

博士学位論文内容の要旨

学位申請者氏名	佐藤 哲也
論文題目	栄養アセスメントおよび栄養指導に有用な装置の開発と臨床応用についての研究
論文審査担当者	主 査 宮脇 尚志 審査委員 中山 玲子 審査委員 寄本 明

動脈硬化リスク疾患やメタボリックシンドローム (MS) を予防・改善するためには、栄養アセスメントを適切に行うことが重要である。そのためには食事や運動を含めた正確な生活習慣の調査に加えて、体組成の簡便な評価が必要であると考えられる。

肥満や内臓脂肪の蓄積により動脈硬化リスク疾患や MS が引き起こされることが明らかとなっており、BMI、体脂肪量、および内臓脂肪蓄積を中心に評価されてきた。しかし、体組成には体脂肪や内臓脂肪の他に骨格筋が多くを占めている。近年、骨格筋量の減少が動脈硬化リスクを上昇させる可能性が指摘されており、骨格筋量を体脂肪や内臓脂肪に加えて評価することは重要である。しかし、骨格筋量の評価には磁気共鳴画像法 (MRI)、コンピューター断層撮影法 (CT)、及び二重エネルギー X 線吸収測定法 (DXA) などの大掛かりな装置が必要であり、栄養アセスメントを実施する現場で、簡便に評価することは難しい。また、骨格筋量の減少を予防・改善するための運動療法においても、変形性膝関節症などを要因とする膝痛のため運動の実践が困難な場合がある。

そこで、まず本論文では動脈硬化リスク因子と関連する体組成因子として骨格筋に注目し、生体インピーダンス (BIA) 法を用いた骨格筋量を上下肢別に評価できる装置を開発した。次に、骨格筋量と内臓脂肪蓄積、及び動脈硬化リスク疾患との関連を検討し、栄養アセスメントのための骨格筋量を評価できる方法を開発した。さらに、歩行中の膝痛を緩和する方法として、経皮的電気刺激 (TENS) を用いた装置を開発し、運動療法のコンプライアンスを向上させるツールとしての有効性を明らかにした。

1. 上下肢骨格筋量を簡便かつ高精度に推定できる小型装置の開発

上肢・体幹・下肢の部位毎に骨格筋量の分布は異なり、動脈硬化リスク疾患への影響度は異なると考えられる。そこで、BIA 法による上下肢別に骨格筋量を推定できる小型装置を開発した。骨格筋量のリファレンスとして DXA を用い、重回帰分析を用いて推定式を作成した。その結果、上肢と下肢の推定値は共に DXA に対して $R = 0.94$ 以上と高い正の相関が得られた。装置本体は小型で持ち運び可能であり、栄養アセスメントのために簡便に体組成を評価することが可能であ

る。

2. 骨格筋を含めた体組成と動脈硬化リスクとの関連

(1) 内臓脂肪蓄積、全身の骨格筋量、および動脈硬化リスクの関連の検討

動脈硬化リスク疾患予防のための栄養アセスメントを実施するために、内臓脂肪蓄積と全身の骨格筋量を用いた体組成評価方法を開発した。従来は、体重または BMI、および腹囲を測定し、体脂肪または内臓脂肪蓄積を簡易的に評価しているが、近年骨格筋量の減少も動脈硬化リスク因子の増加に影響があると言われている。本研究では簡便な BIA 法を用い、内臓脂肪蓄積と全身の骨格筋率（骨格筋量 / 体重）及び動脈硬化リスク数との関係を検討した結果、全身の骨格筋率の低下は内臓脂肪蓄積と同様に動脈硬化リスク疾患を評価する有効な体組成の変化であることが明らかとなった。

(2) 上下肢別に求めた骨格筋量と動脈硬化リスクの関連の検討

今回新たに開発した上下肢別に骨格筋量を推定できる装置を用いて、栄養アセスメントのための体組成評価方法を開発した。動脈硬化リスク数と上下肢毎の骨格筋量指標 SMI（骨格筋量 / 身長²）の関連を検討し、上下肢毎の SMI は動脈硬化リスク疾患を評価する有効な指標であることが明らかとなった。

3. 運動療法のコンプライアンスを向上させる装置の開発

運動療法は栄養療法と同様に、骨格筋量の減少を予防・改善するために重要である。しかし、変形性膝関節症などを要因とする膝痛で、歩行運動などの運動療法を実施できない場合がある。薬物を使用しない膝痛の緩和方法として TENS がある。通常 TENS は運動療法を実施する前の安静時に実施するので、運動療法実施時に膝痛が発生し運動療法の継続が困難になることがある。そこで本研究では、歩行中に TENS を実施できる装置を開発し、その有効性を明らかにした。装置本体は小型で、電極を設けた膝蓋骨下に巻くバンドと一体に構成される。変形性膝関節症を有する者を対象に、TENS 有無で平地歩行と階段昇降を実施し、各動作後に膝痛の程度を Visual Analog Scale (VAS) で測定した結果、平地歩行と階段昇降共に TENS なしよりも TENS ありで有意に VAS は減少し、本装置は歩行中の膝痛を緩和し、運動療法のコンプライアンスを向上させる可能性が示唆された。

以上の研究を通じ、骨格筋量を簡便かつ高精度で推定できる新たな装置で骨格筋量を評価することにより、動脈硬化リスクを評価するための詳細な栄養アセスメントに有用である可能性を明らかにした。また、骨格筋量の減少を予防・改善するために有用である歩行運動において、変形性膝関節症による疼痛で歩行運動が困難な患者であっても、膝蓋骨下への電気刺激を与えることで歩行時の疼痛を緩和する新たな装置を開発した。本論文で得られた結果は何れも骨格筋の減少に伴う動脈硬化リスク予防に向けて極めて意義のあるものと考えられ、今後の幅広い臨床応用が期待される。