するニューロモデュレーションの応用
- 2) 軽度認知障害 (MCI) および認知症者に対する記憶と言語を融合したコミュニケーションの相互作用性の検証
- 3) MCI 患者と軽度認知症患者に対するウェアラブル活動量計を用いた身体活動量増加を目的とした介入の検討
- 4) 退院後の主観的健康性に関連する因子の探索
- 5) 高齢聴覚障害者に対する聴覚リハビリテーションの標準化
- 6) 超音波画像診断を用いた嚥下関連筋評価の信頼性検討
- 7) マーカレスモーションキャプチャを用いた動作の標準化・類型化
- 8) 客観的評価が困難な手指や足趾の動作解析システムの構築
- 9) 高齢心血管疾患 (CVD) に有用なフレイル指標の検討およびフレイル・認知機能改善を目的とした心臓リハビリテーションプログラムの開発
- 10) 高齢者の下部尿路症状および排尿関連動作の特徴とリハビリテーション効果の検証
- 11) スマートベッドシステムを用いた入院患者の離床、転倒の解析

12) 外来リハビリテーション受診高齢者に対する多面的なフレイル評価および介入方法の検討

13) 地域在住高齢者に対するサルコペニア・フレイル予防のための運動指導プログラム構築に向けての検討と社会実装

主任研究者

加賀谷 齊 国立長寿医療研究センター リハビリテーション科部 (部長)

分担研究者

大沢 愛子 国立長寿医療研究センター リハビリテーション科部 (医長)

尾崎 健一 国立長寿医療研究センター リハビリテーション科部 (医長)

伊藤 直樹 国立長寿医療研究センター リハビリテーション科部 (統括管理士長)

相本 啓太 国立長寿医療研究センター リハビリテーション科部 (理学療法主任)

神谷 正樹 国立長寿医療研究センター リハビリテーション科部 (作業療法主任)

川村 皓生 国立長寿医療研究センター リハビリテーション科部 (理学療法主任)

佐藤 健二 国立長寿医療研究センター リハビリテーション科部 (理学療法主任)

松村 純 国立長寿医療研究センター リハビリテーション科部 (理学療法主任)

橋本 駿 国立長寿医療研究センター リハビリテーション科部 (理学療法主任)

永坂 元臣 国立長寿医療研究センター リハビリテーション科部 (言語聴覚主任)

若山 聡夢 国立長寿医療研究センター リハビリテーション科部 (理学療法士)

石野 晶大 国立長寿医療研究センター リハビリテーション科部 (理学療法士)

岩瀬 拓 国立長寿医療研究センター リハビリテーション科部 (理学療法士)

中尾 優人 国立長寿医療研究センター リハビリテーション科部 (理学療法士)

塚田 智也 国立長寿医療研究センター リハビリテーション科部 (理学療法士)

吉村 貴子 京都先端科学大学 健康医療学部 言語聴覚学科 (教授)

A. 研究目的

- 1) 四肢、体幹の機能障害に対し新たなニューロモデュレーション手技を確立させること
- 2) MCI 患者および認知症患者に対する記憶と言語を融合したコミュニケーションのためにメモリブックを作成し、拡大・代替コミュニケーションとしての有効性を検証すること
- 3) MCI 患者と軽度認知症患者に対するウェアラブル活動量計を用いた介入により身体活動量の変化を評価すること
- 4) 退院後の主観的健康性に関連する因子を探索し主観的健康性のアウトカムを確立すること
- 5) 高齢聴覚障害者に対する聴覚リハビリテーションの標準化のために高齢聴覚障害者の聞こえと認知機能、運動機能を評価すること

- 6) 超音波画像診断を用いて嚙下関連筋評価の検者内・検者間信頼性を明らかにすること
- 7) マーカレスモーションキャプチャを用いた動作の標準化・類型化を行い測定誤差を明らかにし、さらに転倒の類型化を行うこと
- 8) 客観的評価が困難な手指や足趾の動作解析システムを構築すること
- 9) 高齢心血管疾患 (CVD) に有用なフレイル指標の検討およびフレイル・認知機能改善を目的とした心臓リハビリテーションプログラムを開発すること
- 10) 高齢者の下部尿路症状および排尿関連動作の特徴を明らかにし尿失禁に対するリハビリテーション治療介入の効果を検証すること
- 11) スマートベッドシステムの離床センサーログを用いた転倒時のログ解析を行い入院患者の離床、転倒の解析を行うこと
- 12) 外来リハビリテーション通院高齢者に対する多面的なフレイル評価および介入方法を検討し身体・認知・口腔機能や栄養状態および社会性の関連を明らかにし、有効な介入方法について検討すること
- 13) 地域在住高齢者に対するサルコペニア・フレイル予防のための運動指導プログラムを構築し遠隔条件下における運動指導の実行可能性と社会実装を検討すること

これらは世界に例のない高齢化にさらされている日本の社会ではいずれも必要性の高い課題であり、これらの課題の解決は高齢者に対するリハビリテーション医療の発展につながる。各課題は独創的な発想に伴って設定された課題であり、類似の研究も全くないか非常に少ない。

B. 研究方法

(1) 全体計画

- 1) 四肢、体幹の機能障害に対するニューロモデュレーションの応用は加賀谷 斉・伊藤直樹が刺激部位に最適の磁気刺激コイルを開発し、衝撃波の効果の検証も行う。
- 2) MCI および認知症者に対する記憶と言語を融合したコミュニケーションの相互作用性の検証は大沢愛子・吉村貴子が症状に応じたメモリブックを作成し、認知症高齢者の拡大・代替コミュニケーションとしての有効性を検証する。
- 3) MCI 患者と軽度認知症患者に対するウェアラブル活動量計を用いた身体活動量増加を目的とした介入の検討は若山聡夢が身体活動量増加評価に適切なデバイスを選定し、身体活動量の変化を検証する。
- 4) 退院後の主観的健康性に関連する因子の探索は佐藤健二・中尾優人・伊藤直樹がノミナルグループディスカッションを用いてアウトカムを制定し、レジストリを作成する。
- 5) 高齢聴覚障害者に対する聴覚リハビリテーションの標準化は永坂正臣が補聴器装用効果を分析し、高齢者の聞こえと認知機能、運動機能について検討する。
- 6) 超音波画像診断を用いた嚙下関連筋評価の信頼性検討は石野晶大が検者内・検者間信頼性を検討して最適な評価法を確立する。

- 7) マーカレスモーションキャプチャを用いた動作の標準化・類型化は松村純・塚田智也が健常者、片麻痺患者における移乗動作等の動作解析から動作の類型化、標準化を行う。
- 8) 客観的評価が困難な手指や足趾の動作解析システムの構築は相本啓太が行い、手指や足趾の評価を行う。
- 9) 高齢 CVD に有用なフレイル指標の検討およびフレイル・認知機能改善を目的とした心臓リハビリテーションプログラムの開発は橋本 駿が行う。
- 10) 高齢者の下部尿路症状および排尿関連動作の特徴とリハビリテーション効果の検証は神谷正樹が動作と各種治療法の効果を検証する。
- 11) スマートベッドシステムを用いた入院患者の離床、転倒の解析は尾崎健一が離床センサーの反応を解析する。
- 12) 外来リハビリテーション受診高齢者に対する多面的なフレイル評価および介入方法の検討は川村皓生が身体・認知・口腔機能や栄養状態および社会性に関する評価結果を解析し、有効な介入方法について検討する。
- 13) 地域在住高齢者に対するサルコペニア・フレイル予防のための運動指導プログラム構築に向けての検討と社会実装は岩瀬 拓が行政と連携して地域在住高齢者を対象に運動指導の効果検証を行う。

(倫理面への配慮)

本研究を実施するにあたっては、国立研究開発法人国立長寿医療研究センターに設置されている倫理・利益相反委員会の承認を得た上で、「人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針」を遵守し、研究の内容や参加を拒否しても不利益にならないことなどを説明してインフォームドコンセントをとった上で実施する。データの取り扱いおよび管理に当たっても、研究対象者の不利益にならないような配慮を行う。また、未承認や適応外の医療機器を用いる研究については特定臨床研究に該当するため、認定臨床研究審査委員会の承認を得て jRCT に公表後に施行する。

個人情報保護についての対策と措置

計測によって得られたデータおよび個人情報は、匿名化を行い、キーファイルとデータファイルは別々の鍵のかかる保管庫に収納する。また、データ保存時には暗号化を行い個人情報の保護に努める。

本研究の計画内では、実験動物を使った研究は行わない。

C. 研究結果

- 1) 「四肢、体幹の機能障害に対するニューロモデュレーションの応用」では脳卒中後の麻痺性浮腫に対して PMS の効果をランダム化比較試験 (RCT) を用いて検証した。予定症例数 26 名のデータ採取が完了したので今後はデータ解析予定である。
- 2) 「軽度認知障害 (MCI) および認知症者に対する記憶と言語を融合したコミュニケーション

ョンの相互作用性の検証」では、認知症におけるコミュニケーション特性を知るために、言語、記憶、そして感覚機能（聴覚）との関係について、リハビリテーションを実施した患者の診療情報を後方視的に分析し、日常でのコミュニケーション代償手段について検討した。

3) 「MCI 患者と軽度認知症患者に対するウェアラブル活動量計を用いた身体活動量増加を目的とした介入の検討」では脳活リハに参加する MCI 高齢者 3 名、認知症高齢者 3 名、健常高齢者 6 名の計 12 名を対象に、週 1 回・1 か月、脳活リハ中のデバイス装着を実施した。その結果、全参加者が装着に際し苦情や外す訴えはなく、問題なくデバイスを装着し続けることが可能であった。ただし、認知症高齢者 1 名においては、装着ベルトを緩く装着する傾向が見られたため、研究員による定期的なベルトの確認が必要であった。

4) 「退院後の主観的健康性に関連する因子の探索」では ADL と IADL の自立度および活動頻度が退院後の訪問リハビリテーション（訪問リハ）により、どのように変化するかを後方視的に調査した。平均年齢 84 歳の 38 名の ADL は入院前に比べ退院後で有意に低下したが、退院後に比べて退院後 3 か月後、退院 6 か月後では有意に改善した。

5) 「高齢聴覚障害者に対する聴覚リハビリテーションの標準化」では対話支援機器の使用の有無が難聴患者の MMSE-j 結果に及ぼす影響を評価することを目的とした。地域包括ケア病棟に入院中の 60 名に対して、純音聴力検査、MMSE-j、RCPM、VAS の評価を実施した。対話支援機器を使用することで、MMSE-j の得点が向上する傾向が見られた。

6) 「超音波画像診断を用いた嚙下関連筋評価の信頼性検討」ではエコーによる嚙下関連筋指標の評価マニュアルを作成し、検者間信頼性を検討した。オトガイ舌骨筋の厚みは $ICC = 0.93$ [95%CI = (0.88, 0.96)]、顎二腹筋の面積は $ICC = 0.86$ [95%CI = (0.77, 0.92)] であった。若年健常者におけるエコーによる嚙下関連筋指標の評価法の検者間信頼性は良好な成績であり、特にオトガイ舌骨筋は高い精度で評価できたため、臨床応用における有用性が示された。

7) 「マーカレスモーションキャプチャを用いた動作の標準化・類型化」では脳血管疾患患者 9 名を対象に、移乗動作時における推定身体重心の軌跡を算出し、重心移動の特徴を比較・検討した。経過を追った患者 1 名の特徴として、経過を追うごとに、移乗動作時における離殿直前の身体重心位置は非麻痺側足関節中心から離れ、麻痺側足関節中心に近づく結果となった。この要因として、麻痺側身体機能の向上や歩行自立度の向上が影響している可能性が示唆された。

8) 「客観的評価が困難な手指や足趾の動作解析システムの構築」では足趾の解析を行い claw toe を呈する患者と健常者の足趾の角度を通して、claw toe を呈する患者の足趾角度を客観的に示すことができた。また、claw toe を呈する患者のボツリヌス毒素療法の前後評価も実施し、claw toe に対するボツリヌス毒素施注の効果を確認することができた。足趾に対するマーカレスモーションキャプチャでは、光学式モーションキャプチャと非常に高い相関を示した。手指の解析では、Leap Motion Controller と、MediaPipe を用いて三

次元的な手指の動作解析システムを構築した。

9) 「高齢心血管疾患 (CVD) に有用なフレイル指標の検討およびフレイル・認知機能改善を目的とした心臓リハビリテーションプログラムの開発」では当院の外来心臓リハビリテーション (外来心リハ) に参加した心不全患者のうち、日本版 **Cardiovascular health study 基準 (J-CHS 基準)** にてプレフレイルおよびフレイルに該当し、4 か月間の外来心リハを完遂したものを対象とした。8 名の対象者にマルチドメイン運動プログラムによる介入を 4 ヶ月間実施し、歩行速度、SPPB、LSA、MoCA-J に有意な改善を示した。また、TUG、FIM 運動項目では、改善傾向を認めた。さらに、介入前 75% の対象者が J-CHS でフレイルに該当していたが、介入後では 37.5% までフレイルの割合が減少した。

10) 「高齢者の下部尿路症状および排尿関連動作の特徴とリハビリテーション効果の検証」では 2018 年 1 月から 2023 年 10 月までに当センターで CIC 指導を受けた 65 歳以上の入院患者 132 名を対象とした後ろ向き研究を実施した。CIC 習得に必要な MMSE のカットオフ値は、BPH 群 24.5 点、mNB 群 23.5 点、fNB 群 27.5 点であった。motor FIM のカットオフ値は、BPH 群 72 点、mNB 群 45 点、fNB 群 45.5 点であった。特に fNB 群では、他群より高い認知機能が必要とされた。そのため、高齢患者が CIC を習得するためには、MMSE24 点以上、motor FIM45 点以上の機能が必要と考えられる。

11) 「スマートベッドシステムを用いた入院患者の離床、転倒の解析」では従来から行われている転倒転落インシデントレポートに、転倒予防対策が統合された **Smart Bed System™** の離床ログを加えることで、より詳細な転倒解析を行うことを目的とした。予備的研究として、転倒日時と離床ログの散布図作成したところ、認知機能低下の有無により離床パターンの違いが明らかとなった。1 年間の転倒インシデントレポートと離床ログ解析を行い、3 つ患者特性分けと、夜間離床割合による転倒リスク説明の可能となりそうという結果が出ている。

12) 「外来リハビリテーション受診高齢者に対する多面的なフレイル評価および介入方法の検討」では外来リハ患者の口腔機能やサルコペニアとの関連、運動指導前後における行動変容について、評価データベースを用いて、横断的・縦断的な解析を行った。148 名に対し理学療法士による運動指導を週 1 回～隔週 1 回程度、3 か月間実施したところ、行動変容ステージは介入後に stage 4 と 5 の割合が有意に増えていた。次にフレイル外来を受診した 65 歳以上の高齢者 303 名を対象とし、各口腔機能評価についてそれぞれサルコペニア有り群と無し群での群間比較を行った結果、舌口唇運動と舌圧において群間有意差を認めた。

13) 「地域在住高齢者に対するサルコペニア・フレイル予防のための運動指導プログラム構築に向けての検討と社会実装」では地域介護予防活動支援事業参加者の身体機能の経時の変化について、評価データベースを用いて、横断的・縦断的な解析を行った。

D. 考察と結論

本課題研究は13の分担研究からなり、いずれも高齢者の運動機能障害と認知機能障害に対する新しいリハビリテーション医療に向けての研究である。個々の研究の考察や結論は分担研究報告に譲るが、いずれも研究も概ね当初の予定通りに進行している。今後は、研究の終了したものから早期に論文執筆、公表へと進めていきたい。

E. 健康危険情報

なし

F. 研究発表

1. 論文発表

- 1) Kawamura K, Maeda K, Miyahara S, Shimizu A, Ishida Y, Ueshima J, Nagano A, Kagaya H, Matsui Y, Arai H, Mori N. Association between oral frailty and sarcopenia among frailty clinic outpatients: A cross-sectional study. *Nutrition*. 2024;124:112438.
- 2) Fujimura K, Kagaya H, Itoh R, Endo C, Tanikawa H, Maeda H. Repetitive peripheral magnetic stimulation for preventing shoulder subluxation after stroke: a randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2024;60(2):216-224.
- 3) Ito S, Aoyagi Y, Hirata M, Ohashi M, Kagaya H, Inada H, Kimura A, Shikano K, Kaneko M, Okano T, Nakata S. Deglutition dynamics of patients with obstructive sleep apnea. *Fujita Med J*. 2024;10(2):43-48.
- 4) Hirashiki A, Shimizu A, Kamihara T, Kokubo M, Hashimoto K, Ueda I, Sato K, Kawamura K, Itoh N, Murohara T, Kagaya H, Kondo I. Randomized Controlled Trial of Cardiac Rehabilitation Using the Balance Exercise Assist Robot in Older Adults with Cardiovascular Disease. *J Cardiovasc Dev Dis*. 2024;11(5):133.
- 5) Tanikawa H, Kagaya H, Itoh S, Katagiri K, Kondoh H, Fujimura K, Hirano S, Teranishi T. Long-term repeated botulinum toxin a treatment over 12 years gradually changes gait characteristics: single-case study. *J Rehabil Med Clin Commun*. 2024;7:40827.
- 6) Ito E, Sugiura S, Kawamura K, Uchida Y, Suzuki H, Shimono M, Mise K, Kagaya H. Effects of speech tracking method using hearing aids for hearing disorder in older people. *Fujita Med J*. 2024;10:81-86.
- 7) Kawamura K, Maeda K, Miyahara S, Shimizu A, Sakaguchi T, Ishida Y, Kagaya

- H, Matsui Y, Arai H, Mori N. Oral hypofunction and social aspects in older adults visiting frailty outpatient clinic. J Oral Rehabil. 2024;51:2150-2157.
- 8) Harada T, Tsuji T, Fukushima T, Ikeda T, Toyama S, Konishi N, Nakajima H, Suzuki K, Matsumori K, Yanagisawa T, Hashimoto K, Kagaya H, Zenda S, Kojima T, Fujita T, Ueno J, Hijikata N, Ishikawa A, Hayashi R. The implementation status of prehabilitation during neoadjuvant chemotherapy for patients with locally advanced esophageal cancer: a questionnaire survey to the board-certified facilities in Japan. Esophagus. 2024;21:496-504.
- 9) Kiso A, Maeda H, Otaka Y, Mori H, Kagaya H. A comparative study of changes in H_{max}/M_{max} under spinning permanent magnet stimulation, repetitive peripheral magnetic stimulation, and transcutaneous electrical nerve stimulation in healthy individuals. Jpn J Compr Rehabil Sci. 2024;15:58-62.
- 10) Harada T, Tsuji T, Ueno J, Konishi N, Yanagisawa T, Hijikata N, Ishikawa A, Hashimoto K, Kagaya H, Tatematsu N, Zenda S, Kotani D, Kojima T, Fujita T. Clinical mechanism of muscle mass loss during neoadjuvant chemotherapy in older patients with esophageal cancer: a prospective cohort study. Dis Esophagus. 2024 Nov 5:doae096.

2. 学会発表

- 1) 加賀谷 斉 : 摂食嚥下障害に対する反復性末梢磁気刺激治療. 第65回日本神経学会. 2024. 5. 31. 東京.
- 2) Kagaya H : Peripheral Magnetic Stimulation. International Society of Physical and Rehabilitation Medicine, 2024. 6. 6, Sydney, Australia.
- 3) 加賀谷 斉 : 外科系疾患に対するリハビリテーション治療. 第49回日本外科系連合学会学術集会. 2024. 6. 7. 東京.
- 4) 加賀谷 斉 : リハビリテーション治療, 栄養管理, 口腔管理の重要性. 第66回日本老年医学会学術集会. 2024. 6. 14. 名古屋市.
- 5) 加賀谷 斉 : 日本摂食嚥下リハビリテーション学会から理学療法士への期待. 第10回日本栄養・嚥下理学療法学会. 2024. 7. 6. 福岡市.
- 6) 加賀谷 斉 : 意識障害に対する末梢からの電気刺激・磁気刺激治療. 第32回日本意識障害学会. 2024. 7. 26. 名古屋市.
- 7) 加賀谷 斉 : 治療体系・運動学習. 第11回STのための嚥下実習講習会. 2024. 7. 27. web.
- 8) 加賀谷 斉 : JS DR の学会認定士制度. 第30回日本摂食嚥下リハビリテーション学会. 2024. 8. 31. 福岡市.

- 9) 加賀谷 齋：ボツリヌス療法に併用するロボット，装具などのリハビリテーション治療．第 11 回日本ボツリヌス治療学会．2024. 9. 16. 東京都．
- 1 0) 加賀谷 齋：機器を使用した末梢からの電気・磁気刺激療法．認定言語聴覚士（摂食嚥下障害領域）．Web講習会．2024. 9. 21 web．
- 1 1) 加賀谷 齋：がん患者の日常生活活動とリハビリテーション治療．第62回日本癌治療学会学術集会．2024. 10. 25. 福岡市．
- 1 2) 加賀谷 齋：末梢磁気刺激を用いた摂食嚥下障害治療．第8回日本リハビリテーション医学会秋季学術集会．2024. 11. 2. 岡山市．
- 1 3) 加賀谷 齋：摂食嚥下障害のリハビリテーション医学・医療アップデート．第8回日本リハビリテーション医学会秋季学術集会．2024. 11. 2. 岡山市．
- 1 4) 加賀谷 齋：摂食嚥下障害と呼吸リハビリテーション．第34回日本ケア・リハビリテーション学会学術集会．2024. 11. 15. 名古屋市
- 1 5) 加賀谷 齋：痙縮に対するボツリヌス療法．痙縮治療エコー操作ハンズオンセミナー in 北海道．2024. 11. 23. 札幌市．
- 1 6) 加賀谷 齋：摂食嚥下障害に対する末梢磁気刺激．第 9 回 PeMas 研究会．2024. 11. 30. 東京都
- 1 7) 加賀谷 齋：摂食嚥下障害に対する新しいニューロモデュレーションとしての末梢磁気刺激療法．第 16 回日本ニューロリハビリテーション学会学術集会．2025. 2. 15. 東京都

G. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし