

長寿医療研究開発費 平成 24 年度 総括研究報告

転倒予防を目的とした高齢者の動作の速度・正確性による
定量的評価に関わる研究 (24-2)

主任研究者 尾崎 健一 国立長寿医療研究センター 機能回復診療部 (医師)

研究要旨

本研究は、当センター中期計画中の「客観的指標等を用いた医療の質の評価」、「医療の均てん化手法の開発の推進」に該当する。我々はこれまでに、臨床応用を念頭に置いた三次元動作解析装置を用いた片麻痺の定量的評価法の研究を行っており、この技術を応用し、高齢者のバランス能力および転倒リスクに対して、機器を用いた臨床応用可能な客観的かつ定量的計測を開発し、これをリハビリテーションプログラムや転倒対策の効果判定に用いることを目的とする。

具体的には、平成24年、25年の2年間で、①臨床応用可能な簡便な計測法の確立—三次元動作解析装置を用いた起立着座動作、立位時体幹動揺の評価法と簡便化の検証—、②各指標と従来のバランス評価、転倒リスク評価との妥当性検証、③回復期病棟における転倒リスク評価の検証—回復期病棟における反応性と転倒発生頻度の検証—を行う。主任研究者を尾崎健一(研究総括、②、③担当)、分担研究者を近藤和泉(研究計画)、才藤栄一(②担当)、加賀谷斉(①担当)、伊藤直樹(①担当)、渡辺章由(①担当)、小口和代(③担当)とし、各研究者は所属機関において医師、理学療法士、作業療法士、研究補助員等から成る5名程度の研究班を構成し、実際の計測、三次元化、データ解析を行う。

本研究は観察研究に該当し、当センターもしくは協力施設の定める倫理・利益相反委員会へ申請し、承認を受け実施する。倫理的配慮としては、対象者の人権擁護(インフォームドコンセント、プライバシーの尊重)、理解と同意(口頭および書面による説明、参加・不参加の自由)、不利益および危険性の説明と配慮、利益相反を順守する。

主任研究者

尾崎 健一 国立長寿医療研究センター 機能回復診療部 (医師)

分担研究者

近藤 和泉 国立長寿医療研究センター 機能回復診療部 (部長)

才藤 栄一 藤田保健衛生大学医学部 リハビリテーション医学 I 講座 (教授)

伊藤 直樹 国立長寿医療研究センター 機能回復診療部 (理学療法士)

渡辺 章由 藤田保健衛生大学医療科学部 リハビリテーション学科 (講師)

加賀谷 斉 藤田保健衛生大学医学部 リハビリテーション医学 I 講座 (准教授)

A. 研究目的

1年間で在宅高齢者の20%程は転倒を経験しており、転倒による大腿骨頸部骨折発症件数は14万8000人とされ(平成19年調査より)、また、骨折・転倒は我が国において介護が必要となった原因の9.3%を占めるなど、転倒は大きな問題となっている。転倒の要因は運動器系、神経系、視力、心理的要因、服薬、環境など多要因からなるとされ、特に運動器系、神経系の要素を含むバランス能力はさまざまな評価法が提案されている。これらは診断的評価として転倒リスクの有無、順序尺度として数段階の転倒リスク群分けがされている。より精緻にバランス能力を評価し、各高齢者ごとに対応するには、順序尺度ではなく、間隔尺度による定量的評価が必要である。

一方、我々はこれまでに、臨床応用を念頭に置いた三次元動作解析装置を用いた片麻痺の定量的評価法の研究を行った(評価法 QPPA: Quantified Paralysis-Performance Assessment)。これは、脳卒中のリハビリテーションを行うには、従来のBrunnstrom Stageなどの順序尺度ではなく、間隔尺度による麻痺の定量的評価が必要であるとの理念から始まった研究であり、転倒評価と同様の問題点に対して行われた研究である。

本研究は転倒予防を目的とし、QPPAの技術を応用し、高齢者の立ち上がり、立位動作の定量的評価を行うことである。具体的には動作の速度と正確性を指標とし、①臨床応用可能な簡便な計測法の確立、②各指標と従来のバランス評価、転倒リスク評価との妥当性検証、③回復期病棟における転倒リスク評価の検証を行うことである。加えて可能であれば、動作パターンや指標から、高齢者の年齢・機能に合わせたリハビリテーションプログラムの設定を行うことである。また、将来的には高齢者の転倒予防プログラムのガイドライン作成を目標としている。

従来のバランス評価は、Berg Balance Scaleのようにいくつかの動作を順序尺度で評価しスコア化するものや、Timed Up and Go Testのように結果としての能力を評価しある秒数でカットオフを設けるものがあつた。また、研究場面では重心動揺計や床反力計をしようした立ち上がり動作の検討がされている。本研究では、立ち上がりや立位、移動の動作そのものを臨床応用可能な方法で評価し、パターン化、定量化しようとする点が独創的である。

B. 研究方法

1) 全体計画

各目標に対し以下の如く研究計画を立てている。

①臨床応用可能な簡便な計測法の確立

1-1.三次元動作解析装置を用いた起立着座動作の評価法と簡便化の検証 -健全人と片麻痺患者の差異-

1-2.三次元動作解析装置を用いた立位時体幹動揺の評価法と簡便化の検証 -健全人と失

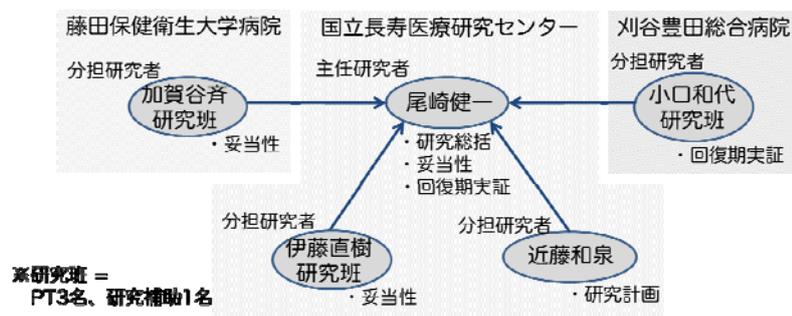
調患者の差異-

②各指標と従来のバランス評価、転倒リスク評価との妥当性検証

2.三次元動作解析装置を用いたバランス評価の基準関連妥当性の検証

③回復期病棟における転倒リスク評価の検証

3.三次元動作解析装置を用いたバランス評価と転倒リスクの検証 -回復期病棟における反応性と転倒発生頻度の検証-



(2) 平成 24 年度実施分

平成 24 年度は研究 1-1、 1-2 を行ったため、その方法を提示する。

1-1.三次元動作解析装置を用いた起立着座動作の評価法と簡便化の検証 -健全人と片麻痺患者の差異-

担当：伊藤直樹、加賀谷斉

目的：健全人と、明らかな異常動作の代表として片麻痺患者の起立着座の動作解析を行い、異常動作を最も反映するマーカ位置、指標を明らかにする。実際の計測の中でカメラ位置や台数など、臨床応用可能な簡便な撮影方法を検討する。

対象：健全人 20 名、片麻痺患者 20 名

期間：1 年間

方法：対象の頭頂、両側の耳介、肩峰、腸骨稜、股関節、膝関節、足関節、第 5 中足骨頭にマーカを装着し、三次元動作解析装置 KinemaTracer®にて起立・着座動作を計測した。カメラは歩行分析で用いる設定と同じ左右 2 台ずつで、サンプリング周波数は 60Hz とした。計測用椅子の座面には DKH 社製の圧センサを設置して動作(計測)の開始信号とした。指標は各マーカの三次元的な位置座標(x, y, z 軸)と関節角度とした。健全人群による計測から、健全人の立ち上がりパターンを確認した。また、健全人群と片麻痺患者群において、正常動作と異常動作の違いを検証した。また、QPPA の技術を応用し撮影の簡便化を行った。

1-2.三次元動作解析装置を用いた立位時体幹動揺の評価法と簡便化の検証 -健全人と失調患者の差異-

担当：渡辺由章、加賀谷斉、尾崎健一

目的：健全人と、明らかな異常動作の代表として失調(主に脊髄小脳変性症)患者の立位時体幹動揺の動作解析を行い、異常動作を最も反映するマーカ位置、指標を明らかにする。ま

た、研究 1-1 同様に簡便な撮影方法を検討する。

対象：健常人 10 名、失調患者 40 名

期間：1 年間

方法：対象の第 7 頸椎棘突起(C7)、第 7 胸椎棘突起(Th7)、仮想重心(身長の 55%の高さの腰椎)にマーカを装着し、三次元動作解析装置 KinemaTracer[®]にて立位(開脚開眼、閉脚開眼)姿勢を 30 秒間計測した。KinemaTracer[®]は後方から 2 カメラによる計測で、サンプリング周波数は 60Hz とした。各マーカの移動距離と重心動揺計 twin gravicoder G-6100[®]の計測を比較し、相関の高いマーカを選定する。また、2 回計測を行い計測の再現性、失調例における SARA (Scale for the assessment and rating of ataxia)立位項目との妥当性を検証した。

(倫理面への配慮)

本研究は、臨床診察場面で行うバランス評価およびその動作を撮影し動作解析を行う観察研究に該当する。よって、当センター および協力施設の定める倫理・利益相反委員会へ申請し、承認を受け実施する。具体的配慮は以下の如くとする。

I. 研究等の対象とする個人の人権擁護

- 1) 書面によるインフォームドコンセントに基づき、本人（不可能な場合は家族）の同意が得られた場合にのみ研究を行う。
- 2) プライバシーを尊重するため、患者の個別の計測結果については秘密を厳守し、研究結果から得られるいかなる情報も研究の目的以外に使用しない。撮影された動画は、論文発表、学会発表、画像処理等を除き国立長寿医療研究センター外に持ち出すことはない。動画は連結可能匿名化を行う。動画と匿名ファイルへのアクセスは、研究等担当者および分担研究者とする。
- 3) 撮影された動画は患者に開示し説明することがある。また、撮影結果が対象者のリハビリテーション治療に有用と確認された場合は、治療に活用する場合もある。
- 4) 研究結果の公表に際しては個人が特定できないよう配慮する。

II. 研究等の対象となる者（本人又は家族）の理解と同意

- 1) 本人またはそれが不能であれば家族には文書と口頭で説明を行い、研究の目的や内容を理解した上で同意が得られた場合にのみ、本人の了解を著した同意書に署名を依頼する。
- 2) 使用機器について、その機器特性を患者または家族に文書と口頭で説明し、内容を理解したうえで同意が得られた場合にのみ、了解を著した同意書に署名を依頼する。また、対象者が何らかの理由により研究の拒否、中断を申し出た場合はすぐに中断する。

Ⅲ. 研究等によって生ずる個人への不利益並びに危険性と医学上の貢献の予測

1) 本研究で用いる評価法は、一般診察で行われている立ち上がり動作、立位バランス評価を動作解析装置で撮影するものであり、本研究によって生ずる個人に生じる不利益及び危険性は無いと考えられる。万が一の転倒に備え、転倒歴、麻痺や筋力低下等の身体所見を認める個人には介助者を用意し近位で監視を行う。

2) 本研究で、バランス能力および転倒リスクが定量的に評価されると、能力に沿ったリハビリテーションプログラムの提案、転倒数減少に寄与できる。これは、高齢者の転倒予防、寝たきり減少において大きく貢献するものと期待される。

Ⅳ. その他

利益相反について：独立行政法人国立長寿医療研究センターの役職員として、独立行政法人国立長寿医療研究センター利益相反行為防止規則に則り、本研究を適正かつ円滑に遂行するものとする。

C. 研究結果

1) 1-1.三次元動作解析装置を用いた起立着座動作の評価法と簡便化の検証 -健康人と片麻痺患者の差異-について

健康人 20 例の計測から得た起立・着座パターンを図 1 に示す。矢状面では頭頂、耳介、肩峰マーカは離殿前に前下方に動き、その後には後上方へ向かった。腸骨稜、股関節マーカは緩やかな S 字状カーブの軌跡を描いた。足関節はほとんど動きを生じなかった。起立時と着座時の軌跡長を検討すると、頭頂、耳介マーカは起立<着座、膝関節マーカは起立>着座で有意な差を認めた($p<0.05$)。健康人と片麻痺患者(20 例)を比較すると、頭頂マーカにおいて左右非対称性(図 2)、股関節マーカにおいて急な着座による軌跡の差異(図 3)を認めた。

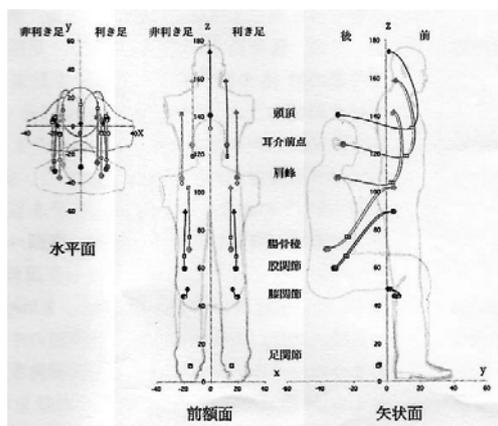


図 1. 健康人の起立着座パターン

水平面、前額面、矢状面における各マーカの軌跡を示す。

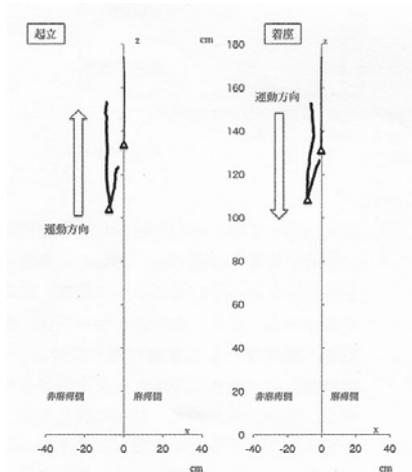


図 2. 頭頂マーカにおける非対称性
非麻痺側に偏移を認める。

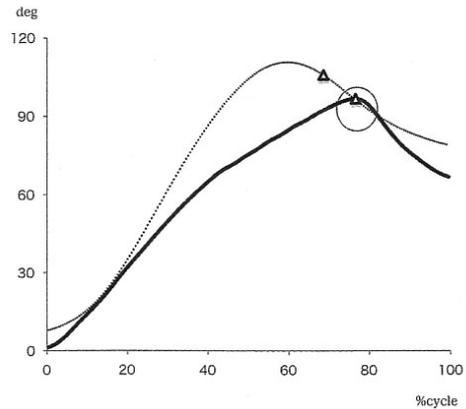


図 3. 着座時の股関節角度
点線は健常例、実線は片麻痺例。
片麻痺例で角度の急激な変化を認める。

2) 1-2.三次元動作解析装置を用いた立位時体幹動揺の評価法と簡便化の検証 -健常人と失調患者の差異-について

まず、予備的に C7、Th7、仮想重心の各マーカの単位移動距離(mm/sec)と重心動揺計による重心の単位軌跡長(mm/sec)で相関関係を確認したところ、C7 マーカが最も高い相関を認め($r>0.9$)、指標として算出するマーカに選定した。13 例(49±19 歳)の 2 回計測から、本計測の Intra-class correlation (ICC)は 0.95 であった。失調患者 40 例(55±17 歳)の計測から、指標(1/開眼時単位軌跡長 + 1/閉眼単位軌跡長)と SARA のスコアの spearman 相関係数を算出したところ、 $r=-0.84$ ($p<0.01$)であった(図 4)。

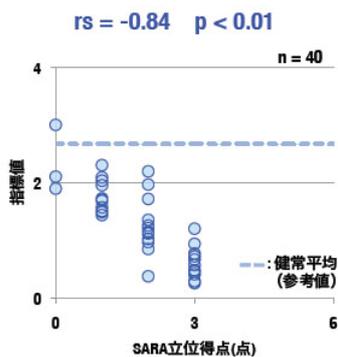


図 4. C7 マーカ指標と SARA の相関関係

D. 考察と結論

本年度の研究報告において、三次元動作解析装置を用いた起立・着座動作、立位時体幹動揺の比較的簡便な定量的評価方法が出来上がりつつある。

起立・着座動作においては、健常人パターンの確立と、片麻痺患者の異常パターンの指

標候補が明らかとなった。今後、健常～虚弱(障害を持つ者を含む)高齢者計測を行い、これら指標を中心に検討していく予定である。また、転倒との関連性を明らかにするため、SIDE (Standing Test for Imbalance and Disequilibrium)や BBS (Berg Balance Scale)といった従来のバランス能力評価との妥当性を行う必要がある。

立位時体幹動揺計測においては、C7 マーカ 1 つで評価できる可能性が出てきた。体幹動揺という計測するには不安定な事象を高い再現性で計測でき、失調患者においては SARA という従来評価法との相関関係が明らかとなった。今後は起立・着座の研究と同様に、健常～虚弱(障害を持つ者を含む)高齢者計測を行い、SIDE、BBS 等のバランス能力評価との妥当性から転倒リスクとの関連性を明らかにする予定である。

E. 健康危険情報

なし

F. 研究発表

1. 論文発表

1) 加賀谷 齊: 加賀谷 齊, 尾崎 健一, 大塚 圭, 渡辺 章由他. 客観的動作評価法(解説/特集). MEDICAL REHABILITATION(1346-0773)141 号 Page51-54(2012.02)

2) 伊藤直樹: Naoki Itoh, Hitoshi Kagaya, Eiichi Saitoh et.al. Relationship between movement asymmetry and sit-to-stand/stand-to-sit duration in patients with hemiplegia. Jpn J Compr Rehabil Sci Vol 3, 66-71.2012.

2. 学会発表

1) 尾崎健一: 尾崎 健一, 才藤 栄一, 加賀谷 齊, 近藤 和泉他. 三次元動作解析装置による片麻痺上肢の定量的評価 非線形回帰曲線を使用した測定値毎の反応性(会議録). The Japanese Journal of Rehabilitation Medicine(1881-3526)49 巻 Suppl. PageS249(2012.05)

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