

研究結果の概要（全研究期間）

久留米大学 志波直人

研究課題名（課題番号）：三池炭塵爆発によるCO中毒患者の身体機能解析と見守りが必要な高齢者へ応用可能な動作解析装置開発の研究（150501-01）

研究実施期間：平成27年4月24日から平成30年3月31日まで
（3年間）

研究目的：

高齢化は日本だけではなく、先進国の社会問題であり、健常者だけではなく、障害患者の高齢化も問題となっている。CO中毒後遺症の中心症状は、高次脳機能障害であり、記憶力低下、記憶障害、思考障害、計算障害、判断障害などを認め、同時に感情、意思、意欲の障害を認める。こういった症状は、加齢に伴う精神神経症状と類似する部分がある。しかしながら、炭塵爆発から40年後の追跡調査では、高齢化にもかかわらず継続的なリハビリテーション（以下リハ）によって、改善・維持が認められた症状があり、リハの継続の必要性が示された。一方で、CO中毒による高次脳機能障害だけではなく、身体機能面の問題に高齢化の影響も考えられる。加齢による認知機能と身体機能の低下によって身体活動が低下し、日常生活自立度が低下する。そのためにもよりいっそう効果的な運動療法が重要になるが高次脳機能障害患者に複雑な訓練は困難である。そこで、身体機能低下による起立・歩行訓練を支援する医療用ロボットを利用した訓練や重心センサとデジタル画像を利用したバランス訓練の有用性が期待される。そこで、本研究ではCO中毒患者の高次脳機能障害と身体機能に対する医療用ロボットやコンピュータを用いた訓練の効果を調査する。また、すでに多くの研究報告が示されている脳卒中後遺症患者と比較することでCO中毒後遺症患者との相違点を見出す。さらに、訓練室での評価が困難な活動性が乏しい患者でも患者を拘束しない新規的な方法で身体活動状態を評価するベッド型装置を開発する。

研究方法：

高次脳機能障害を有するCO中毒後遺症患者10名と脳卒中後遺症患者10名の身体機能の評価し、その信頼性を級内相関係数で検証した。続いて、デジタルミラーによる訓練を6か月間実施した。また、医療用歩行支援ロボットHALをCO中毒後遺症患者1名に6か月間、3名に3ヶ月間、脳卒中後遺症患者3名に3ヶ月間実施した。身体機能評価は、握力、膝伸展筋力、10m歩行速度、Timed up & go test (TUG)、chair stand test (5 times)、片脚起立時間、ファンクショナルリーチテスト、3分間歩行距離、重心動揺計測定、ADL、認知機能の評価した。また、上肢による課題遂行時の一連の動作を画像解析と筋電解析を組み合わせ評価し、デジタルミラー訓練中の脳血流の変化を近赤外線分光法（NIRS）で計測した。ベッド

型センサ開発では、4つのセンサを脚部に取り付けることで重心がベッド上のどこにあるのかをリアルタイムで図示し、またベッド上での体動、呼吸、心拍を計測したデータを無線通信にて隣接施設に送信できるシステムを構築することで、ベッド上で対象者を拘束しない非装着型センサとした。

研究成果：

高齢CO中毒後遺症患者において一般的な心肺機能評価である6分間歩行距離とバランス能力評価のファンクショナルリーチは、過度な疲労と注意力散漫による転倒リスクなどから不適切と判断した。他の評価の級内相関係数は、握力0.993、膝伸展筋力0.996、10m歩行0.991、TUG0.988、片脚起立時間0.865、CS0.918であった。脳卒中後遺症患者では、握力0.997、膝伸展筋力0.996、10m歩行0.995、TUG0.992、ファンクショナルリーチ0.990、CS0.937、3分歩行0.998であった。以上より、CO中毒後遺症患者の片脚起立時間の再現性が低い他は良好である。医療用歩行支援ロボットHALによって、CO中毒後遺症患者4名では、1名がレビー小体認知症の診断後に身体機能、認知機能が低下したが、残り3名の歩行機能の改善を認めた。脳卒中後遺症患者3名では、重度感覚障害患者では効果が乏しかったが、残り2名の歩行機能は改善した。デジタルミラーは、CO中毒後遺症患者では、(改善/低下)は、10m歩行(1/1)、膝筋力(0/1)、3分間歩行(1/1)、TUG(1/3)、また、ADLではFIM(3/4)で認知機能(MMSE)が低下した。脳卒中後遺症患者では、10m歩行(0/1)、膝筋力(1/2)、3分歩行(1/0)、TUG(0/2)、重心軌跡長(2/1)、FIM(1/4)でMMSEに変化はなかった。脳卒中後遺症患者ではバランスと移動能力の維持、改善が期待されるがCO中毒後遺症患者では個人差が大きく、一定の傾向は得られなかった。全体としてADLに有意な変化はなかったが、中断・中止した症例での低下は明らかであった。脳卒中患者の身体機能と認知機能は関連性があるがCO中毒患者の高次脳・認知機能と身体機能との関連性はないことから、身体機能の維持・拡大に高次脳・認知機能に関係なく運動療法が重要である。課題遂行時の脳血流変化は、健常者では乏しいが脳卒中患者で片側(脳卒中による左右差あり)、CO中毒後遺症患者では両側、特に空間視覚情報処理に関わっている右側の血流増加を認めた。ベッド型センサ開発では、重心位置をリアルタイムに図示するソフトウェアが完成し、また対象者を拘束しない非装着型センサで体動、呼吸、心拍を計測するシステムを作成した。計測データを無線通信にて隣接施設に送信できる仕様とすることで環境変化に著しく敏感なCO中毒後遺症患者の入院ベッドをセンサー一体型ベッドに交換し、歩行レベル2例、端坐位レベル2名での計測が成功した。

結論：

医療用ロボットHALは高次脳機能障害患者でも使用可能で歩行やバランス機能の改善に効

果的であると思われる。ただし、安全管理のための指示理解が肝要であるため高次脳機能障害患者の訓練に十分経験がある理学療法士による指導が必要である。また、高額機器であるため使用目的を明確にし、適用を慎重に選択する必要がある。また、デジタルミラーは、重心移動や上肢の動きを画面に視覚的に抽出することで、課題遂行の理解と受容が困難な高次脳機能障害患者でも興味をもって意欲的に訓練ができる。さらに、デジタル機器は訓練器としてだけではなく評価装置としても利用できる。また、デジタルミラーでの課題遂行時の脳血流は、健常者よりもCO中毒後遺症患者で増加を認めていることから遂行課題刺激として期待できる。しかし、効果に個人差があることから、遂行時の動画、筋電、脳血流を計測し、訓練の適正化を検討する必要がある。ベッド型センサでは、臥床中の重心移動（寝返りなどの体動）、重心分布、心拍数、呼吸数を患者にストレスを与えることなく評価可能で自律神経活動を含む身体活動を計測する装置として期待できる。また、CO中毒後遺症患者については被災後55年目を迎える中、後遺症に加え身体・認知機能の低下がさらに顕在化していくことが危惧されるため、今後はその部分のケアが重要である

今後の展望：

運動療法は高次脳機能、認知機能に関わらず身体機能に効果的であり、特に継続性が重要である。理学療法や作業療法の単独効果だけではなく、認知機能や高次脳機能への相乗効果による日常生活活動や社会参加の維持・改善も期待できる。したがって、今後は総合的リハビリ介入による障害患者の活動や参加に対する行動変容に着眼した検証を実施したい。また、ベッド型センサでは、計測値が示す臨床的意味を検証（臨床研究）し新しい医療用身体活動評価装置としての開発を進めていく。