

氏 名 : 朝倉 比都美
学位の種類 : 博士 (学術)
学位記番号 : 博甲第3号
学位授与の日付 : 平成29年3月18日
学位授与の要件 : 東京家政大学学位規程第3条第2項該当
人間生活学総合研究科

学位論文題目 : 「肥満者のためのエネルギー消費量の簡便な算出法」の開発

論文審査委員 : (主査) 教授 市丸 雄平
教 岡 岡 純
教授 井上 俊哉
教授 大西 淳之
准教授 小林 理恵

論文内容の要旨

栄養管理は、疾病予防のみならず疾病治療の一つである。栄養管理を実施するうえで、個々の患者に合わせたエネルギー必要量を決定することは、極めて重要なことである。日本人のエネルギー必要量は、厚生労働省策定による食事摂取基準を参考にすることが多いが、肥満者と身体活動が低い人は対象から除外されている。医療機関では、ハリス-ベネディクト (HB : Harris-Benedict) の計算式にストレス係数 (SF : stress factor) と身体活動量の活動係数 (AF : activity factor) を乗じてエネルギー必要量を算出していることが多いが、HB の計算式で求めた基礎エネルギー消費量 (BEE : Basal Energy Expenditure) は過大評価の傾向にあると言われている。BEE は間接熱量計で測定することは可能であるが間接熱量計は高価であり操作も難しい。除脂肪量から BEE を推定する方法もあるが、除脂肪量を求める体組成計もまた高価である。そこで、迅速で正確かつ簡便な BEE の算出方法について検討した。

本論文は3部で構成される。

第1部では、「測定の違いによる成人女性のエネルギー消費量の検討」として、健康で就労可能な女性を対象に、①呼吸商 RQ の測定可能な間接熱量計 (V-REE)、②RQ が測定不可能な間接熱量計 (FIT-REE)、③体脂肪計を用いた推定値 (Inb-REE)、および④現体重の HB の式からの推定値 (HB-BEE) を比較し、簡便なエネルギー消費量の推定が可能か検討した。測定は食後5時間前後であるため熱量計での実測値は REE (Resting Energy Expenditure) とした。さらに、体脂肪率により、A群 (25%未満)、B群 (25%以上35%未満)、およびC群 (35%以上) の3群に分類し検討した。対象者は、年齢22~68歳の健康な27名とした。平均BMIは $21.5 \pm 3.7 \text{ kg/m}^2$ であった。結果は、測定方法の違いによる有意な差は認められなかった。体脂肪率別でも、測定方法の違いによる有意な差は認められなかった。体脂肪率25%未満のグループで V-REE と HB-BEE に

有意な相関を認めた ($p < 0.05$, $r = 0.615$)。回帰式は $y(\text{V-REE}) = 220.362 + 0.836 \times \text{HB-BEE}$ であり、決定係数は $R^2 = 0.381$ と低値であった。体脂肪率 25% 以上では HB-BEE から REE は推定できなかった。肥満のない女性の REE を求めるのは HB の計算式で十分であり、肥満者の REE は簡易な間接熱量計の使用が有効であることが示され、肥満者に HB による計算値を使用する際は注意が必要なことが示唆された。

第 2 部では「成人肥満男性におけるエネルギー消費量の検討」を行い、就労可能な肥満傾向にある成人男性を対象に肥満者の体脂肪が BEE に与える影響について検討した。測定法は第 1 部に示した②、③、④のエネルギー消費量推定法を採用した。対象者の年齢は 25~64 歳の 30 名とした。BMI の平均は $27.9 \pm 4.7 \text{ kg/m}^2$ であった。体脂肪率により対象を 2 群に分類し、A 群は体脂肪率 30% 未満とし、B 群は体脂肪率 30% 以上とした。測定結果は、② $1880 \pm 271.6 \text{ kcal}$ ③ $1637.8 \pm 191.9 \text{ kcal}$ ④ $1780.1 \pm 255.5 \text{ kcal}$ で③と他に有意な差を認めた。相関分析では② FIT-REE と③、④に相関を認めた。体脂肪率別では 30% 未満群では測定方法による差を認めず、② FIT-REE と他の推定値は相関した。関連性は高くない ($R^2 = 0.6075$) が HB-BEE を用いて REE の回帰式 ($y = 0.981 \times \text{HB-BEE} + 174.8$) を得た。体脂肪率が 30% 以上の群では相関しなかった。一方、体脂肪率が 30% 未満であれば、HB-BEE に 1.05 から 1.1 倍を乗ずると REE を求めることができた。体脂肪率が 30% 以上群では、酸素摂取量を直線回帰式 ($y = 876.5 + 0.564 \times \text{HB-BEE}$; $p = 0.108$, $R^2 = 0.218$) で推定することは困難であった。このことより、男性は筋肉量の個人差が大きいため、除脂肪量からの推定は困難であった。体脂肪率 30% 以上の群では、簡易な間接熱量計を使用して酸素摂取量を推定が有効であることが示された。

第 3 部では、「低 ADL 肥満者のエネルギー消費量の検討」を行った。低 ADL 肥満者の REE を体脂肪率と HB の式から推定することが可能であるか検討した。対象者は、年齢 23~74 歳の身体活動が自立できない肥満・肥満傾向の 20 名 (男性 12 名、女性 8 名) とした。平均 BMI は $32.2 \pm 10.0 \text{ kg/m}^2$ 、体脂肪率は $41.8 \pm 10.2\%$ であった。残存する運動能力で、A 群: バーセルインデックス (Barthel Index: BI) 20 点以下と、B 群: BI が 21 点以上の 2 群にわけて検討した。計測法として、第 1 章に示した方法で①、③、および④による計測値の差を比較した。結果は、① V-REE は A 群 $997.4 \pm 188.0 \text{ kcal}$ 、B 群 $1455.3 \pm 350.0 \text{ kcal}$ で有意な差を認めた。両群とも、REE は④ HB-BEE より低値を示し、その割合 (V-REE/HB-BEE) は A 群で 72.7%、B 群で 86.8% であった。A 群では、体脂肪率と V-REE/HB-BEE が負に相関し ($p < 0.05$, $r = -0.928$)、回帰式 $\text{V-REE}/\text{HB-BEE} = -1.7637 \times \text{体脂肪率} + 143.39$ を得た ($p < 0.05$, $R^2 = 0.862$)。B 群では④ HB-BEE に有意に相関した ($p < 0.01$, $r = 0.853$)。HB-BEE に対する両群の補正係数を作成した。A 群は体脂肪率が 35% では 0.82、40% では 0.73、50% では 0.55、B 群では 0.85~0.90 を乗ずると REE を求めることができる。このことより、HB-BEE から低 ADL 肥満者の REE を計算できる可能性が示唆された。

総括:

日本人の食事摂取基準の対象外をされる肥満者と身体活動の低い人たちのエネルギー消費量の推定を、間接熱量計を使用せずに推定することはできないか検討した。特に、医療機関で用いられるハリス-ベネディクト (HB-BEE) の計算式に体脂肪率による補正を加えることで、適正なエネルギー必要量を簡便に推定する方法の開発を試みた。通常身体活動が可能な肥満者の正確

な推定は困難であった。エネルギー必要量は除脂肪量に相関するが、本研究では除脂肪量から肥満者の REE は推測できなかった。除脂肪量は個人差が大きく体脂肪率の増加と除脂肪量の減少は必ずしも一致しないためと思われた。一方、身体活動の低い（低 ADL）肥満者は、座位が可能である B 群では HB-BEE の補正值、座位が不可能な A 群では体脂肪率に合わせて補正值を求めることが可能であった。ただし症例数が少なく今後確認作業が必要である。

論文審査の結果の要旨

疾病の治療において、栄養療法は薬物療法、運動療法とともに、身体の構成成分を維持・強化を図るうえで重要な治療法であることを著者は長年の臨床経験において熟知しているものと推測される。本論文において、著者は、その論理化をエネルギー推測するための4つの方法を用いて実証している。

栄養ケアにおいて栄養成分の定量的処方の第1歩として、個々の対象のエネルギー必要量を算定あるいは推定することは、栄養処方の基本となる。このために、適正なエネルギー必要量の推定式が、「日本人の食事摂取基準 2015年度版」において提案されている。このなかでも、Harris-Benedict (HB) の式は、基礎代謝量の推定式として、広範に用いられている。しかし、この式を使用して肥満者に対する基礎代謝量の設定を行うと、実際のエネルギー消費量よりも過剰になる。すなわち過大評価となることを著者は臨床経験上、知悉している。また、1日のエネルギー消費量は基礎代謝量と身体活動レベルの積として計算されるものの、「日本人の食事摂取基準」においても、自立していない高齢者、あるいは肥満者・やせを対象とした場合には、普通成人の身体活動量の設定を変更しなければならないことを明記している。しかし、その具体的な表現あるいは、その方法論は記載されておらず、今後の問題点とされているものと推測される。現実の問題として、エネルギー必要量をHBで推測すると、肥満者では、推定エネルギーの設定値は高値となることより、肥満者に対してより過剰のエネルギー必要量を設定することになり、現状では肥満が加速するものと、著者は推定している。これらのことを背景として、本論文ではとくに肥満者に対するエネルギー消費量の推定あるいは新基準の作成を試みている。具体的方法として、本論文において、著者は基礎代謝量の実測を行い、各種推定値との比較をおこなっている。その方法として、実測値に対する推定値の妥当性を、①筋肉量が少ない肥満女性、②男性で筋肉量と脂肪量が共に多く、活動係数の高い男性、さらに③各種疾患を理由として低活動量 (ADL) である肥満者の3群に分けて、章立てを行い検討している。また、基礎代謝量あるいは安静時代謝量の推定法として、次に述べる4つの方法、①呼吸商 RQ の測定可能な間接熱量計 (実測値: V-REE)、②RQ が測定不可能な間接熱量計 (FIT-REE)、③体脂肪計を用いた推定値 (Inb-REE)、および④現体重の HB の式からの推定値 (HB-BEE)、を採用している。この結果、第1章では肥満度 (体脂肪が高い) の高い女性では、HB 式の推定値は実測値よりも過剰になるとの結果であった。第2章では肥満度が 30%未満で、筋肉量の比率が高値の場合、HB 式は実際の基礎代謝量とは、著しい差はないものの、肥満度が 30%以上の場合では HB 式による推定は困難であるとの結果を得ている。さらに第3章において、低 ADL 肥満者での検討を行っている。低 ADL を Barthel Index (BI) で区分すると、BI が 20 点以下である場合、実測値と HB-BEE の比率が 72.7%、BI が 21 点以上の場合には 86.8% であるとの結果を得ている。このことより、HB 法によるエネルギー推定法は、実測値よりも高値であるとの結果が得られている。

これらの結果を総合した結論としては、①体脂肪量が多くなると HB による基礎代謝推定量が実測値よりも高値になること、②肥満者で筋肉量が多い例では HB でエネルギー必要量を推定することにより適正なエネルギー量になること、さらに、③BI を指標とした身体活動量の低下した対象では、HB による推定式は、実測値よりも高値を示しているとする結論を得ている。このことより、肥満者、筋肉量の少ない対象については補正計数を乗じる必要性が示されているとともに、肥満者のためのエネルギー消費量の簡便な算出法が提案されている。

考察として、HB の推定式の利点と限界を、Gallagher D.らの論文を引用して、説明している。すな

わち、HB に代表される、エネルギー消費量の推定式においては、体重はエネルギー推定式の主要因子となっているものの、体重当たりの酸素消費量においては、体脂肪、筋肉では約3倍の違いがあることが原因であることが、本文ならびに口頭試問で述べられた。一方、本論文の問題点として、肥満者のエネルギー消費量算出式の妥当性についての論理的矛盾点の解消、論文の構成をわかりやすくすること、論文の整合性についての指摘および、今回得られた結果をどのように臨床的に発展させるか、展望を述べる必要性を審査員より述べられた。

以上の観点より、本論文は臨床現場の現実に対応した重要な研究であると見做すとともに、課程博士に値する優れた研究と判定した。