

労災疾病臨床研究事業費補助金

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

平成27年度～29年度 総合研究報告書

研究代表者 氏名 志波直人

平成30(2018)年 3月

研究報告書

目 次

I. 総合研究報告	
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 -----	1
研究代表者 志波直人	
【資料】 1. リハビリテーションにロボットスーツ HAL を用いた高齢一酸化 炭素中毒患者 1 例に関する研究結果概要 -----	2
【資料】 2. 動画解析ソフト (ダートフィッシュ) を用いた一酸化炭素中毒 後遺症患者の上肢機能評価 -----	3
【資料】 3. NIRS を用いた高次脳機能障害者の前頭葉活動評価 -----	4
【資料】 4. 一酸化炭素中毒後遺症患者の立位バランス評価 -----	5
II. 分担研究報告	
1. 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 -----	6
分担研究者 松瀬博夫	
【資料】 表 1 CO 中毒後遺症患者の基礎データ	
【資料】 表 2 脳卒中後遺症患者の基礎データ	
【資料】 表 3 一般脳卒中後遺症患者と CO 中毒患者の身体機能評価項目の級内相 関係数 (ICC) と最小有効変化量 (MDC)	
【資料】 図 3 デジタルミラー訓練風景	
2. 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 -----	7
分担研究者 橋田竜騎	
【資料】 表 4. HAL 実施患者背景	
【資料】 表 5. HAL 実施前後の変化	
【資料】 表 6. 認知、高次脳機能と身体機能 (Timed up & go test) との関係	
【資料】 図 1. 上肢機能動画解析 (起動軌跡長) 健常者と CO 中毒者比較結果	
【資料】 図 2. 近赤外線分光法による作業療法中の脳血流変化	
【資料】 図 4. 歩行支援ロボット訓練	
3. 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 -----	8
分担研究者 田川善彦	
4. 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 -----	9
分担研究者 松尾重明	
5. 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 -----	10
分担研究者 中村英智	
6. 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 -----	11
分担研究者 谷脇考恭	
7. 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 -----	12
分担研究者 星野友昭	
【資料】 表 1 - 6、図 1 - 4 -----	13 ~ 22
III. 研究成果の刊行に関する一覧表 -----	23

労災疾病臨床研究事業費補助金
(総合) 研究報告書

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

研究代表者 志波直人 整形外科学講座教授

研究要旨

研究統括：高次脳機能障害患者の身体機能解析とリハビリテーション効果の検討

研究分代表者

久留米大学整形外科学教室
主任教授 志波直人

A. 研究目的

CO 中毒患者の身体機能を解析しリハビリテーション効果を調査する。ベッド上で身体機能の評価が可能な装置を開発する。

B. 研究方法

CO 中毒後遺症患者、脳卒中後遺症患者の身体機能等を評価し、歩行支援ロボット HAL やデジタルミラーを用いたリハを 6 か月間実施する。定期的に高次脳機能を含め身体機能評価を実施し、その効果を検討する。

(倫理面への配慮)

参加同意は、口頭と紙面で説明を行い、文面で同意を得る。意識障害や認知機能の低下で本院の同意が得られない場合は、家族からの同意を得る。

C. 研究結果及び考察

CO 中毒後遺症患者の身体機能評価は各患者の病態を十分に理解した理学療法士であれば、信頼性に遜色はなかった。しかし、バランス機能評価は安全性も考慮し装置による計測が望ましい。HAL は、歩行・バランス機能の改善を認めた。デジタルミラーは歩行・バランス機能改善に期待できるが、認知、高次脳機能への効果は不明であった。しかし、課題遂行時の脳血流や動作のモニタリングは効

果的な課題の選択や評価への有用性を示した。ベッド型センサは、患者にストレスを与えずに心拍、呼吸、体動を計測できた。

D. 結論

高次脳機能障害を有する CO 中毒後遺症患者は脳卒中後遺症患者と同様に身体機能評価は可能で、身体機能の維持、改善にロボットやデジタルミラーでの訓練は有用である。従って、認知機能や高次脳機能に関わらず身体活動改善に訓練の継続が重要である。高次脳機能や認知機能に関しては患者ごとでの適切な課題を選択する必要がある。

E. 健康危険情報：該当なし。

F. 研究発表

第 51 回日本作業療法学会 9/22-24.2017
東京

G. 知的財産権の出願・登録状況

該当なし。

【資料1】

リハビリテーションにロボットスーツ HAL を用いた高齢一酸化炭素中毒患者 1 例に関する研究結果概要

【方法】対象は炭鉱炭塵爆発事故により長期入院中の一酸化炭素 (CO) 中毒後遺症患者 1 名 (80 歳代、男性) である。週 5 日、自主筋力トレーニングや有酸素運動 (自転車エルゴメーター 25 分) などを行い状態は安定している。両膝変形性関節症を合併し、一本杖歩行自立レベルで FIM119 点、MMSE25 点である。研究デザインは、AB 法によるシングルケースデザインとした。従来の訓練のみの 6 か月間を A 期、A 期の内容に週 2 回 20 分間の医療用下肢タイプ HAL を用いた起立、歩行練習を追加した 6 か月間を B 期とした。AB 期間の測定項目は膝伸展筋力、片脚立位時間、10m 歩行時間 (10M)、timed up & go test (TUG) とし、毎月測定した。効果判定は各測定値をグラフ化後、中央分割法にて Celeration line (CL) を作成し、目視にて分析 (CL 分析法) を行った。また B 期に静止立位 30 秒間の重心移動総軌跡長 (LNG) をデジタルミラー (パナソニック社製) にて毎月測定した。

【結果】A 期 CL の slope は、膝伸展筋力 (右) 0.25、片脚立位時間 (右) 0.76、(左) -0.153、10m 0.001、TUG 0.08 であった。B 期で片脚立位時間 (左)、TUG に trend 変換があった。片脚立位時間 (左)、TUG、10m に改善がみられた。また、LNG は介入開始時 50.05cm、終了時 43.35cm で重心動揺の減少を認めた。FIM、MMSE には変化はなく転倒や骨折などの有害事象は認めなかった。

【資料2】動画解析ソフト（ダートフィッシュ）を用いた一酸化炭素中毒後遺症患者の上肢機能評価

【方法】高次脳機能障害を有する患者の上肢動作を動作解析ソフトと筋電計（EMG）を用いて計測した。対象は一酸化炭素中毒後遺症で、上肢に明らかな麻痺等はないが注意障害・遂行機能障害・失行・失認などを有している患者（A群：男性10名，83.5±6.8歳，MMSE18±5.9点）と成人健常者（B群：男性5名，女性5名，平均年齢43.3±12.2歳）とした。課題はSTEFの検査10とし所要時間を測定した。検査側は右側とし，マーカーシールを第2・5中手骨頭に貼付した。また前腕伸筋群・屈筋群にワイヤレス筋電計センサ（AM科学社製）を設置した。動画は2台のデジタルビデオカメラ（JVC製）で正面・側方より撮影し，ライト光で同期した。動画はダートフィッシュ（ダートフィッシュ・ジャパン社製）にて，正面・側面のマーカー軌跡をトラッキングし，STEF検査台中央に仮想した前額面・矢状面上での手部総軌跡長（LNG）および手部移動矩形面積（REC）を算出した。また前腕伸筋・屈筋のEMGをLateo（AM科学社製）にて解析し，所要時間で正規化した二乗平方根（RMS）を算出した。統計は各項目のA・B群間でMann-Whitney U検定を行った。さらにA群はMMSEと各項目との関係をSpearmanの順位相関で検定した。

【結果】所要時間はA群27.09±13.47秒，B群8.81±0.61秒（ $p<0.01$ ），正面LNGはA群274.98±80.43cm，B群198.76±25.17cm（ $p<0.01$ ），側方LNGはA群383.20±84.25cm，B群329.17±28.48cm（ $p<0.05$ ），伸筋RMSはA群0.048±0.018，B群0.093±0.019（ $p<0.01$ ），屈筋RMSはA群0.046±0.028，B群0.055±0.022（ $p<0.01$ ）でありそれぞれに有意差を認めた。正面RECはA群413.47±72.68cm²，B群369.12±60.83cm²，側方RECはA群467.70±191.55cm²，B群363.61±52.83cm²であり，有意差は認められなかった。EMGにおいてB群はすべて伸筋RMSが高値，A群は屈筋RMS高値が5名（55%）であった。またMMSEと各項目間で有意な相関は認められなかった。

【資料3】NIRSを用いた高次脳機能障害者の前頭葉活動評価

【対象】

成人健常者9名（A群：43.9歳±11.4）、運動麻痺のない高次脳機能障害を有するCO患者12名（B群：83.3歳±5.5）。

【方法】

Pocket NIRSのプローブは左右前額部に設置し、Ch1は左、Ch2は右の前頭葉血流を測定する。安静閉眼坐位にて安静時血流測定後、デジタルミラー（Panasonic社）を用いてすべての対象者が可能であった4課題（静止立位保持、上肢運動、下肢運動、体幹運動）を行い、課題中の前頭葉血流動態を測定した。

各課題の内容を示す。

①静止立位保持：立位センサ上で開眼静止立位を保持。

②上肢運動：画面上にランダムに出現するシャボン玉を、利き手側に持った無線コントローラーで消去する。

③下肢運動：足踏み運動をしながら時事問題に答える。

④体幹運動：画面上に金魚が配置されている。坐位センサ上で重心移動を行い、金魚をすくう。

課題②～④は坐位で行った。安静・各課題時間は60秒とし、計測後、各課題中の脳血流波形が安定して出現している部分30秒を抜き出した。

Wilcoxonの符号付順位和検定にて安静と各課題中の酸化ヘモグロビン（以下、Oxy-Hb）濃度を群内比較した。

【結果】

①B群の安静一下肢運動、安静一体幹運動でCh1、Ch2ともに有意差を認めた（ $p < 0.01$ ）。

②A群は、すべての課題で有意差を認めなかった。

③安静一上肢運動では、Ch2のみ有意差を認めた（ $p < 0.01$ ）。

④介入にあたり、興奮などの有害事象はなかった。

【資料4】一酸化炭素中毒後遺症患者の立位バランス評価

【方法】

対象は運動麻痺のない高次脳機能障害を有するCO中毒患者8名（男性；入院6名、外来2名；平均年齢 82.1 ± 7.1 歳）である。屋内歩行非自立4名をA群、歩行自立4名をB群とした。

（1）介入は各自の通常リハプログラム（PT、OT、ST）にパナソニック社製デジタルミラー（DM）を使用した運動課題を追加し、期間は週3回6か月間とした。静止立位課題は常用の履物で任意の開脚立位とし、30秒間の姿勢保持練習を毎回2セット実施した。評価はDMで30秒立位保持時の総軌跡長（LNG）を計測し、介入前後を比較した。

（2）介入終了後、重心動揺計（グラビコーダGP-31：アニマ社製）を使用し、静止立位バランス特性を検討した。測定はDM実施時の条件と同様とし、DM画面の前にて30秒静止立位を1回計測した。測定項目はLNG、外周面積、平均位置ベクトル、平均速度ベクトルとし、A、B群の特性について検討した。ベクトル分析は8方向成分を前方成分と後方成分に分類した。統計ソフトはR（ver.2.8.1）を使用し、介入前後の比較はWilcoxonの符号付順位和検定、相関検定はSpearman順位相関係数を用いて統計解析を行った。

【結果】

（1）介入前LNGは 56.55 （ $50.48-64.10$ ）cm、介入後LNGは 58.90 （ $45.53-76.53$ ）cmで介入前後の有意差は認められなかった。また群別のLNGは介入前A群 52.60 （ $52.28-74.23$ ）cm、B群 55.35 （ $49.50-59.53$ ）cm、介入後A群 81.05 （ $61.98-96.83$ ）cm、B群 48.10 （ $45.53-53.80$ ）cmであった。

（2）介入後計測したDMとグラビコーダのLNGには相関を確認した（ $rs=0.82$, $p<0.05$ ）。LNGと外周面積はA群の方が大きかった。ベクトル分析ではA群の位置ベクトル前方は 3.55 cm、後方は 3.71 cm、速度ベクトル前方は 8.52 cm/s、後方は 8.33 cm/sであった。B群の位置ベクトル前方は 2.36 cm、後方は 2.50 cm、速度ベクトル前方は 6.15 cm/s、後方は 5.74 cm/sであった。

【考察】

CO中毒後遺症は、さまざまな高次脳機能障害を呈し症状は多様である。失行、失認をはじめ無気力や環境変化での興奮などの症状が日常生活の支障となる者も多い。今回、DMの介入にあたり、対象者への配慮としてグループ化と日常的な日課を妨げないような対応をおこなった。介入前後でLNGに大きな変化がみられなかったのは、DMによる課題負荷の設定が適切でなかった可能性に加え、日常生活や週5日のリハビリ参加などでの活動性も影響したと考える。重心動揺計でのバランス評価では、各対象者の静止立位バランス特性を数値化し知ることができた。位置ベクトルと速度ベクトルの分析から、二群とも後方に重心の安定域があり、前方への重心移動を優先させバランスを保っていたと考えられる。

これは歩行非自立のA群で顕著であった。また、A群で重心動揺の少ない者、B群で前後方向の動揺が大きい者も確認でき日常的な転倒予防対策をはじめ日常生活支援に有用な情報を知ることができた。指示入力が少ない課題や短時間で簡易に行える検査方法が必要である。非歩行自立者でも静止立位バランス課題は可能であり重心動揺計での評価は有用であった。

労災疾病臨床研究事業費補助金
(分担) 研究報告書

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

研究分担者 松瀬博夫

研究要旨

解析：高次脳機能障害患者及び脳卒中患者の身体機能評価を解析する。

研究分担者

久留米大学リハビリテーション部
准教授 松瀬博夫

A. 研究目的

CO中毒患者の高次脳機能障害と身体機能に対するリハビリテーション効果を調査する。

B. 研究方法

CO中毒後遺症患者と脳卒中後遺症患者の身体機能評価の妥当性を検証する。基本的な認知機能評価、高次脳機能評価、身体機能：四肢筋力、関節可動域、歩行速度、バランス機能、移動能力を評価する。CO中毒後遺症患者の身体機能変化と認知高次脳機能の変化との関連性を検討する。

(倫理面への配慮)

研究への参加同意は、口頭と紙面で説明を行い、文面で同意を得る。意識障害や認知機能の低下で本院の同意が得られない場合は、家族からの同意を得る。

C. 研究結果

CO中毒後遺症患者10名、脳卒中後遺症患者10例に定期的に握力、膝伸展筋力、10m歩行、Timed up & go test (TUG)、片足起立時間、Functional reach (FR)、chair standing test (CS)、3分間歩行を計測した。介入前の結果から級内相関係数を利用し最小有効変化量 (MDC) を算出した。脳卒中後遺症患者の級内相関係数は、握力0.997、膝伸展筋力0.996、10m

歩行0.995、TUG0.992、FR0.990CS0.937、3分歩行0.998であった。CO中毒患者は、握力0.993、膝伸展筋力0.996、10m歩行0.991、TUG0.988、片脚起立0.865、CS0.918であった。また、CO中毒後遺症患者の身体機能 (TUG) は、認知機能、高次脳機能と有意な関係は認めなかった。

D. 考察

CO中毒後遺症患者の身体機能評価は、脳卒中後遺症患者身体機能評価に汎用されている身体機能評価法も有用であるが、バランス機能評価は信頼性が低く、転倒リスクも伴う可能性がある。身体機能は認知、高次脳機能に関わらず身体機能の維持、改善が可能である。

E. 結論

一般的な身体機能評価法は原因に関わらず高次脳機能障害患者にも利用できる。

F. 研究発表

1. 論文発表 該当なし。
2. 学会発表：
第54回日本リハビリテーション医学会学術集会 2017/6/8-10
第39回九州理学療法士・作業療法士合同学会 2017/11/11-12

G. 知的財産権の出願・登録状況
該当なし。

労災疾病臨床研究事業費補助金
(分担) 研究報告書

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

研究分担者 橋田竜騎

研究要旨

臨床評価・身体機能解析：高次脳機能障害患者における身体機能を評価する。

研究分担者

久留米大学整形外科教室
助教 橋田竜騎

A. 研究目的

CO中毒患者の高次脳機能障害と身体機能に対するリハビリテーション効果を調査する。

B. 研究方法

CO中毒後遺症患者と脳卒中後遺症患者にデジタルミラーによる訓練や医療用歩行支援ロボットHALを用いたリハビリテーションを実施し、身体機能に対する効果を検証する。

(倫理面への配慮)

研究への参加同意は、口頭と紙面で説明を行い、文面で同意を得る。意識障害や認知機能の低下で本院の同意が得られない場合は、家族からの同意を得る。

C. 研究結果

CO中毒後遺症患者 4 例脳卒中後遺症 3 例に医療用ロボットHALにて訓練実施、また、CO中毒後遺症患者10名、脳卒中患者10例にリハビリテーションを6か月実施した。CO中毒後遺症患者 1 名は死去により除外、脳卒中後遺症患者 2 名が頭部外傷による入院と家庭の都合で離脱した。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) であり、認知機能が低下した。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)、FIM (1/4) であった。HALでは、脳卒中患者 3 名中 2 名で歩行機能が改善、CO中毒患者では 4 名中 3 名で歩行機能が改善した。重度深部覚障害患者、レビー小体認知症症例で効果がなかった。

D. 考察

生活期の訓練効果はその期間中の体調変化と訓練の中断の影響を大きく受ける。身体機能評価はそれらの変化を捉える。デジタルミラーは歩行やバランス機能の維持、改善に効果が期待できる。HALは脳卒中後遺症の歩容改善と同様にCO中毒後遺症患者に問題なく使用でき、歩行機能の改善が期待される。

E. 結論

CO中毒による高次脳機能障害患者は、脳卒中後遺症による高次脳機能障害患者と変わりなく理学療法効果がある。HALは、歩行機能改善に効果的であった。

F. 研究発表

1. 論文発表 該当なし。
2. 学会発表 ACRM 94th Annual Conference, Progress in Rehabilitation Research. 23-28 OCT 2017 at Atlanta

G. 知的財産権の出願・登録状況
該当なし。

労災疾病臨床研究事業費補助金
(分担) 研究報告書

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

研究分担者 田川善彦

研究要旨

装置開発：入院患者に有効なベッド上機能評価装置のシステムプログラムとプロトタイプを作成する。

研究分担者

久留米大学整形外科教室
客員教授 田川善彦

A. 研究目的

CO中毒患者の高次脳機能障害と身体機能に対するリハビリテーション効果を調査する。身体機能の評価では、ベッド上でも評価可能な装置を製作する。

B. 研究方法

診療ベッド面及び枕にセンサを取り付け、ベッド上での心拍、呼吸、活動性をモニタリング可能な装置を作成する。

(倫理面への配慮)

本研究は、実際に臨床で行われているリハビリテーション行為であり、あらたな危険性や不利益は生じない。取得データは、すべて連結可能匿名化を行い管理し、研究終了後に破棄する。研究への参加同意は、口頭と紙面で説明を行い、文面で同意を得る。意識障害や認知機能の低下で本院の同意が得られない場合は、家族からの同意を得る。

C. 研究結果

ベッド上での体動、呼吸、心拍を計測するシステムのセンサ部とデータ処理部の試作品を完成した。健常若年者4名のデータをもとに、対象者を拘束しない非装着型センサを改良し、急峻な変化波形の補足を可能とした。またデータの取得・送信プログラムを作成した。これらにより長時間の安定した計測データを無

線通信にて隣接施設に送信できるシステムを構築できた。

D. 考察

センサ部を小型化、非装着型とすることで、ベッド上の対象者を拘束することなく、自律神経系機能評価が可能となり、日中のリハビリテーションの適正さや活動量の適正さへの尺度を提供できると期待される。また夜間の安静時の呼吸管理や、心拍の乱れ・心雑音などの解析から診断情報の提示が可能となる。

E. 結論

臨床評価に向けたプロトタイプを完成した。

F. 研究発表

1. 論文発表
該当なし。
2. 学会発表
山本直輔、松尾重明、塚田裕也、田川善彦、松瀬博夫、志波直人、就寝時の心拍と呼吸のモニタリングシステムの開発
日本機械学会 九州支部
第71期総会・講演会、2018. 3. 16.

G. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許(出願中)
特願2015-517084
2. 実用新案登録
該当なし。

労災疾病臨床研究事業費補助金
(分担) 研究報告書

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

研究分担者 松尾重明

研究要旨

装置作成：入院患者に有効なベッド上機能評価装置のプロトタイプを作成する。

研究分担者

久留米工業大学工学部
機械システム工学科
准教授 松尾重明

A. 研究目的

CO中毒患者の高次脳機能障害と身体機能に対するリハビリテーション効果を調査する。身体機能の評価では、ベッド上でも評価可能な装置を開発する。

B. 研究方法

診療ベッドの脚部分にセンサを取り付け、ベッド上の活動性と頻度についてモニタリング可能な装置を作成する。

(倫理面への配慮)

本研究は、実際に臨床で行われているリハビリテーション行為であり、あらたな危険性や不利益は生じない。取得データは、すべて連結可能匿名化を行い管理し、研究終了後に破棄する。研究への参加同意は、口頭と紙面で説明を行い、文面で同意を得る。意識障害や認知機能の低下で本院の同意が得られない場合は、家族からの同意を得る。

C. 研究結果

臥床状態の重心を計測およびモニタリングするシステムを完成した。4台のロードセル (LC-100KF, Kyowa, Japan) およびアンプ (DMP-310A, Kyowa, Japan) を用いてセンシングを行い、そのデータをPCに取り込む。その後、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

するソフトウェアをLabVIEW (National Instruments, USA) にて完成した。CO中毒後遺症入院患者4名で計測し重心のリアルタイム表示を行い、そのデータから移動速度を算出することができた。

D. 考察

多くの施設への設置および計測を容易にした。前年度の課題から床面のひずみを修正する方法を取り入れたほか、移動速度を評価することで離床につながる正確な判断のヒントを得られた。今後、システム全体の小型化が終了し、ベッドを含めたシステム全体の完成度を高める。

E. 結論

正確な臨床評価を判断するシステムがほぼ完成し、ソフトウェアの最適化を進め、臨床試験を計画する。

F. 研究発表

1. 論文発表

松尾重明、中村英智、有馬忠寛、足立潤哉、岩元誠一郎、山本直輔、伊藤憲一、松瀬博夫、橋田竜騎、田川善彦、志波直人、久留米工業大学研究報告No.40 (2017), pp.25-32

2. 学会発表

該当なし。

G. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許 (出願中)

特願2015-517084

2. 実用新案登録 該当なし。

労災疾病臨床研究事業費補助金
(分担) 研究報告書

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

研究分担者 中村英智

研究要旨

床上活動性評価：寝たきりの CO 中毒後遺症患者の状況を確認し、
対象者を確定する。

研究分担者

久留米大学整形外科教室
非常勤講師 中村英智

A. 研究目的

CO中毒患者の高次脳機能障害と身体機能に対するリハビリテーション効果を調査する。身体機能の評価として、ベッド上でも評価可能な装置で実施する。

B. 研究方法

診療ベッドの脚部分にセンサを取り付け、ベッド上の活動性と頻度をモニタリング可能な装置を用いて寝たきり患者の活動性を評価する。

(倫理面への配慮)

本研究は、実際に臨床で行われているリハビリテーション行為であり、あらたな危険性や不利益は生じない。取得データは、すべて連結可能匿名化を行い管理し、研究終了後に破棄する。研究への参加同意は、口頭と紙面で説明を行い、文面で同意を得る。意識障害や認知機能の低下で本院の同意が得られない場合は、家族からの同意を得る。

C. 研究結果

CO中毒後遺症患者は15例で3名はベッド上介助レベルであり、リハビリテーションはベッド上で実施されていた。3名を候補と選定したが1名は死去したため、2名を計測した。また、ベッド上全介助レベルとの差を知るために端坐位介助レベルの患者2名も計測対象とした。

ベッド脚下のセンサやベッド周囲のPCなどに敏感に反応するため対策をした。

D. 考察

ベッド上介助レベルの患者に実施されているリハビリテーションの効果を評価するための装置を作成することにより、フロアでの身体機能や活動状況が評価できない患者の評価できると期待される。

E. 結論

平成28年度の臨床評価に向けた装置開発が計画通り実施でき、29年度評価を実施した。

F. 研究発表

該当なし。

G. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許(出願中)
特願2015-517084
2. 実用新案登録
該当なし。

労災疾病臨床研究事業費補助金
(分担) 研究報告書

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

研究分担者 谷脇考恭

研究要旨

神経学的評価・高次脳機能評価：定期評価項目の見直しと評価結果の解析を実施する。

研究分担者

久留米大学呼吸器・神経・膠原病
内科
教授 谷脇考恭

A. 研究目的

CO中毒患者の高次脳機能障害と身体機能に対するリハビリテーション効果を調査する。

B. 研究方法

従来のリハが実施されているCO中毒患者の高次脳機能・身体機能評価を定期的に行う。また、それぞれの評価の妥当性を検証する。基本的な認知機能評価、高次脳機能の評価する。

(倫理面への配慮)

研究への参加同意は、口頭と紙面で説明を行い、文面で同意を得る。意識障害や認知機能の低下で本院の同意が得られない場合は、家族からの同意を得る。

C. 研究結果

高次脳機能障害は、構成失行、観念運動失行、着衣失行、計算力の低下、手指失認、書字困難、時間認知の低下、状況認知の低下、注意・集中力の低下、易疲労性、遂行機能障害、社会的行動障害などであった。

認知機能障害は、HDS-R 20点以下は9名、MMSE 23点以下は11名であった。ともに異常なしは1名のみであった。3名は、評価不可能であり実施していない。個人差が大きい高次脳機能個別での評価

ではなく、代表値として日常生活場面での注意評価スケール (Ponsford and Kinsella's attentional rating scale)、日常生活行動の意欲評価スケール、CASを用いる。

D. 考察

高次脳機能障害は、以前の報告と大きな変化はなかったが、特に半数以上に認知機能の低下がみられ、加齢の影響が考えられる。また、肺炎や関節疾患などの発症の影響を受けるため、評価時の身体状況の確認が必要である。

E. 結論

高齢化の影響は顕著であるため、考慮したリハビリテーションの実施を計画する。

F. 研究発表

1. 論文発表
該当なし。
2. 学会発表
該当なし。

G. 知的財産権の出願・登録状況
(予定を含む。)

1. 特許取得
該当なし。
2. 実用新案登録
該当なし。

労災疾病臨床研究事業費補助金
(分担) 研究報告書

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

研究分担者 星野友昭

研究要旨

心肺機能評価：合併症によるリハビリテーション介入の是非を決定する。

研究分担者

久留米大学呼吸器・神経・膠原病
内科
教授 星野友昭

A. 研究目的

CO中毒患者の高次脳機能障害と身体機能に対するリハビリテーション効果を調査する。

B. 研究方法

従来のリハが実施されているCO中毒患者の高次脳機能・身体機能評価を定期的に行う。また、それぞれの評価の妥当性を検証する。基本的な認知機能評価、高次脳機能評価、身体機能（四肢筋力、関節可動域、歩行速度、バランス能力、移動能力、日常生活機能）を評価する。
(倫理面への配慮)

研究への参加同意は、口頭と紙面で説明を行い、文面で同意を得る。意識障害や認知機能の低下で本院の同意が得られない場合は、家族からの同意を得る。

C. 研究結果

CO中毒後遺症患者は15例で歩行可能な対象で心肺機能評価6分間歩行テストを実施した。15名のうち、6名が実施できた。実施中の心拍数、実施後の心拍数ともに、著しい変化はなく、安全域であったが、疲労度の指標である、Borg指数は、平均13 (11-17) で疲労度が比較的高く、後日の心因反応に悪影響を及ぼす症例を認めた。また、歩行時注意が

散漫になるケースも認めた。

D. 考察

一般的な心肺機能の評価法である6分間歩行時間(距離)は実施可能である。しかし、高次脳機能障害による注意力低下に加え加齢によるバランス機能が低下したこと、さらに主観的疲労度が高いため、測定のリスクが高くなりコンプライアンス不良であるため、高次脳機能患者の体力評価として相応しくない。

E. 結論

定期的な評価としては、不適切である。

F. 研究発表

1. 論文発表
該当なし。
2. 学会発表
該当なし。

G. 知的財産権の出願・登録状況

該当なし。

表 1. CO中毒後遺症患者の基礎データ

ID	年齢	性別	FIM(運動)	FIM(認知)	FIM合計	MMSE	PONSFORD	CAS
Y01	84	M	59	29	88	15	18	18
Y02	79	M	58	23	81	22	26	34
Y03	75	M	73	24	97	20	18	10
Y04	96	M	37	29	66	18	15	33
Y06	80	M	32	12	44	12	34	41
Y07	80	M	87	32	119	25	6	13
Y08	79	M	13	12	25	—	34	19
Y10	84	M	57	29	86	16	20	18
Y13	87	M	77	31	108	15	7	8
Y14	77	M	88	27	115	19	17	16
Y15	93	M	68	28	96	21	14	24
平均	83.1		59.0	25.1	84.1	18.3	19.0	21.3

FIM, Functional Independence Measure; MMSE, Mini-Mental State Examination; PONSFORD, Ponsford and Kinsella's Attentional rating Scale; CAS, Clinical Assessment for Spontaneity

※ID Y15 : 2017年死去のため最終的に10名が参加

	認知・心理の特徴	高次脳機能障害の特徴
Y01	軽度知的障害、記憶障害。	注意障害、状況認知の低下、地誌的記憶障害、計算力低下、手指構成力の低下、触覚認知の低下。
Y02	知的能力は境界レベル、記憶障害。	構成失行、社会的行動障害、同時失認。
Y03	軽度知的障害、記憶障害。	語性錯誤、構成失行、色彩認知の低下、同時失認、地誌的記憶障害、注意障害。
Y04	知的能力は平均レベル、記憶障害。	注意力の低下(特に聴覚的注意)。
Y06	重度の知的障害、記憶障害。	失行(構成、習慣的動作、観念運動、更衣)、地誌的記憶の低下、計算力の低下、統覚型失認(同時失認、色彩失認、触覚認知の低下、時間認知の低下)。
Y07	知的には問題がない、記憶障害。	地誌的記憶障害、社会的行動障害。
Y08	中～重度の知的障害、記憶障害。	語健忘、長文・複雑な文の理解困難、錯書、構成失行、計算力の低下、色彩失認、手指失認、時間失認、地誌的記憶障害、観念運動失行、触覚認知の低下。
Y10	軽度の知的障害、記憶障害。	意欲の低下、易疲労性、注意・集中力の低下、社会適応障害。
Y13	中度の知的障害。	語健忘、同時失認、地誌的記憶障害、注意障害。
Y14	失算、失書、構成失行、遂行機能障害、社会的行動障害。	
Y15	遂行機能障害。	

表 2. 脳卒中後遺症患者の基礎データ

ID	年齢	性別	FIM(運動)	FIM(認知)	FIM合計	MMSE
003	76	M	83	35	118	30
004	72	F	67	30	97	30
006	68	F	57	30	87	20
007	74	M	53	31	84	28
008	75	M	62	34	96	28
013	82	F	64	27	91	28
014	73	M	64	27	91	22
018	82	F	51	33	84	25
020	68	M	68	32	100	27
022	76	F	66	26	92	25
平均	74.6		63.5	30.5	94	26.3

FIM, Functional Independence Measure; MMSE, Mini-Mental State Examination

表 3. 一般脳卒中後遺症患者とCO中毒患者の身体機能評価項目の級内相関係数 (ICC) と最小有効変化量 (MDC)

CO中毒後遺症患者(2016年度データ)

	項目	n	ICC(1.1)	95%CI for ICC	ICC(1.3)	95%CI for ICC	SEM	95%CI for SEM	MDC95	
1	GP	11	0.980	0.946-0.994	0.993	0.981-0.998	1.27	0.97-1.83	3.52	
2	LS	10	0.988	0.968-0.997	0.996	0.989-0.999	1.35	1.02-2.00	3.74	
3	OLS	4	0.681	0.109-0.973	0.865	0.269-0.991	5.19	3.34-11.42	14.39	
4	CS-5	5	0.849	0.248-0.983	0.918	0.398-0.991	2.75	1.65-7.90	7.62	ICC(1.2)
5	TUG	5	0.965	0.854-0.996	0.988	0.946-0.999	0.82	0.56-1.58	2.27	
6	10MWT	4	0.973	0.863-0.998	0.991	0.950-0.999	0.41	0.26-0.89	1.14	
7	3MWD	4	0.988	0.887-0.999	0.994	0.940-1.000	4.83	2.74-18.01	13.39	ICC(1.2)
8	LNG	10	0.741	0.281-0.928	0.851	0.438-0.963	11.80	8.11-21.53	32.71	ICC(1.2)
9	REC	10	0.286	(-)0.354-0.754	0.445	(-)1.096-0.860	8.05	5.54-14.70	22.31	ICC(1.2)

一般脳卒中後遺症患者(2017年度データ)

	項目	n	ICC(1.1)	95%CI for ICC	ICC(1.3)	95%CI for ICC	SEM	95%CI for SEM	MDC95	
1	GP	10	0.991	0.974-0.997	0.997	0.991-0.999	0.94	0.71-1.40	2.61	
2	LS	10	0.988	0.968-0.997	0.996	0.989-0.999	1.13	0.85-1.67	3.13	
3	FR	9	0.970	0.912-0.992	0.990	0.969-0.997	1.30	0.97-1.98	3.60	
4	CS-5	10	0.881	0.615-0.969	0.937	0.762-0.984	3.11	2.14-5.67	8.62	ICC(1.2)
5	TUG	9	0.975	0.928-0.994	0.992	0.975-0.998	2.12	1.58-3.22	5.86	
6	10MWT	9	0.987	0.960-0.997	0.995	0.986-0.999	1.93	1.44-2.94	5.35	
7	3MWD	9	0.995	0.981-0.999	0.998	0.990-0.999	3.25	2.20-6.24	9.02	ICC(1.2)
8	LNG	10	0.987	0.950-0.997	0.993	0.974-0.998	7.80	5.36-14.24	21.62	ICC(1.2)
9	REC	10	0.985	0.946-0.996	0.993	0.972-0.998	0.74	0.51-1.35	2.05	ICC(1.2)

$$MDC95 = SEM \times 1.96 \times \sqrt{2}$$

略語：

GP・・・握力
LS・・・膝伸展筋力
OLS・・・片脚立位時間
FR・・・ファンクショナルリーチ
CS-5・・・チェアスタンディング
TUG・・・Timed up and Go test
10MWT・・・10m歩行時間
3MWD・・・3分間歩行距離
LNG・・・重心移動総軌跡長(デジタルミラー)
REC・・・重心移動矩形面積(デジタルミラー)

表 4. HAL実施患者背景

	性別	年齢	病型	発症後経過年数	歩行状態	FIM
CO中毒後遺症						
A	男性	81	CO中毒後遺症	53年	屋外自立	108 (運動86 認知22)
B	男性	82	CO中毒後遺症	53年	屋内自立	106 (運動82 認知24)
C	男性	78	CO中毒後遺症	53年	屋外杖歩行自立	118 (運動86 認知32)
D	男性	80	CO中毒後遺症	53年	屋内杖歩行自立	119 (運動87 認知32)
脳卒中後遺症						
E	男性	76	脳梗塞、左片麻痺	16年	屋外杖歩行自立	118 (運動83 認知35)
F	男性	75	脳出血、右片麻痺	21年	屋内杖歩行自立	96 (運動62 認知34)
G	男性	40	脳出血、左片麻痺	7ヵ月	屋外杖歩行自立	113 (運動80 認知33)

表5. HAL実施前後の変化

10m歩行時間 (秒)

	介入前	介入後
A	12.15	11.45
B	10.01	13.44
C	12.97	10.63
D	12.96	12.14
E	9.00	8.09
F	32.27	40.70
G	11.21	6.32

Timed up & go test (秒)

	介入前	介入後
A	10.21	9.86
B	13.19	30.85
C	14.18	12.24
D	12.31	12.07
E	10.00	9.44
F	41.20	50.49
G	15.03	8.53

重心総軌跡長 (cm)

	介入前	介入後
A	50.05	43.35
B	34.35	37.65
C	32.35	36.85
D	36.4	30.6
E	15.95	16.45
F	253.65	242.25
G	22.6	18.9

重心移動矩形面積 (CM²)

	介入前	介入後
A	10.45	4.15
B	3.85	6.05
C	4.40	4.05
D	3.30	3.75
E	2.20	1.25
F	24.65	25.65
G	0.75	0.5

※A～D：CO中毒後遺症、E～G：脳卒中後遺症

B：レビー小体認知症発症、C：眼底出血発症後中止、F：重度深部覚障害

表 6. 認知、高次脳機能と身体機能 (Timed up & go test) との関係

1) CO中毒後遺症患者

Spearmanの順位相関係数(ρ)

	ρ	p
MMSE	-0.4857	0.3287
FIM認知	-0.0857	0.8717
PONSFORD	0.0857	0.8717
CAS	0.0857	0.8717

	ρ	p
MMSE変化	-0.0883	0.8679
FIM認知変化	-0.3928	0.4411
PONSFORD変化	-0.3928	0.4411
CAS変化	-0.3086	0.5518

FIM, Functional Independence Measure; MMSE, Mini-Mental State Examination; PONSFORD, Ponsford and Kinsella's Attentional rating Scale; CAS, Clinical Assessment for Spontaneity

2) 脳卒中後遺症患者

	ρ	p
MMSE	-0.5611	0.1479
FIM認知	-0.7425	0.0349

	ρ	p
MMSE変化	0.1684	0.7181
FIM認知変化	-0.6124	0.1438

FIM, Functional Independence Measure; MMSE, Mini-Mental State Examination

図 1. 上肢機能動画解析（起動軌跡長）健常者とCO中毒者比較結果

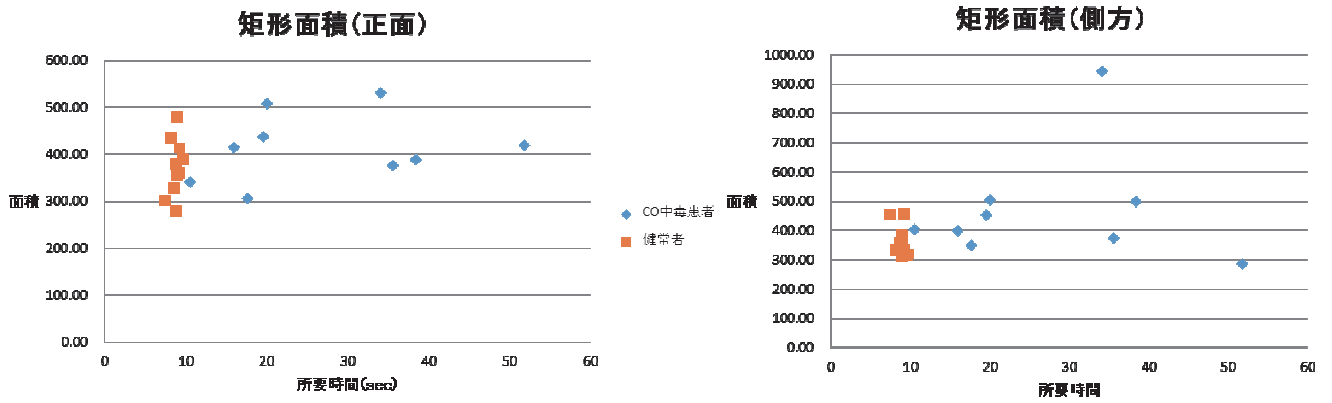
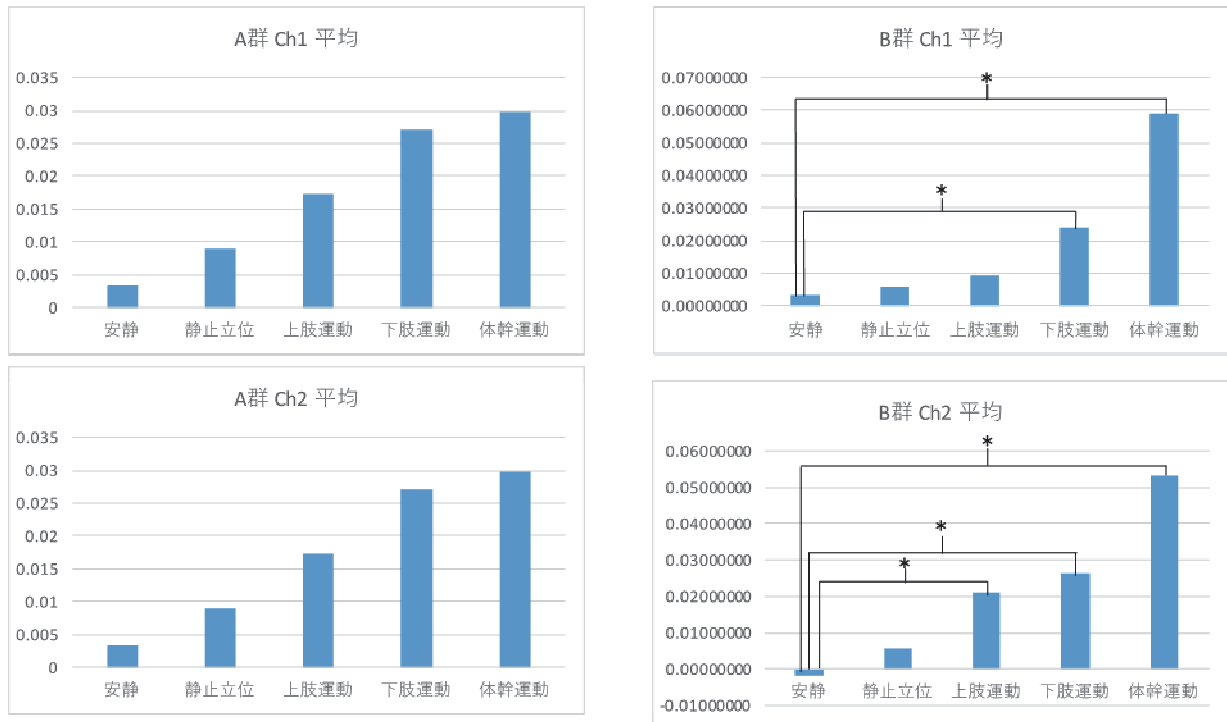


図2. 近赤外線分光法による作業療法中の脳血流変化



A 群：健常者 B 群：CO 中毒患者
CH1：左 CH2：右

※ 有意差あり

図3. デジタルミラー訓練風景

A: バランス運動



B: 上肢運動



C: 下肢運動



D: 体幹運動



図4. 歩行支援ロボット訓練

1) 訓練風景



2) 歩容の変化



研究成果の刊行に関する一覧表

書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の編集者名	書籍名	出版社名	出版地	出版年	ページ
該当なし							

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
松尾重明、中村英智、有馬忠寛、足立潤哉、岩元誠一郎、山本直輔、伊藤憲一、松瀬博夫、橋田竜騎、田川善彦、志波直人	臥床患者の活動計測システムの開発	久留米工業大学研究報告	No. 40	pp. 25-32	2017