

□原著論文□

ボリビア人の下腿最大周径位置の同定

志村 圭太¹ 久保 晃² 西田 裕介¹

抄 録

目的：ボリビア人の下腿最大周径（maximum calf circumference; MCC）位置を明らかにし、ボリビアにおける体格および栄養状態評価への応用につなげること。

対象と方法：対象はボリビア人81名（男性40名、女性41名、平均年齢 42 ± 17 歳）とした。体重、身長、下腿長、MCCを計測し、body mass index（BMI）を求めた。MCC位置は下腿長を100%とした場合に腓骨頭下端から何%の位置に相当するかを算出した。MCC位置の95%信頼区間を求め、身長、体重、BMI、MCCを男女間で比較し、MCCと体重およびBMIとの関係を検討した。

結果：身長と体重は男性が女性よりも有意に高かった。BMIとMCC、MCC位置の男女差は認められなかった。MCC位置の平均値（標準偏差）は全体で22.4(2.5)%であり、95%信頼区間は $21.9 \leq x \leq 23.0$ だった。MCCと体重、BMIの間には有意な相関関係が認められた。

結論：ボリビア人のMCC位置は腓骨頭下端よりおよそ22%の部位に存在し、今後は虚弱高齢者のMCC位置の推定に応用できると考える。この数値は若年日本人の26%よりも小さく、ボリビア人のMCCがより上方に位置しているといえ、遺伝要因による体格の人種差が存在していると推察された。

キーワード：ボリビア、下腿最大周径、人種差

Positional determination of maximum calf circumference in healthy Bolivian subjects

SHIMURA Keita, KUBO Akira and NISHIDA Yusuke

Abstract

Purpose: To determine if the maximum calf circumference (MCC) can be used for the evaluation of physical and nutritional status by determining the MCC location in Bolivian subjects.

Subjects: We examined 81 healthy subjects (40 males and 41 females; average age, 42 ± 17 years) from the valleys that are at an altitude of 2,600–3,000 m above the sea level.

Methods: Height, body weight, MCC, lower leg length (length of fibula), and MCC location were measured and body mass index was calculated. The MCC location is represented as percentage of the distance from lower margin of fibular head to the located MCC when the total length of fibula was 100%. We evaluated the MCC location using 95% confidence interval, and all variables were compared between males and females. We also evaluated the correlation between MCC and body weight and BMI.

Result: Significant differences were observed in height and body weight between the sexes. However, no significant difference was observed in the BMI, MCC, and MCC location. The average MCC location (SD) was 22.4 (2.5) % in all subjects, and 95% confidence interval on the mean was between 21.9% and 23.0%. MCC was significantly correlated with body weight and BMI.

Conclusion: In the Bolivian subjects in our study, the MCC location was found to be at 22% of distance from the lower margin of the fibular head. This result would be helpful in clinical practice to measure the MCC, particularly in frail elderly people who don't have exact MCC location because of the muscular atrophy. In addition, the average MCC location in the Bolivian subjects in our study was found to be lesser than that in Japanese subjects (26%) reported by Nishida et al (2009).

受付日：2016年5月28日 受理日：2016年6月28日

¹国際医療福祉大学 成田保健医療学部 理学療法学科

Department of Physical Therapy, School of Health Sciences at Narita, International University of Health and Welfare
kshimura@iuhw.ac.jp

²国際医療福祉大学 保健医療学部 理学療法学科

Department of Physical Therapy, School of Health Sciences, International University of Health and Welfare

This fact suggests that there is a racial difference caused by genetic factors.

Keywords : Bolivia, maximum calf circumference, racial differences

I. はじめに

下腿最大周径(maximum calf circumference; MCC)は、下腿最大膨隆部位における周囲長と定義され、安価な巻尺を用いて簡便かつ非侵襲的に測定可能な身体計測値の1つである。これは主に脛骨、腓骨、下腿三頭筋および皮下組織から形成され、ヒラメ筋筋厚、筋線維長、羽状角などの筋組織構造や足関節底屈筋力と関連があると報告されている¹⁾。またMCCは骨格筋量、栄養状態の指標である血清蛋白などの血液生化学検査、体格指標であるbody mass index (BMI)、栄養状態や貯蔵エネルギーを表す体重と関係があり^{2,4)}、近年ではサルコペニア(筋肉減少症)の判定基準⁵⁾としても活用されている。さらに、BMIよりも上腕周囲長とMCCのほうが施設入所中の高齢者の健康状態と死亡リスクの予測に優れているとの報告もある⁶⁾。

しかしながら、MCC測定においては個人のもつ骨や皮下脂肪の影響、測定値の再現性などの問題から臨床的意義に一定した見解が得られない^{7,8)}と指摘されてきた。また、特に長期臥床を強いられる虚弱高齢者は著しい体重減少と重度の筋萎縮を呈し、視診や触診でMCCを特定できない症例が多く、測定位置の再現の困難さが測定値の信頼性を損ねる可能性があった。そこで西田ら⁹⁾は、若年日本人を対象にMCC位置を同定し、腓骨頭下端から26%の位置に存在することを、明らかにした。久保ら¹⁰⁾は、このMCC位置を用いて日本人高齢慢性期入院症例のMCCとアルブミンおよびBMIとの関係を検討し、MCCが高齢慢性期入院患者の栄養状態を反映すると報告している。

一方、ヒトの体格差には遺伝や環境要因などが複合的に影響していると推察され、体格の特徴は世界各地域で一様ではない。遺伝子学では、ミトコンドリアDNAの祖先をたどっていくと、様々な人種の人々すべてがたった一人のアフリカ人女性にたどり着くとされている¹¹⁾が、実際の外見上では皮膚の色、毛髪、身長、体重、四肢の長さなど身体の様々な部位に違いが認め

られ、長い歳月をかけてそれぞれの地域や習慣の影響を受けながら適応してきたことが推察される。

筆者は、2014年7月より独立行政法人国際協力機構(Japan International Cooperation Agency;以下、JICA)の青年海外協力隊員として南米の内陸国であるボリビアに赴任し、理学療法分野での技術移転を目的としたボランティア活動と健康相談を、現地の公的医療機関で行った。この活動中に多くの身体計測を実施してきたが、ボリビアにおける身体計測値の基準となる資料は公表されておらず、日本人の標準値をボリビア人に適用して健康に関する助言などをしてよいかは疑問である。そこでわれわれは、高齢ボリビア人と日本人の前腕長および下腿長の違いを調べ、ボリビア人は身長に対する四肢の長さが長いことを示した¹²⁾。この知見から、MCC位置にも人種差が存在する可能性は高い。異なる人種のMCC位置を調べることは臨床において虚弱高齢者などのMCC位置を推定する際に、測定値の信頼性の向上につながるため有意義と考えられる。そこで今回は、ボリビア人のMCC位置を明らかにすることで今後も続く保健医療分野の技術協力、特に医療過疎地での体格および栄養状態の評価への応用につなげることを目的として、障害のないボリビア人を対象とした横断調査を実施した。

II. 方法

対象は、標高2,500~3,000mの渓谷地帯に在住し、身体に明らかな障害がなく、研究代表者(JICAボランティア)の配属先における健康啓発活動に自主的に参加したボリビア人81名(男性40名、女性41名、平均年齢41.6±17.1歳)とした。

測定項目は、体重、身長、下腿長、MCCであった。体重は安静立位で衣類着用のもと体重計で計測した。身長は、足底から頭頂までの距離を地面に対して垂直に立てた支柱にメジャーテープを貼り付けた簡易身長計を用いて計測した。得られた身長および体重より

表1 年齢, 身長, 体重, BMI, MCC, MCC位置の平均値(標準偏差)

	Male (n=40)	Female (n=41)	Total (n=81)
Age (yo)	40.0 (17.8)	43.1 (16.4)	41.6 (17.1)
Height (cm)*	167.4 (7.4)	153.3 (6.1)	160.2 (9.8)
Mass (kg)*	74.3 (10.9)	63.2 (10.6)	68.6 (12.0)
BMI (kg/m ²)	26.3 (3.2)	27.0 (5.1)	26.7 (4.3)
Vol. of MCC (cm)	36.7 (2.8)	35.5 (3.1)	36.1 (3.1)
Position of MCC (%)	22.5 (2.2)	22.4 (2.7)	22.4 (2.5)

*対応のないt検定 (p < 0.01)

BMIを算出した。下腿周径の測定は、被験者に足底を接地した腰掛け座位をとらせ、股関節および膝関節90°屈曲位、足関節0°底背屈で測定した。下腿長は、腓骨頭下端から外果中央までの距離をメジャーテープで測定し、その際に腓骨頭下端を0cmとし1cm刻みで外果中央までボールペンで印をつけた。次いで印の部位で下腿の長軸に直角となるようにメジャーテープを当てて下腿周径を測定し、MCC位置を同定した。測定は1回のみすべて右下腿を対象に行い、その値を代表値とした。得られたMCC位置から、下腿長(腓骨頭下端から外果中央までの距離)を100%とした場合に、腓骨頭下端から何%の位置に相当するかを算出した。なお、MCC測定方法は先行研究と同様の方法^{19,13)}を選択した。また、測定値の再現性を高めるため、すべてのデータ測定は同一の検者が行った。

統計学的検討として、全体および男女別にデータの区間推定を実施しMCCの95%信頼区間を算出した。体重、BMI、下腿最大周径における男女間の比較には、対応のないt検定を用いた。また、MCCと体重およびBMIとの関係性を、Pearsonの積率相関分析を用いて検討した。統計解析ソフトには、IBM SPSS Statistics Ver. 23.0 for Windowsを使用し、有意水準は5%とした。

対象者には本研究の趣旨と計測方法を口頭で十分に説明して同意を得た。測定はすべて非侵襲的で有害事象は発生しなかった。なお、本研究は国際医療福祉大学研究倫理審査委員会の承認(承認番号14-Io-161)を得ている。

表2 MCCと体重, BMIとの相関係数

	Male	Female	Total
Mass	0.83*	0.82*	0.80*
BMI	0.72*	0.69*	0.65*

*Pearsonの積率相関係数 (p < 0.01)

III. 結果

年齢, 身長, 体重, BMI, MCC, MCC位置の平均値と標準偏差を表1に示す。身長と体重は男性が女性よりも有意に高い値を示した(p < 0.01)。BMIとMCCの男女間における有意差は認められなかった。MCC位置の平均値(標準偏差)は全体で22.4(2.5)%, 男性22.5(2.2)%, 女性22.4(2.7)%であり、これらの95%信頼区間は、全体21.9 ≤ x ≤ 23.0, 男性21.7 ≤ x ≤ 23.2, 女性21.6 ≤ x ≤ 23.3となった。男女間に有意差は認められなかった。MCCと体重およびBMIとの相関係数を表2に示す。MCCと体重では全体r = 0.80, 男性r = 0.83, 女性r = 0.82であり、MCCとBMIでは全体r = 0.65, 男性r = 0.72, 女性r = 0.69であり、すべてに有意な相関関係が認められた(p < 0.01)。

IV. 考察

本研究では、ボリビア人におけるMCC位置の同定を試みた。その結果、MCC位置は性別にかかわらず腓骨長を100%とした場合に腓骨頭下端からおおよそ22%の部位に存在することが明らかとなった。一般的に、男性と女性では体組成が異なることが知られているが、MCC位置は一定の部位に存在すると考えられる。この腓骨頭下端から22%という数値は過去の研究で報告された若年日本人の26%⁹⁾よりも小さく、ボリビア人のMCC位置はより下腿の上方に位置して

いるといえる。

下腿三頭筋腱複合体の人種差について、McCarthyら¹⁴⁾はコーカソイド系およびアフリカ系アメリカ人女性を対象に磁気共鳴画像を用いて調査した結果、アフリカ系において下腿三頭筋長が短く、アキレス腱が有意に長いことから足関節底屈筋力の発揮に有利となり歩行効率が優れていると報告している。彼らは下腿三頭筋の横断面積も調査しているが、その最大横断面積を有する部位には人種間で差があり、アフリカ系は腓腹筋内側頭がより上方で最大面積を認めたと示されている。解剖学的最大筋断面積の存在する位置がMCC位置と一致するかは不明だが、主に下腿三頭筋によって構成される下腿最大周径の位置は、その筋腱複合体の構成の違いに影響を受ける可能性がある。

一方、ボリビアは全人口に占める先住民インディヘナの割合が多く、総人口約1,040万人に対し約30% (314万人) というその数値は南米の中で最も高い¹⁵⁾。先住民以外のはほとんどはインディヘナとコーカソイドの混血であるメスティソであり、純粋なスペイン系のコーカソイド種は10%に満たない¹⁶⁾。コーカソイドは白人種とも呼ばれ、肌が白く顔貌が明らかに異なるため見分けが容易である。本研究で対象としたボリビア人の中にはコーカソイド種はおらず、溪谷地域の市街地に在住するメスティソであると考えられる。コーカソイド種あるいはインディヘナの下腿三頭筋腱複合体を調査した報告はわれわれの調べた限りでは見当たらなかったため、構造学的にどのような特徴があるかは不明である。

進藤ら¹⁷⁾は、一般成人140名およびいくつかの特徴的な運動パターンを有する運動選手219名の下腿側面の形状をモアレ縞撮影装置で調べた結果、運動選手群では一般群よりも下腿三頭筋が有意に発達しており、いくつかの運動選手では左右差に特徴が認められたと報告している。このことから、下腿膨隆部の形状には後天的な要因も関係すると思われる。

このように、本研究で明らかとなったMCC位置の人種差には遺伝的要因、環境要因、生活習慣などが複合的に関与していると推察されるが、区間推定により

算出した95%信頼区間からボリビア人も性別の違いにかかわらず一定の範囲に値が収束しており、遺伝要因の影響が強いと考えられる。

本研究結果の臨床的意義について考えると、身長177cmで下腿長(腓骨頭下端～外果中央の距離)が35cmの日本人とボリビア人の場合、MCC位置の差異は1.5cmであり、ボリビアの方が上方に位置していることになる。臨床場面に置き換えて、著しい体重減少と重度の筋萎縮を呈する虚弱高齢者のような症例のMCC位置を推定すると仮定した場合、この差は巻き尺1巻分の横幅に相当するため、測定位置の再現性からみると意味のある差と考えられる。

本研究結果では、男性の体重が女性よりも有意に重かったにもかかわらずMCC測定値には差が認められなかった。MCC測定値は多くの先行研究で体重とBMIの両者と正の相関がある^{1,3,5,6,9,10,13)}と報告されているが、本研究の女性サンプルのBMI平均値が27.0kg/m²、男性では26.3kg/m²とともに大きく、MCC値がよりBMIを反映したのかもしれない。ボリビアにおいて肥満は深刻な健康問題であり¹⁸⁾、2008年の国勢調査¹⁵⁾でBMI25kg/m²以上の女性の占める割合が51.1%、30kg/m²以上が18.7%であったと示されていることから、本研究対象となったボリビア人の対象者も実状を反映していると考えられる。

本研究の限界として、サンプルサイズが小さいことと対象としたボリビア人の年齢が大きくばらついていることが挙げられる。日本でもMCC値およびその位置の加齢変化は明らかにされていないが、健康な者でも筋や皮下脂肪の形態変化が認められる可能性があり、この点は今後の課題である。

V. 結論

ボリビア人のMCC位置は、性別にかかわらず腓骨頭下端よりおよそ22%の部位に存在することが明らかとなり、今後は虚弱高齢者のMCC位置の推定に応用できると考えられる。この22%という数値は、過去の研究で報告された若年日本人の26%よりも小さく、ボリビア人のMCC位置がより下腿の上方に位置

しているといえる。これには遺伝要因による体格の人種差が存在していると推察され、諸外国においてMCC位置を推定して測定する際には、各人種の特徴を明らかにしてから応用する必要があると考えられた。

本研究に報告すべき利益相反はない。

文献

- 1) 森上亜城洋, 西田裕介. 筋組織構造からみた下腿最大周径が反映する理学療法評価構成要素の再考. 理学療法科学 2013; 28(1): 21-26
- 2) 大荷満生. 高齢者の栄養評価. 静脈経腸栄養 2007; 22(4): 439-445
- 3) Rolland Y, Lauwers-Cances V, Cournot M, et al. Sarcopenia, calf circumference, and physical function of elderly women: a cross-sectional study. J. Am. Geriatr. Soc. 2003; 51(8): 1120-1124
- 4) 三輪佳行, 森脇久隆. 身体計測とその基準値. 医学の歩み 2001; 198(13): 965-968
- 5) Kawakami R, Murakami H, Tanaka N, et al. Calf circumference as a surrogate marker of muscle mass for diagnosing sarcopenia in Japanese men and women. Geriatr. Gerontol. Int. 2014; 15(8): 969-976
- 6) Tsai AC, Lai MC, Chang TL. Mid-arm and calf circumferences (MAC and CC) are better than body mass index (BMI) in predicting health status and mortality risk in institutionalized elderly Taiwanese. Arch. Gerontol. Geriatr. 2012; 54(3): 443-447
- 7) 香川雅春, 玉利光太郎, 形態の測定方法. 理学療法 2005; 22(1): 21-28
- 8) 湖上信夫, 今井公一, 坂田芳明ら. 周径の信頼性—筋力と周径の関係—. 理学療法科学 1990; 17(3): 242-246
- 9) 西田裕介, 加茂智彦, 赤尾吉規ら. 健常若年者における下腿最大膨隆部の位置の同定. 理学療法科学 2009; 24(4): 539-542
- 10) 久保晃, 吉松竜貴, 西田裕介. 高齢慢性期入院症例の下腿最大周囲長とアルブミンおよびBody Mass Indexとの関係. 日本老年医学会雑誌 2009; 46(3): 239-243
- 11) Cann RL, Stoneking M, Wilson AC. Mitochondrial DNA and human evolution. Nature 1987; 25: 1-5
- 12) 志村圭太, 久保晃. 高齢ボリビア人と日本人との身長, 前腕長, 下腿長の比較. 理学療法科学 2015; 30(6): 857-860
- 13) 森上亜城洋, 西田裕介, 廣野文隆ら. 超高齢入院患者における下腿最大周径と身体組成, 栄養状態ならびに日常生活動作との関係. 理学療法科学 2014; 29(6): 939-943
- 14) McCarthy JP, Hunter GR, Larson-Meyer DE, et al. Ethnic differences in triceps surae muscle-tendon complex and walking economy. J. Strength Cond. Res. 2006; 20(3): 511-518
- 15) Instituto Nacional de Estadística (ボリビア国立統計院: INE). Encuesta Nacional de Demografía y Salud, 2008; 215-217
- 16) 「南米・ボリビアの青空に舞う」編集委員会. 南米・ボリビアの青空に舞う. 東京: 悠光堂, 2014
- 17) 進藤正雄, 植竹照雄, 大槻文夫ら. 成人男女のふくらはぎ側面観. 大学体育研究 1998; 20: 17-26
- 18) 志村圭太, 久保晃. 溪谷地域に住むボリビア人の血圧値, 酸素飽和度, 体格の年齢による特徴. 国際医療福祉大学学会誌 2016; 21(1): 21-27