

Ⅱ 各論

1 エネルギー・栄養素

各論では、エネルギー及び栄養素について、食事摂取基準として設定した指標とその基準（数値）及び策定方法を示す。

各論で使われている用語、指標等の基本的事項や本章で設定した各指標の数値の活用方法は、全て総論で解説されているので、各論では説明しない。したがって、総論を十分に理解した上で各論を理解し、活用することが重要である。

なお、各論で設定した各指標の基準は、全て性・年齢区分それぞれにおける参照体位を想定した値である。参照体位と大きく異なる体位を持つ個人又は集団に用いる場合には注意を要する。また、栄養素の量は、身体活動レベル（カテゴリー）が「ふつう」に該当する場合を想定した値である。この身体活動レベルと大きく異なる身体活動レベルを持つ個人又は集団に用いる場合には、注意を要する。

1-1 エネルギー

1 基本的事項

生体が外界から摂取するエネルギーは、生命機能の維持や身体活動に利用され、その多くは最終的に熱として身体から放出される。このため、エネルギー摂取量、消費量及び身体への蓄積量は、これと等しい熱量として表示される。国際単位系におけるエネルギーの単位はジュール（J）であるが、栄養学ではカロリー（cal）が用いられることが多い。1Jは非常に小さい単位であるため、kJ（又はMJ）、kcalを用いることが实际的であり、ここでは後者を用いる。kcalからkJへの換算は、国際連合食糧農業機関・世界保健機関（FAO/WHO）合同特別専門委員会報告¹⁾に従い、1kcal=4.184kJとした。

エネルギー摂取量は、食品に含まれる脂質、たんぱく質、炭水化物及びアルコールのそれぞれについて、エネルギー換算係数（各成分1g当たりの利用エネルギー量）を用いて算定したものの和である。一方、エネルギー消費量（総エネルギー消費量、total energy expenditure : TEE）は、基礎代謝、食後の熱産生、身体活動の3つによるものと分類される。身体活動は、さらに、運動（体力向上を目的に意図的に行うもの）、日常の生活活動、自発的活動（姿勢の保持や筋トーンの維持など）の3つに分けられる。

エネルギー収支バランスは、エネルギー摂取量－エネルギー消費量として定義される（図1）。成人においては、その結果が体重と体組成の変化であり、エネルギー摂取量がエネルギー消費量を上回る状態（正のエネルギー収支バランス）が続けば体重は増加し、逆に、エネルギー消費量がエネルギー摂取量を上回る状態（負のエネルギー収支バランス）では体重が減少する。したがって、短期的なエネルギー収支のアンバランスは、体重や体組成の変化で評価可能である。一方、エネルギー収支のアンバランスは、長期的にはエネルギー摂取量、エネルギー消費量、体重が互いに連動して変化することで調整される。例えば、長期にわたってエネルギー制限を続けると、体重減少に伴いエネルギー消費量やエネルギー摂取量が変化し、体重減少は一定量で頭打ちとなり、エネルギー収支バランスがゼロになる新たな状態に移行する（図1）。多くの成人では、長期間にわたって体重・体組成は比較的一定で、エネルギー収支バランスがほぼゼロに保たれた状態にある。肥満者もやせの者も、体重、体組成に変化がなければ、エネルギー摂取量とエネルギー消費量は等しい。したがって、健康の保持・

増進、生活習慣病予防の観点からは、エネルギー摂取量が必要量を過不足なく充足するだけでは不十分であり、望ましい体格（body mass index：BMI）を維持するエネルギー摂取量（＝エネルギー消費量）であることが重要である。そのため、エネルギーの摂取量及び消費量のバランスの維持を示す指標として BMI を採用している。

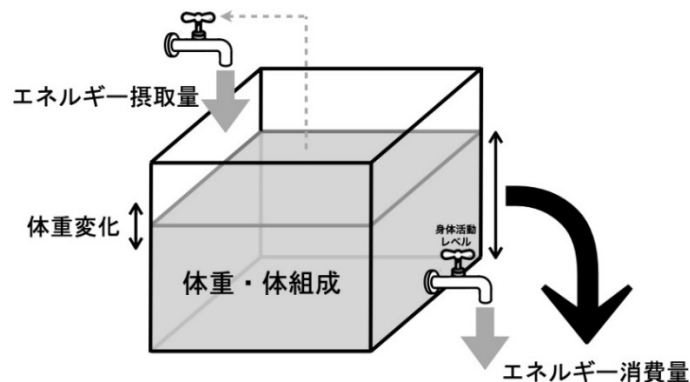


図1 エネルギー収支バランスの基本概念

体重とエネルギー収支の関係は、水槽に水が貯まったモデルで理解される。エネルギー摂取量とエネルギー消費量が等しいとき、体重の変化はなく、体格（BMI）は一定に保たれる。エネルギー摂取量がエネルギー消費量を上回ると体重は増加し、肥満につながる。エネルギー消費量がエネルギー摂取量を上回ると体重が減少し、やせにつながる。しかし、長期的には、体重変化によりエネルギー消費量やエネルギー摂取量が変化し、エネルギー収支はゼロとなり、体重が安定する。肥満者もやせの者も体重に変化がなければ、エネルギー摂取量とエネルギー消費量は等しい。

2 エネルギー摂取量・エネルギー消費量・エネルギー必要量の推定の関係

エネルギー必要量を推定するためには、体重が一定の条件下で、その摂取量を推定する方法とその消費量を測定する方法の2つに大別される。前者には各種の食事アセスメント法があり、後者には、二重標識水法から直接消費量を測定する方法か、基礎代謝量と身体活動レベル（physical activity level：PAL）の測定値や性、年齢、身長、体重を用いてエネルギー消費量を推定する方法がある。後述するように、食事調査法は、いずれの方法を用いてもエネルギー摂取量に関しては測定誤差が大きく、そのために、エネルギー摂取量を測定してもそこからエネルギー必要量を推定するのは極めて困難である。そこで、エネルギー必要量の推定には、エネルギー摂取量ではなく、エネルギー消費量からアプローチする方法が広く用いられている（図2）。特に、二重標識水法は、2週間程度の（ある程度習慣的な）エネルギー消費量を直接測定でき、その測定精度も高いため、エネルギー必要量を推定するための有用な基本情報が提供される²⁾。これに身体活動レベルを考慮すれば、性・年齢階級・身体活動レベル別にエネルギー必要量を推定できる。しかしながら、後述するように、エネルギー必要量には無視できない量の推定困難な個人間差が存在する³⁾。そのために、基礎代謝量と身体活動レベル等を用いる推定式も含めて、個人レベルのエネルギー必要量を推定するのは困難であると考えられている⁴⁾。なお、エネルギー摂取量の測定とエネルギー消費量の測定は、全く異なる測定方法を用いるため、それぞれ固有の測定誤差を持つ。したがって、測定されたエネルギー摂取量とエネルギー消費量を比較する意味は乏しい。

それに対して、エネルギー収支の結果は体重の変化やBMIとして現れることを考えると、体重・体組成の変化やBMIを把握すれば、エネルギー収支の概要を知ることができる。

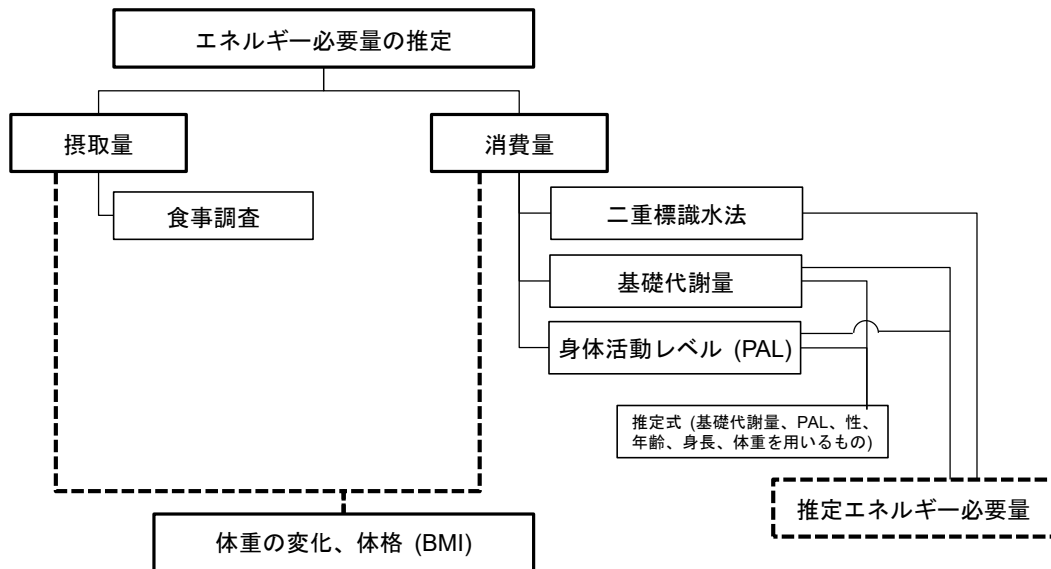


図2 エネルギー必要量を推定するための測定法と体重変化、体格（BMI）、推定エネルギー必要量との関連

3 体重管理

3-1 体重管理の基本的な考え方

身体活動量が不変であれば、エネルギー摂取量の管理は体格の管理とほぼ同等である。したがって、体格を測定し、その結果に基づいてエネルギー摂取量や供給量を変化させることが望ましい。年齢や性別、身体活動量で規定される特定集団にとって望ましい体格を、個人にとって望ましい体格として管理に用いる。望ましい体格として、成人では死因を問わない死亡率（総死亡率）が最低になる体格（BMI）を用いる。BMIを用いることで、身長の違いも考慮した体重管理が行える。体脂肪量や除脂肪量（主として筋肉）などの体組成はBMIと独立して総死亡率に影響する。また、内臓脂肪量とその推定因子である腹囲や腹囲・身長比の方がBMIよりも強い総死亡率の予測因子という報告がある^{5,6)}。しかし、研究成果の蓄積の豊富さや、最も基本的な体格指数という観点から、望ましい体格にはBMIを用いる。なお、乳児・小児では、該当する性・年齢階級の日本人の身長・体重の分布曲線（成長曲線）を用いている。

高い身体活動は肥満の予防や改善の有用な方法の1つであり⁷⁾、不健康な体重増加を予防するには身体活動レベルを1.7以上とすることが推奨されている⁸⁾。また、高い身体活動は、体重とは独立して総死亡率の低下に関連することも明らかにされている^{9,10)}。体重増加に伴う生活習慣病の発症予防及び重症化予防の観点からは、身体活動レベル（カテゴリー）が「低い」ことは望ましい状態とは言えず、身体活動量の高い状態でエネルギー収支バランスを保ちつつ望ましいBMIを目指す必要がある。一方、高齢者については、低い身体活動レベルは摂取できるエネルギー量の減少を招き、各種栄養素の不足を来しやすくする¹¹⁾。身体活動量と骨格筋量の維持や増加により、高いレベルのエネルギー消費量と摂取量のバランスを維持しつつ望ましいBMIを目指すことが望ましい。

3-2 発症予防

3-2-1 基本的な考え方

健康的な体重を考えるためには、何をもち健康と考えるかをあらかじめ定義する必要がある。「理想 (ideal) 体重」、「望ましい (desirable) 体重」、「健康 (healthy) 体重」、「適正 (optimal) 体重」、「標準 (standard) 体重」、「普通 (normal) 体重」等、健康的な体重を表す用語は定義も様々である上に、必ずしも一定でない場合もある^{12,13)}。このため食事摂取基準では、体重ではなく、総死亡率をできるだけ低く抑えられると考えられる BMI を基本として、BMI と主な生活習慣病の有病率、医療費の支出状況、高齢者における身体機能低下、労働者の退職との関連を考慮して、目標とする BMI の範囲を定めることにした。なお、総死亡率をアウトカムとして乳児や小児に用いるのは適切ではなく、妊娠時の体重管理に用いるのも適切ではない。

3-2-2 健康的な体重やBMIに関する歴史的経緯

総死亡率を基にした健康的な体重の検討は、アメリカの生命保険会社が保険契約者のデータを基に発表した理想体重表^{14,15)}に端を発する。我が国では、上記の表¹⁶⁾から靴の厚さ、着衣の重量を補正した松木の標準体重表¹⁷⁾、保険契約者の最低死亡率を基にした明治生命標準体重表^{18,19)}などが提唱された。これらはいずれも身長に対し最適な1つの体重を呈示していた。

我が国では、標準体重 ($=22 \times [\text{身長(m)}]^2$) が頻用されてきたが、これは職域健診の異常所見の合計数が最も少なくなる BMI に基づくものであり^{20,21)}、30~59歳の男女を対象に、健診データ10項目〔胸部X線、心電図、上部消化管透視、高血圧、血尿・蛋白尿、AST (GOT)、ALT (GPT)、総コレステロール・トリグリセライド、高尿酸血症、血糖 (空腹時、糖負荷後)、貧血〕の異常所見の合計数を BMI で層別に平均し、BMI との関係性を二次回帰したものである。本来は30~59歳を対象に、この検討で用いられた結果因子 (10項目の測定項目) に限定して用いられるべきものであった²¹⁾。

3-2-3 BMIと総死亡率等との関連

健康な日本人成人を主な対象とする代表的な7つのコホート研究のプール解析 (追跡開始時の年齢幅: 40~103歳)、JPHC study (同: 40~59歳) 及び JACC study (同: 65~79歳) における研究開始時の BMI とその後観察期間中の総死亡率の関連を図3に示す²²⁻²⁴⁾。年齢区分別にみると、およそ65歳未満では総死亡率はJ字型又はU字型を描き、21.0~26.9が望ましい BMI の範囲と考えられる。一方、およそ65歳以上では両者の関連はほぼ逆L字型を描き、BMI が30以上になって初めて総死亡率の増加は観察される。このように BMI と総死亡率の関連は年齢によって異なり、追跡開始年齢が高くなるほど総死亡率を最低にする BMI は男女共に高くなる傾向がある。世界239のコホート研究を用いたプール解析のサブ解析として行われた東アジア地域の61のコホートを用いた解析では、35~49歳で18.5~25、50~69歳で20~25、70~89歳で20~27.5の BMI で最も低い総死亡率を示した (図4)²⁵⁾。

主な生活習慣病に着目した場合、肥満は血圧や血中非 HDL-コレステロール濃度、糖尿病有病率と強い正の関連を有している²⁶⁾。また、BMI と日本人成人が費やす医療費は正の関連を示し、特に BMI が25以上の集団で高値を示している^{27,28)}。さらに、高齢者 (65歳以上) を対象として、日常生活動作が自立しているかどうかについて身体機能低下の発現リスクを指標とした9つの研究によるメタ・アナリシスでは、BMI と身体機能低下の発現リスクの間には、BMI が増えるほどなだらかにリスクが増加していく、正の関連が観察され、この関連に閾値は観察されなかった²⁹⁾。また、労働者を対象と

した 27 のコホート研究又はネステッド・ケースコントロール研究では、BMI と身体機能低下による退職率の関連には J 字型の関連が観察され、BMI が 18.5 未満でも、25.0 以上でも、BMI が 18.5～24.9 の集団よりも有意に退職率が高かった³⁰⁾。これらの研究は、総死亡率に直接は関連しないものの、BMI がおよそ 25 以上の集団では、無視できない複数の健康障害等のリスクが生じる可能性が高いことを示している。

60 歳以上の成人において BMI とフレイルの発症率を観察した 17 のコホート研究をまとめたメタ・アナリシスでは、両者の間に U 字型の関連が観察されており、BMI がおよそ 27 において最低の発症率が観察されている³¹⁾。また、BMI とのその後の骨折発生率の関連を調べた 17 のコホート研究（対象者の平均年齢は 55 歳以上）をまとめたメタ・アナリシスでは、BMI がおよそ 25 未満で骨折リスクが上昇することが観察されている³²⁾。類似の結果が日本人成人（40～74 歳）のコホート研究でも観察されている³³⁾。これらの結果は、高齢者においては、肥満と同様又はそれ以上にやせが健康に与えるリスクへの配慮が重要であることを示している。

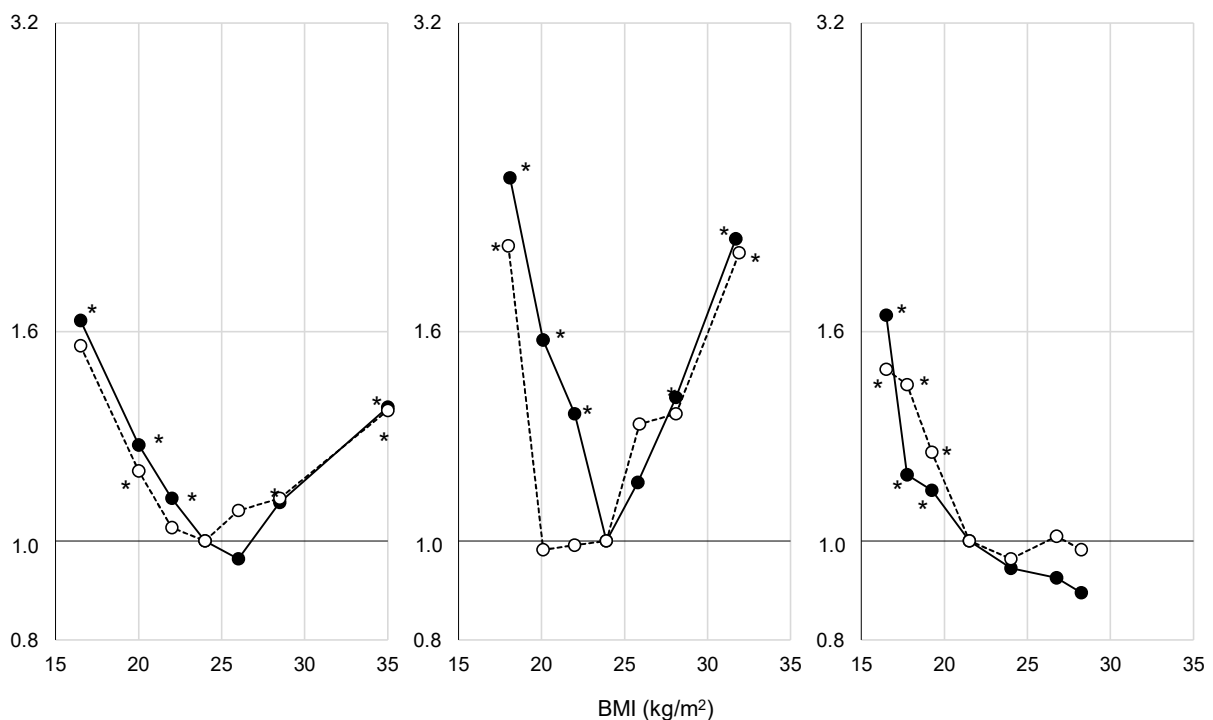


図3 健康な者を中心とした我が国の代表的な 2 つのコホート研究並びに 7 つのコホート研究のプール解析における、追跡開始時の BMI (kg/m²) とその後の総死亡率との関係²²⁻²⁴⁾

BMI の範囲の平均値（記述がない場合は中間値）をその群の BMI の代表値として結果を示した。●男性、○女性。有意な結果に * を記した。BMI の最小群又は最大群で最小値又は最大値が報告されていなかった場合はその群の結果は示さなかった。

(左) 7 つのコホート研究のプール解析：BMI=23.0～24.9 kg/m² の群に比較したハザード比。追跡開始時年齢=40～103 歳、平均追跡年数=12.5 年、対象者数（解析者数）=男性 162,092 人、女性 191,330 人、死亡者数（解析者数）=男性 25,944 人、女性 16,036 人、調整済み変数=年齢、喫煙、飲酒、高血圧歴、余暇活動又は身体活動、その他（それぞれのコホート研究によって異なる）。備考—追跡開始後 5 年未満における死亡を除外した解析。

(中) JPHC Study：BMI=23.0～24.9 kg/m² の群に比較した相対危険。追跡開始時年齢=40～59 歳、平均追跡年数=10 年、対象者数（解析者数）=男性 19,500 人、女性 21,315 人、死亡者数（解析者数）=男性 943 人、女性 483 人、調整済み変数=地域、年齢、20 歳後の体重の変化、飲酒、喫煙、余暇での身体活動、教育歴。

(右) JACC Study：BMI=20.0～22.9 kg/m² の群に比較したハザード比。追跡開始時年齢=65～79 歳、平均追跡年数=11.2 年、対象者数（解析者数）=男性 11,230 人、女性 15,517 人、死亡者数（解析者数）=男性 5,292 人、女性 3,964 人、調整済み変数=喫煙、飲酒、身体活動、睡眠時間、ストレス、教育歴、婚姻状態、緑黄色野菜摂取、脳卒中の既往、心筋梗塞の既往、がんの既往。

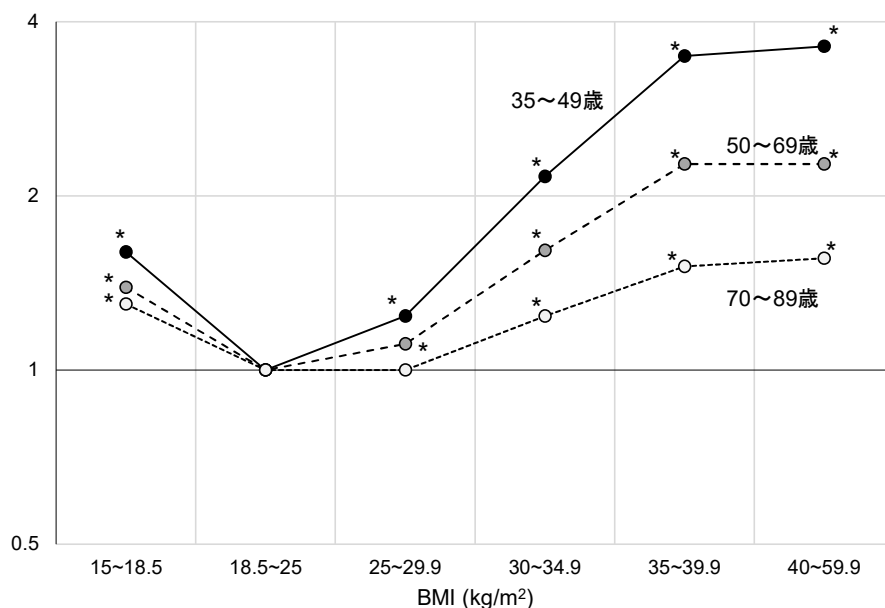


図4 東アジアの61コホート研究のデータをまとめたプール解析における追跡開始時の年齢区分別にみた総死亡率のハザード比：慢性疾患を有しない非喫煙者を対象とした解析²⁵⁾

BMI=18.5~24.9 kg/m²の群に比較したハザード比。追跡開始時年齢=35~89歳（平均52.4歳）、追跡年数の中央値=13.9年、対象者数=1,055,636人（男性60.0%）、死亡者数=100,310人。慢性疾患のない生涯非喫煙者を対象に、初期段階（追跡開始5年間）で追跡が終了した者を除いた解析。

3-2-4 目標とするBMIの範囲

以上より、総死亡率をできるだけ低く抑えられると考えられるBMIを基本として、BMIと主な生活習慣病の有病率、医療費、高齢者における身体機能の低下、労働者における身体機能低下による退職との関連を考慮して、目標とするBMIの範囲を成人について表1のように定めた。具体的には、全ての年齢で上限のBMIを24.9とし、下限を18~49歳では18.5とした。その上で、65歳以上では総死亡率からみると、上述のように総死亡率をできるだけ低く抑えられるのが20.0から21.0付近となるが、その他の考慮すべき健康障害等を勘案し、21.5とした。50~64歳では上下の年齢区分における値を考慮し、その中間値である20.0とした。

ただし、BMIは総死亡や生活習慣病の発症、健康障害の1つの原因にすぎない。運動不足や喫煙習慣のように、他にも多数の要因がある^{34,35)}。そして、これらは個人ごとに異なる。今回の基準の策定ではその測定の容易さを評価してBMIを用いることにしたが、BMIは肥満ややせを必ずしも正確に評価できる指標ではない。したがって、体重管理においてBMIだけを厳格に管理する意味は乏しい。特に、65歳以上の高齢者では、個人の尊厳や生活の質の維持にも十分に配慮し、個々人の特性を十分に踏まえた対応が望まれる。

表1 目標とするBMIの範囲（18歳以上）^{1,2}

年齢（歳）	目標とするBMI (kg/m ²)
18～49	18.5～24.9
50～64	20.0～24.9
65～74 ³	21.5～24.9
75以上 ³	21.5～24.9

¹ 男女共通。あくまでも参考として使用すべきである。

² 上限は総死亡率の低減に加え、主な生活習慣病の有病率、医療費、高齢者及び労働者の身体機能低下との関連を考慮して定めた。

³ 総死亡率をできるだけ低く抑えるためには下限は20.0から21.0付近となるが、その他の考慮すべき健康障害等を勘案して21.5とした。

3-3 重症化予防

3-3-1 発症予防との違い

既に何らかの疾患を有する場合は、その疾患の重症化予防を他の疾患の発症予防よりも優先させる必要がある場合が多い。この場合は、望ましい体重の考え方もその値も優先させるべき疾患によって異なる。

3-3-2 食事調査の過小評価を考慮した対応の必要性

前述（『I 総論、4 活用に関する基本的事項、4-2 食事評価と留意点』を参照）のように、種々の食事調査は、日間変動による偶然誤差のほか、系統誤差として過小・過大申告の影響を受け、集団レベルでは実際のエネルギー摂取量を過小評価するのが一般である。食事指導においても、指導を受ける者に同等の過小評価が生じている可能性を考慮した対応が必要である。

3-3-3 減量や肥満の是正への考え方

高血圧、高血糖、脂質異常の改善・重症化予防に、減量や肥満の是正が推奨されている。これらの生活習慣病の重症化予防における目標BMIは必ずしも、総死亡率により定義したBMI範囲と一致しない。生活習慣改善（食事や運動）の介入研究においては、目標BMIに達していなくても、一定の体重減少率により生活習慣病関連指標が改善することが知られている³⁶⁾。高血圧患者に関するメタ・アナリシスでは約4kgの減量により、収縮期で-4.5mmHg、拡張期で-3.2mmHgの血圧降下があると報告されている³⁷⁾。内臓脂肪の減少と血糖（糖尿病患者を除く）、インスリン感受性、脂質指標、血圧の改善の関係をみると、指標の有意な改善を認めた研究における内臓脂肪の減少率は平均22～28%、体重減少率で7～10%に相当する³⁸⁾。さらに、特定保健指導の終了者3,480人を対象にした検討では、指導後6か月で3%以上の体重減少を認めた者では、特定健診の全ての健診項目の改善が認められた³⁹⁾。肥満者においては、目標とするBMIへの減量を長期的な目標としつつ、上記のような軽度の減量をまずは達成し、それをリバウンドなく維持することが重症化予防の観点では望ましい。

3-3-4 エネルギー摂取制限と体重減少(減量)との関係(理論的なモデルの考察)

エネルギー出納が保たれ体重が維持された状態にある多人数の集団で、二重標識水法によるエネルギー消費量と体重の関係性を求めた検討によれば、両者の間に次の式が成り立っていた⁴⁰⁾。

$$\ln(W) = 0.712 \times \ln(E) + 0.005 \times H + 0.004 \times A + 0.074 \times S - 3.431$$

ここで、 \ln ：自然対数、 W ：体重、 E ：エネルギー消費量(kJ/日)＝エネルギー摂取量(kJ/日)、 H ：身長(cm)、 A ：年齢(歳)、 S ：性(男性=0、女性=1)。

ここで、両辺の指数を取り、同じ身長、同じ年齢、同じ性別の集団を考えれば、身長、年齢、性別の項は両辺から消去されることによってこの影響はなくなる。個人が異なるエネルギー摂取量を変化させた場合にも、理論的にはこの式が適用できると考えられる。この式から次の式が得られる。

$$\Delta W = 0.712 \times \Delta E$$

ここで、 ΔW ：体重(kg)の変化を初期値からの変化の割合で表現したもの(%)、 ΔE ：エネルギー消費量(kJ/日)の変化を初期値からの変化の割合で表現したもの(%)。

例えば、エネルギー消費量(＝エネルギー摂取量)を10%減少させた場合に期待される体重の減少はおよそ7%となる。

【計算例】体重が76.6 kg、エネルギー消費量＝エネルギー摂取量＝2,662 kcal/日の個人がいたとする(これは上記の論文の対象者の平均体重及び平均エネルギー消費量である⁴⁰⁾)。この個人が100 kcal/日だけエネルギー摂取量を減らしたとする。

$$\text{エネルギー摂取量の変化(減少)率} = 100/2,662 \approx 3.76\%$$

$$\text{期待される体重変化(減少)率} = 3.76 \times 0.7 \approx 2.63\%$$

$$\text{期待される体重変化(減少)量} = 76.6 \times 2.63\% \approx 2.01 \text{ kg}$$

エネルギー消費量には成人男性でおよそ200 kcal/日の個人差が存在すると報告されている³⁾。また、個人のエネルギー消費量を正確に測定することは極めて難しい。そこで、エネルギー消費量が仮に2,462～2,862 kcal/日の範囲にあると推定し、期待される体重変化(減少)量を計算すると、1.87～2.18 kgとなる。逆に、期待される体重変化(減少)量を2 kgにするためには、エネルギー摂取量の変化(減少)が92～107 kcal/日であることになる。

なお、脂肪細胞1 gが7 kcalを有すると仮定すれば、100 kcal/日のエネルギー摂取量の減少は14.3 g/日の体重減少、つまり、5.21 kg/年の体重減少が期待できるが、上記のようにそうはならない。これは、一つには、体重の減少に伴ってエネルギー消費量も減少するためであると考えられる。体重の変化(減少)は徐々に起こるため、それに呼応してエネルギー消費量も徐々に減少する。そのため、時間経過に対する体重の減少率は徐々に緩徐になり、やがて、体重は減少しなくなる。この様子は、理論的には図5のようになると考えられる。

さらに、体重の減少に伴ってエネルギー摂取量が増加する(食事制限が緩む)可能性も指摘されている^{41,42)}。したがって、現実的には以下の点に留意が必要である。まず、大きな減量を目指して食事制限を開始しても、減量に伴ってエネルギー摂取量と消費量の両方が変化するため、少ない体重減少で平衡状態となることである。厳しい食事制限が減量とともに緩んで約100 kcal/日の食事制限となり、2 kg程度の減量に落ち着くものと考えられる。また、現実的にはその他の種々の行動学的な要因の影響を受けて計画どおりには減量できないことも多い。そのため、一定期間ごとに体重測定を繰り返し、その都度、減少させるべきエネルギー量を設定し直すことが勧められる。その期間は、個別に

状況を考慮し、柔軟に考えられるべきであるが、体重減少を試みた介入試験のメタ・アナリシスによると、介入期間の平均値はおよそ4か月間であった⁴³⁾。また、運動により体重減少を試みた介入試験のメタ・アナリシスでも、4か月間以下では、運動量に応じた体重減少が得られるが、6か月以上では減量が頭打ちになる現象が観察されている⁴⁴⁾。どの程度の期間ごとに体重測定を行って減量計画を修正していくかを定めるに当たり、以上のことも参考になるかもしれない。

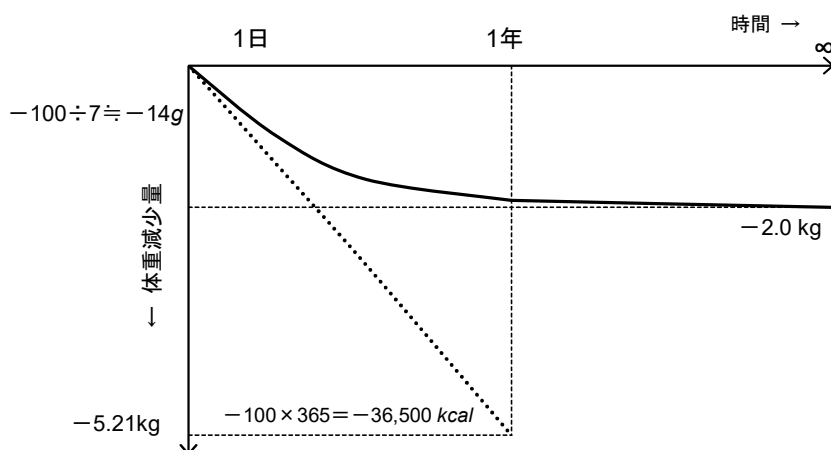


図5 エネルギー摂取量を減少させたときの体重の変化（理論計算結果）

体重が76.6kg、エネルギー消費量=エネルギー摂取量=2,662 kcal/日の個人がいたとする（これは上記の論文の対象者の平均体重及び平均エネルギー消費量である⁴⁰⁾）。この個人が100 kcal/日のエネルギー摂取量を減らしたとすると、次のような変化が期待される。

エネルギー摂取量の変化率（減少）率=100/2,662≒3.76%

体重変化（減少）率=3.76×0.712≒2.67%

体重変化（減少）量=76.6×(2.63/100)≒2.01 kg …この点は settling point と呼ばれる。

脂肪細胞1gがおおよそ7 kcalを有すると仮定すれば、単純には、100 kcal/日のエネルギー摂取量の減少は14.3 g/日の体重減少、つまり、5.21 kg/年の体重減少が期待できる。しかし、体重の変化（減少）に呼応してエネルギー消費量が減少するため、時間経過に対する体重の減少率は徐々に緩徐になり、やがてある時点（settling point）において体重は減少しなくなり、そのまま維持される。実際には、体重の変化（減少）に伴い、食事制限も緩んでいく^{39,40)}ため、図8よりも体重減少の曲線はより急激に緩徐となる。当初は、100 kcal/日以上エネルギー摂取量の制限で開始しても、最終的に100 kcal/日の制限まで増加して、2 kgの減量が達成、維持されることになる。

3-4 特別の配慮を必要とする集団

高齢者、乳児・小児、妊婦などにおいては、それぞれ特有の配慮が必要となる。また、若年女性はやせの者の割合が高く、令和元年国民健康・栄養調査では18～29歳の女性で19.0%となっている。若年女性のやせ対策として、より早い年齢からの栄養状況の精査と対応が必要である。

3-4-1 高齢者

高齢者においては、基礎代謝量、身体活動レベルの低下により、エネルギー必要量が減少する。同じBMI（体重）を維持する場合でも、身体活動レベルが低いとエネルギー摂取量は更に少なくなり、たんぱく質や他の栄養素の充足がより難しくなる^{45,46)}。身体活動量を増加させ、高いエネルギー消費量と摂取量のバランスにより望ましいBMIを維持することが重要である。身体活動量の低下は、フレイルの表現型であり⁴⁷⁾、原因でもある。

なお、高齢者においては、BMIの評価に当たり、脊柱や関節の変形による身長短縮⁴⁸⁾が影響することも考慮が必要である。体組成評価の必要性も指摘される⁴⁹⁻⁵¹⁾が、近年では筋力などを重視する考え方⁵²⁾もあり、現場で評価可能な指標について更に検討が必要である。

3-4-2 乳児・小児

乳児・小児においては、成長曲線に照らして成長の程度を確認する。成長曲線は、集団の代表値であって、必ずしも健康か否かということやその程度を考慮したものではない。しかし、現時点では成長曲線を参照し、成長の程度を確認し、判断することが最も適切と考えられる。

成長曲線は、一時点における成長の程度（肥満・やせ）を判別することよりも、一定期間における成長の方向（成長曲線に並行して成長しているか、どちらかに向かって遠ざかっているか、成長曲線に向かって近づいているか）を確認し、成長の方向を判断するために用いることに適している。

3-4-3 妊婦

妊婦の体重は、妊娠中にどの程度増加するのが最も望ましいかについては、数多くの議論がある。それは、望ましいとする指標によっても異なる。詳しくは、『Ⅱ 各論、2 対象特性、2-1 妊婦・授乳婦』の2-3 妊娠期の適正体重増加量を参照のこと。

3-4-4 若年女性

我が国の若年女性は、やせの者の割合が高い。国民健康・栄養調査によれば、20歳代女性のやせの者（BMI<18.5）の割合は、1990年代初頭に20%台前半に達し、以降はばらつきがあるものの横ばい傾向である。若年女性の低体重は骨量低下を来しやすく、将来の骨粗鬆症のリスクとなる⁵³⁻⁵⁵。一方で、20歳代以降は、女性も男性と同様に平均BMIが増加し、肥満者（BMI≥25）の割合が増加し、やせの者の割合が減少している。平均BMIの増加は、高齢期において死亡率の低いBMIの範囲に移行する望ましい変化の可能性もあるが、やせの体重増加は、サルコペニア肥満を招き、インスリン抵抗性と関連する代謝異常⁵⁶や高齢期のADL低下⁵⁷の原因となる可能性もある。若年女性のやせは、出生コホートへの影響⁵⁸や小児から思春期におけるBMIの増加不良などにつながり、より早い年齢からの栄養状況の精査と対応が必要である。また、原因についても更に研究が必要である。

4 今後の課題

健康の保持・増進、生活習慣病の発症予防の観点から、エネルギーの摂取量及び消費量のバランスの維持を示す指標として、BMIを採用しているが、目標とするBMIの設定方法については、引き続き検証が必要である。また、目標とするBMIに見合うエネルギー摂取量についての考え方、健康の保持・増進、生活習慣病の発症予防の観点からは、身体活動の増加も望まれる。望ましいエネルギー消費量についての考え方についても、整理を進めていく必要がある。

〈参考資料〉推定エネルギー必要量

1 基本的事項

エネルギー必要量は、WHO の定義に従い、「ある身長・体重と体組成の個人が、長期間に良好な健康状態を維持する身体活動レベルのとき、エネルギー消費量との均衡が取れるエネルギー摂取量」と定義する⁵⁹⁾。なお、後述するように、身体活動レベルは、「エネルギー消費量÷基礎代謝量」で定義される。さらに、エネルギー必要量は、比較的短期間の場合には「そのときの体重を保つ（増加も減少もしない）ために適当なエネルギー」と定義される。また、乳児・小児、妊婦又は授乳婦においては、エネルギー必要量には良好な健康状態を維持するための組織沈着あるいは母乳分泌量に見合ったエネルギー量という意味合いを含む。

エネルギー消費量が一定の場合、エネルギー必要量よりもエネルギーを多く摂取すれば体重は増加し、少なく摂取すれば体重は減少する。したがって、理論的にはエネルギー必要量には「範囲」は存在しない。これはエネルギーに特有の特徴であり、栄養素と大きく異なる点である。すなわち、エネルギー必要量には「充足」という考え方は存在せず、「適正」という考え方だけが存在することを意味する。その一方で、後述するように、エネルギー必要量に及ぼす要因は性・年齢区分・身体活動レベル以外にも数多く存在し、無視できない個人間差（又は個人差）としてそれは認められる。したがって、性・年齢区分・身体活動レベル別に「適正」なエネルギー必要量を単一の値として示すのは不可能であり、同時に、活用の面からもそれはあまり有用ではない。

自由な生活を営んでいる人のエネルギー必要量を知るには、体重が一定の条件下で、(1) 何らかの方法で食事調査を行い、エネルギー摂取量を測定する方法、(2) 何らかの方法でエネルギー消費量を測定する方法（最も正確に測れる方法は二重標識水法である）、(3) 何らかの方法で基礎代謝量と身体活動レベル（後述する）を測定し、この積を取る方法の3種類が知られている。今回の食事摂取基準では、3つ目の「基礎代謝量と身体活動レベルを測定し、この積を取る方法」を採用した。この理由は後述する。なお、ここで与えられる数値は対象者又は対象集団にとっての推定値であるため、推定エネルギー必要量（estimated energy requirement : EER）と呼ぶこととした。

2 エネルギー必要量の推定方法

2-1 食事調査

体重が一定の場合は、理論的には、「エネルギー摂取量=エネルギー必要量」である。したがって、理論的にはエネルギー摂取量を測定すればエネルギー必要量が推定できる。しかし、特殊な条件下を除けば、エネルギー摂取量を正確に測定することは、申告誤差（特に過小申告）と日間変動という2つの問題が存在するために極めて困難である。

過小申告は系統誤差の一種であり、集団平均値など集団の代表値を得たい場合に特に大きな問題となる（『I 総論、4 活用に関する基本的事項、4-2 食事評価と留意点』を参照）。原因は多岐に渡るが、食事記録法、質問紙法を含むほとんど全ての食事調査法において、無視できない系統的な過小申告が認められている⁶⁰⁾。二重標識水法によるエネルギー消費量の測定と同時期に食事調査を行った100の研究では、第三者が摂取量を観察した場合を除き、通常エネルギー摂取量を反映するエネルギー消費量に対して、食事調査によって得られたエネルギー摂取量は総じて小さく、かつ、BMIが大きくなるにつれて過小評価の程度は甚だしくなっていた（詳細は参考文献61を参照のこと）（図6）。

一方、日間変動は偶然誤差の性格が強く、一定数以上の対象者を確保できれば、集団平均値への影

響は事実上無視できる。ただし、標準偏差など、分布の幅に影響を与えるために注意を要する。また、個人の摂取量についても、長期間の摂取量を調査できれば、偶然誤差の影響は小さくなり、その結果、習慣的な摂取量を知り得る。しかし、日本人成人を対象とした研究によると、個人の習慣的な摂取量の $\pm 5\%$ 以内（エネルギー摂取量が 2,000 kcal/日の場合は 1,900~2,100 kcal/日となる）の範囲に観察値の 95%信頼区間を収めるために必要な調査日数は 52~69 日間と報告されている⁶²⁾。これほど長期間の食事調査は事実上、極めて困難である。

以上の理由により、食事調査によって得られるエネルギー摂取量を真のエネルギー摂取量と考えるのは困難である。そのため、食事調査によって得られるエネルギー摂取量を実務に用いる場合には、この問題を熟知し、正しく対処することが必要である。

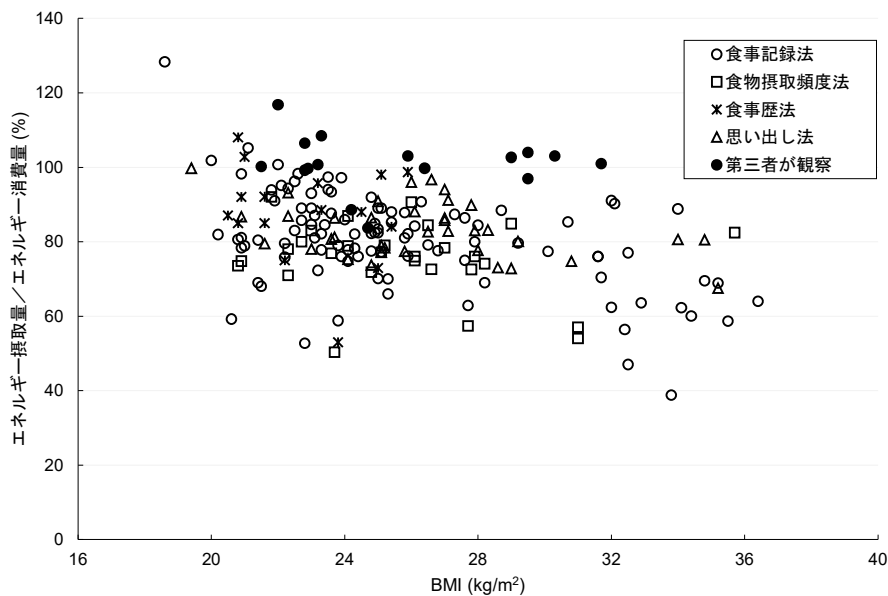


図6 食事調査の申告誤差（過小申告）

健康な者を対象として食事調査によって得られたエネルギー摂取量と二重標識水法によって測定されたエネルギー消費量を評価した 100 の研究における BMI (kg/m^2) とエネルギー摂取量/エネルギー消費量 (%) の関連。第三者が摂取量を観察した場合を除き、ほとんどの研究においてエネルギー摂取量/エネルギー消費量 (%) が 100%を下回るとともに、BMI が大きくなるほど、過小申告の程度が大きくなる傾向にある。

2-2 エネルギー消費量(二重標識水法)

成人（妊婦、授乳婦を除く）で短期間に体重が大きく変動しない場合には、

$$\text{エネルギー消費量} = \text{エネルギー摂取量} = \text{エネルギー必要量}$$

が成り立つ。

自由な生活を営みながら一定期間のエネルギー消費量を正確に測定する方法は、現時点では二重標識水法のみである²⁾。二重標識水法は一定量の二重標識水（重酸素と重水素によって構成される水）を対象者に飲ませ、尿中に排泄される重酸素と重水素の濃度の比の変化量からエネルギー消費量を算出する方法である。

二重標識水法を用いて1歳以上の健康な集団を対象としてエネルギー消費量を測定した世界各国で行われた 139 の研究結果を用いて、年齢とエネルギー消費量の関連をまとめると図7のようになる（詳細は参考文献 63 を参照のこと）。各点は各研究で得られた測定値（体重 1 kg 当たりの値 (kcal/kg/日)）の平均値（又はそれに相当すると判断された値）である。総じて、男性の値は女性の値よりも

わずかに高く、20～70歳の範囲では、ほぼ全ての研究が30～40 kcal/kg/日の範囲に入っている。

図8は日本人成人を対象とした研究でほぼ同じ集計を行った結果である（詳細は参考文献64を参照のこと）。図7とほぼ同じ傾向が認められるが、全ての報告が34～46 kcal/kg/日の範囲にあり、値の単純平均は男性39 kcal/kg/日、女性38 kcal/kg/日であり、世界各国のまとめよりも5 kcal/kg/日ほど高い値を示した。一般に、体重が大きいと体重当たりのエネルギー消費量が小さくなる⁶⁵。そのため、主に体格や体脂肪率が大きい欧米人を対象とした図7より、日本人を対象とした図8の方が数値が高くなっていると考えられる。

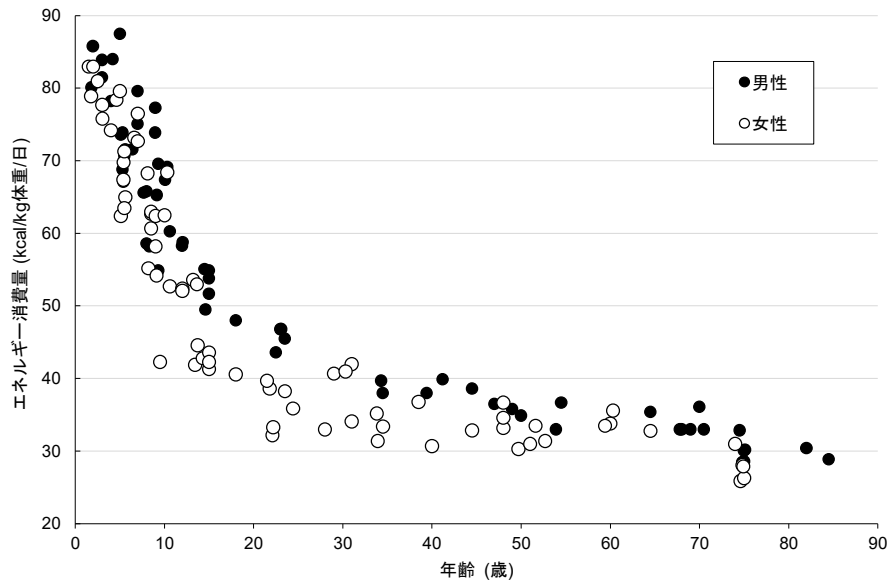


図7 年齢別に見たエネルギー消費量 (kcal/kg 体重/日) (集団代表値)

二重標識水を用いた139の研究のまとめ。集団ごとに、エネルギー消費量の平均値がkcal/日で示され、体重の平均値が別に報告されている場合は、エネルギー消費量を体重の平均値で除してエネルギー消費量 (kcal/kg 体重/日) の代表値とした。次の研究は除外した：開発途上国で行われた研究、妊娠中の女性や授乳中の女性を対象とした研究、集団のBMIの平均値が18.5未満又は30 kg/m²以上であった研究、集団の身体活動レベル (PAL) の平均値が2.0以上であった研究、性別が不明な研究

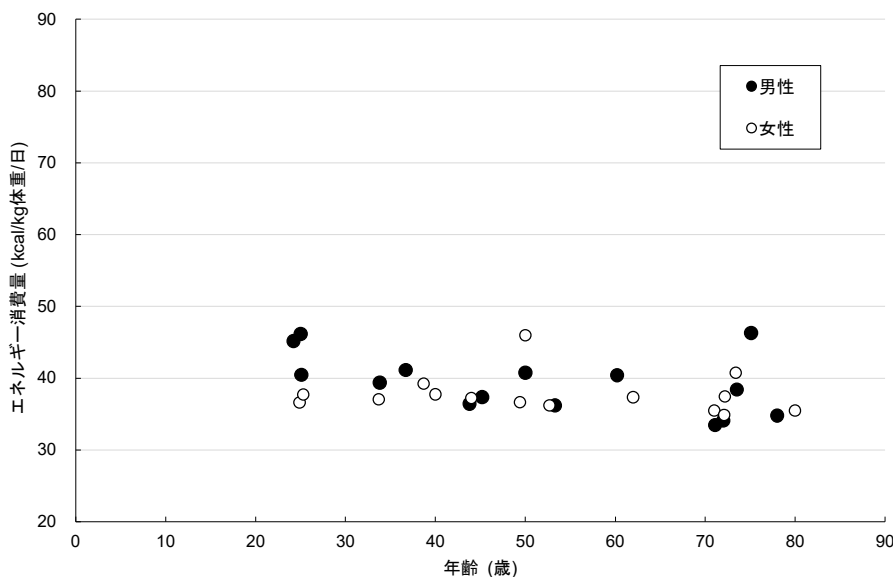


図8 年齢別に見た日本人成人におけるエネルギー消費量 (kcal/kg 体重/日) (集団代表値)

二重標識水を用いた30集団のまとめ。集団ごとに、エネルギー消費量の平均値がkcal/日で示され、体重の平均値が別に報告されている場合は、エネルギー消費量を体重の平均値で除してエネルギー消費量 (kcal/kg 体重/日) の代表値とした。性別が不明な研究、アスリートを対象とした研究は除外した。

2-3 基礎代謝量と身体活動量を用いた推定方法

2-3-1 基礎代謝量基準値

基礎代謝量とは、覚醒状態で必要な最小源のエネルギーである。実験参加者をエネルギー代謝測定室に入れ、熱となって放散されるエネルギーを測定する。早朝空腹時に快適な状態（室温など）において安静仰臥位・覚醒状態で測定すれば、これが基礎代謝量となる。この方法は、基礎代謝量を直接測定するため、直接法と呼ばれる。

一方、直接測定ではなく、直接測定で得られた値を用いて、性・年齢・身長・体重などから推定する方法（推定式の開発）も数多く試みられている。主なものを表2に示す⁶⁶⁾。このように複数の推定式が提案されているものの、一定以上の精度が確認された推定式は成人を対象としたものが多い。なお、日本人の小児については、「昭和44年改定日本人の栄養所要量」で示された体表面積に基づく式など各種推定式の妥当性を検討した論文がある⁶⁷⁾。

実測された基礎代謝量を体重1kg当たりで表現し(kcal/kg/日)、性・年齢区分別にデータを統合し、それぞれの代表値を求める方法がある。1980年以降、我が国で測定された50の研究の結果は図9のとおりである（詳細は参考文献68を参照のこと）。この観察値から代表値（体重1kg当たりの基礎代謝基準値）を求めた（表3）。これに参照体重を乗じると参照体重の場合の基礎代謝基準値となる。具体的には、各年齢区分で重み付けをせずに平均値を求めた。なお、65～74歳男性は前後の年齢層から内挿して算出した。また、70歳以上の測定値が高齢者施設に入所している全身状態の良い者を対象とした研究が主であったことを考慮し、75歳未満の値も参考にして、75歳以上男性は21.5kcal/kg体重/日とし、女性は50歳以上を一律に20.7kcal/kgとした。

後述するように、参照体重から大きく逸脱した個人又は集団に用いる場合に注意を要するものの、日本人の実測定データを最大限に活用している点を評価し、食事摂取基準ではこの方法を用いるのが現時点では最良であると判断した。

表2 主な基礎代謝量推定式

名称	年齢（歳）	推定式：上段が男性、下段が女性
国立健康・栄養研究所の式	20～74 (妥当性が確認されている年齢幅： 18～79)	$(0.0481 \times W + 0.0234 \times H - 0.0138 \times A - 0.4235) \times 1,000 / 4.186$ $(0.0481 \times W + 0.0234 \times H - 0.0138 \times A - 0.9708) \times 1,000 / 4.186$
Harris-Benedict の式	—	$66.4730 + 13.7516 \times W + 5.0033 \times H - 6.7550 \times A$ $655.0955 + 9.5634 \times W + 1.8496 \times H - 4.6756 \times A$
Schofield の式	18～29	$(0.0063 \times W + 2.896) \times 1,000 / 4.186$ $(0.0062 \times W + 2.036) \times 1,000 / 4.186$
	30～59	$(0.0048 \times W + 3.653) \times 1,000 / 4.186$ $(0.0034 \times W + 3.536) \times 1,000 / 4.186$
	60以上	$(0.0049 \times W + 2.459) \times 1,000 / 4.186$ $(0.0038 \times W + 2.755) \times 1,000 / 4.186$
FAO/WHO/UNU の式	18～29	$(64.4 \times W - 113.0 \times H / 100 + 3,000) / 4.186$ $(55.6 \times W + 1,397.4 \times H / 100 + 146) / 4.186$
	30～59	$(47.2 \times W + 66.9 \times H / 100 + 3,769) / 4.186$ $(36.4 \times W - 104.6 \times H / 100 + 3,619) / 4.186$
	60以上	$(36.8 \times W + 4,719.5 \times H / 100 - 4,481) / 4.186$ $(38.5 \times W + 2,665.2 \times H / 100 - 1,264) / 4.186$

略号) W：体重(kg)、H：身長(cm)、A：年齢(歳)。

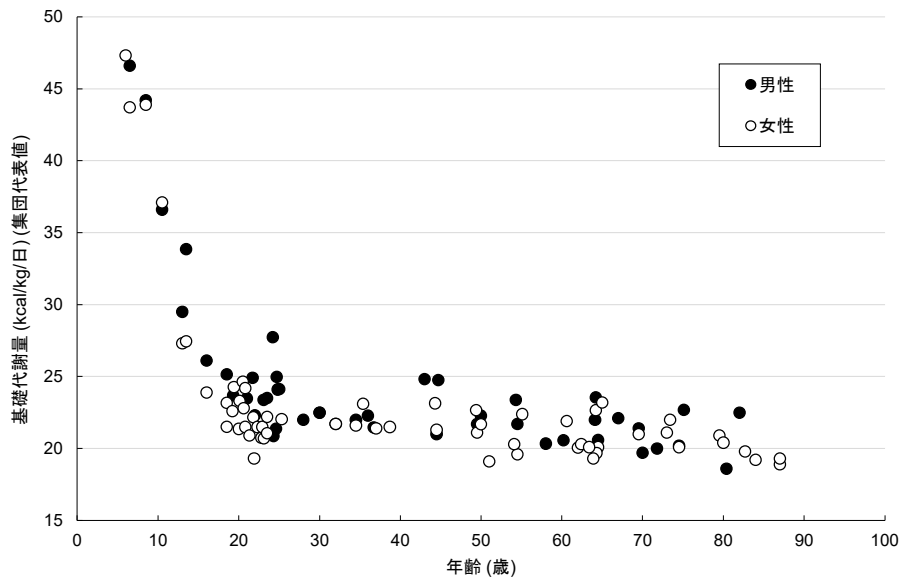


図9 日本人における基礎代謝量の報告例（集団代表値）

集団ごとに、基礎代謝量の平均値が kcal/日 で示され、体重の平均値が別に報告されている場合は、基礎代謝量を体重の平均値で除して基礎代謝量 (kcal/kg 体重/日) の代表値とした。早朝空腹時に臥位で測定したことが明記された研究を対象とし、次の研究は除外した：有症患者、運動選手、集団の BMI の平均値が 18.5 未満又は 25 kg/m² 以上、妊婦・授乳婦を対象とした研究、例数 5 人未満、男女を合わせたデータ、16.7 kcal/kg/日以下の値を報告している研究。

表3 基礎代謝量基準値

性別 年齢 (歳)	男性			女性		
	図9における 観察値から 推定した体重 1 kg 当たりの 基礎代謝量 (A) (kcal/kg 体重/日)	参照体重 (B) (kg)	参照体重の 場合の基礎 代謝量基準値 (A) × (B) (kcal/日)	図9における 観察値から 推定した体重 1 kg 当たりの 基礎代謝量 (A) (kcal/kg 体重/日)	参照体重 (B) (kg)	参照体重の 場合の基礎 代謝量基準値 (A) × (B) (kcal/日)
1~2	61.0	11.5	700	59.7	11.0	660
3~5	54.8	16.5	900	52.2	16.1	840
6~7	44.3	22.2	980	41.9	21.9	920
8~9	40.8	28.0	1,140	38.3	27.4	1,050
10~11	37.4	35.6	1,330	34.8	36.3	1,260
12~14	31.0	49.0	1,520	29.6	47.5	1,410
15~17	27.0	59.7	1,610	25.3	51.9	1,310
18~29	23.7	63.0	1,490	22.1	51.0	1,130
30~49	22.5	70.0	1,570	21.9	53.3	1,170
50~64	21.8	69.1	1,510	20.7	54.0	1,120
65~74	21.6	64.4	1,390	20.7	52.6	1,090
75 以上	21.5	61.0	1,310	20.7	49.3	1,020

2-3-2 身体活動レベル

2-3-2-1 身体活動レベル

身体活動レベルは、

身体活動レベル（無名数又は kcal/kcal）＝エネルギー消費量（kcal/日）÷基礎代謝量（kcal/日）として求めるか、身体活動記録法によって得られる。

身体活動記録法によって得られるエネルギー消費量は、二重標識水法で得られたエネルギー消費量よりも系統的に少なめに見積もられることが知られている。幼児・小児を対象とした 34 の研究をまとめた結果によると、見積り誤差は $-12 \pm 9\%$ （平均±標準偏差）（負の値は過小見積りであることを示す）と報告されている⁶⁹。そのため、身体活動記録法によって得られた身体活動レベルを食事摂取基準で用いるのは適切でないと判断し、エネルギー消費量と基礎代謝量を測定し、両者から計算して得られた値を用いることにした。

ところで、現在、実務現場において個人又は集団の身体活動レベルを測定できるのはまれである。実際には担当者による推定の域を出ない。そのため、連続量で表現される身体活動レベルよりも、身体活動レベルをいくつかの群（例えば「低い」「ふつう」「高い」の3群）に分けたカテゴリーを用いる方が、活用の利便性の観点から、また、誤差をできるだけ少なく保つためにも望ましいと考えられる。

2-3-2-2 身体活動レベル(カテゴリー)

実測された身体活動レベルの報告を用いて、身体活動レベルを「低い」「ふつう」「高い」の3群の身体活動レベル（カテゴリー）を設定し、成人、高齢者、小児に分けて身体活動レベル基準値を定めた（表4）。

身体活動レベル（カテゴリー）が「高い」の人をそれ以外の身体活動レベル（カテゴリー）の者から分けることは可能であるが、身体活動レベル（カテゴリー）が「ふつう」の人と「低い」の人を分別することは難しいとの報告がある⁷⁰。また、労働形態を中心に身体活動の種類を定性的に記し、代表的な身体活動レベルの値をそれに与える試みも行われている⁷¹。いずれにしても、身体活動レベル（カテゴリー）を用いる場合は、その測定精度の問題の存在と存在しうる誤差（誤分類）の可能性に十分に留意しなければならない。

表4 年齢区分及び身体活動レベル（カテゴリー）別の身体活動レベル基準値（男女共通）

年齢（歳）	身体活動レベル（カテゴリー）		
	低い	ふつう	高い
1～2	—	1.35	—
3～5	—	1.45	—
6～7	1.35	1.55	1.75
8～9	1.40	1.60	1.80
10～11	1.45	1.65	1.85
12～14	1.50	1.70	1.90
15～17	1.55	1.75	1.95
18～29	1.50	1.75	2.00
30～49	1.50	1.75	2.00
50～64	1.50	1.75	2.00
65～74	1.50	1.70	1.90
75以上	1.40	1.70	—

2-3-2-3 成人

健康な日本人の成人（20～59歳、150人）で測定したエネルギー消費量と推定基礎代謝量から求めた身体活動レベル⁷⁰⁾を用いて身体活動レベル基準値を定めた。すなわち、男女それぞれの身体活動レベルから全体の身体活動レベルを求めると 1.72 ± 0.26 となり、「ふつう」に相当する 63 人では 1.74 ± 0.26 であった（いずれも平均値±標準偏差）。これを基に、身体活動レベル（カテゴリー）の「低い」「ふつう」「高い」の身体活動レベル基準値（およその範囲）はそれぞれ 1.50（1.40～1.60）、1.75（1.60～1.90）、2.00（1.90～2.20）とした（表 5）。

表 5 身体活動レベル（カテゴリー）別にみた活動内容と活動時間の代表例

身体活動レベル (カテゴリー)	低い	ふつう	高い
身体活動レベル基準値 ¹	1.50 (1.40～1.60)	1.75 (1.60～1.90)	2.00 (1.90～2.20)
日常生活の内容 ²	生活の大部分が座位で、静的な活動が中心の場合	座位中心の仕事だが、職場内での移動や立位での作業・接客等、通勤・買い物での歩行、家事、軽いスポーツのいずれかを含む場合	移動や立位の多い仕事への従事者、あるいは、スポーツ等余暇における活発な運動習慣を持っている場合
中程度の強度(3.0～5.9メッツ)の身体活動の1日当たりの合計時間(時間/日) ³	1.65	2.06	2.53
仕事での1日当たりの合計歩行時間(時間/日) ³	0.25	0.54	1.00

¹ 代表値。()内はおよその範囲。

² 参考文献 70,71 を参考に、身体活動レベルに及ぼす仕事時間中の労作の影響が大きいことを考慮して作成。

³ 参考文献 72 による。

2-3-2-4 高齢者

成人の中でも高齢者は、他の年代に比べて身体活動レベルが異なると考えられる。平均年齢が 60 歳以上の高齢者集団において身体活動レベルを測定した 32 の論文を参考にして、65～74 歳並びに 75 歳以上における身体活動レベル(代表値)を次のようにして定めた(詳細は参考文献 73 を参照のこと)。

平均年齢が 60～74 歳の集団を対象とした 27 集団のデータを用い、集団を身体活動レベルでおよそ 1 : 2 : 1 に 3 分割し、それぞれの平均身体活動レベルを求めると、1.61、1.72、1.93 となった。また、身体活動レベルの平均値、標準偏差が示されている 23 集団で平均値、標準偏差を合成すると 1.70 ± 0.25 であった。そこで、74 歳以下の身体活動レベルの代表値を 1.70 とし、身体活動量で集団を 3 群に分けた検討⁷⁴⁾も参考にして、表 4 のように、「低い」「ふつう」「高い」についてそれぞれ 1.50、1.70、1.90 とした。

次に、平均年齢が 75 歳以上の集団を対象とした 23 集団のデータを用い、集団を身体活動レベルで 2 分割し、それぞれの平均身体活動レベルを求めると、1.44、1.71 となった。3 分割ではなく、2 分割した理由は、この年齢に関する報告は、自立している者と外出できない者の 2 つに大別され、身体活動レベル(カテゴリー)が「高い」に相当する者が想定しづらい年齢層でもあったためである。このため、75 歳以上については、身体活動レベル(カテゴリー)は「低い」と「ふつう」のみとし、それぞれ 1.40 と 1.70 とした(表 4)。身体活動レベル(カテゴリー)の「低い」は、自宅にいてほとんど外出しない者を念頭に置いているが、高齢者施設で自立に近い状態で過ごしている者にも適用できる値である。

2-3-2-5 小児

小児の身体活動レベルを二重標識水法で測定した報告に関してシステマティック・レビューを行い、運動選手のデータを除き対象者数で重み付けの平均をとった（詳細は参考文献 75 を参照のこと）。報告された集団ごとの代表値と年齢区分ごとの対象者数で重みづけした平均値を図 10 に示す。基礎代謝量を実測した報告及び推定値を用いた報告のいずれについても用いたが、基礎代謝量の推定値を用いて身体活動レベルを推定した報告を除いても、重み付けの平均は同様の値であった。

小児における年齢と身体活動レベルの関係について 17 の研究結果をまとめた別のメタ・アナリシスでも、年齢とともに増加するとしている⁷⁶⁾。これらを参考にして小児の身体活動レベルの代表値を表 4 のように定めた。6 歳以上は、身体活動レベルの個人間差を考慮するために、成人と同じ 3 区分とし、各年齢区分の「ふつう」からそれぞれ 0.20 だけ増加又は減少させた値とした。

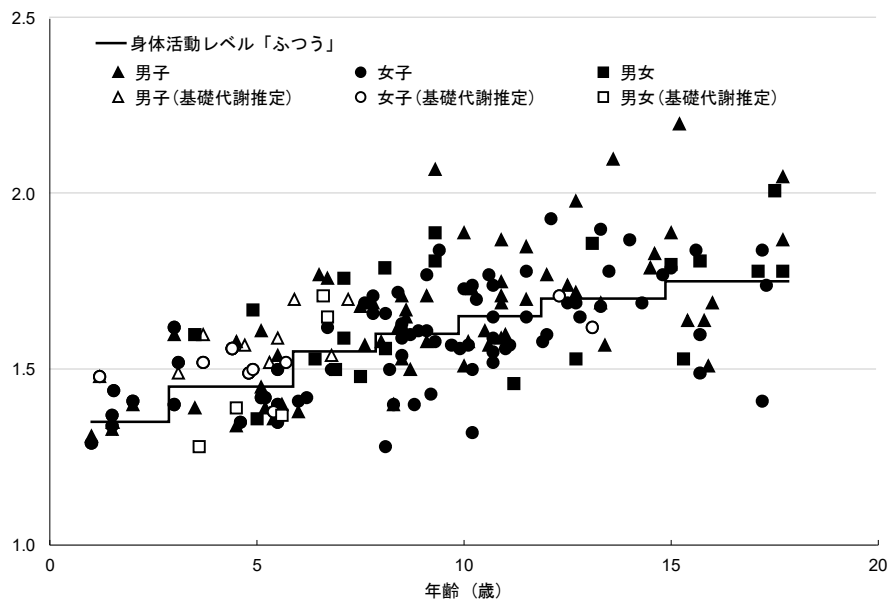


図 10 年齢別にみた小児における身体活動レベル

3 推定エネルギー必要量

次に述べる方法で推定エネルギー必要量を定めた。

3-1 算定方法

推定エネルギー必要量には、二重標識水法で得られたエネルギー消費量を用いるのが理論的には理想に近い。しかしながら、全年齢区分にわたって、性別・身体活動レベル別に代表値を定めることができるほどのデータは未だに蓄積されていない。その一方、過小申告や日間変動の問題のために食事調査で得られるエネルギー摂取量を用いることもできない。そこで、誤差を有するものの、下式のように、「体重 1 kg 当たりの基礎代謝基準値と参照体重と身体活動レベル基準値の積を用いる」方法が、全年齢区分にわたって、性・身体活動レベル別に代表値を定めるという食事摂取基準の目的に最も適っていると考えられる。この方法を採用し、

$$\text{推定エネルギー必要量} = \text{体重 1 kg 当たりの基礎代謝基準値} \times \text{参照体重} \\ \times \text{身体活動レベル基準値}$$

として、性・年齢区分・身体活動レベル（カテゴリー）別に、推定エネルギー必要量を求めた。

なお、この式から参照体重を除けば、下式のように、体重 1 kg 当たりの推定エネルギー必要量が得られる。

$$\text{体重 1 kg 当たりの推定エネルギー必要量} = \text{体重 1 kg 当たりの基礎代謝基準値} \\ \times \text{身体活動レベル基準値}$$

小児及び妊婦・授乳婦では、これに成長や妊娠継続・授乳に必要なエネルギー量を付加量として加えることとした。付加量についてはこの後、詳述する。また、乳児の必要エネルギーは別の方法で求めたため、これについてもこの後、詳述する。

体重 1 kg 当たりの推定エネルギー必要量を参考表 1 のように、推定エネルギー必要量を参考表 2 のように定めた。なお、参考表 1 は 1 歳以上、かつ、妊婦及び授乳婦以外について示す。

3-2 成人

推定エネルギー必要量 = 体重 1 kg 当たりの基礎代謝基準値 × 参照体重 × 身体活動レベル基準値
を用いて、性・年齢区分・身体活動レベル（カテゴリー）別に、推定エネルギー必要量を求めた。

3-3 乳児

成長期である乳児では、

推定エネルギー必要量 (kcal/日) = エネルギー消費量 (kcal/日) + エネルギー蓄積量 (kcal/日)
である。

エネルギー消費量について、FAO/WHO/UNU は、二重標識水法を用いた先行研究で報告された結果に基づき、性及び年齢（月齢）、体重、身長、エネルギー消費量との関係を検討した結果、母乳栄養児の乳児期のエネルギー消費量は、体重だけを独立変数とする次の回帰式で説明できたと報告している^{77,78)}。

$$\text{エネルギー消費量 (kcal/日)} = 92.8 \times \text{体重 (kg)} - 152.0$$

日本人の乳児について、二重標識水法によってエネルギー消費量を測定した報告は存在しない。そのため、この回帰式に参照体重を代入してエネルギー消費量 (kcal/日) を求めた。

エネルギー蓄積量は、参照体重から1日当たりの体重増加量を計算し、これと組織増加分のエネルギー密度⁷⁹⁾との積とした(表6)。

推定エネルギー必要量は乳児の月齢別(0~5か月、6~8か月、9~11か月)に示した。なお、体重変化が大きい0~5か月において、月齢区分の前半と後半で推定エネルギー必要量に大きな差があることにも留意すべきである。

また、一般的に人工栄養児は、母乳栄養児よりもエネルギー消費量が多い⁷⁶⁾ことにも留意する必要がある。なお、FAO/WHO/UNUは人工栄養児については、下記の回帰式でエネルギー消費量を推定できるとしている^{77,78)}。

$$\text{エネルギー消費量 (kcal/日)} = 82.6 \times \text{体重 (kg)} - 29.0$$

3-4 小児

成長期である小児(1~17歳)では、身体活動に必要なエネルギーに加えて、組織合成に要するエネルギーと組織増加分のエネルギー(エネルギー蓄積量)を余分に摂取する必要がある。そのうち、組織の合成に消費されるエネルギーはエネルギー消費量の総量に含まれるため、付加量(kcal/日)はエネルギー蓄積量(kcal/日)(表6)に等しい。

表6 成長を伴う組織増加分のエネルギー(エネルギー蓄積量)

性別	男性				女性			
	(A) 参照体重 (kg)	(B) 体重 増加量 (kg/年)	組織増加分		(A) 参照体重 (kg)	(B) 体重 増加量 (kg/年)	組織増加分	
			(C) エネルギー 密度 (kcal/g)	(D) エネルギー 蓄積量 (kcal/日)			(C) エネルギー 密度 (kcal/g)	(D) エネルギー 蓄積量 (kcal/日)
0~5 (月)	6.3	9.4	4.4	115	5.9	8.4	5.0	115
6~8 (月)	8.4	4.2	1.5	15	7.8	3.7	1.8	20
9~11 (月)	9.1	2.5	2.7	20	8.4	2.4	2.3	15
1~2 (歳)	11.5	2.1	3.5	20	11.0	2.2	2.4	15
3~5 (歳)	16.5	2.1	1.5	10	16.1	2.2	2.0	10
6~7 (歳)	22.2	2.6	2.1	15	21.9	2.5	2.8	20
8~9 (歳)	28.0	3.4	2.5	25	27.4	3.6	3.2	30
10~11 (歳)	35.6	4.6	3.0	40	36.3	4.5	2.6	30
12~14 (歳)	49.0	4.5	1.5	20	47.5	3.0	3.0	25
15~17 (歳)	59.7	2.0	1.9	10	51.9	0.7	4.7	10

体重増加量(B)は、比例配分的な考え方により、参照体重(A)から以下のようにして計算した。

例: 9~11か月の女児における体重増加量(kg/年)

$$X = [(9\sim 11 \text{ か月} (10.5 \text{ か月時}) \text{ の参照体重}) - (6\sim 8 \text{ か月} (7.5 \text{ か月時}) \text{ の参照体重})] / [0.875 \text{ (歳)} - 0.625 \text{ (歳)}] + [(1\sim 2 \text{ 歳の参照体重}) - (9\sim 11 \text{ か月の参照体重})] / [2 \text{ (歳)} - 0.875 \text{ (歳)}]$$

体重増加量=X/2

$$= [(8.4 - 7.8) / 0.25 + (11.0 - 8.4) / 1.125] / 2$$

$$\approx 2.4$$

組織増加分のエネルギー密度(C)は、アメリカ・カナダの食事摂取基準⁸⁰⁾より計算。

組織増加分のエネルギー蓄積量(D)は、組織増加量(B)と組織増加分のエネルギー密度(C)の積として求めた。

例: 9~11か月の女児における組織増加分のエネルギー(kcal/日)

$$= [(2.4 \text{ (kg/年)} \times 1,000 / 365 \text{ 日})] \times 2.3 \text{ (kcal/g)}$$

$$= 14.8 \approx 15$$

3-5 妊婦

妊婦の推定エネルギー必要量は、

$$\text{推定エネルギー必要量 (kcal/日)} = \text{妊娠前の推定エネルギー必要量 (kcal/日)} \\ + \text{妊婦のエネルギー付加量 (kcal/日)}$$

として求められる。

女性の妊娠（可能）年齢が、推定エネルギー必要量の複数の年齢区分にあることを鑑み、妊婦が妊娠中に適切な栄養状態を維持し正常な分娩をするために、妊娠前と比べて追加的に摂取すべきと考えられるエネルギー量を、妊娠期別に付加量として示す必要がある。

二重標識水法を用いた縦断的研究によると、妊娠中は身体活動レベルが妊娠初期と後期に減少するが、基礎代謝量は逆に、妊娠による体重増加により後期に大きく増加する^{77,81-85}。結果、エネルギー消費量の増加率は妊娠初期、中期、後期とも、妊婦の体重の増加率とほぼ一致しており、全妊娠期において体重当たりのエネルギー消費量は、ほとんど差がない。したがって、妊娠前のエネルギー消費量（推定エネルギー必要量）に対する妊娠による各時期のエネルギー消費量の変化分^{76,78}は、妊婦の最終体重増加量 11 kg⁸⁶に対応するように補正すると、初期：+19 kcal/日、中期：+77 kcal/日、後期：+285 kcal/日と計算される。

また、妊娠期別のたんぱく質及び体脂肪の蓄積量から、最終的な体重増加量が 11 kg に対応するようにたんぱく質及び体脂肪としてのエネルギー蓄積量をそれぞれ推定し、それらの和としてエネルギー蓄積量を求めた。その結果、各妊娠期におけるエネルギー蓄積量は初期：44 kcal/日、中期：167 kcal/日、後期：170 kcal/日となる。

したがって、最終的に各妊娠期におけるエネルギー付加量は、

$$\text{妊婦のエネルギー付加量 (kcal/日)} = \text{妊娠による消費エネルギーの変化量 (kcal/日)} \\ + \text{エネルギー蓄積量 (kcal/日)}$$

として求められ、50 kcal 単位で丸め処理を行うと、初期：50 kcal/日、中期：250 kcal/日、後期：450 kcal/日と計算される。

ところで、体重増加に必要なエネルギー量は理論的には身体活動レベルによって異なる⁸²。しかし、妊娠中の身体活動レベルの増減はそれぞれの研究で必ずしも一致せず⁸¹⁻⁸⁴、身体活動レベル別に付加量の具体的な値を示すことは難しい。

さらに、妊娠中の望ましい体重増加量は妊娠前の体格（BMI）に大きく関連する⁸⁷。日本産科婦人科学会、及び日本産科婦人科医会が作成した「産婦人科診療ガイドライン—産科編 2023」では妊娠前の BMI 別に妊娠中の体重増加指導の目安が設定されている⁸⁸。アメリカ・カナダの食事摂取基準でも妊娠前 BMI 別の体重増加推奨値に応じて付加量を設定している⁸⁹。しかしながら、日本人妊婦において同様の考え方で付加量を設定するにはまだ十分なデータがそろっておらず、今後の課題とすることとした。

3-6 授乳婦

授乳婦の推定エネルギー必要量は

$$\text{推定エネルギー必要量 (kcal/日)} = \text{妊娠前の推定エネルギー必要量 (kcal/日)} \\ + \text{授乳婦のエネルギー付加量 (kcal/日)}$$

として求められる。

出産直後は、妊娠前より体重が大きく、更に母乳の合成のために消費するエネルギーが必要であることから基礎代謝量が増加すると考えられるが、実際には明らかな増加は見られない⁹⁰⁾。一方、二重標識水法を用いて縦断的に検討した4つの研究のうち1つで身体活動によるエネルギーが有意に減少しており^{78,91-93)}、他の3つでは絶対量が約10%減少しているものの有意な差ではなかった。その結果、授乳期のエネルギー消費量は妊娠前と同様であり、エネルギー消費量の変化という点からは授乳婦に特有なエネルギーの付加量を設定する必要はない。一方、エネルギー消費量には、母乳のエネルギー量そのものは含まれないので、授乳婦はその分のエネルギーを摂取する必要がある。

母乳のエネルギー量は、泌乳量を哺乳量(0.78 L/日)^{94,95)}と同じとみなし、また母乳中のエネルギー含有量を663 kcal/L⁹⁶⁾とすると、

$$\text{母乳のエネルギー量 (kcal/日)} = 0.78 \text{ L/日} \times 663 \text{ kcal/L} \doteq 517 \text{ kcal/日}$$

と計算される。

一方、分娩(出産)後における体重の減少(体組織の分解)によりエネルギーが得られる分、必要なエネルギー摂取量が減少する。体重減少分のエネルギーを体重1 kg当たり6,500 kcal、体重減少量を0.8 kg/月^{77,78)}とすると、

$$\text{体重減少分のエネルギー量 (kcal/日)} = 6,500 \text{ kcal/kg 体重} \times 0.8 \text{ kg/月} \div 30 \text{ 日} \doteq 173 \text{ kcal/日}$$

となる。

したがって、正常な妊娠・分娩を経た授乳婦が、授乳期間中に妊娠前と比べて追加的に摂取すべきと考えられるエネルギーを授乳婦のエネルギー付加量とすると、

$$\text{授乳婦のエネルギー付加量 (kcal/日)} = \text{母乳のエネルギー量 (kcal/日)}$$

$$- \text{体重減少分のエネルギー量 (kcal/日)}$$

として求めることができる。その結果、付加量は $517 - 173 = 344$ kcal/日となり、350 kcal/日とした。

4 活用上の注意点

活用に当たって注意すべき点について、推定エネルギー必要量の信頼性、体格の影響、個人間差、疾患を有する者、の4点からまとめた。

4-1 推定エネルギー必要量の信頼性

どの推定方法を用いても真値を正しく推定できるものではない。今回の食事摂取基準が示す推定エネルギー必要量も同じ限界を有している。そこで、成人(18歳又は19歳以上)について、3種類の方法でエネルギー必要量を推定し、比較してみた(図11)。3種類とは、(1)今回の食事摂取基準で用いた推定エネルギー必要量、(2)国立健康・栄養研究所の式⁶⁶⁾に参照身長、参照体重、年齢、性別(カテゴリー)を代入し、身体活動レベル「ふつう」を乗じた値、(3)アメリカ・カナダの食事摂取基準で紹介された推定式³⁾に参照身長、参照体重、年齢を代入した値(身体活動レベルにはアメリカ・カナダの食事摂取基準で紹介された「活動的(ふつう)」を用いた)である。その結果、3者の値には100~200 kcal程度の差が観察された。どれが正しいかと考えるのではなく、推定式には100~200 kcal程度の誤差があり得るものであると理解すべきである。

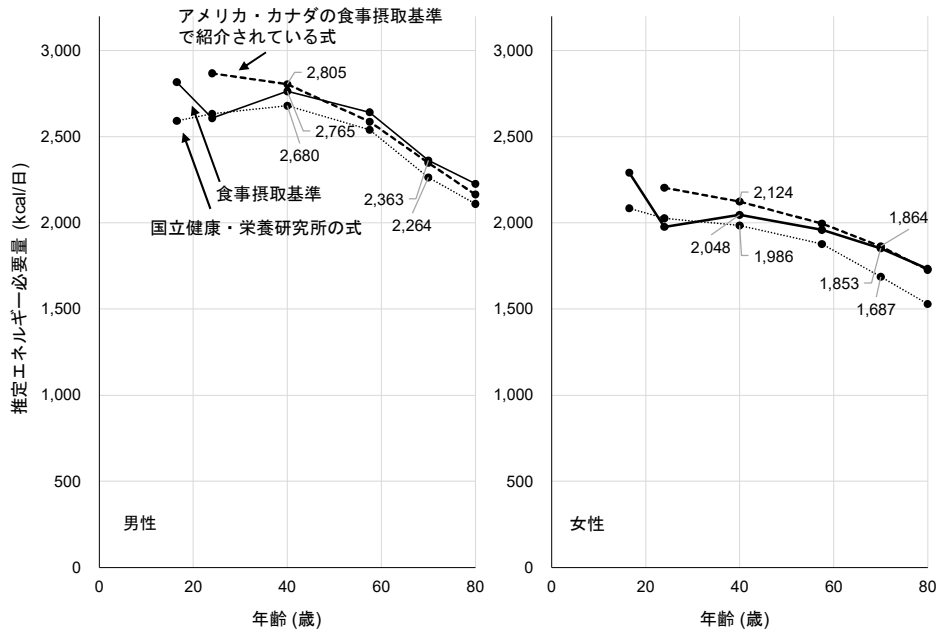


図 11 3 種類の推定エネルギー必要量の比較

成人について、性・年齢区分ごとの参照身長と参照体重、身体活動レベルには「ふつう」（身体活動レベル=1.75）を用いて計算した結果。アメリカ・カナダの食事摂取基準で紹介された推定式³⁾については、身体活動レベルにアメリカ・カナダの食事摂取基準で紹介された「活動的（ふつう：身体活動レベル=1.75）」を用いた。

4-2 体格の影響

今回の食事摂取基準で用いた推定エネルギー必要量は、参照身長と参照体重を仮定したものである。しかし、実務における対象者又は対象集団は必ずしも参照身長と参照体重を有する個人又は集団ではない。

参照身長又は（及び）参照体重でない個人又は集団に対しては、体重 1 kg 当たりの推定エネルギー必要量（参考表 1）に対象者又は対象集団の体重を乗じて推定エネルギー必要量を求めることができる。しかし、同じ体重であっても、体組成が異なると基礎代謝量は（結果としてエネルギー必要量も）ある程度異なると考えられる。この原因の 1 つとして、体脂肪と各臓器や筋肉の基礎代謝量の違いが考えられるが、この影響の詳細はいまだ明らかでない。このことを定性的に理解し、参考表 1 を柔軟に用いる（すなわち絶対視しない）ことが望まれる。

4-3 個人間差

たとえ、性、年齢、身長、体重、身体活動レベルが完全に同じであっても、個人間でエネルギー必要量は必ずしも同じではなく、個人間差が存在する。個人間差の程度を明らかにするのは難しいが、アメリカ・カナダの食事摂取基準が紹介したエネルギー必要量の推定式では、年齢、身長、体重、身体活動レベルが同じであると仮定したときのエネルギー必要量の分布の標準偏差が、成人男性では ± 199 kcal/日、成人女性では ± 164 kcal/日と推定されている³⁾。そこで、エネルギー必要量の分布が正規分布であると仮定してこれを図示すると図 12 のようになる。例えば、成人男性では平均推定エネルギー必要量 ± 199 kcal/日（幅は 398 kcal/日）、女性ではエネルギー必要量 ± 164 kcal/日（幅は 328 kcal/日）の範囲内にいる対象者は対象者全体の 68%（7 割弱）にすぎない。このことは、エネルギー必要量には相当に大きな個人間差が存在し、そのために、推定エネルギー必要量を摂取しても、個人ごとにみれば体重は維持できない（減少する者も増加する者も出現する）ことを示している。

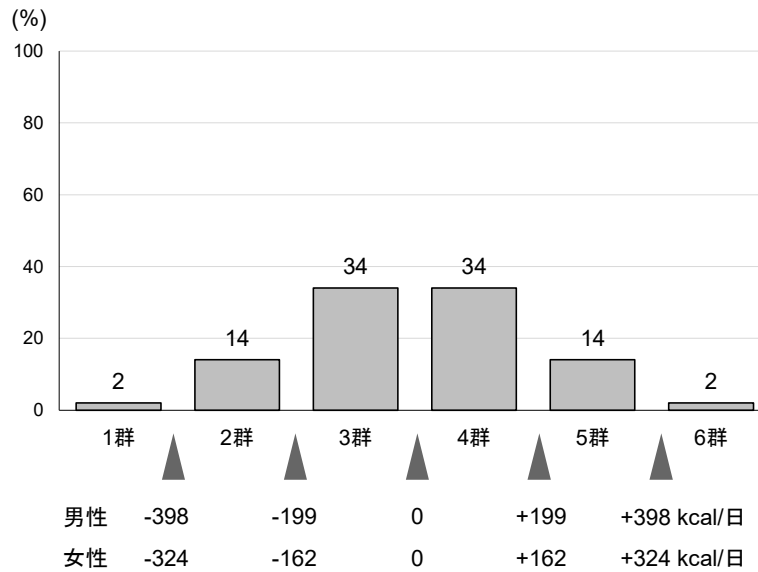


図 12 アメリカ・カナダの食事摂取基準が紹介したエネルギー必要量の推定式³⁾を用いて、年齢、身長、体重、身体活動レベルが同じであると仮定したときに想定される推定エネルギー必要量の分布（平均推定エネルギー必要量からの差として示した）

19歳以上かつBMIが18.5~24.9 kg/m²の場合の試算。

横軸は、平均推定エネルギー必要量からの差（kcal/日）。縦軸は、推定される集団内の対象者の分布（%）。

4-4 疾患を有する者

糖尿病患者の基礎代謝量は、体組成で補正した場合、耐糖能正常者に比べて差がないか5~7%程度高いとする報告が多い（肝臓の糖新生等によるエネルギー消費によると考えられる）⁹⁷⁻¹⁰¹⁾。保健指導レベルの高血糖者で検討した研究は少ないが、横断研究で睡眠時代謝量は「耐糖能正常<耐糖能異常（impaired glucose tolerance : IGT）<糖尿病」の関連があり、同一個人の基礎代謝の継時的変化も「耐糖能正常<IGT（+4%）<糖尿病（+3%）」であった¹⁰¹⁾。これらの差はわずかであるため、保健指導レベルの高血糖の者（空腹時血糖：100~125 mg/dL）では、耐糖能正常者と大きな差はないと考えられる。また、二重標識水法により糖尿病患者のエネルギー消費量を見た研究によれば、糖尿病患者と耐糖能正常者で、身体活動レベル及びエネルギー消費量に有意差を認めていない（図 13）（詳細は参考文献 102 を参照のこと）。

したがって、保健指導レベルの高血糖者のエネルギー必要量は、健康な者とほぼ同じと考えて体重管理に当たってよいものと考えられる。一方、糖尿病を含む種々の疾患を有する者のエネルギー摂取量の設定は、それぞれの診療ガイドラインを参照することを推奨する。

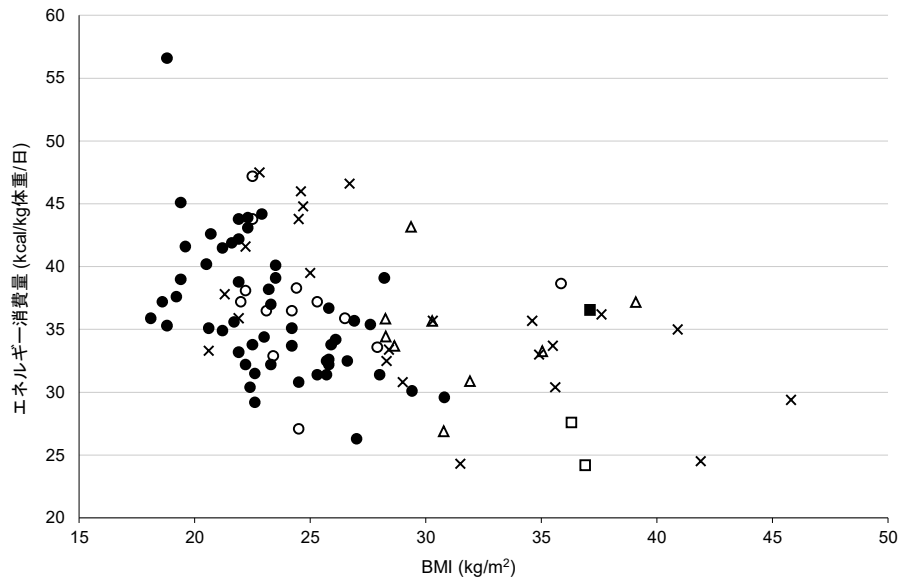


図 13 二重標識水法による糖尿病患者の体重当たりのエネルギー消費量
 ×は海外の研究における個人値、■、□は海外の研究における集団代表値。
 ○、●、△は国内の研究における個人値。

4-5 活用上の注意(まとめ)

このように、個人でも集団でもエネルギー必要量を正しく推定することは難しい。そのため、エネルギーの過不足の判定並びに管理には、推定エネルギー必要量を用いず、体重の変化（一回しか測定できない場合は肥満度などの体格指数）を用いることが望ましい。

推定エネルギー必要量は、主として給食管理において参照すべき値である。この場合でも、給食の目的は推定エネルギー必要量を提供することに終わるものではない。摂取状況と体格の変化を定期的に把握し、適切なエネルギーを摂取できるように努めなければならない。

参考表 1 体重 1 kg 当たりの推定エネルギー必要量 (kcal/kg/日)

性別 身体活動レベル ¹	男性			女性		
	低い	ふつう	高い	低い	ふつう	高い
1~2 (歳)	—	82.4	—	—	80.6	—
3~5 (歳)	—	79.5	—	—	75.7	—
6~7 (歳)	59.8	68.7	77.5	56.6	64.9	73.3
8~9 (歳)	57.1	65.3	73.4	53.6	61.3	68.9
10~11 (歳)	54.2	61.7	69.2	50.5	57.4	64.4
12~14 (歳)	46.5	52.7	58.9	44.4	50.3	56.2
15~17 (歳)	41.9	47.3	52.7	39.2	44.3	49.3
18~29 (歳)	35.6	41.5	47.4	33.2	38.7	44.2
30~49 (歳)	33.8	39.4	45.0	32.9	38.3	43.8
50~64 (歳)	32.7	38.2	43.6	31.1	36.2	41.4
65~74 (歳)	32.4	36.7	41.0	31.1	35.2	39.3
75 以上 (歳) ²	30.1	36.6	—	29	35.2	—

¹ 身体活動レベルは、「低い」、「ふつう」、「高い」の3つのカテゴリーとした。

² 「ふつう」は自立している者、「低い」は自宅にいてほとんど外出しない者に相当する。「低い」は高齢者施設で自立に近い状態で過ごしている者にも適用できる値である。

注: 理論的には、参照体重よりも体重が少ない個人又は集団では推定エネルギー必要量はこれよりも多く、参照体重よりも体重が多い個人又は集団ではこれよりも少ないことに注意すること。

参考表2 推定エネルギー必要量 (kcal/日)

性別	男性			女性				
	身体活動レベル ¹	低い	ふつう	高い	低い	ふつう	高い	
0～5 (月)	—	550	—	—	500	—		
6～8 (月)	—	650	—	—	600	—		
9～11 (月)	—	700	—	—	650	—		
1～2 (歳)	—	950	—	—	900	—		
3～5 (歳)	—	1,300	—	—	1,250	—		
6～7 (歳)	1,350	1,550	1,750	1,250	1,450	1,650		
8～9 (歳)	1,600	1,850	2,100	1,500	1,700	1,900		
10～11 (歳)	1,950	2,250	2,500	1,850	2,100	2,350		
12～14 (歳)	2,300	2,600	2,900	2,150	2,400	2,700		
15～17 (歳)	2,500	2,850	3,150	2,050	2,300	2,550		
18～29 (歳)	2,250	2,600	3,000	1,700	1,950	2,250		
30～49 (歳)	2,350	2,750	3,150	1,750	2,050	2,350		
50～64 (歳)	2,250	2,650	3,000	1,700	1,950	2,250		
65～74 (歳)	2,100	2,350	2,650	1,650	1,850	2,050		
75以上 (歳)	1,850	2,250	—	1,450	1,750	—		
妊婦(付加量) ³	/						初期	+50
中期							+250	
後期							+450	
授乳婦(付加量)							+350	

¹ 身体活動レベルは、「低い」、「ふつう」、「高い」の3つのカテゴリーとした。

² 「ふつう」は自立している者、「低い」は自宅にいてほとんど外出しない者に相当する。「低い」は高齢者施設で自立に近い状態で過ごしている者にも適用できる値である。

³ 妊婦個々の体格や妊娠中の体重増加量及び胎児の発育状況の評価を行うことが必要である。

注1: 活用に当たっては、食事評価、体重及びBMIの把握を行い、エネルギーの過不足は体重の変化又はBMIを用いて評価すること。

注2: 身体活動レベルが「低い」に該当する場合、少ないエネルギー消費量に見合った少ないエネルギー摂取量を維持することになるため、健康の保持・増進の観点からは、身体活動量を増加させる必要がある。

〈概要〉

- ・ エネルギーの摂取量及び消費量のバランス（エネルギー収支バランス）の維持を示す指標として体重の変化及びBMIを用いる。
- ・ BMIについては目標とする範囲を定めた。定めるに当たり、死因を問わない死亡率（総死亡率）の低減に加え、主な生活習慣病の有病率、医療費、高齢者及び労働者の身体機能低下との関連を考慮した。ただし、BMIは健康の保持・増進、生活習慣病の予防の要素の1つとして扱うことに留めるべきである。
- ・ エネルギー必要量は重要な概念である。しかし、無視できない個人間差が存在し、そのため、性・年齢区分・身体活動レベル別に単一の値として示すのは困難である。そこで、エネルギー必要量については、基本的事項、測定方法及び推定方法を記述し、推定エネルギー必要量を参考表として示した。

参考文献

- 1) FAO/WHO Ad Hoc Expert Committee. Energy and Protein Requirements: Report of the FAO/WHO Ad Hoc Expert Committee. World Health Organization Technical Report Series. No. 522, FAO Nutrition Meetings. Report Series. No. 52. World Health Organization, Geneva; 1973.
- 2) 田中茂穂. エネルギー消費量とその測定方法. 静脈経腸栄養. 2009;24(5):1013-1019.
- 3) Brooks GA, Butte NF, Rand WM, et al. Chronicle of the Institute of Medicine physical activity recommendation: how a physical activity recommendation came to be among dietary recommendations. *Am J Clin Nutr.* 2004;79(5):921S-930S.
- 4) Miyake R, Tanaka S, Ohkawara K, et al. Validity of predictive equations for basal metabolic rate in Japanese adults. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo).* 2011;57(3):224-232.
- 5) Kodama S, Horikawa C, Fujihara K, et al. Comparisons of the strength of associations with future type 2 diabetes risk among anthropometric obesity indicators, including waist-to-height ratio: a meta-analysis. *Am J Epidemiol.* 2012;176(11):959-969.
- 6) Savva SC, Lamnisis D, Kafatos AG. Predicting cardiometabolic risk: waist-to-height ratio or BMI. A meta-analysis. *Diabetes Metab Syndr Obes.* 2013;6:403-419.
- 7) Donnelly JE, Blair SN, Jakicic JM, et al. American College of Sports Medicine Position Stand. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(2):459-471.
- 8) Saris WHM, Blair SN, van Baak MA, et al. How much physical activity is enough to prevent unhealthy weight gain? Outcome of the IASO 1st Stock Conference and consensus statement. *Obes Rev.* 2003;4(2):101-114.
- 9) Samitz G, Egger M, Zwahlen M. Domains of physical activity and all-cause mortality: systematic review and dose-response meta-analysis of cohort studies. *Int J Epidemiol.* 2011;40(5):1382-1400.
- 10) Inoue M, Iso H, Yamamoto S, et al. Daily total physical activity level and premature death in men and women: results from a large-scale population-based cohort study in Japan (JPHC study). *Ann Epidemiol.* 2008;18(7):522-530.
- 11) U.S. Department of Agriculture and U.S. Department of Health and Human Services. Dietary Guidelines for Americans, 2020–2025. 9th ed. U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C.; 2020.
- 12) 日本腎臓学会. 慢性腎臓病に対する食事療法基準 2014 年. CKD における適正な体重に関する検討報告. 日本腎臓学会誌. 2014;56(5):586-599.
- 13) Simopoulos AP. Body weight reference standards. In: Simopoulos AP, Van Itallie T, eds. Obesity: New Directions in Assessment and Management. Charles Press Pubs, Philadelphia; 1995.
- 14) Metropolitan Life Insurance Company. Ideal weights for women. *Stat Bull Metrop Insur Co.* 1942;23:6-8.
- 15) Metropolitan Life Insurance Company. Ideal weights for men. *Stat Bull Metrop Insur Co.* 1943;24:6-8.
- 16) Walker WJ. Relationship of adiposity to serum cholesterol and lipoprotein levels and their modification by dietary means. *Ann Intern Med.* 1953;39(4):705-716.
- 17) 松木駿. 肥満の判定基準. 日本医師会雑誌. 1972;68:916-919.
- 18) 塚本宏. 保険医学からみた体格の諸問題. 日本保険医学会誌. 1985;83:36.
- 19) 塚本宏, 田村誠. 死亡率からみた日本人の体格—明治生命・標準体重表. 厚生の指標. 1986;33(2):3-14.

- 20) Matsuzawa Y, Tokunaga K, Kotani K, et al. Simple estimation of ideal body weight from body mass index with the lowest morbidity. *Diabetes Res Clin Pract.* 1990;10(Suppl 1):S159-64.
- 21) Tokunaga K, Matsuzawa Y, Kotani K, et al. Ideal body weight estimated from the body mass index with the lowest morbidity. *Int J Obes.* 1991;15(1):1-5.
- 22) Tsugane S, Sasaki S, Tsubono Y. Under- and overweight impact on mortality among middle-aged Japanese men and women: a 10-y follow-up of JPHC study cohort I. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2002;26(4):529-537.
- 23) Tamakoshi A, Yatsuya H, Lin Y, et al. BMI and all-cause mortality among Japanese older adults: findings from the Japan collaborative cohort study. *Obesity (Silver Spring).* 2010;18(2):362-369.
- 24) Sasazuki S, Inoue M, Tsuji I, et al. Body mass index and mortality from all causes and major causes in Japanese: results of a pooled analysis of 7 large-scale cohort studies. *J Epidemiol.* 2011;21(6):417-430.
- 25) Global BMI Mortality Collaboration, Di Angelantonio E, Bhupathiraju S, et al. Body-mass index and all-cause mortality: individual-participant-data meta-analysis of 239 prospective studies in four continents. *Lancet.* 2016;388(10046):776-786.
- 26) Nakazawa A, Nakamura K, Kitamura K, et al. Association between body mass index and mortality among institutionalized elderly adults in Japan. *Environ Health Prev Med.* 2013;18(6):502-506.
- 27) Boutin E, Natella PA, Schott AM, et al. Interrelations between body mass index, frailty, and clinical adverse events in older community-dwelling women: The EPIDOS cohort study. *Clin Nutr.* 2018;37(5):1638-1644.
- 28) Hamer M, O'Donovan G. Sarcopenic obesity, weight loss, and mortality: the English Longitudinal Study of Ageing. *Am J Clin Nutr.* 2017;106(1):125-129.
- 29) Lee Y, Kim J, Han ES, et al. Frailty and body mass index as predictors of 3-year mortality in older adults living in the community. *Gerontology.* 2014;60(6):475-482.
- 30) Peter RS, Mayer B, Concini H, et al. The effect of age on the shape of the BMI-mortality relation and BMI associated with minimum all-cause mortality in a large Austrian cohort. *Int J Obes (Lond).* 2015;39(3):530-534.
- 31) Hozawa A, Hirata T, Yatsuya H, et al. Association between body mass index and all-cause death in Japanese population: Pooled individual participant data analysis of 13 cohort studies. *J Epidemiol.* 2019;29(12):457-463.
- 32) Aune D, Sen A, Prasad M, et al. BMI and all cause mortality: systematic review and non-linear dose-response meta-analysis of 230 cohort studies with 3.74 million deaths among 30.3 million participants. *BMJ.* 2016;353:i2156.
- 33) Hainer V, Aldhoon-Hainerová I. Obesity paradox does exist. *Diabetes Care.* 2013;36(Suppl 2):S276-81.
- 34) Standl E, Erbach M, Schnell O. Defending the con side: obesity paradox does not exist. *Diabetes Care.* 2013;36(Suppl 2):S282-6.
- 35) Nakamura J, Kamiya H, Haneda M, et al. Causes of death in Japanese patients with diabetes based on the results of a survey of 45,708 cases during 2001-2010: Report of the Committee on Causes of Death in Diabetes Mellitus. *J Diabetes Investig.* 2017;8(3):397-410.
- 36) Zomer E, Gurusamy K, Leach R, et al. Interventions that cause weight loss and the impact on cardiovascular risk factors: a systematic review and meta-analysis. *Obes Rev.* 2016;17(10):1001-1011.
- 37) Semlitsch T, Krenn C, Jeitler K, et al. Long-term effects of weight-reducing diets in people with

hypertension. *Cochrane Database Syst Rev*. 2021;2(2):CD008274.

- 38) 勝川史憲. 介入試験における内臓脂肪減少にともなう代謝指標の改善効果. 肥満研究. 2009;15(2):162-169.
- 39) Muramoto A, Matsushita M, Kato A, et al. Three percent weight reduction is the minimum requirement to improve health hazards in obese and overweight people in Japan. *Obes Res Clin Pract*. 2014;8(5):e466-75.
- 40) Swinburn BA, Sacks G, Lo SK, et al. Estimating the changes in energy flux that characterize the rise in obesity prevalence. *Am J Clin Nutr*. 2009;89(6):1723-1728.
- 41) Polidori D, Sanghvi A, Seeley RJ, et al. How strongly does appetite counter weight loss? Quantification of the feedback control of human energy intake. *Obesity (Silver Spring)*. 2016;24(11):2289-2295.
- 42) Hall KD, Guo J. Obesity energetics: Body weight regulation and the effects of diet composition. *Gastroenterology*. 2017;152(7):1718-1727.e3.
- 43) Miller WC, Koceja DM, Hamilton EJ. A meta-analysis of the past 25 years of weight loss research using diet, exercise or diet plus exercise intervention. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1997;21(10):941-947.
- 44) Ross R, Janssen I. Physical activity, total and regional obesity: dose-response considerations. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;33(6 Suppl):S521-527; discussion S528-529.
- 45) Dietary Guidelines Advisory Committee. Discretionary calories. In: Report of the Dietary Guidelines Advisory Committee on Dietary Guidelines for Americans, 2005. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Beltsville; 2005.
- 46) Nicklas TA, Weaver C, Britten P, et al. The 2005 Dietary Guidelines Advisory Committee: developing a key message. *J Am Diet Assoc*. 2005;105(9):1418-1424.
- 47) 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.
- 48) Takasaki Y, Kaneko S, Anzai S. The effect of aging on stature and body weight for the aged. *J Anthropol Soc Nippon*. 1984;92(2):79-86.
- 49) Schutz Y, Kyle UUG, Pichard C. Fat-free mass index and fat mass index percentiles in Caucasians aged 18-98 y. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2002;26(7):953-960.
- 50) Hull HR, Thornton J, Wang J, et al. Fat-free mass index: changes and race/ethnic differences in adulthood. *Int J Obes (Lond)*. 2011;35(1):121-127.
- 51) 谷本芳美, 渡辺美鈴, 河野令, 他. 日本人筋肉量の加齢による特徴. 日本老年医学会雑誌. 2010;47(1):52-57.
- 52) Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2019;48(1):16-31.
- 53) Ho AYY, Kung AWC. Determinants of peak bone mineral density and bone area in young women. *J Bone Miner Metab*. 2005;23(6):470-475.
- 54) Tatsumi Y, Higashiyama A, Kubota Y, et al. Underweight young women without later weight gain are at high risk for osteopenia after midlife: The KOBE study. *J Epidemiol*. 2016;26(11):572-578.
- 55) Lim J, Park HS. Relationship between underweight, bone mineral density and skeletal muscle index in premenopausal Korean women. *Int J Clin Pract*. 2016;70(6):462-468.
- 56) Srikanthan P, Hevener AL, Karlamangla AS. Sarcopenia exacerbates obesity-associated insulin resistance and dysglycemia: findings from the National Health and Nutrition Examination Survey III. *PLoS*

- One*. 2010;5(5):e10805.
- 57) Baumgartner RN, Wayne SJ, Waters DL, et al. Sarcopenic obesity predicts instrumental activities of daily living disability in the elderly. *Obes Res*. 2004;12(12):1995-2004.
 - 58) Olsen LW, Baker JL, Holst C, et al. Birth cohort effect on the obesity epidemic in Denmark. *Epidemiology*. 2006;17(3):292-295.
 - 59) Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation on Energy and Protein Requirements. Energy and Protein Requirements: World Health Organization Technical Report Series. 724. World Health Organization, Geneva; 1985.
 - 60) Livingstone MBE, Black AE. Markers of the validity of reported energy intake. *J Nutr*. 2003;133(Suppl 3):895S-920S.
 - 61) 勝川史憲, 朝倉敬子, 佐々木敏. エネルギー摂取量の申告誤差に関する系統的レビュー. 厚生労働行政推進調査事業費補助金循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業 日本人の食事摂取基準 (2025 年版) の策定に資する各栄養素の最新知見の評価及び代謝性疾患等の栄養評価に関する研究 (22FA2002) 令和 5 年度総括・分担研究報告書. 2024:47-72.
 - 62) Fukumoto A, Asakura K, Murakami K, et al. Within- and between-individual variation in energy and nutrient intake in Japanese adults: effect of age and sex differences on group size and number of records required for adequate dietary assessment. *J Epidemiol*. 2013;23(3):178-186.
 - 63) 勝川史憲, 朝倉敬子, 佐々木敏. エネルギー消費量に関する系統的レビュー. 厚生労働行政推進調査事業費補助金循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業 日本人の食事摂取基準 (2025 年版) の策定に資する各栄養素の最新知見の評価及び代謝性疾患等の栄養評価に関する研究 (22FA2002) 令和 5 年度総括・分担研究報告書. 2024:73-77.
 - 64) 畑本陽一, 勝川史憲, 朝倉敬子, 他. 日本人成人における総エネルギー消費量に関する系統的レビュー. 厚生労働行政推進調査事業費補助金循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業 日本人の食事摂取基準 (2025 年版) の策定に資する各栄養素の最新知見の評価及び代謝性疾患等の栄養評価に関する研究 (22FA2002) 令和 5 年度総括・分担研究報告書. 2024:37-46.
 - 65) Ravussin E, Bogardus C. Relationship of genetics, age, and physical fitness to daily energy expenditure and fuel utilization. *Am J Clin Nutr*. 1989;49(5 Suppl):968-975.
 - 66) 三宅理江子, 田中茂穂. エネルギーを知る・運動を知る—その関係と仕組みを学ぶ— 4 基礎代謝の推定式について. *臨床栄養*. 2012;121(7):786-790.
 - 67) Kaneko K, Ito C, Koizumi K, et al. Resting energy expenditure (REE) in six- to seventeen-year-old Japanese children and adolescents. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)*. 2013;59(4):299-309.
 - 68) 勝川史憲, 朝倉敬子, 佐々木敏. 日本人における基礎代謝量に関する系統的レビュー. 厚生労働行政推進調査事業費補助金循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業 日本人の食事摂取基準 (2025 年版) の策定に資する各栄養素の最新知見の評価及び代謝性疾患等の栄養評価に関する研究 (22FA2002) 令和 5 年度総括・分担研究報告書. 2024:78-86.
 - 69) Torun B. Energy requirements of children and adolescents. *Public Health Nutr*. 2005;8(7A):968-993.
 - 70) Ishikawa-Takata K, Tabata I, Sasaki S, et al. Physical activity level in healthy free-living Japanese estimated by doubly labelled water method and International Physical Activity Questionnaire. *Eur J Clin Nutr*. 2008;62(7):885-891.
 - 71) Black AE, Coward WA, Cole TJ, et al. Human energy expenditure in affluent societies: an analysis of 574

doubly-labelled water measurements. *Eur J Clin Nutr.* 1996;50(2):72-92.

- 72) Ishikawa-Takata K, Naito Y, Tanaka S, et al. Use of doubly labeled water to validate a physical activity questionnaire developed for the Japanese population. *J Epidemiol.* 2011;21(2):114-121.
- 73) 勝川史憲, 朝倉敬子, 佐々木敏. 高齢者の身体活動レベルに関する系統的レビュー. 厚生労働行政推進調査事業費補助金循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業 日本人の食事摂取基準 (2025年版) の策定に資する各栄養素の最新知見の評価及び代謝性疾患等の栄養評価に関する研究 (22FA2002) 令和5年度総括・分担研究報告書. 2024:87-96.
- 74) Manini TM, Everhart JE, Patel KV, et al. Activity energy expenditure and mobility limitation in older adults: differential associations by sex. *Am J Epidemiol.* 2009;169(12):1507-1516.
- 75) 勝川史憲, 朝倉敬子, 佐々木敏. 小児の身体活動レベルに関する系統的レビュー. 厚生労働行政推進調査事業費補助金循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業 日本人の食事摂取基準 (2025年版) の策定に資する各栄養素の最新知見の評価及び代謝性疾患等の栄養評価に関する研究 (22FA2002) 令和5年度総括・分担研究報告書. 2024:97-115.
- 76) Arvidsson D, Slinde F, Hulthén L. Free-living energy expenditure in children using multi-sensor activity monitors. *Clin Nutr.* 2009;28(3):305-312.
- 77) Food and Agriculture Organization. Human Energy Requirements, Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation: FAO Food and Nutrition Technical Report Series. No. 1. Food and Agriculture Organization, Rome; 2004.
- 78) Butte NF, King JC. Energy requirements during pregnancy and lactation. *Public Health Nutr.* 2005;8(7A):1010-1027.
- 79) Butte NF, Wong WW, Hopkinson JM, et al. Energy requirements derived from total energy expenditure and energy deposition during the first 2 y of life. *Am J Clin Nutr.* 2000;72(6):1558-1569.
- 80) Institute of Medicine. Energy. In: Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (Macronutrients). National Academies Press, Washington, D.C.; 2005:107-264.
- 81) Forsum E, Kabir N, Sadurskis A, et al. Total energy expenditure of healthy Swedish women during pregnancy and lactation. *Am J Clin Nutr.* 1992;56(2):334-342.
- 82) Goldberg GR, Prentice AM, Coward WA, et al. Longitudinal assessment of energy expenditure in pregnancy by the doubly labeled water method. *Am J Clin Nutr.* 1993;57(4):494-505.
- 83) Kopp-Hoolihan LE, van Loan MD, Wong WW, et al. Longitudinal assessment of energy balance in well-nourished, pregnant women. *Am J Clin Nutr.* 1999;69(4):697-704.
- 84) Butte NF, Wong WW, Treuth MS, et al. Energy requirements during pregnancy based on total energy expenditure and energy deposition. *Am J Clin Nutr.* 2004;79(6):1078-1087.
- 85) Most J, Dervis S, Haman F, et al. Energy intake requirements in pregnancy. *Nutrients.* 2019;11(8):1812.
- 86) Takimoto H, Sugiyama T, Fukuoka H, et al. Maternal weight gain ranges for optimal fetal growth in Japanese women. *Int J Gynaecol Obstet.* 2006;92(3):272-278.
- 87) Takeda J, Morisaki N, Itakura A, et al. Investigation of optimal weight gain during pregnancy: A retrospective analysis of the Japanese perinatal registry database. *J Obstet Gynaecol Res.* 2024;50(3):403-423.
- 88) 日本産科婦人科学会／産婦人科医会編. 産婦人科診療ガイドライン産科編 2023. 日本産科婦人科

学会; 2023.

- 89) National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Dietary Reference Intakes for Energy. National Academies Press, Washington, D.C.; 2023.
- 90) Lederman SA, Paxton A, Heymsfield SB, et al. Body fat and water changes during pregnancy in women with different body weight and weight gain. *Obstet Gynecol.* 1997;90(4 Pt 1):483-488.
- 91) Most J, Amant MS, Hsia DS, et al. Evidence-based recommendations for energy intake in pregnant women with obesity. *J Clin Invest.* 2019;129(11):4682-4690.
- 92) Goldberg GR, Prentice AM, Coward WA, et al. Longitudinal assessment of the components of energy balance in well-nourished lactating women. *Am J Clin Nutr.* 1991;54(5):788-798.
- 93) Butte NF, Wong WW, Hopkinson JM. Energy requirements of lactating women derived from doubly labeled water and milk energy output. *J Nutr.* 2001;131(1):53-58.
- 94) 鈴木久美子, 佐々木晶子, 新澤佳代, 他. 離乳前乳児の哺乳量に関する研究. 栄養学雑誌. 2004;62(6):369-372.
- 95) 廣瀬潤子, 遠藤美佳, 柴田克己, 他. 日本人母乳栄養児 (0-5 ヶ月) の哺乳量. 日本母乳哺育学会雑誌. 2008;2(1):23-28.
- 96) Yamawaki N, Yamada M, Kan-no T, et al. Macronutrient, mineral and trace element composition of breast milk from Japanese women. *J Trace Elem Med Biol.* 2005;19(2-3):171-181.
- 97) Chong PK, Jung RT, Rennie MJ, et al. Energy expenditure in lean and obese diabetic patients using the doubly labelled water method. *Diabet Med.* 1993;10(8):729-735.
- 98) Bitz C, Toubro S, Larsen TM, et al. Increased 24-h energy expenditure in type 2 diabetes. *Diabetes Care.* 2004;27(10):2416-2421.
- 99) Bogardus C, Taskinen MR, Zawadzki J, et al. Increased resting metabolic rates in obese subjects with non-insulin-dependent diabetes mellitus and the effect of sulfonylurea therapy. *Diabetes.* 1986;35(1):1-5.
- 100) Nair KS, Webster J, Garrow JS. Effect of impaired glucose tolerance and type II diabetes on resting metabolic rate and thermic response to a glucose meal in obese women. *Metabolism.* 1986;35(7):640-644.
- 101) Weyer C, Bogardus C, Pratley RE. Metabolic factors contributing to increased resting metabolic rate and decreased insulin-induced thermogenesis during the development of type 2 diabetes. *Diabetes.* 1999;48(8):1607-1614.
- 102) 勝川史憲, 朝倉敬子, 佐々木敏. 成人 2 型糖尿病患者のエネルギー消費量に関する系統的レビュー. 厚生労働行政推進調査事業費補助金循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業 日本人の食事摂取基準 (2025 年版) の策定に資する各栄養素の最新知見の評価及び代謝性疾患等の栄養評価に関する研究 (22FA2002) 令和 5 年度総括・分担研究報告書. 2024:123-128.