厚生労働科学研究費補助金
長寿科学総合研究事業

高齢者の転倒予防に関する研究

平成18年度　総括・分担研究報告書

主任研究者	田村俊世	国立大学法人千葉大学工学部 教授
分担研究者	東　祐二	藤元早鈴病院　室長
分担研究者	中山茂樹	国立大学法人千葉大学工学部　教授
分担研究者	吉村拓巳	東京都立産業技術高等専門学校　助教授
分担研究者	村田　淳	千葉大学医学部附属病院　部長

平成 19(2007)年 3 月

目　次

I.　総括研究報告書
　　高齢者の転倒予防に関する研究　5
　　田村俊世

II.　分担研究報告
　　1.　高齢者のバランス機能改善を目的とした足底刺激装置の開発　11
　　　田村　俊世
　　　(資料)高齢者のバランス機能改善を目的とした足裏刺激装置の開発

　　2.　転倒リスクのアセスメントの作成
　　　東　祐二
　　　(資料)デイサービス利用者における10m歩行速度,　19
　　　　Timed up　&　go test の関連について

　　3.　転倒予防のための最適空間設計　25
　　　中山　茂樹
　　　(資料)小規模生活単位型特別養護老人ホームユニット平面集
　　　(資料)特別養護老人ホームにおける居室平面集

　　4.　エアバッグ内蔵転倒予防機器の開発　47
　　　吉村　拓巳
　　　(資料)転倒エアバッグ開発のための転倒検出方法の検討

　　5.　水平外乱刺激時姿勢応答からの動的バランス評価の検討　65
　　　村田　淳
　　　(資料)水平外乱刺激時姿勢応答からの動的バランス評価の検討

III.　研究成果の刊行に関する一覧表　73

IV.　研究成果の刊行物・別刷　77

I.　総括研究報告書

厚生労働科学研究費補助金（長寿科学総合研究事業）
総括研究報告書

高齢者の転倒予防に関する研究

主任研究者　田村俊世　千葉大学工学部・教授

研究要旨　転倒を防止するためには、外因としての福祉用具や施設の居住環境といった、「ハード」面での支援ならびに社会的側面、個々人の心理面のケアも重要となってくる. そこで学際的に機器開発を中心とした転倒予防プロジェクトとして、総合的な支援システムを考案する. 1) 身体平衡機能の測定評価システム開発、2) 転倒リスクアセスメントの作成、3) バランス機能維持のための訓練システムの作成、4) 骨折予防のための転倒衝撃吸収システムに関する研究、5) 転倒事故に関するマニュアルの作成と設計すべき居宅改造への提言を行った. 初年度は、主として機器の設計ならびに情報収集を行った.

分担研究者
田村俊世　千葉大学工学部・教授
東　祐二　藤元早鈴病院・室長
中山茂樹　千葉大学工学部・教授
吉村拓巳　東京都立産業技術高等専門学校・助教授
村田　淳　千葉大学医学部附属病院・部長

A. 研究目的

転倒は、環境因子が重大な影響を与えるが、加齢にともなう身体バランス機能の低下が大きい要素を占めることが云われている. そこで１）静的・動的身体バランスを簡便に測定できる機器（村田)、) バランス機能維持のための訓練システムの作成（田村)、骨折予防のための転倒衝撃吸収システムの開発（吉村)、転倒リスクのない住宅環境の改善の提言（中山)、さらに看護師、作業療法士を中心とした転倒のリスクアセスメントの作成（東)、そして転倒後症候群の心理面のケアと精神的安定を与えるためのプログラムの作成を計画している. これらの機器開発ならびに精神面からのケアを行うことによって、高齢者の尊厳を保ち、転倒予防、行動の拡大が現実のものになることが期待できる. これまでに静的バランス評価は重心動揺測定により、ある程度確定されているがモデル的にも検査的にも立証されていない動的評価の評価基準の作成. さらに訓練機器（２）や転倒予防機器の開発、環境整備の提案を行うことにより、転倒転落による事故が減少することによって、医療保険、介護保険支払いの軽減、新しい転倒ケアの普及、新しい福祉機器の市場が生まれることも期待できる.

B. 研究方法

１）　静的・動的身体バランスを簡便に測定できる機器（村田)、静的・動的身体バランスを簡便に測定できる機器開発はプロトタイプが完成し、基礎データを収集する段階に進んでいる. ここでは、まず、外乱を発生する水平外乱刺激装置を開発した試作した. 装置はステッピング方略を発生する外乱を対象者の後方向への急激な動きで与えるものとした. その外乱時に支持基底面積、つまり足裏接地面積の減少が考えられので両足裏接地面積を測定項目に選定した. 被験者は健常成人 10 名（男性７名、女性３名、21.3±1.6 歳、169.2±6.9cm、体重 58.8±5.4kg）で、実験について十分な説明をした後同意

を得た.実験プロトコルは開眼・閉眼で30秒間重心動揺計による測定を行った後、水平外乱刺激発生装置で加速値が[0.2m/s2 0.4m/s2 … 4.2m/s2 4.4m/s2]の22段階の外乱を与えときの、足裏接地面積を足圧分布測定システム(F-SCAN NITTA)で測定した.外乱は、立位姿勢、開眼、胸の前で腕組みの状態を確認し合図をした後、1～10秒間のうちにテーブルを駆動させ、加速値は22段階からランダムに選択した.

2) バランス機能維持のための訓練システムの作成(田村)バランス機能の改善については、機器開発を行い、臨床評価をおこなった.装置は、体性感覚刺激として足裏刺激を行い、そのときの歩容の違いを観察した.開発した足底に刺激を与える装置は,フレキシブル基板上に回路をプリントし,回路上にタクトスイッチを実装,その上に振動モータを取り付けた.この振動刺激装置を,刺激を行う箇所に穴をくり抜いたスポンジに取り付けることで,インソール型の足底刺激装置とした.振動刺激装置はスイッチがONになることでモータがONになる設計としており、立脚時に足底に振動刺激を与えるようになっている.今回のように,振動モータをインソールと独立して作製することで,インソールの穴の箇所を変えることで刺激を行う箇所を容易に変えることが可能である.測定対象者は正常歩行を行える健常成人男性6名(年齢24.8±3.3歳,身長172.7±2.5cm,体重 62±7.9kg)とした.測定中の履物は,履物の種類による加速度への影響を考慮して,全員こちらで用意したものを使用した.本研究は千葉大学工学部倫理規定に沿って行われ、各被験者には事前に実験方法を説明し承諾を得ている.刺激無しと刺激ありの歩行における前後,左右,上下方向の加速度波形に対して自己相関,rms値,そして,rms値から軌跡面積を計算した.

3) 骨折予防のための転倒衝撃吸収システムの開発(吉村)本研究では、エアバッグにより容易に装着可能で、万が一転倒・転落が発生した場合に、外傷を軽減するシステムの開発を行った.今年度は加速度センサを用い、エアバッグの作動に必要な転倒検出方法の検討と、トリガ信号によりエアバッグを膨らませる機構の試作を行い、動作の検証を行った.16名の健常成人を対象にのべ144回の模擬転倒を行い転倒中の加速度波形を測定した.

4) 転倒リスクのない住宅環境の改善の提言(中山)これまでの転倒症例を精査し、バリアフリー空間の再構築をおこなっている.

5) 看護師、作業療法士を中心とした転倒のリスクアセスメントの作成(東)本研究では、既存のガイドラインであるリハビリテーション医療における「リスクマネジメントガイドライン」.(厚生労働科学研究費補助金 医療技術評価総合研究事業 医療の質及び医療安全体制の確保に関する研究—医療事故を防止するための対策の効果的な実施及び評価に関する研究 15151501— 平成15年～17年)を参考に、歩行の定量的な評価を行い、転倒に特化したアセスメントシートを作成しリハビリテーションの臨床で行われる装具処方検討会等で転倒予防のマネジメントに実施応用した.本年度は、通所介護利用者に対し歩行を中心とした実態調査を実施しアセスメント項目の抽出に関する検討を行った.

(倫理面への配慮)

臨床における機器の評価・実験に関しては,その安全性について十分検討を行った.また,実施機関の倫理委員会による承認を得た後,被験者およびその家族に対し,実験内容と意義および生じうる危険性について書面ならびに口頭で十分に説明を行い,書面にて同意を取った.情報通信機器を用いた生体情報伝達を実施する際には,セキュリティ対策を十分に行い,プライバシーの保護を最優先とした.また,学会等でデータを発表する際には,個人が特定されないように配慮した.

C.研究結果

1) 静的・動的身体バランスを簡便に測定できる機器(村田)本研究では、弱い後方向への水平外乱

を与えたときの接地面積の変化から、外乱負荷時の動的バランス評価指標を検討した.本研究結果から、弱い外乱での接地面積の最小値の平均値、RMS値の標準偏差が、評価指標になりえることを示せた.

2） バランス機能維持のための訓練システムの作成（田村）自己相関には両歩行間の差異は見られなかった.刺激を与えた場合の方が前後左右方向の歩行中の体の揺れが小さくなっていた.

3） 骨折予防のための転倒衝撃吸収システムの開発（吉村）転倒中の加速度波形より、簡便なアルゴリズムを用いて、すべての転倒の予兆を検出可能であった.また、試作したエアバッグ機構を用い、300 ms で供給可能なガスの容量を測定した結果 2.4 L 程度であることが明らかとなった.

4） 転倒リスクのない住宅環境の改善の提言（中山）小規模生活単位型ホームなど、家庭的な雰囲気を持ち、居住者の快適性とプライバシー確保を最大限に確保するような施設デザインにおいては、転倒事故を防ぐための、空間規模、諸施設の連携、室のしつらいや家具配置、および仕上げ材の選定などの要因が大きく関わっているものと考えられる.一方、転倒事故を皆無にすることはかなり難しいのも事実であり、仮に転倒があった場合、事故を最小限にとどめる対策を建築学的に考察することも重要であることが示唆された.

5） 転倒のリスクアセスメントの作成（東）今回の調査において脳血管障害が原因で要介護状態になった方の歩行レベルは各項目で低下しており転倒のリスクに大きく影響しているものと思われた.

D．考察

初年度の研究結果から、次年度における検討項目が導き出された.

1） 評価に用いる指標を最小面積とRMS値としたが、評価に用いる設定加速値の上限を減らしていったところ、どちらも加速値 1.6 m/s2 までは一次線形的な傾向がみられたが、1.4 m/s2 以下ではその傾向はみられなかった.これらより、弱すぎる外乱では評価できない可能性と、評価に必要なサンプル数が少なかった可能性が示唆される.その一方で、大きさが異なる外乱を突発的に与えたため値が分散した可能性も考えられ、外乱の与え方も検討する必要があると考えられた.

2） 足底刺激装置は，外乱を発生させることで平坦な道でありながら，擬似的な外乱歩行をさせ，体を安定させようとする機能を引き出すと考えられる.そこで，この装置による外乱歩行のトレーニングを長期間行うことで外乱歩行時の体の安定性を高め，通常歩行時におけるバランス機能が改善される可能性が示唆された.

3） 転倒衝撃吸収システムでは、閾値を設定して自由落下を検出することで、転倒の予兆を検出可能であることが明らかとなった.日常行動における誤差要因は、角速度センサを用いることにより軽減できる可能性があるので、次年度以降の課題にしたい.

4） リスクアセスメントならびに居住環境について、今回の結果をもとに、転倒のリスクを回避するために以下の項目についてさらに調査し検討を加えていきたいと考える.1）本人自身の問題として①運動機能の向上（バランス・筋力・柔軟性） ②高次脳機能の向上 ③活動意欲の向上 ④安全な動作方法の指導.

5） 環境面の調整として、①家屋環境の調整 ②補装具の調整（杖・車いす歩行器・自助具等）③安全装置の適合性のチェック ④家族介護者への指導 ⑤その他のサービス提供者との連携（一貫した援助体制の構築）

6） 定量的でかつ経時的な評価法の確立によって、自立度の判定に客観性を持たせる.

7） 現状の課題としては、人的介護や支援システムに頼る部分が大きいため、工学的な手法を取り入れた、安全装置の開発が必要である.

E．結論

日常の転倒を回避するバランス機能を測定する

機器開発、さらにバランス機能を改善する装置、転倒した時、骨折を防ぐシステムの開発を行った.さらに環境の整備や居住環境の整備などについても検討を加えた.

F．研究発表

1．論文発表

- Ichinoseki-Sekine N, Kuwae Y, Higashi Y, Fujimoto T, Sekine M, Tamura T. Improving the accuracy of pedometer used by the elderly with the FFT algorithm. Medicine & Science in Sports & Exercise. Sep;38(9):1674-81, 2006.
- 山本弘毅，吉村拓巳，関根正樹，田村俊世．高齢者のバランス機能改善を目的とした足裏刺激装置の開発．第 21 回生体・生理工学シンポジウム論文集，pp413-414，2006.
- 関根正樹，木内尚子，前田祐佳，田村俊世，桑江　豊，東　祐二，藤元登四郎，大島秀武，志賀利一．高齢者の歩容に対応した歩数計の開発ーカウントアルゴリズムの検討ー．第 21 回生体・生理工学シンポジウム論文集，pp521-522，2006.
- 吉村拓巳，山本弘毅，関根正樹，田村俊世．転倒エアバッグ開発のための転倒検出方法の検討．第 21 回生体・生理工学シンポジウム論文集，pp523-524，2006.

2．学会発表

- 吉村拓巳，　関根正樹，田村俊世．加速度センサを用いた転倒防止用エアバッグの開発．第 45 回日本生体医工学学会大会，福岡，p706，2006.
- 吉村拓巳，山本弘毅，関根正樹，田村俊世．転倒防止用エアバックの開発と評価.生体医工学シンポジウム 2006，新潟，CD-R，2006.
- 湯地忠彦，桑江豊，新地友和，鷹居彩子，東　祐二，藤元登四郎，関根正樹，田村俊世．湯地忠彦，桑江豊，新地友和，鷹居彩子，東　祐二，藤元登四郎，関根正樹，田村俊世．デイサービス利用者における１０ｍ歩行速度，Timed up & go test の関連について．第 41 回日本理学療法学術大会，2006.
- 桑江　豊，新地友和，湯地忠彦，鷹居彩子，東　祐二，藤元登四郎，関根正樹，田村俊世，加速度計による片麻痺歩行の評価－加速度と減速度の出力に着目してー．第 41 回日本理学療法学術大会，2006.
- 湯地忠彦，東　祐二，藤元登四郎，関根正樹，田村俊世．リハビリテーション在宅医療制度と ME．日本生体医工学会専門別研究会「在宅医療とＭＥ技術」，2006.

H．知的所有権の取得状況

1．特許取得

- なし

2．実用新案登録

- 現在、転倒エアバッグについて実用新案登録を出願中

3．その他

- なし

II. 分担研究報告

厚生労働科学研究費補助金（長寿科学総合研究事業）
分担研究報告書

高齢者のバランス機能改善を目的とした足底刺激装置の開発

分担研究者　田村俊世　千葉大学工学部・教授

研究要旨　高齢者のバランス機能を改善する目的で体性感覚刺激に着目し、比較的簡単に刺激を与えることができる足底を刺激するインソールシステムを考案した。若年健常成人の歩行中、立脚時の足底刺激を行い、動作中の加速度を計測した。その結果、３軸方向の加速度のrms値が，刺激無しの場合に比較し、減少し体幹の揺れが少なくなっていることが示された。このことは、体性感覚刺激がバランス機能を改善する方向に働いていると考えられる。

A．研究目的

近年，わがくにおいては、急速な高齢化が進んでいる。高齢者は、加齢に伴う身体機能の低下、特にバランス機能の低下により転倒の危険性が高くなる[1]。転倒により，日常生活動作（ADL:Activities of Daily Living）の狭小化，転倒後症候群、寝たきり状態への移行が進むと考えられる。転倒を防止するためにはバランス機能の維持が重要である。バランス機能の低下防止においては運動面（筋骨格系，神経筋協同収縮系など）への刺激が注目されがちであるが，本研究では，その刺激入力の容易さから，感覚面（視覚系，前庭迷路，体性感覚系など）の刺激に注目した。その中で，体制感覚への刺激入力に着目した。体制感覚の刺激によるバランス機能の改善に対して、静的な立位ではあるが足底の刺激が有効であることが報告されている[2]。しかし、転倒は、姿勢の移行、すなわち、立位から歩行への動的変化、立位でものを取るような高さ方向の変化がある時に生じやすい。

そこで、本研究では，歩行時のような動的なバランス機能に対しても足底の刺激が有効であると仮定して，ウェアラブルな足底刺激装置を試作し，その効果を検証した。

B．研究方法

1　振動刺激装置

開発した足底に刺激を与える装置（以下振動刺激装置）の外観をFig.1に示す。本研究では，足底刺激を行うための装置としてフレキシブル基板上に回路をプリントし，回路上にタクトスイッチ（SKQGAD, ALPS）を実装，その上に振動モータ（FM34F，東京パーツ工業）を取り付けた。

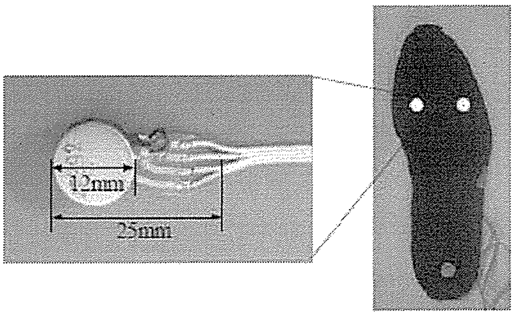


Fig.1 vibration system

2　実験方法

2.1 測定装置

本研究では加速度により歩行時のバランス機能の評価を行った。加速度センサ（H48A 日立金属）からの信号はマルチテレメータシステム（WEB5000,

日本光電）によって収集され，A/D変換ボードを介しPCに取り込まれ，サンプリング周波数1[kHz]で記録された。

2.2 測定方法

加速度センサは被験者の腰背部中央に取り付けた。測定中にセンサがずれないように，センサをベルトによって固定した。テレメータの送信部は歩行の邪魔にならないようリュックの中に入れ，それを背負って測定を行った。 加速度は前後，左右，上下方向の3軸について測定した。

測定は刺激無しの場合と両足に刺激を与えた場合の 2 種類の歩行に対して行った。歩行は直線10[m]程度を往復とした。測定中に与えられる振動刺激の箇所は，踵骨と第一中足骨、第五中足骨付近の3箇所であり，歩行中の立脚時に刺激が与えられた。

測定対象者は正常歩行を行える健常成人男性 6名（年齢 24.8±3.3 歳，身長 172.7±2.5cm，体重62±7.9kg）とした。測定中の履物は，履物の種類による加速度への影響を考慮して，全員こちらで用意したものを使用した。

（倫理面への配慮）

本研究は千葉大学工学部倫理規定に沿って行われ、各被験者には事前に実験方法を説明し承諾を得ている。

2.3 解析方法

測定で得られた加速度波形の解析は以下の方法で行った。刺激なしと刺激ありの両歩行で得られた波形における両足5歩分の波形を取り出し，自己相関，二乗平均平方根（root mean square， 以下rms値）を計算した。取り出したデータは歩行のはじめと終わりを除く安定した波形を切り出した。

また、rms値の結果から前後左右方向の加速度の軌跡面積を検討した。軌跡面積は前後方向と左右方向のrms値を掛け合わせて求めることができる。

C．研究結果

計算の結果，自己相関では変化は見られなかったが，rms値で刺激無しの歩行と刺激ありの歩行に差が見られた。Fig.2に各被験者の刺激ありの歩行時における加速度3軸のrms値を示す。刺激無しの歩行時のrms値を1として正規化した値を示す。

被験者Aを除いて全体的にrms値が減少していることが確認できた。

前後左右方向の刺激なしと刺激ありの場合の加速度の軌跡の例をFig.3 に示す。1[g]=9.8[m/s2]とする。

上下方向の加速度波形の刺激無しと刺激ありの加速度波形の典型例をFig.4に示す。

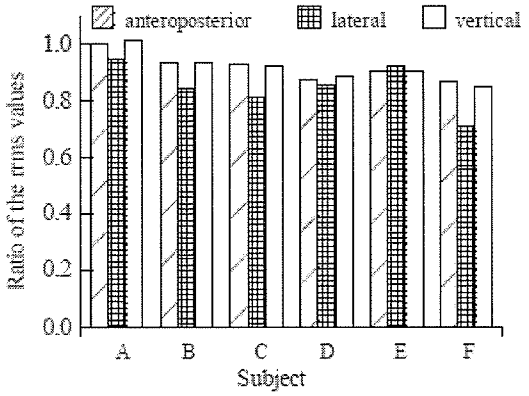


Fig.2 Ratio of root mean square values without stimulation against to with stimulation

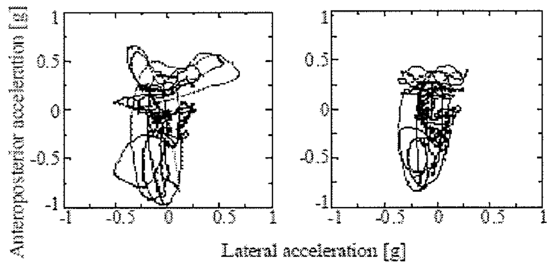


Fig3. Acceleration trajectory (left:with stimulation, right:without stimulation)

D．考察

刺激無しと刺激ありの歩行における前後，左右，上下方向の加速度波形に対して自己相関，rms 値，そして，rms値から軌跡面積を計算した。

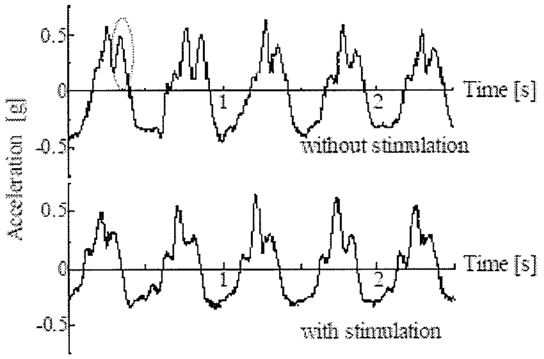


Fig.4　Waveform of vertical acceleration

自己相関には両歩行間の差異は見られなかった。

Fig.2 より，被験者 A を除いた他の被験者で刺激ありの場合での加速度 3 軸全ての rms 値が，刺激無しの場合に比べ減少している。これより，各方向の変位量が小さくなっていると考えられる。Fig.3 より，前後左右方向の加速度の軌跡において，刺激有りの場合の方が軌跡の範囲が全体的に小さくなっている事が確認できる。また，Fig.2 から確認できる rms 値の全体的な減少により，軌跡面積も刺激ありの場合のほうが小さいということが確認された。これより，刺激を与えた場合の方が前後左右方向の歩行中の体の揺れが小さくなっているといえる。また，Fig.4 の上下方向の加速度波形から，刺激ありの場合において波形の 3 つ目のピーク（丸をつけた場所）が小さくなっていることが観察された。これより，蹴り出しの力が弱くなっていると考えられる。

蹴り出しの力が弱くなっているのは，そうすることで遊脚期を短くし，安定期を長く取ろうとしていることが考えられる。しかし，自己相関が両歩行で変化していないため，歩行周期には変化はない。また，上下方向の加速度波形からも周期に変化がないことが分かる。したがって，安定期を長くとろうとする動きではないと思われる。そこで，刺激がある時に蹴り出しの力を弱くすることで，前後，左右，上下各方向の体の揺れを小さくしようとしていると考えられる。これは，足底への刺激を外乱としてとらえ，体を安定させる必要があると認識されるために起こるのではないかと思われる。

以上のことより，本研究で用いた足底刺激装置は，外乱を発生させることで平坦な道でありながら，擬似的な外乱歩行をさせ，体を安定させようとする機能を引き出すと考えられる。そこで，この装置による外乱歩行のトレーニングを長期間行うことで外乱歩行時の体の安定性を高め，通常歩行時におけるバランス機能が改善される可能性が示唆される。今後は，実際に長期間トレーニングを行った際のバランス機能がどのようになるかが検討課題として挙げられる。

E．結論

高齢者のバランス機能を改善する目的で、体性感覚に刺激を与えることに着目した。簡単に体性感覚刺激を発生させる部位として足底を用いて、そこを刺激するインソール刺激システムを考案した。若年健常成人の歩行中、立脚時の足底刺激を行い、動作中の加速度を計測した。その結果、加速度の rms 値が，刺激無しの場合に比べ減少し体幹の揺れが少なくなっていることが示された。このことは、刺激がバランス機能を改善する方向に働いていると考えられる。

今後、高齢者を対象者として実験を行い、効果を検証する。

＜参考文献＞

[1]　Judge JO. Dynamic balance in older persons:effects of reduced visual and proprioceptive input. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 1995; 50: M263-70.

[2]　Attila A Ptiplata. Vibrating insoles and balance control in elderly people. Lancet 2003; 362: 1123-24.

F．研究発表

1．論文発表

- 山本弘毅，吉村拓巳，関根正樹，田村俊世．高齢者のバランス機能改善を目的とした足裏刺

激装置の開発，第 21 回生体・生理工学シンポジウム論文集，pp413-414，2006.

２．学会発表

- なし

H．知的所有権の取得状況

１．特許取得

- なし

２．実用新案登録

- なし

３．その他

- なし

資料:高齢者のバランス機能改善を目的とした足裏刺激装置の開発

背景

加齢に伴う身体機能低下
立位バランス能力
歩行能力、その他

転倒の危険性の増大

転倒により
日常生活動作(ADL:Activities of Daily Living)の狭小化
寝たきり状態への移行

転倒を防止することが必要

低下したバランス機能の改善

研究目的

・バランス機能の維持

運動面… 筋骨格系、神経筋協同収縮系
感覚入力… 視覚系、前庭迷路、体性感覚系

刺激入力の容易な**体性感覚**への刺激に着目

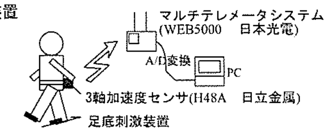
バランス機能の改善

・足底刺激…静的立位で効果有り

歩行時のような動的バランスに対しても有効と仮定
足底刺激装置を作製しその効果を検証

測定方法1(若年健常者)

・測定装置



・測定条件

被験者:健常成人6名
(年齢24.8±3.3歳，身長172.7±2.5cm，体重62.0±7.9kg)

測定条件:刺激無し/刺激有り
(刺激箇所:踵骨，第1，第5中足骨付近
刺激タイミング:歩行中立脚時)

測定距離:直線10mを往復

解析項目

・自己相関…一歩周期を算出(周期の長さの変化を評価)

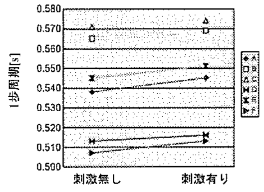
・rms値…フィルタをかけ、加速度波形から10歩分を切り出した後算出(歩行時の加速度の大きさを評価)

・位相平面…10歩分の前後左右方向の加速度をプロットし平面図に面積はrms値を掛けることで算出
(歩行時の体の動揺を擬似的に評価)

・加速度波形…加速度波形を刺激無しと刺激有りで比較

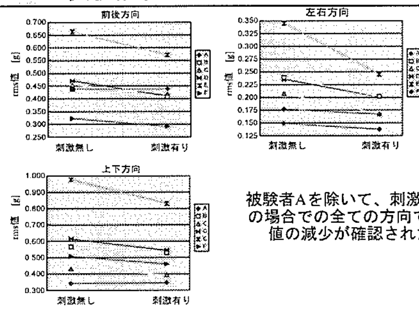
実験結果　自己相関

得られた加速度波形からはじめと終わりを除く両足5歩分の波形を取り出し、自己相関(1周期)を算出



刺激無しの場合と刺激ありの場合を比較して自己相関に変化なし

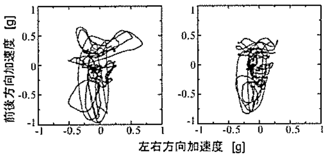
実験結果　rms値



被験者Aを除いて、刺激ありの場合での全ての方向でrms値の減少が確認された

実験結果　前後左右方向軌跡

前後，左右方向の加速度から軌跡を描く



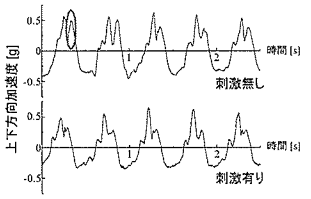
左:刺激無し　右:刺激有り

刺激無しの場合に比べて刺激有りの場合では
軌跡の範囲が小さくなっている

rms値から刺激有りの方が面積が小さくなっている

実験結果　上下方向加速度波形

刺激無しの場合と刺激有りの場合の
上下方向の加速度波形を比較



刺激有りの場合において印をつけた場所のピークが
小さくなっている

まとめ

被験者:健常成人6名に対して

- 自己相関…変化無し
  ⇒ 歩行周期に変化無し
- rms値…刺激有りにおいて減少
- 前後左右方向軌跡…刺激ありにおいて範囲，面積減少
  ⇒ 体の激しい動きが小さくなっている？
- 上下方向加速度…刺激ありにおいて波形の1部分のピーク減少
  ⇒ 減少…蹴り出しのピーク，蹴り出しの力が弱くなっている

体の安定性を高めようとした動きをしている

足底刺激装置のトレーニング機器としての可能性

厚生労働科学研究費補助金（長寿科学総合研究事業）
分担研究報告書

転倒リスクのアセスメントの作成

分担研究者　東　祐二　八日会藤元早鈴病院・室長

研究要旨　医療事故のうち転倒による事故が多くを占め、中でもリハビリテーション適応疾患で最も多い脳卒中片麻痺者の転倒リスクは高く予防策が必要である。これまでの対応としては個々に歩行状況についてアセスメントが行われており総合的にアセスメント指導する必要がある。また、評価方法もリハビリテーション専門職の経験によるものが多く定量的な評価法の確立も重要な課題である。本研究では、既存のガイドラインをもとに転倒に特化したアセスメント作りを行い臨床での転倒予防マネジメントに応用する。本年度は、通所介護利用者に対し歩行を中心とした実態調査を実施した結果、脳卒中片麻痺者の歩行機能および転倒発生の原因について検討することができた。

A．研究目的

平成17年1月～12月の間に、全国555施設から報告された、医療事故総件数1114件のうち、転倒事故は143件（12%）であり（医療事故情報収集等事業平成１７年年報　平成１８年８月９日財団法人日本医療機能評価機構　医療事故防止センター）、介護保険下でも様々な転倒予防に関する取り組みがなされている。

一方、リハビリテーション領域での適応疾患で最も多いのは脳血管疾患であり、脳血管障害による片麻痺を呈した方の歩行時の転倒発生頻度は高い状況である。厚生労働省の平成17年10月患者調査においても脳血管性疾患は入院233.6千人（16.0%）外来122.9千人（1.7%）と推計されておりその予防策を構築することは急務と考えられる。

片麻痺者へのこれまでの歩行転倒に関する対応方法としては、歩行形態の評価、装具の処方、杖・歩行器などの活用、トレーニング方法の指導など個々のリハビリテーション専門職の経験に委ねられている状況である。

本研究では、既存のガイドラインであるリハビリテーション医療における「リスクマネジメントガイドライン」。（厚生労働科学研究費補助金　医療技術評価総合研究事業　医療の質及び医療安全体制の確保に関する研究―医療事故を防止するための対策の効果的な実施及び評価に関する研究15151501－　平成15年～17年）を参考に、歩行の定量的な評価を行い、転倒に特化したアセスメントシートを作成しリハビリテーションの臨床で行われる装具処方検討会等で転倒予防のマネジメントに実施応用する。

本年度は、通所介護利用者に対し歩行を中心とした実態調査を実施しアセスメント項目の抽出に関する検討を行った。

B．研究方法

対象は本研究員の勤務する関連の通所介護施設に通所する70名で内訳は男13名、女57名、年齢83±7歳とした。方法は対象の疾患名、要介護度を施設職員から聞き取り調査を行い、立位バランスの

指標として用いられている片足立位、Functional Reach Test（以下ＦＲＴ）、歩行評価の指標として用いられている 10m歩行時間、Timed Up and Go Test(以下ＴＵＧＴ)および歩行形態、使用補装具の有無について計測および調査を行った。

解析は疾患名から脳血管障害者を抽出し片足立位、ＦＲＴ、１０m歩行時間、ＴＵＧＴについて比較検討した。

（倫理面への配慮）調査・計測にあたっては、施設の承諾を得て当該施設の倫理委員会の承認を得た上で、本人および家族に十分説明を行い調査・計測から得られた情報が漏洩しないようつとめた。また、計測においては被験者からの計測中止の要請があった場合はすみやかに計測を中止するよう配慮した。

C．研究結果

脳血管障害のある方は 70 名中 22 名（31.4%）であった。また、脳血管障害のある方で歩行に監視が必要な方は、他の疾患が 22.9%であったのに対し 36.3%で歩行補助具や補装具を使用している方が 50%存在した。その他の疾患の方は歩行補助具を使用しているのは 25%であった。歩行評価の指標となる立位バランスの評価項目である片足立位・ＦＲＴでは、脳血管障害のある方は片足立位保持時間が短く、ＦＲＴでの可動範囲も狭かった。また、脳血管障害のある方は他の疾患の方に比べ 10m歩行も時間を要しており、立ち上がり・方向転換を含む TUGT においても有意な差（$p<0.05$）が見られた。

D．考察

脳血管障害のある方はその後遺症として片麻痺を呈することが多く、麻痺により歩行に監視を要する方が多く存在したものと思われた。また、麻痺により失われた機能を補うために歩行補助具や補装具は日常生活でも多くの場面で使用していることがうかがえた。

片足立位・ＦＲＴにおいても、麻痺の影響により片足立位保持を持続することが困難であり前方への重心移動においても不十分で立位姿勢における不安定性を有することが示唆された。

10m歩行速度・ＴＵＧＴに時間を要したことは歩行機能の基本姿勢である立位場面での不安定性が影響したものと考えられる。

E．結論

今回の調査において脳血管障害が原因で要介護状態になった方の歩行レベルは各項目で低下しており転倒のリスクに大きく影響しているものと思われた。

今回の結果をもとに、転倒のリスクを回避するために以下の項目についてさらに調査し検討を加えていきたいと考える。

１）本人自身の問題として①運動機能の向上（バランス・筋力・柔軟性）　②高次脳機能の向上　③活動意欲の向上　④安全な動作方法の指導。

２）環境面の調整として、①家屋環境の調整　②補装具の調整（杖・車椅子歩行器・自助具等）③安全装置の適合性のチェック　④家族介護者への指導　⑤その他のサービス提供者との連携(一貫した援助

表1　歩行条件の比較

	対象者	歩行自立	歩行監視	杖なし	1点杖	4点杖	補装具
脳血管障害	22名	14名	8名	11名	9名	2名	3名
他の疾患	48名	37名	11名	37名	12名	0名	0名

表2　計測結果の比較

	片足立位	FRT	10m歩行	TUGT
脳血管障害	2.4±1.8 秒	18.8±7.1cm	19.7±8.9 秒	21.1±9.2 秒
他の疾患	4.8±6.6 秒	19.9±5.9cm	17.3±9.7 秒	17.6±8.9 秒

体制の構築）
３）定量的でかつ経時的な評価法の確立によって、自立度の判定に客観性を持たせる。
４）現状の課題としては、人的介護や支援システムに頼る部分が大きいため、工学的な手法を取り入れた、安全装置の開発が必要である。

Ｆ．研究発表
１．論文発表
- Ichinoseki-Sekine N, Kuwae Y, Higashi Y, Fujimoto T, Sekine M, Tamura T. Improving the accuracy of pedometer used by the elderly with the FFT algorithm. Medicine & Science in Sports & Exercise. Sep;38(9):1674-81, 2006.
- 関根正樹，木内尚子，前田祐佳，田村俊世，桑江　豊，東　祐二，藤元登四郎，大島秀武，志賀利一．高齢者の歩容に対応した歩数計の開発－カウントアルゴリズムの検討－．第 21 回生体・生理工学シンポジウム論文集，pp521-522，2006.

２．学会発表
- 湯地忠彦，桑江豊，新地友和，鷹居彩子，東　祐二，藤元登四郎，関根正樹，田村俊世．デイサービス利用者における１０ｍ歩行速度，Timed up & go test の関連について．第 41 回日本理学療法学術大会，2006.
- 桑江　豊，新地友和，湯地忠彦，鷹居彩子，東祐二，藤元登四郎，関根正樹，田村俊世．加速度計による片麻痺歩行の評価－加速度と減速度の出力に着目して－．第 41 回日本理学療法学術大会，2006.
- 湯地忠彦，東　祐二，藤元登四郎，関根正樹，田村俊世．リハビリテーション在宅医療制度と ME．日本生体医工学会専門別研究会「在宅医療とＭＥ技術」，2006.

Ｈ．知的所有権の取得状況
１．特許取得
- なし

２．実用新案登録
- なし

３．その他
- なし

研究協力者
桑江豊（社団法人八日会　藤元早鈴病院）
新地友和（社団法人八日会　藤元早鈴病院）
湯地忠彦（社団法人八日会　藤元早鈴病院）
藤元登四郎（社団法人八日会　藤元早鈴病院）
関根正樹（千葉大学工学部）

資料:デイサービス利用者における10m歩行速度, Timed up & go testの関連について

背景

軽度要介護者（介護認定レベル:要支援、要介護1, 2）の重度化

介護保険料の増大

平成18年度
介護保険改正

予防給付（*介護予防サービス*）の開始

介護予防サービスの具体的内容
サービス提供場所:<u>通所介護</u>、通所リハビリテーション等
提供内容:<u>運動器機能向上</u>・口腔機能向上・栄養改善

通所介護施設（デイサービス）へ介護予防を目的とした
リハビリテーション専門職（PT・OT）の先行派遣

⇩

利用者の身体状況把握調査として
運動機能を含めた生活機能評価を実施

⇩

主に移動に関する10m歩行速度・Time Up & Go Test
2項目に着目し関連性について検討

対象

当院関連の通所介護施設利用者で要支援～要介護2
の要介護認定を受けた歩行可能な方95名

- 男性18名, 女性77名
- 平均年齢82.4±6.7歳

尚、本研究は当院倫理委員会の承認を得、すべての対象者より
インフォームドコンセントを得た後実施した。

方法

《1》 10m 歩行速度を計測

休息

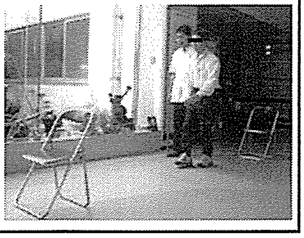
《2》 Time Up & Go Test を 計測（以下TUGT）

《1》《2》 の相関について検討

計測風景

10m 歩行速度

Time Up & Go Test



解析方法

10m歩行時間の平均値を求め
平均値より速い群・遅い群に分類

更にTUGT施行時間の平均値を求め
平均値より速い群遅い群に分類

◎10m歩行速度・TUGTのいずれも速い群
◎ 10m歩行速度の速い群でTUGTが遅い群
◎ 10m歩行速度の遅い群でTUGTが速い群
◎ 10m歩行速度・TUGTのいずれも遅い群

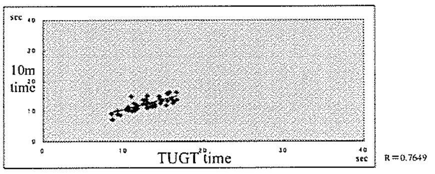
**4群に分類し
評価項目間で
相関のあるなしを検討**

結果

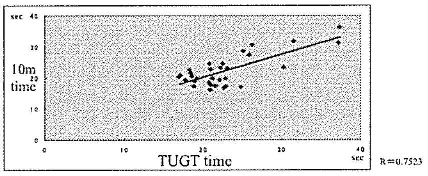
10m歩行時間の平均値:16.89±5.69秒
TUGT施行時間の平均値:17.67±5.63秒

	項目	人数	
1	10m歩行速度・TUGTのいずれも速い群	49名	※※
2	10m歩行速度の速い群でTUGTが遅い群	8名	
3	10m歩行速度の遅い群でTUGTが速い群	7名	
4	10m歩行速度・TUGTのいずれも遅い群	31名	※※

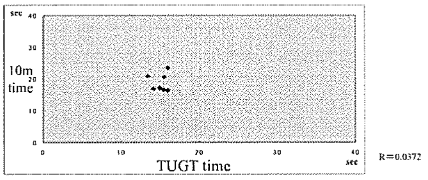
※※ 1, 2において相関が認められた(P<0.01)



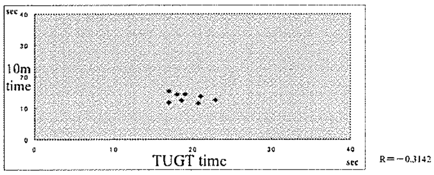
10m歩行速度・TUGTのいずれも速い群(相関ありP<0.01)



10m歩行速度・TUGTのいずれも遅い群(相関ありP<0.01)



10m歩行速度の速い群でTUGTが遅い群(相関なし)



10m歩行速度の遅い群でTUGTが速い群(相関なし)

考察

◎ 歩行速度とTUGTがいずれも速い群、いずれも遅い群において相関を認めた。

↓

TUGTに含まれる複合動作が直接歩行に影響

◎ 歩行速度とTUGTのいずれか一方が速い群において相関を認めなかった。

↓

TUGTに含まれる複合動作にかかる時間のばらつきが影響

結論

- 通所介護における機能評価として10m歩行速度・TUGTを計測しその関連性を検討した。
- 10m歩行速度TUGTいずれも速い群・遅い群で相関を認めた
- 10m歩行速度TUGTいずれか一方が速い群・遅い群では相関を認めなかった。
- 今後、定期的な機能評価や評価項目間の関連性をについて検討をすすめいきたい。

厚生労働科学研究費補助金（長寿科学総合研究事業）
分担研究報告書

転倒予防のための最適空間設計

分担研究者　中山茂樹　千葉大学工学部デザイン工学科・教授

研究要旨　本研究は高齢者の転倒防止を考慮した空間デザインについて考察することを目的としているが、主に高齢者居住施設あるいは医療施設における空間設計に関する諸問題に視点を充てている。近年注目されている小規模生活単位型ホームなど、家庭的な雰囲気を持ち、居住者の快適性とプライバシー確保を最大限に確保するような施設デザインにおいては、転倒事故を防ぐための、空間規模、諸施設の連携、室のしつらいや家具配置、および仕上げ材の選定などの要因が大きく関わっているものと考えられる。一方、転倒事故を皆無にすることはかなり難しいのも事実であり、仮に転倒があった場合、事故を最小限にとどめる対策を建築学的に考察することも本稿の目的である。

A．研究目的

医療施設や高齢者居住施設における高齢者の転倒事故は多発している。この問題にしたいして建築環境や空間の設計から、どのような対応手法があるのか、具体的な設計手法として考察することが本研究の目的である。

本年は転倒事故の実態とそれに起因している建築要件を探し、どのような条件の際に転倒事故が発生しているかを明らかにする。

なお、本稿では住宅における転倒事故については扱わない。

B．研究方法

近年の高齢者居住施設は、ユニット形式を採用し家庭的な雰囲気を持ちながら、より豊かな生活が営めることを目的に、さまざまなプランタイプが採用されている。本研究では、まず近年建設されたさまざまな空間・ユニットを収集し、それらのデザイン意図を分析し、加えて、転倒事故の発生場所との関連について検討する。

その対象範囲は、いわゆる特別養護老人ホームとしての居住施設ばかりでなく、シルバーハウジングや高齢者特別優良賃貸住宅、ケアハウス、老人保健施設なども考え、また少数例ながら海外のシニア住宅も対象とする。

C．研究結果

1．転倒事故の実態

某回復期リハビリテーション病院における転倒事故のレポートによれば年間総入院患者数 702 人、うち実質転倒者数は 293 人（延べ転倒件数は 911 件）であり、入院患者数の 40%以上が転倒を経験し、それらの患者は入院中に 3 回程度の転倒事故を起こしている。入院 1 週間以内も最も多く（14%）、徐々に減少していくが、1 か月以内の転倒事故は総件数の 40%を占める。時間大別では 10～12 時が最も多く、スタッフ数の少ない夜勤帯よりも、患者の活動量の多い日勤帯での事故が多い。

病院内における転倒場所としては、自室が約 6 割を占め、次いで、便所・廊下と続く。病室は患者にとって日常生活動作の中心である移動・移乗を行う生活の場であるため、能力以上の行動を起こす、