

基礎代謝と握力との関連

後藤 順子・今野 浩之・志田 淳子・菅原 京子¹⁾
内田 勝雄・柴田 ふじみ²⁾

Relationship between resting Oxygen uptake and Grip Strength

Junko GOTO, Hiroyuki KONNO, Junko SHIDA, Kyoko SUGAWARA¹⁾
Katsuo UCHIDA²⁾, Fujimi SHIBATA³⁾

Abstract

Basal metabolism is an important factor for exercise guidance. However, it is difficult to utilize measured values in health guidance because expired gas analyzers and other equipment are required. Therefore, we focused on grip strength and pinch power – an index related to skeletal muscle mass that is considered as an important determining factor of resting basal metabolic rate – which could be measured simply and quickly by any person. In addition, we examined its relation with resting oxygen uptake ($\dot{V}O_2$). From 2010 to 2013, we measured the body height, body weight, body fat percentage, grip strength, resting $\dot{V}O_2$, and pulp pinch power of 23 female public health nurses.

The mean age of the subjects was 41 years, and the results of the measurements were as follows: body mass index 20.0, grip strength 29.1 kg, pinch power 7.0 kg and resting $\dot{V}O_2$, 172 mL/min. As the resting $\dot{V}O_2$ increased, the grip strength showed a slightly increasing tendency, and conversely, pulp pinch power showed a decreasing tendency. However, no significant differences were observed. Pinch power was not associated with resting $\dot{V}O_2$, but with grip strength.

Resting $\dot{V}O_2$ was considered to be difficult to estimate by using grip strength as an index of the entire skeletal muscle mass. In the future, we should be developed the methods of obtaining highly accurate prediction formulae to estimate resting $\dot{V}O_2$ by using other measurement indices such as lean body mass.

Key words: basal metabolism, grip strength, pulp pinch power, public health nurse

1. 背景

基礎代謝については、「運動療法を考える時には、摂取量と代謝・排泄量のバランスを保つことが重要で、摂取については食事、代謝には基礎代謝と活動代謝がある。基礎代謝は加齢とともに低

下するが、筋肉量を増やすことによって増加させることができ、エネルギーが効率的に消費することができる¹⁾と報告されている。また、基礎代謝量は、1日のエネルギー消費量の60～75%を占め、日常生活活動、食事摂取量、除脂肪体重などに影響されるといわれている^{2,3)}。メタボリッ

1) 山形県立保健医療大学保健医療学部看護学科
〒990-2212 山形県山形市上柳 260
Department of Nursing
Yamagata Prefectural University of Health Sciences
260 Kamiyanagi, Yamagata-city, Yamagata, 990-2212, Japan

2) 山形県立保健医療大学 名誉教授
〒990-2212 山形県山形市上柳 260
Professor Emeritus
Yamagata Prefectural University of Health Sciences
3) 山形県立保健医療大学 元教授
Retired Professor
Yamagata Prefectural University of Health Sciences

(受付日 2014. 12. 22, 受理日 2015. 2. 25)

ク・シンドローム予防対策としての特定保健指導においても、対象の生活状態に合わせて生活習慣病予防のための保健指導を行うには、摂取エネルギーおよび消費エネルギーに着目するのみならず、対象の基礎代謝量（以下、BMR）を考慮することが重要である。BMR は身長と体重、性別から推測することが可能であるが、BMR に影響する筋量は反映されていない。そのため、個別性のある特定保健指導を行うには、より正確な BMR の推定が必要であると考えた。本研究では BMR に関係する最も基本的な指標である安静時酸素摂取量に注目した。ただし、酸素摂取量（以下、 $\dot{V}O_2$ ）の測定は呼気ガス分析計を必要とすることから、特定保健指導の際に測定することは困難である。

志田らの研究⁹⁾では、山形県の寒冷、積雪という地域特性を踏まえ、冬季の運動プログラムを立案するために、基礎的データとして、握力や $\dot{V}O_2$ 等を測定し、握力は積雪後に有意に低下、体脂肪は有意に増加したという結果を得ている。この研究から、体組成計などの特殊な機器を利用しないで握力測定という簡便な方法により、 $\dot{V}O_2$ が推定可能であることが示唆された。また、BMR に影響を及ぼす要因として、除脂肪体重（Lean Body Mass, 以下 LBM）が報告されている⁹⁾が、LBM を正確に測定するには、体組成計などの大型機器による測定が必要であり、容易に測定できない状況がある。これらのことから、簡便に誰もが短時間に測定でき、かつ安静時 $\dot{V}O_2$ の大きさを決める重要な因子と考えられる骨格筋量に関する指標として握力およびピンチ力に着目し、安静時 $\dot{V}O_2$ との関連を検討した。

2. 目的

骨格筋量に関する指標として握力およびピンチ力を測定し、安静時 $\dot{V}O_2$ との関連を検討する。

3. 方法

(1) 対象者：平成 22～25 年度に同意を得て、本学での測定に参加した山形県内の女性保健師 23 名（22 年度 9 名、23 年度 6 名、24 年度 4 名、25 年度 4 名）

(2) 測定項目：身長、体重、体脂肪率、握力、安静時 $\dot{V}O_2$ および指腹つまみのピンチ力（ピンチ力測定は 24、25 年度のみ）

①安静時 $\dot{V}O_2$ の測定は、質量分析計（アルコシステム、RL 600）を用いて breath-by-breath で測定した呼気 O_2 、 CO_2 濃度、および熱線流量計を用いて測定した分時換気量から算出した。安静時 $\dot{V}O_2$ 測定時の体位は安静座位（3 分間）とし、呼吸が落ちついた後半の 1 分間の平均値を採用した。また、この測定から METs を算出した。

②握力はデジタル握力計（竹井機器工業、GRIP-D）、ピンチ力は（酒井医療、油圧式ピンチ力計 100）を用い母指と示指で指腹つまみの形式（パルプピンチ）で左右各 2 回測定し、平均値を採用した。体脂肪率はインピーダンス式体脂肪計（TANITA、TBF-102）を用いて測定した。

③測定は被験者の食事摂取後 2 時間以上経過後に行った。

4. 分析

体格（体重）による $\dot{V}O_2$ を補正するために、安静時 $\dot{V}O_2$ を体重で割った値を使用し、分析は年齢および各項目の記述統計後、安静時 $\dot{V}O_2$ /体重を従属変数として、握力、パルプのピンチ力との回帰式を求めた。さらに、ピンチ力と握力の回帰式も求めた。

身長、体重、体脂肪の関連については、Spearman の相関を用いて分析した。

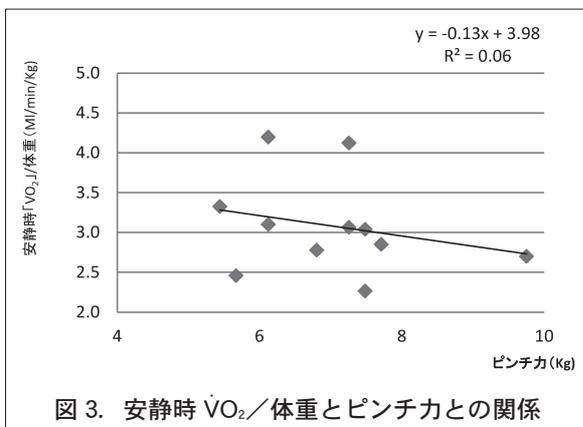
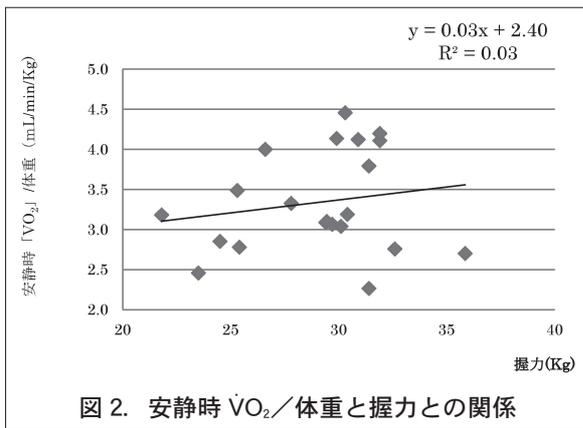
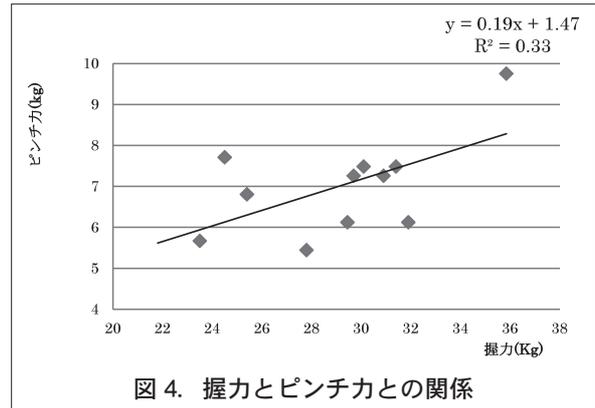
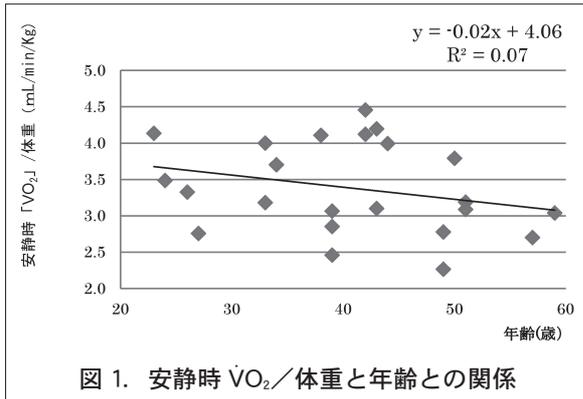
5. 倫理的配慮

本研究は山形県立保健医療大学倫理委員会の承認を受け、①測定時の安全の確保と事故防止対策 ②個人情報保護 ③研究参加を中断もしくは拒否してもその後の大学との関係については支障をきたさないこと等を口頭と書面で説明し、書面による同意を得た。

なお、測定開始時には血圧および体温を測定し、服薬状況と当日の体調等を聞き取った後に測定した。

表 1 測定値の概要

	度数	最小値	最大値	平均値	SD
年齢 (才)	23	23.0	59.0	40.7	10.1
身長 (cm)	23	153.3	167.4	159.2	4.4
体重 (kg)	23	41.3	60.7	50.6	5.2
安静時 $\dot{V}O_2$ (ml/min)	23	106	266	172	40.5
$\dot{V}O_2$ /体重 (ml/min/kg)	23	2.3	4.5	3.4	0.6
METs	23	0.7	1.3	1.0	0.2
体脂肪率 (%)	21	15.9	32.3	23.3	4.5
握力 (kg)	21	21.8	35.9	29.1	3.4
ピンチ力 (kg)	11	5.4	9.8	7.0	1.2



±10.1 歳, 23 歳から 59 歳までの年齢幅があり, 20 歳代 4 名 (17.4%), 30 歳代 7 名 (30.4%), 40 歳代 7 名 (30.4%), 50 歳代 5 名 (21.7%), 不明 1 名であった。BMI (Body Mass Index) の平均は 20.0 であった。安静時 METs の平均は 1.0 ± 0.2 , 体脂肪率は平均 $23.3 \pm 4.2\%$ であった。また握力は平均 $29.1 \pm 3.4\text{kg}$, ピンチ力は平均 $7.0 \pm 1.2\text{kg}$ であった。

年代毎の安静時 $\dot{V}O_2$ /体重は, 20 歳代平均 3.4 ± 0.6 , 30 歳代平均 3.3 ± 0.6 , 40 歳代 3.6 ± 0.8 , 50 歳代 3.2 ± 0.4 であった。

2) 各項目間の関連

(1) 安静時 $\dot{V}O_2$ /体重と測定値との関連 (図 1, 図 2, 図 3)

$\dot{V}O_2$ は体重による影響を受けるので, $\dot{V}O_2$ を体重で除した値を用いた。

安静時 $\dot{V}O_2$ /体重と年齢との関連は ($y = -0.02x + 4.06$, $R^2 = 0.07$), 握力との関連は ($y = 0.03x + 2.40$, $R^2 = 0.03$), ピンチ力との関連は ($y = -0.13x + 3.98$, $R^2 = 0.06$) ですべての項目で有意な関連は見られなかった。

(2) 安静時 $\dot{V}O_2$ 以外の項目間の関連 (図 4)

ピンチ力は握力の一部で, ものをつかむ力を示している。本研究では指腹つまみのピンチ力を測

6. 結果

1) 記述統計 (表 1)

対象者は女性保健師 23 名で, 平均年齢は 40.7

定した。握力とピンチ力の関連は ($y=0.19x+1.47$, $R^2=0.33$) であった。

安静時 $\dot{V}O_2$ /体重以外で、有意な関連が見られたのは、身長と体重 ($r=0.58$, $p=0.004$), 体重と体脂肪 ($r=0.77$, $p<0.001$) のみであった。

7. 考察

1) 調査対象者の特徴

平成 24 年国民健康・栄養調査の結果⁶⁾では、20～50 歳代女性の体格は、身長 156.1～157.8cm (25 歳～59 歳), 体重 52.0～55.2kg (25 歳～59 歳), BMI 22.1±3.6 (20～59 歳) であった。本研究の対象者は、身長は高く、体重は軽いため、BMI も 20.0 と低かった。また、平成 24 年体力・運動能力調査⁷⁾における女性の握力は 27.1～28.6kg (25～59 歳) で、対象者の平均握力 29.1kg はこれより高い数値を示していた。対象者の身長および体重等が良好に維持できていたことは、本調査の対象者が現在就業している保健師であり、保健師としての疾病予防や健康増進の役割から、体重等の自己管理ができていたためと思われる。竹内らの調査⁸⁾でも、保健所・市町村保健師の BMI 等の健康指標は、病院看護師に比較し高いことが報告されている。さらに保健師として健康に関心を持ち、積極的に本研究の測定に参加していることから、本研究の対象者は、健康的な集団であり、同年代の集団よりも、活動的であるために握力も高かったと思われた。

2) 安静時 $\dot{V}O_2$ との関連

安静時 $\dot{V}O_2$ および体重当たり $\dot{V}O_2$ から求めた安静時の METs は 1.0 と妥当な値であった。安静時 $\dot{V}O_2$ が示す基礎代謝 (BMR) は、厚労省の簡易計算⁹⁾でも年齢・性・体重を用いて算出されている。本研究でも有意な関連はなかったものの、年齢が増すに従って BMR の減少傾向が見られた。松枝ら¹⁰⁾は、中高年においても活動的な人が増加したことが、BMR の増加につながる可能性を報告しているが、加齢によって活動性が低下すると BMR の減少につながると考えられる。

一方、基礎代謝の推定に寄与する因子として、握力とピンチ力を取り上げた。握力は筋力を代表し全身の健康状態を表し、運動機能や骨密度との関係や下肢筋力との有意な相関があるなど、簡便

かつ有効に全身的な筋力を予測できる可能性が推察されている^{11,12)}。本研究では、握力とピンチ力は正の関連が認められたが、安静時 $\dot{V}O_2$ と握力は有意な関連は見られなかった。安静時 $\dot{V}O_2$ が高くなるに従って、握力は若干増加傾向が見られたが、ピンチ力は逆に減少傾向を示した。

基礎代謝に関連する諸臓器の割合は、骨格筋が 25～29.9%, 肝臓・消化管・脾臓が 24.8～30%, 脳・脊髄が 18～19.7%, 腎臓が 6% といわれ¹³⁾, 筋肉 (骨格筋) による代謝は約 30% に過ぎない。握力は上肢筋肉量の指標である¹⁴⁾ が、骨格筋に占める上肢筋肉量は多いとは言えず、握力を骨格筋量全体の指標として安静時 $\dot{V}O_2$ を推定することは難しいと考えられた。また、握力の一部として物をつまむ力を測定するピンチ力測定は、巧緻性が要求されるため、測定誤差の存在もいかならないと思われる。さらに、測定人数が 11 名と少なく、ばらつきが生じた可能性がある。一方、BMR を規定する主要因子の LBM の活用については、皮脂厚計を用いて「 $LBM = \text{体重} \times \text{体脂肪率}$ 」を出すことが報告されているが、皮脂厚測定部位のずれ、つまみ方、キャリパーの問題点³⁾も指摘され、握力のように容易には測定できないという特徴がある。

8. 研究の限界

今回の測定は、健康的な常勤勤務者である保健師が対象者であったことで、一般住民の特徴を反映しているとはいいがたいこと、年齢等の個人差が大きいこと等の限界があった。今後、測定精度を上げた LBM など他の測定指標を用いて、簡易な測定で安静時 $\dot{V}O_2$ を推定する精度の高い予測式を得る方法も検討していきたい。

9. おわりに

本研究では、基礎代謝と握力とは有意な関連はみられなかった。しかし、基礎代謝を体重等のコントロールが必要な対象者に対して、保健指導に生かすことは今後も重要と考える。特定保健指導などで活用可能な不特定の集団を対象にした、簡便な装置で正確な測定が可能な身体活動の消費量 (基礎代謝) を推定できる方法を今後も検討して

いく必要がある。

本研究にご協力いただきました方々に深く感謝申し上げます。

本論文について他者との利益相反はない。
(本研究は, 平成 23~25 年度 山形県立保健医療大学共同研究として実施した)

文献

- 1) 松澤祐次 監修. 改訂版 メタボリック・シンドローム 実践ハンドブック. 東京. メディカルトリビューン 2008: 100-101
- 2) 増田利隆, 枝松秀二, 喜多川佐知子, 長尾光城, 長尾憲樹. 車椅子バスケットボール選手の DEXA 法による体組成と BMR. 河崎医療福祉学会誌. 2007; 17 (1) : 121-127
- 3) 武田秀勝, 渡邊 綾, 角田和彦, 星野宏司, 佐々木 敏, 浅野葉子, 橋本伸也. 若年女性の運動習慣が BMR, 及び体組成に及ぼす影響. 北星学園社会福祉学部北星論集. 2013; 50: 173-179
- 4) 志田淳子, 今野浩之, 竹田憲子, 後藤順子, 菅原京子, 柴田ふじみ・内田勝雄. 冬季の運動指導に関する基礎的研究 積雪前後の身体計測値の比較. 山形保健医療研究. 2010; 13: 45-53
- 5) 渡部由佳, 藤井久雄. 若年痩身女性の基礎代謝量の実測値と推定値の比較検討. 仙台大学大学院スポーツ科学研究科修士論文集. 2014; 15: 127-135
- 6) 平成 24 年 国民健康・栄養調査 第 2 部 身体状況調査の結果 <http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/eiyoudl/h24-houkoku-05.pdf> 2012: 110-111 (平成 26 年 12 月 18 日閲覧)
- 7) 平成 24 年 体力・運動能力調査 文部科学省 http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/chousa04/tairyoku/kekka/k_detail/1340101.htm (平成 26 年 12 月 18 日閲覧)
- 8) 竹内一夫, 鈴木庄亮, Catherine R. Roberts. 保健所・市町村保健師における仕事関連健康指標の年齢別差異について. 高崎健康福祉大学紀要. 2003; 2: 53-69
- 9) 日本人の食事摂取基準 (2010 年版) 医歯薬出版株式会社 https://www.ishiyaku.co.jp/download/kanei-khp/data/info_pdf/shokujiki_kijun_2010.pdf (平成 26 年 12 月 18 日閲覧)
- 10) 松枝秀二, 松本義信, 平川文江, 小野章史, 守田哲朗, 佐々木敏文, 長尾光城, 長尾憲樹. 健康スポーツ教室に参加した中高年者の基礎代謝量. 栄養学雑誌. 2000; 58 (3) : 131-135
- 11) 松瀬博夫, 篠崎夏子, 大本将之, 田中順子, 志波直人. 高齢者の握力と運動機能及び骨密度との関連性について. 第 35 回 日本リハビリテーション医学会 九州地方会 2014; 51 (8/9) : 591-592
- 12) 金指美帆. 坂本裕規, 藤野英己. 若年女性の下肢筋力と中間広厚の関連及び握力の測定意義. Japanese journal of Health Promotion and Physical Therapy. 2014; 3 (4) : 173-176
- 13) 中山輝夫, 入江正躬, 編集. エネルギー代謝・体温調節の生理学 (初版). 東京: 医学書院. 1987: 56-76
- 14) 高田信二郎, 井形高明, 米津 浩. 基礎代謝量, 軟部組織組成, 握力が橈骨骨密度に及ぼす影響. 中部日本整形外科災害外科学会雑誌. 2001; 44: 337-338

要 旨

基礎代謝は、運動指導のエビデンスとして重要であるが、呼気ガス分析計等が必要であり、保健指導に測定値を活用するのは難しい。そこで、簡便に誰もが短時間に測定でき、かつ安静時基礎代謝量の大きさを決める重要な因子と考えられる骨格筋量に関係する指標として握力とピンチ力に着目し、安静時酸素消費量（以下、 $\dot{V}O_2$ ）との関連を検討した。平成 22～25 年に女性保健師 23 名に対して、身長、体重、体脂肪率、握力、安静時 $\dot{V}O_2$ およびピンチ力を測定した。

対象者の平均年齢 41 歳、body mass index 20.0、握力 29.1 kg、ピンチ力 7.0 kg、安静時 $\dot{V}O_2$ 172 ml/min であった。安静時 $\dot{V}O_2$ が高くなるに従って、握力は若干増加傾向が見られたが、ピンチ力は逆に減少傾向を示し、有意差は見られなかった。ピンチ力は安静時 $\dot{V}O_2$ よりも、握力との関連があった。

握力を骨格筋量全体の指標として、安静時 $\dot{V}O_2$ を推定することは難しいと考えられた。今後、除脂肪体重など他の測定指標を用いて、安静時 $\dot{V}O_2$ を推定する精度の高い予測式を得る方法も検討していく必要がある。

キーワード：基礎代謝、握力、ピンチ力、保健師