



ビーガン食は高齢者の筋肉にどう影響するのか？

植物性食品を中心とする食生活への転換が、主に環境問題をめぐる要因によって世界的に進んでおり、EAT-Lancet 委員会及び欧州連合 (EU) もヨーロッパ全体の持続可能な食事ガイドラインを策定するにあたって、こうした動きを容認しています。一方で、高齢者には、加齢に伴う筋肉の減少を防ぐため、良質なたんぱく質を十分摂取するよう勧められています。植物性食品しか摂らないビーガン食が高齢者の筋肉量と筋力にどのような影響を及ぼすかについては、十分に検証されていません。そこで、今回、米国栄養学会の委託を受け、オックスフォード大学出版局が発行した論文「ビーガン食が高齢者の筋肉量と筋力に及ぼす影響に関する見解」¹⁾ を紹介します。ビーガン食が高齢者の筋肉に悪影響を与えるという可能性が払拭されない限り、65 歳以上の高齢者はビーガン食を摂るべきでないと結論しています。

持続可能性の観点で推奨される健康的な食事と「たんぱく質」摂取量不足

地球人口は現在約75億人で、毎年500万人ずつ増えています。2050年までに、私たちの誰もが栄養豊富な食生活を失わないために、十分な食料を生産し続けることが必要です。この課題を解決し、全員が健康的な食事を摂るために EAT-Lancet 委員会 (EAT-Lancet Commission) は「持続可能な食料システムの視点から見た健康的な食事 (Healthy Diets From Sustainable Food Systems)」というタイトルの報告書を発表しました。その影響もあり、世界で持続可能な食料供給を実現するための戦略として、植物性食品の消費を増やし、動物性食品の消費を減らすことを推奨する食事ガイドラインが、いくつかの国で適用されています²⁾。

植物性食品を中心とする食事は、いわゆる「ベジタリアン」といわれています。ベジタリアンは、食事に占める動物性食品と植物性食品の比率によって種類が分かれています。そして、中でもビーガン食は、最も厳格な植物性の食事と考えられており、肉類や魚類のほか、卵や乳製品など、動物由来の食品をすべて排除している食事のことを言います³⁾。

ビーガン食では、野菜と果物を多く摂取するた

め、重要な栄養素や抗酸化物質の摂取量を増やすことができることから、ビーガン食は心血管疾患の改善などの健康推進に関連づけられてきました。

しかし、動物性食品と植物性食品では、消化吸収率やアミノ酸組成が異なるため、植物性食品だけの食事であるとたんぱく質の摂取量が絶対的に不足してしまうことはあまり論じられていません。

加齢にともない筋肉量と筋力は低下する

加齢に伴う筋肉量と筋力の低下は、50 歳くらいから顕著となり、後にサルコペニアに悪化することがあります。サルコペニアは、筋力が低下し、筋肉量や筋肉の質が低下する筋疾患です⁴⁾。世界中で高齢化が進んでいるため、高齢者の筋肉量や筋力の低下は、公衆衛生上の新たな懸念となっています。

サルコペニアが起こると、虚弱、転倒、入院、機能回復の困難、そして、死亡リスクを上げるという負の循環を生み出すため、高齢者にとっては重要な問題です。そのため、このまま人々の食生活が植物性食品中心へと移行することが予想されるなかで、ビーガン食が高齢者の筋肉量と筋力に及ぼす影響を明らかにすることは急務です。この論文では、ビーガン食が 65 歳以上の成人の筋肉量と筋力に与える影響について検討しています。

高齢者に推奨されている食事からのたんぱく質摂取量は少ない？

加齢に伴う筋肉量と筋力の減少を抑えるためには、十分な運動と良質な食事性たんぱく質を摂取することが必要です。たんぱく質を摂取すると血中のアミノ酸濃度が高くなり、筋タンパク質の合成(MPS)を刺激します。そうすることで、それまで行われていた筋肉中のタンパク質の分解を抑制し、筋肉の合成がスタートします。

筋タンパク質の合成と筋タンパク質の分解(すなわち、筋タンパク質のターンオーバー)のバランスが、筋肉の維持、損失、成長を左右しています。筋タンパク質の合成が分解を常に上回ると、新たに合成された筋タンパク質が付加されて最終的に筋肉が増えることとなります⁵⁾。

摂取するたんぱく質に含まれる必須アミノ酸が1つでも欠乏すると、他のすべてのアミノ酸は、筋タンパク質合成に利用されずに酸化してしまいます。これは、たんぱく質の質を表すアミノ酸スコアとしてよく論じられています。

また、必須アミノ酸そのものが栄養シグナルとして機能し、筋タンパク質の合成を直接刺激し、タンパク質の分解を抑制する可能性も報告されています。

現在、食事性たんぱく質の推奨量は、18歳以上の成人で1日あたり0.8g/(kg体重)とされています。これは、主に若年成人における窒素バランスの研究から得られたものであり、高齢者はたんぱく質摂取に対する感受性が低いことが指摘されていることから、1日あたりの食事性たんぱく

質の摂取量では、「65歳以上の人々は筋肉量を維持することができない」と、専門家は指摘しています。さらに、摂取するタイミングとたんぱく質の性質に留意しながら、高齢者のたんぱく質摂取の推奨量は「1.0～1.2g/(kg体重・日)に引き上げるべきだ」という意見もあります。

ビーガン食のたんぱく質は消化性必須アミノ酸スコア(DIAAS)値が低い

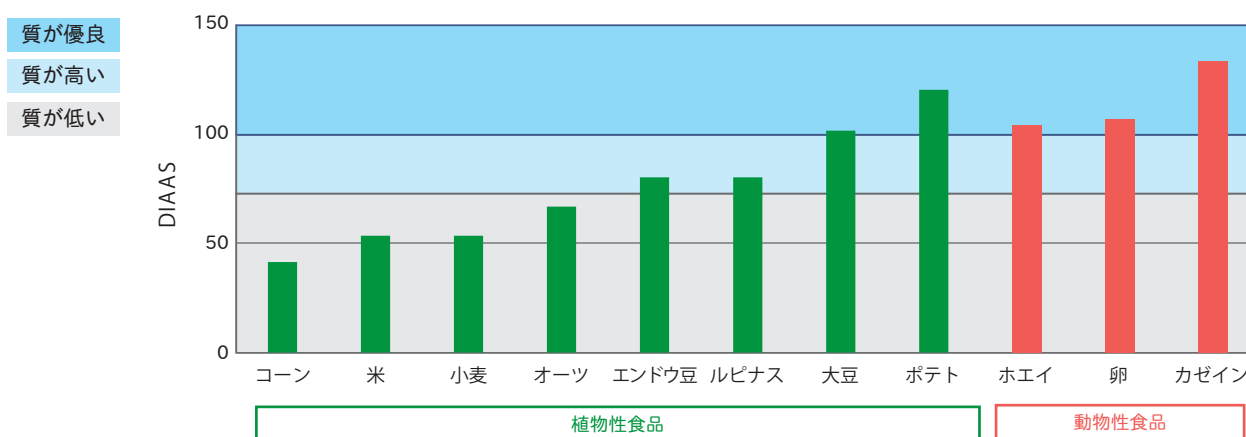
たんぱく質の質を評価する方法として推奨されているのが、アミノ酸スコアです。最近まで、「たんぱく質消化率補正アミノ酸スコア(PDCAAS)」が、たんぱく質の“質”を表す方法として推奨されていました。しかし、最近では新たに「消化性必須アミノ酸スコア(DIAAS)法」が採用されています。消化性必須アミノ酸スコア(DIAAS)は、各必須アミノ酸の真の回腸アミノ酸消化率を用いてたんぱく質の質を評価する方法で、必須アミノ酸の消化・吸収率をより正確に反映する方法です⁶⁾。

しかし、代替肉、ナッツ類、種子など、ビーガン食でよく用いられる食品に関しては、消化性必須アミノ酸スコア(DIAAS)値が確立されていません。こうしたことを考慮していないにもかかわらず、植物性食品を推奨することは問題です。

動物性たんぱく質は質が優れている

たんぱく質の質とアミノ酸の含有量は、動物性食品と植物性食品の間で大きく異なっています。ほとんどの動物性食品由来のたんぱく質は制限アミノ酸がないため、消化性必須アミノ酸スコア

図1 植物性および動物性食品たんぱく質のDIAAS



(DIAAS)も、たんぱく質としての質が優れていることを反映しています。

一方、現在、たんぱく質消化率データが得られている植物性食品のたんぱく質の場合は、1つ以上の必須アミノ酸が欠けていることが多く、その結果、消化性必須アミノ酸スコア(DIAAS)が低く、アミノ酸のバランスは不均一です。アミノ酸スコアが100以上ではなく不完全であると、他の必須アミノ酸の酸化が促進され、その結果、これらの必須アミノ酸は筋タンパク質合成に利用されません。

Herremanらは、17種類の食品と混合食品の消化性必須アミノ酸スコア(DIAAS)を算出しました。評価した動物性食品のうち、1つを除くすべての食品が優れた質のたんぱく質(DIAAS \geq 100)として評価されました。植物性食品については、成人基準値で算出した消化性必須アミノ酸スコア(DIAAS)値は43から125の幅があり、植物性食品のたんぱく質の質は不均一性が高いことが確認されました(図1)。

植物性食品のみを組み合わせた食事はたんぱく質の質を正確に評価できない

植物性食品のアミノ酸は食品によってばらつきがあるため、一つの食品だけではなく2つ以上の食品を組み合わせることで制限アミノ酸を補い合う方法で、より高い消化性必須アミノ酸スコア(DIAAS)値を達成することができると考えられています(図2)。

しかし、残念ながら、この方法では、食事の実際の消化性必須アミノ酸スコア(DIAAS)を、大まか

に見積もるだけで正確な評価はできません。なぜならば、大豆やその他の穀物・豆類に含まれるトリプシンインヒビターは、たんぱく質の消化率を最大50%まで低下させることが動物実験で示されています。さらに、たんぱく質の消化率は、穀物や豆類などに含まれるタンニンで23%、フィチン酸で10%と、それぞれ低下させることも分かっているからです。

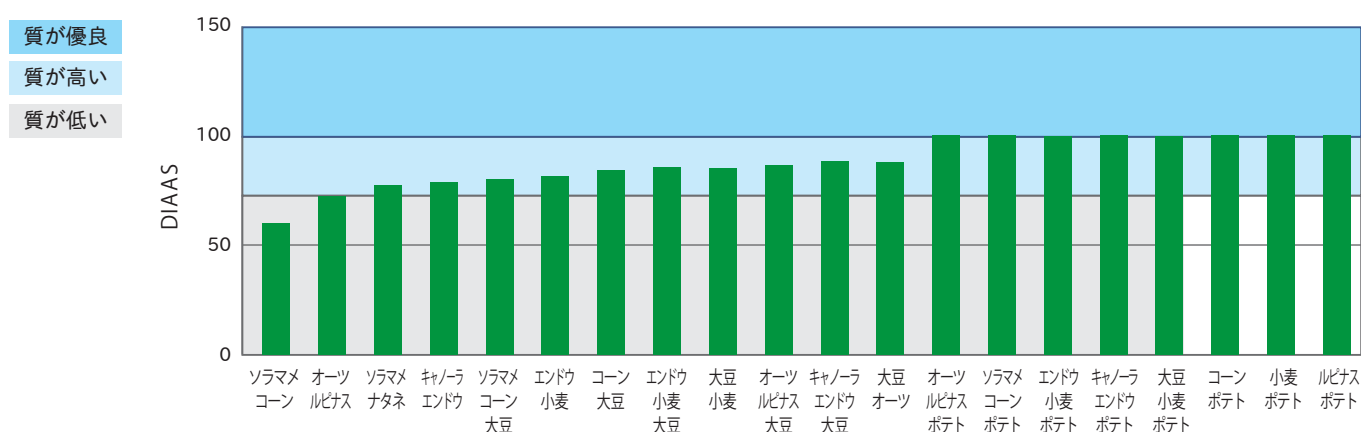
また、国際連合食糧農業機関(FAO)が提唱する混合食の消化性必須アミノ酸スコア(DIAAS)の算出方法は、異なる食物間で発生する相互作用を考慮しておらず、分離した食品の消化性必須アミノ酸スコア(DIAAS)値を合計するもので、混合食の正確な回腸消化率を反映できていません。確かに、無数の食品の組み合わせすべてについて回腸消化率を調べることは不可能です(図2)。

植物性食品の摂取量を増やしてたんぱく質を補うことは高齢者には向いていない

植物性食品からたんぱく質の吸収量を高めるために、たんぱく質の推奨量より予め多めにたんぱく質をとれば、結果として適量のたんぱく質が摂取できるかもしれません。しかし、オランダ保健省は、植物性食品から摂取するたんぱく質の消化率が低いことから、18歳以上のビーガン主義者に1.3倍のたんぱく質を摂るよう勧めています。

このようにビーガン食から摂取するたんぱく質推奨量が増えていることを考慮した場合、ビーガン主義者の高齢者には、たんぱく質を1.3-1.5g/(kg体重・日)摂取することが推奨されます。

図2 混合した植物性食品たんぱく質のDIAAS



しかし、これらは持続可能性の視点で考えた場合に、ビーガン主義者は植物性食品摂取量を増やすことが必要であることから、一概にビーガン食が「地球環境にとって良い」という評価にはならないかもしれません。また、高齢になると食が細くなる傾向があるため、そもそもこの方法は推奨されません。

ビーガン食は高齢者のたんぱく質摂取不足のリスクを高める

動物性食品は、現在、欧米社会で暮らす高齢者(70-75歳)にとって、食事から摂取するたんぱく質の主要な供給源となっており⁷⁾、高齢者のたんぱく質摂取量において、動物性食品の相対的寄与率が高い(60%以上)ことが多くの研究で報告されています。高齢者における食事性たんぱく質の主な供給源は、肉類、乳製品、穀物製品です。現在の高齢者の食事では、動物性食品はたんぱく質の摂取量の中で高い比率を占めているため、通常食べている食品をビーガンの食品に置き換えると、食事量やたんぱく質源に大きな影響を与える可能性があります。

ビーガン食では、動物性食品の代替食品を慎重に検討しなければ、1日のたんぱく質摂取量がさらに減少するリスクがあるでしょう。植物性食品の多くは、たんぱく質の質が低いことも併せて考慮すると、かなりの割合で高齢者がたんぱく質の推奨摂取量を充足されていないということになります。

また、高齢者がビーガン食へ切り替えると、特に食欲が落ちている場合では、推奨されるたんぱく質の摂取量が充足されないリスクを、さらに高めることも示しています。

ビーガン食が高齢者の筋肉量と筋力に及ぼす影響

植物性食品の食事が、高齢者の筋肉量と筋力にどのような影響を与えるのかについて、介入研究や観察研究が報告されています。

ビーガン食を用いた介入研究は、今までのところ2件しかなく、1件は、ビーガン食群、通常食群ともたんぱく質摂取量が1.8g/(kg体重・日)と高かったため、筋タンパク質合成比率に有意な差が認められませんでした⁸⁾。これは、高たんぱく質摂取によって、感受性の差が解消されたためと考

えられます。もう一つの介入研究は、穀類主体の朝食と卵主体の朝食を摂取した直後の筋タンパク質の合成を見していますが、筋肉や筋肉量に影響は見られなかったとしています⁹⁾。したがって、介入研究については、信頼できるエビデンスを得るために、研究デザインを検証し、適切なデザインでさらなる研究を行う必要があります。

植物性食品の摂取が筋肉にもたらす影響を調べた観察研究もいくつか行われていますが、結果は一致していません。動物性たんぱく質の摂取が多いとフレイルのリスクが低下するという報告もありますが¹⁰⁾、植物性たんぱく質の割合が高くても摂取量が多いとフレイルのリスクは高くないなど、必ずしも植物性食品の摂取が筋肉に対して悪影響を及ぼすという結果は得られていません。

このようにビーガン食が筋肉量と筋力を適切に増強できるのかについては、優れた研究デザインの介入研究を行って検証していくしかありません。一方で、ビーガンの高齢者のたんぱく質摂取量についてもエビデンスが不足しているため、ビーガンの高齢者の食事パターンを研究する必要があります。

現在、動物由来の食料生産が環境に及ぼす影響が大きいと、植物由来の食生活に移行しつつあり、持続可能な食生活ガイドラインを求める声が高まっています。果物や野菜をより多く摂取することによって、ビーガン食が健康面に恩恵をもたらす成人集団はいるものの、たんぱく質の密度が低く、必須アミノ酸含有量も最適とは言えないため、ビーガン食はたんぱく質摂取不足のリスクを高めます。そのため、高齢者の筋肉量と筋力を低下させる可能性があり、高齢者がビーガン食を摂るのは好ましくないと考えられます。

この論文では、ビーガン食により高齢期の筋肉へ「悪影響を与えるかもしれない」という疑いがなくなるまで、「65歳以上の成人がビーガン食を摂るのは望ましくない」という結論に至りました。どうしてもビーガン食を摂らざるを得ない場合は、サプリメントとして植物性たんぱく質や必須アミノ酸を十分に補って、たんぱく質の摂取不足を低減する戦略も必要になると考えられます。

(十文字学園女子大学アジアの栄養・食文化研究所 研究員 平川あずさ)

参考文献)

- 1) Jacintha Domić, Pol Grootswagers, Luc J C van Loon, et al. Perspective: Vegan Diets for Older Adults? A Perspective On the Potential Impact On Muscle Mass and Strength. *Adv Nutr.* 2022 Jun 1;13(3):712-725.
- 2) Brink E, van Rossum C, Postma-Smeets A, Stafleu A, et al. Development of healthy and sustainable food-based dietary guidelines for the Netherlands. *Public Health Nutr* 2019;22(13):2419-35.
- 3) Phillips F. Vegetarian nutrition. *Nutr Bull* 2005;30(2):132-67
- 4) Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyere O, Cederholm T, Cooper C, Landi F, Rolland Y, Sayer AA, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing* 2019;48(1):16-31.
- 5) Koopman R, van Loon LJ. Aging, exercise, and muscle protein metabolism. *J Appl Physiol.* 2009;106(6):2040-8.
- 6) Dietary protein quality evaluation in human nutrition: report of the FAO expert consultation. *FAO Food Nutr Pap* 2013;92:1-66.
- 7) Mendonca N, Hill TR, Granic A, Davies K, Collerton J, Mathers JC, Siervo M, Wrieden WL, Seal CJ, Kirkwood TB, et al. Macronutrient intake and food sources in the very old: analysis of the Newcastle 85+Study. *Br J Nutr.* 2016;115(12):2170-80.
- 8) Monteyne AJ, Dunlop MV, Machin DJ, Coelho MOC, Pavis GF, Porter C, Murton AJ, Abdelrahman DR, Dirks ML, Stephens FB, et al. A mycoprotein-based high-protein vegan diet supports equivalent daily myofibrillar protein synthesis rates compared with an isonitrogenous omnivorous diet in older adults: a randomised controlled trial. *Br J Nutr* 2020;126(5):674-84.
- 9) Kim IY, Shin YA, Schutzler SE, Azhar G, Wolfe RR, Ferrando AA. Quality of meal protein determines anabolic response in older adults. *Clin Nutr* 2018;37(6):2076-83.
- 10) Sandoval-Insausti H, Pérez-Tasigchana RF, López-García E, García-Esquinas E, Rodríguez-Artalejo F, Guallar-Castillón P. Macronutrients intake and incident frailty in older adults: a prospective cohort study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2016;71(10):1329-34.

ACADEMIC RESEARCH Update とは

牛乳・乳製品摂取が私たちの健康に及ぼす影響は、古くから膨大な数の研究が国内外で行われてきました。これらの研究から、社会的にも信頼度の高い学術誌に掲載された最新論文について、何が新しく、どのような乳の価値向上に貢献する研究なのかをわかりやすく解説します。なお、本誌内容は Web サイトや発行物、各種媒体物等での転載を禁止いたします。