

平成21年 6月12日現在

研究種目：基盤研究（C）
研究期間：2007～2008
課題番号：19500609
研究課題名（和文） 介護予防におけるエビデンスに基づいた 新しい高齢者の下肢筋力評価スケールの策定
研究課題名（英文） Development of a new scale to evaluate lower limb muscle strength based on evidence in care prevention.
研究代表者 眞竹 昭宏（MATAKE AKIHIRO） 山口県立大学・看護栄養学部看護学科・教授 研究者番号：70238921

研究成果の概要：膝痛や膝に障害をもった高齢者でも測定可能な新しい下肢筋力の測定・評価方法を確立し、その評価スケールの作成及びその評価スケールを基に、転倒予防を主目的とした下肢筋力向上のための筋力トレーニング手法を検討した。その結果、下肢筋力の評価はその絶対値も重要であるが、1秒間の筋力発揮速度に注目し評価することも有効であることが示唆された。また、足首を伸ばし小指から内側にひねる足首の運動が転倒予防に有効であることが示された。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,100,000	630,000	2,730,000
2008年度	1,300,000	390,000	1,690,000
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：総合・新領域系

科研費の分科・細目：健康スポーツ科学・応用健康科学

キーワード：介護予防，下肢筋力，高齢者，転倒予防，筋力評価

1. 研究開始当初の背景

2005年、改正介護保険法が成立した。制度の持続可能性を高める観点から、「給付の効率化、重点化」を図るため予防重視型システムへの構造的転換を行うことが提言されている。介護保険事業として、対象者の不足を補うよりも、今あるものを延伸する支援として、予防の意味合いが大きくなってきている。その中でも、骨粗鬆症や転倒等による骨折、関節疾患、高齢による衰弱等による要介護状態を予防するため、運動器の機能向上を目指した事業（サービス）の導入を図るべきであると明記されている。

現在、介護予防事業をはじめとして、さま

ざまな地域・施設で筋力トレーニング等の運動介入が実施されている。しかし、その運動介入やトレーニングを実施した結果をどのように評価するかという評価システムの確立は未だ明確にされていない。高齢者の運動機能向上の大きな目的としては「転倒予防」を目指しており、下肢の筋力強化を主体としてトレーニングを実施しているにもかかわらず、評価項目では「握力」を評価するなど、矛盾した点がある。

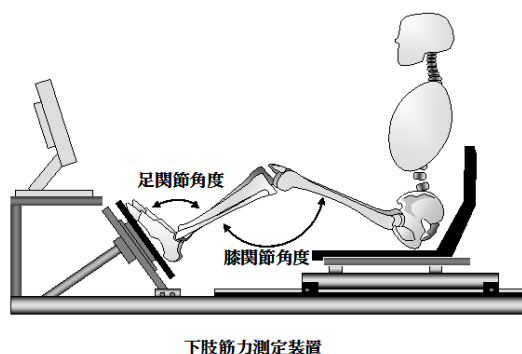
これまでに、多くの行政が実施する「国保ヘルスアップ事業」において、運動介入プログラム（実施期間：3ヶ月から8ヶ月）が参加者の身体機能へ及ぼす効果について検証

するため、下肢筋横断面積、筋力、重心動揺、歩行能力、など 18 項目にわたる測定を運動介入前後に実施し検討してきている。その結果から、参加者の ADL を高めるために必要な要素として。また、参加者のニーズとして、下肢筋横断面積・筋力・歩行能力の 3 点を高めることの重要性を認識している。

すでにわれわれは、加齢とともに大腿伸筋群の筋量が他の下肢筋群に比して、著しく低下することを明らかとしている。そのため、筋力を膝関節伸筋力を測定し評価してきたが、近年では、膝痛や膝関節障害により、膝関節伸筋力を測定できない高齢者が増加している。もちろんこの膝痛や膝関節障害も下肢の筋力低下が一要因となっているため、そのための運動介入も必要であり、またその評価も重要である。

2. 研究の目的

膝痛や膝関節障害を有した高齢者でも下肢の筋力を評価できる、閉鎖性運動連鎖による下肢筋力測定装置（特許第 4068109 号）を独自に開発し（下図）、基礎データの収集を行ってきた。本測定装置の特徴は、下肢筋力をそのピーク値（最大下肢筋力）で捉えると同時に、そのピーク値に至るまでの筋力発揮様相（経時的な筋力値の把握）を捉えられる点にある。すなわち、運動介入の効果を筋力の発揮速度の点からも検証できる。



本測定装置による下肢筋力と、歩行能力の一つの指標である歩行速度との関連性については、下図のとおり、従来測定していた膝関節伸筋力よりも、本装置による測定結果である下肢筋力の方が高い相関を示し、その傾向はこの図では示されていないが、後期高齢者ほど顕著である結果が得られている。この結果から、本装置により測定された下肢筋力値は、歩行能力改善のための運動介入の評価や、高齢者の下肢の筋力評価の一指標となると考えている。

以上のことから、本研究では、以下の 3 点を主目的として実施した。

- ① 下肢筋力評価スケールの策定
- ② 下肢筋力を向上させるために有効な運動プログラムの開発

③ 運動プログラムの妥当性の検証

3. 研究の方法

(1) 下肢筋力の測定

下肢筋力は、独自に開発した下肢筋力測定装置を使用し測定する。装置は、計測測定部を含む測定装置本体。計測測定部からの信号を処理するセンサーインターフェイス (PCD-300A: 共和電業社製)。処理信号を解析するソフトで構成されている。



(2) 膝関節伸筋筋力

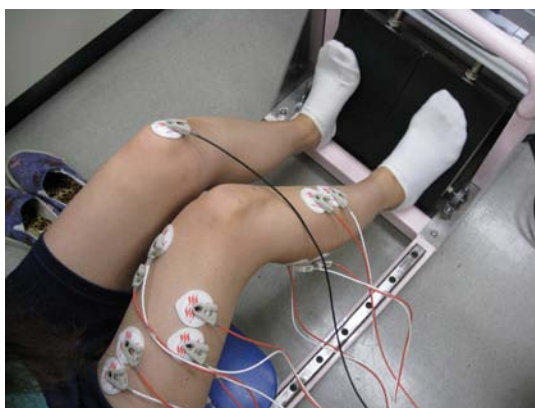
下肢筋力値との相関を検討するため、椅子座位下腿下垂位での等尺性膝関節伸筋筋力を測定した。

(3) 歩行機能測定

歩行能力は簡易的な手法で、歩行速度・歩幅・歩調を測定する。10m の歩行区間を設定し、その前後 2m を助歩区間として、テープでマーキングし、そのマーキングされた区間 6m を実測距離とする。

(4) 下肢筋力発揮時の筋電図測定

下肢筋力発揮時に、下肢筋それぞれが、どのように、またどの程度発揮筋力にかかわっているかを知るために、下肢筋力測定装置で最大筋力 (100%MVC) を測定し、20%MVC・40%MVC・60%MVC・80%MVC の負荷で 10 秒間毎のランプ負荷を実施した。



被験筋は、大腿直筋 (RF)、内側広筋 (VM)、外側広筋 (VL)、大腿二頭筋 (BF)、前脛骨筋 (TA)、腓腹筋内側頭 (MG)、腓腹筋外側頭 (LG) の7つの筋とし、それぞれの筋を超音波測定装置 (LOGIQ-e: GE 横河) で確認し、ディスプレイ型電極 (Vitrode J: 日本光電) を貼付した。被験肢は先行研究の結果を踏まえて右脚とした。筋電図測定は、WEB-5000 (日本光電) を使用し、VitalRecorder (KISSEI COMTEC) により、サンプリング周波数 1kHz で記録した。得られた筋電図データは、BIMUTAS II (KISSEI COMTEC) により、筋積分・周波数解析を実施した。

4. 研究成果

(1) 下肢筋力と身体運動機能との関連性

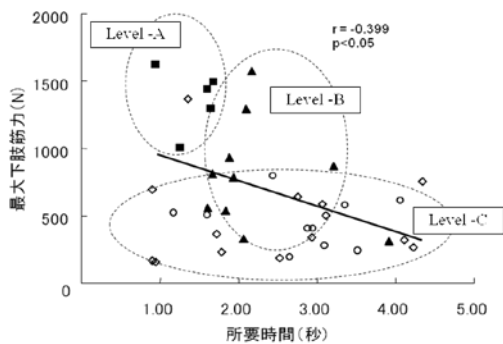
40歳から84歳までの男女中高年・高齢者を対象に、膝関節伸展筋力、下肢筋力、下肢筋量、歩行機能、柔軟性、重心動揺などの測定を、運動介入 (週2回3ヶ月間) の前後に実施した。

今回の短期間の運動介入の結果として、下肢筋量の有意な変化は認められなかったが、歩行速度、下肢筋力、足関節可動域の項目に有意な改善がみられた。

膝関節伸展筋力の変化はみられなかったが、歩行速度、下肢筋力、足関節可動域に有意な改善がみられたことは、下腿底屈筋群および足関節の柔軟性に改善がみられたことによる結果であると推察される。そこで、さらに下腿筋群の筋力向上ならびに足関節可動域の改善に効果的な運動プログラムを策定し、その効果を検証したところ、60歳代以上の被験者において、重心動揺値にも有意な効果がみられた。以上のことから、大腿筋群の筋力低下がみられる高齢者では、下腿筋群の筋力ならびに足関節の柔軟性が、重要であることが示唆された。

(2) 下肢筋力評価スケールの策定

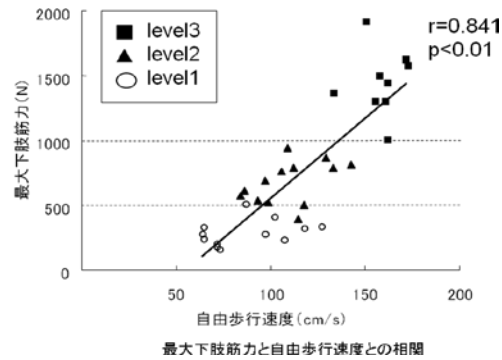
下肢筋力評価スケールの策定のための基礎資料を得るために、下肢筋力測定装置にて、最大下肢筋力とその値に達する所要時間の



ADLレベル別の最大下肢筋量とその値に達する所要時間との関係

ADL レベル群別の比較検討を行うため、中高年群 (n=6: 平均年齢 59.5±8.2 歳)、健常高

齢者群 (n=10: 平均年齢 73.8±3.8 歳)、虚弱高齢者群 (n=11: 平均年齢 78.1±3.5 歳)、要介護者群 (n=14: 平均年齢 78.6±6.0 歳) の4群の実測データを測定した。



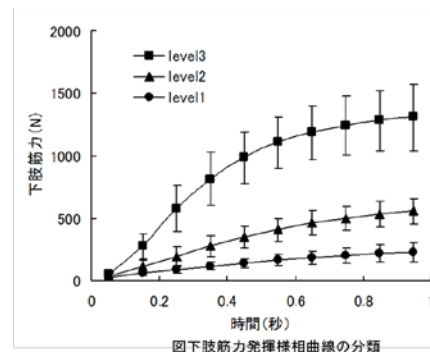
最大下肢筋力と自由歩行速度との相関

その結果、最大下肢筋力とそれに到達するまでの所要時間との間には有意な負の相関 ($p < 0.05$) がみられ、最大下肢筋力の強い者ほどその筋力がピーク値に達するまでの時間も短いという傾向がみられた。高齢者では、加齢とともに速い動きをする速筋線維 (Type II) の選択的萎縮が進むといわれている。前述の傾向は、この高齢者の加齢変化を的確に捉えていると考えられる。

また、最大下肢筋力とそれに到達するまでの所要時間との関連を示す値の散布状況から、上図中に示すとおり、Level-A、Level-B、Level-C の3群に分類することが可能ことが示された。これら3群の筋力発揮様相を経時的に捉えてみると、その特徴をさらに明確に捉えることができる。

このように、最大下肢筋力ならびに最大下肢筋力に達するまでの時間は、明らかにADLレベルによって異なり、筋力の低下した者ほど最大下肢筋力に達するまでに要する時間が長くなるといった特徴を把握することができた。

このように、最大下肢筋力に至るまでの時間は、個人差が大きいことが示されたので、個々の筋機能面での評価するために、どの程度の時間までの筋力発揮様相をとらえれば、総合的な個人差を検証することができるかを検討した。



図下肢筋力発揮様相曲線の分類

その結果、1秒後の下肢筋力値と最大下肢筋力との相関が $r = 0.976$ と高い相関を示したことから、($p < 0.01$)、筋機能の評価としては、

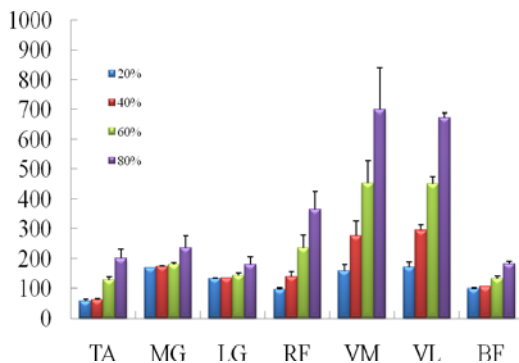
測定開始から1秒後までのデータを検証することとした。

そこで、測定開始から1秒後までの筋力発揮様相の推移を曲線で示し、その傾向について検討した結果、下図に示すとおり、3パターンの代表的な筋力発揮様相の曲線を捉えることができた。

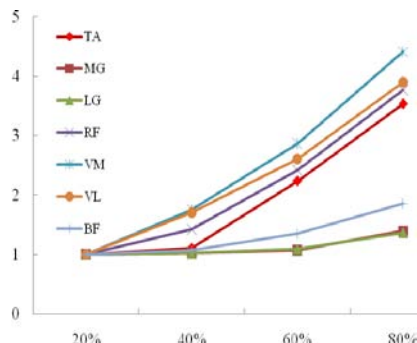
(3) 下肢筋力を向上させるために有効な運動プログラムの開発

20%MVC 時の筋電図積分値を 100%とし、それぞれのランブ負荷時の増加率をみると、大腿伸筋群である VM および VL が漸増的に増加し、80%MVC では 20%MVC の約 400%の値で、最も高い増加率を示した。RF と TA は 40%MVC から漸増的に増加し 80%MVC では 20%MVC の約 350%の値を示した。BF および MG、LG は顕著な増加は認められなかった。

下肢筋力発揮動作では、股関節と膝関節は伸展動作。足関節は底屈動作が主となること



が推測される。今回注目される点は、TA の顕著な筋力発揮である。TA は足関節背屈動作に主に関わる筋である。しかし、下肢筋力発揮には足関節の背屈動作は生じない。とすれば、TA に強い筋力発揮がみられた要因は、足関節の内転動作が行われていると考えられる。すなわち、MG と LG は足関節固定を維持する役割を担い、より強い力を発揮する役割は TA が担い、内転動作を加えることによってなされていると考えられる。



つまずいた際に、支持脚が強い力を発揮することによって、転倒予防、あるいは転倒した場合でも傷害を軽減することが可能であ

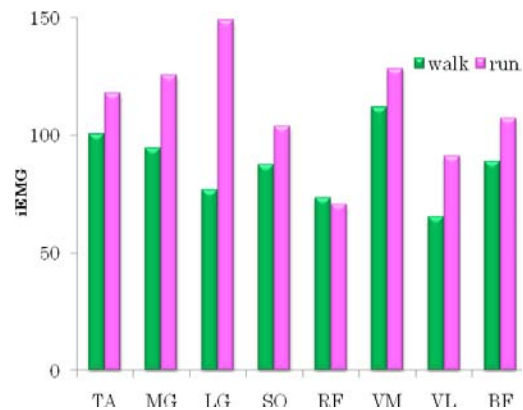
る。その重要な役割を前脛骨筋が担っていると考えられた。

(4) 運動プログラムの妥当性の検証

下肢筋力測定結果から、転倒予防のために前脛骨筋のトレーニングも必要である見識を得た。そこで、高齢者でも手軽にトレーニングできる方法として、小型のトランポリンを使用し、その上で方向動作を実施する方法について着目し、検討した。



上図のように、ミニトランポリン上で歩行動作をさせた際の、筋電図を記録し、様々な歩行動作を検証した。その結果、踵から着地する heel-walk という方法での運動で、前脛骨筋の筋活動が強く認められ、有効な運動トレーニングであることが検証された。



上図は、ミニトランポリン上での walk と run 時の筋活動を比較したものである。全ての筋において run 時が強い筋活動を示しているが、前脛骨筋に関しては、ほぼ同様の値を示していることがわかる。このことより、walking 動作で十分な運動効果が期待できるといえる。

また、ミニトランポリン上でこれらの walking 動作によるトレーニングをすることは、膝関節に障害を有している割合の多い高

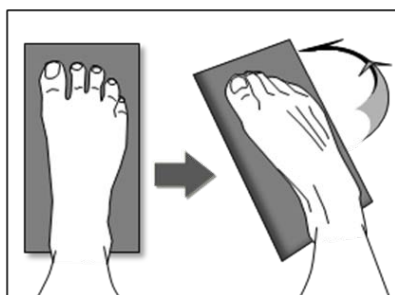
高齢者にとって、膝への床反発力が、モニター用ポリン使用時は、通常の床上で実施したサイト比較して、約半分の反発力であることが確認された。このことから、膝に不安を抱える高齢者にとって有効な運動手段の一つであることも立証された。

(5) 今後の課題

高齢者の転倒予防に関連する運動処方はいくつか考案されている。本研究は、転倒予防の中でも、高齢者が“つまずいても転ばない筋力”を維持・改善するための運動処方の考案を考えている。そのために、独自に考案した下肢筋力測定装置と筋電図学的アプローチからエビデンスを得て科学的に解明していきたいと考えている。

本研究の新たな試みである、前脛骨筋の屈・内反動作による筋力発揮がより強い下肢筋力を生み出すことが解明されれば、転倒予防には、従来考えられている、足部母指部での踏ん張りより、足外側部での踏ん張る筋力が重要であることが見いだせる。

また下腿筋力の下肢筋力発揮機序を明らかにすることは、特に筋量の低下した後期高齢者にとって、大腿部の筋力向上のための運動に比べ、より低負荷の運動で歩行機能の維持・向上が可能であるという点から、受け入れられやすいと考える。



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)

〔学会発表〕(計2件)

① 眞竹昭宏、高齢者の閉鎖性運動連鎖による下肢筋力発揮特性、日本体力医学会第63回大会、2008年9月、別府市。

② 眞竹昭宏、下肢筋力発揮機序のエビデンスに基づく新しい転倒予防運動プログラムの提案、山口県看護学研究会第7回大会、2008年10月、山口市。

〔産業財産権〕

○取得状況(計1件)

名称：下肢筋力測定装置

発明者：眞竹昭宏

権利者：同上

種類：特許

番号：4068109号

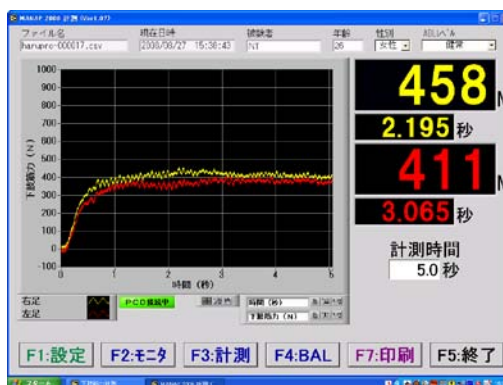
取得年月日：2008年1月

〔その他〕

(1) 関連ソフトウェア

① 下肢筋力測定解析ソフト

② 下肢筋力評価ソフト (Access版)



(2) 研究成果公開ホームページ

<http://med.ypu.jp>

<http://www.selthcare.jp>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

眞竹 昭宏 (MATAKE AKIHIRO)

山口県立大学・看護栄養学部看護学科・教授

研究者番号：70238921