

管理栄養士養成課程におけるエネルギー代謝測定導入の試み

ーオンラインフィットネスを活用した取り組みー

坂 倉 有 紀

キーワード： 身体活動 運動 ラジオ体操 レズミルズ オンデマンド

1. はじめに

管理栄養士をめざす学生にとって、栄養学の基礎であるエネルギー代謝を理解することは重要である。管理栄養士養成施設のカリキュラムにおいて、基礎栄養学分野は、健康の保持・増進、疾病の予防・治療における栄養の役割を理解し、エネルギー、栄養素の代謝とその生理的意義を理解することが目標となっており、エネルギーの代謝を理解することが目標の一つとして掲げられている⁽¹⁾。エネルギー代謝の測定には、直接法と間接法がある。直接法は、人が発生するエネルギーを熱エネルギーに転換して、上昇した水温を測定する方法で、大がかりな施設設備が必要である⁽²⁾。一方、間接法はダグラスバッグやポータブルの呼気ガス代謝測定装置を用いて測定することができる。ヒトの呼気中の酸素濃度や二酸化炭素濃度を呼気ガス代謝測定装置により分析し、一定時間の酸素摂取量と二酸化炭素排出量からヒトのエネルギー代謝を測定することができる⁽²⁾。管理栄養士学校指定規則には、呼気ガス代謝測定装置が教育機器備品としてあげられており、本学にもこれらの機器が設置されている。

新型コロナウイルス感染症の影響で、ステイホームや在宅ワークの機会が増えている。会議など人の密集・密接の感染リスクを回避するため、オンライン会議などの導入が急速に進んでいる。自宅で過ごす時間が長くなり、身体不活動や運動不足が懸念される。運動不足の解消や在宅での運動需要の高まりから、オンラインフィットネスの利用者が増加している⁽³⁾。このような社会情勢の変化をとらえ、オンラインの運動を体験することも学習の一つであると考えて。さらに、食事・運動を含めた生活習慣指導を行う管理栄養士となる学生たちにとって、運動の内容や強度、楽しさなどを体感しながら学ぶことは重要であると考えた。本稿では、オンラインフィットネスを活用し、エネルギー代謝の理解を深めることを目的として展開した身体活動時のエネルギー代謝測定実験の授業への導入について報告する。

2. 使用機器・器具・試薬

機器・器具は、呼気収集用のフェイスマスク、蛇管、ダグラスバッグを使用した。呼気ガス代謝測定装置は、ポータブルガスモニター O₂ 郎 AR-1（アルコシステム社製）を使用した。試薬は、中性洗剤、消毒用エタノール、次亜塩素酸系消毒薬であるピューラックス S を使用した。感染症対策として、フェイスマスクは使用後に中性洗剤にて内部の汚れを落とし、水洗したのちピューラックス S を 300 倍に希釈して浸漬消毒し水洗した。さらに、使用直前に装着する本人が消毒用エタノールにてマスクの消毒を行った。蛇管は使用後に水洗し、ピューラックス S を 300 倍に希釈して浸漬消毒した後に水洗し、内部に消毒用エタノールを吹きかけて乾燥させた。ダグラスバッグについては、本学の所有が一台のみで、その構造上、感染症対策としての洗浄・消毒が難しかったため、本検討では教員のデモのみ行った。

3. 授業の構成

授業では、最初にエネルギー代謝およびその測定法について講義し、ダグラスバッグ法のデモを行った。次に呼気ガス代謝測定装置の説明を行い、測定した酸素摂取量と二酸化炭素排出量からエネルギー消費量の計算法を確認した。次に、学生が実際に行う身体活動・運動の動画を見せながら、それぞれの動きの特徴について教員が動きのデモを行いながら説明した。使用する器具の装着方法、呼気収集用のマスク・蛇管の装着法、器具の使い方、器具の使用直前の消毒、使用後の洗浄・消毒の手順についてデモを行いながら説明した。身体活動・運動のエネルギー代謝の測定においては、各班に割り振られた運動を補助者以外のグループ全員で行い、そのうちの 1 人が被検者として呼気収集用のマスクを装着して呼気ガス分析を行った。補助者は常に被検者をサポートし、ケガや緊急事態に備えることとした。運動時は感染症対策として、マスクを着用し、窓を解放し、サーキュレーターを使用して換気し、人と人との距離は 1～1.5m 程度空けて行った。エネルギー代謝測定を行わない時間帯は、他班が測定した酸素摂取量と二酸化炭素排出量からエネルギー消費量を計算することとした。それ以外に、別日に行った 24 時間の行動記録調査からの総エネルギー消費量の算出、別日の食事記録からのエネルギー摂取量の算出、加速度計式歩数計を使った歩数や活動エネルギーの確認など、各自のエネルギーの IN と OUT を算出し考察することとした。導入した授業（栄養学実験）内での時間配分を図 1 に示した。8 班編成（1 班あたり 4～5 人）で 180 分間の授業時間内に収めることができた。

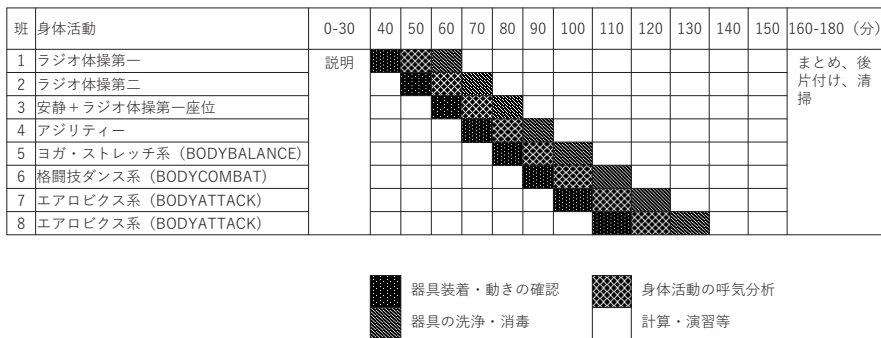


図1 授業時間の配分

4. 身体活動・運動の種類

実施した身体活動・運動は、日常生活活動および学内で可能な運動として、安静座位、アジリティートレーニング、ラジオ体操とLESMILLS ON DEMAND 3種類のオンラインフィットネスである。

ラジオ体操は、日本人の健康増進を目的として1928年に開始され、世代を問わず誰でも参加できる体操である。力まず、ゆったりとした運動であるため、体の負担を軽減しつつ、全身の筋肉のストレッチ、血行促進などの効果が期待できると考えられる。本検討では、YoutubeのNHKチャンネルにあるラジオ体操第一、ラジオ体操第二の動画を視聴しながら実施した。呼気ガス測定値が安定した運動最後の1分間前後の酸素摂取量、二酸化炭素排出量をエネルギー計算に用いた。

アジリティートレーニングでは、ラダーラン、スクエアジャンプ、ハイニーラン、スノーボーターンを30秒毎に交換して行った。指導者がデモを行い、一緒に運動しながら実施した。上記と同様に呼気ガス測定を行いエネルギー消費量の計算を行った。

LESMILLSは、ニュージーランドに本拠地があるLESMILLS INTERNATIONALが製作しているグループエクササイズプログラムである。世界のフィットネスインストラクターに楽曲とコリオグラフィーを提供しており、日本においてもフィットネスジム、市民体育館などの施設で導入されている。LESMILLSのコリオグラフィーは、エアロビクスインストラクターに加え、医師、理学療法士、運動生理学の専門家により安全性や運動生理学に基づき作製されている^(4, 5)。LESMILLSプログラムによる身体への好ましい効果は、体脂肪の低下、骨密度の増加、血中脂質改善、最大酸素摂取量増加、感情的ストレスの改善などがあり、科学的根拠が蓄積され公表されている^(4, 5)。2020年には在宅の運動需要に対応してオンライン版をスタートしている。このような背景から、本検討ではLESMILLSのオンライン版であるLESMILLS ON DEMANDを体験することとした。その中でBODYBALANCE、BODYATTACK、BODYCOMBATの運動を実施した。BODYBALANCEは、ヨガや太極拳ピラティスの要素を取り入れた運動で、体幹を鍛え、全身のストレッチ及びバランス感覚を養うプログラムである^(4, 5)。本検討では、学生が分かりやすいようにヨガ・ストレッチ系と分類した。BODYATTACKは音楽にあわせて、

表1 身体活動における呼気ガス分析結果

身体活動	呼吸数	換気量 (L/分)	酸素摂取量 (ml/分)	二酸化炭素 排出量 (ml/分)	エネルギー 消費量 (kcal/分)
安静	13.8	10.9	211	187	1.0
ラジオ体操第一	17.0	12.2	426	359	2.1
アジリティー	42.0	42.9	931	1246	5.0
ヨガ・ストレッチ系 (BODYBALANCE)	30.0	33.3	500	519	2.5
格闘技ダンス系 (BODYCOMBAT)	33.4	37.0	1211	1084	5.9
エアロビクス系 (BODYATTACK)	54.4	51.0	1376	1393	6.8

プッシュアップ、スクワットなどの筋力強化エクササイズとランジ、ジャンプなどのアスレチックエクササイズの動きを組み合わせる行うエアロビクス系のプログラムである^(4,5)。本検討ではエアロビクス系と分類した。BODYCOMBATはボクシング、ムエタイなどの格闘技の動きを取り入れたダンスプログラムである^(4,5)。本検討では格闘技ダンス系と分類した。以上のプログラムについて、動画を視聴しながら運動を行った。4年以上の実践経験をもつ指導者がサポートしながら実施した。身体への負担を考慮し、ウォーミングアップのトラック（3－5分）を行った後に、本格的な運動に進んだ5分後の安定した呼気ガス測定値の酸素摂取量、二酸化炭素排出量をエネルギー消費量計算に用いた。参考としてプレテストの実測値を表1に示した。運動強度に依存して、酸素摂取量、二酸化炭素排出量が増加し、エネルギー消費量は増加した。学生は、それぞれの身体活動や運動におけるエネルギー消費量に加えて炭水化物酸化量、脂質酸化量を計算し、動作強度を比較しながら結果を考察した。

5. おわりに

WHOは身体不活動や運動不足を死亡に対する最上位のリスクの一つとしており、座りがちな行動を減らすこと、有酸素運動と筋肉トレーニングを行うことの重要性を強調している⁽⁶⁾。座位行動と健康アウトカムに関するシステムティックレビューにおいて、成人では、座位時間の多さが総死亡、心血管疾患、2型糖尿病、がんの罹患と関連し、子どもに対しては肥満や社会性等に有害な影響を及ぼすことが示されている⁽⁶⁾。COVID-19の流行により人々の身体不活動が進んでおり、Tisonらは187か国45万人の歩数アプリのデータから、イタリアではパンデミック後に最大47.8%の歩行数の減少があったと報告している⁽⁷⁾。パンデミックによる身体不活動は、在宅ワークが増える近未来を予感させ、身体活動を増やす取り組みの重要性を示すものとする。

WHOの身体活動ガイドラインではmuscle-strengthening activities という言葉を用いて中強度以上の筋肉トレーニングを週2回以上行うことを勧めている⁽⁸⁾。日本においては、「健康づくりのための身体活動基準2013」で定められた基準を達成するための実践の手立てとしてアクティブガイドが示され、「+10（プラステン）」をメインメッセージとしている。何をどのくらいの時間、どの強度で行うのが良いかという提示は無いが、国民一人ひとりが今より10分多く体を動かすことを目標としている⁽⁹⁾。本授業においても、「運動不

足を痛感した、もっと運動したほうがいいと思った」といった感想が寄せられた。

本検討では、ラジオ体操やLES MILLSプログラムなどのグループメンバーで楽しめる運動を実施した。これらのグループエクササイズは、心地よい、楽しいといったポジティブな感覚を味わえる運動であり、本授業においても、「体を動かす楽しさを感じた」という感想が寄せられた。運動継続者に見られる継続理由の顕著な特性として「楽しさ・高揚感」の重要性が示されている⁽¹⁰⁾。運動の楽しさを体感することにより、学生自身の運動の継続はもとより管理栄養士となった後に、患者や栄養教育の対象者に運動を提案しやすいと考える。さらに、学生時代に運動習慣を含めた健康的なライフスタイルを作る能力を養うことで、パンデミック後の新しい生活および生涯にわたって健康的な生活を送る礎となることを期待している。本授業を通じてエネルギー代謝の理解を深め、他の科目の代謝の学びや代謝測定の理解に繋げられるよう、授業改善を続けていきたいと考える。

謝 辞

呼吸ガス代謝測定装置の分析法についてご教授頂きました 中京大学 スポーツ科学部 中村和照先生に御礼申し上げます。

参考文献

- (1) 厚生労働省 https://www.mhlw.go.jp/www1/shingi/s0102/s0205-1_11.html (2021年9月30日閲覧)
- (2) 坂井堅太郎編 基礎栄養学 第4版 化学同人
- (3) 東山鉦子 オンラインフィットネス市場の動向と将来展望 TechnoCreate Tec Journal Vol.28_2020
- (4) 坂倉有紀 特定保健指導における生活習慣改善のための減酒・運動の指導に関する一考察 茨城キリスト教大学紀要53, 229-240. 2019
- (5) LESMILLS INTERNATIONAL <https://www.lesmills.com/> (2021年9月30日閲覧)
- (6) Bull FC et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. Br J Sports Med. 24, 1451-1462. 2020
- (7) Tison GH et al. Worldwide Effect of COVID-19 on Physical Activity: A Descriptive Study. Ann Intern Med. M20-2665. 2020
- (8) WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour. WHO ISBN: 9789240015128. 2020
- (9) 厚生労働省 <https://www.e-healthnet.mhlw.go.jp/information/exercise/s-01-002.html> (2021年9月30日閲覧)
- (10) 江口 泰正ら 運動継続者に見られる継続理由の特色ー労働者における運動継続への行動変容アプローチに関する研究ー 日本健康教育学会誌 27, 3, 256-270. 2019

A Practical Report for Measuring Energy Metabolism Using a Portable Metabolic Analyzer in a Registered Dietitian Course.

Yuki Sakakura

This report is a practical record of an energy metabolism measurement in the registered dietitian course Experiment in Nutrition, which was held at Ibaraki Christian University. We investigated the energy consumption of daily activities and online fitness exercises (NHK radio calisthenics, LESMILLS ON DEMAND (BODYATTACK, BODYCOMBAT and BODYBALANCE)) with a portable metabolic gas analyzer. The understanding of energy metabolism and the motivation of the exercise were believed to be promoted by utilizing online fitness as part of a new post-COVID-19 lifestyle.