

原著論文

要介護高齢者の栄養管理を目的とした身長推定における 膝高と脛骨長の有用性に関する検討

菊池浩子¹, 佐藤瑞穂¹, 瀬崎美貴², 鈴木宏昌³, 梶本雅俊¹

¹つくば国際大学医療保健学部保健栄養学科

²茨城西南医療センター病院栄養部

³帝京平成大学健康メディカル学部

【要旨】 要介護高齢者の栄養管理を目的とした身体計測における膝高と脛骨長の有用性について検討するため、身長推定式における膝高と脛骨長の寄与率、ならびに膝高と脛骨長からの推定身長を用いた基礎代謝量を算出し比較した。98名の立位不能な要介護高齢者(男性19名、平均年齢85.2±8.9歳、女性79名、平均年齢86.0±7.5歳)の身体計測を行い、側臥位6点法による身長、仰臥位身長、膝高と脛骨長を用いた回帰分析から6点法による実測身長を推定する式を作成した。これらの推定式における膝高と脛骨長の寄与率 R^2 は、男性女性および全体のいずれも有意の相関で膝高の寄与率 R^2 が脛骨長の寄与率 R^2 より大きかった。膝高と脛骨長の各身長推定式による推定身長を用いて算出した基礎代謝量と、6点法による実測身長を用いて算出した基礎代謝量には有意差が認められず、動きの少ない高齢者の膝高と脛骨長は、必要エネルギー量算出において同等に有用である可能性が考えられた。

キーワード： 高齢者, 栄養管理, 身長推定, 6点法, 膝高, 脛骨長

序 論

活動量の低い要介護高齢者の栄養管理においては、個人毎の栄養評価と栄養必要量の算出が重要である。栄養状態の評価は、身体計測値と生化学検査の結果を組み合わせで行われているが、2015年から、エネルギー摂取量の過不足は、基本的に Body mass index (以降 BMI と表記す

る)によって評価することが勧められるようになり(日本人の食事摂取基準2015)、身体計測の必要性が増している。また、通常の栄養必要量の算出は、基礎代謝量と身体活動レベルから行われるが、基礎代謝量は、測定器が高価であるばかりでなく、直接測定が非常に困難であるため、性、年齢、身長、体重などを用いて推定する試みが、これまで数多く行われている(田中, 2009; 三宅他, 2012)。このように、個人毎の栄養管理においては、栄養アセスメントにも推定エネルギー必要量の算出にも、立位身長と体重の測定が必須となっている。

しかしながら近年増加傾向にある要介護高齢者においては、関節の変形や拘縮、脊椎の圧迫

連絡責任者：菊池浩子

〒300-0051 茨城県土浦市真鍋6-8-33

つくば国際大学医療保健学部保健栄養学科

TEL: 029-826-6622

FAX: 029-826-6776

E-mail: h-kikuchi@tius.ac.jp

骨折、円背や亀背の進行により立位保持が不可能な場合が多くなり、身長測定は難渋し、医療機関や介護老人保健施設でも、身長の実測はほとんど行われていないとの報告がある(佐藤, 2004)(大西, 2012)。一方で、人類の長骨と身長には高い相関関係が認められる(藤井, 1960)ことに基づいた、上肢あるいは下肢の長骨の測定値を利用した身長推定式は、これまで幾つか検討されている。膝高の計測値を用いた Myers らによる身長推定式(Myers et al, 1994)、Chumlea らによる身長推定式(Chumlea et al, 1985)、厚生労働省の栄養改善マニュアルにおける杉山らによる身長推定式(杉山他, 1998)、前腕長と下腿長の合計長を用いた久保らによる身長推定式(久保他, 2007)、人体で2番目に長い長骨である脛骨長を用いた桜井らによる身長推定式(桜井他, 2004)などが報告されている。

これらの身長推定式の中で、身長を代表する値として用いられることの多い膝高は、足首と膝を90度に保持して専用のキャリパーで測定する(金子他, 2008)が、当該の体位を保つことには被験者の負担が大きく、また測定には複数の人手が必要となる。そのためキャリパーによる膝高の測定は、現在では医療現場でもほとんど実施されておらず、専用キャリパーの日本における販売も中止となっている。代わって、メジャーテープを用いた測定が行われており、膝高よりも測定が容易な脛骨や腓骨の測定が推奨される(大村, 2013)傾向にある。さらに、膝高には足関節と膝関節の2関節が含まれるため、関節変形や拘縮が存在すると正確な測定が困難となるので、関節を含まない身体部位の測定が勧められる(久保他, 2007)ことから、特に老健施設では脛骨長の測定が多用される傾向にある。

けれども、現在多く用いられている身長の推定式は、膝高による推定式も脛骨長による推定式も、立位あるいは仰臥位が可能な被験者を含めて測定した結果を実測身長とし、これを目的関節として作成されたものであり、実際に立位不能な高齢者の実際の身長を計測した研究は少ない。さらには、身長推定において身長を代表

する値として多く用いられている膝高に対して、測定が容易である脛骨長の有用性を検討した報告はない。そこで、立位不能な要介護高齢者の実際の身長を6点法により測定し、この実測身長に対する膝高と脛骨長各々の寄与率 R^2 を比較検討すること、また、膝高と脛骨長各々からの推定身長を用いて基礎代謝量と BMI 値を算出して比較検討することにより、栄養管理を目的にした身長推定においては、膝高と脛骨長を同等に有用と考えられる可能性についての検討を行ったので報告する。

方 法

被験者と調査研究期間

茨城県内の特定保健施設、特別養護老人ホームに入所している立位不能な高齢者(65歳以上)で、本人もしくはその家族から研究参加の同意が得られた98名(男性17名、女性79名)を対象とした。被験対象者の年齢(平均値±標準偏差)は男性 85.2 ± 8.9 歳、女性 86.0 ± 7.5 歳、であった。日常生活自立度(厚生労働省, 2009)は、ランク B2 からランク C の寝たきりであり、食事・排泄はほぼ全員が全介助であった。調査研究期間は、2013年7月～12月である。

身体計測方法

身体測定による測定項目は a) 側臥位6点法による実測身長、b) 仰臥位身長、c) 膝高、d) 脛骨長、e) 体重である。測定者間の誤差を除外するため、すべての計測は同一測定者が行った。測定は原則右側とし、麻痺や骨折、拘縮などで測定困難の場合は左側で測定した。いずれの項目も、3回の計測値の平均値をもって測定値とし、測定者内誤差を確認した。

- a) 実測身長は、6点法(鶴居他, 2011)により測定した。6つのランドマークは、①頭頂部、②第7頸椎(隆椎)、②'肩峰、

- ③前上腸骨棘、④大転子、⑤膝関節外側裂隙、⑥踵部の6点とした。被験者は、ベッド上で測定側(右)が上となるように側臥位とし、上記ランドマークを計測ポイントとしてカラーラベル(直径8mm)を貼り、測定者は計測ポイント間をテープメジャーで測定した。①—②間、②'—③間、③—④間、④—⑤間、⑤—⑥間の距離の合計を実測身長とした。
- b) 仰臥位身長は、水平にしたベッド上で仰臥位とし、枕を外して、できるだけ脚を伸展した状態で、頭頂と足底にアクリル板を体軸に垂直になるよう当て、頭頂から足底までの距離をテープメジャーで測定した。拘縮や関節部の疼痛がある場合は屈曲したままで、測定補助者が測定体位を支えて、測定した。
- c) 膝高の測定は、ニーハイキャリパー(Abbott社製)を用いて行った(金子他, 2008)。被験者はベッド上臥位とし、膝関節と足関節を90°に屈曲した肢位で、膝蓋骨上縁から5cm頭側の大腿部と踵部を計測ポイントとしてカラーラベルを貼り、測定者が、ポイント間の距離を、ニーハイキャリパー(Abbott社製)を用いて、シャフトが脛骨と平行で外顆を通る方向であることを確認したうえで測定した。
- d) 脛骨長の測定部位は膝関節の内側間隙から足関節内顆下端までとした(桜井他, 2004)。計測時、被験者はベッド上仰臥位とし、上記ランドマークを確認し、事前に計測ポイントとしてカラーラベルを貼った。測定者はポイント間の距離をテープメジャーで測定した。
- e) 体重は被験者を車椅子に乗せ、車椅子用体重計により測定し、車椅子と衣服の重量を差し引いて求めた。車椅子用体重計は施設により異なるが、エー・アンド・デイ社製 AD-6106W、AD-6105NP、大和製衡(ヤマト)社製 DP-7100PW、オム

ロン社製 HBF-356、タニタ社製 PWC-620 のいずれかを用いた。

解析方法

統計解析には、エクセル統計ソフト Statcel4 (オーエムエス出版, 埼玉) および HALBAU 7.3(株式会社ハルボウ研究所, 東京)を使用した。6点法による実測身長と各身体計測値との関係については、Pearsonの相関を計算した。身長推定式は、6点法による実測身長を目的変数、各身体計測項目と年齢を説明変数として、重回帰分析による回帰式を作成した。被験者の性別による計測値や推定値の比較は、非正規分布もあったので、Mann-Whitney's U検定で行った。6点法による実測身長に対する膝高と脛骨長の決定係数 R^2 つまり寄与率の比較は、6点法による実測身長を目的関数とした膝高と脛骨長各々の単回帰分析による回帰式の決定係数を比較することで行った。全ての検定について、 $p < 0.05$ を統計学的に有意であると判定した上で、必要に応じて $p < 0.001$ 、 $p < 0.0001$ の表記を加えた。

倫理的配慮

本研究にあたっては、ヘルシンキ宣言を遵守し、厚生労働省「臨床研究に関する倫理指針」に則り、茨城西南医療センター病院の倫理委員会の承認を得て行った。被験者に理解出来るよう充分説明をしたうえで自発的意志により同意書を得た。被験者に同意能力が無い場合は代理人より同意を得た。身体計測にあたっては、参加者の負担・侵襲・危険性がないよう十分注意したうえで、すべての測定は医師の立会いのもとに実施した。個人情報情報は厳重に管理し、個人情報と測定データは整理番号のみで参照され、整理番号と個人情報との対応は各共同施設でのみ保存管理した。

結果

被験者の概要

表1に被験者である入所者98名(男性19名、女性79名)の要介護理由(複数)を示した。脳梗塞や脳内出血などの脳血管後遺症が男性8名(42.1%)、女性35名(44.3%)で、大腿骨骨折を含む下肢の骨折の後遺症が男性2名(10.5%)、女性14名(17.7%)、認知症が男性4名(21.1%)、女性43名(54.4%)、その他としてパーキンソン病や多発性硬化症などが男性16名(84.2%)、女性51名(64.6%)で、ほとんどの被験者が複数の理由を持っていた。要介護理由の認知症には男女で有意差が認められたが、他の項目には性別による有意差は認められなかった。表2A、2Bに被験者の計測値(平均値±標準偏差)と身体的特徴を示した。被験者の平均年齢は男性85.2±8.9歳、女性86.0±7.5歳で、最高齢は男女ともに

100歳であった。男女間で身体計測値を比較すると、年齢以外のすべての計測項目で、男性が女性より有意に高値であった。仰臥位身長が6点法による実測身長より10cm以上短く測定された被験者は、男性4名(21%)、女性26名(33%)であった。

測定者内誤差の検定

同一測定者が測定した98名の測定結果における1回目、2回目、3回目の各測定項目の平均値と標準誤差を検定した結果、3回の計測での測定誤差は平均値で1cm以下であった。相関係数を用いたICC(級内相関係数)の誤差評価では、3回測定を組み合わせた結果は全て0.97以上を示した。集団の標準誤差は0.6%であったことを確認した。

表1. 被験者の要介護理由(複数)

| | 男性 n=19 | | 女性 n=79 | | 計 |
|----------|----------|----------|----------|----------|-------------|
| | あり | なし | あり | なし | |
| 脳血管疾患後遺症 | 8 (42%) | 11 (58%) | 35 (44%) | 44 (56%) | 98 (100%) |
| 認知症 | 4 (21%) | 15 (79%) | 43 (54%) | 36 (46%) | 98 (100%) * |
| 下肢骨折後遺症 | 2 (11%) | 17 (89%) | 14 (18%) | 65 (82%) | 98 (100%) |
| その他 | 16 (84%) | 3 (16%) | 51 (65%) | 28 (35%) | 98 (100%) |

性差あり *p<0.05

表2A. 被験者の計測値

| | 男性 n = 19 | 女性 n = 79 | |
|----------------|--------------|--------------|-------------|
| 年齢(歳) | 85.2±8.9 | 86.0±7.5 | |
| 6点法による実測身長(cm) | 158.4±7.1 | 147.1±8.1 | *** |
| 仰臥位身長(cm) | 152.0±8.9 | 138.6±11.2 | *** |
| 体重(kg) | 46.5±8.9 | 40.0±8.2 | * |
| 脛骨長(cm) | 34.6±2.0 | 32.1±2.3 | *** |
| 膝下高(cm) | 47.9±1.8 | 44.3±2.5 | *** |
| 平均値±標準偏差 | | | |
| 性差あり | *p<0.05 | **p<0.001 | ***p<0.0001 |

表2B. 被験者の身体的特徴

| | 男性 n=19 | | 女性 n=79 | |
|-----------------------|---------|-----------|----------|----------|
| | あり | なし | あり | なし |
| 仰臥位身長が6点法身長より10cm以上短い | 4 (21%) | 15 (79%) | 26 (33%) | 53 (67%) |
| 下肢拘縮 | 2 (11%) | 17 (89%) | 12 (15%) | 67 (85%) |
| 麻痺 | 0 (0%) | 19 (100%) | 3 (4%) | 76 (96%) |

被験者の6点法による実測身長と各身体計測値の相関関係

6点法による実測身長と各身体計測値の相関関係を表3に示した。男性では、仰臥位身長に相関係数で0.7以上の強い相関があり(p<0.001)、体重と膝高には相関係数で0.5以上の相関関係がある(p<0.05)ことが認められ、脛骨長との相関係数は0.386で、やや弱い相関関係が認められた。女性では、仰臥位身長と膝高に相関係数で0.7以上の強い相関があり(p<0.0001)、脛骨長と体重に相関係数で0.5以上の相関関係がある(p<0.0001)ことが認められた。98名の被験者全体では、仰臥位身長と膝高に相関係数で0.7以上の強い相関があり(p<0.0001)、脛骨長と体重に相関係数で0.5以上の相関関係がある(p<0.0001)ことが認められた。男性、女性、98名全体の年齢と実測身長には相関関係が認められなかった。

身長推定式の作成

回帰分析で求めた身長推定式を表4に示す。6点法による実測身長を目的変数とし、測定項目である膝高と脛骨長と仰臥位身長と体重と年齢を説明変数とした重回帰式は、男性の場合で重相関係数 R は0.845、決定係数 R² は0.713で

p<0.05 (推定身長1)、女性の場合で重相関係数 R は0.811、決定係数 R² は0.658で p<0.0001 (推定身長4)、被験者98名全体の重相関係数Rは0.863、決定係数 R² は0.745でp<0.0001 (推定身長7)であった。6点法による実測身長を目的関数とした膝高と脛骨長各々の単回帰分析による回帰式では、男性の膝高の重相関係数 R は0.638、決定係数 R² は0.400で p<0.05 (推定身長2)、脛骨長の重相関係数 R は0.386、決定係数 R² は0.149 (推定身長3)、女性の膝高の重相関係数 R は0.710、決定係数 R² は0.504で p<0.0001 (推定身長5)、脛骨長の重相関係数 R は0.507、決定係数 R² は0.257で p<0.0001 (推定身長6)、全体の膝高の重相関係数 R は0.777、決定係数 R² は0.604で p<0.0001 (推定身長8)、脛骨長の重相関係数 R は0.592、決定係数 R² は0.351で p<0.0001 (推定身長9)であった。6点法による実測身長と、推定身長2、3、5、6との関係を図1に示す。

基礎代謝量とBMIの算出

国立栄養研究所によって開発された日本人の基礎代謝量の推定式(Ganpul et al, 2007) (表5B)に、男女別の、6点法による実測身長、仰臥位身長、膝高による推定身長、脛骨長による推

表3. 6点法による実測身長と各身体計測値との相関関係

| | 男性 n = 19 | 女性 n = 79 | 全体 n = 98 |
|-----------|--------------|--------------|--------------|
| 年齢(歳) | -0.050 | -0.219 | -0.179 |
| 体重(kg) | 0.540* | 0.524*** | 0.583*** |
| 仰臥位身長(cm) | 0.745** | 0.708*** | 0.775*** |
| 膝下高(cm) | 0.633* | 0.710*** | 0.777*** |
| 脛骨長(cm) | 0.386 | 0.507*** | 0.592*** |

*p<0.05 **p<0.001 ***p<0.0001

表4. 計測値の回帰分析から求められた身長推定式

| | | | |
|---|-----------|------------------------|----------|
| 男性 | | | |
| 推定身長1 = 27.766 + 0.392 × 膝下高(cm) + 0.472 × 脛骨長(cm) + 0.413 × 仰臥位身長(cm) + 0.334 × 体重(kg) + 0.202 × 年齢(歳) | R = 0.845 | R ² = 0.713 | p<0.05 |
| 推定身長2 = 39.849 + 2.473 × 膝下高(cm) | R = 0.633 | R ² = 0.400 | p<0.05 |
| 推定身長3 = 111.582 + 1.351 × 脛骨長(cm) | R = 0.386 | R ² = 0.149 | |
| 女性 | | | |
| 推定身長4 = 43.791 + 1.294 × 膝下高(cm) - 0.049 × 脛骨長(cm) + 0.291 × 仰臥位身長(cm) + 0.182 × 体重(kg) + 0.034 × 年齢(歳) | R = 0.811 | R ² = 0.658 | p<0.0001 |
| 推定身長5 = 44.419 + 2.319 × 膝下高(cm) | R = 0.710 | R ² = 0.504 | p<0.0001 |
| 推定身長6 = 88.914 + 1.812 × 脛骨長(cm) | R = 0.507 | R ² = 0.257 | p<0.0001 |
| 全体 | | | |
| 推定身長7 = 39.567 + 1.172 × 膝下高(cm) + 0.023 × 脛骨長(cm) + 0.318 × 仰臥位身長(cm) + 0.206 × 体重(kg) + 0.063 × 年齢(歳) - 1.405 × 性別: 註 | R = 0.863 | R ² = 0.745 | p<0.0001 |
| 推定身長8 = 34.736 + 2.546 × 膝下高(cm) | R = 0.777 | R ² = 0.604 | p<0.0001 |
| 推定身長9 = 77.192 + 2.211 × 脛骨長(cm) | R = 0.592 | R ² = 0.351 | p<0.0001 |

註: 男性1、女性2

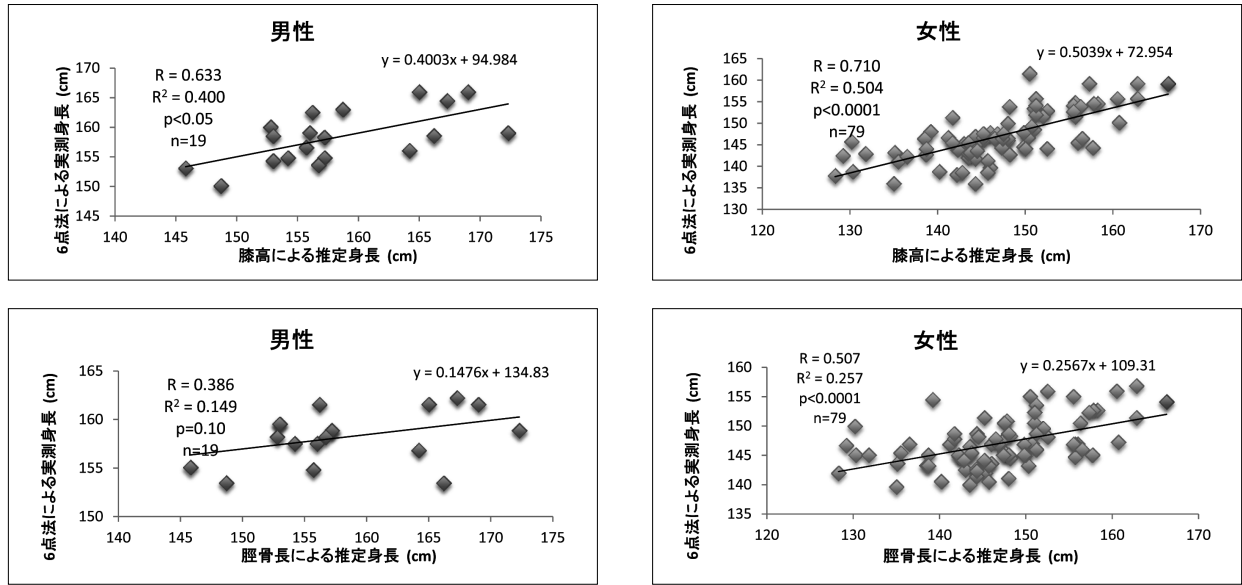


図1. 6点法による実測身長と推定身長の関係

定身長、健常成人の立位身長を推定する式（鈴木他, 2004）から算出した推定身長と、実測した体重、年齢を用いて、推定基礎代謝量と推定基礎代謝基準値、および BMI を算出し比較した(表6)。女性の6点法による実測身長と佐藤らの成人女性の立位身長推定式(佐藤他, 2004)(表5 A)による推定身長との間には、有意差が認められた(p<0.05)。

考察

6点法による実測身長の推定式について

茨城県内の特定保健施設、特別養護老人ホームに入所している立位不能な高齢者98名(男性19名、女性79名)の身体計測値を用いた回帰分析により、男性と女性別および98名全体の身長

表5 A. 佐藤らの身長推定式

| |
|---|
| 男性: 推定式EM: 身長(cm) = 53.44 + 2.36 × 膝下高(cm) - 0.01 × 年齢(歳) |
| 女性: 推定式EF: 身長(cm) = 50.32 + 2.43 × 膝下高(cm) - 0.09 × 年齢(歳) |

表5 B. 栄養研究所の基礎代謝量推定式

$$\text{基礎代謝(kcal/day)} = [0.0481 \times \text{体重(kg)} + 0.0234 \times \text{身長(cm)} - 0.0138 \times \text{年齢(歳)} - \text{定数(男性:0.4235、女性:0.9708)}] \times 1000 / 4.186$$

表6. 栄養研究所の式による推定基礎代謝量と

| 身長(cm) | 平均身長 (cm) | 推定基礎代謝量 (kca/day) | 推定基礎代謝基準値 (kcal/kgBW/day) | BMI (kgBW/m ² H) |
|---------------|--------------|-------------------|---------------------------|-----------------------------|
| 男性 6点法による実測身長 | 158.4±6.9 | 1037.8±136.2 | 22.5±1.7 | 22.5±1.7 |
| 仰臥位身長(実測値) | 152.0±8.6 | 1002.3±140.8 | 21.5±1.8 | 20.1±3.5 |
| 膝下高による推定身長 | 158.4±4.4 | 1009.8±120.2 | 22.0±1.7 | 19.8±3.6 |
| 脛骨長による推定身長 | 158.4±4.4 | 1037.9±112.4 | 22.6±1.9 | 18.6±3.6 |
| 佐藤式による推定身長 | 165.7±4.2 | 1078±120.0 | 23.5±1.9 | 16.9±3.0 |
| 女性 6点法による実測身長 | 147.1±8.0 | 766.8±130.9 | 19.3±1.5 | 18.5±3.1 |
| 仰臥位身長(実測値) | 138.6±11.1 * | 719.3±141.2 * | 18.1±1.9 * | 21.0±4.4 * |
| 膝下高による推定身長 | 147.1±5.7 | 766.9±119.1 | 19.3±1.4 | 18.5±3.3 |
| 脛骨長による推定身長 | 147.1±4.1 | 766.9±108.8 | 19.4±1.6 | 18.5±3.7 |
| 佐藤式による推定身長 | 150.1±6.1 | 784.1±121.6 | 19.8±1.5 | 17.7±3.1 |

平均値±標準偏差
男女有意差あり *p<0.05

推定式(表4)を作成した。本調査研究では、被験者全員が立位不能であり、側臥位にて6点法によって計測された身長を実測身長として用いている。6点法は測定誤差が少ない計測法(鶴居他, 2011)であり、本調査の測定者内誤差の検定結果からも、3回の計測は相互に0.996以上の相関係数であったこと、集団の標準誤差も0.6%であったことが確認された。しかしながら、6点法による実測身長と仰臥位身長に10cm以上の差が出た被験者が女性で26名、男性で4名(表2)あった。これらの被験者には、体長を6点法で分割しても再現しきれない円背や亀背あるいは関節の変形や拘縮の存在があり、実際の身長を実測することへの6点法の限界が示唆されたと考えられた。Piniらが報告(Pini et al, 2001)しているイタリア人高齢者における測定結果では、実測身長より膝高から推定した身長の方が個人の状態をより正確に反映していると解釈されている。これは下肢の長骨には骨粗鬆症による圧迫骨折の影響が少ないので、骨格のプロポーションは一定であると仮定された上での、脊椎に変形のない状態の身長が推定できるということであると考えられる。だが、現在の栄養状態を管理する目的からは、脊椎変形による身長差の大小に関わらず、現在の実測の身長が最も妥当な身長であると推察された。しかしこの推察は、表6に示した6点法で実測された身長と各推定身長から求められた推定基礎代謝量、推定基礎代謝基準値とBMIにおいて、女性の仰臥位以外には明らかな有意差が認められなかったことから、否定される可能性が高いと考えられた。また、6点法で実測された身長と推定立位身長との相関は、男性では相関係数が0.634($p<0.05$)で女性では相関係数が0.717($p<0.0001$)であった。さらに、日本人の食事摂取基準2015年版の図に示された参考論文値の85歳女性の基礎代謝基準値が19.9kcal/kg BW/dayと20.4 kcal/kg BW/dayと示されており、本研究における6点法で実測された身長から算出した体重あたりの基礎代謝量である推定基礎代謝基準値と近いことから、6点法で実測された身長は、基礎代謝

量の推定には妥当な身長である可能性が示唆されたと考えられた。以上のことから、6点法の限界を理解した上でも、被験者全員を6点法で実測した身長の値から回帰分析で得られた身長推定式は、今後、立位不能な要介護高齢者の栄養管理を行う場合には、現実的で有意義な身長を提供できる可能性が高いと考えられた。

6点法による実測身長の推定式における膝高と脛骨長の有用性について

推定身長1、4、7の決定係数 R^2 から、6点法で実測した身長を、今回測定した項目の全てで、男性では71.3% ($p<0.05$)、女性では65.8% ($p<0.0001$)、全体では74.5% ($p<0.0001$)説明できることがわかった。全測定項目を含む推定身長の決定係数 R^2 が、膝高や脛骨長のみを含む身長推定式による推定身長の決定係数 R^2 より高くなったことは、身長と相関が認められた肢長を組み合わせると、単独の場合より身長推定の精度が上がる傾向がある(Haboubi et al, 1990)という報告との合致が考えられる。しかしながら、身長を推定するために、立位不能な高齢者に対して、これらの項目を全て測定することは現実的ではないと考えられた。

6点法による実測身長と膝高あるいは脛骨長との単回帰式による推定身長における決定係数 R^2 である寄与率(表4)は、男性における膝高が40% ($p<0.05$)で脛骨長が14.9%、女性における膝高が50.4% ($p<0.0001$)で脛骨長が25.7% ($p<0.0001$)、全体では膝高が60.4% ($p<0.0001$)で脛骨長が35.1% ($p<0.0001$)であった。このような寄与率の違いから、6点法による実測身長を推定するには、従来から身長を代表する値として使われてきた膝高と、より容易に測定できる脛骨長を同等に扱うことは困難であることがわかった。しかし、2関節を含む膝高の方が、脛骨長よりも、6点法で実測した身長への寄与度が高いことの説明は不明である。身長が低くなれば、絶対値として長い膝高の方が、身長推定に有利である可能性は否定できないが、今回

の測定結果からだけでは断定できないと考えられた。

身長推定式による基礎代謝量と BMI の算出における膝高と脛骨長の有用性について

国立栄養研究所によって開発された日本人の基礎代謝量の推定式(Ganpul et al, 2007)は、BMI が30kg/cm²程度までは体重による系統誤差を生じないことが確認されている式(Miyake et al, 2011)である。この基礎代謝量の推定式に、本研究で測定した体重、年齢、ならびに作成した各推定身長、および健常成人の立位身長を推定する式(鈴木他, 2004)から算出した推定身長を用いて、推定基礎代謝量と推定基礎代謝基準値、および BMI を算出した結果から、各推定身長の基礎代謝量への影響に関する有用性を検討した。女性の6点法による実測身長と仰臥位身長から算出された基礎代謝量の間には有意差が認められた(p<0.05)ことは、女性に関しては、仰臥位身長が6点法による実測身長より10cm以上短い被験者が79名中に26名(32.9%)あったことが反映されている可能性が示唆された結果と考えられた。しかし、女性でも男性でも、膝高と脛骨長各からの推定身長による基礎代謝量と6点法による実測身長からの基礎代謝量とには有意差が認められなかったことから、6点身長を推定する場合に認められた膝高と脛骨長の寄与率の違いは、基礎代謝量推定に関しては有意に影響していないことが強く示唆されていると考えられた。つまり、栄養管理を目的にした必要エネルギー量算出のための身体計測においては、身長の実測が困難な立位不能な要介護高齢者の身長推定に関して、膝高と脛骨長は同等に有用である可能性が考えられた。

測定した全被験者が立位不能な要介護高齢者であること、久保田らが開発した変形を伴う身体を分割して計測する方法(久保田他, 1973)を改良した6点法(鶴居他, 2011)によって実際の身長を実測したこと、膝高と脛骨長を含む全測

定項目を同一測定者が測定したことは、本研究の新規部分である。また、医療機関や福祉施設のみならず在宅においても、要介護高齢者数は今後ますます増加することが予想されること、つまり研究結果の適応対象者が多いことは、本研究の意義を大きくしていると考えられた。

結 論

立位不能な高齢者の身体計測を行い、側臥位6点法身長、仰臥位身長、膝高と脛骨長を用いた回帰分析から6点法による実測身長を推定する式を作成した。これらの推定式における膝高と脛骨長の決定係数である R² による寄与率は、男性における膝高が40.0% (p<0.05)で脛骨長が14.9%、女性における膝高が50.4% (p<0.0001)で脛骨長が25.7% (p<0.0001)、全体では膝高が60.4% (p<0.0001)で脛骨長が35.1% (p<0.0001)であった。また、膝高と脛骨長からなる身長推定式によって求めた推定身長は、基礎代謝量と BMI の算出において、6点法による実測身長を用いた値と有意差がなかった。

謝 辞

測定にご協力くださいました以下の施設の被験者ならびに関係者の皆様に、深く感謝申し上げます。特別養護老人ホーム 木の花さくや、千の風・河内、元気館、金沢弁天園、ぬくもり荘、美健荘、やさと、新つくばホーム、龍ヶ岡、やすらぎの園、介護老人保健施設グ・ジャーレもりや。また統計処理に関しましてご教示頂きました保健栄養学科の池田潔先生に厚く御礼申し上げます。

参考文献

大西玲子, 藤井弘二, 津田博子, 今井克己 (2012)

- 寝たきり要介護高齢者における体重推定式の作成. 日本老年医学会雑誌. 49:746-751.
- 金子光伸, 大荷満生, 鈴木訓之, 他 (2008) 高齢者の栄養評価における Knee-height による身長推定値の有用性に関する臨床研究. 日本臨床栄養学会雑誌. 29:391-398.
- 久保晃, 啓利英樹 (2007) 前腕長と下腿長を用いた高齢者の身長推定. 理学療法科学. 22:115-118.
- 桜井洋一, 西田卓明, 浦めぐみ, 野田潤子, 早川麻理子, 松岡敏男, 今津浩喜, 宇山一朗, 小森義之, 落合正宏 (2004) 脛骨長(tibial length)による基礎エネルギー消費量推定の妥当性に関する検討. 外科と代謝・栄養. 38:39-44.
- 佐藤鈴子, 濱本洋子, 林稚佳子, 松本昌子, 水野正之, 奥坂喜美子 (2004) 要介護後期高齢者における BMI(Body Mass Index)と ADL(Activities of Daily Living)に関する一考察. 国立看護大学校研究紀要. 3:65-70.
- 杉山みち子 (1998) 栄養管理サービス—高齢者のスクリーニングと栄養アセスメント. これからの高齢者の栄養管理サービス(細谷憲政 監). 44-59. 第一出版.
- 田中成穂 (2009) エネルギー消費量とその測定方法. 静脈経腸栄養. 24:1013-1019.
- 久保田節子, 石原昂 (1973) 変形を伴った重心児(者)身長測定の一方法. 東京都衛生局学会誌. 51:98-99.
- 鶴居勝也, 高田知宏, 布上大典, 嶋智子, 猪谷栄, 飯野梨恵, 杉浦由佳, 高田婦美子, 窪田真弓, 霜田光義 (2011) 関節拘縮を有する患者および寝たきり患者の身長・体重計測方法の統一. 臨牀看護. 37:1500-1505.
- 藤井明 (1960) 四肢長骨の長さとの関係に就いて. 順天堂大学体育学部紀要. 3:49-61.
- 三宅理江子, 田中茂穂 (2012) エネルギーを知る・運動を知る—その関係と仕組みを学ぶ—基礎代謝の推定式について. 臨床栄養. 121:786-790.
- Chumlea WC, Roche AF, Steinbaugh ML (1985) Estimating stature from knee height for persons 60 to 90 years of age. J Am Geriatr Soc. 33:116-120.
- Ganpule AA, Tanaka S, Futami J (2007) Interindividual variability in sleeping metabolic rate in Japanese subjects. Eur J Clin Nutr. 61:1256-1261.
- Haboubi NY, Hudson PR, Pathy MS (1990) Measurement of height in the elderly. J Am Geriatr Soc. 38:1008-1010.
- Miyake R, Tanaka S, Ohkawara K (2011) Validity of predictive equations for basal metabolic rate in Japanese adults. J Nutr Sci Vitaminol. 57:224-232.
- Myers SA (1994) Stature estimated from knee height in elderly Japanese Americans. J Am Geriatr Soc. 42:157-160.
- Pini R, Tonon E, Cavallini C (2001) Accuracy of equations for predicting stature from knee height, and assessment of statural loss in an older Italian population. J Gerontol Biol Sci. 56A(1):B3-B7.

Original Article

A study on the usefulness of knee height and tibial length in the body height estimation of the elderly requiring care

Hiroko Kikuchi¹, Mizuho Sato¹, Miki Sezaki², Hiromasa Suzuki³, Masatoshi Kajimoto¹

¹Department of Health Sciences, Tsukuba International University

²Department of Nutrition, Ibaraki Seinan Medical Center Hospital

³Faculty of Health and Medical Science, Teikyo Heisei University

Abstract

For the management of nutritional care in the elderly, the knee height and tibial length are useful to determine the height. To create an authentic height estimation formula, a 6-point method was used along with height estimation based on knee height and tibial length. The height was calculated by comparing the basal metabolism with the non-standing height in 98 elderly people (19 men; mean age, 85.2 ± 8.9 years; 79 women; mean age 86.0 ± 7.5 years). The height was measured by using the lateral position 6-point method, the supine position height, the knee height, and the tibia length. Using multiple regression analysis, a formula was created to estimate the actual height through the 6-point method. The contribution of the correlation coefficient ratio of the knee height and tibial length in these estimation formulae was significant. In addition, when the height was calculated by using each height estimation formula while calculating the basal metabolic rate and body mass index, no significant difference was seen on using the 6-point method. This method is useful to estimate the nutrition condition of elderly patients who cannot move and are living in special nursing homes or common homes.

Keywords: Elderly, Nutritional management, Body height estimation, 6-point method, Knee height, Tibial length