

機関番号：32665

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20570231

研究課題名(和文) 転倒危険度予測のための足趾把握筋力測定法の開発と評価

研究課題名(英文) Development and evaluation of a foot grip strength measurement tool for prediction of fall accident risk

研究代表者

青木 和夫 (AOKI KAZUO)

日本大学・理工学部・教授

研究者番号：70125970

研究成果の概要(和文)：高齢者の転倒は下肢の筋力の低下が大きな要因であることがわかってきたため、足趾把握筋力を測定する装置を作成し、この測定装置を用いて約300名の測定を行うと同時に、転倒経験の有無、日常の運動習慣、体力などの測定を行った。その結果、女性においては日常の運動習慣の有無と足趾把握筋力の間に関連が見られた。また、40名の成人を対象とした測定で、重心移動能力と足趾把握筋力の間に相関がみられたことから、外乱による転倒の防止に足趾把握筋力が関与していることが推測された。

研究成果の概要(英文)：The strength level of lower limbs is considered to be related to the fall accidents of elderly people. We developed a dynamometer for measuring foot grip strength and about 300 male and female subjects were measured with a questionnaire on the experience of fall accident and activity of daily life. The results showed that the foot grip strength related to the physical activity in daily life. Then 40 male and female subjects were measured foot grip strength with the measurement of the area that one can move the center of gravity in standing position. From the result that the foot grip strength was related to the area of moved center of gravity, it was suggested that the foot grip strength was related to the prevention of fall accidents.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2009年度	500,000	150,000	650,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	2,500,000	750,000	3,250,000

研究分野：人間工学

科研費の分科・細目：人類学・応用人類学

キーワード：転倒、予測、足趾把握筋力

1. 研究開始当初の背景

(1) 高齢者の転倒の要因と足趾把握筋力

高齢期の主要な健康問題である“寝たきり”“要介護状態”の予防に対し、包括的な保健・医療・福祉サービスの一環として、転倒対策が注目されている。高齢者の転倒は、

偶発的な因子を持つと同時に、ひとたび姿勢が乱れると立ち直るための姿勢調整能力や防御反応が適切に発揮されずに発生することが多い。転倒防止のためには、下肢の運動機能や姿勢調整能力の維持・向上を図ることが重要である。足部は身体の中で唯一地面と

接する部分であり、足趾は立位・歩行時の姿勢安定性に関与していることが報告されている。近年、足趾・足底訓練による足趾把握筋力の強化により下肢運動機能や姿勢調整能力の改善と転倒予防の関連を示唆する報告がされている。しかし足趾把握筋力そのものについて検討された報告は僅かである。申請者は新たな足握力計として、足趾底屈力測定器を作成し、特許出願した（特願2004-336174 脚握力測定装置）。

(2) 足趾把握筋力測定機プロトタイプの開発

足趾把握筋力（足趾の屈曲筋力）は測定するための測定器がなかったために、まず市販されている Smedley 式握力計を、足用に改良した測定器を試作した。この Pull 式測定器を用いて、年齢 20 代～70 代で日常生活に支障のない運動機能を有した被験者 97 名（男性 45 名、女性 52 名）を対象に測定を行った。実験では足趾把握筋力と共に上肢握力、開眼時の重心動揺、片足立位保持時間、上肢前方到達距離、10m 自由歩行時間および 10m 最速歩行時間を計測し足趾把握筋力と各測定項目との関係を、ピアソンの相関係数を求め検討した。

測定の結果、足趾把握筋力は20歳代が120.5N(12.3kg)と最も高く、50歳代以降で低下の割合が高くなり、70歳代では60.8N(6.2kg)と20歳代の50%に低下していた。筋力の加齢に伴う変化についての先行研究と同様に、加齢により足趾把握筋力が50%、上肢の握力は45%、低下する傾向を示した。上下肢の筋力については、下肢筋力の低下する率が高いとの報告があり、今回の測定においても足趾把握筋力の低下率が握力の低下率よりも高い傾向を示した。以上のことより、足趾把握筋力は下肢筋力を総合的に反映させる値になる可能性を示唆すると考える。足趾把握筋力と立位・歩行の関連について、転倒との関連が多く報告されている片足立位保持時間、上肢前方到達距離および10m最速歩行時間と相関が認められた。従って、足趾把握筋力は動的な立位姿勢保持や姿勢調節能力の一因子であると考えられ、測定の有効性が示された。

(3) 足趾把握筋力測定器の改良

上記の自作測定器は足の指を屈曲させなければならぬため、測定困難な事例が存在した。そこで、測定器の所定の場所に、足趾を押し当てることにより足趾底屈力を測定する構造の Push 式測定器を新たに開発し特許出願した。センサには歪みゲージを使用し、上肢の握力のように最大値を計測する。また、同時に瞬発力や力の持続時間の測定も可能であり、より多くのデータから、足趾把握筋力の特性が解析可能である。これまでの筋力測定器の多くは高価で、多くの施設へ普及さ

せるには限界がある。煩雑な測定操作を必要とするものも多く、多忙な業務の合間や病棟、在宅などの環境下ではその使用が制限される。しかし、新たに試作される足握力計は定量的に筋力を測定でき、比較的簡便に足趾把握筋力の測定が可能で、臨床の場で有益であるとともに、家庭での筋力測定器具としても使用可能である。

新たに開発した Push 式足趾把握筋力測定器と前に作成した Pull 式測定器の測定値の相関については、立位で測定した場合の相関係数は $r=0.689$ 、座位で測定した場合は $r=0.592$ であった。

2. 研究の目的

高齢者の転倒を防止するためには、下肢の運動機能や姿勢調節能力の維持・向上を図ることが重要である。特に下肢の筋力の低下は転倒の大きな要因であることがわかってきた。しかし足趾把握筋力を測定するための既存の測定器はないため、測定器を新たに開発してきた。この足趾把握筋力測定器を用いて多くの被験者を対象にして測定を行い、転倒経験の有無との関連を分析し、転倒のしやすさと足趾把握筋力の関係を明らかにしてゆくことによって転倒の危険度を予測することが本研究の目的である。

3. 研究の方法

(1) 複数の足趾把握力測定器の作成

これまでに開発した足趾把握力測定器を必要に応じて改良し、複数台作成して、多数の人間の足趾把握力測定を行えるようにするために、現有の試作器をもとに、5台程度の測定器を改良して作成する。現在の試作器は1台のみであり、片足ずつしか測定ができない。そこで左右の足趾把握筋力を同時に測定できるように2台の測定器を用いて測定できるようにする。

(2) 足趾把握筋力と転倒危険因子の関連性の分析

某電力関連企業の社員、協力企業、委託員 298 名（男性 162 名、女性 136 名）を対象として足趾把握筋力の測定を行った。足趾把握筋力のほかに、身長、体重、体脂肪率等の測定、長座体前屈、反応時間、閉眼片足立ち、10m 障害物歩行等の体力測定を実施した。また、日常の運動習慣、転倒の経験の有無を聞きとった。

(3) 足趾把握筋力と立位姿勢安定性の関連性の分析

健康成人 40 名、平均年齢 45.3 ± 17.2 歳、（男性 25 名；平均年齢 44.8 ± 18.9 歳、女性 15 名；平均年齢 46.1 ± 14.6 歳）の大学職員および学生を対象に測定を行った。測定項目

は、握力、足趾把握筋力、ファンクショナル・リーチ(FR)、重心動揺(アニマ株式会社、グラビコーダGS-10)とした。なお、重心動揺計上で、前後左右に体重を移動させ、それぞれの位置において重心動揺軌跡を記録し重心移動域を求めた。

4. 研究成果

(1) 複数の足趾把握力測定器の作成

多数の測定を行うために、新たに5台の足趾把握筋力測定器を製作した。なお、製作に当たっては機器の精度の向上をはかるために機器にいくつかの改良を加えた。

改良は最大測定荷重の増加と測定誤差の減少を目的として行った。その結果、最大測定可能荷重は試作測定器の約2倍である500Nに増加した。これまで測定を行ってきた中で最大の測定値は230Nであったので、十分に測定範囲をカバーできるようになったと考えられた。また測定誤差は最大で0.3%と、試作測定器の約10分の1に減少した。これらの結果から、新たに作成した足趾把握筋力測定器は今後のデータ収集に十分に耐えるものであると判断された。

(2) 足趾把握筋力と転倒危険因子の関連性の分析

298名の足趾把握筋力の性別年齢別分布を図1、2に示した。足趾把握筋力は男性のほうが大きな値を示した。また、分布の形状は男性のほうが幅広く分布し正規分布状であったが、女性は分布範囲が狭くかつ低いほうにやや偏った分布を示した。年齢別にみると男性では年齢が高くなるとともに足握力は

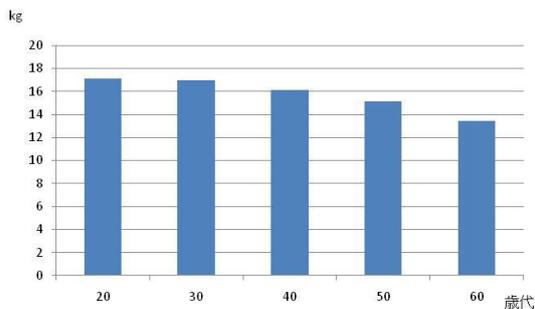


図1. 年代別足趾把握筋力の左右平均値(男性)

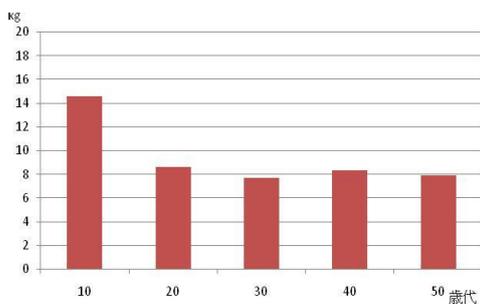


図2. 年代別足趾把握筋力の左右平均値(女性)

低下する傾向がみられたが、女性では10歳代以外はほぼ同じ平均値を示した。なお、前に測定した足握力の年代別の平均値に比べて、女性の20歳代、30歳代はやや低い値であった。

また、転倒経験の有無と足趾把握筋力の関連性について分析を行ったが、有意な関連は見られなかった。運動習慣との関連では、女性において、運動習慣のある人のほうが有意に足趾把握筋力が大きかった。

以上の結果から、女性では20歳以上でほとんど足趾把握筋力の値が同じであり、運動習慣と足趾把握筋力に関連がみられたことから、足趾把握筋力には年齢よりも運動習慣のほうが影響している可能性が考えられた。

(3) 足趾把握筋力と立位姿勢安定性の関連性の分析

重心移動域および姿勢の安定性の指標であるIPS(Index of Postural Stability)と年齢については、前方移動域、前後移動域、安定域面積、IPSおよびFRと年齢の間に負の相関を認めた(図3)。

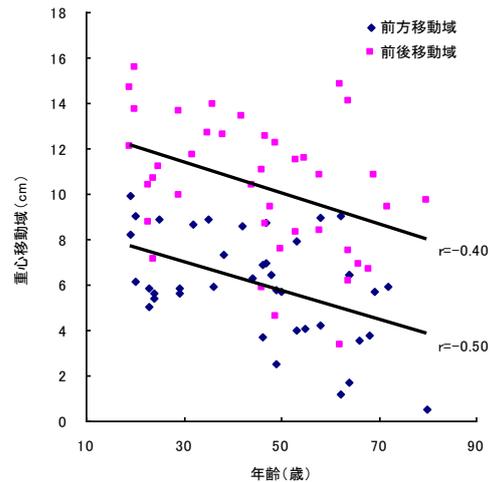


図3. 年齢と前方移動域、前後移動域の相関

重心移動域と足趾把握筋力(坐位)については、後方移動域、前後移動域、右方移動域、左右移動域および安定域面積と足趾把握筋力(坐位)との間に正の相関を認めた。また、重心移動域と足趾把握筋力(立位)については、後方移動域、前後移動域、左方移動域、左右移動域、安定域面積(図4)と足趾把握筋力(立位)との間に正の相関を認めた。さらに、FRと足趾把握筋力(坐位)、足趾把握筋力(立位)間において正の相関を認めた。

軌跡長と矩形面積では、軌跡長平均と年齢、矩形面積平均と年齢との間に正の相関を認め、後方位置での値と年齢との間に正の相関を認めた。また、軌跡長比(前)と握力間で正の相関、軌跡長比(前)と足趾把握筋力

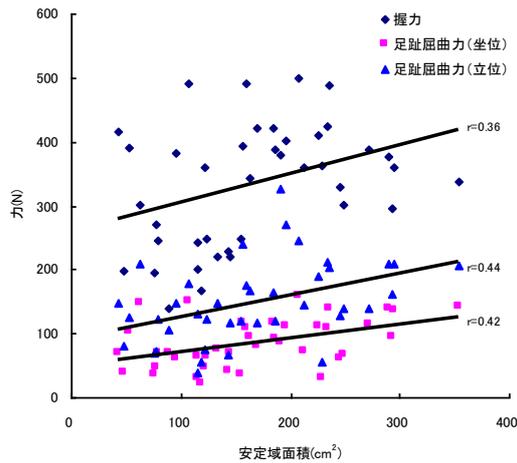


図4 安定域面積と力の相関

(坐位)との間に正の相関を認めた。さらに、各位置での軌跡長は中央での値に対して有意に大きな値を示した(図5)。

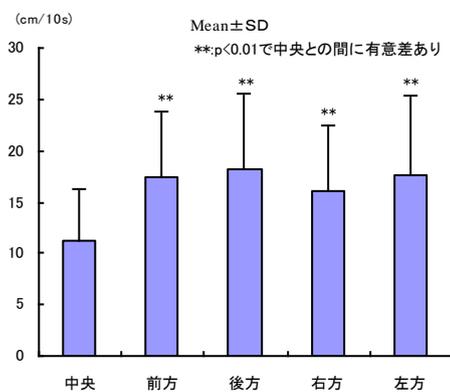


図5 各位置での重心動揺軌跡長

以上のことから、重心移動域およびIPSでは、前方、前後方向、安定域面積が年齢と負の相関を示し、また、FRおよびIPSでも同様の傾向が認められた。これらにより、加齢とともに立位姿勢で重心を移動する範囲が減少することが示唆され、加齢に伴い、動作などで重心移動が起こる際に不安定になることが推察される。重心移動域は、足趾把握筋力と相関があり、大きな重心移動には足趾把握筋力が関係していることが推察された。

重心動揺の軌跡長、矩形面積の平均値は、先行研究とほぼ一致した。重心動揺が支持基底面の外周位置に近づくと値が大きくなることも、先行研究と一致し、静的な立位バランスは年齢とともに低下し、支持基底面の外周に近づくと不安定になることが示された。とくに後方位置での重心動揺は年齢との相関が大きい傾向にあり、高齢になると重心が後方に移動していると不安定になることが示された。

本研究の結果から、加齢とともに立位姿勢で重心を移動する範囲は減少し、立位姿勢での安定性が低下することが示唆された。また、より積極的な重心移動には、足趾把握筋力が関連していることが示された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計0件)

[学会発表] (計4件)

①田中まり子、田中勇治、青木和夫、堀内邦雄、重心移動時の立位姿勢の調節に関わる要因の研究、日本人間工学会第51回大会、2010.6.20、札幌

②吉澤由里子、鹿毛佳子、池野太郎、青木和夫、事業所における転倒災害防止のための身体機能測定法の検討、日本人間工学会第51回大会、2010.6.19、札幌

③田中勇治、田中まり子、宮坂智哉、青木和夫、堀内邦雄、足趾屈曲力と重心動揺、重心移動域の関連性について、第45回日本理学療法学会大会、2010.5.17、岐阜

④ Kazuo Aoki、Kunio Horiuchi and Sachiko Handa、Development of a foot grip strength measurement tool for prevention of fall accident of elderly persons、17th World Congress on Ergonomics、2009.8.11、Beijing (in CD-ROM)

[産業財産権]

○取得状況 (計1件)

名称：足握力測定装置およびこの装置を利用した転倒度表示機能付き体重計または身長計

発明者：青木和夫、堀内邦雄、半田幸子

権利者：学校法人日本大学

種類：特許

番号：特許第4665118号

取得年月日：平成23年1月21日

国内外の別：国内

6. 研究組織

(1) 研究代表者

青木 和夫 (AOKI KAZUO)

日本大学・理工学部・教授

研究者番号：70125970

(2) 研究分担者

堀内 邦雄 (HORIUCHI KUNIO)

工学院大学・グローバルエンジニアリング

学部・准教授

研究者番号：90439266