

○プロジェクト研究 1655-1

研究課題 「神経科学を基盤とした先駆的なリハビリテーション手法の開発と臨床応用」

○研究代表者	医科学センター・教授	岩崎 信明
○研究分担者	医科学センター・教授	河野 豊
(28名)	医科学センター・教授	六崎 裕高
	附属病院・講師	竹内 亮子
	附属病院・准教授	中山 智博

(グループリーダーのみ記載 全体の分担者・協力者については末尾に記載)

○研究年度 平成28年度
(研究期間) 平成28年度～平成30年度(3年間)

1. 研究目的

本プロジェクト研究の目的は、臨床応用に必要な神経科学的基盤を明らかとし、臨床的な事例を積み重ね、先駆的なニューロリハビリテーション手法の開発や臨床応用に向けた科学的なエビデンスを提供することである。そして、リハビリテーション専門の附属病院を有する国内では唯一の保健医療系大学である本学の特徴と、修士課程と博士課程の大学院を有する利点とを有効に活用し、臨床研究を推進していくことを目的に以下の4つの課題について研究を進めた。「課題1」神経科学に基づくリハビリテーション手法の開発と臨床応用、「課題2」成人・小児運動器疾患に対するロボットスーツHALの運用、「課題3」上肢切断・脳卒中・脊髄損傷患者に対する新しい筋電義手・補装具の開発筋電義手・補装具の開発、「課題4」小児の巧緻性障害に対する治療法の開発。

2. 研究方法と研究結果

「課題1」 神経科学に基づくリハビリテーション手法の開発と臨床応用

1) 認知神経科学を基盤とした研究、2) ニューロモジュレーション(神経可塑性)に関する研究、3) 神経薬理学的手法を用いた研究、4) 機能的電気刺激を利用したアプローチの4つのテーマで構成されている。

1) 認知神経科学からのアプローチ

①次世代型ミラーセラピーの開発と効果検証

本年度は眼鏡型のディスプレイの機器開発を行ない、次年度以降の臨床応用に向けた運動錯覚を伴う視覚刺激デバイスの調整準備を行った。Kanekoらの研究グループが開発した視覚誘導性自己運動錯覚(Kinesthetic illusion induced by visual stimulation; KiNVIS)を本学附属病院理学療法室に導入し、倫理委員会の承認を得た上で、本学附属病院入院中の脳卒中患者へ臨床応用を開始している。

②脳内報酬系の賦活および内的動機づけの促進とリハビリテーション効果の検証

本年度は、患者がリハビリの動機づけを高められる環境や医療者との関わりについての検証を行うため、臨床現場における調査研究の準備を行っている。また、並行して、運動学習効果を強化すると考えられる報酬(社会的報酬)と内的動機づけが運動学習の記憶の保持や固定にどのように関わるのかを脳機能画像や運動パフォーマンス解析することによって検討する手法を検証している。

2) ニューロモジュレーションを利用したアプローチ

①連続経頭蓋磁気刺激療法(rTMS)の効果検証

連続経頭蓋磁気刺激装置の整備はできていないが、従来のrTMS方法とは異なる医療大学独自の刺激方法や刺激部位を決定するために、産業総合研究所の肥後・山田グループと連携し、新たな研究プロトコルを検討し次年度に臨床研究が開始できるように準備した。

②経頭蓋直流電気刺激(tDSC)による研究

本年度は、本学に新たに整備されたtDCSを用いて、効果的に神経可塑性を誘導する刺激方法を健常人被検者を対象として検証する研究に着手した。

③ペア経頭蓋磁気刺激による研究

経頭蓋磁気刺激と末梢電気刺激のペア刺激(paired associative stimulation)の刺激パラメータを調節することによって、左右大脳半球間に働く相互作用(半球間抑制)が、任意の方向に調節可能かについて検討を行う。本年度は、健常者の上肢を支配する運動ニューロンに対して連合性ペア刺激を行い、連合性ペア刺激前後における半球間抑制の変化について、実験を行った。

3) 神経薬理学からのアプローチ

本年度は従来型のリハビリテーションとボツリヌス療法を組み合わせた治療、ボツリヌス療法とニューロリハビリテーション(機能的電気刺激)との組み合わせた治療を行い、治療効果を検証した。

4) 機能的電気刺激を利用したアプローチ

①痙縮に対する機能的電気刺激

本年度は、脳卒中痙縮患者に機能的電気刺激(PES)を行い、その生理学的メカニズムについて検証した。

②嚥下障害に対する機能的・治療的電気刺激

新たに整備された経皮的電気刺激であるVitalStimを用いた脳血管障害および神経筋疾患より嚥下機能障害を有した者を対象とした臨床応用(直接的な介入)に向けて準備をおこなった。

③呼吸障害に対する機能的電気刺激

臨床応用に向けた基礎実験を行い、臨床応用可能な刺激プロトコールを作成し、倫理委員会の承認を得た。

「課題2」 成人・小児運動器疾患に対するロボットスーツHALの運用

成人の変形性膝関節症患者で人工膝関節置換術を施行した9症例に対してロボットスーツHALを用いたリハビリテーションを入院レベルで施行した。術後1週から5週の間4週間に歩行訓練・関節可動域訓練を中心に合計12回の介入を行った。疼痛なく伸展可動域の早期改善がみられ、歩行速度・歩行率など歩行能力の改善を認めた。不具合事象は認めず、運用可能と判断できた。今後、通常リハ群と比較し、効果を評価する予定である。

小児の脳性麻痺患者10症例に対して、ロボットスーツHALを用いたリハビリテーションを外来レベルで1~2回施行した。尖足に対して補高やインソール、膝関節屈曲拘縮に対してはHAL設定時に可動域を制限するといった工夫をすることで歩行練習が可能であった。歩行速度の向上、歩幅の拡大、歩行率の改善がみられ即時効果があると考えられた。翌日一例に両膝痛が生じたが、1日で消失した。不具合事象は認めず、運用可能と判断できた。今後は頻度や回数、長期効果を検討する予定である。

「課題3」 上肢切断・脳卒中・脊髄損傷患者に対する新しい筋電義手・補装具の開発筋電義手・補装具の開発

電動義手のハンド部のプロトタイプが完成したため、上肢機能検査を行った。また、比較として既存のOttobock社のマイオボーイを使用して、同様の検査を行った。手指の把持や把握動作が可能であり、既存の義手よりも操作性は良好であったが、駆動に使用するワイヤの耐久性に関しての検討が必要なが判明した。また、下肢装具に関しては、脳卒中患者の動作解析を行う予定としており、評価内容(3次元動作計測装置(VICON MX)および無線表面筋電計測装置(Delsys Trigno)を同期した歩行計測)について、マーカー位置などの検討した。

「課題4」 小児の巧緻性障害に対する治療法の開発

臨床生理学的手法の導入と解析において機器を作成した。Johansson&Westlingが報告した機器(Exp Brain Res 1988)を参考に作成した精密把握機能を作成した。機器の上部には平行に設置した指の接触面(30x30mm、厚さ20mm)を有し、その表面は200番のサンドペーパーで覆った。機器の重量を簡便に変更できるように、機器の下部に取り外し可能な錘を挿入する部位を有し、錘は機器重量300gと900g用とした。指との接触面における把握力と機器を引き上げる力を計測するためのひずみゲージ、機器の動きを分析するための加速度計を組み込んだ。ひずみゲージと加速度計はひずみ測定用のセンサーインターフェース(共和電業PDC-300A,PDC-320A)に接続し、データはAD変換ボードを介して、パーソナルコンピュータに400Hzでサンプリングした。精密把握で摘み上げた計測機器を、空中で4~6秒間保持し、把握力と引き上げ力の関係を含めて解析した。

3. 結論

初年度にあたる本年度は、各研究グループにおいて、次年度以降、臨床的に用いていく実験機器の導入と調整を主として行った。今後、臨床面への導入を行うと共に、本研究の総合的テーマである神経科学を基盤としたリハビリテーションに関して講演会などを計画し、成果の公表に努め、また、4課題間、課題内における重点項目なども吟味しつつ研究を推進していく予定である。

学会発表

1) 俣木優輝, 六崎裕高, 鎌田浩史, 岩崎信明, 水上昌文, 竹内亮子, 中川将吾, 和田野安良, 山崎正志
脳性麻痺児に対するロボットスーツHAL使用の即時効果. 第31回日本整形外科学会基礎学術集会(福岡)2016年10月

2) 松田真由美, 高橋一史, 榎本景子, 佐野久美子, 吉川憲一, 富田和秀, 水上昌文, 六崎裕高, 岩崎信明.
ロボットスーツHALを用いた脳性麻痺児(者)における歩行機能の変化. 第35回関東甲信越ブロック理学療法士

学会(横浜)2016年10月

3) 俣木優輝、六崎裕高、鎌田浩史、岩崎信明、竹内亮子、和田野安良、山崎正志. 脳性麻痺児に対するロボットスーツHAL使用と課題. 第65回日本リハビリテーション医学会関東地方会(つくば)2016年12月

4) 石橋清成, 山本 哲, 岡本善敬, 若旅正弘, 沼田憲治, 河野 豊. 脳卒中後の痙縮が末梢神経電気刺激(patterned electrical stimulation)の連日介入にて改善した症例. 第53回運動障害研究会(東京)2017年1月
各研究グループの構成員(重複あり)

課題名		所属	氏名
「課題1」神経科学に基づくリハビリテーション手法の開発と臨床応用	研究分担者	医科学センター・教授 理学療法学科・教授 放射線技術科学科・教授 附属病院・准教授 看護学科・准教授 放射線技術科学科・准教授 放射線技術科学科・准教授 附属病院・講師 医科学センター・助教 理学療法学科・助教 理学療法学科・助教 看護学科・助教 附属病院・主任	河野 豊(グループリーダー) 富田 和秀 門間 正彦 中井 啓 川野 道宏 對間 博之 石森 佳幸 松下 明 角 友起 山本 哲 青山 敏之 本村 美和 吉川 憲一
	研究協力者	附属病院・主任 附属病院・主任 附属病院・主任 附属病院・技師 附属病院・研修士 附属病院・研修士	渡邊 信也 小倉 雄一 浜田 陽介 岡本 善敬 石橋 清成
「課題2」成人・小児運動器疾患に対するロボットスーツHALの運用。	研究分担者	医科学センター・教授 理学療法学科・教授 医科学センター・教授 放射線学科・教授 附属病院・講師 附属病院・講師 附属病院・主任 附属病院・主任 附属病院・技師 筑波大学・講師 つくば国際大学・講師 附属病院・医師	六崎 裕高(グループリーダー) 水上 昌文 岩崎 信明 森 浩一 竹内 亮子 俣木 優輝 吉川 憲一 榎本 景子 高橋 一史 鎌田 浩史 深谷 隆史 大黒 春夏
	研究協力者	附属病院・講師 医科学センター・教授 附属病院・講師 作業療法学科・教授 理学療法学科・准教授 筑波大学附属病院・病院講師	竹内 亮子(グループリーダー) 六崎 裕高 俣木 優輝 白石 英樹 浅川 育世 清水 如代
「課題3」上肢切断・脳卒中・脊髄損傷患者に対する新しい筋電義手・補装具の開発、	研究分担者	附属病院・准教授 医科学センター・教授 附属病院・准教授 理学療法学科・教授 理学療法学科・助教 附属病院理学療法科・主任 附属病院理学療法科・技師 附属病院作業療法科副科長 附属病院・医師	中山 智博(グループリーダー) 岩崎 信明 中山 純子 富田 和秀 金井 欣秀 松田真由美 高橋 一史 田辺 博之 大黒 春夏
	研究協力者		