

NewsLetter

Sports Medicine Research Center, Keio Univ.

No. 34

慶應義塾大学スポーツ医学研究センター
ニュースレター 第34号
[2020年3月発行]

おもな活動報告

- | | | | |
|-----|---|---|--|
| 7月 | 国民体育大会神奈川県代表選手健康診断(6~9月)
強くなるためのスポーツ医学基礎講座「女子アスリートの健康と栄養」(7/10)
体育会蹴球部体脂肪率測定
体育会自転車競技部 VO ₂ ・乳酸測定、体脂肪率測定
体育会競走部血液検査
体育会スキー部 VO ₂ ・乳酸測定、体脂肪率測定
体育会 BLS 講習(5日間)
大学院健康マネジメント研究科実習講義 | 冬季国民体育大会神奈川県代表選手健康診断(10月~1月)
体育会蹴球部体脂肪率測定・血液検査 | |
| 8月 | 体育会女子サッカー部体脂肪率測定 | 11月 | レスリング部・柔道部トングランスブラシ検査
スポーツ医学基礎講座「トレーニングメニューの組み立て方1(持久力)」(11/13)
スポーツ医学基礎講座「トレーニングメニューの組み立て方2(筋力)」(11/27)
体育会スキー部 VO ₂ ・乳酸測定、体脂肪率測定 |
| 9月 | スポーツ医学基礎講座「足関節のケガ予防:足首のトレーニングからテーピングまで」(9/27)
体育会競走部血液検査
相撲新弟子心臓エコー検査・体脂肪率測定(両国) | 12月 | 体育会自転車競技部 VO ₂ ・乳酸測定、体脂肪率測定
体育会女子サッカー部体脂肪率測定
体育会蹴球部体脂肪率測定
相撲新弟子心臓エコー検査・体脂肪率測定(両国) |
| 10月 | 神奈川衛生学園実習授業
スポーツ医学基礎講座「スポーツ現場での脳震盪:競技復帰までのルール」(10/9)
スポーツ医学基礎講座「スポーツ傷害のリハビリテーションとリコンディショニング」(10/23) | 1月 | 相撲新弟子心臓エコー検査・体脂肪率測定(両国) |
| | | 2月 | 大相撲力士一斉心電図検査(両国)
体育会競走部血液検査
慶應スポーツ SDGs シンポジウム 2020~東京 2020 イヤーに考える持続可能なスポーツ・身体活動~(延期) |

特集

慶應義塾大学スポーツ医学研究センター

開催報告

2019年度教育研究公開シンポジウム 生活習慣病・虚弱予防のための エネルギー消費と摂取

教育研究公開シンポジウム「生活習慣病・虚弱予防のためのエネルギー消費と摂取」の背景・成果と今後の課題

スポーツ医学研究センター教授 勝川史憲

この教育研究公開シンポジウムは、筆者が研究代表者を務める、日本医療研究開発機構(AMED)の2つの公募研究の成果を、

広く一般に公開することを目的に2019年11月30日(土)に行われた。すなわち、AMEDの循環器疾患・糖尿病等生活習

慣病対策実用化研究事業における「生活習慣病予防や高齢者の身体機能維持のためのエネルギーバランスに関する指標の開発並びに栄養素の摂取上限量に関するデータベースの開発に資する研究」(2015～2017年度、JP17ek0210045)と「高齢者の虚弱化の予防又は先送りに資するエネルギー消費量の評価に関する研究」(2018～2020年度、JP18ek0210112)の2つである。

前者の研究(2015～2017年度)では、高齢者施設に入所中の虚弱高齢者(要介護度1～3)、大学病院外来通院中の糖尿病患者、COPD患者を対象にエネルギー必要量の評価を行った。

エネルギー必要量の評価には総エネルギー消費量の測定が用いられる。これは、食事調査ではエネルギー摂取量を過小評価するためである。身体活動レベルが総エネルギー消費量を大きく左右することから、活動量計等を用いた活動量の評価もあわせて行うことになる。高齢者、とくに80歳代の後期高齢者のデータは世界的に数が少なく、今回のデータは、厚生労働省の「日本人の食事摂取基準2020年版」の基礎資料としてエネルギー必要量の策定に用いられた。

また、糖尿病患者のデータは、日本糖尿病学会の「糖尿病診療ガイドライン2019」に引用された。今回の糖尿病診療ガイドラインでは、学会設立初期から50年以上にわたって用いられてきた食事のエネルギー処方が大きく変更となったが、その契機に、本研究で得られたデータや食事摂取基準2020年版策定の過程で得られた知見が生かされている。糖尿病のエネルギー量の設定は、他の生活習慣病の食事療法のエネルギー処方にも用いられるだけでなく、施設給食のエネルギー量の参考にもされている。今後、こうした広い範囲への波及が期待される。

一方、COPD患者では、呼吸運動によるエネルギー消費量(基礎代謝量)が増加し、呼吸困難により身体活動量が減少すると考えられている。体重減少からフレイルを来しやすい病態だが、重症度の異なる大学病院通院患者でエネルギー出納の分析を進めてきた。

後者の研究(2018～2020年度)では、施設に入所する手前の高齢者(要支援レベル)の総エネルギー消費量の評価を行っている。とくに、杖歩行、シルバーカーなどの補助具を使っている者のデータは例がなく、今後、食事摂取基準等の指針に有用なデータになると期待される。

一方、糖尿病患者、COPD患者は、どちらも高齢でフレイルが問題となる集団であることから、そのままフォローアップによるフレイル進行を追跡調査する研究に移行している。

糖尿病患者では、健常人に比べて、基礎代謝量はわずかに高く身体活動レベルはわずかに低く、これらをあわせたエネルギー必要量は健常人と差がない、という結果を当初想定していた。このことは無事証明されたが、当初予期していなかったのは、身体活動レベルに、健常人と同等のパラつきがあることだった。すなわち、身体活動レベルが上位3分の1と下位3分の1の者では、エネルギー消費量で約500kcal/日の差があった(Nishida Y et al.: Ann Nutr Metab, in press)。活動レベルの高い者は、その分余計に消費し摂取してエネルギー出納を保っているわけで、たんぱく質やビタミンD等の栄養素が充足されやすく、フレイル進展予防に有利と予想される。

活動量計のデータからは、このエネルギー消費量の差は、中高強度の歩行・走行でなく、低強度の歩行以外の身体活動(とこれと相補的な関係にある座位行動)の多寡に主に由来していた。群間でBMIや血糖コントロールには差がないので、総エネルギー消費量と身体活動量を評価することで初めて得られた知見である。

一般集団でも、十分な運動量をこなしている者はわずかであり、1日のエネルギー消費量はこうした低強度の生活活動に依存する。生活活動は意図して行うものではないので、心がけて増やすことは難しい。また現状のツールでは、低強度の生活活動の内容や時間的分布を分析し、増加へと結びつける評価の枠組みも十分整備されていない。低強度生活活動の評価法開発の必要性を感じているところである。

高齢者におけるエネルギー消費量

国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所 国立健康・栄養研究所
栄養・代謝研究部部长 田中茂穂

1 高齢者における総エネルギー消費量とエネルギー必要量

ヒトは、体格・身体組成などに応じた基礎代謝量に加え身体活動などによってエネルギーを消費し、それにみあったエネルギーを摂取する。通常は、そうしたエネルギーバランスがおおよそとれた状態で生活している。

最近、肥満やメタボリックシンドロームだけでなく、高齢者の“フレイル”が問題視されている。フレイルとは、「加齢

に伴う症候群として、多臓器にわたる生理的機能低下や恒常性低下、身体活動性、健康状態を維持するためのエネルギー予備能の欠乏を基盤として、種々のストレスに対して身体機能障害や健康障害を起こしやすい状態」で、要介護状態の一手手前の段階であるとされる。加齢に伴う筋肉量の減少や筋力の低下した状態であるサルコペニアなどにより、身体機能が低下するとともに、基礎代謝量や日常生活の活動量の減少によるエネルギー消費量の減少が食欲の低下につながり、さらに低栄養状態を招くのではないかと考えられている¹⁾。

したがって、特に高齢者においては、総エネルギー消費量を正確に推定しそれにみあった食事を摂ることが、他の集団以上に重要である。しかし、これまで、高齢者における検討は十分になされているとは言えない^{2,3)}。高齢者の場合、身体機能や自立度などにおける個人間差が大きいと、そうした特性に合わせた簡便かつ妥当性の高い推定法が求められる。

2 自立した生活を送っている高齢者における総エネルギー消費量

まずは、ほぼ自力で日常生活をほとんど支障なく営んでいる65～85歳の男女を対象とした(以下、未発表データ)。東京都健康長寿医療センターの故・吉田英世先生のご尽力により、板橋区お達者健診コホートの介入研究対象者から、これまで大きな病歴がない方を、65～74歳と75～84歳それぞれ男女20名を目標として対象者を募った。その際、性・年齢階級毎の歩数の平均値を平成22年国民健康・栄養調査と一致させることにより、日本人としての代表性をできるだけ確保することとした。そのため、2・3年度目の調査では、本調査の前に歩数調査を行い、期待する歩数の分布になるように対象者を選別した。形態、有職率、運動習慣がほぼ一致していることも確認した。測定項目は、表1の通りである。

図1の左は、対象者の歩数の結果を示したものである。国民健康・栄養調査の平均値との差は、いずれの性・年齢階級とも300歩以内であった。そうした対象者における身体活動レベルの平均値を右側に示してある。食事摂取基準で「ふつう」とされる値と比べて、いずれもかなり高めであった。また、体重当たりの総エネルギー消費量は、いずれも30kcal/kg/日を軽く超えていた。活動量計で評価した一分毎の身体活動強度もそれほど低いものではなく、自立した生活を送っている高齢者は、ある程度の活動量を維持していることがわかる。

3 自立高齢者における活動量計による総エネルギー消費量の推定誤差

そうした自立高齢者においても、大きな個人間差がみられた。それだけに、総エネルギー消費量の個人間差を考慮できる方法が必要である。最終結果ではないが、現時点で、職業の有無で約0.1、運動習慣の有無で身体活動レベルに約0.05の差があるという結果が得られている。また、歩数と身体活動レベルとの相関は約0.3であったが、5,000歩/日の差が身体活動レベルの約0.1の差に相当し、歩数を身体活動レベルの推定に利用で

- ・歩数計(YAMASA AS-200(国民健康・栄養調査で利用している機種))
平日2日の結果を対象者本人が記入
 - ・身長・体重
 - ・基礎代謝量(ダグラスバッグ法)
 - ・質問紙法による身体活動調査、食事調査、既往歴等の調査
- <2週間にわたる調査>
- ・活動量計(オムロンヘルスケアActive style Pro HJA-350IT)
 - ・二重標識水(採尿:計8回)⇒総エネルギー消費量
⇒身体活動レベル=総エネルギー消費量÷基礎代謝量

表1. 自立高齢者における測定項目

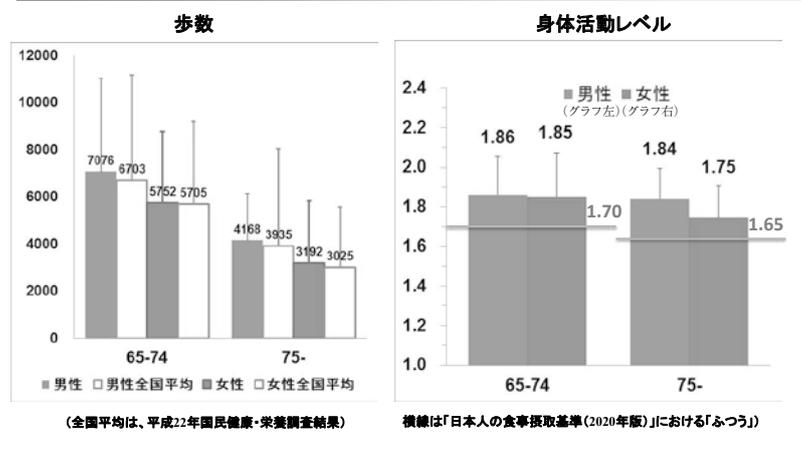


図1. 自立高齢者を対象とした調査における歩数と身体活動レベル

きるのは、歩数に大きな差がある場合に限定される。

成人の場合、個人レベルで総エネルギー消費量を最も正確に推定できるのは、一部の活動量計である⁴⁾。そこで、総エネルギー消費量の推定誤差が小さい活動量計を使って、自立高齢者の総エネルギー消費量の妥当性を検討してみた。活動量計は、基礎代謝量を国立健康・栄養研究所(健栄研)の式⁵⁾で推定するとともに、加速度から推定したメッツ値に基づいて身体活動レベルを推定し、それらを乗ずることによって総エネルギー消費量を推定している。そこで、基礎代謝量の実測値と二重標識水法による総エネルギー消費量を妥当基準として、基礎代謝量と身体活動レベル、総エネルギー消費量の3つについて、妥当基準と比較した結果を図2に示した。

健栄研の式を用いると、高齢者を除く日本人成人における基礎代謝量の推定値の平均値は、実測値の平均値とほぼ一致する⁶⁾。しかし、自立高齢者では、男性でやや過大評価、女性ではやや過小評価であった。ただし、推定誤差の平均値は男女とも数十kcal/日であり、それほど大きな差ではなかった。一方、身体活動レベルは男性で約0.2、女性で約0.1の過小評価であった。その結果、男女とも総エネルギー消費量を150～200kcal/

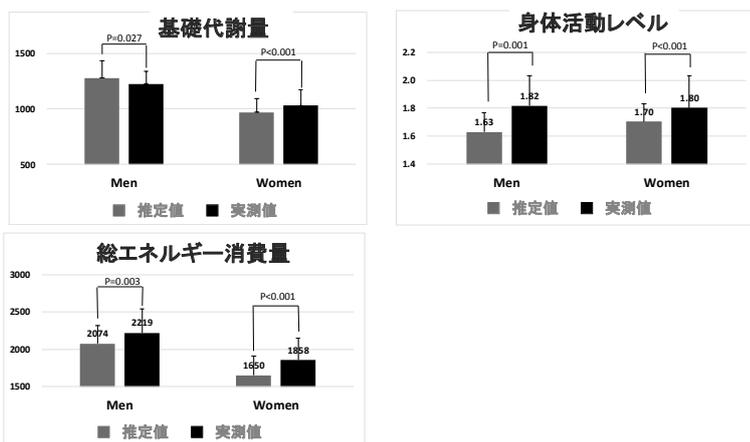


図2. 自立高齢者における加速度計による総エネルギー消費量推定

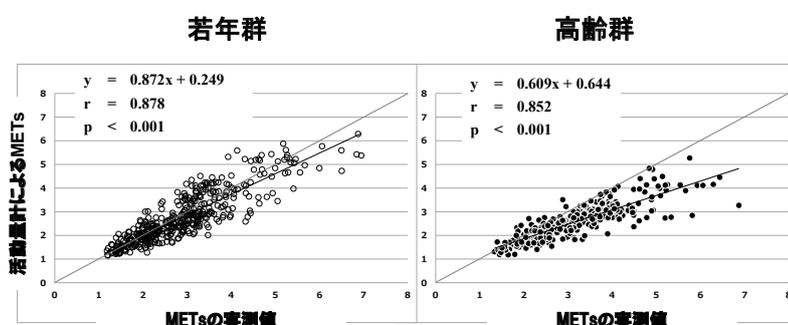


図3. 若年群と高齢群における、METsの実測値と活動量計による推定値との相関⁸⁾

日程度、過小評価するという結果が得られている。

4 自立高齢者における活動量計の 身体活動強度の推定誤差

上記の通り、自立高齢者においては身体活動レベルを過小評価するようである。しかし、二重標識水法では、個々の活動の強度推定はできない。高齢者を対象とした活動量計(加速度計)の妥当性を検討した論文は少なかったが、歩行などで過小評価する傾向は示唆されていた⁷⁾。そこで、ダグラスバッグ法で様々な活動における推定誤差を若年者と比較した。その結果、高齢者の場合、同一の活動でも、全体にメッツ値が高めになる傾向がみられた⁸⁾。その傾向は、強度が強いほど顕著であった。また、ダグラスバッグ法で得られた実測値と比較すると、活動強度が強いほど、活動量計が活動強度を過小評価する傾向がみられた(図3)。こうした傾向は、他の活動量計(加速度計)でも同様であると考えられる。現時点では、高齢者で活動量計を用いる場合、活動量計で推定されるより活動量は多いと考えた方がよさそうである。

5 有患者やフレイルが懸念される 高齢者におけるエネルギー必要量

これまで、慶應義塾大学・スポーツ医学研究センター所長の勝川史憲教授を代表として、施設入所高齢者や糖尿病患者、COPD患者での総エネルギー消費量に基づくエネルギー必要量やその推定法について検討してきた(Clinical Evaluation of Energy Requirements Study (CLEVER) Study)。最近は、要支援レベルの高齢者における調査も進めている。これらにおいて、上記の活動量計は、身体活動レベルをある程度推定できること、ただし、特に糖尿病患者では基礎代謝量が亢進しているため、健栄研の式では基礎代謝量をやや過小評価し、全体として総エネルギー消費量を少なめになることを示した⁹⁾。また、施設入所高齢者においては、身体活動レベルがかなり低く(平均1.4弱)、典型的な一日の行動をおおよそとらえるだけで身体活動レベルがある程度正確にわかるという結果も得られている¹⁰⁾。

フレイルやサルコペニア、あるいはメタボリックシンドロームが危惧される高齢者において、適切な食事や身体活動は重要であるが、多様な個人間差に対応できるエネルギーに関する信頼できる情報は意外と少ない。今後、エネルギーに限らず、実用可能な高齢者の栄養素摂取のあり方について、さらなる検討が必要である。

6 まとめ

自立した日常生活を送っていれば、高齢者の身体活動レベルは決して低くない(少なくとも30kcal/kg/日以上)。一方で、施設入所高齢者では、かなり身体活動レベルが低い(平均1.3~1.4程度)。さらに、その両者の間に、様々な生活環境や疾病状況を有する高齢者が存在する。現時点では、活動量計を用いると、身体活動レベルや総エネルギー消費量を過小評価する傾向にある。今後、エネルギー必要量の正確な推定法をはじめ、フレイル予防のための高齢者の食事のあり方について、エビデンスの蓄積が求められる。

参考文献

1. Fried LP, Tangen CM, Walston J, et al: Frailty in older adults: evidence for a phenotype. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 2001, 56(3): M146-156.
2. Hall KS, Morey MC, Dutta C, et al: Activity-related energy expenditure in older adults: a call for more

- research. Med Sci Sports Exerc 2014, 46(12): 2335-40.
- Porter J, Nguo K, Gibson S, et al: Total energy expenditure in adults aged 65 years and over measured using doubly-labelled water: international data availability and opportunities for data sharing. Nutr J. 2018, 17(1): 40.
 - Murakami H, Kawakami R, Nakae S, et al: Accuracy of wearable devices for estimating total energy expenditure: comparison with metabolic chamber and doubly labeled water method. JAMA Intern Med 2016, 176(5): 702-3.
 - Ganpule AA, Tanaka S, Ishikawa-Takata K, et al: Interindividual variability in sleeping metabolic rate in Japanese subjects. Eur J Clin Nutr 2007, 61(11): 1256-61.
 - Miyake R, Tanaka S, Ohkawara K, et al: Validity of predictive equations for basal metabolic rate in Japanese adults. J Nutr Sci Vitaminol 2011, 57(3): 224-32.
 - Ganpule AA, Tanaka S, Ishikawa-Takata K, et al: Interindividual variability in sleeping metabolic rate in Japanese subjects. European Journal of Clinical Nutrition 2007, 61(11): 1256-1261.
 - Park J, Ishikawa-Takata K, Tanaka S, et al: Accuracy of estimating step counts and intensity using accelerometers in older people with or without assistive devices. Journal of Aging and Physical Activity 2017, 25(1): 41-50.
 - Nagayoshi S, Oshima Y, Ando T, et al: Validity of estimating physical activity intensity using a triaxial accelerometer in healthy adults and older adults. BMJ Open Sport Exerc Med 2019, 5(1): e000592.
 - Nishida Y, Nakae S, Yamada Y, et al: Validity of the use of a triaxial accelerometer and a physical activity questionnaire for estimating total energy expenditure and physical activity level among elderly patients with type 2 diabetes mellitus: CLEVER-DM Study. Ann Nutr Metab (in press).
 - Nishida Y, Tanaka S, Nakae S, et al: Validity of one-day physical activity recall for estimating total energy expenditure in elderly residents at long-term care facilities: CLInical EVAluation of Energy Requirements Study (CLEVER Study). J Nutr Sci Vitaminol 2019 65(2): 148-56.

糖尿病患者におけるエネルギー代謝

滋賀医科大学医学部 糖尿病内分泌・腎臓内科 森野勝太郎

1 はじめに

食事療法・運動療法は、糖尿病・生活習慣病の予防や治療を考えるうえで、根源的な治療法である。しかしながら、糖尿病患者に対してどの程度のエネルギー処方をするれば良いのか、実は明確なエビデンスは乏しい。我々は最近、二重標識水法を用いて2型糖尿病患者のエネルギー消費量を実測する機会を得た。期間中2週間の体重変動が無かったと仮定すれば、エネルギー消費量=エネルギー摂取量であり、体重維持に必要なエネルギー量が推定できる。シンポジウムでは絶食と食後の代謝変化について糖負荷試験を例に解説し、糖尿病患者の代謝の特徴を述べた。また二重標識水法を用いたエネルギー消費量の結果を報告した。

2 絶食・再摂食時の代謝変化

空腹時であっても血糖は維持される。絶食早期は肝臓に蓄積されるグリコーゲンが放出される事で血糖は100mg/dl程度で推移するが、肝にはグリコーゲンが約100gしか蓄えられておらず、6時間程度で枯渇する。6時間以降は糖新生により血糖

が維持されるため、脂肪組織からグリセロールと遊離脂肪酸が、筋肉よりアラニンが、筋と赤血球より乳酸が供給される。講演では経口糖負荷試験後の血糖、血中インスリン、血中遊離脂肪酸の変化について参加者の意見を伺った。経口糖負荷試験は一種の絶食後再摂食状態を見ていると言える。図1に示すように血糖上昇に伴い血中インスリンは上昇し、反比例するように遊離脂肪酸は低下する。すなわち、空腹では脂肪（遊離脂肪酸）が重要な栄養素であるが、食後は脂肪組織からの遊離脂肪酸とグリセロール分泌が抑制され、脂肪優位から糖優位の代謝に切り替わっていると言える。

3 糖尿病患者の代謝特性

糖尿病では尿に糖が排出されている。我々の検討では、尿糖はHbA1c < 6.5%で0.7g/日、6.6~7.0%で1.3g/日、7.1~8.0%で3.69g/日、8.1%以上で13.2g/日で尿糖量はそれほど多くはない。糖尿病患者は基礎代謝が高く脂肪酸酸化が高いと報告されている。同報告では、インスリン治療により基礎代謝も脂肪酸酸化も低下すると報告されている¹⁾。

4 糖尿病患者の総エネルギー消費量に関するこれまでの報告

食事調査法として24時間思い出し法や、食事記録法、食物摂取頻度調査など、様々な方法が実臨床や研究で用いられているが、いずれの方法でも過小申告や日間変動のために一定の不確実性が報告されている。エネルギー消費量の正確な測定には、エネルギー消費量を酸素消費量と二酸化炭素生産量から計測できる特別な部屋で生活してもらうチャンバー法や、水素Hと酸素Oの非放射性同位元素により約2週間の総エネルギー消費量を測定する二重標識水法が用いられている。体重変動がない状態であれば、エネルギー摂取量はエネルギー消費量と一致する。このため、自由行動下の2週間の平均エネルギー消費量を正確に測定できる二重標識水法が、日本人の食事摂取基準で

用いられている。これまで、2型糖尿病患者のエネルギー消費量を非糖尿病患者と比較した報告は多くない。フランス人2型糖尿病患者12名、非糖尿病患者9名の二重標識水法による検討では、 $3863 \pm 1890\text{kcal/日}$ vs $3389 \pm 887\text{kcal/日}$ と糖尿病患者でやや多い印象があるが、有意差は無かった²⁾。一方、米国ピーマインディアン人の2型糖尿病患者102名、非糖尿病患者42名におけるチャンバー法の検討では $2454 \pm 550\text{kcal/日}$ vs $2404 \pm 391\text{kcal/日}$ と有意差は無かったが、性・年齢・除脂肪量・体脂肪量で調整すると糖尿病患者が 72kcal/日 程度多いと報告されている³⁾。これらの報告は肥満者の多い集団で行われており、日本人2型糖尿病患者での検討は最近まで皆無であった。

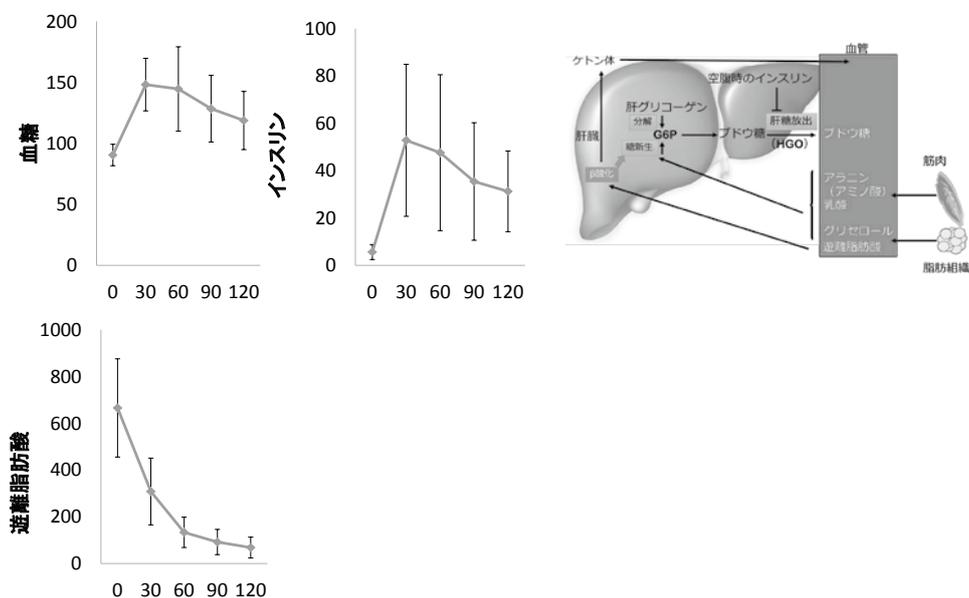


図 1.

	非糖尿病 (n = 15) Mean (95% CI)	糖尿病 (n = 52) Mean (95% CI)	Mean difference (95% CI)	P value
総エネルギー消費量 TEE (kcal/kg/day)				
Unadjusted	37.8 (34.9–40.7)	36.4 (34.8–37.9)	-1.4 (-4.7 to 1.8)	0.386
Model 1 (adjusted for sex and age)	37.5 (34.6–40.3)	36.5 (35.0–38.0)	-1.0 (-4.2 to 2.3)	0.546
Model 2 (Model 1 + fat-free mass)	37.2 (34.3–40.0)	36.6 (35.1–38.1)	-0.6 (-3.8 to 2.7)	0.717
Model 3 (Model 2 + fat mass)	37.5 (35.2–39.9)	36.5 (35.2–37.7)	-1.1 (-3.8 to 1.6)	0.425
Model 4 (Model 3 + METs)	37.6 (35.2–40.0)	36.5 (35.2–37.7)	-1.1 (-3.9 to 1.6)	0.415
総エネルギー消費量 TEE (kcal/kg IBW/day)				
Unadjusted	38.9 (36.2–41.6)	38.1 (36.7–39.5)	-0.8 (-3.8 to 2.3)	0.606
Model 1 (adjusted for sex and age)	39.0 (36.3–41.7)	38.1 (36.6–39.5)	-0.9 (-4.1 to 2.2)	0.56
Model 2 (Model 1 + fat-free mass)	39.4 (36.7–42.0)	38.0 (36.6–39.4)	-1.4 (-4.5 to 1.7)	0.717
Model 3 (Model 2 + fat mass)	39.4 (36.6–42.1)	38.0 (36.6–39.4)	-1.4 (-4.5 to 1.7)	0.371
Model 4 (Model 3 + METs)	39.3 (36.6–42.1)	38.0 (36.5–39.4)	-1.4 (-4.5 to 1.8)	0.396

Morino et al BMJ Open Diab Res Care 7:e000648, 2

表 1. 総エネルギー消費量/実体重

5 日本人2型糖尿病患者の総エネルギー消費量は非糖尿病患者と差がない

日本人2型糖尿病患者に関しては、我々は、滋賀医科大学糖尿病内科に通院中の2型糖尿病患者の全体像が反映されるように対象者を選定し、2型糖尿病患者52名と非糖尿病患者（高血圧症、脂質異常症で通院する同年代、同BMI）15名を二重標識水法で調査した⁴⁾。総エネルギー消費量は2159（95% CI: 2053-2264）kcal/日 vs 2168（95% CI: 1971-2366）kcal/日であり有意差は無かった（表1）。身体活動量や除脂肪量は総エネルギー消費量に大きな影響を与えるため、性・年齢・除脂肪量に加えて活動量計から計測されたMETsで補正して検討したが、2143（95% CI: 2072-2214）kcal/日 vs 2222（95% CI: 2086-2358）kcal/日と有意差は認めなかった。これらの値を実体重当たりで計算すると36.5（95% CI: 35.2-37.7）vs 37.6（95% CI: 35.2-40.0）であり、体重維持を行うには相当量のエネルギー摂取が必要であると言える。

6 おわりに

我々の外来に通院する平均年齢70.2歳、平均BMI 23.3の患者さんが、これだけ多くのエネルギー摂取をすることで体重を維持している事は、驚きであった。糖尿病患者に対するエネルギー処方活動量に応じて28～35kcal/理想体重/日

で処方される事が多い。散歩程度の運動しかしない患者でも、35kcal/実体重/日程度を基準として、減量が必要な症例ではエネルギー制限を、体重増加が望ましい症例ではエネルギー負荷を行う事が現実的なのかもしれない。

Reference

1. Franssila-Kallunki A1, Groop L. Factors associated with basal metabolic rate in patients with type 2 (non-insulin-dependent) diabetes mellitus. *Diabetologia*. 1992 Oct; 35(10): 962-6.
2. Sallé A, Ryan M, Ritz P. Underreporting of food intake in obese diabetic and nondiabetic patients. *Diabetes Care* 2006; 29(12): 2726-7. doi: 10.2337/dc06-1582.
3. Fontvieille AM, Lillioja S, Ferraro RT, et al. Twenty-four-hour energy expenditure in Pima Indians with type 2 (non-insulin-dependent) diabetes mellitus. *Diabetologia* 1992; 35(8): 753-9.
4. Morino K, Kondo K, Tanaka S, et al. Total energy expenditure is comparable between patients with and without diabetes mellitus: Clinical Evaluation of Energy Requirements in Patients with Diabetes Mellitus (CLEVER-DM) Study *BMJ open Diabetic Research & Care*, 2019.

COPD 患者における身体活動とエネルギー消費

埼玉医科大学呼吸器内科 仲村秀俊

はじめに

慢性閉塞性肺疾患（chronic obstructive pulmonary disease: COPD）は呼吸機能検査により閉塞性換気障害を呈する疾患であり、多くの場合、喫煙が原因となっている。国内に約500万人の患者が存在すると考えられているが、実際にはごく一部しか診断されていない。病理変化としては肺実質の気腫化と細気管支の狭窄が併存し、呼吸時に気道が虚脱・閉塞し、労作時呼吸困難を呈する。COPD患者の予後は、閉塞性障害の重症度に加え、体重の減少、息切れの増加、運動耐容能の低下と相関することが知られている。また近年、COPD患者の予後と関連する因子として身体活動性の低下が重視されるようになった。このようにCOPD患者では、身体活動とエネルギー消費が予後の鍵を握っていると想定されている。しかしながら、COPD患者を対象とした総エネルギー消費の研究は限られており、わが国では二重標識水（doubly labelled water:

DLW）法を用いた検討はこれまで報告されていなかった。

研究の目的

重症COPD患者の中には呼吸筋によるエネルギー消費が増加し、基礎代謝率（basal metabolic rate: BMR）が上昇し、体重が減少する症例が存在することが知られていた¹⁾。一方で重症COPD患者では身体活動が制限され、活動によるエネルギー消費量は減少傾向と報告されていた。近年、加速度計を用いたCOPD患者の身体活動レベル（physical activity level: PAL）に関する研究が多数報告され、閉塞性障害の重症な患者ほどPALが低下することに加え、軽症～最重症のすべての患者で経年的にPALが低下すると報告された²⁾。さらに、閉塞性障害、息切れの程度、BMI（body mass index）などの因子と比べ、身体活動レベル低下の方がCOPD患者の全原因死亡率と強く関連することが報告された³⁾。一方でCOPD患者を対象とし

たDLW法による研究は限られており、加速度計によるPALの評価ではBMRを計測しないため、大きな誤差が生じる危険性がある。本研究では日本人COPD患者を対象として、BMR測定、DLW法による総エネルギー消費量測定、加速度計による身体活動諸指標の測定を実施し、COPD患者におけるエネルギー必要量の推定法について考察した。

研究の方法

本研究は慶應義塾大学スポーツ医学研究センター勝川史憲教授を研究代表者として行われた日本医療研究開発機構(AMED)のエネルギー必要量に関する研究の一部として、医薬基盤・健康・栄養研究所の田中茂穂先生、西田優紀先生をはじめとした先生方との共同研究として行われた。対象は埼玉医科大学病院に通院中の50歳以上80歳未満の男性COPD患者(n=28)とそのハイリスク患者(n=8)とした。ハイリスク患者は慢性的な呼吸器症状を有する1秒率 $\geq 70\%$ の患者とした。ハイリスク患者2名を除き、34例が長時間作用性吸入気管支拡張薬で治療されていた。薬物治療中の糖尿病患者やエネルギー出納に影響する薬剤を投与中の患者は除外した。BMRは間接熱量測定で測定した。総エネルギー消費量(total energy expenditure: TEE)はDLW法で、活動によるエネルギー消費量(activity energy expenditure: AEE)は3軸加速度計(Active style Pro HJA-750C)で、同時に2週間測定した。また、体組成検査(BIA法)、握力、呼吸機能検査(DL_{CO}、FRCを含む)、6分間歩行試験(6MWT)、胸部CT検査(LAA%など)、呼吸筋力測定(P_Imax、P_Emax)、血液検査(CRP、IL-6、adioponectinなど)、質問票(mMRC、COPDアセスメントテスト:CATなど)による評価を行った。加速度計で評価したTEE(TEE_{ACC})= $[BMR_G + AEE_{ACC}] \times 10/9$ と計算した(BMR_GはGanpuleによる予測値、10/9はdiet induced thermogenesisの補正)。PAL_{ACC}=TEE_{ACC}/BMR_G、PAL_{DLW}=TEE_{DLW}/BMR_I(BMR_Iは間接法による測定値)。

結果

閉塞性障害(FEV₁/FVC、%FEV₁)についてはGrade 0からGrade 3まで広い範囲に分布していたが、気腫病変(%LAA)の増加、6分間歩行距離(6MWD)の低下、息切れ(mMRCスコア)の増加、BMIの低下はGrade 3のみでみられた。また、TEE、PAL、AEEについてもGrade 3のみで低下傾向がみられた。BMRの上昇はいずれのGradeでもみられ

なかった。一方で、加速度計で評価したTEE_{ACC}はDLW法で測定したTEE_{DLW}に比べ、Grade 1、2、全症例で有意に低値だった。また、Grade 0~3、全症例のすべてで、PAL_{ACC}はPAL_{DLW}よりも有意に低かった。症状、体組成、筋力との相関の検討では、TEE_{DLW}はBMI、FFMI(fat free mass index)、SMI(skeletal muscle mass index)、握力(GP)と良好に相関した。PAL_{DLW}は握力とのみ相関がみられた。呼吸機能、運動耐容能との関連では、TEE_{DLW}が多数の因子と相関したのに対し、PAL_{DLW}は%VC、%FEV₁、6分間歩行距離、6分間歩行時の心拍数増加とのみ相関した。加速度計による諸指標との関連では、TEE_{DLW}とTEE_{ACC}の相関が良好であった(r=0.854)のに対し、PAL_{DLW}とPAL_{ACC}の間ではrは0.642とやや低かった。活動状況との関連では、TEE_{DLW}は高強度歩行時間、低~中強度生活時間と相関したのに対し、PAL_{DLW}は歩数、中強度歩行時間、低~中強度生活時間と相関した。

考察

軽症~中等症(Grade 1-2)のCOPD患者では総エネルギー消費量と身体活動レベルの低下はみられなかった。重症(Grade 3)の患者でもBMRの増加はみられず、総エネルギー消費量は低下傾向を示し、BMIは低下していた。栄養と運動による介入は中等症までに開始すべきと考えられた。総エネルギー消費量と身体活動レベルは、加速度計を用いた評価ではDLW法に比べ過小評価となっていた。一部には呼吸運動によるエネルギー消費増大の関与が考えられた。COPD患者の総エネルギー消費量と身体活動レベルは、いずれも軽~中強度の生活活動時間と相関を示した。加速度計によるTEEよりも200-300kcal多いエネルギー摂取と1.6~5.9METSの生活活動時間を増やすことが、体重と身体活動レベルの維持につながる可能性が示唆された。加速度計を用いなくとも、COPD患者の総エネルギー消費量は骨格筋量、筋力、BMIから、身体活動レベルは、握力、6分間歩行距離、閉塞性換気障害などの臨床指標から、ある程度推定可能と考えられた。

文献

1. Donahoe M, et al. Am Rev Respir Dis 140: 385-391,1989
2. Waschki B, et al. Am J Respir Crit Care Med 192: 295-306, 2015
3. Waschki B, et al. Chest 140: 331-342, 2011

Newsletter No.34

慶應義塾大学スポーツ医学研究センター ニュースレター 第34号

慶應義塾大学スポーツ医学研究センター Sports Medicine Research Center, Keio University

発行日:2020年3月31日

代表:勝川史憲

〒223-8521 横浜市港北区日吉4-1-1 慶應義塾大学スポーツ医学研究センター TEL:045-566-1090 FAX:045-566-1067 <http://sports.hc.keio.ac.jp/>