

健康な成長の観点から見た成長曲線の使い方あるいは BMI (Body Mass Index) の変化に関する観察研究のレビュー — 小児の体格指標の使用に関する国際的現状の概要 —

研究協力者 井ノ口美香子¹ (日本小児内分泌学会 栄養委員会)

研究分担者 朝倉敬子²

研究代表者 佐々木敏³

¹慶應義塾大学保健管理センター

²東邦大学医学部社会医学講座衛生学分野

³東京大学大学院医学系研究科社会予防疫学分野

【研究要旨】

日本人の食事摂取基準(2020年版)では、成人のエネルギー指標としてのみ Body Mass Index (BMI) を用いている。一般的に BMI は国際的には小児においても成人と同様、標準的な体格指標とされるが、わが国ではほとんど用いられていない。そこで BMI を中心に身長・体重・肥満度などを含む小児の体格指標の使用に関する国際的現状の概要をつかむことを目的とし、これまで報告された関連論文のうちレビューに限って検討を行った。検索された 291 論文のうち、タイトル、要旨のスクリーニングにより 5 論文を抽出し、その内容を検討した。その結果、小児の体格指標としての BMI は国際的に認められていることが確認できた。また小児 BMI 基準値には、国際的な BMI 基準値およびカットオフ値が複数存在するが、小児の BMI の「臨床的使用」においては、各国別の基準値の使用が望ましく、実際の過体重・肥満のカットオフ値の設定についての現時点での推奨される決まった方策はないことが示された。一方、身長による成長評価、および体重に基づく指標(身長別体重など)による体格評価に関する情報は BMI と比較するとかなり少なく、特に縦断的データを用いた成長曲線による評価(モニタリング)については、臨床的に感じる有用性に比して学問的裏付けが乏しい可能性が示唆された。

A. 背景と目的

日本人の食事摂取基準 2015 年版¹⁾において、成人のエネルギーの指標として Body Mass Index (BMI) を採用、「目標とする BMI の範囲」も設定され、同 2020 年版²⁾においても継承されている。また、成人におけるエネルギー摂取量の過不足の評価には BMI または体重の変化量を用いるとされ、たとえ

「目標とする BMI の範囲」にあっても体重が増加または減少傾向の場合には、エネルギー出納バランスが正または負になっていることを示すため適切に対応することが必要と述べられている。一方、小児のエネルギーの評価には「エネルギー必要量」を参照するとし、エネルギー摂取量の過不足には、体重や身長を計測し成長曲線(身体発育曲線)

のカーブに沿っているか、成長曲線から大きく外れるような成長の停滞や体重増加がないかなどを検討する、とされている。わが国の小児の体格評価には肥満度を用いることが多く歴史的に肥満度 20% 以上が肥満とされること、小児 BMI は成人と異なり目標となり得る BMI 値が短期間に大きく変化することなどが、その理由とされている。こうした成人と小児における体格指標の乖離はいくつかの不便さを生じる。adiposity rebound (BMI が生後 1 年間増加した後に減少、6 歳頃(3-8 歳)から再上昇する現象)の時期と成人期の体格との関連における対応や、若年女性のやせ問題への対応(小児から思春期の BMI の増加不良への対応)などがその一例といえる。

そこで、小児の体格指標の使用に関する国際的現状の概要をつかむことを目的として、身長・体重と、それらに基づく体格指標 (BMI など)、およびそれぞれの基準値(成長曲線)に関するシステマティックレビューを行った。なお、今回は概要をつかむことが目的であるため、こうした小児の体格指標(基準値やカットオフ値値を含む)に関して報告されたレビューに限って検討することとした。また、身長・体重以外の身体計測値(腹囲など)、および体組成に関わる計測値(体脂肪率など)については、今回、議論しないものとした。

B. 方法

データベースには PubMed および Cochrane Library を使用し、2023 年 2 月 7 日に文献検索を行った。今回の検索語として選択したのは、以下の 4 カテゴリーである。①child, adolescent、②anthropometry、

growth charts, growth curve, body mass index (BMI)、③reference values, cut-off, normal、④systematic, Meta-Analysis。なお、anthropometry (人体計測法)は検索上のシソーラスのツリー構造上、身長・体重・肥満指数(BMI, 体脂肪率)などの上位にある検索語であり、これらの語を含むことができる。また、言語を英語(English)に限ることとした。実際に、文献検索に用いた式は以下の通りである。

```
(((((“Child”[MH] OR “Adolescent”[MH] OR child*[TIAB] OR adolescen*[TIAB])) AND (“Anthropometry”[MH] OR “Growth Charts”[MH] OR anthropometry[TIAB] OR “body mass index”[TIAB] OR BMI[TIAB] OR “growth curve”[TIAB] OR “growth chart”[TIAB])) AND (“Reference Values”[MH] OR “Reference Values”[TIAB] OR cut-off[TIAB] OR normal*[TIAB])) AND (“systematic”[SB] OR “Meta-Analysis”[PT])) AND (English[LA]))
```

C. 結果ならびに考察

1. 論文の抽出および抽出論文の概要

論文の抽出フローチャートを図に示す。PubMed および Cochrane Library で検索された 291 論文(重複除外)のうち、タイトル、要旨のスクリーニングにより 5 論文(A~E)³⁾⁻⁷⁾を抽出した。以下に 5 論文の概要を示す。

1) 論文 A : Fayer D, et al.: Health Technol Assess 2007³⁾

小児(4-11 歳)の定期的な成長モニタリング(肥満を含む)の有効性と費用対効果を判断することを目的に行われたシステマティ

クレビューである。目的に対応する決定的な所見は得られず、さらなる研究の必要性が示されたに留まった。しかし、2007年当時における成長基準値(成長曲線)の使い方に関する考え方、および身体計測値に基づく体格指標(身長、体重、BMI)についての知見が多く記載されている。

2)論文 B: Reilly JJ: J Hum Nutr Diet 2010⁴⁾

小児期・思春期の肥満を診断・定義する方法について、2010年当時における近年のシステマティックレビューとエビデンスに基づくガイドラインをまとめた一般的なレビューである。年齢別性別 BMI は中等度の感度、高い特異度で肥満小児を適切に識別する、また、各国別の年齢別性別 BMI 基準値とカットオフ値値(肥満を定義するための95パーセンタイル値など)による評価が、International Obesity Task Force(IOTF)基準値⁸⁾(後述)を用いた評価よりも優れていると述べている。

3)論文 C: Mwangome MK, et al.: Matern Child Nutr 2014⁵⁾

World Health Organization(WHO)が0-5歳の小児の急性の低栄養を診断するために推奨する Weight for Length/Height(WFL/H)、すなわち身長別体重のZスコア(WFL/Hz)の信頼性を検証するために行われたシステマティックレビュー・メタアナリシスである。WFL/Hzの信頼性に関する報告は3件のみ(すべてコミュニティベースの研究)と少なく、かつWFL/Hzについて、体重および身長(体長)の絶対値に比して高い信頼性を得られなかつ

たと述べている。

4)論文 D: Javed A, et al: Pediatr Obes 2015⁶⁾

小児におけるBMIの診断性能を、過剰な体脂肪を特定する際の標準技術と比較して評価した初めてのシステマティックレビュー・メタアナリシスである。BMIは小児の肥満を特定する際の特異性は高いが感度は中程度であることを示し、その感度の問題により体脂肪が過剰な小児の4分の1以上を特定できないと述べている。また国際的に用いられる小児BMI基準値について、IOTF基準⁸⁾(後述)の方が米国Centers for Disease Control and Prevention(CDC)基準値⁹⁾(後述)よりもわずかな利点があると述べている。

5)論文 E: Sampaio ADS, et al.: Cien Saude Colet 2018⁷⁾

小児期・思春期の栄養状態の評価指標に関するエビデンスを系統的にレビューすることを目的としたシステマティックレビューである。成長基準値(成長曲線)は小児の健康状態を評価するために不可欠だが、介入決定においては使用する成長基準値に大きく依存してしまうこと、またBMIは体脂肪を予測するのに実用的だが、体脂肪と除脂肪体重を区別するものではないことから、様々な国の小児期・思春期を対象とする基準値の検証・作成には、さらなる研究が必要であると述べている。また国際的に用いられる小児BMI基準値については、CDC基準値⁹⁾(後述)およびWHO基準値(後述)¹⁰⁾を取り上げて論じている。

2. 小児の体格指標の使用に関する国際的現状の概要：抽出論文（5論文）の詳細

2-1. 身長による体格評価

1) 身長計測値による成長評価³⁾

身長計測値に関する成長障害のスクリーニング検査としての精度は研究で検証されていない。技術、器具の設置・調整などによる計測エラーの問題だけでなく、身長計測の回数についても議論がある。例えば入学時に一度だけ行う単一の身長計測値は、同じ年齢性別の他の人と比較して成長が“持続的に十分に遅い”小児を識別するためにのみ使用できる。一方、繰り返して行われる身長計測値は、成長速度(成長率)の計算を可能にし、また身長のパーセンタイル基準曲線に沿わないことによって成長の異常を検出する、すなわち、個人の成長パターンを通じて異常を識別することも可能にする。しかし短期間の計測、あるいは限られた数の計測による成長速度の評価では、成長の異常を特定するのに十分ではない可能性がある。一方で、子どもの身長を親の身長により補正することにより、身長評価のパフォーマンスが向上する場合があることも知られている。

2) 身長の基準値とカットオフ値³⁾

低身長あるいは高身長を定義するために使用される標準的なカットオフ値はない。一般的な成長異常の診断は、身長計測値が基準値における”推奨されるパーセンタイル値(あるいはSD値)”を超えていることに基づく。近年の多くの基準値は、健常小児の大規模な集団サンプルで収集されたデータを使用して作成されており、多くの国

で各国固有の基準値を発表している。例えば、英国の「UK 1990 Charts」として広く知られる成長基準値は、英国の7つの異なる全国的な代表的なデータセットからの25000人を超える小児データに基づき、一般的に低身長：身長<0.4あるいは2パーセンタイル、高身長：身長>99.6あるいは98パーセンタイルと定義して使用されている¹¹⁾。しかし一方で、こうした身長計測値の絶対値に基づくカットオフ値による評価は、親の身長や身長速度の使用で調整した基準と比較してうまく機能しないことも指摘されている¹²⁾。

一般的に、身長計測値のモニタリングで使用するカットオフ値は、成長障害のある小児を検出するために十分に高い感度を備える必要がある。一方、特異度は成長障害がないにもかかわらず精査のために紹介される小児の数を決定するものであり、スクリーニング基準としては十分考慮されなければならないものである。しかし、これは身長計測値に限ったことではなく、BMIによる肥満のスクリーニングなどの場合でも同様だが⁶⁾、これら感度、特異度の間には明確なトレードオフがあることが知られている。すなわち、感度が高いと特異度が低くなり(紹介数が多くなる)、特異度が高いと感度が低くなる(見逃し数が多くなる)。身長計測値による成長モニタリングにおけるカットオフ値の策定の難しさについて、van Buuren Sら¹³⁾は、オランダ人小児(男児10歳未満、女児9歳未満)の縦断的なデータを用いた研究を報告した。「Dutch Institute for Health Care Improvement」のガイドライン案の身長スクリーニング基準6つの内4つで抽出され

る小児は、①身長 SDS < -2.5 : 6.2%、②身長 SDS < -1.3 かつ(親の身長による)目標身長 SD より 1.3 以上低い : 5.9%、③身長 SDS が 0.25 SD/年以上の低下 : 31.5%、④身長 SDS が 1 SD/数年以上の低下 : 5.5%)であり、①~④の組み合わせで抽出される小児は対象小児の 38.2%で当初の予想の 30 倍に相当したと報告した。

2-2. BMI による体格評価

1) BMI による過体重・肥満の評価³⁾⁴⁾⁶⁾⁷⁾

BMI は、小児期および思春期から青年期までよくトラッキングするとされており、小児においても過体重・肥満の評価指標として最も広く使用、推奨されている。しかし、体組成に関わる計測値(体脂肪率など)と比較すると、しばしば肥満の予測因子としては不十分であることも同時に示唆されている。BMI は総体脂肪の間接的な推定値しか提供できないことを示唆し、また身長と体重の比率であるため、特に年齢に比して低身長あるいは高身長、あるいは低身長、筋肉質な小児の評価には適さない場合がある。

2) BMI の基準値とカットオフ値³⁾⁴⁾⁶⁾⁷⁾

BMI の基準値は小児期から成人期にかけて変化し男女でも異なる。多くは各国別の基準値を作成し、それに基づき過体重・肥満を定義するためのカットオフ値も任意に定義している。例えば、英国では「UK 1990 Charts」(前述)に基づき、それぞれの BMI カットオフ値を、過体重 : 91 パーセンタイル値、肥満 : 98 パーセンタイル値と定義している³⁾。一方、2004 年、小児肥満のコンセンサス声明¹⁴⁾として、可能な限りすべての小児を BMI でスクリーニングし、過体重の

小児(BMI >85 パーセンタイル値)に体重管理を指示し、肥満の小児(BMI > 95 パーセンタイル値)には必要に応じて専門家による治療を受けさせることを勧めることが発表されている。

各国別の基準値の他の一例として、2000 年、米国 CDC⁹⁾は、1977 年に作成された National Center for Health Statistics (NCHS) /CDC による成長基準値(成長曲線)の元となる小児データサンプルにいくつかの変更を加えて改善する形で、新しい成長基準値(BMI 基準値を含む)を作成し、過体重(原文では「過体重のリスク(risk for overweight)」)・肥満(原文では「過体重(overweight)」)のカットオフ値をそれぞれ BMI 85・95 パーセンタイル値で定義している¹⁵⁾。なお、CDC 基準値は一部、国際的な BMI 基準値・カットオフ値としても用いられる⁷⁾。

同じ 2000 年、IOTF⁸⁾は、小児・思春期の肥満の定義を作成して、肥満の有病率を国際比較することを目的として、国際的な BMI 基準値・カットオフ値を、6 か国(ブラジル、香港、オランダ、シンガポール、英国、米国)のデータに基づいて作成した。過体重・肥満のカットオフ値については、国際的な成人の過体重(原文では「前肥満(preobese)」)・肥満の BMI カットオフ値である 25・30kg/m²と概念的に同等になるように設定されている⁴⁾。すなわち 18 歳時の BMI 25 および 30kg/m²に相当するパーセンタイル値をもとに、小児における過体重(18 歳時の BMI 25-30kg/m²に相当)、および肥満(18 歳時の BMI 30kg/m²以上に相当)を定義した。

さらに WHO¹⁰⁾は、2006 年、5 歳までの小児

の成長と栄養状態を国際的に評価することを目的に、成長を制限しない環境で育った母乳栄養の健康な乳幼児の国際的な複数のデータに基づいた新しい基準値を作成した¹⁶⁾。さらに2007年、5-19歳を対象とする基準値を、以前WHOにより推奨された資料(the National Center for Health Statistics (NCHS)/WHO international growth reference¹⁷⁾)を改善する形で作成し、0-5歳の基準値と統合させた¹⁸⁾(WHOのBMI基準値におけるカットオフ値については、総括および追記の項目で述べる)。

2-3. 小児の体格指標(BMI など)の過体重・肥満のカットオフ値に関する検証

1) BMI

BMIによる過体重・肥満のカットオフ値に関する検証は、体脂肪率などを参照基準として行われている。論文A³⁾にまとめられた11論文については、対象国、サンプル数、男女比、年齢層、参照基準としての体脂肪の測定法は多様であり、さらに用いるBMI基準値も自国の集団を基に作成された基準値と、それ以外の基準値の場合がありまた検証するカットオフ値は主に85、90、95、97パーセンタイル値、あるいは2.00SDであった。したがって、各論文で示される各BMIカットオフ値の感度、特異度は非常に多様であった。そのうち、Reillyら¹⁹⁾は、「UK1990 Charts」のBMI基準値について7歳、3948人を対象に74-98パーセンタイル値のうちで最適なカットオフ値を検証し、92パーセンタイル(感度:0.92、特異度:0.92)であり、男女間で有意差なしと結論づけた(95パーセンタイルの場合、感度0.88、特異度0.94)。IOTF基準値の検証では、過体重のカ

ットオフ値は、上記の95パーセンタイルカットオフ値に匹敵する感度と特異度を示したが、肥満のカットオフ値では、感度が女児0.72、男児0.46とかなり低く有意差ありとしている。すなわち、英国人小児にIOTF基準値のカットオフ値を適用すると、肥満を過小診断し、過小診断の問題は女児よりも男児の方が大きいことを示している⁴⁾。

その後の2010年のシステマティックレビュー²⁰⁾によれば、各国別基準値とカットオフ値(肥満を定義するための95パーセンタイル値など)による年齢別BMIによる評価は、IOTF基準値を用いた評価よりも優れている、すなわち、IOTF基準値およびカットオフ値を臨床的に使用されるべきとのエビデンスはなく、各国の参照データとパーセンタイルを使用したBMIを使用して肥満を定義することが推奨された⁴⁾。

論文D⁶⁾は、小児におけるBMIの診断性能をdual energy X-ray absorptiometry(DXA)などの体脂肪を特定する標準技術と比較して評価した初めてのシステマティックレビュー/メタアナリシスである。最終的に37件の研究から、平均年齢4-18歳、53521人を評価した。論文Dにまとめられた37論文については、論文Aと同様に、対象国、サンプル数、男女比、年齢層、参照基準としての体脂肪の測定法用いるBMI基準値、検証するカットオフ値(85、95パーセンタイル値が比較的多い)も多様であった。メタアナリシスでは、BMIの小児の肥満を検出するためのプールされた感度0.73(95%信頼区間[CI]0.67-0.79、男児0.67(CI0.56-0.76)女児0.71(CI0.62-0.79)、プールされた特異度0.93(CI0.88-0.96、男児0.94(CI0.84-

0.98)、女児 0.95 (CI 0.88-0.98)) が示され、その感度の問題から、体脂肪率 (BF%) が過剰な小児の 4 分の 1 以上を特定できないと結論づけた。なお、小児の国際的に用いられる BMI 基準値の使用については、IOTF 基準値の方が CDC 基準値よりもわずかな利点があることも示している。

論文 D⁶⁾では、この BMI の診断性能において、特異度は高いが感度が低いという結果の実際的な意味は、肥満を示す BMI の小児はほぼ間違いなく肥満であるとも述べている。同様の主張は論文 B⁴⁾でもされている。年齢に対する BMI は、BMI が「正常」に低い場合、体脂肪量をうまく予測できないが、年齢別 BMI が非常に高い場合、ほとんどの小児は過度の肥満である。年齢に対する BMI の特異性は、過度の肥満では非常に高く、そのような誤分類のリスクは低い⁴⁾。近年は BMI の増加には体脂肪率の大幅な増加とそれに伴う除脂肪量の減少が伴うことが指摘され、脂肪の増加は BMI で示されるよりも高い可能性があるともされている⁶⁾。

年齢別 BMI のカットオフ値がわずかに低いと、肥満の診断が改善される可能性がある⁴⁾¹⁹⁾。しかし、前述の通り、カットオフ値については、カットオフ値が高いほど特異度が高くなり、カットオフ値が低いほど感度が高くなるという、カットオフ値に応じた感度と特異性の間にトレードオフが存在する³⁾⁴⁾⁶⁾。したがって、肥満を診断するために BMI カットオフ値を変更すること自体は、この問題の解決策にならず、BMI は個人レベルでの肥満の診断には限界があることを示唆している。小児において、将来の健康にリスクをもたらす BMI カットオフ値に関する十分にコントロールされた前向き

研究が欠けていることが最大の問題といえる⁶⁾。

BMI は体脂肪を予測するのに実用的だが、体脂肪と除脂肪体重を区別するものではなく一般的に BMI の増加は体脂肪率の増加に比例し体脂肪を予測するのに実用的であるが、体脂肪と除脂肪体重を区別するものではない³⁾⁴⁾⁶⁾⁷⁾。論文 B⁴⁾では小児における肥満の診断において DXA やインピーダンス法による体脂肪の計測の意義を認める一方で、誤差問題など、小児におけるそれらの計測自体の難しさがある²¹⁾ことも指摘しており、小児期・思春期の肥満を定義あるいは診断するための許容可能な手段を提供するために年齢別 BMI が満たさなければならない最後の基準は、肥満に関連する多くの疾患のリスクが高い(すなわち肥満の合併症を有する)小児期・思春期の児を特定するための要件であるとしている。

2) 体重に基づく指標(身長別体重など)

論文 A³⁾でまとめられる 11 論文のうち 4 論文では、体重に基づく指標を用いたカットオフ値の検証も同時に行われていた。体重に基づく指標、それらを用いた過体重・肥満を定義するカットオフ値は、①体重の 85 パーセンタイル値²²⁾、②理想体重の 120% 値²³⁾、③体重の基準集団の中央値の 120% 値²⁴⁾、④>身長別体重の基準集団の中央値の 120% 値²⁵⁾であったが、それぞれの感度・特異度も BMI 同様、多様であった。(なお、②③④は日本で小児の肥満の診断一般的に用いられる肥満度の考え方に近いものである。)

2-4. 小児の体格指標としての身長別体

重の Z スコア (WFL/Hz) の信頼性に関する検証⁵⁾

論文 C⁵⁾ は、WHO が 0-5 歳の小児の急性の低栄養を診断するために推奨する、身長別体重の Z スコア (WFL/Hz) の信頼性を検証するために行われたシステマティックレビュー・メタアナリシスである。人体計測の信頼性に関して 26 研究が特定されたが、WFL/Hz の信頼性スコアの報告は 3 件のみ (すべてコミュニティベースの研究) と WFL/Hz の信頼性に関する情報はかなり少ないことが示された。さらにこれらの 3 つの研究すべてにおいて、体重および身長 (身長) の計測値 (絶対値) については別々に高い信頼性スコアが示されたが、WFL/Hz (複合指数) については示されず、その傾向は特に年少児 (0-2 歳) で顕著であったとしている。WFL/Hz の信頼性についてはさらに評価する必要があると同時に、WFL/Hz の代わりにより簡単で、より信頼できる評価指標を特定する必要があると結論づけている。

3. 総括および追記

今回のレビューでは、小児の体格指標の使用に関する国際的現状の概要をつかむことを目的として、身長・体重と、それらに基づく体格指標 (BMI など)、およびそれぞれの基準値 (成長曲線) に関して検討した。その結果、小児の体格指標としての BMI は、成人の場合と比較してより多くの課題があるものの、国際的に認められていることが確認できた。また小児 BMI 基準値においては、小児の肥満頻度などの国際比較、あるいは自国の基準値を有しない国の小児の体格評価に用いる、いわゆる国際的な BMI 基準値およびカットオフ値が複数存在する。今回

のレビューでは、これら CDC、IOTF、WHO による BMI 基準値およびカットオフ値について、抽出した 5 論文の内容に準じ過体重・肥満を中心に議論したが、実際にはやせ (低栄養) についてのカットオフ値も重要である。現在示されている、CDC、IOTF、WHO による各 BMI 基準値を用いた肥満およびやせに関するカットオフ値について、表^{8-10), 15), 26-29)}にまとめる。

また、今回のレビューでは、小児の BMI の「臨床的使用」においては、これらの国際的基準値ではなく各国別の基準値の使用が望ましく、実際の過体重・肥満のカットオフ値の設定についての現時点での推奨される決まった方策はないことが示された。また、身長による成長評価、および体重に基づく指標 (身長別体重など) による体格評価に関する情報は、BMI と比較するとかなり少なかった。身長による成長評価に関しては、論文 A³⁾ にかなり詳細な記載を認めたが、特に縦断的データを用いた成長曲線による評価 (モニタリング) については、臨床的に感じる有用性に比して学問的裏付けが乏しい可能性が示唆された。

わが国でも、日本人小児の BMI 基準値 (成長曲線) も複数報告されている³⁰⁾³¹⁾ が、小児の体格評価には歴史的に肥満度を用いることが多い。2009-2011 年、日本小児内分泌学会・日本成長学会合同標準値委員会では、小児の体格を評価する際の標準値についての検討が行われ、「日本人小児の体格の評価に関する基本的な考え方」がまとめられた³²⁾。それによると、第一に、日本人小児の体格を評価する際、2000 年度に厚生労働省および文部科学省が発表した身体計測値データ (2000 年度データ) から算出した基準値 (身

長・体重・肥満度・BMI)を標準値として用いることが妥当であると結論している。但し、実際の運用上の注意点として、日本人小児の肥満は 2000 年以前よりすでに増加していることから、日本人小児の肥満度および BMI の標準値の算出の際に用いる身長・体重の測定値を 2000 年度データとすることは、日本人小児の肥満を過小評価するとも記載されている。また、学校保健を含む現場においての小児の身体測定(縦断的な成長モニタリング)についても、個々の小児の体格評価、全国の小児の体格変化を知るために継続すべきであると述べている。第二に、肥満度を用いた小児肥満の評価について、肥満を肥満度 20%以上と定義する基準は歴史的であり、この基準を踏襲する(但し 20%という値に明確な科学的根拠があるわけではない)と述べている。しかし一方で、BMI を用いた小児肥満の評価については、暫定的に、2000 年度データを用いた性別 BMI 成長曲線³¹⁾の 17.5 歳における BMI 25 kg/m²に相当するパーセンタイル値以上を過体重(あるいは肥満)と定義し、この定義が妥当であるか否かを今後臨床的に検証する必要があると述べられている。現在、この「基本的な考え方」が示されてから 10 年以上が経過しているが、わが国の小児の体格指標としての BMI における、少なくとも「臨床的使用」はかなり限られており、上記定義の妥当性についても明らかではないと考える。

E. 参考文献

1) 厚生労働省. 「日本人の食事摂取基準(2015年版)策定検討会」報告書.
<https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/0000>

041824.html(2023年3月26日アクセス)
2) 厚生労働省. 「日本人の食事摂取基準(2020年版)策定検討会」報告書.
https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_08517.html(2023年3月26日アクセス)
3) Fayter D, Nixon J, Hartley S, Rithalia A, Butler G, Rudolf M, Glasziou P, Bland M, Stirk L, Westwood M. A systematic review of the routine monitoring of growth in children of primary school age to identify growth-related conditions. *Health Technol Assess* 2007; 11(22): iii, xi-xii, 1-163.
4) Reilly JJ. Assessment of obesity in children and adolescents: synthesis of recent systematic reviews and clinical guidelines. *J Hum Nutr Diet*.2010; 23(3): 205-211.
5) Mwangome MK, Berkley JA. The reliability of weight-for-length/height Z scores in children. *Matern Child Nutr* 2014; 10(4): 474-480.
6) Javed A, Jumean M, Murad MH, Okorodudu D, Kumar S, Somers VK, Sochor O, Lopez-Jimenez F. Diagnostic performance of body mass index to identify obesity as defined by body adiposity in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Pediatr Obes* 2015; 10(3): 234-244.
7) Sampaio ADS, Epifanio M, Costa CAD, Bosa VL, Benedetti FJ, Sarria EE, Oliveira SG, Mundstock E, Mattiello R. Evidence on nutritional assessment techniques and parameters used to determine the nutritional status of

- children and adolescents: systematic review. *Cien Saude Colet* 2018; 23(12): 4209-4219.
- 8) Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ* 2000; 320: 1240-1243.
- 9) Kuczmarski RJ, Ogden CL, Grummer-Strawn LM, Flegal KM, Guo SS, Wei R, Mei Z, Curtin LR, Roche AF, Johnson CL. CDC growth charts: United States. *Adv Data* 2000; 314: 1-28.
- 10) World Health Organization. Child growth standards. <https://www.who.int/toolkits/child-growth-standards/standards> (2023年3月26日アクセス)
- 11) Hall DM, Voss LD. Growth monitoring. *Arch Dis Child* 2000; 82: 10-15.
- 12) van Buuren S, van Dommelen P, Zandwijken GR, Grote FK, Wit JM, Verkerk PH. Towards evidence-based referral criteria for growth monitoring. *Arch Dis Child* 2004; 89: 336-341.
- 13) van Buuren S, Bonnemaier-Kerckhoffs DJA, Grote FK, Wit JM, Verkerk PH. Many referrals under Dutch short stature guidelines. *Arch Dis Child* 2004; 89: 351-352.
- 14) Speiser PW, Rudolf MC, Anhalt H, Camacho-Hubner C, Chiarelli F, Eliakim A, Freemark M, Gruters A, HersHKovitz E, Iughetti L, Krude H, Latzer Y, Lustig RH, Pescovitz OH, Pinhas-Hamiel O, Rogol AD, Shalitin S, Sultan C, Stein D, Vardi P, Werther GA, Zadik Z, Zuckerman-Levin N, Hochberg Z; Obesity Consensus Working Group. Childhood obesity. *J Clin Endocrinol Metab.* 2005; 90(3):1871-1887.
- 15) Centers for Disease Control and Prevention. Assessing Your Weight About Child & Teen BMI. https://www.cdc.gov/healthyweight/assessing/bmi/childrens_bmi/about_childrens_bmi.html (2023年3月26日アクセス)
- 16) Group WMGRS. WHO Child Growth Standards based on length/height, weight and age. *Acta Paediatrica* 2006; 450(Supl.):76.
- 17) Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. *World Health Organ Tech Rep Ser.* 1995; 854: 161-262.
- 18) Onis Md, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World Health Organization* 2007; 85(9): 660-667.
- 19) Reilly JJ, Dorosty AR, Emmett PM. Identification of the obese child: adequacy of the body mass index for clinical practice and epidemiology. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2000; 24: 1623-1627.
- 20) Reilly JJ, Kelly J, Wilson DC. Accuracy of simple clinical and epidemiological definitions of childhood obesity: systematic review and evidence appraisal. *Obes Rev* 2010;

- 11(9):645-655.
- 21) Reilly JJ, Gerasimidis K, Paparacleous N, Sherriff A, Carmichael A, Ness AR, Wells JC. Validation of dual energy X-ray absorptiometry and foot-foot impedance against deuterium dilution measures of fatness in children. *Int J Pediatr Obes* 2010; 5(1): 111-115.
- 22) Himes JH, Bouchard C. Validity of anthropometry in classifying youths as obese. *Int J Obesity* 1989; 13: 183-193.
- 23) Reilly JJ, Savage SAH, Ruxton CHS, Kirk TR. Assessment of obesity in a community sample of prepubertal children. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1999; 23: 217-219
- 24) Marshall JD, Hazlett CB, Spady DW, Conger PR, Quinney HA. Validity of convenient indicators of obesity. *Hum Biol* 1991; 63: 137-153.
- 25) Ebbeling CB, Backstrand JR, Rodriguez NR. Screening indices for pediatric obesity. *Nutr Res* 1999; 19: 805-815.
- 26) Cole TJ, Flegal KM, Nicholls D, Jackson AA. Body mass index cut offs to define thinness in children and adolescents: international survey. *BMJ* 2007; 335(7612):194.
- 27) Onis Md, Lobstein T. Defining obesity risk status in the general childhood population: Which cut-offs should we use? *Int J Pediatr Obes* 2010; 5: 458-460.
- 28) World Health Organization. BMI-for-age (5-19 years).
<https://www.who.int/tools/growth-reference-data-for-5to19-years/indicators/bmi-for-age>(2023年3月26日アクセス)
- 29) World Health Organization. Malnutrition in children.
<https://www.who.int/data/nutrition/nlis/info/malnutrition-in-children>(2023年3月26日アクセス)
- 30) Inokuchi M, Hasegawa T, Anzo M, Matsuo N. Standardized Centile Curves of Body Mass Index for Japanese Children and Adolescents Based on the 1978-1981 National Survey Data. *Ann Hum Biol* 2007; 33: 444-453.
- 31) Kato N. The cubic function for spline smoothed L, S, M values for BMI reference data of Japanese children. *Clin Pediatr Endocrinol* 2011; 20(2): 47-49.
- 32) 日本小児内分泌学会・日本成長学会合同標準値委員会. 日本人小児の体格の評価に関する基本的な考え方.
http://jspe.umin.jp/medical/files/takikaku_hyoka.pdf(2023年3月26日アクセス)

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

H. 知的所有権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

図. 論文の抽出フローチャート

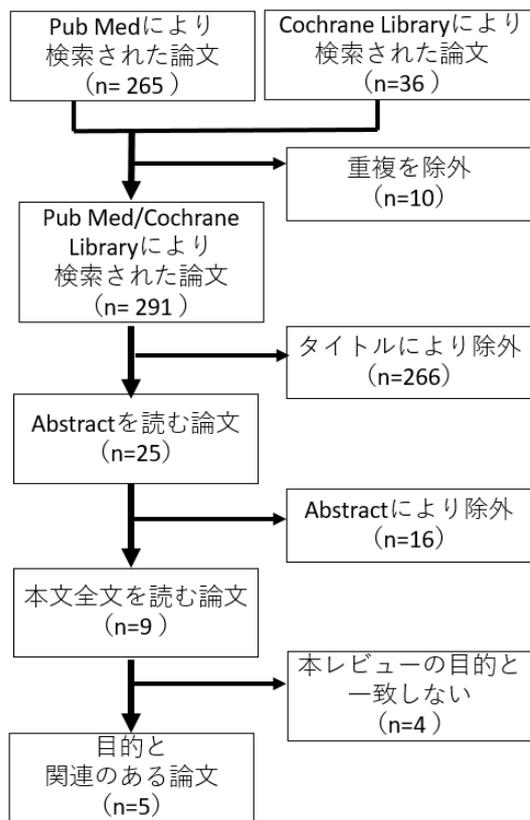


表. CDC、IOTF、WHO による各 BMI 基準値を用いた肥満およびやせに関するカットオフ値^{8-10), 15), 26-29)}

BMI 基準値	カットオフ値
CDC 基準値 (2-19 歳) * *0-2 歳については WHO 基準値に準じる	肥満 95 パーセンタイル値 過体重 85 パーセンタイル値 やせ (underweight) 5 パーセンタイル値
IOTF 基準値 (2-18 歳)	18 歳時の BMI が以下の値 (WHO の成人 BMI カットオフ値) に相当するパーセンタイル値 肥満 30kg/m ² 過体重 25kg/m ² やせ (thinness) Grade 1/2/3 18.5/17/16kg/m ²
WHO 基準値 (5-19 歳) (0-5 歳)	肥満 +2SD 値** 過体重 +1SD 値** **それぞれ 19 歳時 BMI 30 kg/m ² (2SD 値)、25kg/m ² (1SD 値) にほぼ相当する。 やせ (underweight) - 2SD 値 肥満 +3SD 値 過体重 +2SD 値 過体重のリスク +1SD 値 低栄養*** 表外の記載を参照

***WHO は 0-5 歳の「低栄養」に関して WHO 基準値 (0-5 歳) を基に以下のように定義している: stunting: 身長 < -2 SD 値, wasting: 身長別体重 < -2 SD 値, underweight: 体重 < -2SD 値。なお、過体重 (overweight): 身長別体重 > +2 SD も同時に示している。

栄養素の調理損耗:ビタミン類に関する検討

研究協力者 朝見祐也¹、佐川敦子²、玉木有子³

研究分担者 朝倉敬子⁴

研究代表者 佐々木敏⁵

¹ 龍谷大学農学部食品栄養学科

² 昭和女子大学食健康科学部管理栄養学科

³ 大妻女子大学家政学部食物学科/大学院人間文化研究科

⁴ 東邦大学医学部社会医学講座衛生学分野

⁵ 東京大学大学院医学系研究科社会予防疫学分野

【研究要旨】

日本食品標準成分表に調理前(生)の食品についてのみエネルギー・栄養素含有量の記載がある場合、栄養素の経口的実摂取量を推定するには調理後の食品中栄養素残存率の情報が必要である。本研究では、日本で日常的に摂取される食品について、調理後のビタミン類残存率を報告した学術論文を収集し、食品群ごと、調理法ごとに調理後残存率の代表値を算出した。ここ9年以内(2014年以降)において新しい報告は少なく、報告ごとに検討食品の種類、調理条件(調理時間、調理温度など)のばらつきは大きかった。同一栄養素・同一食品群・同一調理法で代表値を計算できるだけのデータ数があることは少なかったが、全体としては栄養素のうちではビタミンC、葉酸など、調理法では缶詰やゆで汁を捨てる形でのゆで調理でビタミン類の調理損耗の程度が大きい可能性が示唆された。

エネルギー・栄養素摂取量の健康影響を考慮する際には、それらの実摂取量の情報が必須である。日本食品標準成分表における食品中エネルギー・栄養素量の測定と並行し、各種栄養素の調理後残存率の情報も整理・公開されることが望まれる。

A. 背景と目的

日本人の食事摂取基準(1)には適切なエネルギー・栄養素摂取量に関する各種指標値が示されているが、これは実際に経口的に摂取される量を指している。一方で、日本食品標準成分表(以下、食品成分表)(2)に含まれる食品は調理前(生)のものと調理後(ゆで、焼き、油いためなど)のものが混在している。調理前に献立に含まれる栄養素について栄養価計算を行う際、生の食品のエネルギー・栄養素含有量を使用すると、調理に伴う各種栄養素の損耗は考慮されず、献立作成時に想定したエネルギー・栄養素供給量と経口的摂取量が

異なる状況となる。日本人の食事摂取基準2020年版の総論には栄養素の調理損耗に関する記述があるが、そういった現象への注意を促す内容にとどまり、具体的な残存率についての言及はない(1)。

そこで本研究では、食品中の栄養素、特にビタミン類の調理損耗に関する文献を収集し、栄養素ごとに観察された調理損耗の程度をまとめることを目的とした。検索できた文献中のデータ数に依存するものの、可能な限り食品群別、調理法別など、条件を考慮した栄養素残存率の整理を行った。

B. 方法

ビタミン類の調理損耗に関し網羅的に文献を収集し、各文献から得た残存率をまとめた総説論文を2報、小島らが発表している(3, 4)。これらの論文(以下、小島論文)では2014年4月1日までの文献を収集しており、日本で一般的に食用とされている食材料におけるビタミン類の調理後残存率を一覧にしている。そこで、本研究では、2014年4月以降の文献を収集し、小島論文に示されている表の残存率と合わせてビタミン類の調理後残存率の代表値を算出することとした。

B-1. 文献検索

残存率情報収集の対象としたビタミン類はビタミンA, D, E, K、ビタミンB群(B₁, B₂, B₆, B₁₂)、ビタミンC、ビオチン、パントテン酸、ナイアシン、葉酸である。2014年4月以降に出版された文献を、和文文献は医中誌、CiNii、J-STAGE、メディカルオンラインを用いて、英文文献はPubMedを用いて検索した。

和文論文検索に用いた検索式は以下のとおり；(栄養素和名 OR “栄養素英文名”) AND (食品 OR 食物 OR 食品加工) AND ((安定性 OR 損失 OR 残存) OR (調理 OR 加工 OR 加熱))、もしくは(栄養素和名 OR “栄養素英文名”) AND (食品 OR 食物 OR 食品加工) AND ((安定性 OR 損失 OR 残存) AND (調理 OR 加工 OR 加熱))

英文論文検索に用いた検索式は以下のとおり；“name of nutrient” AND (food OR “processed food”) AND ((stability OR loss OR “nutrient loss” OR “cooking loss” OR retention) OR (cooking OR heat OR “cooking procedure”))、もしくは“name of nutrient” AND (food OR “processed food”) AND ((stability OR loss OR “nutrient loss” OR “cooking loss” OR retention) AND (cooking OR heat OR “cooking procedure”))。英文論文検索の際には、必要に応じ“domestic”の語も追加した。

検索された論文はタイトルと抄録を確認し、絞り込みをおこなった。さらに、本文を精読し、日本で一般的に食用にされる食品に関し、食品名、調理法と調理条件、残存率が明記されている論文を、最終的な採用論文とした。なお、選んだ文献の引用文献のうちから適切なものがあれば追加し、最終的な採用論文数に加えた。その際には2014年4月以前の文献も、小島論文で引用されていないものについては含めた。

B-2. データ整理、代表値の算出

小島論文、および今回検索して得られた論文から栄養素名、食品群名、食品群小分類名、調理法、検討測定数、残存率代表値を一覧とした。食品群小分類は渡邊らの論文(5, 6)にある食品群の下位分類を主に使用し、肉類についてはうし、鶏、ぶたといった種、あるいは加工肉かどうかを使用した。また、単独の食品(こめ、じゃがいもなど)でデータが十分にある場合は、それを食品群小分類として使用した。

食品群別、食品群小分類別、あるいは食品群別+調理法別などで残存率データをグループ化し、グループごとに残存率の最小値、25%値、中央値(50%値)、75%値、最大値、および平均値を算出した。ただし、グループごとに5つ以上の残存率データがある場合に上記の代表値の算出を行った。

C. 結果

C-1. 文献検索

文献検索の結果得られた論文数、および最終的に選択した論文数は表1に示す。検索でヒットしても日本では流通していない食品に関する論文であったり、特殊な調理法や工業的な大量生産に関する論文であったり、結果が図(グラフ)のみで数値としての残存率が得られなかったりといった理由で、採用できる論文数は多くなかった。書誌情報は参考文献リストに示す；ビタミンA(7-9)、ビタミンE(10)、ビタ

ミンB群(11-16)、ビタミンC(17-43)、パントテン酸(44, 45)、ナイアシン(45-47)、葉酸(14, 47-56)。

C-2. データ整理、代表値の算出

小島論文、および今回の文献レビューで収集した論文から得たビタミン類の調理後残存率の代表値一覧を示す(表2 脂溶性ビタミン、表3 ビタミンB群、表4 ビタミンC、表5 ビオチン・パントテン酸・ナイアシン・葉酸)。表において、(全)とついている項目は当該栄養素・当該食品群のすべての調理法における残存率を含む。(全)のついていない項目は、調理法別、あるいは食品群のうちさらに小分類別の残存率である。

論文により、加熱時間・温度の違いや食品の種類の違いなどで残存率のばらつきは大きかった。また、論文によって同じ食品を異なる条件で何度も測定している場合があり、1つの論文から得られる測定数が突出し、その論文の条件に全体が影響を受けることもあった。

【脂溶性ビタミン(表2)】

残存率の中央値は概ね70-90%台の範囲にあった。50-60%台と残存率がやや低かったのは、野菜類を炒めた際のβ-カロテン、穀類・豆類・野菜類を調理した場合のビタミンEであった。

【ビタミンB群(表3)】

残存率の中央値は、ビタミンB₁で60-80%台、ビタミンB₂で70-90%台、ビタミンB₆で40-70%台、ビタミンB₁₂で70-80%台に概ね含まれていた。ゆでてゆで汁を捨てたものや缶詰は残存率が低かった。また、魚介類、肉類でビタミンB₆の残存率が低かった。

【ビタミンC(表4)】

表4の残存率中央値のうち、66.0%が50-70%台の範囲にあった。同じく、残存率中央値

の平均値は69.3%であった。ゆでる、ブランチングなどの調理を行うと残存率が低く、特にゆで汁を捨てる場合は残存率が低い傾向にあった。

【その他(表5)】

ナイアシンでは、残存率中央値は概ね70-90%台の範囲にあった。葉酸では中央値のばらつきが大きかったが、概ね50-80%台の範囲にあった。

D. 考察

ビタミンやミネラルの調理損耗は献立作成時に問題となるが、日本では網羅的には整理されていない。米国ではUSDA Table of Nutrient Retention Factors (Release 6)が公開されており(57)、約290の食品について、ビタミン、ミネラルの他アルコールやリコピン、ルテイン、ゼアキサンチンについて、様々な調理を行った際の残存率が一覧となっている。食品成分表に生の食品の栄養素含有量しか掲載されていない場合に、この係数を用いることができる。

本稿では、過去のレビュー論文に付け加える形で2014年以降の論文を検索し、栄養素残存率情報の収集を行った。最近の論文では、日本以外の国からの報告(すなわち、日本では通常摂取されることは少ない食品に関する報告)が多かったり、通常家庭では使用されない新規の調理法(例:超音波処理)に関する報告であったり、栄養強化食品に関する報告であったりする場合が多く、日常的に摂取される食品をありふれた調理法で調理した際の栄養素の調理損耗に関する論文は少なかった。学術論文として報告するには新規性に乏しいためであろう。調理条件の統一、および調理法の系統的な分類が必要である点を鑑みても、調理損耗に関するデータ測定及び栄養素残存率の一覧化は、食品成分表の整備などと合わせ組織的に実施する必要があるものと考え

られる。

今回のレビューで作成した表からは大体の残存率の傾向は推測できるが、栄養素・食品群ごとのデータ数が十分とは言えず、また論文ごとに調理時間や調理温度などの調理条件が異なるため、同じ調理法でも報告された残存率にはばらつきがみられた。概括的に残存率の傾向をまとめると、ビタミンCや葉酸などでは全体として残存率が低い可能性がうかがわれ、特に重点的な検討の必要性が示唆された。調理法では缶詰やゆで汁を捨てる形でのゆで調理における残存率が低く、これらの調理が行われる時には注意が必要と考えられた。

E. 結論

ビタミンの調理損耗について検討した。新しいデータは少なく、論文ごとに調理条件のばらつきも大きかった。食品成分表の整備などとともに、食品ごと、調理法ごとの各種栄養素残存率の情報収集が条件をそろえて行われる必要があると考えられる。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

H. 知的所有権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

I. 参考文献

1) 伊藤貞嘉,佐々木敏:日本人の食事摂取基準(2020年版)(2020)第一出版,東京

2) 文部科学省科学技術・学術審議会資源調査分科会:日本食品標準成分表 2020年版(八訂)一文部科学省科学技術・学術審議会資源調査分科会報告(2021) 蔦友印刷,長野

3) 小島彩子,尾関彩,中西朋子,他:食品中ビタミンの調理損耗に関するレビュー(その1)(脂溶性ビタミン,ビタミンB₁, B₂, B₆, B₁₂),ビタミン, 91, 1-27(2017)

4) 小島彩子,尾関彩,中西朋子,他:食品中ビタミンの調理損耗に関するレビュー(その2)(ナイアシン,パントテン酸,ビオチン,葉酸,ビタミンC),ビタミン, 91, 87-112(2017)

5) 渡邊智子,鈴木亜夕帆,熊谷昌士,他:植物性食品に含まれる栄養素の調理による変化率の算定と適用,栄養学雑誌, 62, 171-182(2004)

6) 渡邊智子,鈴木亜夕帆,山口美穂子,他:動物性食品に含まれる栄養素の調理による変化率の算定と適用,日本調理科学会誌, 38, 6-20(2005)

7) 豊泉友康,山本寛人,佐々木麻衣:低温スチーマーにおける高齢者に適したニンジンの加工条件,日本食品科学工学会誌, 62, 341-348(2015)

8) 嶋田 義一,下園 英俊,有村 恭平,他:カボチャの減圧フライ特性と成分変化,農業食料工学会誌, 79, 494-501(2017)

9) 折笠 貴寛,小出 章二,澤田 みのり,他:ニンジンの最適ブランチング処理法の検討に向けた品質および物理的特性の測定,農業食料工学会誌, 79, 122-130(2017)

10) Zhang B, et al. Effect of domestic cooking on carotenoids, tocopherols, fatty acids, phenolics, and antioxidant activities of lentils (*Lens culinaris*). J Agric Food Chem 2014; 62: 12585-94.

11) 桂博美,中上奈緒:長期保存食品中ビタミンB₁₂の保存による変化,京都女子大学食物

- 学会誌, 68, 5-10(2014)
- 12) 桂博美, 乾博, 土居幸雄:調理・加工食品中ビタミンB12の吸収効率-高齢者に適した食品の検討-,ビタミン, 88, 267-274(2014)
- 13) 桂博美, 上田麻珠子: ウズラ卵およびウズラ卵加工食品に含まれるビタミンB12量と供給源としての評価, 京都女子大学食物学会誌, 74, 11-15(2019)
- 14) Silveira CMM, et al. Effect of cooking methods on the stability of thiamin and folic acid in fortified rice. *Int J Food Sci Nutr* 2017; 68: 179-187.
- 15) Jyrwa YW, et al. Retention, stability, iron bioavailability and sensory evaluation of extruded rice fortified with iron, folic acid and vitamin B₁₂. *Matern Child Nutr* 2020; 16 Suppl 3: e12932.
- 16) Yim S, et al. Systematic Investigation of the Reduction of Inorganic Arsenic and Bioactive Nutrients in Rice with Various Cooking Techniques. *J Food Prot* 2017; 80: 1924-1932.
- 17) 水津彩香, 小林理恵, 名倉秀子:大量調理と少量調理の比較による4種類の食品のビタミンC保持に基づく品質管理の検討, 日本給食経営管理学会誌, 15, 3-16(2021)
- 18) 丸田ひとみ, 桑田七帆, 山下広美:岡山県産パクチー‘岡パク’の栄養成分と季節変動, 日本家政学会誌, 72, 750-758(2021)
- 19) 岡村吉隆, 下井亜希, 藤田和代, 他:新調理システムの加熱工程は, 従来の調理法と比較するとビタミンCの損失が大きい, 栄養学雑誌, 76, 27-33(2018)
- 20) 菊池亮子, 吉永奈津希, 藤井俊輔, 他:大量調理機器を用いた湿式加熱が野菜類の性状に与える影響, 長崎国際大学論叢, 21, 129-138(2021)
- 21) 豊友友康, 神谷径明, 望月麻衣:低温スチーム加熱が野菜中のアスコルビン酸含量に及ぼす影響, 日本食品科学工学会誌, 63, 351-355(2016)
- 22) 中村善行, 増田亮一, 藏之内利和, 他:蒸したサツマイモ塊根の総アスコルビン酸残存率に及ぼすデンプン糊化温度の影響, 日本食品科学工学会誌, 63, 433-438(2016)
- 23) 折笠貴寛, 小出章二, 澤田みのり, 他:エンジンの最適ブランチング処理法の検討に向けた品質および物理的特性の測定, 農業食料工学会誌, 79, 122-130(2017)
- 24) 町田元気, 折笠貴寛, 今泉鉄平, 他:ブロッコリの諸成分変化に及ぼすブランチングとマイクロ波加熱の影響, 日本食品科学工学会誌, 61, 278-285(2014)
- 25) Mazzeo T, et al. Impact of the industrial freezing process on selected vegetables -Part II. Colour and bioactive compounds. *Food Res Int* 2015; 75: 89-97.
- 26) Xanthakis E, et al. Effect of microwave assisted blanching on the ascorbic acid oxidase inactivation and vitamin C degradation in frozen mangoes. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 2018; 48:248-257.
- 27) Armesto J, et al. Impact of vacuum cooking and boiling, and refrigerated storage on the quality of galega kale (*Brassica oleracea* var. *acephala* cv. *Galega*). *LWT - Food Science and Technology* 2017; 79:267-277.
- 28) Lee S, et al. Effect of different cooking methods on the content of vitamins and true retention in selected vegetables. *Food Sci Biotechnol* 2017; 27: 333-342.
- 29) Severini C, et al. Influence of different blanching methods on colour, ascorbic acid and phenolics content of broccoli. *J Food Sci Technol* 2016; 53: 501-510.
- 30) Tekgül Y, et al. Quality Properties and Headspace Volatiles of Hot Air-Dried Strawberries. *An Acad Bras Cienc* 2022; 94: e20201277
- 31) Gutiérrez-Quequezana L, et al. Improved

- analysis of anthocyanins and vitamin C in blue-purple potato cultivars. *Food Chem* 2018; 242:217-224.
- 32) Zhan X, et al. Effects of pretreatments on quality attributes of long-term deep frozen storage of vegetables: a review. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2019; 59: 743-757.
- 33) Ng ZX, et al. Impact of optimised cooking on the antioxidant activity in edible mushrooms. *J Food Sci Technol* 2017; 54: 4100-4111.
- 34) Narwojsz A, et al. Effect of Different Methods of Thermal Treatment on Starch and Bioactive Compounds of Potato. *Plant Foods Hum Nutr* 2020; 75: 298-304.
- 35) Arjmandi M, et al. Microwave flow and conventional heating effects on the physicochemical properties, bioactive compounds and enzymatic activity of tomato puree. *J Sci Food Agric* 2017; 97: 984-990.
- 36) Piekut J, et al. Impact of heat treatment and freezing on vitamin C content in selected vegetables and fruits. *Carpathian J Food Sci Technol* 2018; 10: 136-141.
- 37) Georgé S, et al. Changes in the contents of carotenoids, phenolic compounds and vitamin C during technical processing and lyophilisation of red and yellow tomatoes. *Food Chem* 2011; 124: 1603-1611.
- 38) Kłopotek Y, et al. Processing strawberries to different products alters contents of vitamin C, total phenolics, total anthocyanins, and antioxidant capacity. *J Agric Food Chem* 2005; 53: 5640-5646.
- 39) El-Ishaq A, et al. Effect of temperature and storage on vitamin C content in fruits juice. *Int J Chem Biomol Sci* 2015; 1: 17-21.
- 40) Gamboa-Santos J, et al. Vitamin C content and sensorial properties of dehydrated carrots blanched conventionally or by ultrasound. *Food Chem*, 2013; 136:782-788.
- 41) Tinchva PA. The effect of heating on the vitamin C content of selected vegetables. *World J Adv Res Rev*, 2019; 3:27-32.
- 42) Demiray E, et al. Degradation kinetics of lycopene, β -carotene and ascorbic acid in tomatoes during hot air drying. *LTW Food Sci Technol* 2013; 50:172-176.
- 43) Gamboa-Santos J, et al. Impact of processing conditions on the kinetic of vitamin C degradation and 2-furoylmethyl amino acid formation in dried strawberries. *Food Chem* 2014; 153:164-170.
- 44) Yin P, et al. Hot water pretreatment-induced significant metabolite changes in the sea cucumber *Apostichopus japonicus*. *Food Chem* 2020; 314: 126211.
- 45) Rafe A, et al. Physicochemical, functional, and nutritional characteristics of stabilized rice bran form tarom cultivar. *Food Sci Nutr* 2016; 5: 407-414.
- 46) Liu S, et al. Improvement of the nutritional quality of lentil flours by infrared heating of seeds varying in size. *Food Chem* 2022; 396: 133649.
- 47) Gray PJ, et al. Cooking rice in excess water reduces both arsenic and enriched vitamins in the cooked grain. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess* 2016; 33: 78-85.
- 48) 村上恵, 橋本幸江, 小鳥愛, 他: 葉酸たまご, アスパラガス, ほうれん草の葉酸含有量に及ぼす加熱調理操作の影響, 同志社女子大学生活科学, 55, 50-56 (2021)
- 49) 金高有里, 名倉秀子: 離乳食用食材における解凍方法の違いがテクスチャー・栄養価に及ぼす影響, 日本調理科学会誌, 51, 336-343 (2018)
- 50) Liu F, et al. Bioaccessibility of folate in faba bean, oat, rye and wheat matrices. *Food Chem* 2021; 350: 129259.

- 51) Czarnowska-Kujawska M, et al. Effect of Different Cooking Methods on Folate Content in Chicken Liver. *Foods* 2020; 9: 1431.
- 52) Liang Q, et al. Folate content and retention in wheat grains and wheat-based foods: Effects of storage, processing, and cooking methods. *Food Chem* 2020; 333: 127459.
- 53) de Paiva Azevedo EP, et al. Folic acid retention evaluation in preparations with wheat flour and corn submitted to different cooking methods by HPLC/DAD. *PLoS One* 2020; 15: e0230583.
- 54) Bureau S, et al. Are folates, carotenoids and vitamin C affected by cooking? Four domestic procedures are compared on a large diversity of frozen vegetables. *LWT - Food Sci Technol* 2015; 64: 735-741.
- 55) Della Lucia CM, et al. Folates retention in brassica vegetables consumed in Brazil after different cooking methods. *Arch Latinoam Nutr* 2014; 64: 59-68.
- 56) Wieringa FT, et al. Stability and retention of micronutrients in fortified rice prepared using different cooking methods. *Ann N Y Acad Sci* 2014; 1324: 40-47.
- 57) United States Department of Agriculture. USDA Table of Nutrient Retention Factors Release 6.
chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.ars.usda.gov/ARUserFiles/80400530/pdf/retn06.pdf(2023年3月24日アクセス)

表1 文献検索結果

栄養素名	言語	検索数 (※)	採用数	引用文献番号
ビタミンA	和文	2477	3	7-9
	英文	0	0	
ビタミンD	和文	623	0	
	英文	0	0	
ビタミンE	和文	391	0	
	英文	10	1	10
ビタミンK	和文	281	0	
	英文	0	0	
ビタミンB群	和文	672	3	11-13
	英文	32	3	14-16
ビタミンC	和文	34	8	17-24
	英文	165	19	25-43
パントテン酸	和文	8	0	
	英文	13	2	44,45
ビオチン	和文	17	0	
	英文	77	0	
ナイアシン	和文	23	0	
	英文	84	3	45-47
葉酸	和文	137	2	48,49
	英文	433	9	14, 47, 50-56

※和文は複数の検索サイトでヒットした論文の累積数

表2 脂溶性ビタミンの調理後残存率代表値一覧

栄養素	食品群	食品群 小分類	調理法 ※1	検討 測定数	最小値	25% 値	中央値 ※2	75% 値	最大値	平均値	引用文献番号
レチノール	肉類	※3	焼く・ゆでる・他 (全)	8	58	63.5	71.5	84.3	95	73.6	3
α-カロテン	野菜類		ゆでる・蒸す・他 (全)	11	16	68	70	105	129	81.3 [▲]	3
β-カロテン	いも類		ゆでる・缶詰・他 (全)	6	69	80.5	97.5	104.8	121	94.5 [▲]	3
β-カロテン	野菜類		ゆでる・炒める・他 (全)	59	6	61	86	100.5	119	79.7 [▲]	3, 7-9
β-カロテン	野菜類		ゆでる	16	43	77.5	93.5	104.8	110	87.0	
β-カロテン	野菜類		炒める	8	42	50.3	59	67	76	58.6	
β-カロテン	野菜類		蒸す	7	80	87.5	112	115.5	119	102.4	
β-カロテン	野菜類		ブランチング	6	86	87.8	90	92.3	117	93.8	
β-カロテン	野菜類		電子レンジ	5	50	55	81	92	115	78.6	
β-カロテン	野菜類		揚げる・缶詰・干す・他	17	6	51	77	89	119	68.8	
ビタミンD	きのこ類		水戻し・オープン加熱・他 (全)	7	61	81.5	94	99.5	103	88.6 [▲]	3
ビタミンE	穀類		炊飯・ゆでる・他 (全)	9	42	55	69	80	101	70.1 [▲]	3
ビタミンE	豆類		ゆでる・加熱 (全)	5	15	33	49	56	299	90.4	3,10
ビタミンE	野菜類		ゆでる・揚げ焼き (全)	11	24	36.5	52	69.5	104	57.6 [▲]	3
ビタミンE	魚介類		ゆでる (全)	6	59	71.8	80.5	120	137	93.2 [▲]	3
ビタミンE	肉類		焼く・ゆでる・他 (全)	10	78	80.8	84.5	88.8	150	90.6 [▲]	3
ビタミンK	油脂類		加熱 (全)	6	85	86.3	91.5	94.5	98	91.0 [▲]	3

※1 書いてある以外の調理法も含む場合、多い方から記述した上で少ないものは「他」と記述。

食品群中の小分類や調理法の違いにかかわらず、当該栄養素・当該食品群の全測定を含む場合は (全) と記述。

内数に当たる場合は、調理法名を1文字分下げて記述。

※2 10以上の測定値から中央値を算出している場合はセルに網掛した。

※3 検討測定数が少なく、食品群小分類は検討できず。

表3 ビタミンB群の調理後残存率代表値一覧

栄養素	食品群	食品群 小分類	調理法 ※1	検討 測定数	最小値	25%値	中央値	75%値	最大値	平均値	引用文献番号
							※2				
ビタミンB ₁	穀類		米研ぎ・炊飯・他(全)	7	46	50.5	62	64.5	103	63.0	3, 14, 16
ビタミンB ₁	いも類		揚げる・焼く・他(全)	19	61	75.5	86	89.5	97	83.3	3
ビタミンB ₁	豆類		ゆでる・加圧加熱・他(全)	14	30	47.3	58	84.8	98	63.9	3
ビタミンB ₁	野菜類		ゆでる・蒸す・他(全)	76	31	61.8	82	90.3	108	76.1	3
ビタミンB ₁	野菜類		ゆでる ゆで汁なし	24	31	46.8	60.5	71.0	97	60.1	
ビタミンB ₁	野菜類		加圧加熱	11	56	81.5	82	88.0	100	83.3	
ビタミンB ₁	野菜類		蒸す	12	61	81.8	87.5	89.0	100	84.8	
ビタミンB ₁	野菜類		電子レンジ加熱	9	37	62	83	98.0	105	79.2	
ビタミンB ₁	野菜類		冷凍後、加熱	6	46	49	52	78.3	96	63.5	
ビタミンB ₁	魚介類		煮る・焼く・他(全)	5	74	74	81	82.0	87	79.6	3
ビタミンB ₁	肉類		焼く・揚げる(全)	27	0	56.3	71.5	78.5	99	65.7	3
ビタミンB ₁	肉類	うし		10	0	49.3	74.5	78.5	99	60.6	
ビタミンB ₁	肉類	ぶた		9	50	57	71	77.0	87	69.0	
ビタミンB ₂	いも類		ゆでる・蒸す・他(全)	10	77	82.8	88	94	103	89.2	3
ビタミンB ₂	豆類		蒸す・加圧調理・他(全)	8	48	77.5	87	94.3	100	81.9	3
ビタミンB ₂	野菜類		ゆでる・蒸す・他(全)	58	34	73.3	88	95.0	108	83.9	3
ビタミンB ₂	野菜類		ゆでる ゆで汁なし	15	39	67.0	77	82	93	74.9	
ビタミンB ₂	野菜類		ゆでる ゆで汁あり	5	69	96	100	100	102	93.4	
ビタミンB ₂	野菜類		蒸す	9	72	85.0	94	100.0	100	90.0	
ビタミンB ₂	野菜類		圧力調理	7	93	93.5	95	99.5	107	97.3	
ビタミンB ₂	野菜類		電子レンジ加熱	6	69	75.3	90.5	94.5	104	86.7	
ビタミンB ₂	野菜類		炒める	6	55	64.3	78	84.3	93	75.0	
ビタミンB ₂	魚類		焼く・蒸す・他(全)	6	78	81.3	83.5	96.3	100	87.7	3
ビタミンB ₂	肉類		焼く・ゆでる・他(全)	22	48	76.8	87	97.5	102	84.2	3
ビタミンB ₂	肉類	うし		6	48	63.8	70.5	90.8	98	74.3	
ビタミンB ₂	肉類	鶏		5	82	82.0	87	89	101	88.2	
ビタミンB ₂	肉類	ぶた		5	49	72	84	93	102	80.0	
ビタミンB ₆	いも類		ゆでる・缶詰・他(全)	10	30	77.3	91.5	95.8	106	81.1	3
ビタミンB ₆	豆類		ゆでる・缶詰・他(全)	9	9	53	62	67	88	55.8	3
ビタミンB ₆	野菜類		冷凍・缶詰・他(全)	37	20	68	77	88	137	74.3	3
ビタミンB ₆	野菜類		冷凍	14	38	70	79	89.5	137	80.6	
ビタミンB ₆	野菜類		缶詰	8	20	29.5	43	83.5	124	57.3	
ビタミンB ₆	野菜類		ゆでる	5	46	68	73	74	77	67.6	
ビタミンB ₆	野菜類		電子レンジ加熱	5	84	84	89	90	91	87.6	
ビタミンB ₆	魚介類		缶詰・オープン焼き・他(全)	26	42	47.3	55.5	68	104	60.6	3
ビタミンB ₆	魚介類	魚類	缶詰	6	42	43	45	51.5	79	51.2	
ビタミンB ₆	肉類		焼く・揚げる・他(全)	28	24	52.3	59.5	68	166	60.5	3
ビタミンB ₆	肉類	うし		9	24	27	40	66	85	46.8	
ビタミンB ₆	肉類	鶏		6	44	54	59.5	67.3	75	60.0	
ビタミンB ₆	肉類	ぶた		7	57	59.5	64	66.4	74	63.8	
ビタミンB ₆	肉類	加工肉		5	54	54	61	79	166	82.8	
ビタミンB ₁₂	魚介類		ゆでる・蒸す・他(全)	19	40	59	76	93.5	110	75.6	3, 11, 12
ビタミンB ₁₂	魚介類	魚類		15	46	59	81	95.5	110	77.5	
ビタミンB ₁₂	肉類		ゆでる・焼く・他(全)	21	31	74	78	87.5	99	79.0	3, 12
ビタミンB ₁₂	肉類	うし		8	72	77.5	86.8	96.8	99	86.7	
ビタミンB ₁₂	肉類	鶏		5	68	71	74	76	97	77.2	
ビタミンB ₁₂	肉類	ぶた		5	74	78	78	79	96	81.0	

※1 書いてある以外の調理法も含む場合、多い方から記述した上で少ないものは「他」と記述。

食品群中の小分類や調理法の違いにかかわらず、当該栄養素・当該食品群の全測定を含む場合は(全)と記述。

内数に当たる場合は、調理法名を1文字分下げて記述。

※2 10以上の測定値から中央値を算出している場合はセルに網掛した。

表4 ビタミンC群の調理後残存率代表値一覧

栄養素	食品群	食品群 小分類	調理法 ※1	検討		中央値 ※2	75% 値	最大値	平均値	引用文献番号	
				測定数	最小値						
ビタミンC	いも類		蒸す・ゆでる・他 (全)	79	0	51.4	68	77.4	116	62.6	4, 17, 19, 20, 21, 22, 28, 31, 34, 36, 41
ビタミンC	いも類		加熱ペースト・ミキサー食	10	17.5	36.0	58.6	68.5	84.5	53.4	
ビタミンC	いも類		ゆでる・煮る・他	18	30	58.2	67.2	72.0	91	63.2	
ビタミンC	いも類		蒸す	27	22.8	51.4	69	79.2	99.9	65.9	
ビタミンC	いも類		真空調理・電子レンジ	9	58	73	79	85.0	100.2	78.0	
ビタミンC	いも類		揚げる・炒める・他	7	39	65	73	78.3	87	69.4	
ビタミンC	果実類		生搾り・ミキサー・他 (全)	50	6	37.4	62.2	84.3	100	58.6	4, 22, 26, 30, 36, 38, 39, 43
ビタミンC	果実類		生搾り・ミキサー (非加熱)・冷凍	22	6	43	70.1	84.7	100	62.7	
ビタミンC	果実類		加熱殺菌 (ジュース、ピューレ、ワイン)	14	16.5	35.7	55.6	62.7	92.4	54.0	
ビタミンC	果実類		ゆでる	6	37.1	41.9	60.6	82.6	93	62.8	
ビタミンC	野菜類		ゆでる・炒める・他 (全)	531	1.3	44	63	82.2	125	61.7	4, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 32, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42
ビタミンC	野菜類	葉茎菜類 (花菜含む)	ゆでる・フードプロセッサー・他 (葉茎菜類全)	235	4.9	42.1	60	79.0	119	59.4	
ビタミンC	野菜類	葉茎菜類 (花菜含む)	冷凍	15	10	37.6	70	83.5	94	59.6	
ビタミンC	野菜類	葉茎菜類 (花菜含む)	ミキサー・冷凍	12	87	89.5	95.4	100	110	96.1	
ビタミンC	野菜類	葉茎菜類 (花菜含む)	加熱ペースト・ミキサー食・他	24	43.9	57.3	64.2	73.5	90	65.0	
ビタミンC	野菜類	葉茎菜類 (花菜含む)	ゆでる・蒸す・他	113	11	30.5	52	66.5	111.2	50.6	
ビタミンC	野菜類	葉茎菜類 (花菜含む)	蒸し・ゆでる+ゆで汁あり	45	11	38.5	55.5	73.3	111.2	55.4	
ビタミンC	野菜類	葉茎菜類 (花菜含む)	ゆでる+ゆで汁なし	68	12	29	47	60	88.9	47.5	
ビタミンC	野菜類	葉茎菜類 (花菜含む)	電子レンジ	19	55	77.0	84	89.6	112.8	83.1	
ビタミンC	野菜類	葉茎菜類 (花菜含む)	真空調理	5	4.9	7.1	7.3	7.5	8.3	7.0	
ビタミンC	野菜類	葉茎菜類 (花菜含む)	炒める・揚げる	39	27	56.5	66	81.5	119	69.2	
ビタミンC	野菜類	葉茎菜類 (花菜含む)	漬物 (塩漬、酢漬)	5	16	27	47	65	66	44.2	
ビタミンC	野菜類	根菜類	おろす・ゆでる・他 (根菜類全)	94	1.3	50	66	85	99	65.0	
ビタミンC	野菜類	根菜類	もみじおろし・おろす・他	27	19	54.0	80	91	99	71.0	
ビタミンC	野菜類	根菜類	ゆでる・煮る・他	41	1.3	43	55.3	79	90	57.0	
ビタミンC	野菜類	根菜類	ゆでる・蒸す (ゆで汁あり)	12	17	66.9	79	84.8	90	70.0	
ビタミンC	野菜類	根菜類	ゆでる・煮る (ゆで汁なし)	29	1.3	42.9	50	62	85	51.6	
ビタミンC	野菜類	根菜類	炒める・揚げる	11	62	63.5	69	86.5	97	74.1	
ビタミンC	野菜類	根菜類	漬物 (塩漬、酢漬)	6	58	61.5	72	81	86	71.7	
ビタミンC	野菜類	果菜類	ミキサー・ゆでる・他 (果菜類全)	108	7.2	46	74	88.2	125	66.3	
ビタミンC	野菜類	果菜類	ミキサー (非加熱、水さらし含む)	25	14	39	87	97.9	125	72.3	
ビタミンC	野菜類	果菜類	加熱ペースト・ミキサー食・他	32	19.1	41.8	49.2	55.5	89.9	51.8	
ビタミンC	野菜類	果菜類	ゆでる・ブランチング・他	15	27	48.6	64	87.0	96	66.6	
ビタミンC	野菜類	果菜類	炒める・揚げる	7	23	65.5	74	86.5	92	70.4	
ビタミンC	野菜類	果菜類	漬物 (塩漬、酢漬)	14	69	75.5	82.5	87.8	94	82.1	
ビタミンC	野菜類	未熟豆・未熟穀類	ゆでる・炒める・他 (未熟豆・未熟穀類全)	52	6.35	48	67	87	100	65.0	
ビタミンC	野菜類	未熟豆・未熟穀類	冷凍・保存	10	6.35	30.3	53.5	86	92	53.9	
ビタミンC	野菜類	未熟豆・未熟穀類	ゆでる・ブランチング	26	31	44.3	55	84.3	96	61.2	
ビタミンC	野菜類	未熟豆・未熟穀類	ゆでる・ブランチング (ゆで汁あり)	9	49	50	52	87	96	67.6	
ビタミンC	野菜類	未熟豆・未熟穀類	ゆでる・ブランチング (ゆで汁なし)	17	31	37	58	70	95.2	57.8	
ビタミンC	野菜類	未熟豆・未熟穀類	炒める・揚げる	13	54	65	80	83	94	75.0	
ビタミンC	野菜類	山菜類	ゆでる・揚げる・他 (山菜類全)	42	21	35.3	46.5	65.8	91	51.2	
ビタミンC	野菜類	山菜類	ゆでる	24	28	41.3	49	67	83	53.4	
ビタミンC	野菜類	山菜類	揚げる・炒める	18	21	34	38.5	62	91	48.3	
ビタミンC	きのこ類		電子レンジ・蒸す・他 (全)	29	5	100	165	275	875	218.3	4, 33
ビタミンC	きのこ類		ゆでる・電子レンジ・他 (ゆで汁含む)	20	5	33	100	218.8	875	191.0	
ビタミンC	きのこ類		蒸す	9	100	178	217	300	750	279.1	

※1 書いてある以外の調理法も含む場合、多い方から記述した上で少ないものは「他」と記述。

食品群中の小分類や調理法の違いにかかわらず、当該栄養素・当該食品群の全測定を含む場合は (全) と記述。

内数に当たる場合は、調理法名を1文字分下げて記述。

※2 10以上の測定値から中央値を算出している場合はセルに網掛した。

表5 ビオチン・パントテン酸・ナイアシン・葉酸の調理後残存率代表値一覧

栄養素	食品群	食品群 小分類	調理法 ※1	検討 測定数	最小値	25% 値	中央値 ※2	75% 値	最大値	平均値	引用文献番号
ビオチン	肉類		焼く・蒸す (全)	13	38	50	61	69.0	375	86.1	4
ビオチン	野菜類		蒸す・ゆでる (全)	8	79	89.8	103	112.3	117	100.8	4
パントテン酸	豆・豆製品		缶詰・冷凍・他 (全)	8	15	25.3	28.5	41.3	74	35.3	4
パントテン酸	野菜類		冷凍・缶詰・他 (全)	33	18	43	66	81.0	117	63.5	4
パントテン酸	野菜類		冷凍	13	37	43	59	78.0	83	60.7	
パントテン酸	野菜類		缶詰	10	18	35.3	43	61.8	71	45.3	
パントテン酸	野菜類		蒸す	6	63	77.5	95.5	99.3	117	90.5	
パントテン酸	野菜類	根菜類		7	46	61	67	79.5	93	69.6	
パントテン酸	野菜類	未熟豆・未熟穀類		5	39	41	55	71	81	57.4	
パントテン酸	野菜類	葉茎菜類		14	18	39.3	62	76.5	100	58.9	
パントテン酸	魚介類		缶詰・冷凍・他 (全)	16	42	61	73.5	97.0	288	88.8	4, 44
パントテン酸	肉類		焼く・缶詰・他 (全)	15	30	65.5	86	91.5	111	77.7	4
ナイアシン	穀類		炊飯・製パン・他 (全)	27	4	48.5	88	107	390	89.0	4, 45, 47
ナイアシン	穀類	日本のこめ	炊飯	8	20	48	90	105.5	390	111.8	
ナイアシン	穀類	こむぎ		6	105	106.8	118.5	133.3	172	125.8	
ナイアシン	いも類		ゆでる・焼く・他 (全)	20	67	89.3	94	98	104	91.8	4
ナイアシン	いも類		ゆでる	12	67	85.8	91	98.3	100	89.9	
ナイアシン	いも類		ゆでる (ゆで汁あり)	5	87	90	92	98	99	93.2	
ナイアシン	いも類	じゃがいも		15	77	90	97	98	104	93.0	
ナイアシン	豆類		蒸す・ゆでる・他 (全)	29	4	73	92	97	109	81.0	4, 46
ナイアシン	野菜類		ゆでる・蒸す・他 (全)	44	27	63.5	71.5	92	114	74.4	4
ナイアシン	野菜類		ゆでる	31	27	60	71	92	114	73.1	
ナイアシン	野菜類		ゆでる (ゆで汁記載なし)	17	27	50	65	69	88	60.7	
ナイアシン	野菜類		ゆでる (ゆで汁あり)	14	58	81.3	92.5	95.8	114	88.2	
ナイアシン	野菜類		蒸す	6	67	70.5	87.5	98.5	100	84.8	
ナイアシン	野菜類	葉茎菜類		15	49	64.5	82	92	114	79.3	
ナイアシン	野菜類	根菜類		16	44	60	67	81.8	100	71.3	
ナイアシン	きのこ類		ゆでる・炒める・他 (全)	5	57	110	183	246	382	195.6	4
ナイアシン	魚介類		焼く・ゆでる・他 (全)	20	46	78.5	90.5	103.5	409	111.9	4
ナイアシン	魚介類	魚類		9	53	85	94	103	131	93.0	
ナイアシン	肉類		焼く・揚げる・他 (全)	36	36	75.5	90	100	117	86.2	4
ナイアシン	肉類		焼く	10	63	81.8	89	95.8	115	89.5	
ナイアシン	肉類		揚げる	8	74	85.8	96	98	117	93.3	
ナイアシン	肉類		ゆでる	6	36	47	79.5	98.5	111	74.5	
ナイアシン	肉類		電子レンジ加熱	5	68	73	85	91	109	85.2	
ナイアシン	肉類	ぶた		8	41	71.3	81	94.3	103	79.0	
ナイアシン	肉類	うし		17	36	84	93	100	117	90.2	

(次ページに続く)

栄養素	食品群	食品群 小分類	調理法 ※1	検討 測定数	最小値	25% 値	中央値 ※2	75% 値	最大値	平均値	引用文献番号
葉酸	穀類		ゆでる・蒸す・他 (全)	40	4	48.8	71.5	84	141	65.1	4, 14, 47, 50, 52, 53, 56
葉酸	穀類	こめ、強化米		21	4	22	61	76	108	51.7	
葉酸	穀類	小麦粉など		13	57	73	84	97	141	87.5	
葉酸	いも類		ゆでる・オープン焼き・他 (全)	11	6	55	63	84.5	96	61.6	4
葉酸	豆類		ゆでる・蒸す・他 (全)	20	9	39.3	65.5	82.3	154	63.9	4, 50
葉酸	豆類		ゆでる	15	13	38.5	53	75	86	54.9	
葉酸	野菜類		ゆでる・蒸す・他 (全)	80	3	48.8	68.5	89.3	159	66.8	4, 48, 49, 54, 55
葉酸	野菜類		ゆでる	47	5	47.5	68	85	159	66.0	
葉酸	野菜類		ゆでる (ゆで汁あり)	11	10	84.5	105	109	159	90.9	
葉酸	野菜類		ゆでる (ゆで汁記載なし)	36	5	44.5	62	76	116	58.4	
葉酸	野菜類		蒸す	17	3	26	67	100	125	61.6	
葉酸	野菜類	根菜類		14	3	10.3	22.5	33.5	81	29.1	
葉酸	野菜類	花菜類		19	22	56.5	73	98.5	159	78.4	
葉酸	野菜類	未熟豆・未熟穀類		10	64	89.3	91.5	104	121	95.1	
葉酸	野菜類	葉茎菜類		35	6	53.5	68	85	126	68.5	
葉酸	魚介類		揚げる・焼く・他 (全)	7	26	40.5	54	73.0	87	56.3	4
葉酸	魚介類	魚類		6	26	39.3	48.5	66	76	51.2	
葉酸	肉類		焼き、グリル・他 (全)	27	4	48.8	74.5	84	141	66.0	4, 51
葉酸	肉類		フライパン焼き	8	9	18.3	34.5	42.8	93	36.1	
葉酸	肉類		オープン焼き・グリル	9	12	58	78	92	100	66.2	
葉酸	肉類	うし		8	14	21	38	82.5	93	49.6	
葉酸	卵類		ゆでる・揚げる・他 (全)	14	35	65.3	83.5	94	106	78.9	
葉酸	卵類	鶏卵		7	35	66.5	83	92	100	76.4	4, 48

※1 書いてある以外の調理法も含む場合、多い方から記述した上で少ないものは「他」と記述。

食品群中の小分類や調理法の違いにかかわらず、当該栄養素・当該食品群の全測定を含む場合は (全) と記述。

内数に当たる場合は、調理法名を1文字分下げて記述。

※2 10以上の測定値から中央値を算出している場合はセルに網掛した。

日本人の食事摂取基準における糖類基準値の策定上・活用上の課題—諸外国の摂取基準と日本の現状をふまえて

研究協力者 藤原綾^{1,2,3}

研究分担者 朝倉敬子⁴

研究代表者 佐々木敏²

¹ 国立国際医療研究センター臨床研究センター疫学・予防研究部

² 東京大学大学院医学系研究科社会予防疫学分野

³ 医薬基盤・健康・栄養研究所栄養疫学・食育研究部

⁴ 東邦大学医学部社会医学講座衛生学分野

【研究要旨】

本稿の目的は、日本人の食事摂取基準(2025年版)における糖類の基準値策定を検討するため、諸外国の糖類摂取基準の概要を把握し、糖類基準値の策定上・活用上の課題を整理することである。2022年11月～2023年2月の間に12の国・地域(アメリカ・カナダ、イギリス、フランス、ドイツ、オランダ、北欧諸国、オーストラリア、中国、台湾、韓国、欧州連合、世界保健機関)を対象として、糖類摂取基準の策定年、糖類の種類、指標の種類、基準値、年齢区分、対象疾患、摂取量の代表値の情報を抽出した。この情報と日本の現状を鑑みて日本における類基準値の策定上・活用上の課題を整理した。調査対象のうち9つの国・地域が糖類摂取基準を策定しており、そのほとんどが小児と成人に対して、食品加工・調理中に添加された added 又は free sugars の摂取量を総エネルギー摂取量の10%未満又は5%未満にするよう推奨していた。対象疾患としては齲蝕、肥満、糖尿病、脂質異常症、メタボリックシンドローム、がんのような慢性疾患のほか、必須栄養素の摂取量との関連が挙げられていた。日本における糖類基準値の策定と活用には際しては、糖類の定義、基準値の設定、対象疾患の選定、摂取実態のアセスメント等について、糖類特有の課題や日本独自の課題が存在することが明らかになった。日本人の食事摂取基準(2025年版)においてはこれらの課題をふまえて糖類基準値の策定を検討する必要があると考えられる。

A. 背景と目的

糖の健康影響はその重合度によって異なる。単糖類(ぶどう糖、果糖、ガラクトース)及び二糖類(しょ糖、麦芽糖、乳糖、トレハロース)からなる糖類が肥満や齲蝕の原因であることは広く知られており、諸外国や世界保健機関(WHO)をはじめとする策定機関は食品加工又は調理中に加えられる糖類を対象として摂取量に対する基準値を設けている^(1,2)。日本人の食事摂取基準(以下、食事摂取基準とする)では2015年版から基準値の策定について言及があるものの⁽³⁾、日本人における糖類の健

康影響は十分に明らかになっていないとして、2015年版⁽³⁾、2020年版⁽⁴⁾では基準値の策定が見送られている。その背景としては、日本食品標準成分表(以下、食品成分表とする)^(5,6)に各糖の値が収載されたのが比較的最近のことであり、値が未収載の食品も多く、それにより日本人の糖類の摂取実態の把握がまだまだ困難であることが指摘されている⁽⁴⁾。しかし、その健康影響や諸外国における基準値策定の状況を考慮すると、日本においても糖類基準値の策定に資する研究を進める必要がある。

そこで本稿の目的は、食事摂取基準(2025

年版)における糖類基準値の策定を検討するため、まず諸外国の糖類摂取基準の概要を把握することとした。そのうえで把握した内容をもとに日本における糖類基準値の策定上・活用上の課題を整理した。

B. 方法

B-1. 諸外国の糖類摂取基準の概要の把握

食事摂取基準(2020年版)の策定時の報告書⁽⁷⁾を参照し、12の国・地域(アメリカ・カナダ、イギリス、フランス、ドイツ、オランダ、北欧諸国、オーストラリア、中国、台湾、韓国、欧州連合(EU)、WHO)を対象として糖類摂取基準を調査した。2022年11月～2023年2月の間に、調査対象の国・地域の食事摂取基準の策定を担当している公的機関あるいは栄養分野の学会のウェブサイト Google で検索し情報収集を行った。ウェブサイトに糖類摂取基準の情報が存在しない場合は書籍版の摂取基準を参照した。複数年度の摂取基準が存在する場合は最新の基準を参照した。今回の調査では栄養素レベルの糖類摂取基準を主な対象とし、食品レベルの摂取基準(food-based dietary guideline)は必要に応じて参照した。糖類摂取基準からは、策定年、糖類の種類、指標の種類、基準値、年齢区分、対象疾患、摂取量の代表値に関する情報を抽出した。糖類摂取基準の言語が英語以外の場合は Google 翻訳で日本語に翻訳しその内容を参照した。

B-2. 糖類基準値の策定上・活用上の課題の整理

諸外国の糖類摂取基準の概要をふまえて、食事摂取基準(2020年版)⁽⁴⁾と食品成分表2020年版⁽⁶⁾を参照して、糖類の基準値の策定上・活用上の課題を整理した。

C. 結果

調査対象国・地域のうち糖類摂取基準が策定されていたのはアメリカ・カナダ^(8,9)、イギリス

⁽¹⁰⁾、フランス⁽¹¹⁾、ドイツ⁽¹²⁾、北欧諸国⁽¹³⁾、中国⁽¹⁴⁾、韓国⁽¹⁵⁾、EU⁽¹⁶⁾、WHO⁽¹⁷⁾の9つの国・地域だった(表1)。台湾の食事摂取基準⁽¹⁸⁾では糖類の健康影響や諸外国の摂取基準について言及があったものの、基準値の策定は行われず、その理由の説明もなかった。オランダ⁽¹⁹⁾、オーストラリア⁽²⁰⁾では食事摂取基準において糖類への言及はなかった。

C-1. アメリカ・カナダ

アメリカ・カナダの食事摂取基準⁽⁸⁾は、食品加工又は調理中に添加された糖類やシロップである added sugars について基準値を定めている。Added sugars には白砂糖、ブラウンシュガー、コーンシロップの他、蜂蜜やメープルシロップが含まれるが、牛乳中の乳糖や果物中の果糖のような天然に存在する糖類は含まれない。2005年の摂取基準では、他のエネルギー産生栄養素については慢性疾患のリスクを低減させる摂取量の範囲として Acceptable Macronutrient Distribution Ranges (AMDR)を定めているが、added sugars については摂取量の上限値を定めた Maximal Intake Level として、成人と小児の added sugars 摂取量を総エネルギー摂取量の25%以下にするよう推奨している。この基準値は必須微量栄養素の摂取量を十分に確保することを目的としており、一部のアメリカ人集団において added sugars 摂取量が25%エネルギーを超えるといくつかの微量栄養素が減少したという根拠に基づく。一方で、齲蝕、がん、肥満、高脂血症のリスクに関する利用可能なデータに基づいて total sugars あるいは added sugars に耐用上限量(Upper Intake Level)を設定する十分な根拠がないことから、耐用上限量は設定されなかった。

アメリカでは食品レベルの摂取基準⁽⁹⁾も added sugars を含むいくつかの栄養素について基準値を定めている。2020年の摂取基準では2歳以上については added sugars 摂取量を

10%エネルギー未満にすること、2歳未満については added sugars を含む食品・飲料の摂取を避けることを推奨している。10%エネルギー未満という値は、食品と栄養素の摂取基準を必要なエネルギー範囲で満たす健康的な食事パターンにおいて、許容される摂取量として設定された。具体的には、食品と栄養素の摂取基準を満たすために総エネルギー摂取量の85%が必要であったため、残りの15%エネルギーに対して飽和脂肪酸の摂取基準と added sugars の摂取実態を考慮して設定された。Added sugars の性・年代別の摂取量の分布は、平均値については104 kcal/日(12~23ヵ月の乳児)~348 kcal/日(31~59歳の男性)、基準値(10%エネルギー)を超えている対象者の割合については51%(授乳婦)~80%(5~8歳の男児)であった(表2)。

C-2. イギリス

イギリスの炭水化物摂取基準⁽¹⁰⁾は、製造者、調理者、消費者が加えた単糖類及び二糖類に加えて、蜂蜜やシロップ、無加糖の果汁に天然に存在する糖類を含めた free sugars について基準値を定めている。Free sugars には牛乳や乳製品に天然に存在する乳糖は含まれない。2015年の摂取基準は2歳以上を対象として、free sugars の Average Population Intake を総エネルギー摂取量の5%エネルギー未満にするよう推奨している。基準値はエネルギー摂取量の減少と齲蝕リスクの低減を目的としており、特に5%エネルギー未満という値はエネルギー摂取量の減少を根拠としている。大多数の個人においてエネルギー摂取量を100 kcal(418 kJ)減少させると中程度の体重減少につながると推定されており、この値を free sugars 摂取量に換算すると約5%エネルギーの減少が必要となる(メタアナリシスから得られた糖類摂取量1%エネルギーあたりのエネルギー摂取量の変化量(78 kJ/日)を用いて算出した:418/78=0.054)。改定前の糖類の基準値

が10%エネルギー未満であることから、この値を差し引いて5%エネルギー未満を基準値とした。この他に小児と成人を対象として加糖飲料の摂取を最小限にするよう推奨しており、この推奨は2型糖尿病と肥満のリスクの低減を目的としている。なお2015年の摂取基準で初めて free sugars の定義が導入されたことから、摂取量の代表値としてはそれ以前の食事摂取基準や全国調査で使用されていた non-milk extrinsic sugars (牛乳及び乳製品に含まれる乳糖を除く、食品の細胞外に存在する糖類)の値が記載されている。Non-milk extrinsic sugars の性・年代別の平均摂取量の分布は46.2 g/日(65歳以上の女性)~84.0 g/日(19~64歳の男性)であった(表3)。

C-3. フランス

フランスの食事摂取基準^(11,21)は、2016年に成人を対象として total sugars (乳糖とガラクトースを除く)の摂取量の最大値を100 g/日にするよう推奨している。摂取基準では total sugars は単糖類と二糖類、及び類似のぶどう糖または果糖シロップが消化、吸収、または代謝されたものとして定義されている。現在利用可能なデータでは食品中に天然に存在する糖類と added sugars の健康影響を区別することは不可能であることから、total sugars を基準値設定の対象とした。乳糖とガラクトースについてはリスクとの関連を十分に確立できなかったため基準値には含めないこととした。基準値は体重増加、血中脂質や尿酸値の上昇、2型糖尿病や特定のがんのリスクとの関連から決定された。特に血中総脂質濃度が有意に上昇した果糖摂取量の最小値が50 g/日であったことをふまえて、果糖50 g はしよ糖100 g に相当すると換算して、total sugars として100 g/日未満という基準値を設定した。この基準値は成人を対象としており、子供や思春期の児童に対しては別途基準値を設ける必要性が指摘されている。Total sugars の性・年代別の摂取量の分布は、

摂取量を多く見積もった場合(シナリオ 1. 表 4)、平均値については 68.2 g/日(55~79 歳の女性)~89.4 g/日(11~14 歳の男児)、基準値(100 g/日)を超えている対象者の割合については 12.3%(55~79 歳の女性)~36.9%(15~17 歳の男児)であった。

C-4. ドイツ

ドイツ語圏(ドイツ、オーストリア、スイス)の食事摂取基準⁽²²⁾では糖類について言及がなかった。一方、ドイツ肥満学会、ドイツ糖尿病学会、ドイツ栄養学会⁽¹²⁾は 2019 年に合同で WHO の糖類摂取基準⁽¹⁷⁾を支持し、free sugars 摂取量が 10%エネルギーを超えないよう推奨している。基準策定の背景としては、加糖飲料の摂取と肥満・2 型糖尿病のリスクや必須栄養素摂取量の減少との関連、ドイツにおける加糖飲料の摂取量の多さ、過体重・肥満の有病率の高さ、肥満の合併症の疾病負荷を挙げている。Free sugars の性・年代別の平均摂取量の分布は、小児(3~18 歳)では 15.2%エネルギー(15~18 歳の男児)~17.5%エネルギー(6~10 歳の男児)であった(表 5)。成人(15~80 歳)の平均摂取量は男性 13.9%エネルギー、女性 13.0%エネルギーであり、このうち 15~18 歳、19~24 歳の平均摂取量が他の年齢区分に比べて高いことが報告されていた(表 5)。

C-5. 北欧諸国

北欧諸国(デンマーク、フィンランド、アイスランド、ノルウェー、スウェーデン)の食事摂取基準⁽¹³⁾は、added sugars について基準値を設定している。Added sugars には、そのまま使用されるか食品の調理又は製造中に添加されるしょ糖、果糖、ぶどう糖、加水分解でんぷん(ぶどう糖液や高果糖液)と、その他の単離された精製糖などが含まれる。2012 年の摂取基準は 6 ヶ月以上を対象として、added sugars の Recommended Intake を 10%エネルギー未満にするよう推奨している。この基準値は食物繊

維と微量栄養素の摂取量を十分に確保することを目的としており、小児と老人ホームの入居者において精製された糖類の摂取量が多い(10~15%エネルギーより多い)と必須栄養素と食物繊維の摂取量に悪影響を与える可能性があることを根拠としている。この他に 2 型糖尿病と過剰な体重増加のリスクとの関連から加糖飲料の摂取を制限すること、齲蝕リスクの低減のために糖類を含む食品の頻繁な摂取を避けることを推奨している。北欧諸国の摂取基準には摂取量の代表値が記載されていなかったため、EU の糖類摂取基準⁽¹⁶⁾に記載されていたデンマーク、フィンランド、スウェーデンの摂取量を参照した。Added sugars の国・性・年代別の平均摂取量の分布は 2%エネルギー(4~12 ヶ月未満のデンマーク人女児)~20%エネルギー(10~14 歳のデンマーク人女児)であった(表 6)。

C-6. 中国

中国の食事摂取基準^(14,23)は、2013 年に added sugars について 4 歳以上を対象として AMDR を 10%エネルギー未満、重量にして 50 g/日にするよう推奨している。しかしながら、糖類の健康影響や諸外国の摂取基準について言及があったものの、added sugars の定義、基準値設定の対象疾患や根拠、摂取量の代表値については記載がなかった。

C-7. 韓国

韓国の食事摂取基準⁽¹⁵⁾は、total sugars(食品に内在する糖類と加工・調理時に添加された糖類の合計)と added sugars(加工・調理時に加えられた糖類)を対象として基準値を設定している。Added sugars の主な摂取源は単糖類、高果糖コーンシロップ、水飴、糖蜜、蜂蜜、水飴、濃縮果汁である。2020 年の摂取基準は Recommended Value として total sugars 摂取量を 10~20%エネルギーにするよう推奨しており、さらに added sugars の最大摂取量が 10%エネ

ルギーを超えないよう推奨している。Total sugars の基準値は、糖類摂取と食事の栄養密度やメタボリックシンドロームとの関係と、韓国人の total sugars の摂取実態を考慮して定めた。具体的には、韓国人を対象とした研究において、total sugars のエネルギー摂取割合が増加するとメタボリックシンドロームの有病率や発症率が増加すること、total sugars 摂取量が 20% 以上の群ではエネルギー、たんぱく質、脂質、ナトリウム、ナイアシンの摂取が減少したことを根拠としている。Added sugars の基準値は、total sugars の摂取源に占める加工食品の割合が高まっている現状を考慮し、WHO の糖類摂取基準⁽¹⁷⁾を根拠として定めた。Total sugars の平均摂取量は、1 歳以上では男性 64.5 g/日、女性 55.6 g/日、19 歳以上では男性 64.3 g/日、女性 53.8 g/日であった(2018 年国民健康栄養統計)。

C-8. EU

EU の糖類摂取基準⁽¹⁶⁾は、added sugars (食品加工又は家庭での調理中に原料として添加された単糖類及び二糖類と食卓でそのまま食べたり食品に加えたりする糖類の合計)と free sugars (蜂蜜、シロップ、果汁、濃縮果汁に天然に存在する糖類と added sugars の合計)について基準値を設定している。2022 年の摂取基準は 1 歳以上を対象として、栄養的に適切な食事という観点から、added sugars 及び free sugars 摂取量を可能な限り少なくするよう推奨している。また added sugars 及び free sugars の摂取量を減らすことで total sugars 摂取量を同程度減少できると指摘している。Added sugars と free sugars の間で健康影響を比較することはできなかったものの、これらの糖類の摂取と齲蝕、肥満、脂質異常症、非アルコール性脂肪肝、2 型糖尿病、高血圧との因果関係が示された。しかし、観察された糖類摂取量の範囲内で齲蝕とこれらの慢性疾患のリスクが増加しない摂取量を特定することができなかったため、

耐用上限量 (Tolerable Upper Intake Level) 又は Safe Level は設定しなかった。糖類の国・年代別の平均摂取量の分布は、free sugars については 1% エネルギー (4~12 ヶ月未満のキプロス人男児・女児、エストニア人男児・女児、スペイン人女児)~23% エネルギー (10~14 歳未満のデンマーク人女児)、added sugars については 0% エネルギー (4~12 ヶ月未満のキプロス人女児)~20% エネルギー (10~14 歳未満のデンマーク人女児)であった(表 7)。

C-9. WHO

WHO の糖類摂取基準⁽¹⁷⁾は、製造者、調理者、消費者が食品や飲料に加える単糖類と二糖類、及び蜂蜜、シロップ、果汁、濃縮果汁に天然に含まれる糖類である free sugars について基準値を設定している。2015 年の摂取基準は生涯を通じて free sugars 摂取量を減らすよう強く推奨 (strong recommendation) している。特に小児と成人を対象として free sugars 摂取量を 10% エネルギー未満にするよう強く推奨 (strong recommendation) し、5% エネルギー未満にするよう条件付きで推奨 (conditional recommendation) している。基準値策定の目的は肥満と齲蝕の予防である。肥満については、成人を対象としたランダム化比較試験のメタアナリシスにおける free sugars 摂取量の減少と体重減少の関連、free sugars 摂取量の増加と体重増加の関連、小児を対象としたコホート研究のメタアナリシスにおける加糖飲料の摂取量と過体重・肥満の関連を根拠としている。齲蝕については、小児を対象としたコホート研究において free sugars 摂取量が 10% エネルギー未満に対して 10% エネルギー以上では齲蝕の発症率が高いこと、日本の 3 つの全国調査において free sugars 摂取量が 5% エネルギー未満では齲蝕の発症がより低かったことを根拠としている。摂取量の代表値は記載がなかった。

D. 考察

D-1. 諸外国の糖類摂取基準の概要

調査対象とした12の国・地域のうち9つの国・地域が糖類の摂取基準を策定していた。摂取基準の策定年は2005～2022年で、アメリカ・カナダの食事摂取基準を除き、過去10年以内に定められていた。糖類の種類については、3つの国・地域がそれぞれadded sugars(アメリカ・カナダ、北欧諸国、中国)とfree sugars(イギリス、ドイツ、WHO)を、1つの国・地域がそれぞれtotal sugars(フランス)、total sugarsとadded sugars(韓国)、added sugarsとfree sugars(EU)を対象として基準値を策定していた。指標の種類については、アメリカ・カナダ(Maximal Intake Level)と中国(AMDR)を除き、ほとんどの国・地域では明確な定義のない推奨値(recommendationやそれに準ずる名称)であり、指標の種類を明記していない国もあった。基準値は、フランスとEUを除く7つの国・地域では総エネルギー摂取量に占める割合として設定されており、5%エネルギー未満(イギリス、WHOのconditional recommendation)から25%エネルギー未満(アメリカ・カナダの食事摂取基準)の範囲であった。フランスは100g/日と1日あたりの摂取量として設定しており、EUは基準値の設定が困難であるために摂取量を可能な限り少なくするよう推奨していた。年齢区分については、フランス、ドイツ、韓国を除く6つの国・地域では小児と成人を対象とすることのみが記載されているか、小児の年齢の下限值が提示されていた。ドイツ、韓国については年齢区分の記載がなく、フランスの基準値は成人のみを対象としていた。対象疾患は齲蝕、肥満(エネルギー摂取量、体重を含む)、糖尿病、脂質異常症、メタボリックシンドローム、がんのような慢性疾患のほか、必須栄養素の摂取量との関連を挙げる国・地域が複数あった。摂取量の代表値については、北欧諸国、中国、WHOを除く6つの国・地域が、主に対象国・地域の全国調査から

得られた値を提示していたが、その統計量(平均値、標準偏差、95%値、基準値以上の対象者の割合など)や単位(kcal/日、g/日、%エネルギー、%など)は様々であった。

D-2. 日本における基準値の策定上の課題

D-2-1. 糖類の種類

基準値を策定する糖類の種類、すなわちtotal sugars、added sugars、free sugarsのどれか1つ、あるいは複数を選ぶのか、をまずは検討する必要がある。特にadded sugars及びfree sugarsは食品加工又は調理中に加えられる糖類として定義されるため、特定の摂取源由来の栄養素となる。しかし、食品といわゆる健康食品やサプリメントの別を除き、食事摂取基準において摂取源を限定して基準値を策定している栄養素は存在しない。この点もふまえて策定対象とする糖類を選ぶ必要がある。

Added sugars及びfree sugarsの定義は国や策定機関によって異なるため、その定義にも注意が必要である。Free sugarsについては、WHO⁽¹⁷⁾の定義では果汁と濃縮果汁由来のtotal sugarsが含まれ、イギリス⁽¹⁰⁾とドイツ⁽¹²⁾の糖類摂取基準もこの定義を踏襲していた。しかし、イギリスの糖類摂取基準を定めたScientific Advisory Committee on Nutrition⁽²⁴⁾は、野菜と果物に存在する糖類を区別する科学的根拠はないとして、果汁と濃縮果汁だけでなく100%野菜ジュースと濃縮野菜ジュース由来のtotal sugarsをfree sugarsに含めるよう摂取基準策定の翌年に勧告しており、国民食事栄養調査もこの勧告を踏襲した定義を用いている⁽²⁵⁾。同様にadded sugarsについても、アメリカの食品成分表⁽²⁶⁾では濃縮果汁由来のtotal sugarsのみが含まれるが、アメリカの食品レベルの摂取基準⁽⁹⁾では濃縮果汁だけでなく濃縮野菜ジュース由来のtotal sugarsもadded sugarsに含まれている⁽²⁷⁾。いずれにせよ食事摂取基準においては、糖類の定義について他国の状況を鑑みながら検討すると同時に、そ

の定義を明確に示す必要がある。

糖類の日本語表記についても検討が必要である。食事摂取基準では free sugars の日本語表記は「遊離糖類」になっているが、total sugars、added sugars も含めて糖類の日本語表記はいまだ定まっていない。なお中国⁽¹⁴⁾及び韓国⁽¹⁵⁾の食事摂取基準では total、added、free に対して「総」、「添加」、「遊離」の漢字またはそれに対応するハングルがそれぞれあてられている。

D-2-2. 指標の種類

食事摂取基準では糖類の「目標量」を定めるための研究の必要性が指摘されている。糖類は欠乏症の危険性がある必須栄養素ではないため、推定平均必要量や推奨量、目安量としての設定は適当ではないと考えられる。諸外国の糖類摂取基準においても、Maximal Intake Level や AMDR のような目標量と同様の指標や、明確な定義はないものの慢性疾患を対象とした指標を設定している。このことも、生活習慣病の発症予防を目的とした目標量を定めることは妥当であると考えられる。

D-2-3. 基準値

糖類はエネルギー産生栄養素のため、ほとんどの国・地域が総エネルギー摂取量に占める割合(%エネルギー)として基準値を設定しているが、フランスのように1日あたりの摂取量(g/日)として基準値を設定することも可能である。このため、どちらの単位(あるいは両方)を使用するのかを検討する必要がある。そのうえで、基準値の数値については対象疾患との関連と諸外国の糖類摂取基準の値をふまえて、日本人の摂取実態を考慮して設定する必要がある。

WHO の糖類摂取基準⁽¹⁷⁾は、摂取量が基準値よりも低い国においては摂取量を増加させるべきではないと勧告している。日本人の free sugars の平均摂取量(男性/女性)は、幼児(18

～35ヵ月)で6.1/6.9%エネルギー、小児(3～6歳)で7.6/7.7%エネルギー、学童(8～14歳)で5.8/6.0%エネルギー、成人(20～69歳)で6.1/7.4%エネルギーであった⁽²⁸⁾。これら摂取量は、WHO の conditional recommendation (5%エネルギー未満)よりは高いが、strong recommendation (10%エネルギー未満)よりは低い。このため、基準値を策定したことにより現状よりも摂取量が増加しないよう注意が必要である。

D-2-4. 年齢区分

食事摂取基準では全ての栄養素において年齢区分が共通であるが、諸外国の食事摂取基準では栄養素によって年齢区分が異なる。糖類については、ほとんどの国・地域が総エネルギー摂取量に占める割合(エネルギー%)として摂取量を設定していることもあり、小児と成人のみの年齢区分で同じ基準値を設定するか、小児と成人で年齢区分を分けていなかった。このため、日本においても年齢区分別に異なる基準値を設定する根拠は乏しいと考えられる。一方で、糖類摂取量と微量栄養素や食物繊維の摂取量との関連が報告されていることから、エネルギー摂取量が少ない小児や高齢者においては、これらの必須栄養素の摂取量が少なくなりすぎないように注意する必要がある。

D-2-5. 対象疾患

日本人の食事摂取基準では目標量の設定対象を高血圧、糖尿病、脂質異常症、慢性腎疾患に限定している。一方で諸外国の糖類摂取基準では、肥満や齲蝕、微量栄養素摂取との関連も対象疾患に含まれている。このため、日本において糖類基準値を策定する際には、対象疾患の範囲についても検討が必要であると考えられる。

D-3. 日本における基準値の活用上の課題

D-3-1. 食品成分表に起因する課題

糖類基準値の活用上の一番の課題は、食品成分表に策定の対象となる糖類の食品中含有量が未記載のため、日本人を対象として食事調査による糖類摂取状況のアセスメントが不可能なことである。

Total sugars については、食品成分表に食品中含有量が記載されていないものの、その定義から単糖類と二糖類の食品中含有量の合計値として算出することが可能である。しかし、2015年版に比べて2020年版では炭水化物成分表の記載食品は増えたものの、他の栄養素に比べて各糖の含有量が未記載の食品は多い。このため、total sugars 摂取量は重量(g)と総エネルギー摂取量あたりの割合(%)のどちらの方法で示したとしても過小評価の可能性はある。各糖の食品中含有量が存在する場合でも、分析値ではなく他国の成分表からの借用値の場合は、食品中含有量の各国間の差異を考慮していないことになる。さらに、分析値が存在する場合でも、食品によっては含有量の算出に使用する方法が利用可能炭水化物とtotal sugars で異なる可能性がある。利用可能炭水化物の食品中含有量は大きく分けて単糖等量(質量計)と差引き法による値が存在する(注:単糖等量は各糖の質量に換算係数を乗じて単糖としての質量に換算した値(の合計値)。質量計は各糖の質量の合計値であり、単糖への換算係数を乗じない)。日本食品標準成分表のエネルギー値の計算においては、両方の方法による値が存在する場合は単糖等量の値を参照しているが、Horwitz式による評価基準が範囲外の食品については差引き法による値を使用している⁽⁶⁾。炭水化物の食品中含有量を計算する際にはエネルギー値の計算に使用した値を使用することが推奨されているが^(29,30)、total sugars の食品中含有量は差引き法では算出できない。このため、当該食品については、利用可能炭水化物については差引き法の値、total sugars について

は単糖等量の値(あるいは単糖等量を質量に換算した値)を参照することになり、食品中含有量の算出方法が異なる食品が出てきてしまう。また糖類以外の成分値の更新もtotal sugars 摂取量の推定値(%エネルギー)に影響を与える。食品成分表2015年版追補2018年⁽³¹⁾から食物繊維の分析方法がプロスキー変法からAOAC.2011.25法に更新されはじめたことにより、一部の食品において食物繊維の食品中含有量が更新され、それに伴いエネルギーの食品中含有量も更新された。この更新は順次行われるため、改訂によってtotal sugars の食品中含有量が変更されなくても、総エネルギー摂取量に占めるtotal sugars 由来のエネルギー摂取量の割合(%エネルギー)の推定値はこの更新に伴って見かけ上変化する状態が続くことが予測される。

Added sugars 及びfree sugars については、食事摂取基準と同様に摂取源に関する課題があることから、記載の可否をまず検討する必要がある。前述の通り、total sugars は食品中に含まれる糖類の合計量であるが、added sugars 及びfree sugars は糖類の中でも食品加工又は調理中に加えられる糖類と定義される。このため、ある果物(生果)100gあたりの糖類含有量(=単糖類及び二糖類の含有量の合計値)が10gであった場合、その果物のtotal sugars 含有量は100gあたり10gとなる。その一方で、この糖類は加工や調理中に加えられたものではなく該当の果物にもともと存在するもののため、該当の果物のadded sugars 及びfree sugars の含有量は100gあたり0gとなる。一方で、果物とグラニュー糖で作ったジャムを例に挙げると、そのtotal sugars 含有量は当該のジャムの糖類含有量と等しくなるが、added sugars 及びfree sugars の含有量はジャムの製造過程で添加されたグラニュー糖由来の糖類の重量となり、total sugars 含有量よりも少ない値となる。このように同じ食品内に含まれる糖類という同じ栄養素について、由来する食品(該当食品

そのものあるいは原材料)を考慮して含有量を示すことになるが、同様の扱いをしている栄養素は存在しないことから、収載の可否を検討する必要があると考える。収載する場合も、**added sugars** 及び **free sugars** は通常天然に存在する糖類と化学的に区別することが不可能である。このため、上記の通り該当食品の原材料組成と原材料中の **total sugars** の含有量をもとに、**added sugars** と **free sugars** の食品中含量を推定する方法論⁽³²⁾が必要となる。しかし、対象となる収載食品について原材料組成の情報が入手できない可能性や、対象食品のリニューアルにより得られた情報が実際の原材料組成を反映しない可能性がある。また **added sugars** 及び **free sugars** の食品中含量を推定する過程において、仮定(例:特定の原材料や糖類の割合に対する仮定)及び主観的な判断(例:類似食品からの借用値を使用する場合)を行う必要がある⁽³²⁾、それによる誤差が発生する可能性がある。加えて **total sugars** の食品中含量を参照することから、前述の **total sugars** に関する課題も考慮する必要がある。

D-3-2. 食事摂取状況のアセスメントにおける課題

他の栄養素同様、糖類の摂取状況のアセスメントにおいても測定誤差が存在する。特に糖類の摂取源となる食品に着目すると、健康的ではないとみなされる摂取源(加糖飲料、菓子類など)は意図的な過小申告の可能性のある一方で、健康的とみなされる摂取源(野菜や果物など)は過大申告の可能性がある。加えて、食事と食事の間に摂取される食品(菓子類など)や飲料、食卓で使用される砂糖やシロップ、調味料は過小申告されやすい。これにより、特定の摂取源由来の糖類の種類と摂取量の推定値の両方に申告誤差が生じる可能性がある。その結果、**added sugars** や **free sugars** については過小評価の可能性が高いこと⁽¹⁶⁾、一方で **total sugars** については相反する方向の

申告誤差が存在することから誤差の方向(過大・過小)やその大きさを予測することは困難であること⁽¹⁶⁾、に留意が必要である。

E. 結論

本稿では諸外国の糖類摂取基準の概要に関する情報収集を行い、その内容と日本の現状を鑑みて、日本における糖類基準値の策定上・活用上の課題を整理した。調査対象とした12の国・地域のうち9つの国・地域が糖類摂取基準を策定しており、そのほとんどが食品加工・調理中に添加された **added sugars** 又は **free sugars** を対象として、小児と成人に対して摂取量を総エネルギー摂取量の10%未満又は5%未満にするよう推奨していた。糖類摂取基準の対象疾患としては齲蝕、肥満、糖尿病、脂質異常症、メタボリックシンドローム、がんのような慢性疾患のほか、必須栄養素の摂取量との関連が挙げられていた。摂取量の代表値については、主に対象国・地域の全国調査から得られた値を提示していたが、その統計量や単位は様々であった。糖類基準値の策定と活用にあたっては、糖類の定義、基準値の設定、対象疾患の選定、摂取実態のアセスメント等について、糖類特有の課題や日本独自の課題が存在することが明らかになった。食事摂取基準(2025年版)においてはこれらの課題をふまえて糖類基準値の策定を検討する必要があると考えられる。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表
なし
2. 学会発表
なし

H. 知的所有権の出願・登録状況

1. 特許取得
なし
 2. 実用新案登録
なし
 3. その他
なし
- I. 参考文献
- 1) Buyken, A.E., Mela, D.J., Dussort, P., et al.: Dietary carbohydrates: a review of international recommendations and the methods used to derive them, *Eur. J. Clin. Nutr.*, **72**, 1625–1643 (2018)
 - 2) Erickson, J., Sadeghirad, B., Lytvyn, L., et al.: The Scientific Basis of Guideline Recommendations on Sugar Intake: A Systematic Review, *Ann. Intern. Med.*, **166**, 257–267 (2017)
 - 3) 菱田明, 佐々木敏: 日本人の食事摂取基準(2015年版) (2014) 第一出版, 東京
 - 4) 伊藤貞嘉, 佐々木敏: 日本人の食事摂取基準(2020年版) (2020) 第一出版, 東京
 - 5) 文部科学省科学技術・学術審議会資源調査分科会: 日本食品標準成分表 2015年版(七訂)炭水化物成分表編 (2015) 全国官報販売協同組合, 東京
 - 6) 文部科学省科学技術・学術審議会資源調査分科会: 日本食品標準成分表 2020年版(八訂)炭水化物成分表編 (2020) 蔦友印刷, 長野
 - 7) 佐々木敏: 平成 29~30 年度厚生労働科学研究費補助金疾病・障害対策研究分野循環器疾患・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(2020年版)の策定に資する代謝性疾患の栄養評価並びに各栄養素等の最新知見の評価に関する研究」報告, <https://mhlw-grants.niph.go.jp/project/27119> (2023 年 2 月 28 日)
 - 8) Food and Nutrition Board of Institute of Medicine: Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids (2005) The National Academies Press, Washington, D.C.
 - 9) U.S. Department of Agriculture, U.S. Department of Health and Human Services: Dietary Guidelines for Americans, 2020-2025. 9th Edition (2020) <https://www.dietaryguidelines.gov/> (2023 年 2 月 28 日)
 - 10) Scientific Advisory Committee on Nutrition: Carbohydrates and Health (2015) <https://www.gov.uk/government/publications/sacn-carbohydrates-and-health-report> (2023 年 2 月 28 日)
 - 11) ANSES: Opinion of the French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety on the establishment of recommendations on sugar intake (2016) <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2012SA0186EN.pdf> (2023 年 2 月 28 日)
 - 12) Ernst, J.B., Arens-Azevêdo, U., Bitzer, B., et al.: Quantitative recommendation on sugar intake in Germany, Short version of the consensus paper by the German Obesity Society (DAG), German Diabetes Society (DDG) and German Nutrition Society (DGE), *Ernahrungs Umschau*, **66**, 26–34 (2019)
 - 13) Norden: Nordic Nutrition Recommendations 2012. 5th ed. (2014) <http://norden.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A704251&dsid=-5333> (2023 年 2 月 28 日)
 - 14) 中国营养学会: 中国居民膳食营养素参考摄入量. 2013 版 (2014) 科学出版, 北京 (中国語)

- 15) 보건복지부, 한국영양학회: 2020 한국인영양소섭취기준 (2020)
http://kns.or.kr/fileroom/FileRoom_view.asp?mode=mod&restring=%252FFileRoom%252FFileRoom%252Easp%253Fsearch%253D0%253D%253Dxrow%253D10%253D%253DBoardID%253DKdr%253D%253Dpage%253D2&idx=108&page=2&BoardID=Kdr&xsearch=1&cn_search= (2023年2月28日) (韓國語)
- 16) EFSA Panel on Nutrition, Novel Foods and Food Allergens, Turck, D., et al.: Tolerable upper intake level for dietary sugars, *EFSA journal*, **20**, e07074 (2022)
- 17) World Health Organization: Guideline: Sugars intake for adults and children, http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/149782/1/9789241549028_eng.pdf?ua=1 (2023年2月28日)
- 18) 衛生福利部國民健康署:「國人膳食營養素參考攝取量」第八版,
<https://www.hpa.gov.tw/Pages/Detail.aspx?nodeid=4248&pid=12285> (2023年2月28日) (中國語).
- 19) The Health Council of the Netherlands: Publications,
<https://www.gezondheidsraad.nl/en> (2023年2月28日)
- 20) Australian Government National Health and Medical Research Council, New Zealand Government Ministry of Health: Nutrient Reference Values for Australia and New Zealand,
<https://www.nrv.gov.au/home> (2023年2月28日)
- 21) Tappy, L., Morio, B., Azzout-Marniche, D., et al.: French recommendations for sugar intake in adults: A novel approach chosen by ANSES, *Nutrients*, **10**, 989 (2018)
- 22) Ernährung DG für, Ernährung ÖG für, Ernährung SG für: Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr,
<https://www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/> (2023年2月28日) (ドイツ語)
- 23) Chinese Nutrition Society: Dietary Reference Intake, <http://en.cnsoc.org/DRIs/> (2023年2月28日)
- 24) Scientific Advisory Committee on Nutrition: Minutes of the 48th Meeting,
<https://app.box.com/s/ivriwaemf7fgeo9a17xdmv167c4uvteu/file/106585193169> (2023年2月28日)
- 25) Swan, G.E., Powell, N.A., Knowles, B.L., et al.: A definition of free sugars for the UK, *Public Health Nutr.*, **21**, 1–3 (2018)
- 26) Bowman S.A, Clemens J.C, Friday J.E, et al.: Food Patterns Equivalents Database 2017-2018: Methodology and User Guide,
<http://www.ars.usda.gov/nea/bhnrc/fsrg> (2023年2月28日)
- 27) Dietary Guidelines Advisory Committee: Scientific Report of the 2020 Dietary Guidelines Advisory Committee: Advisory Report to the Secretary of Agriculture and the Secretary of Health and Human Services.
https://www.dietaryguidelines.gov/sites/default/files/2020-07/ScientificReport_of_the_2020DietaryGuidelinesAdvisoryCommittee_first-print.pdf (2023年2月28日)
- 28) Fujiwara, A., Murakami, K., Asakura, K., et al.: Estimation of Starch and Sugar Intake in a Japanese Population Based on a Newly Developed Food Composition Database, *Nutrients*, **10**, 1474 (2018)
- 29) 由田克士, 石田裕美, 赤尾正, 他: 日本食品標準成分表の改訂に伴う実践栄養業務ならびに 栄養学研究等に及ぼす影響

- と当面の対応に関する見解, 栄養学雑誌, **79**, 162–173 (2021)
- 30) 食品データベースに関する連絡・検討委員会:「日本食品標準成分表の改訂に伴う実践栄養業務ならびに栄養学研究等に及ぼす影響と当面の対応に関する見解」に関する補足・訂正, 栄養学雑誌, **79**, v (2021)
- 31) 文部科学省科学技術・学術審議会資源調査分科会:日本食品標準成分表2015年版(七訂)追補2018年(2018)全国官報販売協同組合, 東京
- 32) Yeung, C.H.C., Louie, J.C.Y.: Methodology for the assessment of added/free sugar intake in epidemiological studies, *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care*, **22**, 271–277 (2019)

表 1 諸外国の糖類摂取基準

国・地域	策定年	糖類	指標	基準値	年齢区分	対象疾患
アメリカ・カナダ	2005	Added sugars ⁽⁸⁾	Maximal Intake Level	25%E 以下	小児と成人	必須微量栄養素摂取量の確保
	2020	Added sugars ⁽⁹⁾	—	10%E 未満	2 歳以上	健康的な食事パターンで許容される摂取量
イギリス ⁽¹⁰⁾	2015	Free sugars	Average Population Intake	5%E 未満	2 歳以上	エネルギー摂取量の減少、齲蝕リスクの低減
フランス ⁽¹¹⁾	2016	Total sugars ^a	Recommendation	100 g/日未満	成人	体重増加、血中脂質・尿酸値の上昇、2 型糖尿病・特定のがんのリスクとの関連
ドイツ ⁽¹²⁾	2019	Free sugars	—	10%E 未満	—	WHO の糖類摂取基準
北欧諸国 ⁽¹³⁾	2012	Added sugars	Recommended intake	10%E 未満	6 ヶ月以上	食物繊維と微量栄養素の摂取量の確保
中国 ⁽¹⁴⁾	2013	Added sugars	AMDR	10%E 未満 50 g/日未満	4 歳以上	—
韓国 ⁽¹⁵⁾	2020	Total sugars	Recommended value	10~20%E	—	微量栄養素の摂取量やメタボリックシンドロームとの関連、total sugars の摂取実態
EU ⁽¹⁶⁾	2022	Added sugars	Recommended value	10%E 未満	—	WHO の糖類摂取基準 栄養的に適切な食事
		Added and free sugars	—	可能な限り少なく	1 歳以上	
WHO ⁽¹⁷⁾	2015	Free sugars	Strong Recommendation	10%E 未満	小児と成人	肥満、齲蝕
			Conditional Recommendation	5%E 未満	小児と成人	肥満、齲蝕

^a 乳糖とガラクトースを除く。

表 2 アメリカの糖類摂取量⁽⁹⁾

年齢区分	Added sugars			
	平均値 (kcal/日)		10%E 以上(%)	
	男性	女性	男性	女性
12~23 ヲ月 ^a	104		—	—
2~4 歳 ^b	173	158	61	57
5~8 歳 ^b	266	236	80	77
9~13 歳 ^b	322	264	79	78
14~18 歳 ^b	347	277	72	76
19~30 歳 ^b	313	271	62	66
31~59 歳 ^b	348	233	59	63
60 歳以上 ^b	247	213	54	58
妊婦 ^c	—	288	—	70
授乳婦 ^c	—	248	—	51

^a 平均値: National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 2007-2016 の調査 1 日目の重み付き食事摂取データ

^b 平均値: NHANES 2015-2016 の調査 1 日目の重み付き食事摂取データ。10%E 以上の対象者の割合(%): NHANES 2013-2016 の 2 日間の重み付き食事摂取データ

^c 平均値: NHANES 2013-2016 の 20~44 歳の女性における調査 1 日目の重み付き食事摂取データ。10%E 以上の対象者の割合(%): NHANES 2013-2016 の 2 日間の重み付き食事摂取データ。

表 3. イギリスの糖類摂取量⁽¹⁰⁾

年齢区分	人数	Non-milk extrinsic sugars (g/日) ^{a,b}				
		平均値	中央値	標準偏差	2.5%値	97.5%値
男性						
4~10 歳	665	63.0	58.5	29.2	19.5	128.6
11~18 歳	744	84.0	77.9	42.5	18.4	189.3
19~64 歳	1,126	68.4	62.2	41.8	10.8	169.1
65 歳以上	317	58.5	53.1	40.3	8.5	141.7
女性						
4~10 歳	612	58.5	54.8	25.2	18.5	114.1
11~18 歳	753	63.9	59.3	33.9	11.4	142.1
19~64 歳	1,571	49.2	41.6	35.0	5.9	130.9
65 歳以上	436	46.2	39.8	25.5	7.5	117.4

^a 牛乳及び乳製品に含まれる乳糖を除く、食品の細胞外に存在する糖類。その定義にはシロップで煮た果物、ドライフルーツ、缶詰の果物に含まれる糖類の 50%が含まれるため、free sugars よりも食品中含有意量の値が多くなる。

^b National Diet and Nutrition Survey 2008/09–2011/12 の重み付けなしデータ。

表 4. フランスの糖類摂取量⁽¹¹⁾

年齢区分	Total sugars (g/日) ^{a,b}					
	人数	平均値	標準偏差	5%値	95%値	100 g/日以上(%、95%CI)
シナリオ 1 ^c						
男性						
3~10 歳	278	81.6	32.3	40.9	125.4	22.2 (17.1-27.4)
11~14 歳	211	89.4	26.6	46.3	142.0	34.9 (28.2-41.5)
15~17 歳	199	88.0	39.1	33.4	159.1	36.9 (28.1-45.7)
18~34 歳	273	87.5	51.7	26.3	173.5	33.3 (27.9-38.7)
34~54 歳	455	78.5	37.5	28.7	151.4	23.1 (18.7-27.4)
55~79 歳	359	75.0	39.2	26.7	139.5	21.8 (17.1-26.5)
女性						
3~10 歳	296	74.2	26.4	36.9	114.8	15.8 (11.0-20.6)
11~14 歳	245	75.4	27.6	24.1	126.8	19.0 (12.4-25.7)
15~17 歳	226	73.6	29.7	31.3	131.1	13.6 (9.5-17.8)
18~34 歳	416	71.7	31.7	28.3	120.8	13.6 (9.8-17.4)
34~54 歳	682	70.2	28.3	27.0	123.3	15.8 (12.7-18.9)
55~79 歳	439	68.2	27.9	23.5	124.8	12.3 (9.0-15.7)
シナリオ 2 ^d						
男性						
3~10 歳	278	80.9	32.0	40.4	124.8	21.1 (16.1-26.0)
11~14 歳	211	88.4	26.4	45.8	140.8	34.4 (28.0-40.8)
15~17 歳	199	87.0	38.8	32.0	158.5	36.3 (27.6-45.0)
18~34 歳	273	86.4	51.3	25.5	172.2	33.0 (27.7-38.4)
34~54 歳	455	77.2	37.3	27.5	149.9	22.7 (18.4-27.0)
55~79 歳	359	73.6	39.0	25.8	138.2	20.3 (15.6-25.0)
女性						
3~10 歳	296	73.5	26.1	36.4	113.2	15.0 (10.2-19.8)
11~14 歳	245	74.6	27.4	23.7	125.6	17.8 (11.2-24.4)
15~17 歳	226	72.8	29.4	30.7	130.3	12.7 (8.8-16.6)
18~34 歳	416	70.8	31.5	27.5	118.5	13.5 (9.7-17.3)
34~54 歳	682	69.3	28.2	26.7	122.0	15.8 (12.7-18.9)
55~79 歳	439	67.3	27.7	22.6	123.7	12.3 (9.0-15.7)

^a 乳糖を除く。

^b Second French Individual Survey on Food Consumption 2006-07.

^c 乳糖の食品中含有量の平均値が低いと仮定。

^d 乳糖の食品中含有量の平均値が高いと仮定。

表 5. ドイツの糖類摂取量⁽¹²⁾

年齢区分	Free sugars	
	平均値 (%E/日)	
	男性	女性
小児 ^a		
3~5 歳	16.3	16.9
6~10 歳	17.5	17.0
11~14 歳	16.7	16.9
15~18 歳	15.2	15.8
成人 ^b		
15~80 歳	13.9	13.0
15~18 歳	17.8	17.4
19~24 歳	18.5	16.2

^a Dortmund Nutritional and Anthropometric Longitudinally Designed Study.

^b German National Nutrition Survey II 2005-2007. 25 歳以降の年齢区分別摂取量は記載なし

表 6. 北欧諸国の糖類摂取量⁽¹⁶⁾

年齢区分	Added sugars														
	デンマーク					フィンランド					スウェーデン				
	人数	平均値		95%値		人数	平均値		95%値		人数	平均値		95%値	
g/日		%E	g/日	%E	g/日		%E	g/日	%E	g/日		%E	g/日	%E	
男性															
4～12 ヶ月未満	424 ^a	7	3	21	9	247 ^c	11	11	25	32	—	—	—	—	—
12～36 ヶ月未満	449 ^a	22	7	46	15	245 ^c	18	8	36	17	—	—	—	—	—
3～10 歳未満	165 ^b	65	18	139	29	381 ^c	35	10	68	17	744 ^f	64	14	120	24
10～14 歳未満	103 ^b	72	18	169	34	91 ^d	50	10	114	20	518 ^f	62	13	137	23
14～18 歳未満	59 ^b	77	18	—	—	45 ^d	50	10	—	—	—	—	—	—	—
18～65 歳未満	777 ^b	59	13	133	27	585 ^e	42	7	116	18	623 ^g	42	7	102	16
65 歳以上	155 ^b	48	11	131	27	210 ^e	32	6	85	15	169 ^g	38	7	92	14
女性															
4～12 ヶ月未満	402 ^a	5	2	16	7	253 ^c	10	10	26	28	—	—	—	—	—
12～36 ヶ月未満	468 ^a	20	7	41	13	255 ^c	16	8	33	16	—	—	—	—	—
3～10 歳未満	133 ^b	56	18	100	28	369 ^c	31	9	58	16	729 ^f	58	14	106	24
10～14 歳未満	130 ^b	66	20	126	33	107 ^d	37	9	97	22	500 ^f	59	14	126	25
14～18 歳未満	85 ^b	59	18	115	31	63 ^d	38	9	82	17	—	—	—	—	—
18～65 歳未満	962 ^b	51	15	114	33	710 ^e	36	8	87	19	807 ^g	37	8	89	17
65 歳以上	131 ^b	43	13	95	26	203	26	7	64	16	198 ^g	32	7	72	17

^a Danish National Dietary survey among infants and young children 2006-2007.

^b Danish National Dietary survey 2005-2008.

^c Diabetes Prediction and Prevention Nutrition Study 2001-2009.

^d Nutrition and wellbeing of secondary school pupils 2007-2008.

^e National FINDIET 2012 Survey.

^f National Food Administration 2003.

^g Swedish National Dietary Survey - Riksmaten adults 2010-11.

表 7. EU の糖類摂取量⁽¹⁶⁾

年齢区分	Total sugars				Free sugars				Added sugars			
	平均値 ^a		95%値 ^{ab}		平均値 ^a		95%値 ^{ab}		平均値 ^a		95%値 ^{ab}	
	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大
男性 (g/日)												
4~12 ヲ月未満	43	81	81	132	2	19	9	41	1	14	8	35
12~36 ヲ月未満	62	105	96	154	14	68	37	105	10	45	27	92
3~10 歳未満	67	134	101	220	31	86	62	156	23	74	46	139
10~14 歳未満	67	142	130	258	27	104	85	178	22	92	72	178
14~18 歳未満	78	148	146	284	36	109	95	252	30	96	77	174
18~65 歳未満	68	131	132	270	29	86	72	219	24	67	70	163
65 歳以上	59	117	105	206	17	63	51	142	11	51	43	131
女性 (g/日)												
4~12 ヲ月未満	39	87	78	103	1	18	5	44	1	14	4	35
12~36 ヲ月未満	58	100	93	141	11	54	31	104	8	39	21	89
3~10 歳未満	61	116	97	179	29	79	61	135	22	67	49	120
10~14 歳未満	69	126	107	214	31	89	74	156	25	77	59	145
14~18 歳未満	56	118	96	210	25	78	65	177	21	68	58	145
18~65 歳未満	59	119	101	215	24	67	61	166	19	51	50	125
65 歳以上	54	109	96	185	17	53	52	122	13	43	43	95
妊婦	71	97	117	163	32	50	76	113	25	44	66	92
授乳婦	95	112	144	190	50	52	90	118	27	43	60	98
男性 (%E)												
4~12 ヲ月未満	24	44	35	74	1	11	5	32	1	11	4	32
12~36 ヲ月未満	21	33	30	51	4	18	12	40	3	13	8	31
3~10 歳未満	15	36	24	48	7	21	14	34	5	18	11	29
10~14 歳未満	15	34	26	52	8	21	15	37	5	18	11	34
14~18 歳未満	13	34	23	43	8	21	16	37	6	18	13	28
18~65 歳未満	12	29	21	46	5	15	13	32	5	13	12	27
65 歳以上	13	28	24	44	4	14	10	28	3	11	9	27
女性 (%E)												
4~12 ヲ月未満	24	44	37	95	1	10	3	29	0	10	2	28
12~36 ヲ月未満	19	32	31	46	3	17	9	33	2	13	7	27
3~10 歳未満	17	37	22	50	9	21	14	34	6	18	12	28
10~14 歳未満	15	38	22	55	8	23	15	37	6	20	12	33
14~18 歳未満	15	37	23	56	8	22	15	39	6	18	13	31
18~65 歳未満	14	35	24	56	6	18	13	37	4	15	12	33
65 歳以上	14	34	25	49	4	16	11	28	3	13	8	26
妊婦	14	21	23	32	6	10	14	22	5	9	10	20
授乳婦	19	23	30	34	10	10	19	21	6	8	11	18

^a 欧州の調査における各年齢区分の最小及び最大平均値と95%値。

^b 対象者が60人未満の年齢区分は95%値の算出に使用されなかった。

糖類摂取量の健康影響: 検討対象となっている「糖類」と疾患の種類について

研究分担者 朝倉敬子¹

研究協力者 藤原綾^{2,3,4}

研究代表者 佐々木敏³

¹ 東邦大学医学部社会医学講座衛生学分野

² 国立国際医療研究センター臨床研究センター疫学・予防研究部

³ 東京大学大学院医学系研究科社会予防疫学分野

⁴ 国立研究開発法人 医薬基盤・健康・栄養研究所 栄養疫学・食育研究部

【研究要旨】

本稿では、糖類摂取量と健康アウトカムの関連を検討した最近5年間のレビュー論文を収集し、取り上げられている健康アウトカムの種類とその頻度、レビューの結果として述べられている関連の方向性についてまとめることを目的とした。初めに、曝露としての“糖類”の種類について検討した。食事から摂取した糖類摂取量全体(総糖類)を曝露としている論文は少なく、多くの論文では摂取源を限定した遊離糖類もしくは添加糖類を曝露としていた。果糖の健康影響を検討している論文も多かった。記述されていた健康アウトカムは①インスリン抵抗性・耐糖能異常・2型糖尿病、②過体重・肥満、③非アルコール性脂肪性肝疾患の順に多く、これらの疾患については、ほとんどすべての報告で糖類摂取量増加によるリスク上昇が認められると報告されていた。これらの疾患の予防を目的として日本人の食事摂取基準で目標量策定を検討する余地はあるが、日本人集団における糖類摂取量は他国に比して少なく、諸外国とは関連が異なる可能性がある。食品中糖類含有量のデータを整備し、諸外国と同様に曝露評価を実施できるようにした上で、日本人における糖類摂取量の健康影響についてエビデンスを蓄積する必要があると考えられる。

A. 背景と目的

糖類摂取量が健康に何らかの影響を及ぼすという報告は数多くあり、そこで取り上げられている健康影響の種類は様々である。よって、過剰な糖類摂取を防止するために摂取量に基準値を設けている国や組織は複数存在するが、どのような疾患あるいは状態を予防するために基準を設けているのか、その目標は国・組織により異なっている。例えば、WHOは小児と成人において遊離糖類からのエネルギー摂取割合を総エネルギー摂取量の10%未満にするよう推奨しており(1)、これは肥満および齲蝕の予防を目的としている。アメリカ・カナダ(2, 3)および北欧諸国(4)の食事摂取基準では糖

類以外の栄養素が十分に摂取できるかどうか、健康的な食事パターンが維持できるかどうか、といった点から添加糖類からのエネルギー摂取割合を総エネルギー摂取量の10%未満にするよう推奨している。

日本では、糖類摂取量について指標値は定められていない。今後、これを検討するにあたり、指標値策定の根拠となる“予防したい疾患(あるいは健康状態)”を定める必要がある。

そこで本稿では、糖類摂取量と健康アウトカムの関連を検討した最近のレビュー論文を収集し、取り上げられている健康アウトカムの種類とその頻度、レビューの結果として述べられている関連の方向性についてまとめることを目

的とした。

B. 方法

糖類摂取量と健康アウトカムの関連を検討した日本語あるいは英語の systematic review, meta-analysis, review を、2022 年 9 月 6 日に PubMed を用いて検索した。「糖類」には定義を設けず、総摂取量、摂取源別の糖類摂取量（添加糖類、遊離糖類など。添加糖類は食品の調理・加工中に添加された糖類・シロップ、遊離糖類は添加糖類に果汁由来の糖類を加えたものを指す。）、分子構造別の糖類摂取量（単糖類、二糖類、あるいはショ糖、ブドウ糖、果糖など）に関わらず全て収集した。また、糖類摂取量と同じ意味合いで加糖飲料摂取量を曝露として扱っている論文が多く、今回は収集の対象とした。「健康アウトカム」にも制限は設けず、広く情報を収集した。なお、最近 5 年間の論文を収集し、新しく検討されている疾患について情報を収集しやすいようにした。検索式は以下のとおりである。

【Systematic review および Meta-analysis】

((("dietary carbohydrates/adverse effects"[MeSH Terms:noexp] OR "dietary sugars/adverse effects"[MeSH Terms] OR ("added sugars"[Title/Abstract] OR "added sugar"[Title/Abstract]) OR ("free sugars"[Title/Abstract] OR "free sugar"[Title/Abstract]) OR ("non-milk extrinsic sugar"[Title/Abstract] OR "non-milk extrinsic sugars"[Title/Abstract]) OR ("sucrose/adverse effects"[MeSH Terms] OR "sucrose"[Title/Abstract] OR "sucroses"[Title/Abstract] OR "saccharose"[Title/Abstract])) AND (((("health"[MeSH Terms] OR "health"[All Fields] OR "health s"[All Fields] OR "healthful"[All Fields] OR "healthfulness"[All Fields] OR "healths"[All Fields]) AND

("outcome"[All Fields] OR "outcomes"[All Fields])) OR ("adverse effects"[MeSH Subheading] OR ("adverse"[All Fields] AND "effects"[All Fields]) OR "adverse effects"[All Fields]) OR ((("health"[MeSH Terms] OR "health"[All Fields] OR "health s"[All Fields] OR "healthful"[All Fields] OR "healthfulness"[All Fields] OR "healths"[All Fields]) AND ("effect"[All Fields] OR "effecting"[All Fields] OR "effective"[All Fields] OR "effectively"[All Fields] OR "effectiveness"[All Fields] OR "effectivenesses"[All Fields] OR "effectives"[All Fields] OR "effectivities"[All Fields] OR "effectivity"[All Fields] OR "effects"[All Fields])) OR ("disease"[MeSH Terms] OR "disease"[All Fields] OR "diseases"[All Fields] OR "disease s"[All Fields] OR "diseased"[All Fields]))) AND ((y_5[Filter]) AND (review[Filter]) AND (humans[Filter]) AND (english[Filter] OR japanese[Filter]))

【Review(主に narrative review)】

((("dietary carbohydrates/adverse effects"[MeSH Terms:noexp] OR "dietary sugars/adverse effects"[MeSH Terms] OR ("added sugars"[Title/Abstract] OR "added sugar"[Title/Abstract]) OR ("free sugars"[Title/Abstract] OR "free sugar"[Title/Abstract]) OR ("non-milk extrinsic sugar"[Title/Abstract] OR "non-milk extrinsic sugars"[Title/Abstract]) OR ("sucrose/adverse effects"[MeSH Terms] OR "sucrose"[Title/Abstract] OR "sucroses"[Title/Abstract] OR "saccharose"[Title/Abstract])) AND (((("health"[MeSH Terms] OR "health"[All Fields] OR "health s"[All Fields] OR "healthful"[All Fields] OR "healthfulness"[All

Fields] OR "healths"[All Fields]) AND ("outcome"[All Fields] OR "outcomes"[All Fields])) OR ("adverse effects"[MeSH Subheading] OR ("adverse"[All Fields] AND "effects"[All Fields]) OR "adverse effects"[All Fields]) OR (("health"[MeSH Terms] OR "health"[All Fields] OR "health s"[All Fields] OR "healthful"[All Fields] OR "healthfulness"[All Fields] OR "healths"[All Fields]) AND ("effect"[All Fields] OR "effecting"[All Fields] OR "effective"[All Fields] OR "effectively"[All Fields] OR "effectiveness"[All Fields] OR "effectivenesses"[All Fields] OR "effectives"[All Fields] OR "effectivities"[All Fields] OR "effectivity"[All Fields] OR "effects"[All Fields])) OR ("disease"[MeSH Terms] OR "disease"[All Fields] OR "diseases"[All Fields] OR "disease s"[All Fields] OR "diseased"[All Fields])) AND ((y_5[Filter]) AND (meta-analysis[Filter] OR systematicreview[Filter]) AND (humans[Filter]) AND (english[Filter] OR japanese[Filter]))

C. 結果

C-1. Systematic review および Meta-analysis

文献抽出の流れは図 1 に示す。93 編の論文がヒットした。題名と抄録を確認し、以下に当てはまる論文は除外した。

●除外条件

- ①人間対象ではない。
- ②遺伝子や生体内分子を対象にしているなど、明らかな健康アウトカムを扱っていないか、疫学研究ではない。
- ③人工甘味料に関する研究。
- ④疾患の治療に関する研究。
- ⑤栄養素としての糖類摂取量を扱っていない(炭水化物全体の摂取量を扱っているなど)。
- ⑥摂取量と健康影響の関連ではなく、食行動

や政策などの面を扱った研究。

さらに本文を精読し、最終的に 29 編(5-33)の内容をまとめることとした。

C-2. Review(主に narrative review)

文献抽出の流れは図 1 に示す。274 編の論文がヒットした。Systematic review および Meta-analysis の検索の際に抽出された論文と重複する論文は除外した。さらに題名と抄録を確認し、前出の除外条件に当てはまる論文は除外した。その後本文を精読し、最終的に 52 編(34-85)の内容をまとめることとした。

C-3. 抽出論文のまとめ

まず、計 81 篇の論文で扱われている「糖類摂取量」の種類について検討し、表 1 にまとめた。いずれもレビュー論文あるいはメタアナリシスであり、1 つの論文で複数の「糖類摂取量」を扱っている場合が多かったが、複数の種類の「糖類摂取量」を扱っている論文は扱っている糖類のすべてをカウントした。包括的に sugar の語が使用されていても、その内訳(遊離糖類、果糖など)について扱った研究については内訳の方のみカウントした。

摂取源を考慮した分類では、添加糖類を扱った論文が 22 編、遊離糖類を扱った論文は 13 編であり、総糖類を扱った論文は 3 編のみであった。糖類の分子構造別の分類では、果糖・異性化糖を扱った論文が 26 編、ショ糖を扱った論文が 19 編と多かった。加糖飲料を扱った論文も 26 編と多く、また炭水化物の質(refined carbohydrate、または glycemic index/load)を扱った論文も 11 編と比較的多くみられた。

次に、各論文で扱われていた健康アウトカムの種類について検討した。やはり、いずれもレビュー論文あるいはメタアナリシスであったため、1 つの論文で複数の健康アウトカムを扱っている論文が多く、その場合はすべてをカウントし、まとめた(表 2)。多様な健康アウトカムが

抽出されたため、疾患は ICD-10 (疾病及び関連保険問題の国際統計分類第 10 版) に準じて分類した。

単独の疾患 (病態) で最も多くの論文で扱われていたのはインスリン抵抗性・耐糖能異常・2 型糖尿病であり、22 編の論文で触れられていた。次が体重増加・肥満の 21 編、さらに非アルコール性脂肪性肝疾患の 20 編と続いた。ほか、循環器系疾患、歯科疾患 (齲歯) を扱った論文が多かった。

D. 考察

D-1. 曝露としての「糖類」について

摂取源や分子構造を考慮せず包括的に糖類、あるいは総糖類の健康影響を検討している論文は少数であった。日本食品標準成分表には分子構造別 (ブドウ糖、果糖など) の糖類の食品中含有量は掲載されているが、摂取源別 (遊離糖類、添加糖類) の含有量は掲載がない。今回検討した 81 篇の論文のうち、日本から発表されていたのは 1 篇のみ (77) である。この研究は“添加糖類摂取量”と齲歯との関連についての生態学的研究であるが、添加糖類摂取量データの元は国民健康・栄養調査であり、国民健康・栄養調査における“砂糖・甘味料類”の摂取量が添加糖類として掲載されているものと考えられる。調理・加工時に添加された糖類摂取量も考慮する必要があるだろう。今後、日本においても諸外国と比較可能な形で糖類の健康影響を検討してゆくのであれば、遊離糖類や添加糖類の摂取量が推定できるように日本食品標準成分表の整備を行う必要がある。

また、ブドウ糖と果糖は代謝が異なり、そのために健康影響が異なることを述べた論文が複数認められた (7, 18, 25, 60, 70)。特に非アルコール性脂肪性肝疾患では、ブドウ糖ではなく果糖の過剰摂取の影響によるリスク増加について述べた論文があり (60)、元より果糖と非アルコール性脂肪性肝疾患の関連に焦点を絞

った論文 (44, 53, 72, 85) も多かった。

より広い視野から、炭水化物の質を表す 1 つの指標として refined carbohydrate 摂取量や glycemic index, glycemic load を曝露として取りあげている論文も複数認められた (5, 23, 28, 33, 42, 54)。炭水化物に関しても、糖質から食物繊維までという分子の多様性を考えると、たんぱく質 (植物性 vs 動物性) や脂質 (飽和脂肪酸 vs 不飽和脂肪酸) と同様、総体としての摂取量のみならず“質”を検討する必要があると言えるだろう。

さらに、食品からの糖類と飲料からの糖類の健康影響が異なるとする論文 (38) もあり、理由として加糖飲料はそのエネルギー含有量に比して満足感が少ないことが挙げられている。食品摂取量は食事摂取基準の守備範囲外となるが、実生活における食事を考える際には重要な情報であり、日本においても検討の余地はあるものと考えられる。

D-2. 糖類の健康影響の評価: 健康アウトカムの種類と関連の確からしさ

糖類摂取によって引き起こされる健康アウトカムとしては様々なものを取り上げられていた。今回精読した 81 論文中、最も多くの論文で取り上げられていたインスリン抵抗性・耐糖能異常・2 型糖尿病については、ほぼすべての論文で糖類摂取量が多いことによってリスクが上昇するとの記述が認められた。ただし、このリスクの上昇について、糖類そのものの影響によるものではなく、糖類摂取量が増えることに伴ってエネルギー摂取量が増えることによるものであるとする論文もあった (57, 59)。

過体重・肥満についても同様で、大部分の論文において糖類摂取量が多いこととリスク上昇の関連が報告されていた。肥満については加糖飲料摂取量との関連を見た論文、さらに小児について検討した論文が多かった (22, 38, 49, 56, 65, 73, 78)。前述したように、糖類摂取量の影響なのかエネルギー摂取量の影

響なのかには注意が必要であるが(57, 59)、過剰な糖類摂取を抑制することでその分のエネルギー摂取量が減少し、過体重・肥満が解消されるのであれば、実際的には意味のあることと考えられる。

他に報告の多かった疾患として、非アルコール性脂肪性肝疾患が挙げられる。この疾患についても、ほぼすべての報告で糖類摂取量が多くなるとリスクが上がるとされていた。糖類の中でも特に果糖摂取量との関連が指摘されており、果糖にはその分子に特有の肝臓への脂質集積促進作用があることが示唆されている(60)。

内科的疾患とはタイプが違い、かつ報告の多い健康アウトカムとして齲歯がある。齲歯についても、糖類摂取量との関連はすべての報告で肯定されており、考慮する必要のある健康アウトカムと考えられる。

他の健康アウトカムについては、糖類摂取量との関連を肯定する報告も否定する報告もある場合が多い。がんや神経系疾患、消化管疾患などについては、現段階では糖類摂取量との関連があるとするのは困難である。心血管疾患・脳血管疾患についても、肥満や2型糖尿病との関連から糖類摂取量の影響が疑われるが、一部について否定的な論調であったりエビデンス不足を指摘していたりといった論文もあり(25, 30)、さらなる検討が必要と考えられる。

D-3. 健康アウトカム選択に関する考え方

糖類摂取量との関連の検討されている健康アウトカムのうち、報告数および関連の確実性の観点からは、インスリン抵抗性・耐糖能異常・2型糖尿病もしくは過体重・肥満の予防を目指して目標量を検討するのが妥当と言えよう。

非アルコール性脂肪性肝疾患、齲歯も目標量を検討する際の指標となりえる。これまで述べてきたように、これら2疾患の方が、2型糖尿病や肥満に対する糖類の影響よりもむしろ糖

類に特異的な健康影響である(すなわち、エネルギー摂取量の増加を介したものではない)可能性も指摘されている。非アルコール性脂肪性肝疾患については診断に画像検査が必要となる(すなわち、手間がかかる)こと、肥満や2型糖尿病との関連の非常に強い病態であることは考慮する必要がある。齲歯は他の内科疾患とは異なる病態であり、WHOは齲歯予防を目標の一つとして指標値を定めている(1)。日本においても、考慮する余地のある健康アウトカムと言えよう。

日本人を対象とした、糖類摂取量の健康影響、特に総糖類ではなく遊離糖類、添加糖類を曝露とした健康影響の検討は少ない。現段階で糖類摂取量に目標量などを定めるにしても、大部分は諸外国から報告されている研究結果に基づく必要がある。一方で、日本人の糖類摂取量は少なく、成人男性の遊離糖類摂取量平均値は6.1%エネルギー、成人女性で7.4%エネルギーとする報告がある(86)。また、このような糖類摂取量の少ない日本人集団においては、BMI(87, 88)やHbA1c(87)と遊離糖類摂取量の関連は認められないとする報告もある。齲歯については、日本人小児について遊離糖類摂取量との関連を調べた報告がある。遊離糖類摂取量が5%エネルギー未満の範囲では摂取量が増加しても齲歯のリスク上昇は見られないとしている(89)。さらに、日本人集団において総糖類摂取量(全分子及び果糖)と結腸直腸がんリスクの関連を見た報告があり、女性の直腸がんを除き、明確な関連は指摘できなかつたとしている(90)。これらの報告からは、仮に遊離糖類摂取量に対し目標量を定める場合、日本人集団においては10%エネルギー未満とすると現在の実摂取量に比してむしろ高い可能性があり、一方で5%エネルギー未満とすることには齲歯予防の観点からは意味がある可能性があると言えよう。このように、糖類摂取量に何らかの指標値を定めることを検討する場合は、そもそも糖類摂取量が

少ないという日本人集団の特性を考慮する必要はあるだろう。

なお、本稿では健康アウトカムに限って文献検索を行ったため、糖類摂取量増加に伴うビタミン類・ミネラル類の摂取量減少や食事の質の低下といった現象(nutrient dilutionと呼ばれる)については扱っていない。一方で、日本人においてもこの現象が観察されるという報告はあり(91)、食事の質の観点から糖類摂取量の適切性について考えられる可能性もあるだろう。

E. 結論

最近5年間に出版された糖類摂取量と健康アウトカムの関連を見たシステマティックレビュー、メタアナリシス、その他のレビュー論文において、記述されていた健康アウトカムは①インスリン抵抗性・耐糖能異常・2型糖尿病、②過体重・肥満、③非アルコール性脂肪性肝疾患の順に多かった。これらの予防を目的として目標量策定を検討する余地はあるが、日本人集団における糖類摂取量は少なく、食品中糖類含有量のデータを整備したうえで、日本人におけるエビデンスを蓄積する必要があると考えられる。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

H. 知的所有権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

I. 参考文献

- 1) World Health Organization: Guideline: Sugars intake for adults and children, http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/149782/1/9789241549028_eng.pdf?ua=1 (2023年3月29日)
- 2) Food and Nutrition Board of Institute of Medicine: Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids (2005) The National Academies Press, Washington, D.C.
- 3) U.S. Department of Agriculture, U.S. Department of Health and Human Services: Dietary Guidelines for Americans, 2020–2025. 9th Edition (2020) <https://www.dietaryguidelines.gov/> (2023年3月29日)
- 4) Norden: Nordic Nutrition Recommendations 2012. 5th ed. (2014) <http://norden.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A704251&dsid=-5333> (2023年3月29日)
- 5) Hancock S et al. The consumption of processed sugar- and starch-containing foods, and dental caries: a systematic review. *Eur J Oral Sci.* 2020;128:467-475.
- 6) Hill E et al. Diet and biomarkers of Alzheimer's disease: a systematic review and meta-analysis. *Neurobiol Aging* 2019;76:45-52.
- 7) Corte KWD et al. Effect of Dietary Sugar Intake on Biomarkers of Subclinical Inflammation: A Systematic Review and Meta-Analysis of Intervention Studies.

Nutrients 2018;10:606.

8) Farsad-Naeimia A et al. Sugar consumption, sugar sweetened beverages and Attention Deficit Hyperactivity Disorder: A systematic review and meta-analysis. *Complement Ther Med* 2020;53:102512.

9) Semnani-Azad Z et al. Association of Major Food Sources of Fructose-Containing Sugars With Incident Metabolic Syndrome: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Netw Open*. 2020;3:e209993.

10) Schwingshackl L et al. Dietary sugars and cardiometabolic risk factors: a network meta-analysis on isocaloric substitution interventions. *Am J Clin Nutr* 2020;111:187-196.

11) Gete DG et al. Effects of maternal diets on preterm birth and low birth weight: a systematic review. *Br J Nutr* 2020;123:446-461.

12) van de Rest O et al. Effects of glucose and sucrose on mood: a systematic review of interventional studies. *Nutr Rev* 2018;76:108-116.

13) Pham H et al. Acute Effects of Nutritive and Non-Nutritive Sweeteners on Postprandial Blood Pressure. *Nutrients* 2019;11:1717.

14) Garcia CR et al. Effect of glucose and sucrose on cognition in healthy humans: a systematic review and meta-analysis of interventional studies. *Nutr Rev* 2021;79:171-187.

15) Halvorsrud K et al. Effects of Starch on Oral Health: Systematic Review to Inform WHO Guideline. *J Dent Res* 2019;98:46-53.

16) Baghlaf A et al. Free Sugars Consumption around Bedtime and Dental Caries in Children: A Systematic Review. *JDR Clin Trans Res* 2018;3:118-129.

17) Auerbach BJ et al. Review of 100% Fruit

Juice and Chronic Health Conditions: Implications for Sugar-Sweetened Beverage Policy. *Adv Nutr* 2018;9:78-85.

18) Wang F et al. Carbohydrate and protein intake and risk of ulcerative colitis: Systematic review and dose-response meta-analysis of epidemiological studies. *Clin Nutr* 2017;36:1259-1265.

19) Fattore E et al. Effect of fructose instead of glucose or sucrose on cardiometabolic markers: a systematic review and meta-analysis of isoenergetic intervention trials. *Nutr Rev* 2021;79:209-226.

20) Tappy L et al. French Recommendations for Sugar Intake in Adults: A Novel Approach Chosen by ANSES. *Nutrients* 2018;10:989.

21) Hu D et al. Sugar-sweetened beverages consumption and the risk of depression: A meta-analysis of observational studies. *J Affect Disord* 2019;245:348-355.

22) Hoare E et al. Sugar- and Intense-Sweetened Drinks in Australia: A Systematic Review on Cardiometabolic Risk. *Nutrients* 2017;9:1075.

23) Ayoub-Charette S et al. Important food sources of fructose-containing sugars and incident gout: a systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies. *BMJ Open* 2019;9:e024171.

24) Hardy DS et al. Carbohydrate quality, glycemic index, glycemic load and cardiometabolic risks in the US, Europe and Asia: A dose-response meta-analysis. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2020;30:853-871.

25) Khan TA et al. Relation of Total Sugars, Sucrose, Fructose, and Added Sugars With the Risk of Cardiovascular Disease: A Systematic Review and Dose-Response Meta-analysis of Prospective Cohort Studies. *Mayo Clin Proc* 2019;94:2399-2414.

- 26) Makarem N et al. Consumption of Sugars, Sugary Foods, and Sugary Beverages in Relation to Cancer Risk: A Systematic Review of Longitudinal Studies. *Annu Rev Nutr* 2018;38:17–39.
- 27) Trop NMU et al. The use of diet interventions to treat symptoms of ADHD in children and adolescents – a systematic review of randomized controlled trials. *Nord J Psychiatry* 2020;74:558–568.
- 28) Long T et al. Dietary glycemic index, glycemic load and cancer risk: a meta-analysis of prospective cohort studies. *Eur J Nutr* 2022;61:2115–2127.
- 29) Moores CJ et al. Systematic Review of the Effect on Caries of Sugars Intake: Ten-Year Update. *J Dent Res* 2022;101:1034–1045.
- 30) Bergwall S et al. High versus low-added sugar consumption for the primary prevention of cardiovascular disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2022;1:CD013320.
- 31) Cara KC et al. Effects of 100% Orange Juice on Markers of Inflammation and Oxidation in Healthy and At-Risk Adult Populations: A Scoping Review, Systematic Review, and Meta-analysis. *Adv Nutr* 2022;13:116–137.
- 32) Gupta A et al. The association between sugar intake during pregnancy and allergies in offspring: a systematic review and a meta-analysis of cohort studies. *Nutr Rev* 2022;80:904–918.
- 33) Yu SJ et al. Efficacy of a Restrictive Diet in Irritable Bowel Syndrome: A Systematic Review and Network Meta-analysis. *Korean J Gastroenterol* 2022;80:6–16.
- 34) Jensen T et al. Fructose and sugar: A major mediator of non-alcoholic fatty liver disease. *J Hepatol* 2018;68:1063–1075.
- 35) Locke A et al. Diets for Health: Goals and Guidelines. *Am Fam Physician* 2018;97:721–728.
- 36) Chi DL et al. Added Sugar and Dental Caries in Children: A Scientific Update and Future Steps. *Dent Clin North Am* 2019;63:17–33.
- 37) Taskinen MR et al. Dietary Fructose and the Metabolic Syndrome. *Nutrients* 2019;11:1987.
- 38) Fidker Mis N et al. Sugar in Infants, Children and Adolescents: A Position Paper of the European Society for Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition Committee on Nutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2017;65:681–696.
- 39) Yki-Järvinen H et al. Dietary carbohydrates and fats in nonalcoholic fatty liver disease. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol* 2021;18:770–786.
- 40) Lichtenstein AH et al. 2021 Dietary Guidance to Improve Cardiovascular Health: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation* 2021;144:e472–e487.
- 41) Binienda A et al. Dietary Carbohydrates and Lipids in the Pathogenesis of Leaky Gut Syndrome: An Overview. *Int. J. Mol. Sci.* 2020;21:8368.
- 42) Maino Vieytes CA et al. Carbohydrate Nutrition and the Risk of Cancer. *Current Nutrition Reports* 2019;8:230–239.
- 43) Francisco SG et al. Dietary Patterns, Carbohydrates, and Age-Related Eye Diseases. *Nutrients* 2020;12:2862.
- 44) Ter Horst KW et al. Fructose Consumption, Lipogenesis, and Non-Alcoholic Fatty Liver Disease. *Nutrients* 2017;9:981.
- 45) Temple NJ et al. Fat, Sugar, Whole Grains and Heart Disease: 50 Years of Confusion. *Nutrients* 2018;10:39.

- 46) Pepin A et al. Are Fruit Juices Healthier Than Sugar-Sweetened Beverages? A Review. *Nutrients* 2019;11:1006.
- 47) Çetinkaya H et al. Relationship between consumption of soft and alcoholic drinks and oral health problems. *Cent Eur J Public Health* 2020;28:94-102.
- 48) Wark G et al. The Role of Diet in the Pathogenesis and Management of Inflammatory Bowel Disease: A Review. *Nutrients* 2020; 13:135.
- 49) Malik VS et al. The role of sugar-sweetened beverages in the global epidemics of obesity and chronic diseases. *Nat Rev Endocrinol* 2022;18:205-218.
- 50) Reddavid R et al. The role of diet in the prevention and treatment of Inflammatory Bowel Diseases. *Acta Biomed* 2018;89:60-75.
- 51) Macdonald IA. Free sugars. *Proc Nutr Soc* 2020;79:56-60.
- 52) Palacios OM et al. Diet and prevention of type 2 diabetes mellitus: beyond weight loss and exercise. *Expert Rev Endocrinol Metab* 2019;14:1-12.
- 53) Lujan PV et al. Overview of Non-Alcoholic Fatty Liver Disease (NAFLD) and the Role of Sugary Food Consumption and Other Dietary Components in Its Development. *Nutrients* 2021;13:1442.
- 54) Hawkins MAW et al. Carbohydrates and cognitive function. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2018;21:302-307.
- 55) Qi X et al. Lactose, Maltose, and Sucrose in Health and Disease. *Mol Nutr Food Res* 2020;64:e1901082.
- 56) Rupérez AI et al. Dietary sugars, metabolic effects and child health. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2019;22:206-216.
- 57) Prinz P et al. The role of dietary sugars in health: molecular composition or just calories? *Eur J Clin Nutr* 2019;73:1216-1223.
- 58) Chiu S et al. Dietary carbohydrates and fatty liver disease: de novo lipogenesis. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2018;21:277-282.
- 59) Stricker S et al. Fructose Consumption-Free Sugars and Their Health Effects. *Dtsch Arztebl Int* 2021;118:71-78.
- 60) Sekkarie A et al. Carbohydrates and diet patterns in nonalcoholic fatty liver disease in children and adolescents. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2018;21:283-288.
- 61) Casas R et al. Impact of Sugary Food Consumption on Pregnancy: A Review. *Nutrients* 2020;12:3574.
- 62) Reis DJ et al. The depressogenic potential of added dietary sugars. *Medical Hypotheses* 2020;134:109421.
- 63) Lelis DF et al. High fructose intake and the route towards cardiometabolic diseases. *Life Sci.* 2020;259:118235.
- 64) Giacaman RA. Sugars and beyond. The role of sugars and the other nutrients and their potential impact on caries. *Oral Dis.* 2018;24:1185-1197.
- 65) Sundborn G et al. Are Liquid Sugars Different from Solid Sugar in Their Ability to Cause Metabolic Syndrome? *Obesity* 2019;27:879-887.
- 66) Freeman AM et al. A Clinician's Guide for Trending Cardiovascular Nutrition Controversies: Part II. *J Am Coll Cardiol.* 2018;72:553-568.
- 67) Giugliano D et al. More sugar? No, thank you! The elusive nature of low carbohydrate diets. *Endocrine* 2018;61:383-387.
- 68) Shetty A. Significance of sugar intake in young adults: a review. *Int J Adolesc Med Health* 2021;33:375-378.
- 69) Arnone D et al. Sugars and Gastrointestinal Health. *Clin Gastroenterol*

- Hepatol. 2022;20:1912–1924.e7.
- 70) Khorshidian N et al. Fructose and high fructose corn syrup: are they a two-edged sword? *Int J Food Sci Nutr* 2021;72:592–614.
- 71) DiNicolantonio JJ et al. Not Salt But Sugar As Aetiological In Osteoporosis: A Review. *Mo Med*. 2018;115:247–252.
- 72) DiStefano JK et al. The relationship between excessive dietary fructose consumption and paediatric fatty liver disease. *Pediatr Obes*. 2021;16: e12759.
- 73) Gupta P et al. Indian Academy of Pediatrics Guidelines on the Fast and Junk Foods, Sugar Sweetened Beverages, Fruit Juices, and Energy Drinks. *Indian Pediatr*. 2019;56:849–863.
- 74) Genovesi S et al. Salt and Sugar: Two Enemies of Healthy Blood Pressure in Children. *Nutrients* 2021;13:697.
- 75) Mirtschink P et al. Fructose metabolism, cardiometabolic risk, and the epidemic of coronary artery disease. *Eur Heart J*. 2018;39:2497–2505.
- 76) Visioli F et al. Dietary advice to cardiovascular patients. A brief update for physicians. *Monaldi Arch Chest Dis*. 2019;89:1071.
- 77) Mukouyama C et al. Transitional Changes in the Prevalence of Dental Caries in Children and Preventive Strategies: A Review of Nationwide Annual Surveys in Japan. *Oral Health Prev Dent* 2018;16:107–111.
- 78) Parker MK et al. Current Knowledge Base of Beverage Health Impacts, Trends, and Intake Recommendations for Children and Adolescents: Implications for Public Health. *Curr Nutr Rep* 2021;10:427–434.
- 79) Briones–Avila LS et al. Analysis of Caloric and Noncaloric Sweeteners Present in Dairy Products Aimed at the School Market and Their Possible Effects on Health. *Nutrients* 2021;13:2994.
- 80) Nestel PJ et al. Dietary patterns, dietary nutrients and cardiovascular disease. *Rev. Cardiovasc. Med* 2022;23:017
- 81) Coronati M et al. Added Fructose in Non–Alcoholic Fatty Liver Disease and in Metabolic Syndrome: A Narrative Review. *Nutrients* 2022;14:1127.
- 82) Yeary KHK et al. Sweet Beverages and Cancer: A Scoping Review of Quantitative Studies. *Cancer Prev Res* 2022;15:377–390
- 83) Arroyo–Quiroz C et al. Sugar–Sweetened Beverages and Cancer Risk: A Narrative Review. *Nutr Cancer* 2022;74:3077–3095
- 84) Witek K et al. A High–Sugar Diet Consumption, Metabolism and Health Impacts with a Focus on the Development of Substance Use Disorder: A Narrative Review. *Nutrients* 2022;14:2940.
- 85) Guimbera D et al. The role of nutrition in non–alcoholic fatty liver disease treatment in obese children. *Arch Pediatr* 2022;29:1–11.
- 86) Fujiwara A et al. Estimation of Starch and Sugar Intake in a Japanese Population Based on a Newly Developed Food Composition Database. *Nutrients* 2018;10:1474.
- 87) Fujiwara A et al. Association of Free Sugars Intake with Cardiometabolic Risk Factors among Japanese Adults: The 2016 National Health and Nutrition Survey, Japan. *Nutrients* 2020;12:3624.
- 88) Fujiwara A et al. Association between Food Sources of Free Sugars and Weight Status among Children and Adolescents in Japan: The 2016 National Health and Nutrition Survey, Japan. *Nutrients* 2022;14:3659.
- 89) Saido et al. Relationship Between Dietary Sugar Intake and Dental Caries Among Japanese Preschool Children with Relatively

Low Sugar Intake (Japan Nursery School SHOKUIKU Study): A Nationwide Cross-Sectional Study. *Matern Child Health J* 2016;20:556-66.

90) Kanehara R et al. Sugar intake and colorectal cancer risk: A prospective Japanese cohort study. *Cancer Sci* 2023 Feb 27. Online ahead of print. (doi: 10.1111/cas.15766.)

91) Fujiwara A et al. Association between free sugar intake and nutrient dilution among Japanese children and adolescents: the 2016 National Health and Nutrition Survey, Japan. *Br J Nutr* 2021;125:1394-1404.

【Systematic review と Meta-analysis】

【Review (主にnarrative review)】

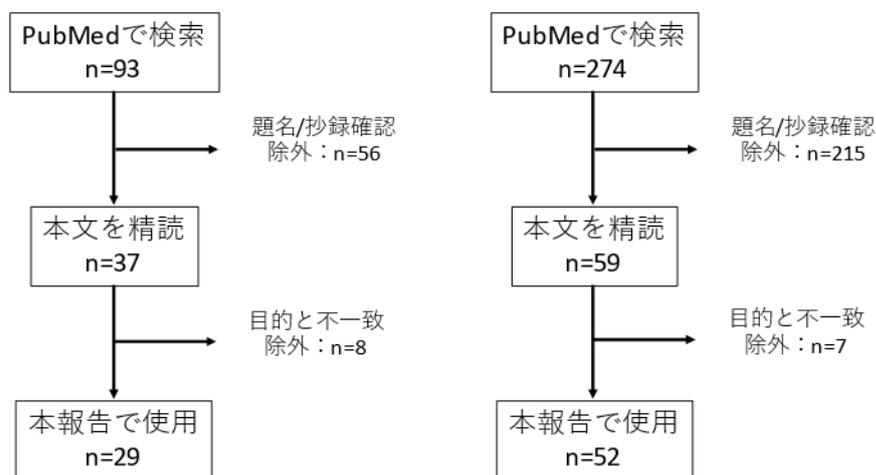


図1 文献選択の流れ

表1 論文中で扱われていた「糖類」の種類

分類法	「糖類」の種類	扱っていた論文数 (編)	引用文献番号
摂取源	総糖類 (total sugar)	3	25,26,29
	遊離糖類 (free sugar)	13	16,29,32,38,39,51,59,64,68,69,73,74,81
	添加糖類 (added sugar)	21	11,25,29,30,36,40,49,52,53,56,60,62,66,67,72,75,77,78,80,84,85
分子構造	果糖、異性化糖	26	7,9,10,13,19,20,25,26,34,37,41,44,53,54,57,58,59,60,63,70,72,74,75,79,81,85
	ブドウ糖	8	7,10,12,13,14,19,57,80
	ショ糖	19	7,10,12,13,14,18,19,26,27,33,45,48,50,54,57,64,76,79,80
	単糖類	1	55
	二糖類	1	55
炭水化物の質	refined carbohydrate	4	5,39,42,54
	炭水化物の質 (glycemic index, glycemic load)	7	6,24,28,42,43,52,80
糖類を多く含む食品	加糖飲料、ソフトドリンク	26	8,9,21,22,23,34,35,38,45,46,47,48,49,50,52,56,61,65,67,71,73,78,80,82,83,85
	果汁ジュース	5	17,23,31,46,73
	果物	1	23

表2 論文中で扱われていた「健康アウトカム」の種類

疾病分類*	「健康アウトカム」の種類	扱っていた論文数(編)	引用文献番号
歯科	齲蝕	15	5,15,16,17,29,30,36,38,47,51,64,68,73,77,79
新生物	がん	11	15,26,28,35,42,47,55,57,69,82,83
内分泌、栄養及び代謝疾患	過体重、肥満	21	17,19,20,22,38,40,49,51,55,56,57,59,63,65,67,68,70,73,76,78,79
	インスリン抵抗性、耐糖能異常、2型糖尿病	22	10,17,19,20,22,24,30,35,38,40,49,51,52,55,56,57,59,63,67,70,79,80
	脂質異常症、血清中脂質値の変化	10	10,17,19,20,22,30,46,55,59,70
	メタボリックシンドローム	6	9,37,65,67,75,81
	高尿酸血症、痛風	5	10,20,23,59,70
精神及び行動の障害	神経系疾患 (アルツハイマー病、認知機能、うつ、ADHD、気分、薬物依存)	8	6,8,14,21,27,54,62,84
眼及び付属器の疾患	眼疾患(加齢黄斑変性、白内障)	1	43
循環器系の疾患	血圧(高血圧、食後低血圧)	11	13,17,19,22,30,35,59,63,70,74,76
	心血管疾患、脳血管疾患	17	17,20,22,24,25,30,38,40,45,49,55,57,66,70,75,76,80
消化器系の疾患	非アルコール性脂肪性肝疾患	20	10,17,20,34,37,39,44,49,53,55,57,58,59,60,63,70,72,75,81,85
	消化管疾患 (潰瘍性大腸炎、過敏性大腸炎)	9	18,30,33,41,48,50,51,69,70
筋骨格系及び結合組織の疾患	骨粗鬆症	1	71
妊娠、分娩及び産褥	妊娠経過 (体重増加、妊娠糖尿病など)	1	61
周産期に発生した病態	妊娠転帰 (早産、低出生体重、在胎不当過小(SGA)、児のアレルギー)	3	11,32,61
その他	炎症性バイオマーカー	4	7,10,12,31

*疾病分類はICD-10に準じて決定した。

諸外国の食事摂取基準における、トランス脂肪酸、フッ素、塩化物、水の摂取基準の策定状況と栄養素間相互作用の記述に関する比較

研究協力者 杉本南¹

研究分担者 朝倉敬子¹

研究代表者 佐々木敏²

¹ 東邦大学医学部社会医学講座衛生学分野

² 東京大学大学院医学系研究科社会予防疫学分野

【研究要旨】

本稿では、今後の日本人の食事摂取基準の策定に貢献するため、諸外国の食事摂取基準において基準が定められている一方、日本の食事摂取基準で基準が定められていない栄養素(トランス脂肪酸、フッ素、塩化物、水)を対象として、諸外国での摂取基準とその策定の背景を概説する。そして、日本において策定がなされていない理由、策定に向けて必要なデータ等を考察する。2022年10月から2022年12月の間に、インターネットを用いて、世界12カ国・地域(アメリカ・カナダ、イギリス、フランス、ドイツ語圏、オランダ、北欧諸国、オーストラリア・ニュージーランド、韓国、台湾、ベトナム、欧州連合・欧州食品安全委員会、世界保健機関・国際連合食糧農業機関)の食事摂取基準に関する情報収集を行った。

A. 背景と目的

最新の日本人の食事摂取基準2020年版では、エネルギーおよび32個の栄養素を対象として、摂取量の基準が策定されている。諸外国においても、エネルギーや栄養素に対して食事摂取基準が策定されているが、策定対象の栄養素やその根拠は国ごとに異なる。中には、日本では基準が策定されていない栄養素を対象に、基準を設けている国もある。

そこで本稿では、諸外国の食事摂取基準において基準が定められている一方、日本の食事摂取基準で基準が定められていない栄養素を対象として、諸外国での策定の背景を概説する。

ところで、食事摂取基準では個々の栄養素について基準が策定されているが、栄養素間には相互作用が存在する。栄養素間の相互作用について、海外の食事摂取基準でどのような記述がなされているのか、相互作用を考慮

した基準の策定がなされているのかどうかについても、比較検討する。ここでは、栄養素間相互作用の主なものとして、ナトリウムとカリウム、ビタミンDとカルシウムとの間の相互作用に着目する。

B. 方法

国立健康・栄養研究所のウェブサイトに掲載されている、「諸外国の栄養政策」(1)の表から、日本では摂取基準が定められていない一方で、世界保健機関(World Health Organization: WHO)・国際連合食糧農業機関(Food and Agriculture Organization of the United Nations: FAO)を除く5か国以上の国で摂取基準が定められている栄養素を抽出した。これらの栄養素を対象に、摂取基準が定められている国における策定の根拠を抜粋して要約した。情報は、2022年11月から2022年12月の間に、インターネットを用いて、世界

12 カ国・地域・機関(アメリカ・カナダ、イギリス、フランス、ドイツ語圏、オランダ、北欧諸国、オーストラリア・ニュージーランド、韓国、台湾、ベトナム、欧州連合(European Union: EU)・欧州食品安全委員会(European Food Safety Authority: EFSA)、WHO、FAO のウェブサイト、食事摂取基準の報告書、および論文等から収集した。台湾、韓国およびフランスについては、英語の資料が得られなかったため、google 翻訳を用いて原語版の資料を翻訳し、情報を抜粋した。中国とドイツ語圏に関しては、策定の根拠となる資料が得られなかったため、要約には含めなかった。

相互作用に関する記述の比較検討では、海外の食事摂取基準として、英語で文献が入手可能であった、アメリカ・カナダ、イギリス、EFSA、北欧諸国、オーストラリアを対象とした。各国の食事摂取基準のうち、ナトリウム、カリウム、ビタミン D、カルシウムの項から、該当する記述を抽出し、要約した。

C. 結果

C-1.トランス脂肪酸

1-1 策定している国・地域・機関

アメリカ・カナダ、イギリス、オランダ、北欧諸国、韓国、台湾、EU・EFSA、WHO で基準が策定されている。策定されている基準値を、表 1 に示す。

台湾については、国立健康・栄養研究所の「諸外国の栄養政策」(1)ではトランス脂肪酸を策定対象とする国とされていないが、台湾の最新版の食事摂取基準(2)ではトランス脂肪酸の基準が設定されているため、本稿に含めた。

1-2. 諸外国における策定の背景

(1) アメリカ・カナダ

アメリカの食事摂取基準(Dietary Reference Intakes)では、トランス脂肪酸の目安量(Adequate Intake)や推奨量(Recommended Dietary Allowance)は設定されていない(3)。ト

ランス脂肪酸は必須の栄養素ではなく、人間の健康に対する利点は知られていないためである。また、トランス脂肪酸の摂取量と LDL コレステロール濃度の間には正の線形傾向があり、冠状動脈性心疾患のリスクは増加するため、耐容上限量(Tolerable Upper Intake Level)も設定されなかった。

一方で、栄養学的に十分な食事を摂りつつ、トランス脂肪酸の摂取量をできるだけ少なくすることを推奨している(3)。トランス脂肪酸の摂取は、菜食主義者でない一般の人の食事では避けられないため、総エネルギー量への寄与を 0%とするためには、食事の摂取パターンを大きく変える必要があるとしている。寄与を 0%にしようとする、それによって望ましくない効果(例えば、トランス脂肪酸を含む市販の調理済み食品、乳製品、肉を除去したことで、たんぱく質と特定の微量栄養素の摂取量が不足する)や未知で定量化できない健康リスクが生じる可能性があると考え、摂取量を最小限にするという推奨が定められた。トランス脂肪酸の摂取源が、自然由来と加工由来とに分かれることが記述されているが、それらのリスクの違い等に関する記述はない。

アメリカの食事ガイドライン 2020-2025 年版(Dietary Guidelines for Americans 2020-2025)(4)でも、トランス脂肪酸の摂取は、栄養的妥当性を損なわずに、できる限り少なくすることを推奨している。明確な根拠は記されていないが、2015-2020 年版の食事ガイドライン中に、トランス脂肪酸の摂取と心血管疾患リスク増加との関連について記述がある(5)ことから、2020-2025 年版でも同様に心血管疾患リスクとの関連を背景にしていると考えられる。

なお、以前は部分水素化油がトランス脂肪酸の主な摂取源であったが、これがアメリカにおける Generally Recognized as Safe の認定から除外されたため、現在では部分水素化油は食品に添加されなくなっている(4)。USDA では、部分水素化油の食品添加がなくなり、トランス

脂肪の消費を最小限に抑えられた現在の状況において、食事脂肪、特に飽和脂肪が心血管疾患リスクにどのような影響を及ぼすかを理解する必要があるとしている(6)。

(2) イギリス

イギリスの食事摂取基準(Dietary References Value)では、トランス脂肪酸の摂取量を $\leq 2\%$ エネルギーとすること、食事に含まれるトランス脂肪酸の量を減らす方法を検討することを勧告している(7,8)。

1994年になされた策定では、トランス脂肪酸が飽和脂肪酸と同様にLDLコレステロールに影響を与えることを示す当時のエビデンスを検討した。そのうえで、飽和脂肪酸に比べて、食事中的トランス脂肪酸の構成割合(総エネルギーの2%程度対16%程度)がはるかに小さいことから、摂取量が観察値の2%エネルギーを超えてはならないこと、食事に含まれる量を減らす方法を検討するという勧告が導かれた(7)。

2007年に公表された報告書(8)では、トランス型脂肪酸の摂取量と冠動脈性心疾患以外の疾患(糖尿病、がんなど)のリスクに関するエビデンスは限られており、信頼できるリスク評価を行うことはできないとしている。1994年になされた推奨を改定するに足る科学的根拠がないため、1994年の上記の推奨を、2007年の報告書でも維持している。

(3) オランダ

許容上限量を、摂取エネルギーの1%と定めている。その理由として、トランス脂肪酸は冠動脈疾患のリスクを高めるため、できるだけ摂取を控えるべきとして、現在のオランダ国民の摂取量の10パーセント値をもとにして設定されている(9)。

WHOの報告書は、オランダにおける上記の基準について、乳製品の摂取量がオランダよりはるかに少ないアジア諸国では、この摂取量

の上限は適切ではない可能性がある指摘している。なぜなら、上記の基準は、乳製品の摂取量が非常に多いオランダにおいて、部分水素化油の摂取を制限することを目的としたものだからである(10)。

(4) 北欧諸国

北欧諸国の食事摂取基準(Nordic Nutrition Recommendations 2012)では、トランス脂肪酸の摂取を可能な限り低くすることを推奨している。しかし、その具体的な根拠は記述されていなかった(11)。

部分水素化油の添加が減少しているため、北欧諸国でもトランス脂肪酸が食事に占める割合は減少傾向にある。基準が策定された2012年の時点では総エネルギー摂取量の1%以下となっている。

(5) 韓国

最新の2020年版の食事摂取基準(韓国人栄養素摂取基準、英語名2020 Dietary Reference Intakes for Koreans、韓国語名 한국인 영양소 섭취기준)(12)では、トランス脂肪酸は必須脂肪酸ではないこと、摂取しても健康への利益がないことから、推定平均必要量と推奨量は算定されていない。一方で、2015年版では、エネルギー適正比率における、トランス脂肪酸の摂取量を1%エネルギー未満と定めており、2020年版でもこれを維持している(12)。なお、国民健康栄養調査資料を分析した結果、韓国人集団におけるトランス脂肪酸の摂取量は平均1%未満であった(12)。

根拠として、トランス脂肪酸の過剰摂取が血中LDL-コレステロールレベルを高め、HDL-コレステロールレベルを下げることによって心血管疾患のリスクを高めることができるとする研究報告(13)や、トランス脂肪酸の摂取量が、最も高い5分位群(2.8%エネルギー)は最も低い5分位群(1.3%エネルギー)に比べて心血管疾患の危険性が1.33倍増加し、増加率が濃

度依存性であった研究報告(14)が引用されている。また、心血管疾患のリスクを減らすため、アメリカ心臓病学会 (ACC)/アメリカ心臓協会 (AHA)、欧州心臓病学会 (ESC)/欧州動脈硬化学会 (EAS)、WHO による推奨(10,15,16)が引用されており、これらの基準にも倣っている。

(6) 台湾

台湾の食事摂取基準(英語名: Dietary Reference Intakes、台湾語名: 國人膳食營養素參考攝取量 第八版)では、トランス脂肪酸の推定平均必要量、推奨量、目安量は確立していない(2)。その理由として、トランス脂肪酸には健康上の利点は知られていないこと、体内では飽和脂肪酸のように振る舞い、トランス脂肪酸の過剰摂取が心血管疾患のリスクを高める可能性があることを考慮している。

目安量は設定されていないが、トランス脂肪酸の摂取量を総エネルギー摂取量の1%未満にすることを勧めている(2)。台湾の食事摂取基準では、トランス脂肪酸の摂取量を可能な限り低くするよう勧告する諸外国の摂取基準(アメリカ・カナダの食事摂取基準(注)(9)、アメリカの Dietary guidelines for American 2015-2020(5)、および EFSA のレポート(17))、2歳以上の健康な人のトランス脂肪酸の摂取量を総エネルギー摂取量の1%未満にすることを推奨するFAO(10)とWHO(18)の勧告が引用されており、これらの基準に倣うものと思われる。

トランス脂肪酸の摂取源について、自然由来と加工由来に分かれることが記載されているが、それらのリスクに関する記述はない。

注)原文では、”Dietary reference intakes for sodium and potassium (2019)”が引用されているが、Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (2005)”

の誤りと考えられる。

(7) EU・EFSA

EFSAでは、トランス脂肪酸のPopulation Reference Intake(推奨量に相当)、Average Requirement(個人における栄養状態の一定レベルを維持する栄養素の最低摂取量として定義される。日本の推定平均必要量に相当)、目安量は設定されていない。一方で、栄養的に十分な食事の中で、トランス脂肪酸の摂取量を可能な限り低くすることを推奨している(19)。その理由として、食事性のトランス脂肪酸が、必須脂肪酸や他の栄養素の重要な供給源でもあるいくつかの油脂から摂取され得ることから、必須栄養素の摂取の適切性を損なわずにトランス脂肪酸の摂取量を低減できる限界はある、と述べている。

EFSAのレポートでは、トランス脂肪酸の健康への影響として、トランス脂肪酸の摂取量の多さと、冠動脈性疾患のリスクの増加との間に一貫した関係があることが示されていることが触れられている(19)。具体的には、トランス脂肪酸の摂取が血中総コレステロールおよびLDLコレステロール濃度を容量依存的に増加させること、トランス脂肪酸を含む食物の摂取が血中HDLコレステロール濃度を減少させ、総コレステロールとHDLコレステロールの比率を増加させることが述べられている。

トランス脂肪酸の摂取源については、反芻動物由来のトランス脂肪酸と工業製品由来のトランス脂肪酸を同量摂取した場合に、冠動脈性心疾患のリスクに差があるかどうかは、エビデンスが不十分で立証できないとしている。

(8) WHO・FAO

2010年のFAOガイドラインでは、トランス脂肪酸の摂取量の集団平均摂取量を1%エネルギー未満とすることを推奨している。この根拠としては、1990-2000年代に蓄積された、トランス脂肪酸の摂取による、LDLコレステロールや

HDLコレステロールなどの血清脂質への影響や、冠状動脈性心疾患へのリスク増加、メタボリックシンドロームや糖尿病のリスク増加に関する科学的根拠が参照されている(10)。しかし、専門家らによる議論では、この基準は摂取量の分布を十分に考慮していないため、相当なサブ集団を危険なほど高い摂取量から守る必要性があるという事実に照らして、見直す必要があるとしている(10)。

トランス脂肪酸の摂取源については、自然由来と加工由来のもので、総コレステロール：HDLコレステロール比への影響に違いはないとする論文を引用して記述している。

C-2. フッ素(フッ化物)

2-1. 策定している国・地域・機関

アメリカ・カナダ、フランス、ドイツ語圏、北欧諸国、オーストラリア・ニュージーランド、中国、韓国、台湾、EU・EFSAで基準が策定されている。策定されている基準値を、表2に示す。

なお、イギリスとベトナムについて、「諸外国の栄養政策」(1)ではフッ素を策定対象としている国とされているものの、2021年のイギリスのNutrition Requirements(20)、2007年のベトナムのVietnam Recommended Dietary Allowances 2007(21)には、フッ素に関する記述は見られなかったため、省略する。また、台湾については、食事摂取基準第8版(2)でフッ素の目安量を設定しているが、その根拠資料は2023年1月現在では未公開のため、省略する。

2-2. 諸外国における策定の背景

(1) アメリカ・カナダ

推奨量は設定されていないが、全年齢にフッ化物の目安量を設定している(22)。目安量は、健康な成人集団におけるう蝕の発生を減少させると判断された推定摂取量に基づいている。

飲料水中のフッ化物濃度とう蝕およびフッ素

症との関係に関する先駆的な疫学研究の結果のまとめから、12-14歳の小児において、フッ化物イオン濃度1.0 mg/Lが、う蝕に対する高度な予防効果と、フッ素症の低い有病率と関連していると考えられた。最適な濃度に水がフッ素添加された地域に住む子どもの平均的な食事からのフッ化物摂取量は、0.05 mg/kg/日に近かった(22)ことから、この摂取量と基準体重をもとにして、目安量が設定された。

(2) フランス

2016年版の食事摂取基準(フランス語名：les références nutritionnelles)では、フッ化物の基準は改訂されていない(23)。2012年版の食事摂取基準では、6か月未満の乳幼児から目安量が、1歳以上の幼児から耐容上限量が定められている(24)。この目安量の策定に関する根拠資料は、インターネット上からは入手できなかった。

(3) 北欧諸国

フッ化物は必須微量元素とは考えられていないため、1日あたりの摂取量に関する必要量と推奨摂取量は定めていないが、1歳以上に耐容上限量を定めている(11)。その背景として、フッ化物を慢性的に多く摂取すると骨ミネラル化(skeletal mineralization)と腎機能に影響こと、最たる過剰摂取の影響は歯に生じるしみ(mottled teeth)であることが述べられている。耐容上限量の基準値は、「8歳までの小児が体重1 kgあたり0.1 mgまでのフッ化物を毎日摂取しても、永久歯の中等度フッ素症の有意な発生はない」というEFSAの見解(25)に基づいて定められた。

(4) オーストラリア・ニュージーランド

7か月以上の子どもおよび成人に目安量が、全年齢に耐容上限量が設定されている(26)。乳幼児における目安量設定の目的は、不十分な摂取から子どもたちを守るための摂取量

に関する情報を提供することである。フッ素の場合、不十分な摂取が、う蝕のリスクを増加させることになるとしている(26,27)。エビデンスのレビューでは、生後6か月間のフッ化物摂取による予防効果(う蝕の減少)は認められなかったため、生後6か月以下の乳児に対する目安量は確立されていない。生後7か月-8歳の目安量は、フッ化物イオン水(約1 mg F/L)を使用した地域におけるう蝕の有病率と重症度の減少が、世界各国で行われた多くの疫学研究によって確認されていることを根拠としている。う蝕の予防効果が最大となる条件下でのフッ化物摂取量は、1日平均約0.05 mg/kg/日であり、目安量0.05 mg F/kg 体重/日は、6か月-8歳までの乳幼児の集団において、有意にう蝕発生率の減少に関連すると考えられる摂取量であると再確認された。9-18歳および18歳以上の成人でも、0.05mg/kg 体重/日と標準体重を用いて、目安量が設定された。

耐容上限量は、中程度のエナメル質フッ素症を根拠として設定された。重度の歯のフッ素症が見えるフッ化物の推定耐容上限量は、0-8歳の子どもで0.20 mg/kg 体重/日である。これは、フッ化物摂取量の95パーセンタイル値と飲料水の理論的フッ化レベルである1.9 mgF/L(これを超えると数種のエナメル質フッ素症が出現する可能性がある)に基づいている。乳児および8歳までの子どもの最小毒性量(Lowest Observed Adverse Effect Level: LOAEL)は、地域研究に基づいて0.10 mg/kg 体重に設定された。悪影響は機能的ではなく表面的なものであるため、不確実性係数1が適用された。年長の子どもと成人については、フッ化物摂取と骨格フッ素症の関係に関するデータに基づいて、10 mg/日の無毒性量(Non Observed Adverse Effect Level: NOAEL)が導き出された。このレベルの摂取では症候性骨格フッ素症の徴候がないため、不確実性係数1が選択された。0-6か月児の耐容上限量は、母乳はフッ化物含有量が少な

く、この月齢の母乳栄養児のフッ化物摂取量が耐容上限量を超える可能性は低いことがエビデンスレビューで明らかになったため、主に乳児用調製粉乳および補完栄養児のフッ化物摂取に焦点が当てられた。

(5) 韓国

全年齢に目安量と耐容上限量が設定されている。推定平均必要量を推定するにはまだ根拠が不十分であるため、目安量が設定された(12)。この際、う蝕予防効果を最も強力な指標としている。飲料水中のフッ素含有量と12-14歳におけるう蝕発生率、歯フッ素症との相関関係を調べた研究(28)を引用し、う蝕発生率を最小にしつつ、歯のフッ素症は現れない最も適切なフッ素摂取量は飲用水に1 mg/Lのフッ素が含まれている時だとしている。フッ素の目安量を設定するために利用可能な韓国国内の研究は非常に限定的であることから、適切にフッ素添加がされた地域(飲料水のフッ素濃度1mg/L)に居住する米国の子どもと成人がすべての摂取減(飲用水、食品、口腔用品)から摂取するフッ素が体重当たり0.05mg/kg/日であること(29)を基準として、年齢別の基準体重を考慮して、目安量を推定した。

耐容上限量は、歯のフッ素症のリスクを背景として設定された。基準の根拠として、Deanらによる用量反応評価を用いて示された、歯のフッ素症をもたらす閾値(平均010 mg/kg/日)を用いている。これに基づいて、8歳までの乳幼児では、歯フッ素症を毒性終点として定め、これに対する最低有害投与量は0.1mg/kg/日と定めた。9歳以降から成人期までは、毒性終点は骨格フッ素症と定め、先行研究で「少なくとも10年以上10mg/日以上フッ素に曝露された場合、骨格フッ素症の1段階臨床症状が現れた」という報告に基づいて、最大無害量を10.0 mg/日とした。

(6) EU・EFSA

1歳以上にフッ素の耐容上限量を設定している。基準の設定に当たっては、フッ化物摂取量に関連したう蝕、フッ素症、骨粗鬆症に着目している(25)。フッ化物を0.08-0.12 mg/kg 体重/日摂取していた集団における永久歯の中等度フッ素症の有病率は5%未満であったことから、EFSAでは、1-8歳の小児におけるフッ化物の耐容上限量を0.1 mg/kg 体重/日と考えた。そして、基礎体重を用いて、1-3歳児、4-8歳児の年齢別に、耐容上限量を設定している。1-8歳の小児は、飲料水のフッ化物濃度が1.0 mg/L以下であれば、食物および水からのフッ化物摂取量は耐容上限値を十分に下回るとしている(25)。

9歳以上の小児および成人の基準の設定では、骨粗鬆症のリスクを考慮している。閉経後骨粗鬆症におけるフッ化物の治療研究で、フッ化物摂取量が1日0.6 mg/kg 体重以上で骨格骨折のリスクが増加することが示唆されたものの、試験期間が比較的短く、LOAELを系統的に定めるための試験ではなかったため、0.6mg/kg 体重/日の摂取量に不確実性係数5を適用することとした。これにより、耐容上限値は0.12 mg/kg 体重/日に設定された(25)。

C-3. 塩素(塩化物)

3-1. 策定している国・地域・機関

アメリカ・カナダ、イギリス、フランス、ドイツ語圏、中国、韓国、ベトナム、EU・EFSAで基準が策定されている。策定されている基準値を、表3に示す。

なお、ベトナムについて、「諸外国の栄養政策」(1)では塩化物を策定対象としている国とされているものの、2007年のベトナムのVietnam Recommended Dietary Allowances 2007(21)には、フッ素に関する記述は見られなかったため、省略する。

3-2. 諸外国における策定の背景

(1) アメリカ・カナダ

全年齢に塩化物の目安量が設定されている(30)。塩化物の摂取は、食品の加工時や摂取時に添加される塩化ナトリウム(食塩)由来がほとんどを占める。そのため、アメリカの食事摂取基準では、ナトリウムと塩化物の必要量とその影響に関するデータを併せて示している(30)。しかし、塩化物の摂取に対する具体的なエビデンスは、食事摂取基準中には記載されていない。ナトリウムを含む食品では、塩化ナトリウムとして塩化物も含まれるため、塩化物欠乏はほとんど見られない(30)と述べている。

いずれの年代においても、ナトリウムおよび塩化物に関する用量反応試験のデータが不十分であるため、ナトリウムおよび塩化物の推定平均必要量は導き出されなかった。塩化物は、ナトリウムと当モル量が摂取されれば、必要量を満たしている(adequate)だと仮定して、ナトリウムとモル比で同等となるように、塩化物の目安量が設定された(30)。

小児においては、稀ではあるものの、欠乏による健康への影響があることが述べられているものの、推定平均必要量を導くにはエビデンスは不十分としている(30)。

(2) イギリス

全年齢に塩化物のDietary Reference Valueが設定されている。1991年の食事摂取基準では、塩化物の摂取量はナトリウムの摂取量と同じであるべきだと結論づけた、と記載されているが、詳しい背景や理由、議論の過程は記載されていない(31)。分子量の違いを考慮し、ナトリウムのDietary Reference Valueに1.54を乗じて、塩化物のDietary Reference Valueを求めている(31)。

(3) フランス

全年齢に目安量が定められている。基準値は、ナトリウムの目安量に合わせて、ナトリウム

の等モル量とされているが、詳しい背景や理由、議論の過程は記載されていない(23)。

(4) 韓国

成人に対して塩化物の目安量が設定されている。塩化物については、ナトリウムと同じ項に含まれているが、塩化物の基準策定の根拠となるエビデンスや背景に関する記載はない(12)。基準値は、ナトリウムの目安量設定のうち、ナトリウムと当モル量として設定されている。ナトリウムの基準値は、十分な科学的根拠がないため、推定平均必要量と推奨量は定めず、目安量を通じて適切な摂取量に対する基準を設定した。韓国人におけるナトリウム摂取量が非常に高いことから、健常者集団における平均栄養素摂取量から定めるのではなく、ナトリウム摂取不足による毒性または他の疾患発生リスクに加え、健常者におけるナトリウム平衡の研究と、他の栄養素摂取必要量に悪影響を与えない最低摂取水準などを考慮して、目安量が設定された。

(5) EU・EFSA

7か月以上に塩化物の目安量が定められている(32)。塩化物について、Average Requirements や、Population Reference Intake を決定するために使用できる科学的根拠は不足している、としている。具体的には、塩化物が塩化ナトリウムの血圧への影響に寄与するというエビデンスや、心血管疾患への塩化物の独立した影響などが検討されているが、塩化物摂取量または尿中排泄量と心血管疾患関連の健康アウトカムとの関連を検討した研究がないこと、塩化物に関する Dietary Reference Values の設定に使用できる出納研究がないことが触れられている。このため、塩化物の基準値は、集団のナトリウムの基準値と等モル値で設定された(32)。

C-4. 水

4-1. 策定している国・地域・機関

アメリカ・カナダ、ドイツ語圏、フランス、北欧諸国、オーストラリア・ニュージーランド、中国、韓国、ベトナム、EU・EFSA で基準が策定されている。策定されている基準値を、表 4 に示す。

4-2. 諸外国における策定の背景

(1) アメリカ・カナダ

全年齢に水の目安量が設定されている。温帯気候において、身体活動が不活発な成人における水の出納研究のレビューを行い、呼吸、尿、便および感覚器官の水分損失を補うために必要な最低限の水分量をおよそ 1～3.1L/日と推定した(30)。アメリカ国民健康栄養調査 III のデータによると、血清浸透圧によって測定された成人の正常な水分補給状態は、広範囲の水分摂取量(例えば、代表集団における総水分摂取量の 1-から 99 パーセンタイル値)で達成できる。したがって、総水分摂取量の目安量は、アメリカ国民健康栄養調査 III の総水摂取量(飲料水、飲料、食品由来)の中央値に基づいて設定された(30)。

(2) フランス

2010 年に設定された EFSA の基準を引用し、全年齢に水の目安量を定めた(23)。

(3) 北欧諸国

2歳以上に目安量が設定されている(11)。上記の数値を基準とした明確な根拠は記されていないが、アメリカ・カナダと EFSA の総水摂取量の目安量を引用し、北欧諸国の 1 日あたりの水摂取量 1,000-2,000 mL、食物由来の水摂取量(平均 1,000-1,500mL/日)を考慮して定めたと考えられる。

(4) オーストラリア・ニュージーランド

全年齢に水の目安量が設定されている。身体の水の必要量は環境条件、身体活動、個人

の代謝によって大きく変化すること、身体は短期的に水の過不足を補うことができることから、推定平均必要量を設定することは困難だとされている(27,33)。あらゆる環境条件下で、見かけ上健康な人の半数に十分な水分補給と最適な健康状態を確保できる単一の水摂取量は存在しないとして、オーストラリアの国民健康栄養調査から得られたおける水の摂取量の中央値に基づいて目安量が設定された。

(5) 韓国

全年齢に目安量が設定されている(12)。体内の水は恒常性によって補完できること、体内の水は代謝、環境条件、活動の程度などによる変動が大きく、平均必要量を推定することが難しいこと、関連文献も限られていること、を総合的に考え、目安量を設定し、脱水の悪化を予防する基準としている(12)。

成人の場合、食物由来の水と飲料由来の水の摂取量をそれぞれ推定したうえで、総水摂取量と、食物由来・飲料由来別の摂取量それぞれについて、韓国人の水の目安量を示している。食物由来の水は、韓国人の食品由来の水摂取量に関するデータが不足しているため、韓国人が日常的に食する食品の水分含量を分析した資料を外挿する方法を利用した。具体的には、推定平均エネルギー必要量に、韓国人が日常的に摂取する食品の水分量(0.53mL/kcal)を乗じて求めた。飲料由来の水の摂取量は、韓国健康栄養調査による水摂取量と飲料摂取量の中央値に、牛乳摂取量200mLを加えて算出された(12)。ただし、韓国健康栄養調査での飲料及び酒類摂取量には、日常的な飲料である牛乳、発酵乳飲料、果物ジュース、豆乳などが含まれていないため、摂取量が過小評価されている可能性がある、と記されている。

(6) ベトナム

ベトナムの食事摂取基準(2007年策定)で

は、”Drink enough the water, limit alcohol, beer and sweet beverages.”とされているのみであり、具体的な基準値や、その設定の背景、明確な根拠は記されていない(21)。

(7) EU・EFSA

全年齢に目安量が設定されている。水の必要量は、個人差や環境条件によって異なることから、EU加盟諸国の代表的な集団で観察された摂取量と尿の望ましい浸透圧値および消費エネルギー単位あたりの望ましい水量の組み合わせから、目安量を定義している(34)。ヨーロッパ諸国では、成人の飲料摂取量および食物摂取量に関する詳細なデータは数多く入手可能である一方で、水総摂取量が算出できるデータは限られている。取得可能なデータによれば、平均的な総水分摂取量は、男性で2,200~2,600 mL/日、女性で1,900~2,400 mL/日の範囲である。尿の浸透圧を500mosm/Lにするためには、potential renal solute loadの中央値の食事を摂取している女性は1.6L、男性は2.0Lの尿量が必要となることが示唆された。これらを考慮して、目安量が定められた。

C-5. ナトリウムとカリウムの相互作用

(1) アメリカ・カナダ

現時点では、ナトリウム・カリウム比と健康上のアウトカムとの関連を特徴付けるには十分な証拠がないことを理由として、ナトリウム・カリウム比の基準を設定すること、および比を推奨することの行動上の意味を評価することができなかった、と述べている(30)。

(2) イギリス

イギリスの食事摂取基準には、ナトリウム・カリウム比を含めた、他の栄養素との相互作用に関する記述は見られなかった(31)。

(3) EFSA

ナトリウムの基準の中で、カリウムとナトリウムの代謝は、 Na^+/K^+ -ATPase 交換機構にも起因して、相互に強く関連していると述べている(35)。一方で、ナトリウム、カリウムと血圧あるいは心血管疾患との相互関係は、ナトリウムの Dietary Reference Value に反映させるにはまだ十分でないと結論づけている。

(4) 北欧諸国

ナトリウムの項で、ナトリウム・カリウム比について、比が高いほど、全死亡および心血管疾患死亡のリスクも高くなることが言及されている。しかし、ナトリウム・カリウム比に関する基準は策定されていない(11)。

(5) オーストラリアおよびニュージーランド

カリウムに関する基準の中で、カリウムには塩化ナトリウムの血圧への影響を鈍らせ、塩分感受性を緩和し、尿中カルシウム排泄量を低下させる作用があることが述べられている(27)。カリウムの必要量は食事中的ナトリウムにある程度依存するものの、理想的なナトリウム・カリウム比は十分に確立されていないため、必要量の設定には利用できない、としている。

C-6. ビタミン D とカルシウムの相互作用

(1) アメリカ・カナダ

カルシウムとビタミン D の相互作用について、カルシウム摂取量が十分な場合、骨の健康状態に関連したビタミン D の必要性が大幅に減少させられると思われる程度である、と述べられている(36)。

(2) イギリス

ビタミン D とカルシウムの相互作用について、動物実験、観察研究、ランダム化比較試験のそれぞれについて、論文を引用して概要を述べているものの、相互作用の有無に関する結論はなく、基準等の策定にも至っていない

(37)。

動物実験の文献を引用した段落では、ビタミン D とカルシウムの相互作用は、血漿 25(OH)D 濃度およびその異化の調節、ひいては食事性ビタミン D 必要量に影響を与える可能性があるとして述べている。一方で、ヒトを対象とした観察研究では、カルシウム摂取が血清 25(OH)D 濃度の有意な決定因子であるという報告と、影響を認めないという報告の両方を引用し、研究の結果には一貫性がない、としている。カルシウム摂取が 25(OH)D 濃度に及ぼす影響について調査したランダム化比較試験でも、結果に一貫性がないと述べている。また、これまでの研究は、代謝性骨疾患のない成人を対象に行われたものであるため、代謝が活発なためカルシウムの必要量が多い小児や、代謝性骨疾患のある人には、これまでの知見が適用されない可能性があるとしている。

(3) EFSA

ビタミン D の基準のなかで、1,25(OH)₂D、カルシウム、リンの間には、ミネラルとビタミン D の代謝に影響を与える相互作用がある、と記述されている(38)。ビタミン D とカルシウムの骨の健康に関する相互作用については、アメリカ Institute of Medicine のレポートも引用している。

また、カリウム塩による、腎臓での 1,25(OH)₂-D の合成の変化、ビタミン A による、ビタミン D の作用を阻害の可能性についても、言及されている。

(4) 北欧諸国

1,25(OH)₂D、は、腸からのカルシウムの吸収を促進し、血漿中のカルシウムとリン酸の濃度を狭い範囲に維持することを可能にすること、ビタミン D は、血中および細胞外液中のカルシウム(およびリン酸)濃度を正常に保つことで、骨格の正常なミネラル化に不可欠であることが述べられている(11)。

また、カルシウムの摂取量が少なく、血清 25OHD 濃度とくる病の関係に影響を与える可能性についても言及されているが、カルシウムの摂取量が多い集団におけるくる病の血清 25OHD 濃度閾値は不明である、としている。

さらに、カルシウムと組み合わせたビタミン D のサプリメント利用が、特に高齢者において、全骨折と股関節骨折のリスクの減少と、転倒のリスクを減少させるというエビデンスは説得力があるとしている。

(5) オーストラリア・ニュージーランド

ビタミン D の項とカルシウムの項それぞれに、カルシウムまたはビタミン D に関する記述がある(27)。ビタミン D の項には、食事からのカルシウム摂取が不十分な場合、1,25-ジヒドロキシビタミン D が、副甲状腺ホルモンとともに骨髄中の幹細胞を動員し、成熟破骨細胞にして骨からのカルシウム貯蔵量を増加させることが可能である一方で、血中カルシウム濃度に大きな影響を与えるほど、骨から十分なカルシウムを動員する能力は限られている、と記述されている。

カルシウムの項には、骨粗鬆症発症への影響は、カルシウム摂取だけでなく、ビタミン D の摂取状態も重要な役割を担うことが記述されている。

D. 考察

(1) トランス脂肪酸

いずれの国・地域・機関でも、目安量、推定平均必要量および推奨量は定められていないものの、摂取量を可能な限り低くすること、あるいは、総エネルギー摂取量の 1-2% 未満とすることが推奨されていた。推奨の背景として、摂取量と LDL コレステロール濃度との関連、心血管疾患や冠状動脈性心疾患のリスクとの関連があった。どのような基準とするかの理由は国ごとに異なっていたが、いずれも、各国の集団における摂取量およびその摂取源が考

慮されていた。日本人における基準値の設定にあたっては、日本人集団におけるトランス脂肪酸の摂取量および摂取源の実態把握が必要である。

(2) フッ素(フッ化物)

いずれの国・地域・機関でも、基準が策定されたう蝕、フッ素症、骨粗鬆症などのアウトカムに着目し、水道水がフッ素化された地域等での観察研究でのフッ素摂取量を根拠として、目安量または/および耐容上限量が定められていた。日本でも、これらの国や地域におけるレビューを参考にして、目安量や耐容上限量を定めることも可能と思われる。

(3) 塩素(塩化物)

いずれの国・地域・機関でも、塩素の独立した健康影響に関する科学的根拠が乏しいこと、塩素がナトリウムとともに、塩化ナトリウムとして摂取されることがほとんどであることを背景として、ナトリウムの基準値の当モル量を、塩化物の基準値としていた。従って、日本でも基準値を定める場合は、ナトリウムの基準値の当モル量として、目安量を定める方針があり得る。しかし、現在日本人の食事摂取基準では、ナトリウムには推定平均必要量と、目標量の 2 つの基準が定められている。目標量は、慢性疾患の予防を目的として設定された基準であることから、塩化物の目安量をこれと当モル量とすると、ナトリウムの目標量の意図とそぐわない。このため、推定平均必要量の当モル量とすることが適当であろう。

(4) 水

水の摂取量の基準値を策定した国・地域ではいずれも、水の必要量は個人差や環境条件によって異なることを理由として、各国あるいは諸外国の集団における水摂取量の観察値を考慮し、目安量を設定していた。従って、日本でも基準を設定する場合は目安量が妥当と

考えられる。日本人のために水の目安量を定めるには、日本人集団における水の摂取量のデータが不可欠であるが、現在の国民健康栄養調査では、水の摂取量は推定することができない。従って、まずは国民代表的な集団において、飲料の水も含めた詳細な水摂取量のデータを構築することが求められる。

(5) 栄養素間相互作用

ナトリウムとカリウムの相互作用、ビタミンDとカルシウム相互作用については、食事摂取基準中に記述がなされている国はある一方で、具体的な基準値の策定に至っていた国はなかった。日本の食事摂取基準でも、今後、これらの栄養素間相互作用について、文献のレビューを行い、記述を追加することは可能と考えられる。

E. 結論

日本で摂取基準の策定のなされていない栄養素の、基準の策定状況について、諸外国の状況を比較した。国によって、策定の根拠や基準が異なるものもあったが、類似した傾向がみられた。

今後は、これらの諸外国での策定状況を参考に、日本でも必要なエビデンスを揃え、策定を検討していく必要がある。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

H. 知的所有権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

I. 参考文献

- 1) 国立健康・栄養研究所. 諸外国の栄養政策 食事摂取基準の概要 [Internet]. 健康日本 21(第二次)分析評価事業. [cited 2022 Nov 4]. Available from: <https://www.nibiohn.go.jp/eiken/kenkou-nippon21/foreign/kijun.html>
- 2) 衛生福利部国民健康署. 國人膳食營養素參考攝取量 第八版 [Internet]. Taipei, Taiwan; 2022 [cited 2022 Nov 9]. Available from: <https://www.hpa.gov.tw/Pages/List.aspx?nodeid=4247>
- 3) Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids [Internet]. Washington, D.C.: National Academies Press; 2005 [cited 2022 Nov 9]. Available from: <https://www.nap.edu/catalog/10490>
- 4) U.S. Department of Agriculture and U.S. Department of Health and Human Services. Dietary Guidelines for Americans, 2020–2025. 9th Edition. [Internet]. 2020 [cited 2023 Jan 26]. Available from: [Dietary Guidelines.gov](https://www.dietaryguidelines.gov)
- 5) U.S. Department of Agriculture and U.S. Department of Health and Human Services. Dietary Guidelines for Americans, 2015–2020. 8th Edition. [Internet]. 2015 [cited 2023 Jan 26]. Available from: [Dietary Guidelines.gov](https://www.dietaryguidelines.gov)

- <http://health.gov/dietaryguidelines/2015/guideline>
- 6) Dietary Guidelines Advisory Committee. 2020. Scientific Report of the 2020 Dietary Guidelines Advisory Committee: Advisory Report to the Secretary of Agriculture and the Secretary of Health and Human Services. [Internet]. Washington, DC.: Department of Agriculture, Agricultural Research Service; 2020 [cited 2022 Nov 8]. Available from: <https://www.dietaryguidelines.gov/2020-advisory-committee-report>
 - 7) Department of Health. Nutritional aspects of cardiovascular disease. Report on Health and Social subjects 46. London: The Stationary Office; 1994 p. 1-186.
 - 8) Scientific Advisory, Committee on Nutrition. Update on trans fatty acids and health: position statement [Internet]. London: Stationery Office; 2007. Available from: www.tsoshop.co.uk
 - 9) Spaaij CJK, Pijls LTJ. New dietary reference intakes in the Netherlands for energy, proteins, fats and digestible carbohydrates. *Eur J Clin Nutr.* 2004 Jan;58(1):191-4.
 - 10) Food and Agricultural Organization of the United Nations. Fats and fatty acids in human nutrition. Report of an expert consultation. Rome (Italy); 2010.
 - 11) Nordic Council of Ministers. Nordic Nutrition Recommendations 2012: Integrating nutrition and physical activity, 5th edition. Nordic Council of Ministers [Internet]. 2012 [cited 2022 Nov 4];5. Available from: <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:norden:org:diva-2561>
 - 12) The Korean Nutrition Society. Dietary Reference Intakes for Koreans 2020 (in Korean). Seoul, Korea;
 - 13) Miller M, Stone NJ, Ballantyne C, Bittner V, Criqui MH, Ginsberg HN, et al. Triglycerides and Cardiovascular Disease: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation.* 2011 May 24;123(20):2292-333.
 - 14) Oh K, Hu FB, Manson JE, Stampfer MJ, Willett WC. Dietary Fat Intake and Risk of Coronary Heart Disease in Women: 20 Years of Follow-up of the Nurses' Health Study. *American Journal of Epidemiology.* 2005 Apr 1;161(7):672-9.
 - 15) Developed with the special contribution of: European Association for Cardiovascular Prevention & Rehabilitation, Authors/Task Force Members, Reiner Z, Catapano AL, De Backer G, Graham I, et al. ESC/EAS Guidelines for the management of dyslipidaemias: The Task Force for the management of dyslipidaemias of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Atherosclerosis Society (EAS). *European Heart Journal.* 2011 Jul 2;32(14):1769-818.
 - 16) Eckel RH, Jakicic JM, Ard JD, de Jesus JM, Miller NH, Hubbard VS, et al. 2013 AHA/ACC Guideline on Lifestyle

- Management to Reduce Cardiovascular Risk: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation* [Internet]. 2014 Jun 24 [cited 2022 Nov 7];129(25_suppl_2). Available from: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/01.cir.0000437740.48606.d1>
- 17) EFSA Panel on Nutrition, Novel Foods and Food Allergens (NDA). Dietary Reference Values for nutrients Summary report. EFSA Supporting Publications. 2017 Dec;e15121:98.
 - 18) World Health Organization. Draft guidelines on saturated fatty acid and trans-fatty acid intake for adults and children.
 - 19) EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol. *EFSA Journal*. 2010;8(3):1461.
 - 20) British Nutrition Foundation. Nutrition Requirements [Internet]. 2021. Available from: <https://www.nutrition.org.uk/media/1z2ekndj/nutrition-requirements-update.pdf>
 - 21) Khan NC, Hoan PV. Vietnam recommended dietary allowances 2007. *Asia Pac J Clin Nutr*. 2008;17 Suppl 2:409-15.
 - 22) Institute of Medicine (US) Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride [Internet]. Washington (DC): National Academies Press (US); 1997 [cited 2022 Nov 8]. (The National Academies Collection: Reports funded by National Institutes of Health). Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK109825/>
 - 23) Anses. Actualisation des repères du PNNS : élaboration des références nutritionnelles (in French) [Internet]. 2016 [cited 2023 Jan 18]. Available from: <https://www.anses.fr/en/system/files/NUT2012SA0103Ra-2.pdf>
 - 24) French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety. OPINION of the French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety on the 'Updating of the French dietary reference values for vitamins and minerals' [Internet]. 2021. Available from: <https://www.anses.fr/en/system/files/NUT2018SA0238EN.pdf>
 - 25) European Food Safety Authority. Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission related to the Tolerable Upper Intake Level of Fluoride. *EFSA Journal*. 2005;192:1-65.
 - 26) The National Health and Medical Research Council. Nutrient Reference Values for Australia and New Zealand, Fluoride

- (updated 2017) [Internet]. 2017 [cited 2011 Nov 8]. Available from: <https://www.eatforhealth.gov.au/nutrient-reference-values/nutrients/fluoride-updated-2017>
- 27) National Health and Medical Research Council. Nutrient reference values for Australia and New Zealand: including recommended dietary intakes. Canberra, A.C.T.], [Wellington, N.Z.: National Health and Medical Research Council; Ministry of Health; 2006.
 - 28) Dean H. The Investigation of Physiological Effects by the Epidemiological Method. In: Fluorine and Dental Health. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science; 1942. p. 23-31.
 - 29) Horowitz HS. The effectiveness of community water fluoridation in the United States. *J Public Health Dent.* 1996;56(5 Spec No):253-8.
 - 30) Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate [Internet]. Washington, D.C.: The National Academies Press; 2005 [cited 2022 Nov 9]. Available from: <http://www.nap.edu/catalog/10925>
 - 31) Salmon J. Dietary reference values: a guide. London: Department of Health: HMSO; 1991.
 - 32) EFSA Panel on Nutrition, Novel Foods and Food Allergens (NDA), Turck D, Castenmiller J, de Henauw S, Hirsch-Ernst K, Kearney J, et al. Dietary reference values for chloride. *EFS2.* 2019;17(9):5779.
 - 33) National Health and Medical Research Council, Department of Health and Aged Care. Nutrient Reference Values for Australia and New Zealand, Water [Internet]. [cited 2022 Nov 9]. Available from: <https://www.eatforhealth.gov.au/nutrient-reference-values/nutrients/water>
 - 34) EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for water. *EFS2.* 2010 Mar;8(3):1459.
 - 35) EFSA Panel on Nutrition, Novel Foods and Food Allergens (NDA), Turck D, Castenmiller J, de Henauw S, Hirsch-Ernst K, Kearney J, et al. Dietary reference values for sodium. *EFS2* [Internet]. 2019 Sep [cited 2023 Jan 25];17(9). Available from: <https://data.europa.eu/doi/10.2903/j.efsa.a.2019.5778>
 - 36) Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D [Internet]. Washington, D.C.: The National Academies Press; 2011 [cited 2023 Jan 25]. Available from: <http://www.nap.edu/catalog/13050>
 - 37) The Scientific Advisory Committee on Nutrition. The Scientific Advisory Committee on Nutrition (SACN) recommendations on vitamin D [Internet]. 2016. Available from: <https://www.gov.uk/government/publications/sacn-vitamin-d-and-health-report>

38) EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). Dietary reference values for vitamin D. EFS2 [Internet]. 2016 [cited 2023 Jan 25];14(10). Available from: <https://data.europa.eu/doi/10.2903/j.efs.a.2016.4547>

1 表1 各国・地域・機関におけるトランス脂肪酸の摂取基準と根拠

国・地域・機関	基準	基準または推奨内容	根拠・アウトカム	ガイドライン
アメリカ・カナダ	—	摂取量を最小限にする	冠状動脈性心疾患発症のリスク 摂取量を0%とした場合の他の栄養素の摂取量への影響を考慮	Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids
イギリス	—	<2%エネルギー	LDL コレステロール値への影響、冠状動脈性心疾患発症のリスク イギリス国民におけるトランス脂肪酸の摂取量の観察値に基づく	Update on trans fatty acids and health—Position statement by the Scientific Advisory Committee on Nutrition.
オランダ	耐容上限量	<1%エネルギー	冠動脈疾患発症のリスク オランダ国民の摂取量の10パーセント値に基づく	New dietary reference intakes in the Netherlands for energy, proteins, fats and digestible carbohydrates.
北欧諸国	—	摂取量を最小限にする	記載なし	Nordic Nutrition Recommendations 2012
韓国	—	<1%エネルギー	他の栄養素の摂取への影響を考慮 代謝系疾患発症のリスク	2020 Dietary Reference Intakes for Koreans
台湾	—	<1%エネルギー	心血管疾患発症のリスク	國人膳食營養素參考攝取量 第八版
EU・EFSA	—	摂取量を最小限にする	冠状動脈性疾患発症のリスク 必須栄養素の摂取の適切性を損なうことなくトランス脂肪酸の摂取量を低減することの限界を考慮	Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol, EFSA Panel
WHO・FAO	—	<1%エネルギー	血清脂質への影響、冠状動脈性心疾患発症のリスク増加、メタボリックシンドロームや糖尿病のリスク増加	Fats and fatty acids in human nutrition. Report of an expert consultation.

2 EU: European Union(欧州連合)、EFSA: European Food Safety Authority(欧州食品安全委員会)、WHO: World Health Organization(世界保健機関)、

3 FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations(国際連合食糧農業機関)

表2 各国・地域・機関におけるフッ素の摂取基準と根拠

国・地域・機関	基準もしくは推奨	基準値	根拠・アウトカム	ガイドライン
アメリカ・カナダ	目安量	0-6 か月:0.01 mg/日 7- 12 か月:0.5 mg/日 1- 3 歳:0.7 mg/日 4 -8 歳:1 mg/日 9-13 歳: 2 mg/日 14-18 歳:3 mg/日 19 歳以上男性 4 mg/日 19 歳以上女性 3 mg/日	う蝕のリスク、フッ素症のリスク 最適濃度に水がフッ素添加された地域に住む 子どもの平均的な食事からのフッ化物摂取量 (0.05 mg/kg/日)と基礎体重に基づく	Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids
フランス	目安量	0-5 か月:0.08 mg/日 6-12 か月:0.4 mg/日 1-3 歳:0.6 mg/日 4-6 歳:1.0 mg/日 7-10 歳男児:1.5 mg/日 7-10 歳女児:1.4 mg/日 11-14 歳男児:2.2 mg/日 11-14 歳女児:2.3 mg/日 15-17 歳男児:3.2 mg/日 15-17 歳女児:2.8 mg/日 18 歳以上男性:3.4 mg/日 18 歳以上女性:2.9 mg/日	—	OPINION of the French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety on the "Updating of the French dietary reference values for vitamins and minerals"
	耐容上限量	1- 3 歳:1.5 mg/日 4-8 歳男児:2.5 mg/日 9-14 歳男児:5 mg/日 15-17 歳:7 mg/日 18 歳以上:7 mg/日	—	OPINION of the French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety on the "Updating of the French dietary reference values for vitamins and minerals"

表2 各国・地域・機関におけるフッ素の摂取基準と根拠(続き)

国・地域・機関	基準もしくは推奨	基準値	根拠・アウトカム	ガイドライン
北欧諸国	耐容上限量	1-3 歳:1.5 mg/日 4-8 歳:2.5 mg/日 9-14 歳:5 mg/日 14 歳以上の小児と成人:7 mg/日	永久歯の中等度フッ素症のリスク (EFSA の基準の引用)	Nordic Nutrition Recommendations 2012
オーストラリア・ニュー ジーランド	目安量	7-12 か月:0.5 mg/日 1-3 歳:0.6 mg/日 4-8 歳:1.1mg/日 9-13 歳:2.0 mg/日 14-18 歳:3.0 mg/日 19 歳以上男性:4 mg/日 19 歳以上女性:3 mg/日	う蝕のリスク、フッ素症のリスク 最適濃度に水がフッ素添加された地域に住 む子どもの平均的な食事からのフッ化物摂 取量(0.05 mg/kg/日)と基礎体重に基づく	Nutrient Reference Values for Australia and New Zealand
	耐容上限量	0-6 か月:1.2 mg/日 7-12 か月:1.8 mg/日 1-3 歳:2.4 mg/日 4-8 歳:4.4 mg/日 9-13 歳:10.0 mg/日 14-18 歳:10.0 mg/日 19 歳以上男性:10.0 mg/日 19 歳以上女性:10.0 mg/日	フッ素症のリスク	Nutrient Reference Values for Australia and New Zealand

表2 各国・地域・機関におけるフッ素の摂取基準と根拠

国・地域・機関	基準もしくは推奨	基準値	根拠・アウトカム	ガイドライン
韓国	目安量	0-5 か月:0.01 mg/日	う蝕、フッ素症のリスク フッ化物を 0.08-0.12 mg/kg 体重/日摂取して いた集団における永久歯の中等度フッ素症の 有病率に基づく	2020 Dietary Reference Intakes for Koreans
		6-11 か月:0.4 mg/日		
		1-2 歳:0.6 mg/日		
		3-5 歳:0.9 mg/日		
		6-8 歳:1.3 mg/日		
		9-11 歳男児:1.9 mg/日		
		9-11 歳女児:1.8 mg/日		
		12-14 歳男児:2.6 mg/日		
		12-14 歳女児:2.4 mg/日		
		15-18 歳男児:3.2 mg/日		
		15-18 歳女児:2.7 mg/日		
		19-29 歳男性:3.4 mg/日		
		19-29 歳女性:2.8 mg/日		
		30-49 歳男性:3.4 mg/日		
		30-49 歳女性:2.7 mg/日		
		50-64 歳男性:3.2 mg/日		
		50-64 歳女性:2.6 mg/日		
		65-74 歳男性:3.1 mg/日		
		65-74 歳女性:2.5 mg/日		
		75 歳以上男性:3.0 mg/日		
75 歳以上女性:2.3 mg/日				
韓国	耐容上限量	0-5 か月:0.6 mg/日	歯フッ素症(0-8 歳)、骨フッ素症(9 歳以上)の リスク 0-8 歳は歯のフッ素症をもたらす閾値(平均 010 mg/kg/日)、9 歳以上は最大無害量 10.0 mg /日に基づく	2020 Dietary Reference Intakes for Koreans
		6-11 か月:0.9 mg/日		
		1-2 歳:1.2 mg/日		
		3-5 歳:1.7 mg/日		
		6-8 歳:2.5 mg/日		
		9 歳以上:10 mg/日		
		EU・EFSA		

表 3. 各国・地域・機関における塩化物の摂取基準と根拠

国・地域・機関	基準もしくは推奨	基準値	根拠・アウトカム	ガイドライン
アメリカ・カナダ	目安量	0-6 か月 : 0.18 g/日 7-12 か月 : 0.57 g/日 1- 3 歳 : 1.5 g/日 4 -8 歳 : 1.9 g/日 9-13 歳 : 2.3 mg/日 14-18 歳 : 2.3 mg/日 19-50 歳 : 2.3 mg/日 51-70 歳 : 2.0 g/日 71 歳以上 : 1.8 g/日	ナトリウムの目安量の当モル量 ナトリウムと塩化物は、通常、塩化ナトリウムとしてほとんどの食品に含まれており、ナトリウムと当モル量を摂取すれば、必要量は満たされると仮定。	Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate
イギリス	目安量	0-3 か月 : 320 mg/日 4-6 か月 : 400 mg/日 7-9 か月 : 500 mg/日 10-12 か月 : 500 mg/日 1-3 歳 : 800 mg/日 4-6 歳 : 1100 mg/日 7-10 歳 : 1800 mg/日 11 歳以上 : 2500 mg/日	ナトリウムの目安量の当モル量	Dietary reference values: a guide.
フランス	目安量	6 か月未満 : 170 mg/日 6-11 か月 : 570 mg/日 1-3 歳 : 1200 mg/日 4-8 歳 : 1500 mg/日 9-13 歳 : 1900 mg/日 14-17 歳 : 2300 mg/日 18 歳以上男性 : 2300 mg/日 18 歳以上女性 : 2300 mg/日	ナトリウムの目安量の当モル量	OPINION of the French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety on the "Updating of the French dietary reference values for vitamins and minerals"
韓国	目安量	成人男女 : 2.3 g/d	ナトリウムの目安量の当モル量	2020 Dietary Reference Intakes for Koreans

表 3. 各国・地域・機関における塩化物の摂取基準と根拠(続き)

国・地域・機関	基準もしくは推奨	基準値	根拠・アウトカム	ガイドライン
EU・EFSA	目安量	7-11 か月:0.3g/日 1-3 歳児:1.7 mg/日 4-6 歳:2.0 mg/日 7-10 歳:2.6 mg/日 11-17 歳:3.1 mg/日 18 歳以上:3.1 mg/日	ナトリウムの目安量の当モル量	Scientific Opinion on dietary reference values for chloride. EFSA Journal 2019;17(9):5779, 24 pp.

表 4. 各国・地域・機関における水の摂取基準と根拠

国・地域・機関	基準もしくは推奨	基準値	根拠・アウトカム	ガイドライン
アメリカ・カナダ	目安量	0-6 か月:0.7 L/日 7- 12 か月:0.8 L/日 1- 3 歳:1.3 L/日 4 -8 歳:1.7 L/日 9-13 歳男児:2.4 L/日 9-13 歳女児:2.1 L/日 14-18 歳男児:3.3 L/日 14-18 歳女児:2.3 L/日 19 歳以上男性:3.7 L/日 19 歳以上女性:2.7 L/日	呼吸、尿、便および感覚器官の水分損失を補うために必要な最低限の水分量	Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate.
フランス	目安量	-5 か月:100-190 mL/kg/日 6-12 か月:1,100-1,200 mL/日 2-3 歳:1,300 mL/日 4-8 歳:1,600 mL/日 9-13 歳男児:2,100 mL/日 9-13 歳女児:1,900 mL/日 14 歳以上男性:2.5 L/日 14 歳以上女性:2.0 L/日	(EFSA による基準の引用)	<i>Actualisation des repères du PNNS : élaboration des références nutritionnelles</i>
北欧諸国	目安量	2-13 歳:1 L/日 14 歳以上:1-1.5 L/日	諸外国での目安量および、北欧諸国での 1 日当たりの摂取量を考慮	Nordic Nutrition Recommendations 2012
オーストラリア・ニュー ジーランド	目安量	0-6 か月:0.7 L/日 7-12 か月:0.8 L/日 1-3 歳:1.4 L/日 4-8 歳:1.6 L/日 9-13 歳男児:2.2 L /日 9-13 歳女児:1.9 L /日 14-18 歳男児:2.7 L/日 14-18 歳女児:2.2 L/日 19 歳以上男性:3.4 L/日 19 歳以上女性は 2.8 L/日	オーストラリアでの国民調査から得られた摂取量の中央値に基づく	Nutrient Reference Values for Australia and New Zealand

表 4. 各国・地域・機関における水の摂取基準と根拠(続き)

国・地域・機関	基準もしくは推奨	基準値	根拠・アウトカム	ガイドライン
韓国	目安量	0-5 か月:700 mL/日 6-11 か月:800 mL/日 1-2 歳:1,000 mL/日 3-5 歳:1,500 mL/日 6-8 歳男性:1,700 mL/日 6-8 歳女性:1,600 mL/日 9-11 歳男性:2,000 mL/日 9-11 歳女性:1,900 mL/日 12-14 歳男性:2,400 mL/日 12-14 歳女性:2,000 mL/日 15-18 歳男性:2,600 mL/日 15-18 歳女性:2,000 mL/日 19-29 歳男性:2,600 mL/日 19-29 歳女性:2,100 mL/日 30-49 歳男性:2,500 mL/日 30-49 歳女性:2,000 mL/日 50-64 歳男性:2,200 mL/日 50-64 歳女性:1,900 mL/日 65 歳以上男性:2,100 mL/日 65 歳以上女性:1,800 mL/日	推定平均エネルギー必要量から推定した食物からの水分摂取量と、韓国健康栄養調査から得た飲料由来の水分摂取量を考慮	2020 Dietary Reference Intakes for Koreans
EU・EFSA	目安量	-5 か月:100-190 mL/kg/日 6-12 か月:1,100-1,200 mL/日 2-3 歳:1,300 mL/日 4-8 歳:1,600 mL/日 9-13 歳男児:2,100 mL/日 9-13 歳女児:1,900 mL/日 14 歳以上男性:2.5 L/日 14 歳以上女性:2.0 L/日	EU加盟諸国での平均的な水分摂取量と、尿の望ましい浸透圧値を考慮	Scientific Opinion on Dietary Reference Values for water

高齢者の Body Mass Index と生活機能障害に関する観察研究の収集

研究協力者 木下かほり¹、富田沙希¹、大塚礼²

研究分担者 朝倉敬子³

研究代表者 佐々木敏⁴

¹ 国立研究開発法人国立長寿医療研究センター 研究所 老年学・社会科学研究センター フレイル研究部

² 国立研究開発法人国立長寿医療研究センター 研究所 老年学・社会科学研究センター 老化疫学研究部

³ 東邦大学医学部社会医学講座衛生学分野

⁴ 東京大学大学院医学系研究科社会予防疫学分野

【研究要旨】

健康寿命の延伸、医療・介護コスト削減が課題となっており、要介護認定を受ける高齢者の増加を防ぐことも食事摂取基準を考える上で重要である。本研究では比較的肥満度の低い集団における要介護発生率の低い体格指数の範囲を明らかにするために、生活機能障害の新規発生をアウトカムとし、Body Mass Index との関連を調査した観察研究について文献レビューを行った。文献の対象者はベースライン時点で生活機能が自立した 65 歳以上の地域在住高齢者とし、追跡期間 5 年以上の縦断的観察研究を対象に Pubmed を使用して文献検索を行った(2022 年 9 月)。505 件が抽出され、最終的に適格基準を満たした 6 件の文献が採択された。他国の報告を中心に ADL の指標は Katz Index が用いられる場合が多く、日本人を対象とした文献(2 件)ではアウトカムに要支援が含まれていたため生活機能が比較的保たれた対象者を含んでいる可能性があった。我が国における BMI と要介護認定を扱った縦断的観察研究は極めて少なかったため、今後の研究増加が必須である。

A. 背景と目的

日本人の食事摂取基準 2020 年版では、エネルギーの指標に Body Mass Index (BMI) が採用されており、目標とする BMI の範囲が示されている。目標とする BMI の範囲は、文献レビューと共に日本人の BMI 分布を考慮して検討された結果から「観察研究で確認された総死亡率の低い BMI の範囲」と定義され、年代別に示されている。一方、超高齢社会においては健康寿命の延伸、および、医療・介護コスト削減が課題となっており、その意味では、要介護認定を受ける高齢者の増加を防ぐことも食事摂取基準を考える上で重要である。

本研究では比較的肥満度の低い集団における要介護発生率の低い体格指数の範囲を

明らかにするために、生活機能障害の新規発生をアウトカムとし、Body Mass Index (BMI)

との関連を調査した観察研究について文献レビューを行うこととした。

B. 方法

65 歳以上の地域在住高齢者を対象として、ある時点(ベースライン時点)の BMI とその後の生活機能障害(日常生活動作(ADL)障害、要介護認定)の新規発生との関連を縦断的に検討した研究報告をまとめることにした。本レビューの文献抽出は東邦大学医学部図書館司書の協力を得て、データベース(Pubmed)を使用し、2022 年 9 月 6 日に検索を行った。文献検索に用いた式を表 1 に示す。本レビュー

における文献スクリーニングは表2に示す適格基準に基づいて行い、また、次の文献は除外した：①ハザード比、オッズ比、リスク比のいずれも扱っていない文献、②本文中で生活機能障害を扱っているものの結果変数としては扱われていない文献(例：層別化解析の変数として使用)。このように、タイトル・抄録のみを用いた一次スクリーニング、フルテキストを用いた二次スクリーニングを経て、関連文献の抽出と収集を行った。

C. 結果

検索式(表1)により、505件の文献が抽出された。一次スクリーニングにおいて、重複している、言語が日本語もしくは英語ではない、研究デザインが縦断的観察研究ではない、対象者が特定の病気を有する集団または施設入所者のみである、明らかに高齢者(65歳以上)が対象者に含まれない、BMIと生活機能障害の関連を扱っていない文献を除外し、29件が選別された。フルテキストを精査した二次スクリーニングではさらに、ハザード比・オッズ比・リスク比のいずれも扱っていない、生活機能障害は扱っていても結果変数ではない(例：層別化の変数として使用)、BMI 20kg/m²未満の対象者が含まれていない、BMI 25kg/m²未満の対象者が区分されていない、BMIと生活機能障害について直線関連を想定した解析のみを実施している、5年以上追跡していない文献を除外し、最終的に6件の文献が本レビューの対象として採択された(図1)。その内訳は日本からの報告2件^{1, 2)}、中国からの報告1件³⁾、フィンランドからの報告1件⁴⁾、フランスからの報告1件⁵⁾、米国からの報告1件⁶⁾であった。

D. 考察および結論

文献検索において、文献の発表年に関する期間を定めなかったにも関わらず、検索式にヒットした文献数は505件、最終的に適格基準を満たした文献は6件と少なかった。質の高い研

究を採択するためには、対象者の追跡開始後一定期間内のイベント発生者を除外した文献をレビューの対象とすることが望ましいが、そのような対応を行っていた文献は、採択された6件のうち3件のみであった。他国の報告を中心にADLの指標はKatz Index⁷⁾が用いられる場合が多く、入浴・更衣・トイレの使用・移動・排泄コントロール・食事における介助の状態が評価されていたが、日本人を対象とした文献(2件)は、いずれもアウトカムに要支援が含まれており、生活機能が比較的保たれた対象者を含んでいる可能性があった。また、認知症や脳血管疾患など特定の疾患が原因で要介護となる場合も考えられるため、生活機能障害の原因別の検討も必要と思われる。我が国におけるBMIと要介護認定を扱った縦断的観察研究は極めて少なかったため、質の高い文献レビューを行うには、今後の研究増加が必須であると考えられた。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

H. 知的所有権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

I. 参考文献

1) Zhang S, et al: The relationship between body mass index and disability-free survival in

elderly Japanese: the Ohsaki Cohort 2006 Study. *Int J Obes.* 43:2254–2263, 2019.

2) Zhang S, et al: Body mass index and the risk of incident functional disability in elderly Japanese: The OHSAKI Cohort 2006 Study. *Medicine.* 95(31):e4452. 2016.

3) Lv YB, et al: Association of Body Mass Index With Disability in Activities of Daily Living Among Chinese Adults 80 Years of Age or Older. *JAMA Netw Open.* 1(5):e18195, 2018.

4) Lisko I, et al: Body Mass Index and Waist Circumference as Predictors of Disability in Nonagenarians: The Vitality 90+ Study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 72(11):1569–1574. 2017.

5) Artaud F, et al: Body mass index trajectories and functional decline in older adults: Three-City Dijon cohort study. *Eur J Epidemiol.* 31(1):73–83.2016.

6) Launer L J, et al: Body Mass Index, Weight Change, and Risk of Mobility Disability in Middle-aged and Older Women. The Epidemiologic Follow-up Study of NHANES I. *JAMA.* 271(14):1093–1098. 1994.

7) Katz S, Downs TD, Cash HR, et al: Progress in the development of the index of ADL. *Gerontologist* 10:20–30, 1970.

表 1 本レビューにおいて用いた文献検索式

	検索式
対象者	"aged"[MeSH Terms] OR "aged, 80 and over"[MeSH Terms] OR "geriatrics"[MeSH Terms]
説明変数	("Body Mass Index"[MAJR]) OR ("BMI"[ti] or "Body mass index"[ti])
目的変数	(functional disability OR life expectancy OR longevity OR long-term care OR nursing care OR disability)
研究デザイン	cohort studies OR cohort OR prospective OR risk ratio OR relative risk OR hazard ratio OR rate ratio OR incident rare ratio OR odds ratio
除外項目	使用せず
検索期間	使用せず
最終検索式	((("aged"[MeSH Terms] OR "aged, 80 and over"[MeSH Terms] OR "geriatrics"[MeSH Terms]) AND (("Body Mass Index"[MAJR]) OR ("BMI"[ti] or "Body mass index"[ti]))) AND ((functional disability OR life expectancy OR longevity OR long-term care OR nursing care OR disability))) AND (cohort studies OR cohort OR prospective OR risk ratio OR relative risk OR hazard ratio OR rate ratio OR incident rare ratio OR odds ratio)

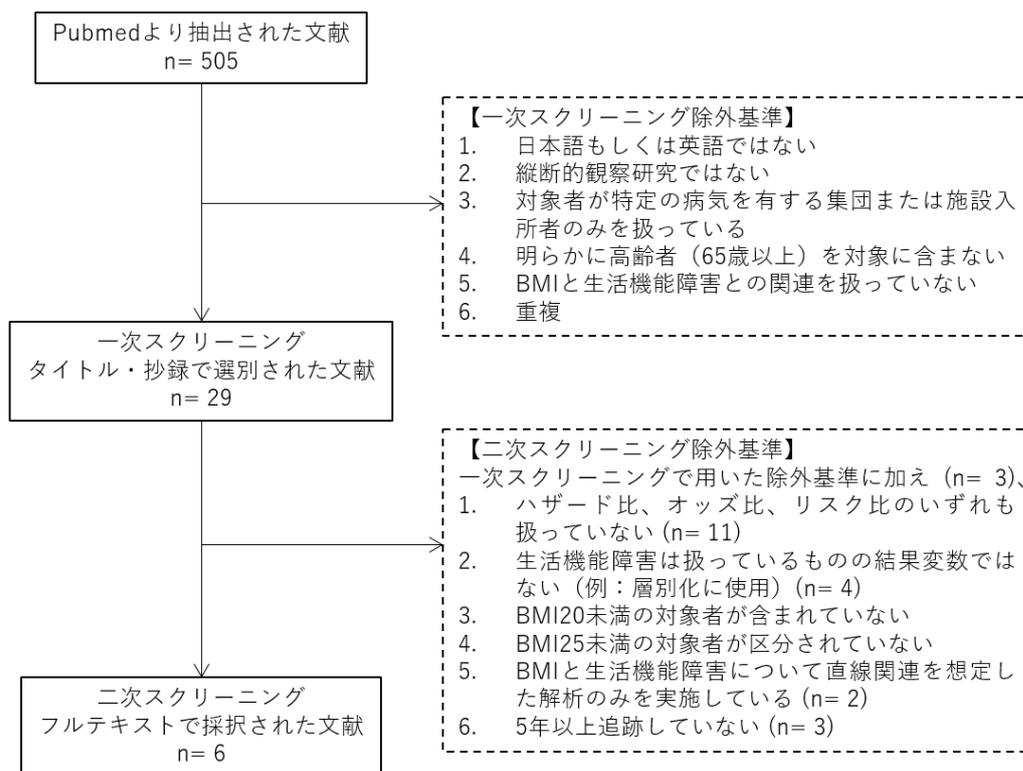
検索日：2022年9月6日(火)

表 2 本レビューにおける適格基準

P (Participants)	ベースライン時点で生活機能が自立した（要介護認定を受けていない）地域に在住する65歳以上の高齢者 除外: 特定の病気を有する集団または施設入所者のみを扱った文献は除外 ベースライン時点のBMI
E (Exposures) / C (Comparators)	除外: BMI 20kg/m ² 未満の対象者が含まれていない、BMI 25kg/m ² 未満の対象者が区分されていない、BMIと生活機能障害について直線関連を想定した解析のみを実施している文献は除外
O (Outcomes)	生活機能障害（日常生活動作障害、要介護認定）
S (Study design)	縦断的観察研究、追跡期間が5年以上、言語が日本語もしくは英語を使用した文献

図1 本レビューにおける文献検索フローチャート

本レビューにおいて、あらかじめ設定した PECOS に基づき作成した検索式を用い、Pubmed にて文献を抽出した後、タイトル・抄録のみを用いて文献を選別する一次スクリーニング、フルテキストを用いて文献を選別する二次スクリーニングを経て、本レビューの PECOS (適格基準) に合った文献を採択するまでのフローチャートを示した。



「日本人の食事摂取基準」の使用実態：インタビュー調査とそれに基づく質問票の作成

研究分担者 朝倉敬子¹、片桐諒子²

研究協力者 栗原晶子³

研究代表者 佐々木敏⁴

¹ 東邦大学医学部社会医学講座衛生学分野

² 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 栄養疫学・食育研究部

³ 大阪公立大学大学院生活科学研究科食栄養学分野/大阪公立大学生生活科学部食栄養学科

⁴ 東京大学大学院医学系研究科社会予防疫学分野

【研究要旨】

「日本人の食事摂取基準」（以下「基準」）の使用実態に関し、インタビュー調査を行った。基準はよく認知されており使用もされていた。策定根拠などの本文部分まで読み込まれているのは使用施設における独自基準策定時、基準自体を学校や研修会などの場で教える時、個別事例に対応する必要があるときなどが多く、基準値しか見ないという意見もあった。困りごととして挙げた内容からは、科学的知見の不確実性を踏まえた正確な記述が却って理解を妨げていること、およびエネルギー・栄養素に関する記述を献立にうまく繋げることが難しいことがうかがわれた。学校教育において基準をどの程度教えるかにはばらつきがあり、卒後の研修の機会が多くはない実態もうかがわれた。今後への期待としては、ポイントを先に記述する形式にすることや図表の有効利用、概要版やガイドブックを作成すること、具体的な活用法の提示などが挙げられた。これらの意見に基づき、次年度実施予定の『「日本人の食事摂取基準」の使用実態に関する調査』で使用する質問票を作成した。

A. 背景と目的

日本人におけるエネルギー・栄養素の適切な摂取量に関する指標値は、1970年に「日本人の栄養所要量」として策定されるようになり、2000年の改定時に「日本人の栄養所要量 - 食事摂取基準 -」の名称で呼ばれるようになった。名称の変更は、第二次世界大戦終了後まだ日の浅い時期を中心に大きな問題となったエネルギー・栄養素摂取不足を予防するのみならず、生活習慣病予防の観点から過剰摂取への対応もできる限り考慮して策定されるようになったためである。2005年からは「日本人の食事摂取基

準（2005年版）」の名称となり、以後5年ごとに改定が行われている。最新版は2020年版（1）である。

日本人の食事摂取基準が使用されるようになり既に20年が経つ。一般的に食事が提供される場でも、医療、行政、福祉、食品開発などの場でも広く参照されているが、複数の指標値が存在することや、指標値の策定根拠の理解に統計学や疫学の基礎的知識が必要であること、学術的知見の記述に特有の言い回しが本文中に含まれることなどより、理解が難しいという指摘もある。

日本人の食事摂取基準を正しく理解し参

照していただくためには、分かりやすい記述が欠かせない。また、内容を理解するための教育や改定に関する情報伝達の機会も必要である。そこで本研究では、様々な職域において日本人の食事摂取基準を使用する栄養士・管理栄養士、を対象にインタビュー調査を実施し、同基準の使用実態及び同基準についての情報収集の方法、今後の改定の際に期待することなどについて意見を収集することを目的とした。さらに、より多くの日本人の摂取基準使用者の意見を収集するための質問票調査を予定しており、インタビュー結果に基づき質問票を作成することも目的とした。

B. 方法

B-1. インタビュー調査

令和4年度10-11月、大学（管理栄養士養成校教員）、給食委託会社、自治体、福祉施設、病院の各職域に勤務する栄養士・管理栄養士有資格者を対象にインタビュー調査を実施した。職域ごとに1-2名ずつ（計9名）の対象者に参加を依頼し、それぞれ1時間程度のグループインタビューを実施した。議論された内容は以下のとおりである。

- ①日本人の食事摂取基準（基準）を日常業務において使うかどうか、
- ②基準のどの部分をどのように使うか、
- ③使わない場合、なぜ使わないのか、
- ④基準の本文を読むか、
- ⑤読むのはどこか、本文の内容は業務において役立つか、
- ⑥読まない場合、なぜ読まないのか、
- ⑦基準を読む/使う上で困る点、
- ⑧学生時代に基準について勉強したか、
- ⑨現在、基準について学ぶ場があるか、
- ⑩基準改定時の情報収集はどうしているか、
- ⑪改定時に気になる箇所、
- ⑫基準に今後期待すること。

B-2. 質問票作成

インタビュー調査の結果に基づき選択肢

を作成する形で、インタビューと同様の情報を質問票で収集できるように質問票作成を行った。

C. 結果

C-1. インタビュー調査

回答概要は以下のとおりである。

1) 使用実態

- ・業務で何らから使用する機会がある、という回答が全員から得られた。ただし、勤務先施設独自で提供する食事に関する基準がある場合は、その基準を定める際に日本人の食事摂取基準を参照するが、それ以降は施設の基準を主に参照するとの意見が多数あり。施設の基準は定期的な見直しを行うので、その際にも日本人の食事摂取基準を参照するとの意見もあり。

- ・数値の表のみを主に見る、という回答もあり。数値のみを知っていれば業務ができてしまう現場もある。

- ・給食委託先の業者が基準を把握しているので使用しなくても問題ないケースあり。

- ・学校では、学校用の基準を見ている。

- ・給食のパッケージソフトなどを使用するとそこに基準値が入っていて、日本人の食事摂取基準を見る必要がない。

- ・疾患やライフステージ別の項は、関連する対象者に食事を提供したり、学生に指導したりといった場合は使用する。疾病の診療ガイドラインの方を使用するという意見もあり。

- ・職域内の栄養士用のテキストを作成する際に使用する。

- ・食事を提供する相手用の資料（表示など）を作成するときに使用する。

- ・地域での講習会の準備のために使用したり、各種事例（在宅介護の高齢者など）への個別対応の際に使用したりする。

- ・栄養指導、栄養剤使用などの際に使用

する。

2) 使用時の困りごと

- ・各指標値の意味合いがうまく理解されておらず、厳しすぎるとのクレームが出ることもあり。
- ・同じ指標値であっても策定根拠が栄養素によって異なることがあり、指標値の意味合いが異なることにつながるので対処に困る。
- ・読み進めても、結局のところ科学的根拠が十分でないという結論で、よく分からないことがある。
- ・食品の摂取量が示されているわけではなく、情報が使いにくい（栄養素と食品の連結が悪い）。
- ・確率論などは読み込まないと理解しづらく、数値のまるめなども分かりにくいことがある。日本人の栄養所要量の時代に学校を卒業した人にとっては勉強の機会が少なく、考え方になじみにくい。
- ・初めのころは、たくさんの指標値から自分で適切なものを判断して選ぶことに驚いた。
- ・参考文献の見方が分からない。

3) 学習機会

- ・学校教育は、学校ごとに差がある。活用まで教えている学校もあれば、ほとんど教えていない印象の学校もある。
- (ー以下、卒後の学習機会について)
- ・栄養士会や学会の研修会。
 - ・雑誌（商業誌）、書籍。
 - ・厚生労働省や自治体の研修会。
 - ・職場の先輩・同僚や取引先と情報交換。
 - ・Web上の資料。
 - ・誰に聞いていいか分からない、勉強の機会がないという意見を聞くことあり。
 - ・研修会は参加人数が限られるので、広く参加できるようにしていただけるとありがたい。

たい。オンデマンドなども用意してほしい。

4) 今後への期待

- ・概要が各章の最初にまとまっていると使いやすい。もしくは、各章の最初に結論が書いてあって、その後に結論に至るまでの検討過程が書いてあると分かりやすい。
- ・解説書、ガイドブック、概要版など、理解の助けになるものがあると良い。
- ・カラー版があったり、イラストや図が多かったりすると分かりやすい。
- ・給食での活用の項を復活してほしい。献立への指標値の反映の仕方や食品・食事への展開の仕方があると分かりやすい。
- ・特殊ケースへの対応方法が知りたい。外国人、アスリート、ビーガン、宗教食など。
- ・事例集や活用例があると良い。
- ・脂肪酸やアミノ酸、水の取り扱いに関する記述の追加。
- ・小児に関する記述の充実。
- ・骨粗鬆症やフレイルについて。
- ・食品成分表との兼ね合いが気になる。一緒に進んでいってほしい。
- ・策定者とユーザーのつながりがもう少しあると良い。活用法を広めた方が良い。

C-2. 質問票作成

インタビュー結果から重要と考えられるポイントを集め、それらを選択肢として含む質問票を作成した（図1）。

D. 考察

使用実態、困りごと、学習機会、今後への期待などへの意見は、職域ごとに異なる点もあったが、概ね共通する回答も多かった。

日本人の食事摂取基準そのものを教えたり、施設独自の基準を策定したり、特殊例への個別対応を考えたり、講習会で教えたりといった機会のある場合は、食事摂取基

準の本文まで詳細に読み込んでいるという回答が多かった。献立作成業務においては、日本人の食事摂取基準の本文に当たらなくても、施設独自の基準値を参照したりソフトを使用したりすることで業務遂行には事足りるようである。

困りごととして挙げた内容からは、科学的知見の不確実性を踏まえた正確な記述が却って理解を妨げていること、およびエネルギー・栄養素に関する記述を献立にうまく繋げることが難しいことがうかがわれた。日本人の食事摂取基準執筆時にはエビデンスの十分でない事柄について記述する必要が多く、断定的な記述は難しい場合が多いものの、要点を先に書くなどの工夫は必要と考えられる。また活用に関しては、日本人の食事摂取基準とは別にガイドブックを用意するなどの検討はなされても良いものと考えられる。

学習機会については、学校での教育が十分に行われていない場合があること、研修会受講機会が十分に提供されていないことが指摘された。まずは職域において業務が食事摂取基準に基づいて行われていることを認識していただき、実習に来た学生にもその旨が伝わるような環境が必要と考えられる。実務担当者への研修機会の充実はそれに寄与しうるのであろう。

今後への期待では、ここまでの間に考えられる対策として記述してきた内容以外に、個別の栄養素や疾患、対象集団に対する記述の希望も挙げられた。また、日本食品標準成分表（食品成分表）（2、3）との連動が指摘されたが、重要な点と考えられる。食品中栄養素の測定法の進歩に伴い、食品成分表に含まれるいくつかの栄養素に関し、食品中含有量の数値が変化している。改定時期のずれのために完全対応させることは困難であるが、特に変動幅の大きい栄養素については対応が必要と考えられる。

インタビュー結果に基づき、より多くの日本人の食事摂取基準使用者から情報を収集するための質問票を作成した。現在、調査対象者を検討中であり、来年度、オンラインで調査実施予定である。

E. 結論

日本人の食事摂取基準の使用実態、今後の方向性に関する意見を収集し、それに基づく質問票を作成した。この質問票を用い、来年度、より幅広く多人数の日本人の食事摂取基準使用者を対象に、使用実態調査を実施予定である。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

H. 知的所有権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

I. 参考文献

- 1) 伊藤貞嘉, 佐々木敏: 日本人の食事摂取基準 (2020年版) (2020) 第一出版, 東京
- 2) 文部科学省: 日本食品標準成分表 2015年版(七訂) (2015) 全国官報販売協同組合, 東京
- 3) 文部科学省科学技術・学術審議会資源調査分科会: 日本食品標準成分表 2020年

版（八訂）一文部科学省科学技術・学術審
議会資源調査分科会報告(2021) 蔦友印刷，
長野

「日本人の食事摂取基準」の使用実態に関する調査

●取り込み基準（①を満たし、②・③・④のいずれかを満たす者）

①18歳以上。

②現在、栄養士・管理栄養士として働いている（献立作成、給食管理、栄養指導などを業務としている）。

③現在、栄養士養成機関（大学・専門学校など）で教員として働いている

④現在、食品開発など栄養に関連する事柄を扱う業務に携わっている。

※産休育休などで短期の休暇中の方はご参加いただけます。

●質問項目案

1) あなたの性別を教えてください

1. 女性 2. 男性 3. その他

2) あなたの年齢（年代）を教えてください。この調査の対象者は18歳以上です。

1. 10-20代 2. 30代 3. 40代 4. 50代 5. 60代以降

3) あなたの保有する専門職資格を教えてください。（複数回答可、いくつでも）

1. 栄養士

2. 管理栄養士

3. 調理師

4. 栄養教諭

5. 看護師・保健師

6. 医師・薬剤師

7. 保育士・幼稚園教諭

8. 介護福祉士

9. 食品衛生責任者・食品衛生管理者

10. その他（ ）

11. 資格なし

4) あなたの職位はどれに当たりますか。

1. 管理職（係長以上などで部下がいる、大学教員で講師以上、など）

2. 管理職以外（特段の役職名なし）

3. 職位はない職種（フリーで活動、など）

5) あなたの現在働いている職場は以下のどれに当たりますか。

1. 医療機関（病院、診療所など）

2. 学校（幼稚園・小・中・高等学校など）

3. 企業（給食事業）

4. 企業（食品製造）

5. 栄養士養成校（大学・専門学校など）
6. 行政（国の機関・地方自治体など）
7. 地域（開業、フリーなど）
8. 福祉施設（保育園、高齢者施設など）

6) あなたの主な業務は何ですか。

(複数回答可。多くの時間を割いている業務から順番に1~3つまで回答可。)

1. 献立作成
2. 調理業務
3. 給食管理（食品発注、衛生管理、スタッフのシフト管理、提供した献立の評価など）
4. 栄養・食事指導
5. 食育（幼児・小児・学童・生徒向け）
6. 食育（成人向け）
7. 商品開発
8. 学生教育（栄養士養成）
9. 調査研究
10. 事業・行政施策などの立案・実施
11. 一般事務
12. その他（ ）

7) 栄養に関連する仕事に、何年ぐらい携わっていますか。お休みしていた期間があるようなら、それは除いてください。

1. 5年未満 2. 5年-10年未満 3. 10年-15年未満 4. 15年-20年未満
5. 20年-25年未満 6. 25年-30年未満 7. 30年以上

【ここから、日本人の食事摂取基準についてお尋ねします。あなたの状況や意見を教えてください。】

8) 「日本人の食事摂取基準」を日常業務の中で使いますか？

1. いつも使う 2. よく使う 3. あまり使わない 4. 全く使わない

※「いつも・よく使う」の人は9-1, 9-2, 9-3に回答、「あまり・全く使わない」の人は9-4, 9-5に回答

9-1) 「日本人の食事摂取基準」のどの部分を使いますか。

9-1-1) 【全体の章立てのうち・・・】

(複数回答可。よく使う方から1~3つまで順番に回答可。)

1. 総論
(以下の選択肢は、各論の章を指します。)
2. エネルギー
3. たんぱく質・脂質・炭水化物、エネルギー産生栄養素バランス
4. 脂溶性ビタミン

5. 水溶性ビタミン

6. 多量ミネラル

7. 微量ミネラル

8. 妊婦・授乳婦

9. 乳児・小児

10. 高齢者

11. 高血圧

12. 脂質異常症

13. 糖尿病

14. 慢性腎臓病

15. その他 ()

9-1-2) **【各論 (エネルギー、栄養素) のそれぞれの章のうちの項目について・・・】**

(複数回答可。よく使う方から1～3つまで順番に回答可。)

1. 基本的事項 (栄養素の定義、分類、機能など)

2. 指標設定の基本的な考え方

3. 健康の保持・増進 (推定平均必要量、目安量、耐容上限量などの設定について)

4. 生活習慣病の重症化予防 (目標量の設定について)

5. 活用に当たっての留意事項

6. 今後の課題

7. 指標値の一覧表

8. 参考文献

9. その他 ()

9-2) 「日本人の食事摂取基準」を日常業務の中でどのように使いますか。(複数回答可。職務において該当する頻度が高い項目を、高い方から順に1～5項目まで順番に回答可。)

1. 勤務施設における栄養素等基準値 (給食など向け) を作るのに使う。

2. 献立の作成や評価、給食管理などにおいて、各種指標値そのものを使う。

3. 個人に対する栄養管理・指導・助言 (個別対応) の際に使う。

4. 業務上必要な提出書類などを作成するときに使う。

5. 授業・講義 (食育も含む) や勤務先等での講習/教材を作るときの根拠として使う。

6. 商品企画・開発のときに使う。

7. 食事摂取基準の内容自体を教える。

8. 各種指標値の設定根拠を自分が理解するために使う。

9. 調査研究の計画を立てるときに使う。

10. 調査研究のデータ解析、結果解釈のときに使う。

11. 施策立案や事業計画立案、またはその効果の評価に使う。

12. その他 ()

9-3) 「日本人の食事摂取基準」を読んだとき、どの部分を特に丁寧に（例えば、策定根拠の理解などを目的に）読みましたか。（複数回答可。最も丁寧に読んだ項目から1～3つまで順番に回答可。）

1. 総論
2. エネルギー
3. たんぱく質・脂質・炭水化物、エネルギー産生栄養素バランス
4. 脂溶性ビタミン
5. 水溶性ビタミン
6. 多量ミネラル
7. 微量ミネラル
8. 妊婦・授乳婦
9. 乳児・小児
10. 高齢者
11. 高血圧
12. 脂質異常症
13. 糖尿病
14. 慢性腎臓病
15. その他（ ）

9-4) 「日本人の食事摂取基準」を日常業務の中で使わない理由は何ですか。（複数選択可。理由として大きい方から順に1～3項目目まで順番に回答可。）

1. 勤務施設独自の基準などがあり、「日本人の食事摂取基準」を使う必要がない。
2. 栄養価計算ソフト・給食管理システムなどで栄養素摂取（提供）量の適切性が自動的に判断できるので、「日本人の食事摂取基準」を使う必要がない。
3. 栄養基準値の決定や献立作成は職場の他の人、あるいは委託先業者などが行うので、「日本人の食事摂取基準」を使う必要がない。
4. 疾患の治療ガイドラインなど、「日本人の食事摂取基準」以外の基準を主に参考にしている。
5. 食品そのものについてなど、「日本人の食事摂取基準」は関係しないことを教えている。
6. 業務内容は一般事務などが中心で、「日本人の食事摂取基準」を使う必要がない。
7. 「日本人の食事摂取基準」は内容がよく分からない。
8. 「日本人の食事摂取基準」が手元にない。
9. その他（ ）

9-5) 日本人の食事摂取基準2020年版を読んだことがありますか。

1. 本文、基準値の表の両方を丁寧に読んだことがある。
2. 本文、基準値の表の両方をざっと読んだことがある。
3. 基準値の表を見たことがある。
4. 読んだことがない。

1 0) 「日本人の食事摂取基準」を読んだり使ったりする上で、困る点を教えてください。使わない方は、使わない理由を踏まえてお答えください。(複数回答可。最も困る点から1～3項目まで回答可)

1. 各章の構成(「基本的事項」「指標設定の基本的な考え方」・・・といった構造)が分かりにくい。
2. 文字が多い・文章が長いと読む時間が取りにくい。
3. 文章の意味が読み取りにくい。
4. 学術論文に関する記述が分かりにくい。
5. 結論がどこに書いてあるのか分からない。
6. 全体として、専門用語が分かりにくい。
7. 各指標値の意味合いが分かりにくい。
8. 統計用語や確率の考え方が分かりにくい。
9. 数値がどのように処理されているのか分かりにくい。
- 1 0. 図や表が少なく、理解の助けになるものがない。
- 1 1. 実地での活用法が分かりにくい。
- 1 2. その他()

1 1) 学生時代に「日本人の食事摂取基準」について勉強する場はありましたか。

1. あった
2. なかった

1 2) あなたが大学等で学んだのはどちらですか？

1. 主に日本人の栄養所要量
2. 主に日本人の食事摂取基準
3. いずれも学んでいない

1 3) 現在「日本人の食事摂取基準」について分からないことがあった時、聞く相手や勉強する場はありますか。

1. ある
2. ない
3. 分からないことはない。
4. 使わないので誰かに聞く必要はない。

1 4) 「日本人の食事摂取基準」が改定されたとき、変更部分に関する情報はどこから、あるいはどのように得ますか。(複数回答可。最も多くの情報を得る手段から順に1～3項目まで回答可。)

1. 厚生労働省主催の研修会
2. 学会のセミナーや研修会
3. 日本栄養士会(支部も含む)のセミナーや研修会
4. 学会・栄養士会以外の団体のセミナーや研修会
5. 厚生労働省のホームページで公開されている情報
6. 栄養関連の組織や個人のウェブサイト(厚生労働省以外)
7. 職場の同僚や上司
8. 職場内での自主的な勉強会
9. 他職場や取引先などと情報交換
- 1 0. 雑誌記事
- 1 1. 書籍

1 2. 特に情報は収集しない

1 3. その他 ()

1 5) 「日本人の食事摂取基準」の改定版が出た際に、どのような内容の変更が気になりますか？(複数回答可。最も気になる変更から順に1～3項目まで回答可。)

1. 全体の策定方針(2020年版で言えば、フレイル予防が加わったことなど)

2. 章立て(対象者別や疾患別が加わった、など)・構成

3. 個別指標値の策定方法(策定根拠の変化)

4. どの指標値に変化があったか(数値そのものの変化)

5. 他のガイドラインなどとの整合性

6. 特に気になることはない

7. その他 ()

1 6) 「日本人の食事摂取基準」に対し、今後期待することをお尋ねします。

1 6-1) 盛り込んでほしい内容を教えてください。(複数回答可。最も盛り込んでほしい項目から順に1～3項目まで回答可。)

1. 給食における活用(対象: 集団)

2. 献立への指標値の反映方法(対象: 個人)

3. 食品群ごとの摂取基準値

4. 指標値それぞれの活用方法の詳細

5. 各指標値の具体的活用事例

6. 標準的でない人への応用方法(肥満・やせ、超高齢者、外国人、スポーツ選手など)

7. 特殊な食事への対応方法(アレルギー食、宗教による制限食、菜食主義など)

8. 食品成分表との兼ね合いに関する記述

9. 世の中のいわゆる「健康情報」(低炭水化物食など)との兼ね合いに関する記述

1 0. アミノ酸や脂肪酸の摂取量に関する考え方や基準値

1 1. 水の摂取量に関する基準値

1 2. 特になし

1 3. その他 ()

1 6-2) 改善してほしい点を教えてください。(複数回答可。最も改善してほしい項目から順に1～3項目まで回答可。)

1. 各栄養素における指標の概念を統一してほしい。

(例: 推定平均必要量は単一の栄養素で不足を回避するための指標であるのに、疾患予防のための値を設定している栄養素をなくす。)

2. 各栄養素の最初に概要をまとめてほしい。

3. 段落ごとに、結論が先に来るような構成の文章にしてほしい。

4. 図表を増やしてほしい。

5. 使用法(活用法)についての情報を様々な形で提供してほしい。

6. 研修会を増やしてほしい。

7. 献立事例集を作成してほしい。
8. ダイジェスト版を作成してほしい。
9. 小児の記述を充実してほしい。
10. 高齢者の記述を充実してほしい。
11. 特になし。
12. その他 ()

図1 「日本人の食事摂取基準」使用実態調査 質問票案

エネルギー指標としての「望ましいBMI」の概念整理と後期高齢者、妊婦のエネルギー必要量に関する新規情報の収集評価

研究分担者 勝川史憲¹

研究代表者 佐々木敏²

¹慶應義塾大学スポーツ医学研究センター

²東京大学大学院医学系研究科社会予防疫学分野

【要旨】

本検討では、日本人の食事摂取基準のエネルギーの改定にあたり、1. 望ましいBMIについて、肥満・代謝疾患とフレイルの関連、「肥満のパラドックス」との関連、生活習慣病の診療ガイドラインの減量目標・治療目標とエネルギー摂取量の関連、について整理した。また、推定エネルギー必要量に関して、後期高齢者と、妊婦のエネルギー付加量について新規情報を収集した。

1. 望ましいBMI

1) 肥満・代謝疾患とフレイルの関連

肥満・代謝疾患がフレイルのリスクになるとする近年の知見を、メタ解析を中心に収集した。また、二次データの解析結果を概述した。フレイル進展予防の栄養管理として、低体重、肥満、両者への対応が重要である。

2) 肥満のパラドックス

有疾患では、肥満でも総死亡リスクが増加しない「肥満のパラドックス」が認められる。その機序には、nutritional reserve、因果の逆転、喫煙の影響、危険因子の過補正、生存者バイアスが指摘されるが、望ましいBMIの設定を変更する根拠とは必ずしもならない。

3) 肥満者における生活習慣病重症化予防のためのエネルギー指標

診療ガイドラインの中には、肥満者の減量目標として現体重からの一定の体重減少率を指示するものがある。体重減少率とエネルギー摂取量の減少率の数量的な関連が明らかにされており、減量目標をエネルギー摂取量に置き換えることが可能である。また、介入試験のメタ解析から、体重減少に伴う代謝指標の改善の程度も示されており、ガイドラインの治療目標を達成する、体重減少率、エネルギー摂取量の指示が可能である。

2. 推定エネルギー必要量

1) 後期高齢者

高齢者で総エネルギー消費量を評価した文献を74件収集した。後期高齢者のエネルギー必要量の推定に使える新たな文献は1件のみであった。特に低体重者において、現在の推定エネルギー必要量は過小となりやすく、推定方法の限界と対応の方向性について考察した。

2) 妊婦のエネルギー付加量

妊婦の適切な体重増加の推奨値（日本産婦人科学会）の改定にともない、妊婦の各妊娠

期のエネルギー付加量を、妊娠前 BMI ごとに計算した。

A. 背景と目的

1. 望ましい BMI

日本人の食事摂取基準 2020 年版¹⁾では、エネルギーの指標として BMI を採用し、観察疫学研究における最低死亡率を呈する BMI の値をもとに、目標とする BMI の範囲を年齢別に策定している。この望ましい BMI に関連して、以下の 3 点を検討することを目的とした。

1) 肥満に伴って高血圧、脂質異常、糖尿病のリスクが増し、一方、低体重に伴いフレイルのリスクが増す、というのが一般的な理解である。しかし近年、肥満や生活習慣病がフレイルのリスクとなる、とする成績が多数報告されている。これらを踏まえて、望ましい BMI の考え方を整理する。

2) 上記とも関連して、有疾患者では、肥満でも死亡リスクが増加しない「肥満のパラドックス」が指摘される。その機序を明らかにし、望ましい BMI との関連を明確にする。

3) 診療ガイドラインの中には、現体重から一定の体重減少を目標とするものがある。こうした目標に対して、エネルギー摂取量の観点から対応方法を示す。

2. エネルギー必要量

日本人の食事摂取基準 2020 年版では、後期高齢者のデータが不足していた。また、日本産婦人科学会「産婦人科診療ガイドライン産科編 2020」において、妊娠中の体重増加の推奨値が変更となった。エネルギー必要量推定のための文献を収集した。

B. 方法

1. 望ましい BMI

1) ~ 3) について、過去 5 年間のメタ解析を中心に文献検索を行った。また、二次データの分析も行った。

2. エネルギー必要量

1) 過去 5 年間に高齢者を対象にした二重標識水法を用いた英語、日本語論文を抽出した。74 件中、抄録から基礎代謝量を測定していると思われる 4 論文を抽出した。2020 年版で引用済みの研究、基礎代謝の推定式を用いた研究、基礎代謝を実測しているが絶対値が不明（除脂肪体重で除した数字のみ）の研究の 3 件を除外し、1 件のみを採用した。

C. 結果と考察

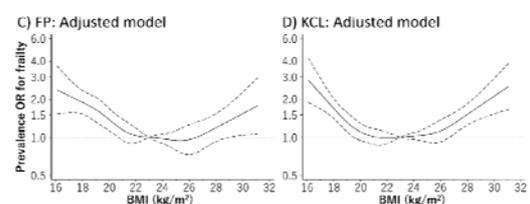
1. 望ましい BMI

1) 肥満・代謝疾患とフレイルの関連

日本人の食事摂取基準 2020 年版では、観察疫学研究の最低死亡率を呈する BMI をもとに、目標とする BMI の範囲を策定している。わが国の高齢者は低 BMI の者が多く、低体重にともなうフレイルが注目されやすい。一方、近年、肥満や生活習慣病がフレイルのリスクを増加させるとの欧米の報告が多く、複数のメタ解析が発表されている。

高齢者を対象に、disability (ADL, IADL、その他の physical disability の障害) と BMI の関係をみた欧米の 9 研究のメタ解析²⁾では、BMI が 28 以上で有意に disability のリスクが増し、BMI の増加とともにリスクはさらに増加した。日本人の地域在住高齢者の検討³⁾でも、BMI で層別化しフレイル (Fried phenotype、基本チェックリスト) のリスクを比較すると、低 BMI だけでなく BMI 27.5 以上の肥満者でフレイルのリスク増加をみとめ、リスクが U 型カーブを呈したと報告されている (図 1)。

図 1. 日本人高齢者集団における BMI とフレイル²⁾



BMI だけでなく、腹部肥満⁴⁾、糖尿病^{5, 6)}、メタボリックシンドローム^{7, 8)}がフレイルのリスクであるとする報告も多い。肥満、代謝疾患とフレイルは、BMI や年齢で棲み分けられた別の病態ではなく、フレイルの一部は肥満や代謝疾患が背景となる密接な関係にある。

筆者らは、全国健康保険協会の委託研究の一環として、BMI、生活習慣病とフレイルの関連を縦断的に検討した (Nishida Y、投稿中)。この検討では、医療レセプトの ICD-10 コードの組み合わせをフレイルの評価指標として用いた⁹⁾。このフレイル指標は、日本人高齢者集団の前向き検討においても、死亡や介護施設利用のリスクと関連し¹⁰⁾、妥当性が検証されている。筆者らの検討は、約 370 万人の対象者(2015 年の年齢が 35~69 歳、2015 年の時点でフレイルの中リスク以上を除く)について、2015 年の健診・レセプトデータと 2019 年のフレイルのリスク (高リスク、中~高リスク) の関連を評価した。調整変数は、2015 年度の年齢、居住地域、職種、喫煙習慣、体重推移に影響する併存疾患である。結果は、(1) BMI で層別化すると、フレイルのリスクは U 型カーブを描き、22.5~24.9 に対し、18.5 未満、25.0 以上で有意なリスク増加を認めた。(2) 2015 年時点の高血糖 (男女)、高血圧 (男性のみ) は 2019 年時点のフレイルの有意なリスクであった。(3) 2015~2019 年の体重変化とフレイルのリスクの関連を見ると、全体の集団では 3%以上の体重減少、10%以上の体重増加でリスクが増加したが、2015 年に糖尿病を有していた者でみると、3%以上の体重増加からフレイルのリスクが増加し、逆に 3~10%の体重減少はフレイルのリスクを低下させた。

肥満や生活習慣病の対応は、フレイル進展予防の観点からも重要であり、フレイルの栄養管理としては、低体重だけでなく肥

満への対処も重要である。

なお、肥満者でフレイルのリスクが増す機序として、サルコペニア肥満の関与が推測される。サルコペニア肥満の定義は長らく定まっておらず、2022 年に ESPEN (欧州臨床栄養代謝学会) と EASO (欧州肥満学会) による診断基準が発表された¹¹⁾。今後、肥満・代謝疾患とフレイルの栄養管理に関連して、体組成や筋力の評価を含めた検討が必要である。

2) 肥満のパラドックス

有疾患者の集団では、肥満者でも総死亡リスクが増加しない「肥満のパラドックス」が指摘されることが多い。肥満のパラドックスは、肥満が発症に大きく関与する高血圧、糖尿病、心血管病等だけでなく、心不全、慢性腎臓病、癌患者など種々の病態で認められる。その機序について整理し、死亡リスクが U 型カーブを描く一般集団との関連を明らかにする。以下、(1)は肥満の総死亡リスク低下に直接的に寄与する可能性があるが、仮説レベルで十分な検証がなされていない。(2)~(5)は適切な補正により検証されており、現時点では、望ましい BMI の設定を変更する根拠とは必ずしもならない。

(1) nutritional reserve

体脂肪を含む体組織の nutritional reserve が、疾患の急性増悪時に生存に有利に働くという仮説であり、論文で明確な根拠は提示されていない。

(2) 因果の逆転

低体重は、原疾患の状態がより重篤である可能性を反映している可能性があり、低体重 (体重減少)、死亡リスクの両者の交絡因子として慢性炎症が関与する可能性もある。疫学研究では因果の逆転の影響を除くため初期死亡を除外するが、COPD などの呼吸器疾患による体重減少は臨床診断より

はるか前から生じ、観察開始後 10 年間の初期死亡の除外でも呼吸器疾患による死亡と低体重の関連は減弱する¹²⁾。

また、これと関連して、BMI が体組成を反映しないという指標としての限界も指摘される。すなわち、体組成で評価すると、除脂肪体重が少ない肥満者では死亡リスクが高かったとする癌患者を対象にした報告¹³⁾もある。

(3) 喫煙の影響

喫煙は、エネルギー消費量増大と摂食量減少を介して体重を減少させると同時に、種々の癌（肺癌、口腔癌、咽頭・喉頭癌、食道癌、胃癌、膀胱癌等）、脳・心血管病、慢性閉塞性肺疾患（COPD）などを介して死亡リスクを増加させ、低体重と死亡リスクの交絡因子として作用する。

(4) 危険因子の過補正

脳・心血管病の危険因子である血圧、血糖、脂質等の指標は、BMI 増加に伴い増悪する。これらの危険因子を補正することで、危険因子を伴う総体としての肥満のリスクは過小評価される（逆のことが低体重で生じる可能性がある）。

(5) 生存者バイアス

肥満をとまなう有疾患者は早期に死亡しやすく、残った病態が比較的安定した肥満者が研究対象となることで選択バイアスが生じる。たとえば、糖尿病患者の死亡年齢は平均寿命に比べて非常に若く、高齢糖尿病患者は、肥満があっても病態の安定した者が残ると考えられる。実際に、糖尿病患者の総死亡リスクを年齢階級別に見た検討では、若年成人は U 型曲線を呈するが、年齢が上がるにつれ肥満者の死亡リスクが低下する¹⁴⁾。

3) 肥満者における生活習慣病重症化予防のためのエネルギー指標

生活習慣病の診療ガイドラインでは、食

事摂取基準と同様、「適正な BMI」の維持を指示するものがある一方、現体重から一定の減量を肥満者に指示するものもある。すなわち、「肥満症診療ガイドライン 2022」¹⁵⁾、日本糖尿病学会「糖尿病治療ガイド 2022-2023」¹⁶⁾では現体重の 3%の減量が指示されている。

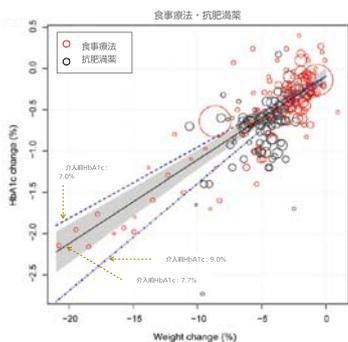
多人数の集団で、二重標識水法による総エネルギー消費量と体重の関連をみた検討¹⁷⁾からは、体重変化と総エネルギー消費量（＝エネルギー必要量）の変化の関係（ Δ 体重＝ $0.712 \times \Delta$ 総エネルギー消費量）が示されている。個人がエネルギー摂取量を変化させた場合にもこの式が適用できると考えると、上記の体重減少率を達成、維持するためのエネルギー摂取量を、現在のエネルギー摂取量からの減少率で示すことが可能である。すなわち、3%の減量を達成、維持するには、現在のエネルギー摂取量を（ $3 \div 0.712 \div$ ）4.2%制限すれば良いことになり、栄養指導で使いやすい指標となる。

上記の 3%の減量目標の設定は、特定保健指導の対象者 3、750 名において血圧、脂質、血糖関連指標が有意に改善した体重減少率が根拠となっている¹⁸⁾。しかし、多人数で検討すれば、より小さい減量でも統計学的に有意となる可能性がある。「肥満症診療ガイドライン 2022」¹⁵⁾では、減量は（肥満症）治療の目的ではなく、肥満に起因・関連する健康障害の予防・改善を治療の目的としている。血圧、HbA1c、脂質指標はそれぞれ目標値が設定されているので、体重減少率と代謝指標の改善の直線的な数量関係を明らかにすれば、目標値を達成するための体重減少率から、その体重減少率を達成、維持するエネルギー摂取量の目安を示すことが可能となる。

体重減少率に対する HbA1c¹⁹⁾、血圧²⁰⁾、脂質指標²¹⁻²³⁾の改善の程度について、肥満者を対象とした減量介入試験のメタ解析が

報告されている。たとえば、HbA1cは、体重1%減で0.1%低下する（ただしベースラインのHbA1cの値により異なる）とされている（図2）¹⁹⁾。

図2. 体重減少のHbA1c改善効果¹⁹⁾



脂質指標は、1 kgの体重減少に対し、中性脂肪は4 mg 低下、LDL-コレステロールは1.28 mg 低下し、HDL-コレステロールは0.46 mg 上昇するとされている（図3）²¹⁾。

図3. 脂質指標に及ぼす体重減少の効果²¹⁾

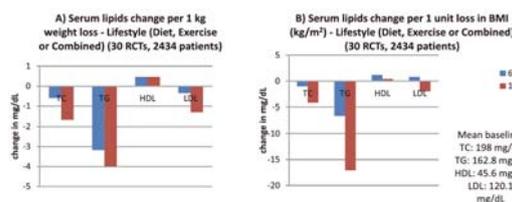


表1 地域在住日本人高齢者の基礎代謝量、総エネルギー消費量、PAL²⁵⁾

	65-74 y olds			75 y old and over			p ¹	
	Men	Women	Total	Men	Women	Total	Gender	Age
n	13	28	41	9	20	29		
BMR (kcal/d)	1,176 (1,134, 1,333)	1,029 (940, 1,101)	1,078 (994, 1,181)	1,138 (1,089, 1,343)	1,024 (926, 1,111)	1,058 (971, 1,138)	<0.001	0.508
(kcal/kg/d)	18.9 (17.7, 19.7)	19.2 (17.9, 20.2)	19.0 (17.8, 20.1)	20.3 (19.8, 21.2)	19.8 (18.3, 23.1)	20.1 (18.9, 21.7)		0.830 0.030
(kcal/kgFFM/d)	27.1 (26.3, 28.9)	30.5 (28.8, 32.2)	29.7 (27.4, 32.0)	28.8 (27.0, 29.2)	30.9 (29.2, 34.3)	29.5 (28.5, 32.3)	<0.001	0.407
TEE (kcal/d)	2,284 (2,098, 2,478)	1,951 (1,739, 2,094)	2,063 (1,782, 2,232)	2,204 (1,773, 2,489)	1,751 (1,477, 1,945)	1,880 (1,619, 2,154)	<0.001	0.036
(kcal/kg/d)	34.1 (32.4, 38.3)	35.5 (32.8, 39.1)	35.2 (32.7, 39.0)	34.8 (31.8, 41.2)	35.5 (30.9, 40.2)	35.5 (31.4, 40.2)		0.595 0.825
PAEE (kcal/d)	764 (739, 947)	681 (572, 805)	737 (606, 865)	680 (441, 938)	565 (431, 699)	634 (433, 779)		0.020 0.022
(kcal/kg/d)	12.8 (11.2, 13.5)	12.5 (10.9, 15.9)	12.5 (11.1, 14.3)	11.5 (8.4, 16.1)	12.4 (8.7, 13.7)	12.1 (8.7, 14.1)		0.899 0.291
PAL	1.86 (1.72, 1.97)	1.86 (1.71, 1.94)	1.86 (1.71, 1.94)	1.76 (1.58, 1.96)	1.77 (1.61, 1.87)	1.76 (1.60, 1.89)		0.929 0.035

Median (interquartiles).

BMR: basal metabolic rate, TEE: total energy expenditure, PAEE: physical activity energy expenditure, PAL: physical activity level, FFM: fat-free mass.

¹ p differences between 65-74 y olds and those aged 75 and over were compared using Mann-Whitney U test for continuous variables.

こうした関係を用いて、特定保健指導等の場面で、臨床目標を達成する体重減少率からエネルギー摂取量の指示が可能となる。なお、筆者らは、特定保健指導を受けた多人数の集団で、体重減少率と代謝指標改善との関係の解析を進めている。

なお、上記の体重変化と総エネルギー消費量変化の関係は欧米人の成績であるので、体格が異なる日本人での検証も今後必要である。

3. 後期高齢者の推定エネルギー必要量：新規データの収集と算出方法

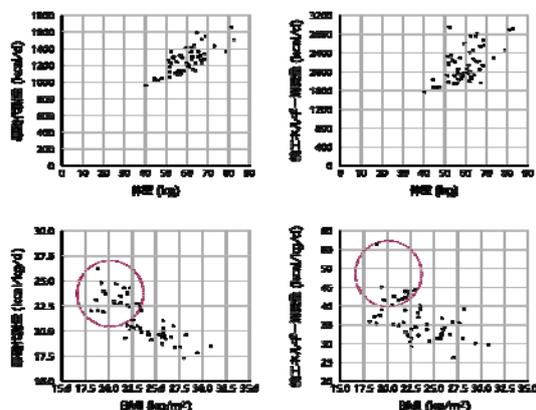
食事摂取基準では、現状では、基礎代謝基準値、体重、PALを用いてエネルギー必要量を推定している。2020年版では、後期高齢者のエネルギー必要量のデータが不足しており、身体活動レベル「低い」は、介護老人保健施設内で比較的自立した生活を送っている高齢者の成績を用いていた。

今回、過去5年間で、二重標識水法を用いて高齢者の総エネルギー消費量を評価した論文を検索したところ、74件の研究が得られた。このうち、食事摂取基準2020年版に引用されておらず、基礎代謝量を実測した研究は2件^{24,25)}のみ、さらに、基礎代謝量の絶対値が記載されエネルギー必要量の推定に用いることができるのは日本人の地域在住高齢者70名を対象にした研究²⁵⁾1件のみだった。その成績を表1に示す。

なお、二重標識水法を用いた研究は増加傾向にあるが、基礎代謝量を同時に測定する研究はさらに稀になると予想されるため、

今後、エネルギー必要量を推定する別の方法も検討すべきと考える。食事摂取基準では、普通体重者では一定の基礎代謝基準値を用い、BMIが30までの肥満者はGanpuleの推定式を用いて基礎代謝量の絶対値を求め、推定エネルギー必要量を算出している。しかし、体重割りの基礎代謝量は、普通体重でもBMIの低い範囲では、基礎代謝基準値を大きく上回る値となる。総エネルギーも同様である。高齢糖尿病患者のデータ²⁶⁾を再解析してのことを示す(図4)。

図4. 糖尿病外来患者の基礎代謝量、総エネルギー消費量と体重、BMI²⁶⁾



BMIが望ましい範囲以下の、体重を減らしたくない対象者で、基礎代謝基準値を用いた推定エネルギー必要量は実際より不足する。これは基礎代謝量、総エネルギー消費量を直線で回帰すると、原点を通らず Y切片がプラスとなるためであろう。多人数の体重、総エネルギー消費量のデータからエネルギー必要量を直接計算する推定式を今後検討する必要がある。

4. 妊婦のエネルギー付加量

日本産婦人科学会では、妊娠中の体重増加の推奨値としての指針として「妊娠中毒症の栄養管理指針」(1999)²⁷⁾を用いてきた。しかし、この推奨値が、妊娠による生理的

な体重増加値を下回っている可能性が危惧されること、さらに同指針による妊娠高血圧症候群の予防効果を支持する新たなエビデンスが乏しいことから、新たに産婦人科診療ガイドライン産科編2020²⁸⁾で、妊娠中の体重増加指導の目安を表2のように設定した。現在、同学会はガイドラインを改定中で、8月に2023年版が刊行予定だが、現時点では妊娠中の体重増加の推奨値として同じ表が採用されている。

表2. 妊娠中の体重増加の推奨値

(日本産婦人科学会「産婦人科診療ガイドライン産科編2020」²⁸⁾)

妊娠前体格	BMI kg/m ²	体重増加指導の目安
低体重	<18.5	12~15 kg
普通体重	18.5 ≤ ~ <25	10~13 kg
肥満(1度)	25 ≤ ~ <30	7~10 kg
肥満(2度)	30 ≤	個別対応(上限5 kgまで)

食事摂取基準2020年版では、妊婦の最終体重増加量を11 kgとして各妊娠期のエネルギー付加量を求めているので、この表の体重増加量に対応するように補正すると、付加量は表3となる。

表3. 妊婦のエネルギー付加量

妊娠前体格	エネルギー付加量(kcal/日)		
	妊娠初期	中期	後期
低体重	50~100	250~350	500~600
普通体重	50	200~300	400~550
肥満(1度)	50	150~200	300~400
肥満(2度)	~50まで	~100まで	~200まで

D. まとめ

食事摂取基準における望ましいBMIに関して、肥満・代謝疾患とフレイルの関連、「肥満のパラドックス」との関連、生活習慣病の診療ガイドラインの減量目標・治療

目標とエネルギー摂取量連について整理した。また、推定エネルギー必要量に関して、後期高齢者と、妊婦のエネルギー付加量について新規情報を収集した。

今後、体重と総エネルギー消費量に関するわが国の成績をまとめるとともに、エネルギー必要量の推定方法について検討を進める必要がある。また、体組成や筋力データの集積により、さらに精度の高いエネルギー指標の開発が待たれる。

E. 健康危険情報

なし

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

・勝川史憲：リアルワールドのエネルギー必要量。第57回糖尿病学の進歩・シンポジウム「糖尿病患者の個別化食事療法の実現に向けて」2023年2月17日(東京)

G. 知的所有権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

H. 参考文献

1) 伊藤貞嘉, 佐々木敏: 日本人の食事摂取基準 (2020年版) (2020) 第一出版, 東京
2) Jiang M et al.: Dose-response relationship between body mass index and risks of all-cause mortality and disability among the elderly: a systematic review and meta-analysis.

Clin Nutr 2019; 38: 1511-1523.

3) Watanabe D et al.: A U-shaped relationship between the prevalence of frailty and body mass index in community-dwelling Japanese older adults: the Kyoto-Kameoka Study. J Clin Med 2020; 9: 1367.

4) Yuan L et al.: Abdominal obesity, body mass index and the risk of frailty in community-dwelling older adults: a systematic review and meta-analysis. Age Ageing 2021; 50: 1118-1128.

5) Hanlon P et al.: Frailty measurement, prevalence, incidence, and clinical implications in people with diabetes: a systematic review and study-level meta-analysis. Lancet Healthy Longev 2020; 1: e106-e116.

6) Kong LN et al.: The prevalence of frailty among community-dwelling older adults with diabetes: a meta-analysis. Int J Nurs Stud 2021; 119: 103952.

7) Jiang X et al.: The association between metabolic syndrome and presence of frailty: a systematic review and meta-analysis. Eur Geriatr Med 2022; 13: 1047-1056.

8) Dao HHH et al.: The Relationship between metabolic syndrome and frailty in older people: a systematic review and meta-analysis. Geriatrics 2022; 7: 76.

9) Gilbert T et al.: Development and validation of a Hospital Frailty Risk Score focusing on older people in acute care settings using electronic hospital records: an observational study. Lancet 2018; 391: 1775-1782.

10) Nishimura S et al.: Assessment of coding-based frailty algorithms for long-term outcome prediction among older

- people in community settings: a cohort study from the Shizuoka Kokuho Database. *Age Ageing*. 2022; 51: afac009.
- 11) Donini LM et al.: Definition and diagnostic criteria for sarcopenic obesity: ESPEN and EASO consensus statement. *Obes Facts* 2022; 15: 321-335.
- 12) Prospective Studies Collaboration, Whitlock G et al.: Body-mass index and cause-specific mortality in 900 000 adults: collaborative analyses of 57 prospective studies. *Lancet* 2009; 373: 1083-96.
- 13) Gonzalez MC et al.: Obesity paradox in cancer: new insights provided by body composition. *Am J Clin Nutr* 2014; 99: 999-1005.
- 14) Lee EY et al.: BMI and all-cause mortality in normoglycemia, impaired fasting glucose, newly diagnosed diabetes, and prevalent diabetes: a cohort study. *Diabetes Care* 2017; 40: 1026-33.
- 15) 日本肥満学会 : 肥満症診療ガイドライン 2022.
http://www.jasso.or.jp/data/magazine/pdf/medicareguide2022_09.pdf, Accessed May 22, 2023.
- 16) 日本糖尿病学会 : 糖尿病治療ガイド 2022-2023. 東京 : 文光堂 ; 2022.
- 17) Swinburn BA et al.: Estimating the changes in energy flux that characterize the rise in obesity prevalence. *Am J Clin Nutr* 2009; 89: 1723-8.
- 18) Muramoto A et al.: *Obes Res Clin Pract* 2014; 8: e466-e475
- 19) Gummesson A et al.: Effect of weight reduction on glycated haemoglobin in weight loss trials in patients with type 2 diabetes. *Diabetes Obes Metab* 2017, 19: 1295-1305.
- 20) Zomer E et al.: Interventions that cause weight loss and the impact on cardiovascular risk factors: a systematic review and meta-analysis. *Obes Rev* 2016, 17: 1001-11.
- 21) Hasan B et al.: Weight Loss and Serum Lipids in Overweight and Obese Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Endocrinol Metab* 2020; 105: dgaa673.
- 22) Aucott L et al.: Effects of lifestyle interventions and long-term weight loss on lipid outcomes - a systematic review. *Obes Rev* 2011, 12: e412-25.
- 23) Dattilo AM et al.: Effects of weight reduction on blood lipids and lipoproteins: a meta-analysis. *Am J Clin Nutr* 1992, 56: 320-8.
- 24) Bastone AC et al.: Energy Expenditure in Older Adults Who Are Frail: A Doubly Labeled Water Study. *J Geriatr Phys Ther* 2019; 42: E135-E141.
- 25) Ishikawa-Takata K et al.: Age-related decline in physical activity level in the healthy older Japanese population. *J Nutr Sci Vitaminol* 2021; 67: 330-338.
- 26) Morino K 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 Diabetes Res Care* 2019; 7: e000648.
- 27) 中林正雄. 妊娠中毒症の栄養管理指針. 日本産科婦人科学会雑誌 1999;51:N507—N210
- 28) 日本産婦人科学会 : 産婦人科診療ガイドライン産科編 2020

https://www.jsog.or.jp/activity/pdf/gl_sanka_2020.pdf, Accessed May 22, 2023

たんぱく質の必要量策定に資する基礎資料に関する研究

研究分担者 桑波田雅士¹

研究協力者 木戸康博²

研究協力者 鈴木良雄³

¹ 京都府立大学大学院生命環境科学研究科 教授

² 京都府立大学 名誉教授

³ 順天堂大学大学院スポーツ健康科学研究科 教授

【研究要旨】

生涯にわたり正常な体格と生理機能を維持するためには適量なたんぱく質の摂取が必須である。これまで、たんぱく質の推定平均必要量（EAR）は窒素出納法の結果を基に算出されてきた。一方、近年のたんぱく質必要量に関する研究は、その実験方法が窒素出納法から指標アミノ酸酸化法（IAAO法）を使用した研究へ移行してきている。そこで日本人の食事摂取基準策定のための基礎資料を得るために、PubMed等を用いてこれら関連論文の収集を試みた。その結果、近年で窒素出納法を使用した新規研究結果の報告は全く認められなかった。一方、IAAO法による研究報告も食事摂取基準の策定根拠として十分量とは言い難いと考えられた。今後は実験方法の確立も含め、さまざまなライフステージを対象としたIAAO法によるたんぱく質必要量に関する研究結果の蓄積が求められる。

A. 研究目的

これまで、たんぱく質の必要量は窒素出納法による研究結果を基に策定されてきた。窒素出納法は、50年以上にわたり、ほとんど全てのたんぱく質必要量やアミノ酸必要量に関する多くの研究に用いられてきた古典的方法である。近年、安定同位体標識アミノ酸を利用した指標アミノ酸酸化法（Indicator Amino Acid Oxidation method: IAAO法）によるたんぱく質必要量に関する研究成果も蓄積されつつある。本研究では、国内外のたんぱく質必要量に関する文献を収集し、たんぱく質の食事摂取基準策定のための基礎資料とすることを目的とした。

B. 研究方法

文献検索サイトPubMedを中心として、たんぱく質をキーワードに文献検索を行った。一般化可能なたんぱく質の推定平均必要量（EAR）の検討資料とするため、対象は健康なヒトとし、窒素出納法に関連する内容とIAAO法に関連する内容のそれぞれについて調査した。

本研究は文献検索とその論文内容の調査を目的としており、該当する倫理指針は無いと判断する。

C. 研究結果

C-1. 健康な成人および高齢者におけるたんぱく質維持必要量（窒素出納試験）

(1) 文献の抽出

窒素出納試験による健康な成人および高

齢者におけるたんぱく質維持必要量の検討について、PubMedにて「(nitrogen OR balance) AND "protein requirement" AND "humans" [MeSH Terms]」を検索式として過去5年間(2018/01/01~2023/02/19)に発表された論文を検索したところ、合計10本の論文を得た。得られた論文のタイトルから目的と関連があると判断されるものはナラティブレビューの3論文であった。

(2) 検討対象となった3論文

- 1) Hudson JL, Baum JI, Diaz EC, et al. Dietary protein requirements in children: Methods for consideration. *Nutrients*. 2021; 13: 1554.
- 2) Carbone JW, Pasiakos SM. Dietary protein and muscle mass: Translating science to application and health benefit. *Nutrients*. 2019; 11: 1136.
- 3) Richter M, Baerlocher K, Bauer JM, et al. Revised reference values for the intake of protein. *Ann Nutr Metab*. 2019; 74: 242-50.

これらの論文の概要を表1に示した。

C-2. 小児におけるたんぱく質維持必要量(窒素出納試験)

(1) 文献の抽出

窒素出納試験による健康な小児におけるたんぱく質維持必要量の検討について、PubMedにて「"nitrogen balance" AND "protein requirement" AND ("children" OR "infant") AND "humans" [MeSH Terms]」を検索式として過去5年間(2018/01/01~2023/02/19)に発表された論文を検索したところ、合計5本の論文

を得た。得られた論文のタイトルから目的と関連があると判断されるものはナラティブレビューの2論文であり、これらはC-1で抽出されたものと同じ論文であった。

(2) 検討対象となった2論文
上記C-1(2)の論文1) および3)と同じ。

C-3. 妊娠による体たんぱく質蓄積量と小児の体組成

(1) 文献の抽出

妊娠による体たんぱく質蓄積量の検討について、PubMedにて「("nitrogen retention" OR "fat free mass" OR "body composition") AND ("pregnant" OR "pregnancy") AND "humans" [MeSH Terms]」を検索式として過去5年間(2018/01/01~2023/01/11)に発表された論文を検索したところ、合計521本の論文を得た。得られた論文のタイトルから目的と関連があると思われるものを抽出し、182本の論文を選択した。これらの抄録を確認し、さらに44本の論文に絞り込み、その内容を確認している。

小児の体組成の検討について、PubMedにて「body composition AND ("children" OR "infant") AND "humans" [MeSH Terms]」を検索式として過去5年間(2018/01/01~2023/01/11)に発表された論文を検索したところ、合計2,296本の論文を得た。得られた論文のタイトルから目的と関連があると思われるものを抽出し、240本の論文を選択したうえで、これらの抄録を確認している。

C-4. たんぱく質の必要量に関するメタアナリシス、システムティックレビュー

(窒素出納試験)

(1) 文献の抽出

窒素出納試験により導き出されたたんぱく質の必要量に関するメタアナリシスあるいはシステマティックレビューについてはPubMed および Google Scholar にて「(protein AND requirement) AND (“systematic review” OR meta-analysis)」、Cinii にて「たんぱく質必要量 システマティックレビュー」、「たんぱく質必要量 メタアナリシス」を検索式として過去5年間(2018/01/01～)に発表された論文を検索したところ、合計42本の論文を得た。しかしながら窒素出納法に関連すると思われる論文はなかった。

C-5. たんぱく質必要量 (IAAO 法)

(1) 文献の抽出

IAAO 法によるたんぱく質必要量の検討について、PubMed にて「“protein requirement” AND “indicator amino acid”」を検索式として過去5年間(2018/01/01～2023/01/11)に発表された論文を検索したところ、合計8本の論文を得た。得られた論文のタイトルから目的と関連があると判断されるものは5論文であった。この中の1論文は、上記C-1(2)の論文1)であった。

(2) 検討対象となった5論文

1) Yamamoto-Yumen Y, Morita S, Yoshikawa M, et al. An evaluation of the protein requirements of Japanese young men by consuming two types of dairy proteins using the indicator amino acid oxidation method. *J Nutr Sci Vitaminol*. 2022; 68: 383-9.

2) Hayamizu K, Aoki Y, Izumo N, et al. Estimation of inter-individual variability of protein requirement by indicator amino acid oxidation method. *J Clin Biochem Nutr*. 2021; 68: 32-6.

3) Mao D, Chen F, Wang R, et al. Protein requirements of elderly Chinese adults are higher than current recommendations. *J Nutr*. 2020; 150: 1208-13.

4) Bandegan A, Courtney-Martin G, Rafii M, et al. Indicator amino acid oxidation protein requirement estimate in endurance-trained men 24 h postexercise exceeds both the EAR and current athlete guidelines. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2019; 316: E741-8.

5) C-1(2)の論文1)

これらの論文1)から4)の概要を表2に示した。

D. 考察

2020年版も含め、これまでのたんぱく質必要量は全て窒素出納法の研究結果に基づき策定されている。1970年代以降、窒素出納法によるたんぱく質維持必要量の研究結果は、成人対象のものが15本、高齢者対象のものが5本、小児を対象としたものが11本の論文として報告されてきた(1)。一方、今回の検索結果では、窒素出納法に関しては、2018年以降に新たな原著論文、システマティックレビュー、メタアナリシスは見いだせなかった。原著報告が無いのは、窒素出納法の方法論的にさまざまな課題があること(2)と被験者の負担も大きいことが原因であると考えられ

る。以上を踏まえてライフステージ毎の食事摂取基準を窒素出納法に基づいて策定するためには、これまでの知見の再整理を行う必要があると考えられる。

ところで、窒素出納法では試験食に対する適応期間が必要であり、日常生活時よりも少ない摂取量に適応するまでの期間には骨格筋等に蓄えられたたんぱく質が消費される。一方、高齢者ではたんぱく質の代謝回転が遅いため、骨格筋を失うと回復が困難であり、不活動などに起因するフレイルが問題となっている。ドイツ、オーストリア、スイス（D-A-CH）の栄養学会が2017年に改訂したたんぱく質摂取の基準値では、窒素出納法による必要量を基本としたうえで、高齢者のたんぱく質代謝や身体機能の維持などを考慮して65歳以上の高齢者について高い基準値に変更を行っている（C-1（2）の論文3））。このように必要量に加えて、身体機能の維持量といった考え方も今後の食事摂取基準に加える必要があるのかもしれない。

近年では、IAAO法によるたんぱく質必要量の研究成果が徐々に蓄積されてきている。この方法は適応期間を必要とせず、さまざまな状況（e.g. 身体組成、身体機能、身体活動量）の個人のその状況でのたんぱく質の維持量を測定することができる。一方、日本人の食事摂取基準のエネルギーの参考資料で用いられている二重標識水法はある個人のその状況でのエネルギーの維持量（消費量＝必要量）を測定できる方法である。したがって、両者の測定値はともに日常生活を行っているときの維持量を示すものと考えられる。これまでのところ、小児対象の論文1本(3)、成人対象の論文が

3本(4-6)、高齢者対象の論文が3本(7-9)、そして妊婦を対象とした論文1本(10)の報告があり、その他にアスリートを対象とした論文も複数発表されていた。そして今回新たに検索した結果、上記C-5に記載の論文が追加されたことになる。ところで、IAAO法には未だ実験方法が標準化されていないという問題がある。US DRIでは、摂食・絶食を含む24時間の測定が可能な24時間指標法が優れているとされている(11)が、24時間指標法の原著論文のみを評価したシステマティックレビューやメタアナリシスもない。食事摂取基準にIAAO法の研究結果をどのように取り入れてゆくかが今後の課題である。

参考文献

- (1) 木戸康博. 日本人の食事摂取基準の策定に資する基礎資料－たんぱく質－. 平成25年度厚生労働科学研究費補助金（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の策定に資する代謝性疾患の栄養評価に関する研究. 平成25年度総括・分担研究報告書, 2014; 541-560.
- (2) Millward DJ. Methodological considerations. Proc Nutr Soc. 2001; 60: 3-5.
- (3) Elango R, Humayun MA, Ball RO, et al. Protein requirement of healthy school-age children determined by the indicator amino acid oxidation method. Am J Clin Nutr. 2011; 94: 1545-52.
- (4) Humayun MA, Elango R, Ball RO, et al. Reevaluation of the protein requirement in young men with the indicator amino acid

oxidation technique. Am J Clin Nutr. 2007; 86: 995-1002.

(5) Tian Y, Liu J, Zhang Y, et al. Examination of Chinese habitual dietary protein requirements of Chinese young female adults by indicator amino acid method. Asia Pac J Clin Nutr. 2011; 20: 390-6.

(6) Li M, Wang ZL, Gou LY, et al. Evaluation of the protein requirement in Chinese young adults using the indicator amino acid oxidation technique. Biomed Environ Sci. 2013; 26: 655-62.

(7) Tang M, McCabe GP, Elango R, et al. Assessment of protein requirement in octogenarian women with use of the indicator amino acid oxidation technique. Am J Clin Nutr. 2014; 99: 891-8.

(8) Rafii M, Chapman K, Owens J, et al. Dietary protein requirement of female adults >65 years determined by the indicator amino acid oxidation technique is higher than current recommendations. J Nutr. 2015; 145: 18-24.

(9) Rafii M, Chapman K, Elango R, et al. Dietary protein requirement of men >65 years old determined by the indicator amino acid oxidation technique is higher than the current estimated average requirement. J Nutr. 2015; 146: 681-7.

(10) Stephens TV, Payne M, Ball RO, et al. Protein requirements of healthy pregnant

women during early and late gestation are higher than current recommendations. J Nutr. 2015; 145: 73-8.

(11) Institute of Medicine 2005. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/10490>

E. 結論

2020年版策定以降では、窒素出納法に関する新たな原著論文はない。高齢者のたんぱく質摂取基準については身体活動も考慮した維持量のような考え方を採用した国もある。IAAO法の研究結果をどのように食事摂取基準に反映させるかも今後の課題である。

F. 研究発表

1. 論文発表
なし
2. 学会発表
なし

G. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

表1 たんぱく質必要量（窒素出納試験）

文献番号	著者	目的	結論
1	Hudson JL, et al.	小児における身体活動量の増加が食事たんぱく質必要量を増加させる可能性について検証するとともに、たんぱく質必要量を正確に定量化する研究方法について検討する。	身体活動は小児の食事たんぱく質必要量を増加させる要因の1つと考えられるが、現在のところ、活動量が異なる小児をそれぞれ対象として、成長のために最適なたんぱく質必要量を検討した報告は殆ど認められない。安定同位体を使用した研究は、身体活動レベルの異なる小児の食事たんぱく質必要量を比較する有効な手段になるかもしれない。
2	Carbone JW, et al.	食事性たんぱく質が筋肉量に及ぼす一般的な影響について整理し、学術的研究成果を実生活に応用することの利点について論じる。	成長期から高齢期に至るまで、たんぱく質の十分量の摂取は、筋肉量を維持するためにも重要である。一方で現在のRDAは、除脂肪体重の減少を抑制するために必要な食事たんぱく質の最低量を定義している。これが食事たんぱく質の最適な摂取量を提示しているものではないことを周知すべきである。
3	Richter M, et al.	ドイツ、オーストリア、スイス（D-A-CH）の栄養学会が2017年に改訂したたんぱく質摂取の基準値について解説する。	たんぱく質摂取の基準値（g/kg体重/日）を、乳児（4ヶ月齢未満）：1.4～2.5、小児：0.8～1.3、成人（65歳未満）：0.8、成人（65歳以上）：1.0と設定した。2000年に発表した基準値と比較して、乳児、小児から65歳未満の成人までの数値は基本的に変更されていない。その中で65歳以上の高齢者についてのみ高い基準値に変更したことは重要なポイントである。

表2 たんぱく質必要量 (IAAO法)

文献番号	内容	対象	実験期間	デザイン	介入	結果	結論	著者と掲載誌
1	IAAO法により算定した種類の異なるたんぱく質摂取時のたんぱく質必要量の比較	21～24歳の健康な日本人男性 (22±0.2歳) 10名	1レベル3日、6×2レベル	-	カゼインパウダーおよびカゼイン・ホエイ混合パウダー (7:3) をそれぞれたんぱく質源とし、たんぱく質摂取レベルは、0.5、0.7、0.9、1.0、1.2、1.4 g/kg、各レベル3日間ずつとし、各期の3日目に ¹³ Cラベルフェニルアラニンの酸化量を指標としてたんぱく質必要量を求めた。	カゼインたんぱく質と比較してカゼイン・ホエイ混合たんぱく質のアミノ酸スコア (%) はより高値となる。これらを食事たんぱく質源とした場合、たんぱく質必要量はカゼインたんぱく質食で1.0g/kg/日、カゼイン・ホエイ混合たんぱく質食で0.9g/kg/日と算定された。	IAAO法によるたんぱく質必要量の推定原理は第1制限アミノ酸の量に依存することから、たんぱく質の評価にも利用できる可能性を示唆する。	Yamamoto-Yumen Y, et al: J Nutr Sci Vitaminol. 2022; 68: 383-9.
2	IAAO法によるたんぱく質必要量の算定における個人間変動の検討	健常小児 (8.4±1.4歳) 7名を対象とした1研究、健常成人男女計28名 (アスリートを含む) を対象とした4研究、および健常高齢者 (男性6名 71.3±4.5歳、女性12名 74.3±7.4歳) を対象とした2研究	-	-	IAAO法によるたんぱく質必要量の算定に関する7研究報告の結果を変化点帰帰モデル (change-point regression model (CPRM)) を使用して再検討し、たんぱく質必要量の個人間変動係数を算出した。	7つの研究結果を基に算出された個人間変動係数は18.5%であった。これは窒素出納研究から得られた変動係数12.5%よりも大きかった。	IAAO法で求めたたんぱく質必要量の個人間変動係数は、窒素出納法で求められた変動係数よりも大きい可能性を示唆する。	Hayamizu K, et al. J Clin Biochem Nutr. 2021; 68: 32-6.
3	65歳以上の健康な中国人高齢者を対象としたIAAO法によるたんぱく質必要量の算定	65～85歳の健康な中国人高齢者14名 (男性7名 (70.9±5.76歳)、女性7名 (73.1±4.95歳))	1レベル3日、4あるいは6レベル、各試験期間は1週間空ける。	計80試験	ラクトアルブミンパウダーをたんぱく質源とし、たんぱく質摂取レベルは、0.3、0.6、0.9、1.2、1.5、1.8 g/kg、各レベル3日間ずつとし、各期の3日目に ¹³ Cラベルフェニルアラニンの酸化量を指標としてたんぱく質必要量を求めた。	たんぱく質必要量は0.91g/kg/日と算定された。この値は現在の必要量より3.4%高値であった。	成人と同じ値が設定されている現在の65歳以上の中国人高齢者に対するたんぱく質必要量は低く見積もられている可能性を示唆する。	Mao D, et al: J Nutr. 2020; 150: 1208-13.

4	持久力運動トレーニングを実施しているアスリートを対象としたIAAO法によるたんぱく質必要量の算定	18～40歳の持久力運動トレーニングを習慣的に実施している男性アスリート8名(26.6±5.8歳) (トライアスロン選手1名、長距離走選手1名、クロスカントリー選手3名、デュアスロン(バイク、ラン)選手3名)	1レベル3日、3～9レベル、各試験期間は1週間空ける。	計43試験	卵たんぱく質組成に準じたアミノ酸混合をたんぱく質源とし、たんぱく質摂取レベルは0.3～3.5 g/kg、各レベル3日間ずつとし、各期の3日目に ¹³ Cラベルフェニルアラニンの酸化量を指標としてたんぱく質必要量を求めた。	持久力運動を習慣的に実施する男性アスリートのたんぱく質必要量は2.1g/kg/日と算定された。この値は直前のトレーニングによる急性的な影響を出来るだけ排除するため24時間後に測定した結果であるが、アスリートに推奨されている必要量の1.3倍に相当した。	現在のアスリートに対するたんぱく質必要量は低く見積もられている可能性を示唆するとともに、トレーニングの内容(強度や時間)に加え、トレーニング後の経過時間もIAAO法の結果に大きく影響する可能性を示唆する。	Bandegan A, et al: Am J Physiol Endocrinol Metab. 2019; 316: E741-8.
---	--	---	-----------------------------	-------	---	---	--	--

脂溶性ビタミン必要量算定のためのレビュー

研究分担者 田中清¹

研究協力者 栗原晶子²

¹神戸学院大学

²大阪公立大学

研究要旨

食事摂取基準の必要量の策定には、特定の栄養素に特異的な不足又は欠乏症をアウトカムとした研究、また特定の栄養素に特異的に反応する生体指標をアウトカムとした摂取量との関係を検討した研究の文献収集が必須となる。そこで、脂溶性ビタミンの必要量の検討に関係する文献の検索を行い、値の算定時に必須とすべき事項を探索するための資料作成を目的に本研究を行った。過去5年以内の各脂溶性ビタミンの摂取量及び生体指標による必要量（欠乏・不足回避、適正量など）の検討を報告した文献を抽出したところ、ビタミンAでは欠乏レベルでの検討を行った文献が多く抽出された。ビタミンDでは、ビタミンD栄養状態の指標となる血清25-hydroxyvitamin D濃度と骨の健康をはじめとして循環器疾患等との関係を検証した文献、またビタミンD栄養状態への寄与因子を検証した文献が抽出された。ビタミンEは、摂取量と血中 α -トコフェロール濃度との関係を検討した文献が、ビタミンKでは骨の健康とビタミンK摂取量を反映する生体指標を検証した文献が抽出された。以上より、日本人の実態に即した必要量の算定資料の収集にあたり、システムティックレビューに準じた手法での文献レビューのみならず、和文誌並びに他国のDRIsも参照し、必要量の算定を進める必要があることが明らかとなった。

A. 研究目的

日本人の食事摂取基準¹⁾では、健康の保持・増進並びに生活習慣病の予防を目的に、エネルギー及び栄養素摂取量の基準が策定されている¹⁾。栄養素の摂取不足の回避を目的とした指標として、推定平均必要量（Estimated Average Requirement: EAR）、その補助的位置づけの推奨量（Recommended Dietary Allowance: RDA）、EAR・RDAが設定できない場合に用いる目安量（Adequate Intake: AI）がある。摂取不足の回避のた

めの摂取量を検討するにあたり、EARについては集団内の半数の者で「不足又は欠乏の症状が現れ得る摂取量」「体内量が維持される摂取量」「体内量が飽和している摂取量」「これ以外の方法」という定義が示されている。一方、AIは「ある一定の栄養状態を維持するのに十分な量」として定義されている。このような定義に沿った算定を行うために、特定の栄養素に特異的な不足又は欠乏症をアウトカムとした研究、また特定の栄養素に特異的に反応する生体指標をア

ウトカムとした摂取量との関係を検討した研究の文献収集が必須となる。欧州食品安全機関 (European Food Safety Authority: EFSA) の Dietary Reference Values (DRV) の Scientific Opinion や全米医学アカデミー (旧 米国医学研究所 The Institute of Medicine (IOM)) の Dietary Reference Intakes (DRIs) においては、各栄養素の基本的事項、各指標設定の考え方のみならず、当該栄養素の栄養状態を反映する生体指標や臨床兆候についての記載も詳細になされている。一方で、我が国の食事摂取基準において、この観点でまとめられた項は設けられていないため、本研究では脂溶性ビタミンの必要量の検討に関係する文献の検索を行い、値の算定時に必須とすべき事項を探索するための資料作成を目的に行った。

B. 研究方法

各脂溶性ビタミンの摂取量及び生体指標による必要量(欠乏・不足回避、適正量など)の検討を報告した文献を検索することとした。なお、日本人の食事摂取基準は5年ごとの改定が行われているため、過去5年以内に発表された文献を収集することとした。その他、Humans、language: English のフィルターを設定した。

文献検索のデータベースには PubMed を用いた。検索語は、基本文として、(当該ビタミン名 OR 化合物名) AND intake AND (biomarker) AND (deficiency OR requirement OR optimal) を用いた。”deficiency”, “requirement”, “optimal” の使い分けについては、欠乏症が多く報告されているビタミンには ”deficiency”、欠乏症が稀であるも

のは “requirement” または ”optimal” を使用して検索を行った。使用した検索式は以下の通りである。

1. 各脂溶性ビタミンにおける検索式

ビタミン A

(“vitamin A” [tiab] OR “vitamin A” [mesh] OR retinol[tiab] OR retinyl[tiab])

AND (deficiency[mesh] OR deficiency [tiab]) AND (intake[mesh] OR intake[tiab] OR biomarker[mesh] OR biomarker[tiab]).

ビタミン D

ビタミン D は、食事からの摂取並びに皮膚での産生を反映する生体指標として、血中 25-hydroxyvitamin D [25(OH)D] 濃度を用いることが世界的にもコンセンサスを得られているため、intake ではなく、血清 25(OH)D 濃度の至適血中濃度に関する文献検索を行った。

((“25 hydroxyvitamin d”[Supplementary Concept] OR “25 hydroxyvitamin d”[All Fields] OR “25 hydroxyvitamin d”[All Fields]) AND (“optimal”[All Fields] OR “optimality”[All Fields] OR “optimally”[All Fields] OR “optimization”[All Fields] OR “optimizations”[All Fields] OR “optimize”[All Fields] OR “optimized”[All Fields] OR “optimizer”[All Fields] OR “optimizers”[All Fields] OR “optimizes”[All Fields] OR “optimizing”[All Fields]) AND (“range”[All Fields] OR “ranged”[All

Fields] OR "ranges"[All Fields] OR "ranging"[All Fields])

ビタミンE

((("vitamin e"[MeSH Terms] OR "vitamin e"[All Fields]) AND ("require"[All Fields] OR "required"[All Fields] OR "requirement"[All Fields] OR "requirements"[All Fields] OR "requires"[All Fields] OR "requiring"[All Fields]) AND ("intake"[All Fields] OR "intakes"[All Fields] OR "intakes"[All Fields])) AND ("serum"[All Fields] OR "circulating"[All Fields] OR "plasma"[All Fields]))

ビタミンK

((("vitamin K"[All Fields] OR "vitamin K"[MeSH Terms] OR ("phyloquinone"[Title/Abstract] OR "menaquinone"[Title/Abstract])) AND ("require"[All Fields] OR "required"[All Fields] OR "requirement"[All Fields] OR "requirements"[All Fields] OR "requires"[All Fields] OR "requiring"[All Fields]) AND ("intake"[All Fields] OR "intakes"[All Fields] OR "intakes"[All Fields])) AND ("serum"[All Fields] OR "circulating"[All Fields] OR "plasma"[All Fields]))

2. 文献の選定

タイトル及びアブストラクトで選定を行った。ただし、アブストラクトで把握しきれないものについては、フルテキストを確認

した。除外の基準として、対象とするビタミンに関連の無い文献、in vivo もしくは in vitro の文献(メカニズムのみ記されている文献を含む)、症例報告、特異的な疾患を有する者が対象となっている文献、摂取量のみの文献とした。

C. 研究結果ならびに考察

1. ビタミンA

表1に検索結果を示す。162件の文献が抽出され、選定の結果56件が残った。ビタミンA欠乏症は、いわゆる発展途上国に多く、妊婦及び小児の欠乏症に焦点を当てた研究が多い傾向にあった。全般的に欠乏レベルに該当する者での文献が多く見られた。また、バイオマーカーとしては、血清レチノール濃度やレチノール結合タンパクを利用して文献が多かった。炎症との相互関係を示唆する文献も複数見られた。また、耐容上限量 (Tolerable Upper Intake Level (UL)) の算定に関わる文献も抽出された。

2. ビタミンD

食事摂取基準(2020年版)では、骨の健康をアウトカムとして、骨折予防に最大効果を示す血清25(OH)D濃度が設定され、この血中濃度を維持する摂取量としてAIが算定されていた。血中25(OH)D濃度は、骨以外のその他の疾患との関わりも示唆されているが、骨の健康に対してのみ用量依存性が確認されたため、旧IOMのDRIsでは骨の健康がビタミンDのEARの算定根拠に用いられている。ここでは、骨の健康以外の臨床アウトカムについても採用することとした。表2に検索結果を示す。43件の文献が抽出され、選定の結果30件が残った。選択された文献では、血清副甲状腺ホルモン濃度、骨

の健康、循環器疾患を臨床アウトカムに設定されたものが複数あり、がん、多発性硬化症などもあった。また、血中 25(OH)D 濃度への日光曝露及びビタミン D 摂取量の寄与を検討した文献も一定数抽出された。

3. ビタミン E

表 3 に検索結果を示す。31 件の文献が抽出され、選定の結果 17 件が残った。疾患との関係を検討した文献が他の脂溶性ビタミンに比して少なく、摂取量と血中濃度を同時に調査した文献が一定数見られた。生体指標としては、血中 α -トコフェロール濃度が用いられている文献が大半であった。ビタミン E 介入による母乳への効果を検討した文献も複数存在した。

4. ビタミン K

表 4 に検索結果を示す。17 件の文献が抽出され、選定の結果 11 件が残った。臨床アウトカムには骨折や骨密度を対象とした文献が多く、循環器疾患を対象とした文献も複数見られた。ビタミン K 摂取量に対応する生体指標の検討を行った文献も複数あり、生体指標には、血中ビタミン K₁ 濃度、protein induced by Vitamin K absence or antagonists-II (PIVKA-II)、undercarboxylated osteocalcin (ucOC)、dephosphorylated and uncarboxylated (dp-ucMGP) 濃度が用いられていた。

D. 結論

各脂溶性ビタミンの欠乏又は不足回避のための摂取量について調査を行った結果、ビタミン A では、検索式を “deficiency” から ” requirement” に変更した場合でも、欠乏レベルでの調査研究が多く抽出さ

れた。しかし、わが国において、ビタミン A 欠乏は稀であると考えられるため、これら文献を EAR の算定に用いることは妥当ではないことが考えられた。すなわち、欠乏よりも高い摂取レベルの「不足」の回避に必要な摂取量を把握するための文献収集が必要となる。その際に、前述した EFSA 及び旧 IOM から報告されている DRIs に記載のバイオマーカーに関する文献を追加で検索する必要があることが示唆された。具体的には、現在の日本人の食事摂取基準でも採用されている同位体希釈法を用いた体内貯蔵量に関する文献の収集となる。ビタミン D については、臨床アウトカムに対する用量依存性を考慮する必要があるため、検索式に ” dose-response も追加する必要があったものと思われる。また、ビタミン D 栄養状態に寄与する因子を検討した文献は、摂取量の算定において一定の情報を提供するが、ビタミン D は紫外線の影響を受けるため、緯度や肌の色の影響を大きく受ける。また、ビタミン D の供給源及びサプリメント利用状況が欧米諸国と日本が異なることを考えると、和文を含めた日本人での研究文献の追加が必要となることが考えられた。ビタミン E では、今回抽出された文献では、血中 α -トコフェロール濃度を生体指標に用いているものが多かったが、血中 α -トコフェロール濃度は血清脂質の影響を大きく受け²⁾、ビタミン E の主要な生理作用である抗酸化性を反映しない可能性も示唆されており³⁾、生体指標が十分に確立している状況にない。ビタミン E についても、EFSA 及び旧 IOM から報告されている DRIs に記載のバイオマーカーに関する文献から、さらに展開して収集する必要があるものと思

われる。この点については、ビタミン K も同様であり、ビタミン K 栄養状態を十分に反映するような生体指標の確立には至っていない。従って、今後はハンドサーチも重ねて、算定に適切な文献の収集を行う必要がある。

本研究の限界点として、選定した文献の質の評価ができていないため、今後この作業を進める必要がある。また、文献検索のデータベースが PubMed のみであるため、Scopus や Cochrane Library、医中誌等、和文誌の検索も考慮したデータベースでの検索も必要である。

以上より、脂溶性ビタミンの必要量の検討につながる文献の検索を行うにあたって、システマティックレビューに準じた手法を取り入れるのみならず、他国の DRIs も参照し、必要量の算定を進める必要があることが明らかとなった。

- 1) 厚生労働省. 「日本人の食事摂取基準 (2020 年版) 策定検討会」報告書.
- 2) Berger MM, Shenkin A, Schweinlin A, Amrein K, Augsburg M, Biesalski HK, Bischoff SC, Casaer MP, Gundogan K, Lepp HL, de Man AME, Muscogiuri G, Pietka M, Pironi L, Rezzi S, Cuerda C (2022) ESPEN micronutrient guideline. Clin Nutr. 41:1357-1424.
- 3) Luo J, Hashimoto Y, Martens LG, Meulmeester FL, Ashrafi N, Mook-Kanamori DO, Rosendaal FR, Jukema JW, van Dijk KW, Mills K, le Cessie S, Noordam R, van Heemst D (2022) Nutrition. 93:111440.

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

G. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

H. 引用文献

表1. ビタミンAの検索結果

PMID	論題	書誌情報	筆頭著者	出版年	選定 (○) または除外理由
36657914	Dietary inadequacies overestimate the blood deficiencies of magnesium, zinc, and vitamins A, C, E, and D among residents of Sao Paulo	Clin Nutr ESPEN. 2023 Feb;53:196-205. doi: 10.1016/j.clnesp.2022.12.015. Epub 2022 Dec 20.	Hermes Sales C	2023	○
36170963	Breast Milk Retinol Concentrations Reflect Total Liver Vitamin A Reserves and Dietary Exposure in Thai Lactating Women from Urban and Rural Areas	J Nutr. 2023 Jan 14;152(12):2689-2698. doi: 10.1093/jn/nxac223.	Nimmannun K	2023	○
36008009	Assessment of dietary carotenoid intake and biologic measurement of exposure in humans	Methods Enzymol. 2022;674:255-295. doi: 10.1016/bs.mie.2022.05.007. Epub 2022 Jun 25.	Grainger EM	2022	○
34629794	Liver disease and COVID-19: The link with oxidative stress, antioxidants and nutrition	World J Gastroenterol. 2021 Sep 14;27(34):5682-5699. doi: 10.3748/wjg.v27.i34.5682.	Ristic-Medic D	2021	○
34552903	Vitamin A Levels Among Pre-School Children of Central and Western China	Front Public Health. 2021 Sep 6;9:694106. doi: 10.3389/fpubh.2021.694106. eCollection 2021.	Chen Q	2021	○
34380588	Vitamin A deficiency: experience from a tertiary referral UK hospital; not just a low- and middle-income country issue	Public Health Nutr. 2021 Dec;24(18):6466-6471. doi: 10.1017/S1368980021003347. Epub 2021 Aug 12.	Marley A	2021	○
34251518	Prevalence of vitamin A deficiency and dietary inadequacy in Indian school-age children and adolescents	Eur J Nutr. 2022 Feb;61(1):197-209. doi: 10.1007/s00394-021-02636-7. Epub 2021 Jul 12.	Reddy GB	2022	○
34066852	High Prevalence of Stunting and Anaemia Is Associated with Multiple Micronutrient Deficiencies in School Children of Small-Scale Farmers from Chamwino and Kilosa Districts, Tanzania	Nutrients. 2021 May 8;13(5):1576. doi: 10.3390/nu13051576.	Gowele VF	2021	○
33807563	Re-Defining the Population-Specific Cut-Off Mark for Vitamin A Deficiency in Pre-School Children of Malawi	Nutrients. 2021 Mar 5;13(3):849. doi: 10.3390/nu13030849.	Likoswe BH	2021	○
33801011	Vitamin A and Bone Health: A Review on Current Evidence	Molecules. 2021 Mar 21;26(6):1757. doi: 10.3390/molecules26061757.	Yee MMF	2021	○
33765844	Biological evidence to define a vitamin A deficiency cutoff using total liver vitamin A reserves	Exp Biol Med (Maywood). 2021 May;246(9):1045-1053. doi: 10.1177/1535370221992731. Epub 2021 Mar 25.	Tanumihardjo SA	2021	○
33751046	Vitamin A deficiency has declined in Malawi, but with evidence of elevated vitamin A in children	Am J Clin Nutr. 2021 Apr 6;113(4):854-864. doi: 10.1093/ajcn/nqab004.	Williams AM	2021	○
33642459	Assessment of Vitamin A Supplementation Practices in Countries of the Eastern Mediterranean Region: Evidence to Implementation	J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo). 2021;67(1):1-12. doi: 10.3177/jnsv.67.1.	Saad F	2021	○
33544296	Vitamin A deficiency after prolonged intake of an unbalanced diet in a Japanese hemodialysis patient	Doc Ophthalmol. 2021 Aug;143(1):85-91. doi: 10.1007/s10633-021-09823-1. Epub 2021 Feb 5.	Kishimoto N	2021	○
33413713	The contribution of provitamin A biofortified cassava to vitamin A intake in Nigerian pre-schoolchildren	Br J Nutr. 2021 Nov 14;126(9):1364-1372. doi: 10.1017/S0007114521000039. Epub 2021 Jan 8.	Afolami I	2021	○
33330941	Vitamin A deficiency among children younger than 5 y in India: an analysis of national data sets to reflect on the need for vitamin A supplementation	Am J Clin Nutr. 2021 Apr 6;113(4):939-947. doi: 10.1093/ajcn/nqaa314.	Reddy GB	2021	○
33245109	Breast Milk-Derived Retinol Is a Potential Surrogate for Serum in the 13C-Retinol Isotope Dilution Test in Zambian Lactating Women with Vitamin A Deficient and Adequate Status	J Nutr. 2021 Jan 4;151(1):255-263. doi: 10.1093/jn/nxaa320.	Kaliwile C	2021	○
33130884	Systematic Review and Meta-Analysis of the Relative Dose-Response Tests to Assess Vitamin A Status	Adv Nutr. 2021 Jun 1;12(3):904-941. doi: 10.1093/advances/nmaa136.	Sheftel J	2021	○
33119397	Serum concentration of vitamin A and its relationship with body adiposity, oxidative stress, and cardiovascular risk in women with recommended dietary intake of vitamin A	Nutr Hosp. 2020 Dec 16;37(6):1135-1142. doi: 10.20960/nh.03129.	Bento C	2020	○
33052059	Vitamin A deficiency indicating as low expression of LRAT may be a novel biomarker of primary hypertension	Clin Exp Hypertens. 2021 Feb 17;43(2):151-163. doi: 10.1080/10641963.2020.1833023. Epub 2020 Oct 14.	Liang X	2021	○
32939553	High-Dose Neonatal Vitamin A Supplementation to Bangladeshi Infants Increases the Percentage of CCR9-Positive Treg Cells in Infants with Lower Birthweight in Early Infancy, and Decreases Plasma sCD14 Concentration and the Prevalence of Vitamin A Deficiency at Two Years of Age	J Nutr. 2020 Nov 19;150(11):3005-3012. doi: 10.1093/jn/nxaa260.	Ahmad SM	2020	○

32844187	Association of maternal diet, micronutrient status, and milk volume with milk micronutrient concentrations in Indonesian mothers at 2 and 5 months postpartum	Am J Clin Nutr. 2020 Oct 1;112(4):1039-1050. doi: 10.1093/ajcn/nqaa200.	Gibson RS	2020	○
32821526	Is Dietary Vitamin A Associated with Myopia from Adolescence to Young Adulthood?	Transl Vis Sci Technol. 2020 May 28;9(6):29. doi: 10.1167/tvst.9.6.29. eCollection 2020 May.	Ng FJ	2020	○
32743650	Adjusting iron and vitamin A status in settings of inflammation: a sensitivity analysis of the Biomarkers Reflecting Inflammation and Nutritional Determinants of Anemia (BRINDA) approach	Am J Clin Nutr. 2019 Aug 1;112(Suppl 1):458S-467S. doi: 10.1093/ajcn/nqaa141.	Namaste SML	2019	○
32577225	Appropriate and inappropriate vitamin supplementation in children	J Nutr Sci. 2020 Jun 5;9:e20. doi: 10.1017/jns.2020.12.	Martini L	2020	○
32456038	Diet and Nutrition Status of Mongolian Adults	Nutrients. 2020 May 22;12(5):1514. doi: 10.3390/nu12051514.	Bromage S	2020	○
32424967	Dietary vitamin A intakes among pregnant women attending antenatal care in health facilities in Dessie Town, North East Ethiopia	J Hum Nutr Diet. 2020 Oct;33(5):678-685. doi: 10.1111/jhn.12766. Epub 2020 May 18.	Koricho Z	2020	○
32249112	Vitamin A and iron status of children before and after treatment of uncomplicated severe acute malnutrition	Clin Nutr. 2020 Nov;39(11):3512-3519. doi: 10.1016/j.clnu.2020.03.016. Epub 2020 Mar 24.	Kangas ST	2020	○
31940621	Chapter 6: Vitamins and Oral Health	Monogr Oral Sci. 2020;28:59-67. doi: 10.1159/000455372. Epub 2019 Nov 7.	Gutierrez Gossweiler A	2020	○
31618430	Prenatal Zinc and Vitamin A Reduce the Benefit of Iron on Maternal Hematologic and Micronutrient Status at Delivery in Tanzania	J Nutr. 2020 Feb 1;150(2):240-248. doi: 10.1093/jn/nxz242.	Noor RA	2020	○
31470574	Breast Milk Content of Vitamin A and E from Early- to Mid-Lactation Is Affected by Inadequate Dietary Intake in Brazilian Adult Women	Nutrients. 2019 Aug 29;11(9):2025. doi: 10.3390/nu11092025.	Machado MR	2019	○
31365834	Combined consumption of a single high-dose vitamin A supplement with provision of vitamin A fortified oil to households maintains adequate milk retinol concentrations for 6 months in lactating Moroccan women	Appl Physiol Nutr Metab. 2020 Mar;45(3):275-282. doi: 10.1139/apnm-2019-0116. Epub 2019 Jul 31.	Atalhi N	2020	○
31318696	Association of dietary intake below recommendations and micronutrient deficiencies during pregnancy and low birthweight	J Perinat Med. 2019 Sep 25;47(7):724-731. doi: 10.1515/jpm-2019-0053.	Shankar H	2019	○
31254130	Restricting vitamin A intake increases bone formation in Zambian children with high liver stores of vitamin	Arch Osteoporos. 2019 Jun 28;14(1):72. doi: 10.1007/s11657-019-0617-y.	Tanumihardjo SA	2019	○
31197107	Fat Soluble Vitamins in Institutionalized Elderly and the Effect of Exercise, Nutrition and Cognitive Training on Their Status-The Vienna Active Aging Study (VAAS): A Randomized Controlled Trial	Nutrients. 2019 Jun 14;11(6):1333. doi: 10.3390/nu11061333.	Franzke B	2019	○
31074495	Fortification of staple foods with vitamin A for vitamin A deficiency	Cochrane Database Syst Rev. 2019 May 10;5(5):CD010068. doi: 10.1002/14651858.CD010068.pub2.	Hombali AS	2019	○
30964204	Association of antioxidants and vitamin D level with inflammation in children with atopic dermatitis	Int J Dermatol. 2019 Sep;58(9):1056-1061. doi: 10.1111/ijd.14438. Epub 2019 Apr 9.	Daniluk U	2019	○
30909386	Vitamin A and Pregnancy: A Narrative Review	Nutrients. 2019 Mar 22;11(3):681. doi: 10.3390/nu11030681.	Bastos Maia S	2019	○
30853033	Maximising benefits and minimising adverse effects of micronutrient interventions in low- and middle-income countries	Proc Nutr Soc. 2019 Nov;78(4):540-546. doi: 10.1017/S0029665119000557. Epub 2019 Mar 11.	Baye K	2019	○
30652442	Vitamin A deficiency and associated factors in preschoolers from the outskirts of La Plata, Buenos Aires	Arch Argent Pediatr. 2019 Feb 1;117(1):19-25. doi: 10.5546/aap.2019.eng.19.	Disalvo L	2019	○
30644589	Diagnostic Workup and Micronutrient Deficiencies in Children With Failure to Thrive Without Underlying Diseases	Nutr Clin Pract. 2019 Aug;34(4):581-588. doi: 10.1002/ncp.10229. Epub 2019 Jan 15.	Selbuz S	2019	○
30578660	Relationship between the dietary intake, serum, and breast milk concentrations of vitamin A and vitamin E in a cohort of women over the course of lactation	Matern Child Nutr. 2019 Jul;15(3):e12772. doi: 10.1111/mcn.12772. Epub 2019 Jan 30.	da Silva AGCL	2019	○
30475970	Serum retinyl esters are positively correlated with analyzed total liver vitamin A reserves collected from US adults at time of death	Am J Clin Nutr. 2018 Nov 1;108(5):997-1005. doi: 10.1093/ajcn/nqy190.	Olsen K	2018	○
30307300	Prevalence and factors associated with fat-soluble vitamin deficiency in adolescents	Nutr Hosp. 2018 Oct 5;35(5):1153-1162. doi: 10.20960/nh.1785.	Paes-Silva RP	2018	○
30307289	Vitamin A deficiency is associated with body mass index and body adiposity in women with recommended intake of vitamin A	Nutr Hosp. 2018 Oct 5;35(5):1072-1078. doi: 10.20960/nh.1630.	Bento C	2018	○

30265402	Overlapping vitamin A interventions in the United States, Guatemala, Zambia, and South Africa: case studies	Ann N Y Acad Sci. 2019 Jun;1446(1):102-116. doi: 10.1111/nyas.13965. Epub 2018 Sep 28.	Tanumihardjo SA	2019	○
30205601	The Prevalence of Vitamin A Deficiency and Associated Factors in Pregnant Women Receiving Prenatal Care at a Reference Maternity Hospital in Northeastern Brazil	Nutrients. 2018 Sep 9;10(9):1271. doi: 10.3390/nu10091271.	Bastos Maia S	2018	○
30189693	Effects of Inflammation on Biomarkers of Vitamin A Status among a Cohort of Bolivian Infants	Nutrients. 2018 Sep 5;10(9):1240. doi: 10.3390/nu10091240.	Burke RM	2018	○
30134568	Vitamin A Deficiency and the Lung	Nutrients. 2018 Aug 21;10(9):1132. doi: 10.3390/nu10091132.	Timoneda J	2018	○
30115830	Approaches to Assess Vitamin A Status in Settings of Inflammation: Biomarkers Reflecting Inflammation and Nutritional Determinants of Anemia (BRINDA) Project	Nutrients. 2018 Aug 16;10(8):1100. doi: 10.3390/nu10081100.	Larson LM	2018	○
29986492	Effect of Nutritional Interventions on Micronutrient Status in Pregnant Malawian Women with Moderate Malnutrition: A Randomized, Controlled Trial	Nutrients. 2018 Jul 7;10(7):879. doi: 10.3390/nu10070879.	Glosz CM	2018	○
29846525	Retinol-to-Fat Ratio and Retinol Concentration in Human Milk Show Similar Time Trends and Associations with Maternal Factors at the Population Level: A Systematic Review and Meta-Analysis	Adv Nutr. 2018 May 1;9(suppl_1):332S-346S. doi: 10.1093/advances/nmy021.	Dror DK	2018	○
29779810	Association between nutritional blood-based biomarkers and clinical outcome in sarcopenia patients	Clin Nutr ESPEN. 2018 Jun;25:145-148. doi: 10.1016/j.clnesp.2018.03.002. Epub 2018 Mar 31.	Garballe S	2018	○
29436245	Vitamin A intake of Brazilian mothers and retinol concentrations in maternal blood, human milk, and the umbilical cord	J Int Med Res. 2018 Apr;46(4):1555-1569. doi: 10.1177/0300060518757155. Epub 2018 Feb 13.	Deminice TMM	2018	○
29336593	Effect of vitamin A supplementation on iron status in humans: A systematic review and meta-analysis	Crit Rev Food Sci Nutr. 2019;59(11):1767-1781. doi: 10.1080/10408398.2018.1427552. Epub 2018 Feb 5.	da Cunha MSB	2019	○
28941389	Vitamin A nutritional status in high- and low-income postpartum women and its effect on colostrum and the requirements of the term newborn	J Pediatr (Rio J). 2018 Mar-Apr;94(2):207-215. doi: 10.1016/j.jped.2017.08.003. Epub 2017 Sep 21.	Gurgel CSS	2018	○
36678312	Vitamin A Status in Preterm Infants Is Associated with Inflammation and Dexamethasone Exposure	Nutrients. 2023 Jan 14;15(2):441. doi: 10.3390/nu15020441.	Rossholt ME	2023	早産児のビタミンA状態とデキサメタゾンによるビタミンAへの影響の検討
36479498	Main nutritional deficiencies	J Prev Med Hyg. 2022 Oct 17;63(2 Suppl 3):E93-E101. doi: 10.15167/2421-4248/jpmh2022.63.2S3.2752. eCollection 2022 Jun.	Kiani AK	2022	低栄養の実態のみ示した文献
36364923	Vitamin Status in Children with Cystic Fibrosis Transmembrane Conductance Regulator Gene Mutation	Nutrients. 2022 Nov 4;14(21):4661. doi: 10.3390/nu14214661.	Wysocka-Wojakiewicz P	2022	嚢胞性線維症患者が対象
36303869	The relationship between thyroid disorders and vitamin A.: A narrative minireview	Front Endocrinol (Lausanne). 2022 Oct 11;13:968215. doi: 10.3389/fendo.2022.968215. eCollection 2022.	Capriello S	2022	甲状腺疾患との関係について量的検討がない
36240826	Micronutrient deficiencies among preschool-aged children and women of reproductive age worldwide: a pooled analysis of individual-level data from population-representative surveys	Lancet Glob Health. 2022 Nov;10(11):e1590-e1599. doi: 10.1016/S2214-109X(22)00367-9.	Stevens GA	2022	就学前児童のビタミンA欠乏者割合のレビュー
36195655	Analysis of the correlation between Zeste enhancer homolog 2 (EZH2) mRNA expression and the prognosis of mesothelioma patients and immune infiltration	Sci Rep. 2022 Oct 4;12(1):16583. doi: 10.1038/s41598-022-21005-w.	Fan K	2022	中皮腫患者におけるエンハンサーホモログ2の発現と免疫浸潤反応の検討
36173223	Assessment of dietary nutrient intake and its relationship to the nutritional status of children with congenital heart disease in Guangdong province of China	Asia Pac J Clin Nutr. 2022;31(3):520-525. doi: 10.6133/apjcn.202209_31(3).0019.	Zheng Y	2022	先天性心疾患小児が対象
36084338	Association of diet quality and hormonal status in exercising women with menstrual disturbances	Appl Physiol Nutr Metab. 2022 Nov 1;47(11):1085-1095. doi: 10.1139/apnm-2021-0789. Epub 2022 Sep 9.	Łagowska K	2022	月経不良の女性の食事の質とホルモン濃度との関係
35995922	The need and safety of vitamin supplementation in adults with obesity within 9 months post sleeve gastrectomy (SG): assessment based on intake	Sci Rep. 2022 Aug 22;12(1):14295. doi: 10.1038/s41598-022-18487-z.	Wawrzyniak A	2022	スリーブ状胃切除術後が対象

35769028	Vitamin A deficiency in avoidant restrictive food intake disorder	J Paediatr Child Health. 2022 Oct;58(10):1899-1900. doi: 10.1111/jpc.16069. Epub 2022 Jun 29.	Mahoney GL	2022	症例報告
35719126	Anaemia in Indians aged 10-19 years: Prevalence, burden and associated factors at national and regional levels	Matern Child Nutr. 2022 Oct;18(4):e13391. doi: 10.1111/mcn.13391. Epub 2022 Jun 20.	Scott S	2022	ビタミンA欠乏が貧血への寄与因子となる
35673893	How does retinoic acid (RA) signaling pathway regulate spermatogenesis?	Histol Histopathol. 2022 Nov;37(11):1053-1064. doi: 10.14670/HH-18-478. Epub 2022 Jun 6.	Zhang HZ	2022	メカニズムの論文
35406021	Inadequate Vitamin C Intake and Intestinal Inflammation Are Associated with Multiple Micronutrient Deficiency in Young Children: Results from a Multi-Country Birth Cohort Study	Nutrients. 2022 Mar 28;14(7):1408. doi: 10.3390/nu14071408.	Fahim SM	2022	ビタミンCが対象
35405994	Usual Nutrient Intake Distribution and Prevalence of Inadequacy among Australian Children 0-24 Months: Findings from the Australian Feeding Infants and Toddlers Study (OzFITS) 2021	Nutrients. 2022 Mar 25;14(7):1381. doi: 10.3390/nu14071381.	Moumin NA	2022	摂取量のみ
35398201	EPR spectroscopic evidence of iron-catalysed free radical formation in chronic mountain sickness: Dietary causes and vascular consequences	Free Radic Biol Med. 2022 May 1;184:99-113. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2022.03.028. Epub 2022 Apr 6.	Bailey DM	2022	慢性高山病における抗酸化物質の不足による、血管合併症及び死亡率の関係
35115060	Standardisation and application of a novel multiplex assay for estimating micronutrient status and inflammatory markers in women of Sauria Paharia and Santhal tribes of Jharkhand	Br J Nutr. 2022 Dec 28;128(12):2464-2479. doi: 10.1017/S0007114522000320. Epub 2022 Feb 4.	Singh A	2022	測定法の文献
35057486	The Effects of One Anastomosis Gastric Bypass Surgery on the Gastrointestinal Tract	Nutrients. 2022 Jan 12;14(2):304. doi: 10.3390/nu14020304.	Kaniel O	2022	一吻合胃バイパス手術が消化管に及ぼす影響について
35057466	Illustration of the Importance of Adjustment for within- and between-Person Variability in Dietary Intake Surveys for Assessment of Population Risk of Micronutrient Deficiency/Excess Using an Example Data Set	Nutrients. 2022 Jan 11;14(2):285. doi: 10.3390/nu14020285.	Nel JH	2022	食事調査、評価法の論文
34907037	Prevalence of specific micronutrient deficiencies in urban school going children of India aged between 6 and 16 years: study protocol for a multicentric cross-sectional study	BMJ Open. 2021 Dec 14;11(12):e046783. doi: 10.1136/bmjopen-2020-046783.	Awasthi S	2021	プロトコル論文
34888885	Comparing estimated cost-effectiveness of micronutrient intervention programs using primary and secondary data: evidence from Cameroon	Ann N Y Acad Sci. 2022 Apr;1510(1):100-120. doi: 10.1111/nyas.14726. Epub 2021 Dec 9.	Adams KP	2022	摂取量のみ
34863877	Musings in the twilight of my career	Free Radic Biol Med. 2022 Jan;178:219-225. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2021.11.038. Epub 2021 Dec 1.	Ames BN	2022	筆者の研究紹介
34689200	Development and Validation of a Novel Food-Based Global Diet Quality Score (GDQS)	J Nutr. 2021 Oct 23;151(12 Suppl 2):75S-92S. doi: 10.1093/jn/nxab244.	Bromage S	2021	食事スコアの開発論文
34689198	The Global Diet Quality Score is Associated with Higher Nutrient Adequacy, Midupper Arm Circumference, Venous Hemoglobin, and Serum Folate Among Urban and Rural Ethiopian Adults	J Nutr. 2021 Oct 23;151(12 Suppl 2):130S-142S. doi: 10.1093/jn/nxab264.	Bromage S	2021	食事の質のスコアリング票の妥当性の検討
34679088	Micronutrient intake status and associated factors among children aged 6-23 months in the emerging regions of Ethiopia: A multilevel analysis of the 2016 Ethiopia demographic and health survey	PLoS One. 2021 Oct 22;16(10):e0258954. doi: 10.1371/journal.pone.0258954. eCollection 2021.	Gebremedhin T	2021	摂取量のみ
34578797	Assessment of the Nutritional Status of Four Selected Rural Communities in KwaZulu-Natal, South Africa	Nutrients. 2021 Aug 24;13(9):2920. doi: 10.3390/nu13092920.	Govender L	2021	摂取量のみ
34444943	Assessment of Micronutrient Situation among Reproductive-Age Women (15-49) and Under-Five Children in Sudan	Nutrients. 2021 Aug 13;13(8):2784. doi: 10.3390/nu13082784.	Swareldhab ESE	2021	ビタミンAを多く含む食品の消費について示されている
34357395	Evaluation of Hemoglobin Cutoff Levels to Define Anemia Among Healthy Individuals	JAMA Netw Open. 2021 Aug 2;4(8):e2119123. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2021.19123.	Addo OY	2021	健康人の貧血に対するヘモグロビンの基準値の論文
34352251	Visual Dysfunction and Structural Correlates in Sorsby Fundus Dystrophy	Am J Ophthalmol. 2022 Feb;234:274-284. doi: 10.1016/j.ajo.2021.07.032. Epub 2021 Aug 2.	Raming K	2022	Sorsby眼底ジストロフィーの論文
34290324	Serum zinc status is a matter of concern among children and non-pregnant women in a nationwide survey of Nepal	Sci Rep. 2021 Jul 21;11(1):14904. doi: 10.1038/s41598-021-94344-9.	Mehata S	2021	亜鉛が対象

34283841	Impact of IgG response to malaria-specific antigens and immunity against malaria in pre-school children in Ghana. A cluster randomized, placebo-controlled trial	PLoS One. 2021 Jul 20;16(7):e0253544. doi: 10.1371/journal.pone.0253544. eCollection 2021.	Tchum SK	2021	内因性マラリア抗原に対する鉄の介入効果
34282655	Knowledge Gaps in Understanding the Etiology of Anemia in Indonesian Adolescents	Food Nutr Bull. 2021 Jun;42(1_suppl):S39-S58. doi: 10.1177/0379572120979241.	van Zutphen KG	2021	貧血に対する知識に関する検討
34231266	Scoping review of nutrition intervention and dietary assessment studies in Khmer populations living in Cambodia	J Hum Nutr Diet. 2021 Dec;34(6):953-968. doi: 10.1111/jhn.12932. Epub 2021 Aug 16.	Windus JL	2021	カンボジア人の栄養介入研究と食事評価の研究の体系をまとめた文献
34135397	Marker-assisted pyramiding of lycopene- ϵ -cyclase, β -carotene hydroxylase1 and opaque2 genes for development of biofortified maize hybrids	Sci Rep. 2021 Jun 16;11(1):12642. doi: 10.1038/s41598-021-92010-8.	Singh J	2021	ビタミンAを増強するための遺伝子改変作物の文献
34080675	Nutrient intakes and adequacy among preschool children under blockade in Gaza City, Palestine	East Mediterr Health J. 2021 May 27;27(5):467-473. doi: 10.26719/2021.27.5.467.	Radi S	2021	摂取量のみ
34066082	The Status of Dietary Energy and Nutrients Intakes among Chinese Elderly Aged 80 and Above: Data from the CACDNS 2015	Nutrients. 2021 May 12;13(5):1622. doi: 10.3390/nu13051622.	Zhao F	2021	中国人高齢者における栄養素摂取量の実態
34046932	Vitamin A deficiency in K14E7HPV expressing transgenic mice facilitates the formation of malignant cervical lesions	APMIS. 2021 Aug;129(8):512-523. doi: 10.1111/apm.13159. Epub 2021 Jun 24.	Ocadiz-Delgado R	2021	in vivo研究
34004415	Vitamin A deficiency-associated corneal perforation in a boy with autism spectrum disorder: A case report and literature review	Nutrition. 2021 Oct;90:111275. doi: 10.1016/j.nut.2021.111275. Epub 2021 Apr 20.	Adachi S	2021	自閉症スペクトラム者の論文
33933750	Vitamin A status, inflammation adjustment, and immunologic response in the context of acute febrile illness: A pilot cohort study among pediatric patients	Clin Nutr. 2021 May;40(5):2837-2844. doi: 10.1016/j.clnu.2021.03.023. Epub 2021 Apr 7.	Colt S	2021	急性熱性疾患を呈した小児患者が対象
33905433	Factors associated with iron deficiency anaemia among pregnant teenagers in Ashanti Region, Ghana: A hospital-based prospective cohort study	PLoS One. 2021 Apr 27;16(4):e0250246. doi: 10.1371/journal.pone.0250246. eCollection 2021.	Annan RA	2021	貧血への関連因子の検討
33852732	Novel application of biofortified crops: consumer acceptance of pasta from yellow cassava and leafy vegetables	J Sci Food Agric. 2021 Nov;101(14):6027-6035. doi: 10.1002/jsfa.11259. Epub 2021 May 6.	Lawal OM	2021	ビタミンAを効率よく供給する食品開発に関する調査
33809705	Examining Associations of HIV and Iron Status with Nutritional and Inflammatory Status, Anemia, and Dietary Intake in South African Schoolchildren	Nutrients. 2021 Mar 16;13(3):962. doi: 10.3390/nu13030962.	Goosen C	2021	鉄が対象
33745575	Importance of plasma ghrelin levels with special reference to nutritional metabolism and energy expenditure in pediatric patients with severe motor and intellectual disabilities	Clin Nutr ESPEN. 2021 Apr;42:180-187. doi: 10.1016/j.clnesp.2021.01.043. Epub 2021 Feb 10.	Zenitani M	2021	重症心身障がい者におけるビタミンAを始めとする栄養状態の検討
33683154	Potential of pumpkin to combat vitamin A deficiency during complementary feeding in low and middle income countries: variety, provitamin A carotenoid content and retention, and dietary reference intakes	Crit Rev Food Sci Nutr. 2022;62(22):6103-6112. doi: 10.1080/10408398.2021.1896472. Epub 2021 Mar 8.	Buzigi E	2022	かぼちゃにのみ焦点が絞られている
33541138	The Development of a Quantified Food Frequency Questionnaire for Assessing Iron Nutrition in Schoolchildren from Resource-Limited Settings in Cape Town, South Africa	Ecol Food Nutr. 2021 Nov-Dec;60(6):707-721. doi: 10.1080/03670244.2021.1881896. Epub 2021 Feb 4.	Goosen C	2021	食事調査票の妥当性検証
33453623	Nutrient density, but not cost of diet, is associated with anemia and iron deficiency in school-age children in South Africa	Nutrition. 2021 Apr;84:111096. doi: 10.1016/j.nut.2020.111096. Epub 2020 Nov 29.	Visser M	2021	貧血及び鉄欠乏に対する栄養素密度、食事コストの関係
33261247	Associations Between Antioxidant Vitamin Status, Dietary Intake, and Retinol-binding Protein 4 Levels in Prepubertal Obese Children After 3-month Weight Loss Therapy	J Clin Res Pediatr Endocrinol. 2021 Jun 2;13(2):187-197. doi: 10.4274/jcrpe.galenos.2020.2020.0207. Epub 2020 Dec 2.	Gajewska J	2021	肥満児の減量に伴うビタミンAの変化の検討
33221247	Nutritional Deficiency Disease Secondary to ARFID Symptoms Associated with Autism and the Broad Autism Phenotype: A Qualitative Systematic Review of Case Reports and Case Series	J Acad Nutr Diet. 2021 Mar;121(3):467-492. doi: 10.1016/j.jand.2020.10.017. Epub 2020 Nov 19.	Yule S	2021	自閉症スペクトラム者の栄養障害の論文
33163469	Intake of Vitamins and Minerals From Voluntarily Fortified Foods and/or Dietary Supplements in School Adolescents in Central-Eastern Poland	Front Public Health. 2020 Oct 9;8:504015. doi: 10.3389/fpubh.2020.504015. eCollection 2020.	Sicińska E	2020	摂取量のみ文献
33049574	Micronutrient deficiency in the diets of para-athletes participating in a sports scholarship program	Nutrition. 2021 Jan;81:110992. doi: 10.1016/j.nut.2020.110992. Epub 2020 Aug 29.	Sasaki CAL	2021	パラアスリートが対象
32947849	Serum Vitamin Levels and Their Relationships with Other Biomarkers in Korean Breast Cancer Patients	Nutrients. 2020 Sep 16;12(9):2831. doi: 10.3390/nu12092831.	Kim JA	2020	乳がん患者が対象

32937736	Intra-Individual Double Burden of Malnutrition among Adults in China: Evidence from the China Health and Nutrition Survey 2015	Nutrients. 2020 Sep 14;12(9):2811. doi: 10.3390/nu12092811.	Huang Q	2020	中国における栄養障害の二重負荷を検討するため、体格別での微量栄養素摂取量不足を検討した文献
32835434	Complementary feeding practices and associated factors among Mongolian children 6-23 months of age	Matern Child Nutr. 2020 Oct;16 Suppl 2(Suppl 2):e12838. doi: 10.1111/mcn.12838. Epub 2020 Aug 24.	Janmohamed A	2020	モンゴルの子供の食事に影響を与える要因について調査した文献
32824083	Provincial Dietary Intake Study (PDIS): Micronutrient Intakes of Children in a Representative/Random Sample of 1- to <10-Year-Old Children in Two Economically Active and Urbanized Provinces in South Africa	Int J Environ Res Public Health. 2020 Aug 14;17(16):5924. doi: 10.3390/ijerph17165924.	Senekal M	2020	摂取量のみデータ
32560166	SNP rs6564851 in the BCO1 Gene Is Associated with Varying Provitamin A Plasma Concentrations but Not with Retinol Concentrations among Adolescents from Rural Ghana	Nutrients. 2020 Jun 16;12(6):1786. doi: 10.3390/nu12061786.	Graßmann S	2020	βカロテン15,15'-オキシゲナーゼの遺伝子多型の検討
32530922	Micronutrient intake and prevalence of micronutrient inadequacy among women (15-49 y) and children (6-59 mo) in South Kivu and Kongo Central, Democratic Republic of the Congo (DRC)	PLoS One. 2020 Jun 12;15(6):e0223393. doi: 10.1371/journal.pone.0223393. eCollection 2020.	Moumin NA	2020	摂取量のみ文献
32445076	Psychopharmacological Medication Has No Influence on Vitamin Status After Bariatric Surgery in Long-term Follow-up	Obes Surg. 2020 Oct;30(10):3753-3760. doi: 10.1007/s11695-020-04698-8.	Beiglböck H	2020	肥満者における向精神薬服用によるビタミン栄養状態への影響
32443412	Micronutrient and Inflammation Status Following One Year of Complementary Food Supplementation in 18-Month-Old Rural Bangladeshi Children: A Randomized Controlled Trial	Nutrients. 2020 May 18;12(5):1452. doi: 10.3390/nu12051452.	Campbell RK	2020	炎症が高いと、鉄やビタミンA栄養状態を改善、炎症抑制
32344842	The Effects of Vitamin D Supplementation on Lipid and Inflammatory Profile of Healthy Adolescent Boys: A Randomized Controlled Trial	Nutrients. 2020 Apr 25;12(5):1213. doi: 10.3390/nu12051213.	Yarparvar A	2020	ビタミンD介入効果の論文
32242832	Gesell Developmental Schedules scores and the relevant factors in children with Down syndrome	J Pediatr Endocrinol Metab. 2020 Apr 28;33(4):539-546. doi: 10.1515/jpem-2019-0236.	Yang J	2020	ダウン症患者を対象にした、GDSスコアと血清ビタミンA濃度の関係
32225174	Vitamin A deficiency increases the risk of gastrointestinal comorbidity and exacerbates core symptoms in children with autism spectrum disorder	Pediatr Res. 2021 Jan;89(1):211-216. doi: 10.1038/s41390-020-0865-y. Epub 2020 Mar 30.	Cheng B	2021	自閉症スペクトラム者の論文
32166024	Breakfast skipping is related to inadequacy of vitamin and mineral intakes among Japanese female junior high school students: a cross-sectional study	J Nutr Sci. 2020 Feb 10;9:e9. doi: 10.1017/jns.2019.44.	Matsumoto M	2020	欠食と微量栄養素摂取量との関係
32156021	Risk Factors for Anemia and Micronutrient Deficiencies among Women of Reproductive Age-The Impact of the Wheat Flour Fortification Program in Uzbekistan	Nutrients. 2020 Mar 7;12(3):714. doi: 10.3390/nu12030714.	Petry N	2020	強化食品利用による貧血への効果
32107773	Home fortification of foods with multiple micronutrient powders for health and nutrition in children under two years of age	Cochrane Database Syst Rev. 2020 Feb 28;2(2):CD008959. doi: 10.1002/14651858.CD008959.pub3.	Suchdev PS	2020	マルチビタミン・ミネラルの介入による臨床アウトカムへの効果（主に貧血）
32077039	Environment-wide association study to comprehensively test and validate associations between nutrition and lifestyle factors and testosterone deficiency: NHANES 1988-1994 and 1999-2004	Hormones (Athens). 2020 Jun;19(2):205-214. doi: 10.1007/s42000-020-00179-w. Epub 2020 Feb 19.	Lopez DS	2020	テストステロン欠乏における微量栄養素の関係
31933297	Micronutrient Intake And Perceived Barriers Among Anaemic Pregnant Women In Aceh, Indonesia	J Ayub Med Coll Abbottabad. 2019 Oct-Dec;31(4):491-495.	Nahrisah P	2019	摂取量のみ文献
31883009	Age, Ethnicity, Glucose-6-Phosphate Dehydrogenase Deficiency, Micronutrient Powder Intake, and Biomarkers of Micronutrient Status, Infection, and Inflammation Are Associated with Anemia Among Children 6-59 Months in Nepal	J Nutr. 2020 Apr 1;150(4):929-937. doi: 10.1093/jn/nxz307.	Ford ND	2020	貧血が対象であり、RBPがリスクの一つであるという文献
31863969	Interplay between β-carotene and lipoprotein metabolism at the maternal-fetal barrier	Biochim Biophys Acta Mol Cell Biol Lipids. 2020 Nov;1865(11):158591. doi: 10.1016/j.bbalip.2019.158591. Epub 2019 Dec 19.	Quadro L	2020	メカニズムの論文
31847176	Diet Quality and Micronutrient Intake among Long-Term Weight Loss Maintainers	Nutrients. 2019 Dec 13;11(12):3046. doi: 10.3390/nu11123046.	Pascual RW	2019	減量者が対象
31845541	Liver is widely eaten by preschool children in the Northern Cape province of South Africa: Implications for routine vitamin A supplementation	Matern Child Nutr. 2020 Jul;16(3):e12931. doi: 10.1111/mcn.12931. Epub 2019 Dec 17.	van Stuijvenberg ME	2020	レバーの摂取状況とビタミンA摂取量

31702104	Nutritional status of Tajik children and women: Transition towards a double burden of malnutrition	Matern Child Nutr. 2020 Apr;16(2):e12886. doi: 10.1111/mcn.12886. Epub 2019 Nov 8.	Barth-Jaeggi T	2020	RBPによるビタミンA欠乏評価はあるが、摂取量は無い。
31591722	Pro-vitamin A carotenoid content of 48 plantain (Musa AAB genome) cultivars sourced from eastern Democratic Republic of Congo	J Sci Food Agric. 2020 Jan 30;100(2):634-647. doi: 10.1002/jsfa.10058. Epub 2019 Nov 25.	Blomme G	2020	ビタミンA欠乏地域におけるビタミン供給源の検討
31565748	Intestinal permeability and inflammation mediate the association between nutrient density of complementary foods and biochemical measures of micronutrient status in young children: results from the MAL-ED study	Am J Clin Nutr. 2019 Oct 1;110(4):1015-1025. doi: 10.1093/ajcn/nqz151.	McCormick BJ	2019	環境性腸管機能障害患者において血中レチノール濃度は低値
31370866	Vitamin A deficiency in critically ill children with sepsis	Crit Care. 2019 Aug 1;23(1):267. doi: 10.1186/s13054-019-2548-9.	Zhang X	2019	敗血症患者の論文
31318024	Suboptimal Biochemical Riboflavin Status Is Associated with Lower Hemoglobin and Higher Rates of Anemia in a Sample of Canadian and Malaysian Women of Reproductive Age	J Nutr. 2019 Nov 1;149(11):1952-1959. doi: 10.1093/jn/nxz151.	Aljaadi AM	2019	ビタミンB2と貧血との関係
31286672	Dietary intake and micronutrient deficiency in children with cancer	Pediatr Blood Cancer. 2019 Oct;66(10):e27895. doi: 10.1002/psc.27895. Epub 2019 Jul 9.	Morrell MBG	2019	がんの小児が対象
31286620	Impact of behaviour change communication interventions on sales of fortified sunflower oil in Tanzania: A spatial-temporal analysis and association study	Matern Child Nutr. 2019 Oct;15(4):e12873. doi: 10.1111/mcn.12873. Epub 2019 Aug 2.	Wu DCN	2019	ビタミンA強化油をインセンティブをつけて販売したが、その後の継続状況、フォローアップ方法について調査した文献
31199585	Pancreatic lipase-related protein 2 is responsible for the increased hepatic retinyl ester hydrolase activity in vitamin A-deficient mice	FEBS J. 2019 Nov;286(21):4232-4244. doi: 10.1111/febs.14958. Epub 2019 Jun 28.	Gao Y	2019	in vitro研究
31081127	Serum retinol-binding protein: a novel biomarker for recalcitrant cutaneous warts	Int J Dermatol. 2019 Dec;58(12):1435-1438. doi: 10.1111/ijd.14475. Epub 2019 May 12.	El-Esawy F	2019	尋常性疣贅患者対象の論文
31067775	Consumption of Dark Green Leafy Vegetables Predicts Vitamin A and Iron Intake and Status among Female Small-Scale Farmers in Tanzania	Nutrients. 2019 May 7;11(5):1025. doi: 10.3390/nu11051025.	Stuetz W	2019	タンザニア人で緑色野菜摂取がビタミンA及び鉄栄養状態の推測因子となる
31006978	Impacts of carbohydrate-restricted diets on micronutrient intakes and status: A systematic review	Obes Rev. 2019 Aug;20(8):1132-1147. doi: 10.1111/obr.12857. Epub 2019 Apr 22.	Churuanguk C	2019	糖質制限食の微量栄養素摂取及び栄養状態への影響
30976780	Within-individual differences in plasma ferritin, retinol-binding protein, and zinc concentrations in relation to inflammation observed during a short-term longitudinal study are similar to between-individual differences observed cross-sectionally	Am J Clin Nutr. 2019 May 1;109(5):1484-1492. doi: 10.1093/ajcn/nqz014.	Wessells KR	2019	急性炎症を伴う者におけるRBP濃度への影響
30925444	Nutrient patterns and their relation to anemia and iron status in 5- to 12-y-old children in South Africa	Nutrition. 2019 Jun;62:194-200. doi: 10.1016/j.nut.2019.01.016. Epub 2019 Jan 26.	Visser M	2019	ビタミンA摂取量と貧血との関係
30822819	Micronutrient status differs among Maasai and Kamba preschoolers in a supplementary feeding programme in Kenya	Matern Child Nutr. 2019 Jul;15(3):e12805. doi: 10.1111/mcn.12805. Epub 2019 Apr 11.	Houghton LA	2019	ビタミンAを含む微量栄養素の欠乏実態
30710311	Driving Policy Change to Improve Micronutrient Status in Women of Reproductive Age and Children in Southeast Asia: The SMILING Project	Matern Child Health J. 2019 Jan;23(Suppl 1):79-85. doi: 10.1007/s10995-018-02730-z.	Berger J	2019	微量栄養素への認識の醸成と栄養政策の改善プロジェクトの課題と今後の在り方について
30624600	Effects of lipid-based nutrient supplements and infant and young child feeding counseling with or without improved water, sanitation, and hygiene (WASH) on anemia and micronutrient status: results from 2 cluster-randomized trials in Kenya and Bangladesh	Am J Clin Nutr. 2019 Jan 1;109(1):148-164. doi: 10.1093/ajcn/nqy239.	Stewart CP	2019	脂質ベースの栄養補助食品の効果を検討しているが、アウトカムが貧血
30620768	Measurement of micronutrient deficiency associated biomarkers in dried blood spots using a multiplexed immunoarray	PLoS One. 2019 Jan 8;14(1):e0210212. doi: 10.1371/journal.pone.0210212. eCollection 2019.	Brindle E	2019	乾燥血液スポット使用の有用性
30609695	Assessment of Dietary Intake and Nutrient Gaps, and Development of Food-Based Recommendations, among Pregnant and Lactating Women in Zinder, Niger: An Optifood Linear Programming Analysis	Nutrients. 2019 Jan 2;11(1):72. doi: 10.3390/nu11010072.	Wessells KR	2019	摂取量のみ
30600288	An Argument for Vitamin D, A, and Zinc Monitoring in Cirrhosis	Ann Hepatol. 2018 Oct 16;17(6):920-932. doi: 10.5604/01.3001.0012.7192.	Koop AH	2018	肝硬変患者を対象

30529744	A proteomic approach to identify novel disease biomarkers in LCAT deficiency	J Proteomics. 2019 Apr 30;198:113-118. doi: 10.1016/j.jprot.2018.12.005. Epub 2018 Dec 6.	Simonelli S	2019	LCAT欠乏のバイオマーカー論文
30511165	Micronutrient intakes and status assessed by probability approach among the urban adult population of Hyderabad city in South India	Eur J Nutr. 2019 Dec;58(8):3147-3159. doi: 10.1007/s00394-018-1859-y. Epub 2018 Dec 3.	Shalini T	2019	ビタミンAは摂取量のみ
30500928	Biomarkers of Nutrition for Development (BOND): Vitamin B-12 Review	J Nutr. 2018 Dec 1;148(suppl_4):1995S-2027S. doi: 10.1093/jn/nxy201.	Allen LH	2018	対象がビタミンB ₁₂
30477842	Vitamin A supplementation decreases disease activity index in patients with ulcerative colitis: A randomized controlled clinical trial	Complement Ther Med. 2018 Dec;41:215-219. doi: 10.1016/j.ctim.2018.09.026. Epub 2018 Sep 28.	Masnadi Shirazi K	2018	潰瘍性大腸炎が対象
30321275	β-Cryptoxanthin and zeaxanthin are highly bioavailable from whole-grain and refined biofortified orange maize in humans with optimal vitamin A status: a randomized, crossover, placebo-controlled trial	Am J Clin Nutr. 2018 Oct 1;108(4):793-802. doi: 10.1093/ajcn/nqy134.	Titcomb TJ	2018	生物学的栄養強化されたトウモロコシの有効性を、血清中のレチノール ¹³ C含有量とキサントフィル濃度でモニタリングすることが妥当であるという文献
30101991	Nutrition and Inflammatory Biomarkers in Chronic Pancreatitis Patients	Nutr Clin Pract. 2019 Jun;34(3):387-399. doi: 10.1002/ncp.10186. Epub 2018 Aug 13.	Greer JB	2019	慢性膵炎患者が対象
30070992	Projected effectiveness of mandatory industrial fortification of wheat flour, milk, and edible oil with multiple micronutrients among Mongolian adults	PLoS One. 2018 Aug 2;13(8):e0201230. doi: 10.1371/journal.pone.0201230. eCollection 2018.	Bromage S	2018	モンゴルにおける小麦への栄養強化の効果
29963989	Adiposity, inflammation and fat-soluble vitamins in adolescents	J Pediatr (Rio J). 2019 Sep-Oct;95(5):575-583. doi: 10.1016/j.jpeds.2018.05.008. Epub 2018 Jun 29.	Paes-Silva RP	2019	内臓脂肪が炎症を促し、脂溶性ビタミン濃度に関係する
29962920	Improving Blood Retinol Concentrations with Complementary Foods Fortified with Moringa oleifera Leaf Powder - A Pilot Study	Yale J Biol Med. 2018 Jun 28;91(2):83-94. eCollection 2018 Jun.	Boateng L	2018	モリンガのビタミンA栄養状態の改善効果
29923936	Multiple Micronutrient Plasma Level Changes Are Related to Oxidative Stress Intensity in Critically Ill Children	Pediatr Crit Care Med. 2018 Sep;19(9):e455-e463. doi: 10.1097/PCC.0000000000001626.	Valla FV	2018	PICU患者における酸化ストレスと抗酸化性物質との関係
29897579	Iron Deficiency, Anemia, and Low Vitamin B-12 Serostatus in Middle Childhood Are Associated with Behavior Problems in Adolescent Boys: Results from the Bogotá School Children Cohort	J Nutr. 2018 May 1;148(5):760-770. doi: 10.1093/jn/nxy029.	Robinson SL	2018	鉄とビタミンB ₁₂ が対象
29885777	Effect of baseline micronutrient and inflammation status on CD4 recovery post-cART initiation in the multinational PEARLS trial	Clin Nutr. 2019 Jun;38(3):1303-1309. doi: 10.1016/j.clnu.2018.05.014. Epub 2018 May 29.	Shivakoti R	2019	抗レトロウイルス薬へ併用療法中の、CD4+へのビタミンA栄養状態の関係
29844225	Effects of micronutrients on placental function: evidence from clinical studies to animal models	Reproduction. 2018 Sep;156(3):R69-R82. doi: 10.1530/REP-18-0130. Epub 2018 May 29.	Baker BC	2018	メカニズムの論文
29720136	Prevalence and predictors of under-nutrition among school children in a rural South-eastern Nigerian community: a cross sectional study	BMC Public Health. 2018 May 2;18(1):587. doi: 10.1186/s12889-018-5479-5.	Ayogu RNB	2018	ビタミンA欠乏の実態とこれに関連する事項の検討
29462926	Do Current Fortification and Supplementation Programs Assure Adequate Intake of Fat-Soluble Vitamins in Belgian Infants, Toddlers, Pregnant Women, and Lactating Women?	Nutrients. 2018 Feb 16;10(2):223. doi: 10.3390/nu10020223.	Moyersoen I	2018	ベルギーの乳児、妊婦授乳婦の微量栄養素摂取状況
29327472	Mesenchymal stem cell deficiency influences megakaryocytopoiesis through the TNFAIP3/NF-κB/SMAD pathway in patients with immune thrombocytopenia	Br J Haematol. 2018 Feb;180(3):395-411. doi: 10.1111/bjh.15034. Epub 2018 Jan 12.	He Y	2018	免疫性血小板減少症における間葉系幹細胞機能障害のメカニズム
28980121	Nutritional Status of Children from Women with Previously Bariatric Surgery	Obes Surg. 2018 Apr;28(4):990-995. doi: 10.1007/s11695-017-2950-9.	Gimenes JC	2018	肥満外科手術後が対象
28965533	The potential contribution of yellow cassava to dietary nutrient adequacy of primary-school children in Eastern Kenya; the use of linear programming	Public Health Nutr. 2018 Feb;21(2):365-376. doi: 10.1017/S1368980017002506. Epub 2017 Oct 2.	Talsma EF	2018	イエローキャッサバのビタミンA補給効果の検討

表2. ビタミンDの検索結果

PMID	論題	書誌情報	筆頭著者	出版年	選定 (○) または除外理由
33232959	Vitamin D in Toddlers, Preschool Children, and Adolescents	Ann Nutr Metab. 2020;76 Suppl 2:30-41. doi: 10.1159/000505635. Epub 2020 Nov 24.	Taylor SN	2020	○

30615949	Vitamin D supplementation in obesity and during weight loss: A review of randomized controlled trials	Metabolism. 2019 Mar;92:193-205. doi: 10.1016/j.metabol.2018.12.010. Epub 2019 Jan 4.	Bassatne A	2019	○
32620963	Vitamin D Status and Risk of All-Cause and Cause-Specific Mortality in a Large Cohort: Results From the UK Biobank	J Clin Endocrinol Metab. 2020 Oct 1;105(10):dgaa432. doi: 10.1210/clinem/dgaa432.	Fan X	2020	○
35276999	A Narrative Review of the Evidence for Variations in Serum 25-Hydroxyvitamin D Concentration Thresholds for Optimal Health	Nutrients. 2022 Feb 2;14(3):639. doi: 10.3390/nu14030639.	Grant WB	2022	○
29258769	Calcium and vitamin D in human health: Hype or real?	J Steroid Biochem Mol Biol. 2018 Jun;180:4-14. doi: 10.1016/j.jsbmb.2017.12.009. Epub 2017 Dec 16.	Wimalawansa SJ	2018	○
30209779	Vitamin D and health in the Mediterranean countries	Hormones (Athens). 2019 Mar;18(1):23-35. doi: 10.1007/s42000-018-0059-8. Epub 2018 Sep 12.	Grant WB	2019	○
36271125	Vitamin D status in chimpanzees in human care: a Europe wide study	Sci Rep. 2022 Oct 21;12(1):17625. doi: 10.1038/s41598-022-21211-6.	Moittié S	2022	○
34495336	Effect of High-Dose vs Standard-Dose Vitamin D Supplementation on Neurodevelopment of Healthy Term Infants: A Randomized Clinical Trial	JAMA Netw Open. 2021 Sep 1;4(9):e2124493. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2021.24493.	Tuovinen S	2021	○
30300262	Vitamin D: Immunomodulatory Aspects	J Clin Gastroenterol. 2018 Nov/Dec;52 Suppl 1, Proceedings from the 9th Probiotics, Prebiotics and New Foods, Nutraceuticals and Botanicals for Nutrition & Human and Microbiota Health Meeting, held in Rome, Italy from September 10 to 12, 2017:S86-S88. doi: 10.1097/MCG.0000000000001112.	Miraglia Del Giudice M	2018	○
31685374	Vitamin D in Adolescents: A Systematic Review and Narrative Synthesis of Available Recommendations	J Adolesc Health. 2020 Apr;66(4):388-407. doi: 10.1016/j.jadohealth.2019.08.025. Epub 2019 Nov 1.	Patseadou M	2020	○
33947070	Oral and Topical Vitamin D, Sunshine, and UVB Phototherapy Safely Control Psoriasis in Patients with Normal Pretreatment Serum 25-Hydroxyvitamin D Concentrations: A Literature Review and Discussion of Health Implications	Nutrients. 2021 Apr 29;13(5):1511. doi: 10.3390/nu13051511.	McCullough PJ	2021	○
34460964	Local protocol helped to deliver vitamin D levels more accurately in preterm infants	Acta Paediatr. 2022 Jan;111(1):76-85. doi: 10.1111/apa.16088. Epub 2021 Sep 5.	Mathilde M	2022	○
32408637	Vitamin D Status and Its Determinants in A Paediatric Population in Norway	Nutrients. 2020 May 12;12(5):1385. doi: 10.3390/nu12051385.	Holten-Andersen MN	2020	○
31906679	Vitamin D deficiency and its health effects	Vnitr Lek. 2019 Winter;65(11):724-727.	Horák P	2019	○
33982112	Associations Between Prenatal, Perinatal, and Early Childhood Vitamin D Status and Risk of Dental Caries at 6 Years	J Nutr. 2021 Jul 1;151(7):1993-2000. doi: 10.1093/jn/nxab075.	Navarro CLA	2021	○
33826696	Sex-specific 25-hydroxyvitamin D threshold concentrations for functional outcomes in older adults: PProject on Optimal Vitamin D in Older adults (PROVIDO)	Am J Clin Nutr. 2021 Jul 1;114(1):16-28. doi: 10.1093/ajcn/nqab025.	Shardell M	2021	○
34948669	Threshold for Relationship between Vitamin D and Parathyroid Hormone in Chinese Women of Childbearing Age	Int J Environ Res Public Health. 2021 Dec 10;18(24):13060. doi: 10.3390/ijerph182413060.	Hu Y	2021	○
30238610	Associations of maternal and fetal vitamin D status with childhood body composition and cardiovascular risk factors	Matern Child Nutr. 2019 Apr;15(2):e12672. doi: 10.1111/mcn.12672. Epub 2018 Sep 21.	Miliku K	2019	○
29657024	Vitamin D and Trabecular Bone Score in a Group of Young Lebanese Adults	J Clin Densitom. 2018 Jul-Sep;21(3):453-458. doi: 10.1016/j.jocd.2018.02.002. Epub 2018 Mar 23.	Alwan A	2018	○
31981800	Canadian recommendations for vitamin D intake for persons affected by multiple sclerosis	J Steroid Biochem Mol Biol. 2020 May;199:105606. doi: 10.1016/j.jsbmb.2020.105606. Epub 2020 Jan 22.	Atkinson SA	2020	○
30987813	Effect of sun exposure versus oral vitamin D supplementation on serum 25-hydroxyvitamin D concentrations in young adults: A randomized clinical trial	Clin Nutr. 2020 Mar;39(3):727-736. doi: 10.1016/j.clnu.2019.03.021. Epub 2019 Mar 21.	Joh HK	2020	○

29912394	Circulating Vitamin D and Colorectal Cancer Risk: An International Pooling Project of 17 Cohorts	J Natl Cancer Inst. 2019 Feb 1;111(2):158-169. doi: 10.1093/jnci/djy087.	McCullough ML	2019	○
30634546	Hypovitaminosis D: A Disease Marker in Hospitalized Very Old Persons at Risk of Malnutrition	Nutrients. 2019 Jan 9;11(1):128. doi: 10.3390/nu11010128.	Boccardi V	2019	○
33476996	Is sunlight enough for sufficient vitamin D status in children and adolescents? A survey in a sunny region of southern Italy	Nutrition. 2021 Apr;84:111101. doi: 10.1016/j.nut.2020.111101. Epub 2020 Dec 5.	Rutigliano I	2021	○
29116541	A cross-sectional study of vitamin D levels in a large cohort of patients with rheumatic diseases	Clin Rheumatol. 2018 Mar;37(3):803-810. doi: 10.1007/s10067-017-3870-8. Epub 2017 Nov 7.	Nikiphorou E	2018	○
32822412	Evaluating Vitamin D levels in Rheumatic Heart Disease patients and matched controls: A case-control study from Nepal	PLoS One. 2020 Aug 21;15(8):e0237924. doi: 10.1371/journal.pone.0237924. eCollection 2020.	Thorup L	2020	○
31132508	Maternal and child factors associated with bone length traits in children at 3 years of age	Bone. 2019 Oct;127:1-8. doi: 10.1016/j.bone.2019.05.025. Epub 2019 May 25.	Beardsall A	2019	○
32231092	Suppression of Parathyroid Hormone as a Proxy for Optimal Vitamin D Status: Further Analysis of Two Parallel Studies in Opposite Latitudes	Nutrients. 2020 Mar 28;12(4):942. doi: 10.3390/nu12040942.	Mendes MM	2020	○
32053636	High body fat percentage and low consumption of dairy products were associated with vitamin D inadequacy among older women in Malaysia	PLoS One. 2020 Feb 13;15(2):e0228803. doi: 10.1371/journal.pone.0228803. eCollection 2020.	Leiu KH	2020	○
30515581	Bone mineral density, vitamin D status, and calcium intake in healthy female university students from different socioeconomic groups in Turkey	Arch Osteoporos. 2018 Dec 4;13(1):135. doi: 10.1007/s11657-018-0482-0.	Ersoy B	2018	○
29053944	Investigation of the C-3-epi-25(OH)D(3) of 25-hydroxyvitamin D(3) in urban schoolchildren	Appl Physiol Nutr Metab. 2018 Mar;43(3):259-265. doi: 10.1139/apnm-2017-0334. Epub 2017 Oct 20.	Berger SE	2018	3-epi-25(OH)D ₃ について
29235126	Relationships of serum 25-hydroxyvitamin D, ionized calcium and parathyroid hormone after obesity surgery	Clin Endocrinol (Oxf). 2018 Mar;88(3):372-379. doi: 10.1111/cen.13531. Epub 2018 Jan 4.	Hewitt S	2018	肥満外科手術後患者でのビタミンD栄養状態
36145176	Maternal and Neonatal Vitamin D Binding Protein Polymorphisms and 25-Hydroxyvitamin D Cutoffs as Determinants of Neonatal Birth Anthropometry	Nutrients. 2022 Sep 15;14(18):3799. doi: 10.3390/nu14183799.	Karras SN	2022	母体と新生児の25(OH)D濃度の違いにより、母体と新生児のDBP多型が出生時の新生児体格プロフィールに及ぼす複合的な影響の検討
29529167	Role of Vitamin D in the Natural History of Inflammatory Bowel Disease	J Crohns Colitis. 2018 May 25;12(6):742-752. doi: 10.1093/ecco-jcc/jjy025.	Nielsen OH	2018	IBD患者が対象
34570174	Circulating Conjugated and Unconjugated Vitamin D Metabolite Measurements by Liquid Chromatography Mass Spectrometry	J Clin Endocrinol Metab. 2022 Jan 18;107(2):435-449. doi: 10.1210/clinem/dgab708.	Jenkinson C	2022	測定法に関する文献
35944603	Vitamin D Insufficiency and Clinical Outcomes with Chimeric Antigen Receptor T-Cell Therapy in Large B-cell Lymphoma	Transplant Cell Ther. 2022 Nov;28(11):751.e1-751.e7. doi: 10.1016/j.jctc.2022.08.001. Epub 2022 Aug 6.	Nath K	2022	キメラ抗原受容体T細胞療法 (CAR-T) 治療を受けた再発/難治性大細胞型B細胞リンパ腫患者が対象
33616655	Alfacalcidol vs Calcitriol in the Management of Patient With Hypoparathyroidism: A Randomized Controlled Trial	J Clin Endocrinol Metab. 2021 Jun 16;106(7):2092-2102. doi: 10.1210/clinem/dgab114.	Saha S	2021	薬剤のビタミンDが対象
30348109	Status of vitamin D and parameters of calcium homeostasis in renal transplant recipients in Nepal: a cross sectional study	BMC Nephrol. 2018 Oct 22;19(1):290. doi: 10.1186/s12882-018-1088-x.	Timalsina S	2018	腎移植患者のデータ
31464234	Vitamin D status of children with moderate to severe chronic Kidney Disease at a Tertiary Pediatric Center in Cape Town	Saudi J Kidney Dis Transpl. 2019 Jul-Aug;30(4):781-794. doi: 10.4103/1319-2442.265453.	Solarin AU	2019	重度腎臓病患者が対象
31310957	Vitamin D supplementation after malnutrition associated with time-related increase of cancer diagnoses: A cohort study of 389 patients with Wernicke-Korsakoff syndrome	Nutrition. 2019 Oct;66:166-172. doi: 10.1016/j.nut.2019.05.008. Epub 2019 May 29.	Wijnia JW	2019	ウェルニッケコルサコフ症候群患者が対象
31095673	Central Composite Design for Dispersive Liquid-liquid Microextraction of 25-hydroxy-cholecalciferol in Human Serum	J Chromatogr Sci. 2019 Jul 1;57(6):575-581. doi: 10.1093/chromsci/bmz016.	Mollahosseini A	2019	25D測定法に関する文献
32084381	Consolidation of vitamin A and E methods onto a multiplexing liquid chromatography tandem mass spectrometry platform simplifies laboratory workflow	Clin Chim Acta. 2020 Jun;505:31-33. doi: 10.1016/j.cca.2020.02.020. Epub 2020 Feb 19.	Zha L	2020	ビタミンA,Eの同時測定法に関する文献
36196648	Intestinal Calcium Absorption Decreases After Laparoscopic Sleeve Gastrectomy Despite Optimization of Vitamin D Status	J Clin Endocrinol Metab. 2023 Jan 17;108(2):351-360. doi: 10.1210/clinem/dgac579.	Wu KC	2023	胃切除患者が対象

表3. ビタミンEの検索結果

PMID	論題	書誌情報	筆頭著者	出版年	選定 (○) または除外理由
26502280	Micronutrient status and intake in omnivores, vegetarians and vegans in Switzerland	Eur J Nutr. 2017 Feb;56(1):283-293. doi: 10.1007/s00394-015-1079-7. Epub 2015 Oct 26.	Schüpbach R	2017	○
25469382	Vitamin E inadequacy in humans: causes and consequences	Adv Nutr. 2014 Sep;5(5):503-14. doi: 10.3945/an.114.006254.	Traber MG	2014	○
33809457	Determinants of the Essential Elements and Vitamins Intake and Status during Pregnancy: A Descriptive Study in Polish Mother and Child Cohort	Nutrients. 2021 Mar 16;13(3):949. doi: 10.3390/nu13030949.	Jankowska A	2021	○
32443047	Dietary Lipid Intake Influences the Alpha-tocopherol Levels in Human Milk	J Pediatr Gastroenterol Nutr. 2020 Jun;70(6):858-863. doi: 10.1097/MPG.0000000000002668.	da Mata AMB	2020	○
30578660	Relationship between the dietary intake, serum, and breast milk concentrations of vitamin A and vitamin E in a cohort of women over the course of lactation	Matern Child Nutr. 2019 Jul;15(3):e12772. doi: 10.1111/mcn.12772. Epub 2019 Jan 30.	da Silva AGCL	2019	○
30064845	Weight loss program is associated with decrease α -tocopherol status in obese adults	Clin Nutr. 2019 Aug;38(4):1861-1870. doi: 10.1016/j.clnu.2018.07.011. Epub 2018 Jul 20.	Hamułka J	2019	○
25245834	Effect of vitamin E intake from food and supplement sources on plasma α - and γ -tocopherol concentrations in a healthy Irish adult population	Br J Nutr. 2014 Nov 14;112(9):1575-85. doi: 10.1017/S0007114514002438. Epub 2014 Sep 23.	Zhao Y	2014	○
26781762	The challenges of vitamin and mineral supplementation in children with inherited metabolic disorders: a prospective trial	J Hum Nutr Diet. 2016 Aug;29(4):434-40. doi: 10.1111/jhn.12354. Epub 2016 Jan 18.	Daly A	2016	○
30517727	Daily Consumption of Oregon Hazelnuts Affects α -Tocopherol Status in Healthy Older Adults: A Pre-Post Intervention Study	J Nutr. 2018 Dec 1;148(12):1924-1930. doi: 10.1093/jn/nxy210.	Michels AJ	2018	○
25228113	Contribution of cod liver oil-related nutrients (vitamins A, D, E and eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid) to daily nutrient intake and their associations with plasma concentrations in the EPIC-Norfolk cohort	J Hum Nutr Diet. 2015 Dec;28(6):568-82. doi: 10.1111/jhn.12271. Epub 2014 Sep 16.	Lentjes MA	2015	○
32133498	Can dietary self-reports usefully complement blood concentrations for estimation of micronutrient intake and chronic disease associations?	Am J Clin Nutr. 2020 Jul 1;112(1):168-179. doi: 10.1093/ajcn/nqaa034.	Prentice RL	2020	○
28544241	Effect of RRR- α -tocopherol supplementation on serum of breastfeeding women up to 60 days after delivery: a randomised controlled trial	J Hum Nutr Diet. 2017 Dec;30(6):771-778. doi: 10.1111/jhn.12482. Epub 2017 May 23.	Lira LQ	2017	○
26447154	α -Tocopherol bioavailability is lower in adults with metabolic syndrome regardless of dairy fat co-ingestion: a randomized, double-blind, crossover trial	Am J Clin Nutr. 2015 Nov;102(5):1070-80. doi: 10.3945/ajcn.115.118570. Epub 2015 Oct 7.	Mah E	2015	○
24631112	A cross-sectional study assessing dietary intake and physical activity in Canadian patients with nonalcoholic fatty liver disease vs healthy controls	J Acad Nutr Diet. 2014 Aug;114(8):1181-94. doi: 10.1016/j.jand.2014.01.009. Epub 2014 Mar 14.	Da Silva HE	2014	○
30915444	Application of blood concentration biomarkers in nutritional epidemiology: example of carotenoid and tocopherol intake in relation to chronic disease risk	Am J Clin Nutr. 2019 Apr 1;109(4):1189-1196. doi: 10.1093/ajcn/nqy360.	Prentice RL	2019	○
28031191	Dietary biomarker evaluation in a controlled feeding study in women from the Women's Health Initiative cohort	Am J Clin Nutr. 2017 Feb;105(2):466-475. doi: 10.3945/ajcn.116.144840. Epub 2016 Dec 28.	Lampe JW	2017	○
33958215	Association Between ApoE Status, Circulating Vitamin A and Vitamin E Levels with Dyslipidemia in Aging Adults	Arch Med Res. 2021 Oct;52(7):703-712. doi: 10.1016/j.arcmed.2021.04.007. Epub 2021 May 3.	Ma X	2021	○
34444923	Inadequate Intake of Energy and Nutrients Is Common in Older Family Caregivers	Nutrients. 2021 Aug 12;13(8):2763. doi: 10.3390/nu13082763.	Koponen S	2021	摂取量のみ
27889054	Tocotrienols, health and ageing: A systematic review	Maturitas. 2017 Jan;95:55-60. doi: 10.1016/j.maturitas.2016.11.003. Epub 2016 Nov 9.	Georgousou poulou EN	2017	トコトリエノールが対象
33960217	Low serum lycopene, and adequate α -tocopherol levels in patients with psoriasis: A cross-sectional study	Nutr Health. 2022 Jun;28(2):239-248. doi: 10.1177/02601060211014127. Epub 2021 May 7.	Rocha ACL	2022	乾癬患者が対象
34200192	Intake of Vitamin E and C in Women of Reproductive Age: Results from the Latin American Study of Nutrition and Health (ELANS)	Nutrients. 2021 Jun 7;13(6):1954. doi: 10.3390/nu13061954.	Busso D	2021	摂取量のみ

27133418	Potential of tocotrienols in the prevention and therapy of Alzheimer's disease	J Nutr Biochem. 2016 May;31:1-9. doi: 10.1016/j.jnutbio.2015.10.011. Epub 2015 Nov 2.	Xia W	2016	トコトリエノールが対象
33802295	Nutrient Intake Adequacy from Food and Beverage Intake of US Children Aged 1-6 Years from NHANES 2001-2016	Nutrients. 2021 Mar 3;13(3):827. doi: 10.3390/nu13030827.	Bailey ADL	2021	摂取量のみ
26283325	Associations of fish oil and vitamin B and E supplementation with cardiovascular outcomes and mortality in people receiving haemodialysis: a review	BMC Nephrol. 2015 Aug 18;16:143. doi: 10.1186/s12882-015-0142-1.	Bessell E	2015	血液透析患者が対象
30484139	The Problematic Use of Dietary Reference Intakes to Assess Magnesium Status and Clinical Importance	Biol Trace Elem Res. 2019 Mar;188(1):52-59. doi: 10.1007/s12011-018-1573-x. Epub 2018 Nov 27.	Nielsen FH	2019	マグネシウムが対象
32443563	Effects of Dietary or Supplementary Micronutrients on Sex Hormones and IGF-1 in Middle and Older Age: A Systematic Review and Meta-Analysis	Nutrients. 2020 May 18;12(5):1457. doi: 10.3390/nu12051457.	Janjuha R	2020	成長ホルモン及び性ホルモンに対するVEの関係
29899183	Dietary Intake during 56 Weeks of a Low-Fat Diet for Lomitapide Treatment in Japanese Patients with Homozygous Familial Hypercholesterolemia	J Atheroscler Thromb. 2019 Jan 1;26(1):72-83. doi: 10.5551/jat.44107. Epub 2018 Jun 12.	Kameyama N	2019	家族性高コレステロール血症が対象
36771310	Dietary Factors and Endometrial Cancer Risk: A Mendelian Randomization Study	Nutrients. 2023 Jan 24;15(3):603. doi: 10.3390/nu15030603.	Wang X	2023	がんとの関係
24803271	Redox status and antioxidant response in professional cyclists during training	Eur J Sport Sci. 2014;14(8):830-8. doi: 10.1080/17461391.2014.915345. Epub 2014 May 7.	Leonardo-Mendonça RC	2014	アスリートが対象
26080804	Effect of almond consumption on vascular function in patients with coronary artery disease: a randomized, controlled, cross-over trial	Nutr J. 2015 Jun 17;14:61. doi: 10.1186/s12937-015-0049-5.	Chen CY	2015	冠動脈疾患患者が対象
27729185	Control of antioxidant supplementation through interview is not appropriate in oxidative-stress sport studies: Analytical confirmation should be required	Nutrition. 2017 Jan;33:278-284. doi: 10.1016/j.nut.2016.06.017. Epub 2016 Jul 28.	Barranco-Ruiz Y	2017	スポーツ選手におけるドーピングスクリーニングでのVE測定の有用性

表4. ビタミンKの検索結果

PMID	論題	書誌情報	筆頭著者	出版年	選定 (○) または除外理由
28403946	Vitamin K and osteoporosis: Myth or reality?	Metabolism. 2017 May;70:57-71. doi: 10.1016/j.metabol.2017.01.032. Epub 2017 Feb 4.	Palermo A	2017	○
31862867	Laboratory assessment of vitamin K status	J Clin Pathol. 2020 Feb;73(2):70-75. doi: 10.1136/jclinpath-2019-205997. Epub 2019 Dec 20.	Card DJ	2020	○
32919111	Serum vitamin K(1) (phylloquinone) is associated with fracture risk and hip strength in post-menopausal osteoporosis: A cross-sectional study	Bone. 2020 Dec;141:115630. doi: 10.1016/j.bone.2020.115630. Epub 2020 Sep 10.	Moore AE	2020	○
29968548	Effect of Vitamin K Supplementation on Cardiometabolic Risk Factors: A Systematic Review and Meta-Analysis	Endocr Metab Immune Disord Drug Targets. 2019;19(1):13-25. doi: 10.2174/1871530318666180703125007.	Verma H	2019	○
27733530	Phylloquinone Intakes and Food Sources and Vitamin K Status in a Nationally Representative Sample of Irish Adults	J Nutr. 2016 Nov;146(11):2274-2280. doi: 10.3945/jn.116.239137. Epub 2016 Oct 12.	Hayes A	2016	○
27034472	Vitamin K-Dependent Protein Activity and Incident Ischemic Cardiovascular Disease: The Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis	Arterioscler Thromb Vasc Biol. 2016 May;36(5):1037-42. doi: 10.1161/ATVBAHA.116.307273. Epub 2016 Mar 31.	Danziger J	2016	○
24296867	Vitamin K status in healthy volunteers	Food Funct. 2014 Feb;5(2):229-34. doi: 10.1039/c3fo60464k.	Theuwissen E	2014	○
30590596	Plasma Response to Deuterium-Labeled Vitamin K Intake Varies by TG Response, but Not Age or Vitamin K Status, in Older and Younger Adults	J Nutr. 2019 Jan 1;149(1):18-25. doi: 10.1093/jn/nxy216.	Ellis JL	2019	○
32612091	Nutritional Therapy with Vitamin K(1) Is Effective in the Improvement of Vitamin K Status and Bone Turnover Markers in Patients with Severe Motor and Intellectual Disabilities	J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo). 2020;66(3):278-284. doi: 10.3177/jnsv.66.278.	Kuwabara A	2020	○
27779902	Vitamin D Status and Bone Mineral Density is Influenced by Vitamin D Supplementation and Vitamin K1 Intake in Adults with Diabetes and Chronic Kidney Disease	Can J Diet Pract Res. 2017 Mar;78(1):11-19. doi: 10.3148/cjdpr-2016-023. Epub 2016 Oct 25.	Hoffmann MR	2017	○
25163392	Low-dose menaquinone-4 improves γ -carboxylation of osteocalcin in young males: a non-placebo-controlled dose-response study	Nutr J. 2014 Aug 27;13:85. doi: 10.1186/1475-2891-13-85.	Nakamura E	2014	○
29562325	The 2018 European Heart Rhythm Association Practical Guide on the use of non-vitamin K antagonist oral anticoagulants in patients with atrial fibrillation	Eur Heart J. 2018 Apr 21;39(16):1330-1393. doi: 10.1093/eurheartj/ehy136.	Steffel J	2018	非ビタミンK拮抗型経口抗凝固薬の適用基準と使用時の留意点について

33727709	Hormonal regulation of biomineralization	Nat Rev Endocrinol. 2021 May;17(5):261-275. doi: 10.1038/s41574-021-00477-2. Epub 2021 Mar 16.	Arnold A	2021	バイオミネラルリゼーションに関するレビュー
24810388	Edoxaban: a focused review of its clinical pharmacology	Eur Heart J. 2014 Jul 21;35(28):1844-55. doi: 10.1093/eurheartj/ehu181. Epub 2014 May 8.	Lip GY	2014	非ビタミンK拮抗型経口抗凝固薬のエドキサバンについて
31353233	Vitamin K-what is known regarding bariatric surgery patients: a systematic review	Surg Obes Relat Dis. 2019 Aug;15(8):1402-1413. doi: 10.1016/j.soard.2019.05.031. Epub 2019 Jun 5.	Sherf-Dagan S	2019	吸収不良症候群の患者のビタミンK欠乏状態、モニタリング指標および経口投与量などについて言及したレビュー
29562331	The 2018 European Heart Rhythm Association Practical Guide on the use of non-vitamin K antagonist oral anticoagulants in patients with atrial fibrillation: executive summary	Europace. 2018 Aug 1;20(8):1231-1242. doi: 10.1093/europace/euy054.	Steffel J	2018	非ビタミンK拮抗型経口抗凝固薬の適用基準と使用時の留意点について
23719786	Supratherapeutic international normalized ratio due to reduced vitamin K intake secondary to prolonged vomiting in a patient on warfarin	Ann Pharmacother. 2013 Jun;47(6):e28. doi: 10.1345/aph.1R688.	Reaves AB	2013	症例報告

日本人妊婦における葉酸摂取量と血中葉酸濃度との関係：系統的レビュー

研究分担者 福渡努¹

研究代表者 佐々木敏²

¹滋賀県立大学人間文化学研究院

²東京大学大学院医学系研究科社会予防疫学分野

【研究要旨】

日本人妊婦を対象として、葉酸の摂取量と血中濃度との関係について調べたデータを収集することを目的として、本研究を実施した。PubMedを用いて、日本人妊婦を対象として妊娠中の葉酸の摂取量と血中濃度の両方を記載した論文を網羅的に検索し、基準を満たす5報を選択した。日本人妊婦における葉酸摂取量と血中葉酸濃度との関係を調べた報文から記載値を収集した結果、220～320 µg/日の葉酸を摂取している集団において、赤血球葉酸濃度および血清葉酸濃度の平均値は基準値以上であった。日本人妊婦の大半は葉酸付加量を満たしていないが、葉酸栄養状態に問題のないことを示している。しかし、報文数および対象者数が十分であるとは言えず、引き続き日本人妊婦を対象とした研究の促進が望まれる。さらには、メタアナリシスによって、日本人妊婦の葉酸摂取量と葉酸栄養状態との関係を明らかにすることが望まれる。

A. 背景と目的

日本人の食事摂取基準（2005年版）¹⁾の策定以降、妊婦に対して葉酸の付加量が策定されている。日本人の食事摂取基準（2020年版）における妊婦に対する葉酸の付加量は、推定平均必要量として200 µg/日、推奨量として240 µg/日である²⁾。これは、妊娠中期および後期に葉酸の分解および排泄が促進されるとする報告があり³⁾、通常の適正な食事摂取下で100 µg/日のプテロイルモノグルタミン酸を補足すると妊婦の赤血球中葉酸濃度を適正量に維持することができたという報告^{4,5)}に基づいている。成人女性における葉酸の推奨量240 µg/日に妊婦の付加量（推奨量）240 µg/日を加えた480 µg/日が妊娠中・後期の推奨量となる。しかし、480 µg/日の葉酸を摂取するためには、通常の食事ではならず、さらにビタミン

剤、強化食品、サプリメント等を摂取する必要がある。妊娠中にサプリメント等を使用する日本人妊婦は10～50%程度という報告があり⁶⁻⁸⁾、日本人妊婦の半数以上は推奨量の葉酸を摂取していないことになる。しかし、葉酸摂取不足に起因する妊婦の健康障害が多発しているという報告はない。

以上のように、現状では、日本人妊婦において、葉酸摂取不足に起因する問題が起きておらず、葉酸付加量と実際の摂取量が乖離しているという課題がある。その要因として、日本人妊婦における葉酸の摂取量と血中葉酸濃度との関係を調べたエビデンスが不足していたことが挙げられる。また、欧米を始めとする多くの国において、穀物製品への葉酸添加が義務付けられているため、葉酸摂取量が日本人妊婦の摂取量と乖離しており、葉酸付加量の算定にエビデン

スとして用いることができない。本研究では、日本人妊婦における葉酸の摂取量と血中濃度との関係を示すエビデンステーブルを作成することを目的として、記載の収集評価を実施した。

B. 方法

PubMed を用いて、日本人妊婦を対象として妊娠中の葉酸の摂取量と血中濃度の両方を記載した論文を選択した。

対象論文に記載された対象者数、食事調査方法、葉酸摂取量の平均値、赤血球もしくは血清葉酸濃度の平均値をエビデンスシートに記載した。有病者のデータも記載されている場合は、対照である健康な妊婦の値を記載した。葉酸摂取量がエネルギー当たりで表記されている場合は、平均葉酸摂取量に平均エネルギー摂取量を乗じた値を1日あたりの葉酸摂取量の参考値として記載した。血清葉酸濃度の単位が ng/mL として報告されている値については、nmol/L に換算した。

C. 研究結果

基準に基づいて選択した論文は、2007年から2022年に報告された5報であった⁹⁻¹³⁾。日本人妊婦を対象として妊娠中の葉酸の摂取量と血中濃度の両方を記載した5報の論文より、記載内容の収集を行った。結果を表1に示した。

5報のうち、妊娠初期の結果を記載した報文は3報、妊娠中期では1報、妊娠後期では1報、妊娠期全般では2報であった。食事調査方法については、秤量法を実施した報文が1報、他の4報はBDHQ (brief-type self-administered diet history questionnaire)、DHQ (self-administered diet history questionnaire)、FFQ (food frequency questionnaire) のいずれかであった。赤血球葉酸濃度を記載した報文は2

報、血清もしくは血漿葉酸濃度を記載した報文は全5報であった。

秤量法、DHQ、BDHQ を用いた食事調査の結果、1,000 kcal 当たりの葉酸摂取量は144~200 $\mu\text{g}/1,000 \text{ kcal}$ と、概ね一致した。1日当たりの摂取量に換算すると、226~318 $\mu\text{g}/\text{日}$ であった。FFQ を用いた食事調査では、200 $\mu\text{g}/1,000 \text{ kcal}$ 以上、347~404 $\mu\text{g}/\text{日}$ と、他の調査法よりも高値を示した。

葉酸欠乏に対する赤血球葉酸濃度の基準値は300 nmol/L である。赤血球葉酸濃度について報告した1報では、平均葉酸摂取量が226~256 $\mu\text{g}/\text{日}$ である集団において、平均赤血球葉酸濃度は325~389 nmol/L と、基準値以上の値であった。

葉酸欠乏に対する血清もしくは血漿葉酸濃度の基準値は7~9 nmol/L である。平均血清葉酸濃度が報告されている4報では、平均葉酸摂取量が226~318 $\mu\text{g}/\text{日}$ の集団において、平均血清葉酸濃度は12 nmol/L 以上と、基準値以上の値であった。血清葉酸濃度9 nmol/L をカットオフ値として用いた報文では、2,701名中27%が基準値以下の血清葉酸濃度を示した。この集団の平均葉酸摂取量は、214 $\mu\text{g}/1,000 \text{ kcal}$ 、347 $\mu\text{g}/\text{日}$ であった。一方、73%が基準値以上の血清葉酸濃度を示した。この集団の平均葉酸摂取量は、241 $\mu\text{g}/1,000 \text{ kcal}$ 、404 $\mu\text{g}/\text{日}$ であった。

D. 考察

日本人妊婦を対象として葉酸の摂取量と血中濃度の両方を調べた報告を収集し、エビデンステーブルを作成した。対象者の葉酸摂取量は概ね150~200 $\mu\text{g}/1,000 \text{ kcal}$ 、220~320 $\mu\text{g}/\text{日}$ であり、この集団の赤血球葉酸濃度および血清葉酸濃度の平均値は基準値以上であった。これらの結果は、日本人妊婦の大半は葉酸付加量を満たしていないが、葉酸栄養状態に問題のないことを示

している。

葉酸付加量を算定に用いられたエビデンスは、1968年のChanarinらによる報告である⁴⁾。これはイギリスの妊婦を対象としたヒト試験であり、対照群の赤血球葉酸濃度は妊娠30週までは基準値を維持していたが、妊娠37～38週では270 nmol/Lに減少した。一方、100 µg/日のプテロイルモノグルタミン酸を付加した群では、赤血球葉酸濃度が上昇し、妊娠37～38週では430 nmol/Lであった。この結果は、100 µg/日のプテロイルモノグルタミン酸を付加すると、赤血球葉酸濃度の減少を防ぐばかりか、赤血球葉酸濃度を上昇させることができることを示している。この報告で用いたプテロイルモノグルタミン酸の付加量は、100 µg/日のみである。したがって、100 µg/日より少ない付加量で赤血球葉酸濃度を300 nmol/Lに維持できる可能性が考えられるが、その量がどの程度であるのかについては不明である。これ以降でも、100 µg/日以下のプテロイルモノグルタミン酸を付加した研究報告はない。この付加量100 µg/日のデータしか使えないために、日本人の食事摂取基準では、プテロイルモノグルタミン酸摂取量を食事性葉酸摂取量に換算して、妊婦の葉酸付加量を推定平均必要量200 µg/日、推奨量240 µg/日と算定された。なお、米国のDRIsでは、同様の方法によって妊婦の推定平均必要量と推奨量が算定されている¹⁴⁾。すなわち、成人女性の推定平均必要量320 µg/日に200 µg/日を付加した520 µg/日が妊婦の推定平均必要量、推奨量400 µg/日に200 µg/日を付加した600 µg/日が妊婦の推奨量として算定された。

葉酸の摂取量と血中濃度との関係を調べるうえで、葉酸摂取量の精度が課題となる。対象とした5報のうち、秤量法を実施した報文が1報、他の4報はBDHQ、DHQ、FFQのいずれかであった。いずれの報文において

も、エネルギー摂取量とたんぱく質摂取量の平均はそれぞれ1,520～1,780 kcal/日、54～63 g/日と概ね一致した。葉酸摂取量については、秤量法、BDHQ、DHQを用いた報文において、1日当たりの摂取量に換算すると、226～318 µg/日と概ね異一致した値であった。一方、FFQを用いた食事調査では、200 µg/1,000 kcal以上、347～404 µg/日と、他の調査法よりも高値を示した。平成27年度から令和元年度の5年間の国民健康・栄養調査報告では、妊婦のエネルギー摂取量、たんぱく質摂取量、葉酸摂取量の平均値は1,653～1,739 kcal/日、57～66 g/日、232～265 µg/日である¹⁵⁻¹⁹⁾。これらの値は、秤量法、BDHQ、DHQを用いた報文の報告値と一致する。FFQを用いた報文では、サプリメント等の使用者を解析対象から除外していること、エネルギー摂取量およびたんぱく質摂取量は他の調査結果と一致することを併せると、葉酸摂取量の精度が他の食事調査法とは異なる可能性がある。

E. 結論

日本人妊婦における葉酸摂取量と血中葉酸濃度との関係を調べた報文から記載値を収集した結果、220～320 µg/日の葉酸を摂取している集団において、赤血球葉酸濃度および血清葉酸濃度の平均値は基準値以上であった。日本人妊婦の大半は葉酸付加量を満たしていないが、葉酸栄養状態に問題のないことを示している。しかし、報文数および対象者数が十分であるとは言えず、引き続き日本人妊婦を対象とした研究の促進が望まれる。さらには、メタアナリシスによって、日本人妊婦の葉酸摂取量と葉酸栄養状態との関係を明らかにすることが望まれる。

F. 健康危険情報

なし

- G. 研究発表
1. 論文発表
なし
 2. 学会発表
なし
- H. 知的所有権の出願・登録状況
1. 特許取得
なし
 2. 実用新案登録
なし
 3. その他
なし
- I. 参考文献
- 1) 厚生労働省：日本人の食事摂取基準（2005年版）（2005）第一出版，東京
 - 2) 厚生労働省：日本人の食事摂取基準（2020年版）（2020）第一出版，東京
 - 3) McPartlin J, Halligan A, Scott JM, et al.: Accelerated folate breakdown in pregnancy. *Lancet*, 341:148-9 (1993).
 - 4) Chanarin I, Rothman D, Ward A, et al.: Folate status and requirement in pregnancy. *Br Med J*, 2:390-4 (1968).
 - 5) Daly S, Mills JL, Molloy AM, et al.: Minimum effective dose of folic acid for food fortification to prevent neural-tube defects. *Lancet*, 350:1666-9 (1997).
 - 6) Yila TA, Araki A, Sasaki S, et al.: Predictors of folate status among pregnant Japanese women: the Hokkaido Study on Environment and Children's Health, 2002-2012. *Br J Nutr*, 115:2227-35 (2016).
 - 7) Kubo Y, Fukuoka H, Kawabata T, et al.: Distribution of 5-methyltetrahydrofolate and folic acid levels in maternal and cord blood serum: longitudinal evaluation of Japanese pregnant women. *Nutrients*, 12:1633 (2020).
 - 8) Eshak ES, Okada C, Kimura T, et al.: Low periconceptional dietary intakes among Japanese women: The Japan Environment and Children's Study (JECS). *J Nutr Sci Vitaminol*, 68:260-9 (2022).
 - 9) Mito N, Takimoto H, Umegaki K, et al.: Folate intakes and folate biomarker profiles of pregnant Japanese women in the first trimester. *Eur J Clin Nutr*, 61:83-90 (2007).
 - 10) Watanabe H, Suganuma N, Hayashi A, et al.: No relation between folate and homocysteine levels and depression in early pregnant women. *Biosci Trends*, 4:344-50 (2010).
 - 11) Shibata K, Tachiki A, Horiuchi H, et al.: More than 50% of pregnant Japanese women with an intake of 150 μ g dietary folate per 1,000 kcal can maintain values above the cut-off. *J Nutr Sci Vitaminol*, 60:1-8 (2014).
 - 12) Otake M, Sakurai K, Watanabe M, et al.: Association between serum folate levels and caffeinated beverage consumption in pregnant women in Chiba: The Japan Environment and Children's Study. *J Epidemiol*, 28:414-9 (2018).
 - 13) Shiraishi M, Matsuzaki M, Haruna M.: Association between perception of pre-pregnancy body weight and nutritional status during pregnancy: A cross-sectional study. *Asia Pac J Clin Nutr*, 31:692-700 (2022).
 - 14) Food and Nutrition Board, Institute of Medicine.: Dietary Reference Intakes for Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin

B6, Folate, Vitamin B12, Pantothenic acid, Biotin, and Cholone. National Academy Press, Washington DC (1998).

15) 厚生労働省：平成 27 年国民健康・栄養調査報告。(2016).

16) 厚生労働省：平成 28 年国民健康・栄養調査報告。(2017).

17) 厚生労働省：平成 29 年国民健康・栄養調査報告。(2018).

18) 厚生労働省：平成 30 年国民健康・栄養調査報告。(2020).

19) 厚生労働省：令和元年国民健康・栄養調査報告。(2020).

表1 日本人妊婦における葉酸の摂取量と血中濃度との関係

No	著者名	発表年	雑誌名	対象者	n	食事調査方法	葉酸摂取量		赤血球葉酸濃度	血清葉酸濃度
							μg/1000 kcal	μg/日	nmol/L	nmol/L
1	Mito N <i>et al.</i> ⁹⁾	2007	<i>Eur J Clin Nutr</i>	妊娠初期	70	秤量法	—	289 ± 151	1177	23.4
2	Watanabe H <i>et al.</i> ¹⁰⁾	2010	<i>BioSci Trends</i>	妊娠初期	33	BDHQ	197 ± 59	299*	—	18
3	Shibata K <i>et al.</i> ¹¹⁾	2014	<i>J Nutr Sci Vitaminol</i>	妊娠初期	49	DHQ	153 ± 59	235 ± 147	358 ± 108	17.6 ± 9.6
				妊娠中期	62	DHQ	147 ± 43	226 ± 83	389 ± 154	12.4 ± 8.3
				妊娠後期	81	DHQ	155 ± 44	256 ± 85	325 ± 150	12.1 ± 8.4
4	Otake M <i>et al.</i> ¹²⁾	2018	<i>J Epidemiol</i>	妊娠全般	1,980	FFQ	241	404*	—	> 9
				妊娠全般	721	FFQ	214	347*	—	< 9
5	Shiraishi M <i>et al.</i> ¹³⁾	2022	<i>Asia Pac J Clin Nutr</i>	やせ	36	BDHQ	195 ± 65	304*	—	22.9 ± 9.5
				平均的	95	BDHQ	200 ± 62	318*	—	24.3 ± 10.7
				過体重	61	BDHQ	187 ± 64	288*	—	22.7 ± 11.6

*1,000 kcal 当たりの摂取量に平均エネルギー摂取量を乗じた。

多量ミネラルの検討

研究分担者 上西一弘¹

研究協力者 伊藤早苗²

¹女子栄養大学 栄養生理学研究室

²琉球大学 医学部保健学科 生体検査学講座 生体代謝学分野

【研究要旨】

日本人の食事摂取基準2020年版の多量ミネラルの今後の課題として以下の項目が示されていた。今年度はおもにナトリウムとカリウムの課題について検討した。その他のミネラルについても継続して文献調査を行なっている。

多量ミネラルの課題

ナトリウム、カリウム：近年の報告では、ナトリウム、カリウムの摂取量は食事調査に加えて、24時間尿中排泄量の値を用いるようになってきている。摂取量の評価方法について検討、整理することが必要である。

カルシウム：食事摂取基準として、骨粗鬆症、骨折を生活習慣病として扱うかどうか、そして、そこにおけるカルシウムの意義について検討する必要があると考えられる。小児について、我が国の摂取レベルでのカルシウムの骨形成や骨折等への影響を見た研究は少なく、今後の検討が必要である。また、高齢者については、カルシウム摂取量とフレイル予防との関連を検討した研究も少なく、研究の蓄積と研究結果の検討が望まれる

マグネシウム：生活習慣病（高血圧、糖尿病）との関わりについて、継続して検討が必要である

リン：リン必要量の算定のために、生体指標を用いた日本人のリン摂取量に関するデータが必要である

今年度は、尿中ナトリウム排泄量からの食塩摂取量の推定方法について、主に文献レビューを行った。あわせて小規模ながら、24時間尿および随時尿を用いて、食塩摂取量を推定し、食事記録の値との比較検討を行った。

A. 研究目的

ナトリウム、カリウムのより正確な摂取量の把握方法について、尿中排泄量から推定する方法の妥当性を文献レビューで検討する。あわせて、観察研究を行ない、食事調査の摂取量と尿中排泄量の関係、24時間尿と随時尿の関係などを検討する。カルシウム、マグネシウム、リンについては関連する文献調査を行う。

B. 研究方法

今年度は、尿中ナトリウム排泄量からの食塩摂取量の推定方法について、主に文献レビューを行った。

あわせて小規模ながら、24時間尿および随時尿を用いて、食塩摂取量を推定し、食事記録の値との比較検討を行った。

（倫理面への配慮）

本研究は女子栄養大学研究倫理審査委員会の承認を得て実施した（承認番号第403号：令和4年5月）

C. 結果

今回新たに行った文献レビューの結果を別紙 Supplemental Table 1. に示す。

Uechi らの報告 (J Nutr 2017;147:390-7.) では 24 時間尿中ナトリウム排泄量は近年減少傾向にあり、2010 年では約 4300mg/日となっている。これは食塩相当量では約 10.9g/日となる。今回、さらに文献検索を追加したところ、報告によりばらつきはあるものの平均値では約 3800 mg/日、食塩相当量 9.7g/日となっている。ただし、報告によってその値には大きな差 (2876~5555mg/日) がある。一方、令和元年 (2019 年) の国民健康・栄養調査の結果は 10.1g/日となっており、食事記録からの摂取量と尿中排泄量からの推定値には若干の乖離もみられる。食塩の目標量は、食塩摂取量の現状から設定されているので、より正確な摂取量の把握が重要である。

カリウムについては WHO は 3510mg/日という目標値を設定しているが、この値は、通常の食品以外からの摂取量も加味された値である。わが国では野菜や果物の摂取の目標を、野菜 350g/日、果物 200g/日 (健康日本 21 第三次) と設定しているが、この量でどれくらいのカリウムが摂取できるのかをシミュレーションしておく必要がある。これは次年度への課題としておきたい。

小規模ながら、日本人若年成人女性を対象に、尿中ナトリウム排泄量から食塩摂取量を推定する方法について検討した。本研究では連続した 3 日間の 24 時間尿、随時尿 (田中法, INTERSALT 法, 川崎法) を用い、食塩摂取量を正確かつ簡便に評価できる方法を明らかにすることを目的とした。そこで、24 時間尿から算出した推定食塩摂取量と随時尿から算出した推定食塩摂取量をもとに、随時尿を用いる際に、どの方法が良いかを検討することとした。

随時尿から食塩摂取量を推定する方法はいくつかあるが、いずれも実際の食塩摂取水準が異なると、正確性に欠ける可能性が示唆された。したがって、尿中ナトリウム排泄量から食塩摂取量を推定する際には、随時尿ではなく、24 時間蓄尿の結果を用いることが望ましいと考えられる。(別

紙、女子栄養大学紀要 2022;53:21-9)

D. 考察

24 時間尿中ナトリウム排泄量が報告されている論文を検索し、その平均値を検討したところ、近年は減少傾向にあることが確認された。ただし、報告によりその値にはばらつきがあり、また性差も考慮する必要がある。

平均値で検討したところ、尿中ナトリウム排泄量から推定した食塩摂取量は 10g/日程度になる。この値は令和元年 (2019 年) の国民健康・栄養調査の結果に近いものであるが、報告によっては乖離も見られる。今後は男女差についても検討する必要がある。

E. 結論

国民健康・栄養調査は、新型コロナウイルス感染症拡大の影響により中止されてきた。再開された値が公表されるのを待つとともに、24 時間尿中ナトリウム排泄量からの推定値の妥当性についても検討を継続することが必要である。

尿中ナトリウム排泄量から食塩摂取量を推定する際には、随時尿ではなく、24 時間蓄尿の結果を用いることが望ましいと考えられる。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

仲山美穂, 原田若菜, 小田笑海子, 茂木佑希美, 吉田紘子, 岩瀬梨紗, 守由佳莉, 山本エリカ, 吉田有里, 石田裕美, 上西一弘. 若年女性における尿から算出する推定食塩摂取量の適切な方法の検討. 女子栄養大学紀要 2022;53:21-9.

2. 学会発表

研究の一部を利用して、日本栄養・食糧学会第 77 回大会で発表予定 (2023 年 5 月)

H. 知的財産権の出願, 登録状況

なし

Supplemental Table 1. The summary of reviewed articles reporting 24-hour sodium excretion for healthy Japanese adult populations, 2015-2022.8

Author, publish year	Study type	Study year	Study area	Participants, <i>n</i>	Involving 100 or more participants	Random sampling	Age, year	Sex, % men	BMI, kg/m ²	Systolic/diastolic blood pressure, mmHg	Sodium excretion, mg/d	Urine collections, <i>n</i>	Assessment methods for completeness of urine collection	PMID	References
Satoh, 2015 ⁴	CS	2014	Miyagi	35 pregnant women at approximately 20 weeks of gestation	-	-	31.7 ± 5.1	0	23.9 ± 2.6	106 ± 9/63 ± 7	3034 ± 985	1	SR	26395952	1)
Morikawa, 2015 ^{1,2,4}	CS	2014	Tokyo ?	4	-	-	21.5	0	21.1	100/67	2876	31 or 32	-	-	2)
Yasutake, 2016	Int	2014	Saga, Fukuoka	33	-	-	39.6 ± 16.7	21.2	23.1 ± 3.4	118 ± 15/73 ± 11	3270 ± 1024	3	Cr	26559610	3)
Yasutake, 2016	CS	2014, 2015	Saga, Fukuoka	140 (51 are with hypertension)	Yes	-	52.7 ± 19.6	16.4	22.5 ± 3.2	122 ± 18/74 ± 11	3349 ± 1300	1	Cr	27383507	4)
Shiraishi, 2017	CS	2010-2011	Tokyo	227 pregnant women at 19-23 weeks of gestation	Yes	-	34.2 ± 4.1 34.3 ± 4.0	0	Pre-pregnancy BMI 20.4 ± 2.6 20.3 ± 2.2	NA	Median(Interquartile range) 3200 (2630-4060) 3410(2720-4070)	1	Cr	28142045	5)
Yamori, 2017 ²	CS	2011-2012	Hyogo	303	Yes	-	(30-79)	-	22.4	123/73	4413	1	-	28430815	6)
Iwahori, 2017 ²	Int	2012	Kyoto	92	-	-	55.5	47.8	23.4	126/79	4485	1	-	29093302	7)
Iwahori, 2017	CS	2012, 2014	Saga ?	45 (Extract only normotensive individuals)	-	-	38.9 ± 10.1	48.9	22.8 ± 3.4	-	4225 ± 2072	10-22	If participants declared failing to complete, they were asked to retry.	28123179	8)
Odamaki, 2017 ^{1,4}	CS	2016	Shizuoka	Izu: 296, Hamamatsu: 197	Yes	-	Izu: 66 ± 10, Hamamatsu: 68 ± 8	Izu: 35.1%, Hamamatsu: 17.8%	Izu: 22.9 ± 3.2, Hamamatsu: 22.0 ± 2.8	-	Izu: 3818 ± 1288, Hamamatsu: 3519 ± 1081	1	-	-	9)
Nohara-Shitama, 2018 ²	CS	1980	Fukuoka	1289	Yes	-	50.9(21-85)	42	22.5	127/74	5800	1	-	29301758	10)

Nakadate, 2018 ²	Int	2013	Niigata	43	-	-	(40-75)	-	-	-	4583	1	-	29321686	11)	
Yasutake, 2019 ²	Int	2017	Fukuoka, Saga [?]	100	Yes	-	20.8 ± 0.9	0	20.4 ± 2.0	101/64	3223	1	-	31058457	12)	
Kobayashi, 2019 ¹	Int	2015	Kanagawa [?]	20	-	-	O: 36.9 ± 7.4 M: 34.3 ± 6.9 F: 39.0 ± 7.4	45	O: 22.1 ± 3.1 M: 22.8 ± 3.6 F: 21.5 ± 2.6	O: 112 ± 9/72 ± 11 M: 116 ± 73 F: 109 ± 71	O: 3861 ± 709 M: 4373 ± 473 F: 3428 ± 276	1	-	-	-	13)
Maruya, 2020 ²	Int	2015- 2017	Nara, Kanagawa,	195	Yes	-	47.5	34.9	-	-	3907	1	-	33022957	14)	
Yonekura, 2020 ¹			Shizuoka	74	-	-	42.2 ± 13.0	0	20.4 ± 2.5	-	3349 ± 946	1	SR	-	15)	
Umeki, 2021 ²	Int	2010	Fukuoka	187	Yes	-	48.0	100	24.5	128/83	4906	1	SR	34684498	16)	
Mori, 2021 ^{2,4}	Int	2020	-	49	-	-	46.6	100	25.1	126/80	5555	1	-	34960079	17)	
Muroya, 2022	CS	1987- 1995	Iwate	875	Yes	-	60.1 ± 10.9	25.5	23.4 ± 3.1	129 ± 18	4400 ± 1700	1	SR	35165245	18)	
Matsuno, 2022	CS	2012- 2013	Akita, Nagano, Ibaraki, Niigata	235	Yes	-	O: 57.2 M: 57.3 ± 8.6 F: 57.1 ± 8.5	40	O: 23.2 M: 23.7 ± 2.8 F: 22.8 ± 3.1	-	O: 4213 M: 4650 ± 1196 F: 3922 ± 989	5	SR	35807775	19)	

NA, not applicable; CS, cross-sectional study; Int, intervention; O, overall; SR, self-report (e.g. collection record, or interview); Cr, creatinine excretion

¹ Articles in Japanese

² Weighted mean sodium excretion (weighted by number of participants) of the control and intervention groups at baseline, or subgroups.

³ Values are means ± SDs and/or (ranges).

⁴ Study year was not reported; year before the publication was assumed.

同じデータを用いた報告が既にあると判断可能で、その既報が Uechi らのエビデンステーブルに掲載があるものは除いた

1) Michihiro Satoh, Yumi Tanno, Miki Hosaka, Hirohito Metoki, Taku Obara, Kei Asayama, Kazuhiko Hoshi, Masakuni Suzuki, Nariyasu Mano, Yutaka Imai. Salt

intake and the validity of a salt intake assessment system based on a 24-h dietary recall method in pregnant Japanese women. *Clin Exp Hypertens*. 2015;37(6):459-62.

2) 森川 希, 齋藤 薫子. 夜間尿を用いた食塩摂取量簡易測定法の誤差の要因. *実践女子大学生生活科学部紀要* 2015;52:29-35.

3) Kenichiro Yasutake, Noriko Horita, Yoko Umeki, Yukiko Misumi, Yusuke Murata, Tomomi Kajiyama, Itsuro Ogimoto, Takuya Tsuchihashi, Munechika Enjoji. Self-management of salt intake: clinical significance of urinary salt excretion estimated using a self-monitoring device. *Hypertens Res*. 2016;39(3):127-32.

4) Kenichiro Yasutake, Emiko Miyoshi, Tomomi Kajiyama, Yoko Umeki, Yukiko Misumi, Noriko Horita, Yusuke Murata, Kenji Ohe, Munechika Enjoji, Takuya Tsuchihashi. Comparison of a salt check sheet with 24-h urinary salt excretion measurement in local residents. *Hypertens Res*. 2016;39(12):879-885.

5) Mie Shiraishi, Megumi Haruna, Masayo Matsuzaki, Ryoko Murayama, Satoshi Sasaki. Availability of two self-administered diet history questionnaires for pregnant Japanese women: A validation study using 24-hour urinary markers. *J Epidemiol*. 2017;27(4):172-179.

6) Yukio Yamori, Miki Sagara, Yoshimi Arai, Hitomi Kobayashi, Kazumi Kishimoto, Ikuko Matsuno, Hideki Mori, Mari Mori. Soy and fish as features of the Japanese diet and cardiovascular disease risks. *PLoS One*. 2017;12(4):e0176039.

7) Toshiyuki Iwahori, Hirotsugu Ueshima, Naoto Ohgami, Hideyuki Yamashita, Naoko Miyagawa, Keiko Kondo, Sayuki Torii, Katsushi Yoshita, Toshikazu Shiga, Takayoshi Ohkubo, Hisatomi Arima, Katsuyuki Miura. Effectiveness of a Self-monitoring Device for Urinary Sodium-to-Potassium Ratio on Dietary Improvement in Free-Living Adults: a Randomized Controlled Trial. *J Epidemiol*. 2018;28(1):41-47.

8) Toshiyuki Iwahori, Hirotsugu Ueshima, Sayuki Torii, Yoshino Saito, Keiko Kondo, Sachiko Tanaka-Mizuno, Hisatomi Arima, Katsuyuki Miura. Diurnal variation of urinary sodium-to-potassium ratio in free-living Japanese individuals. *Hypertens Res*. 2017;40(7):658-664.

9) 小田巻 眞理, 川上 栄子, 熊谷 裕通, 円谷 由子, 加藤 明彦, 安田 日出夫, 藤垣 嘉秀, 菱田 明. 自己記入式食塩摂取量調査票の開発と 24 時間蓄尿法による妥当性の検討. *日本病態栄養学会誌* 2017;20(1):149-158.

10) Yume Nohara-Shitama, Hisashi Adachi, Mika Enomoto, Ako Fukami, Eita Kumagai, Sachiko Nakamura, Shoko Kono, Nagisa Morikawa, Erika Nakao, Akiko Sakaue, Tomoko Tsuru, Yoshihiro Fukumoto. Twenty-four-Hour Urinary Potassium Excretion, But Not Sodium Excretion, Is Associated With All-Cause Mortality in a General Population. *J Am Heart Assoc*. 2018;4;7(1):e007369.

11) Misako Nakadate, Junko Ishihara, Motoki Iwasaki, Kaori Kitamura, Erika Kato, Junta Tanaka, Kazutoshi Nakamura, Takuma Ishihara, Ayumi Shintani, Ribeka Takachi. Effect of monitoring salt concentration of home-prepared dishes and using low-sodium seasonings on sodium intake reduction. *Eur J Clin Nutr*. 2018;72(10):1413-1420.

12) Kenichiro Yasutake, Yoko Umeki, Noriko Horita, Rieko Morita, Yusuke Murata, Kenji Ohe, Takuya Tsuchihashi, Munechika Enjoji. A self-monitoring urinary salt excretion level measurement device for educating young women about salt reduction: A parallel randomized trial involving two groups. *J Clin Hypertens (Greenwich)*.

2019;21(6):730-738.

13) 小林 由紀子, 石井 有理, 寺本 祐之. 社員食堂における減塩食と減塩情報の提供が 24 時間尿中 Na 排泄量(食塩換算量)におよぼす影響. 栄養学雑誌 2019;77(2):46-53.

14) Sachiko Maruya, Ribeka Takachi, Maki Kanda, Misako Nakadate, Junko Ishihara. Short-Term Effects of Salt Restriction via Home Dishes Do Not Persist in the Long Term: A Randomized Control Study. *Nutrients*. 2020;12(10):3034.

15) 米倉 登美代, 中村 美詠子, 木村 雅芳, 尾島 俊之. 減塩指導の指標としての 24 時間蓄尿中ナトリウム/カリウム比率. 東海公衆衛生雑誌 2020;8(1):85-89.

16) Yoko Umeki, Hitomi Hayabuchi, Hisashi Adachi, Masanori Ohta. Feasibility of Low-Sodium, High-Potassium Processed Foods and Their Effect on Blood Pressure in Free-Living Japanese Men: A Randomized, Double-Blind Controlled Trial. *Nutrients*. 2021;13(10):3497.

17) Mari Mori. Well-Balanced Lunch Reduces Risk of Lifestyle-Related Diseases in Middle-Aged Japanese Working Men. *Nutrients*. 2021;13(12):4528.

18) Tomoko Muroya, Michihiro Satoh, Takahisa Murakami, Shingo Nakayama, Kei Asayama, Takuo Hirose, Yukako Tatsumi, Ryusuke Inoue, Megumi Tsubota-Utsugi, Azusa Hara, Mana Kogure, Naoki Nakaya, Kyoko Nomura, Masahiro Kikuya, Hirohito Metoki, Yutaka Imai, Atsushi Hozawa, Takayoshi Ohkubo. Association between urinary sodium-to-potassium ratio and home blood pressure and ambulatory blood pressure: the Ohasama study. *J Hypertens*. 2022;40(5):862-869.

19) Tomoka Matsuno, Ribeka Takachi, Junko Ishihara, Yuri Ishii, Kumiko Kito, Sachiko Maruya, Kazutoshi Nakamura, Junta Tanaka, Kazumasa Yamagishi, Taiki Yamaji, Hiroyasu Iso, Motoki Iwasaki, Shoichiro Tsugane, Norie Sawada, JPHC-NEXT Protocol Validation Study Group. Validity of the Food Frequency Questionnaire-Estimated Intakes of Sodium, Potassium, and Sodium-to-Potassium Ratio for Screening at a Point of Absolute Intake among Middle-Aged and Older Japanese Adults. *Nutrients*. 2022;14(13):2594.

資料

若年女性における尿から算出する推定食塩摂取量の適切な方法の検討

仲山美穂^{*1} 原田若菜^{*1} 小田笑海子^{*1} 茂木佑希美^{*1}
 吉田紘子^{*2} 岩瀬梨紗^{*2} 守由佳莉^{*3} 山本エリカ^{*2}
 吉田有里^{*3} 石田裕美^{*2} 上西一弘^{*1}

Investigation of appropriate methods for the calculation of estimated salt intake among young women using urine samples

Miho NAKAYAMA^{*1}, Wakana HARADA^{*1}, Emiko ODA^{*1}, Yukimi MOGI^{*1},
 Hiroko YOSHIDA^{*2}, Lisa IWASE^{*2}, Yukari MORI^{*3}, Erika YAMAMOTO^{*2},
 Yuri YOSHIDA^{*3}, Hiromi ISHIDA^{*2}, Kazuhiro UENISHI^{*1}

Abstract**Objectives:**

Estimating salt intake using 24-hour urine is considered the gold standard; however, this is difficult to implement as it places a high burden on the participant. The method of calculating salt intake using spot urine is has been reported to be less reliable than the method of estimating salt intake using 24-hour urine. Therefore, this study aimed to determine the most accurate method of spot urine assessment of salt intake that was comparable to the 24-hour urine method (Tanaka, INTERSALT, and Kawasaki methods) for three consecutive days.

Methods:

A cross sectional study was conducted on nine postgraduate university students in 2022. Dietary records were obtained for four consecutive days and urine samples were collected for three consecutive days. The estimated salt intake calculated from 24-hour urine was compared to estimated salt intake from spot urine methods.

Results:

The methods that showed the closest values to those of 24-hour urine were the Tanaka (9 samples) and INTERSALT methods (18 samples) out of 27 samples. The estimated salt intake calculated from 24-hour urine using the Tanaka method was 9.0 ± 1.8 g, whereas that calculated using the INTERSALT method was 5.0 ± 1.5 g. The Tanaka method had a significantly higher value ($p < 0.01$).

Using the Kawasaki methods, the values of estimated salt intake from spot urine were significantly higher than the estimated salt intake from 24-hour urine (Day 1, $p < 0.01$; Day 2, $p < 0.05$; and Day 3, $p < 0.01$; 3-day mean, $p < 0.01$).

Conclusions:

When salt intake calculated from 24-hour urine is approximately 9.0 g/day and approximately 5.0 g/day, the Tanaka method and the INTERSALT method, respectively, may be used to accurately estimate the salt intake from spot urine and give values that are similar to those calculated from 24-hour urine. The Kawasaki method has been reported to overestimate salt intake, and the same result was obtained in this study. These results suggest that the method that can be used to calculate the same level of salt intake as that calculated using the 24-hour urine method may differ depending on the salt intake calculated from 24-hour urine. Further studies need to be conducted to determine the most suitable method for estimating salt intake using spot urine.

Key words: 推定食塩摂取量, 24時間尿, 随時尿

^{*1} 栄養生理学研究室, 女子栄養大学: Laboratory of Physiological Nutrition, Kagawa Nutrition University

^{*2} 給食・栄養管理研究室, 女子栄養大学: Laboratory of Administrative Dietetics, Kagawa Nutrition University

^{*3} 食生態学研究室, 女子栄養大学: Laboratory of Nutrition Ecology, Kagawa Nutrition University

緒 言

世界では、心疾患や脳血管疾患などの循環器疾患による死亡が死因全体の20%以上を占めており¹⁾、日本においても同水準であることが報告されている²⁾。高血圧は、循環器疾患の危険因子として報告されている^{3,4,5)} ことに加え、日本で最も多い生活習慣病であることから、一次予防が重要である。世界保健機関 (WHO) のナトリウム摂取量に関するガイドライン⁶⁾ は、食塩摂取量を5g/日未満にすることが、血圧を下げ、循環器疾患のリスクを減らすことに役立つとしている。しかし、「令和元年国民健康・栄養調査⁷⁾」の食塩摂取量の結果では、男性10.9g/日、女性9.3g/日と、日本人の食事摂取基準⁸⁾ の目標量である男性7.5g/日未満、女性6.5g/日未満と比べ、依然として多い。

高血圧を予防、改善する上で減塩が重要であり、そのためには食塩摂取量を把握する必要がある⁹⁾。食塩摂取量を把握する方法として、食事調査法や24時間蓄尿 (以下、24時間尿)、随時尿から推定する方法がある。

食事調査法には、食事記録法や陰膳法、24時間思い出し法、食物摂取頻度調査法などがある。食事記録法のうち、秤量記録法は、食品や食塩の主な摂取源となる調味料の重量をリアルタイムで記録するため、他の調査法に比べて算出した値が真の値に近いとされている¹⁰⁾。しかし、対象者の負担が大きく、過大評価や過小評価の課題もある¹⁰⁾。

24時間尿を用いた食塩摂取量の推定は、摂取した食塩の90%以上が腎臓経由で尿から排泄されるため、ゴールドスタンダードとされている¹¹⁾。しかし、秤量記録法と同様に対象者の負担が大きいため、一般診療等の臨床現場において実施することは難しい¹¹⁾。一方、対象者の負担が小さい方法として、随時尿を用い食塩摂取量を推定する田中法¹²⁾、INTERSALT法¹³⁾、川崎法¹⁴⁾がある。田中法、INTERSALT法は、どの時点の随時尿を用いても食塩摂取量を推定できるのに対して、川崎法は起床後第2尿を用いるとされている。これらの方法は、対象者の負担が小さく簡便であることから評価法として推奨されているが、24時間尿と比較して推定値の信頼度は劣る⁹⁾ という課題もある。

以上のことから、本研究では連続した3日間の24時間尿、随時尿 (田中法、INTERSALT法、川崎法) を用い、食塩摂取量を正確かつ簡便に評価できる方法を明らかにすることを目的とした。そこで、24時間尿から算出した推定食塩摂取量と随時尿から算出した推定食塩摂取量をもとに、随時尿を用いる際に、どの方法が良いかを検討することとした。

方 法

1. 対象者

2022年度A大学大学院所属の22~29歳の女子学生9名

を対象とした。

2. 調査項目および調査期間

身体計測、食事調査、尿検査を2022年4月に実施した。

2-1. 身体計測

身長は、0.1cmまで測定可能な身長計を用いて測定し、体重、体脂肪率についてはInBody720 (株式会社インボディ・ジャパン) を用いて測定した。Body Mass Index (BMI) は以下の式を用いて算出した。

$$\text{BMI (kg/m}^2\text{)} = \text{体重 (kg)} \div [\text{身長 (m)}]^2$$

2-2. 食事調査

秤量記録法を用いた食事調査を、平日2日間と休日2日間の連続した4日間で行った。対象者が、朝食・昼食・夕食・間食の時刻と調理前又は調理後の食品、調味料および1日に摂取した水分など、摂取したものを全てを秤量し記録した。栄養素等摂取量の計算には、日本食品標準成分表2020年版 (八訂) (以下、八訂成分表) に準じた、Excelアドイン「栄養プラス」(建帛社株式会社) を用いた。

2-3. 尿検査

(1) 尿採取

2022年4月の平日1日と休日2日間の連続した3日間で尿採取を行った。起床後第1尿の採尿時刻は午前6時±5分に統一し、採尿は採尿カップを用い、1回の排尿ごとにポリエチレン製容器に入れて保管した。24時間の尿量 (以下、総尿量) は、随時尿の合計量とし、採尿時間、採尿場所、採尿回数を記録した。

(2) 尿分析

随時尿量については硝子製メスシリンダーを用いて測定した。Na分析用の24時間尿は、総尿量に対する各随時尿の尿量から割合を算出し、マイクロピペットを用い、各随時尿から計り入れた。24時間尿と各随時尿の尿Na、K、Cr濃度の分析は株式会社SRLに依頼し、尿Na濃度と尿K濃度は電極法、尿Cr濃度は酵素法で測定した。

(3) 24時間尿・随時尿からの食塩摂取量の推定式

24時間尿からの推定食塩摂取量は、以下の式より算出した。

推定食塩摂取量 (g/日)

$$= \text{総尿量 (L/日)} \times \text{24時間尿Na濃度 (mEq/L)} \times 23 \text{ (mmol)} \times 2.54 / 1000$$

随時尿からの推定食塩摂取量は、以下の式より算出した。

<田中法¹²⁾>

24時間尿Cr排泄量予測値 (mg/日)

$$= 14.89 \times \text{体重 (kg)} + 16.14 \times \text{身長 (cm)} - 2.04 \times \text{年齢 (歳)} - 2244.45$$

24時間尿Na排泄量 (g/日)

$$= 21.98 \times \{ \text{随時尿Na (mEq/L)} / \text{随時尿Cr (mg/dL)} /$$

$$10 \times 24\text{時間尿Cr排泄量予測値 (mg/日)}^{0.392}$$

$$\text{推定食塩摂取量 (g/日)} = 24\text{時間尿Na排泄量 (g/日)} / 17 <\text{INTERSALT法}^{13)}>$$

女性：24時間尿Na濃度 (mmol/L)

$$= \{5.07 + 0.34 \times \text{随時尿Na (mmol/L)}\} - 2.16 \times \text{随時尿Cr}^* \text{ (mmol/L)} - \{0.09 \times \text{随時尿K (mmol/L)}\} + \{2.39 \times \text{BMI (kg/m}^2\}) + 2.35 \times \text{年齢 (歳)} - \{0.03 \times \text{年齢}^2 \text{ (歳)}\}$$

$$*\text{随時尿Cr (mmol/L)} = \text{随時尿Cr (mg/dL)} \times 88.4/1000$$

$$\text{推定食塩摂取量 (g/日)}$$

$$= 24\text{時間尿Na濃度 (mmol/L)} \times 23 \times 2.54/1000$$

<川崎法¹⁴⁾>

女性：24時間尿Cr排泄量予測値 (mg/日)

$$= -4.72 \times \text{年齢} + 8.58 \times \text{体重 (kg)} + 5.09 \times \text{身長 (cm)} - 74.5$$

24時間尿Na排泄量 (g/日)

$$= 16.3 \times \{\text{起床後第2尿Na (mEq/L)} / \text{起床後第2尿Cr (mg/dL)} / 10 \times 24\text{時間尿Cr排泄量予測値 (mg/日)}\}^{0.5}$$

推定食塩摂取量 (g/日)

$$= 24\text{時間尿Na排泄量 (g/日)} / 17$$

3. 統計解析

24時間尿と各算出方法による推定食塩摂取量は、平均値±標準偏差で示した。また、24時間尿から算出した推定食塩摂取量と随時尿から算出した推定食塩摂取量を対象者および日別に示し、随時尿を用いる3種類の算出方法(田中法、INTERSALT法、川崎法)のうち、24時間尿から算出した推定食塩摂取量に最も近い値となった算出

Table 1. Characteristics of all subjects

Subject	Age (years)	Height (cm)	Weight (kg)	BMI (kg/m ²)	Body fat percentage (%)
A	29	159.2	47.4	18.7	25.1
B	22	159.2	55.8	22.0	28.9
C	22	160.2	55.0	21.4	34.7
D	22	157.3	56.9	23.0	32.7
E	22	156.8	42.6	17.3	22.4
F	22	158.3	47.8	19.1	23.3
G	24	163.5	81.9	30.6	45.0
H	22	154.6	50.0	20.9	24.8
I	23	159.8	57.8	22.7	33.4

BMI: body mass index n=9

Table 2. Estimated daily energy and salt intake for dietary record

Subject	1st day		2nd day		3rd day		4th day		Mean Energy (kcal/day)	SD	Mean Salt (g/day)	SD
	(kcal/day)	(g/day)	(kcal/day)	(g/day)	(kcal/day)	(g/day)	(kcal/day)	(g/day)				
A	1,094	5.9	1,251	4.2	1,316	2.5	1,316	4.2	1,244 ± 105		4.2 ± 1.4	
B	1,877	8.1	1,540	7.0	1,002	2.0	1,631	5.7	1,513 ± 369		5.7 ± 2.7	
C	1,718	7.4	2,110	12.8	1,998	11.5	2,436	15.5	2,066 ± 297		11.8 ± 3.4	
D	1,361	4.2	1,669	6.3	1,633	10.7	1,443	5.2	1,527 ± 148		6.6 ± 2.9	
E	2,219	7.6	1,689	4.4	1,657	4.1	1,295	6.4	1,715 ± 381		5.6 ± 1.7	
F	1,499	5.6	1,220	3.7	1,183	6.9	1,423	5.8	1,331 ± 154		5.5 ± 1.3	
G	1,490	5.8	1,679	7.4	1,839	7.7	2,252	7.0	1,815 ± 324		7.0 ± 0.8	
H	3,846	11.1	1,678	6.0	1,995	9.4	2,328	5.9	2,462 ± 960		8.1 ± 2.6	
I	1,514	6.6	1,579	8.0	1,512	6.8	1,381	5.0	1,497 ± 83		6.6 ± 1.2	

n=9

方法を示した。その結果をもとに、田中法に近い値を示したサンプルとINTERSALT法に近い値を示したサンプルとで、それぞれの24時間尿から算出した推定食塩摂取量の比較を行った。比較は、F検定(等分散性の検定)を行い、Studentのt検定を用いた。また、24時間尿から算出した推定食塩摂取量と川崎法から算出した推定食塩摂取量の比較は、対応のあるt検定を用いた。統計解析はSPSS IBM SPSS Statistics28を使用し、有意水準は両側検定5%とした。

4. 倫理的配慮

本研究は、香川栄養学園倫理審査委員会の審査・承認を得て実施した。(承認番号第403号：令和4年5月)

結 果

1. 対象者の身体特性

対象者特性をTable 1に示す。

2. 食事記録から算出したエネルギー摂取量と食塩摂取量

連続した4日間の食事記録から算出したエネルギー摂取量と食塩摂取量をTable 2に示す。4日間の平均エネルギー摂取量は、対象者Hの2,462±960kcal/日が最も多く、対象者Aの1,244±105kcal/日が最も少なかった。また、4日間の平均食塩摂取量は、対象者Cの11.8g±3.4g/日が最も多く、対象者Aの4.2±1.4g/日が最も少なかった。本集団において、食事記録から算出した平均食塩摂取量が、食事摂取基準の目標量である6.5g/日未満(女性)を上回るものは5名(55.6%)であった。

Table 3. Estimated daily salt intake from 24-hour urine

Subject	1st day	2nd day	3rd day	Mean SD
	(g/day)	(g/day)	(g/day)	
A	5.2	4.1	3.5	4.3 ± 0.9
B	12.4	2.4	5.2	6.7 ± 5.2
C	10.6	5.0	7.4	7.7 ± 2.8
D	6.8	10.3	4.0	7.0 ± 3.2
E	7.3	5.2	4.4	5.6 ± 1.5
F	6.6	5.9	2.9	5.1 ± 2.0
G	6.6	7.9	4.4	6.3 ± 1.8
H	5.1	8.8	7.6	7.2 ± 1.9
I	9.5	5.9	4.2	6.5 ± 2.7

n=9

3. 24時間尿から算出した推定食塩摂取量

3日間の24時間尿から算出した推定食塩摂取量を Table 3 に示す。3日間を通して推定食塩摂取量が最も多かった者、少なかった者は共に対象者Bで、それぞれ12.4g/日、2.4g/日であった。

4. 3日間の24時間尿から算出した推定食塩摂取量と各算出方法との比較

対象者AからIの24時間尿から算出した推定食塩摂取量と随時尿から算出した推定食塩摂取量を、採尿日ごとに Fig. 1-1~1-3 に示した。

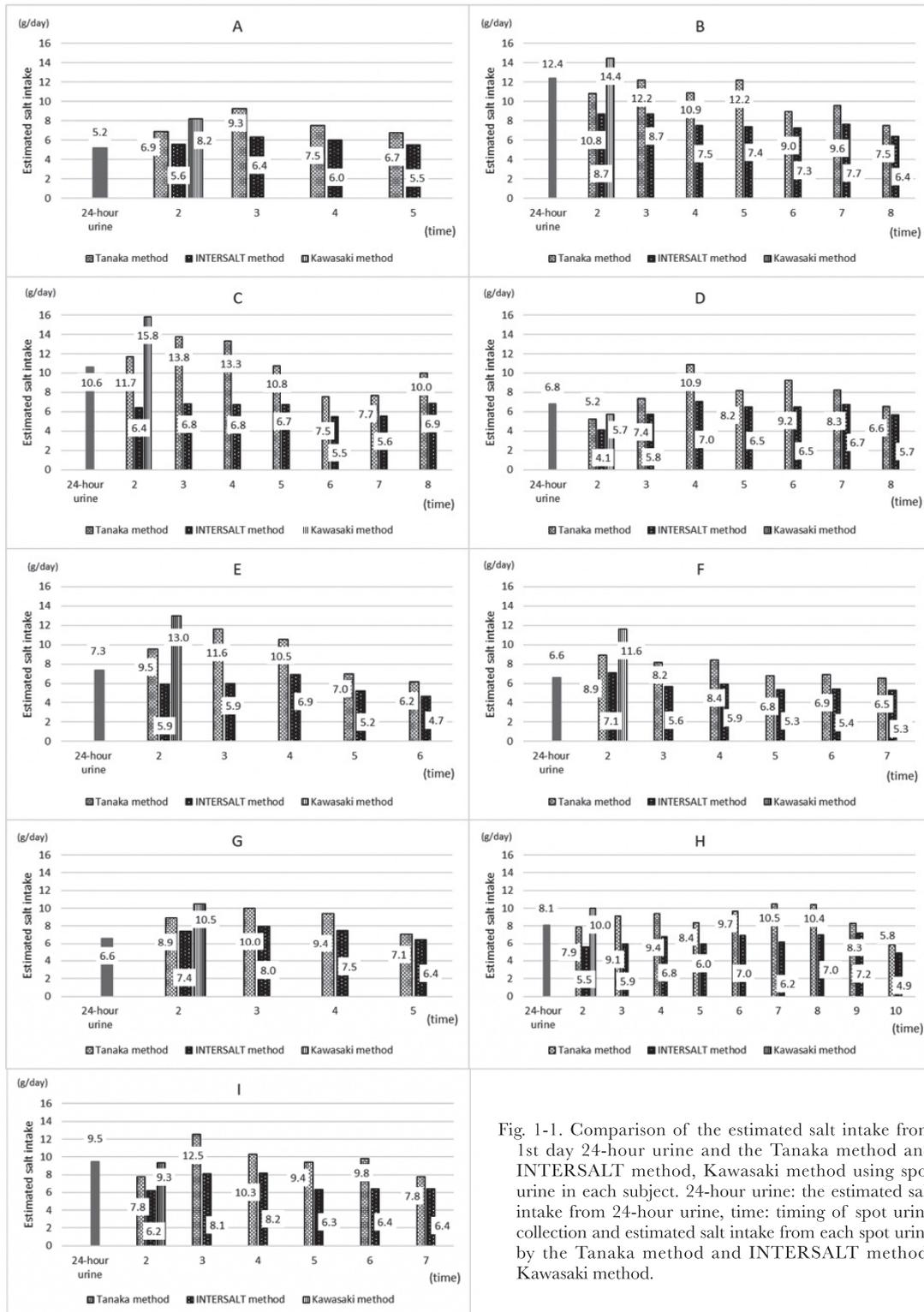


Fig. 1-1. Comparison of the estimated salt intake from 1st day 24-hour urine and the Tanaka method and INTERSALT method, Kawasaki method using spot urine in each subject. 24-hour urine: the estimated salt intake from 24-hour urine, time: timing of spot urine collection and estimated salt intake from each spot urine by the Tanaka method and INTERSALT method, Kawasaki method.

4-1. 3日間の24時間尿から算出した推定食塩摂取量と各算出方法から算出した推定食塩摂取量

3日間の24時間尿から算出した推定食塩摂取量と随時尿の各算出方法を比較し、24時間尿と最も近い値を示した方法を Table 4 に示す。

最も多かった算出方法は、1日目は田中法で6名、2日目はINTERSALT法で7名、3日目はINTERSALT法で8

名であり、川崎法を示した者はいなかった。田中法で最も近い値を示した際の24時間尿から算出した推定食塩摂取量は、最も多かった者で12.4g/日、最も少なかった者で6.6g/日であった。INTERSALT法で最も多かった者は7.9g/日、最も少なかった者は2.4g/日であった。

24時間尿と最も近い値を示した、田中法（9サンプル）とINTERSALT法（18サンプル）において、24時間尿か

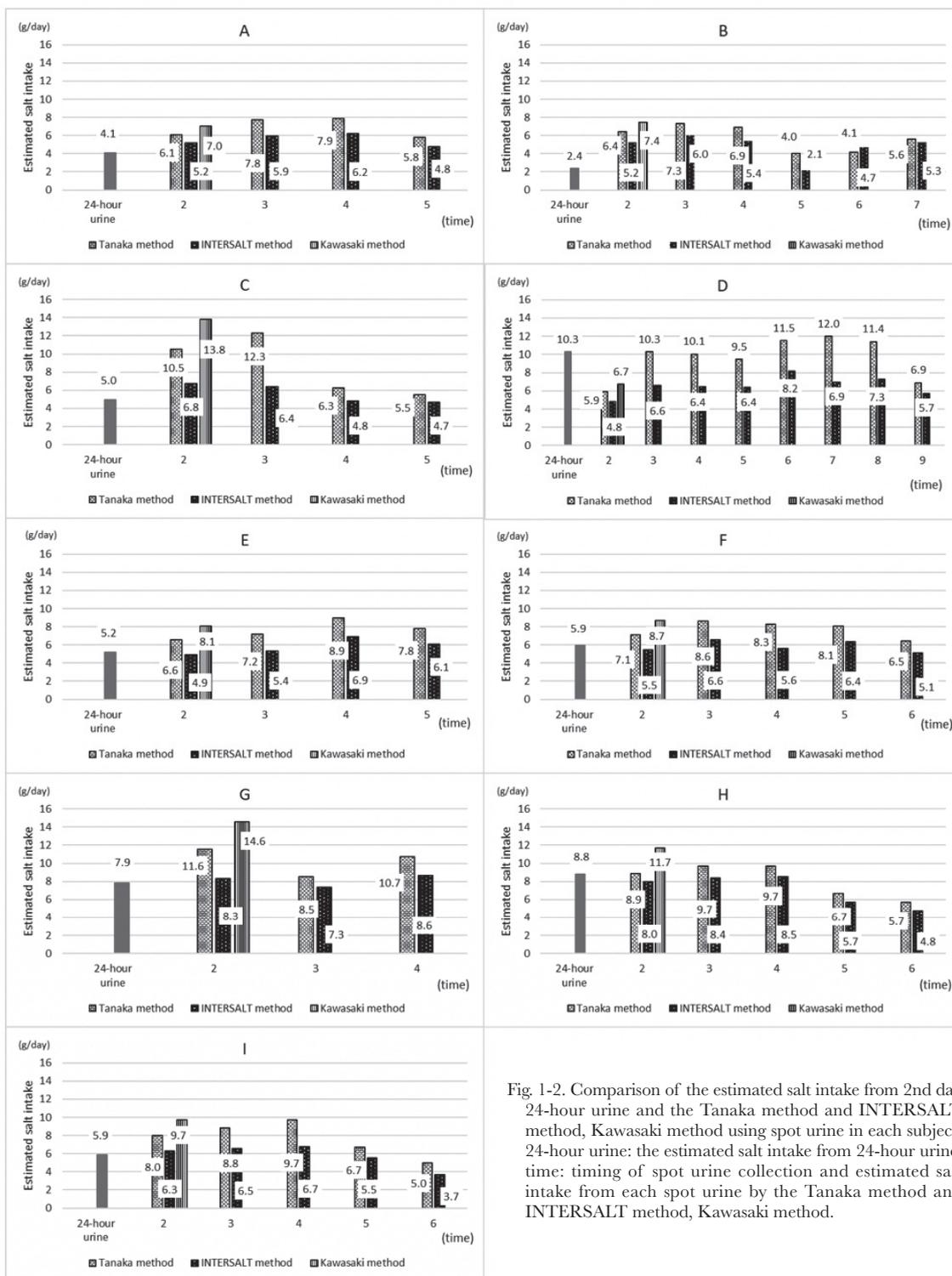


Fig 1-2. Comparison of the estimated salt intake from 2nd day 24-hour urine and the Tanaka method and INTERSALT method, Kawasaki method using spot urine in each subject. 24-hour urine: the estimated salt intake from 24-hour urine, time: timing of spot urine collection and estimated salt intake from each spot urine by the Tanaka method and INTERSALT method, Kawasaki method.

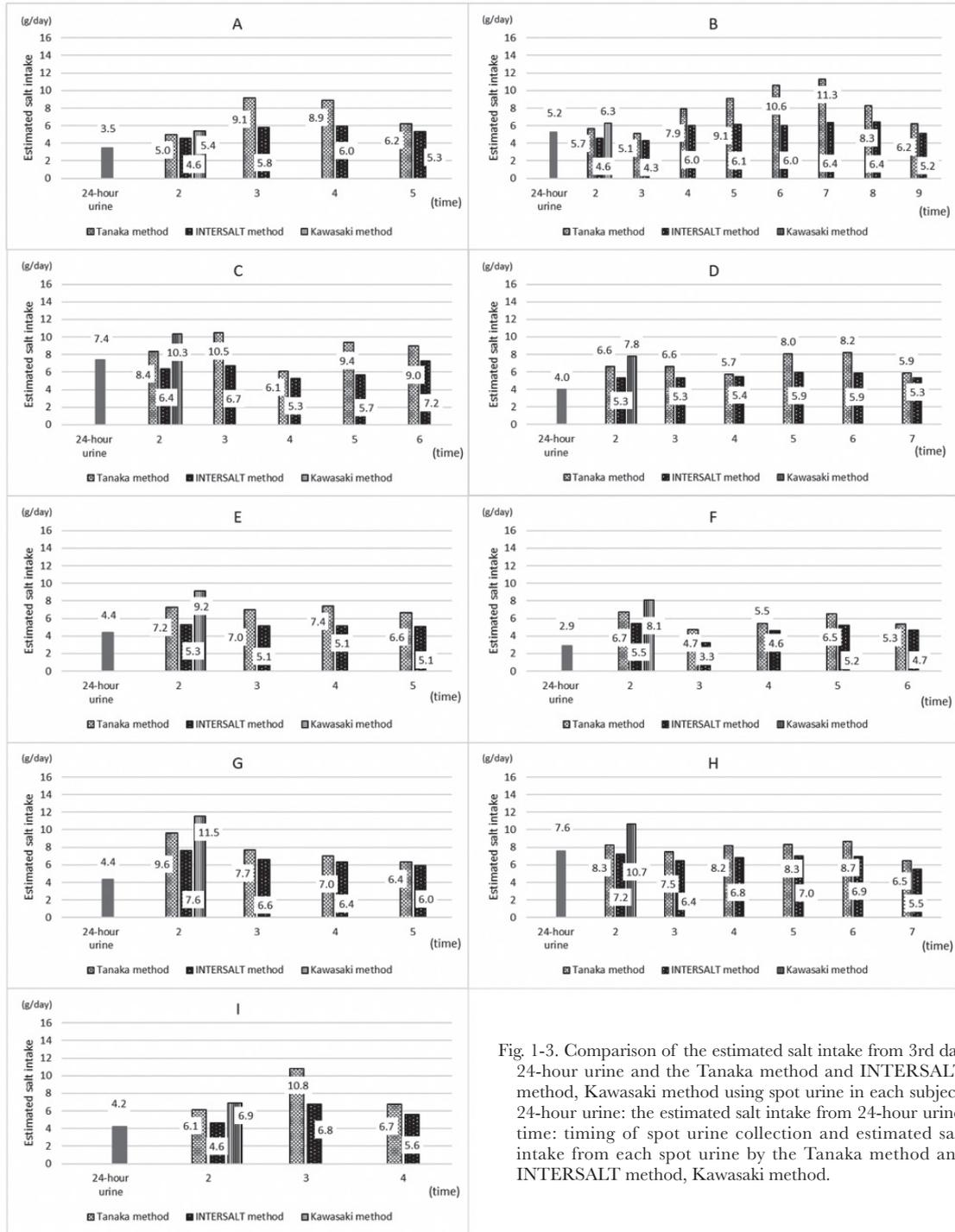


Fig 1-3. Comparison of the estimated salt intake from 3rd day 24-hour urine and the Tanaka method and INTERSALT method, Kawasaki method using spot urine in each subject. 24-hour urine: the estimated salt intake from 24-hour urine, time: timing of spot urine collection and estimated salt intake from each spot urine by the Tanaka method and INTERSALT method, Kawasaki method.

Table 4. Estimated salt intake for Spot urine closest to estimated salt intake for 24-hour urine

Subject	Method	1st day		Method	2nd day		Method	3rd day	
		Estimated daily salt intake from spot urine	Estimated daily salt intake from 24-hour urine		Estimated daily salt intake from spot urine	Estimated daily salt intake from 24-hour urine		Estimated daily salt intake from spot urine	Estimated daily salt intake from 24-hour urine
A	INTER-SALT	5.5	5.2	INTER-SALT	4.8	4.1	INTER-SALT	4.6	3.5
B	Tanaka	12.2	12.4	INTER-SALT	2.1	2.4	INTER-SALT	5.2	5.2
C	Tanaka	10.8	10.6	INTER-SALT	4.8	5.0	INTER-SALT	7.2	7.4
D	INTER-SALT	6.7	6.8	Tanaka	10.3	10.3	INTER-SALT	5.3	4.0
E	Tanaka	7.0	7.3	INTER-SALT	5.4	5.2	INTER-SALT	5.1	4.4
F	Tanaka	6.5	6.6	INTER-SALT	5.6	5.9	INTER-SALT	3.3	2.9
G	INTER-SALT	6.4	6.6	INTER-SALT	8.3	7.9	INTER-SALT	6.0	4.4
H	Tanaka	7.9	8.1	Tanaka	8.9	8.8	Tanaka	7.5	7.6
I	Tanaka	9.4	9.5	INTER-SALT	5.5	5.9	INTER-SALT	4.6	4.2

ら算出した推定食塩摂取量を比較した結果をFig. 2に示した。

最も近い値を示した際の24時間尿から算出した推定食塩摂取量は、田中法で 9.0 ± 1.8 g、INTERSALT法で 5.0 ± 1.5 gであった。また、田中法とINTERSALT法とで比較した結果、24時間尿から算出した推定食塩摂取量は、田中法の方が有意に多かった ($p < 0.01$)。

4-2. 24時間尿と田中法による推定食塩摂取量の比較

24時間尿から算出した推定食塩摂取量と随時尿から

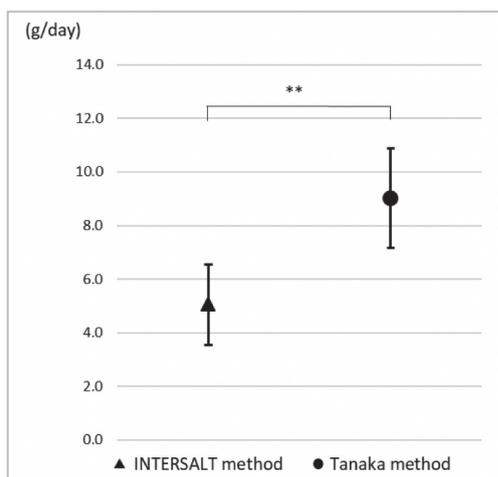


Fig. 2. Comparison of INTERSALT method group and Tanaka method group using the estimated salt intake from 24-hour urine.

The comparison used Student t-test (*: $p < 0.01$). 24-hour urine: the estimated salt intake from 24-hour urine.

算出した推定食塩摂取量について、2日目の対象者Dで同じ値を示した。一方、2日目の対象者Cでは7.3g/日の差がみられた。

4-3. 24時間尿とINTERSALT法による推定食塩摂取量の比較

24時間尿から算出した推定食塩摂取量と最も近い値を示す随時尿について、3日目の対象者Bにおいて、24時間尿と随時尿（第9尿）で同じ値を示した。また、他のほとんどの対象者では、24時間尿と最も近い値を示した随時尿との差は1.0g/日未満であった。一方、最も差が大きい者は6.0g/日の差があった。また、随時尿のみで比べても、尿採取の時間によって推定食塩摂取量に差がみられた。

4-4. 24時間尿と川崎法による推定食塩摂取量の比較

24時間尿と随時尿からの推定食塩摂取量の平均値を比較した結果をFig. 3に示した。24時間尿に比べ、随時尿から算出した推定食塩摂取量の方が有意に多い結果となった（1日目： $p < 0.01$ 、2日目： $p < 0.05$ 、3日目： $p < 0.01$ 、3日間平均： $p < 0.01$ ）。また、対象者ごとにみところ、24時間尿と随時尿から算出した推定食塩摂取量の差について、1日目の対象者Iは0.2g/日の差であるのに対して、2日目の対象者Cでは8.8g/日の差がみられた。3日間平均でみると、24時間尿と随時尿から算出した推定食塩摂取量の差について、対象者Dは0.3g/日であるのに対して、対象者Gでは5.9g/日の差がみられた。

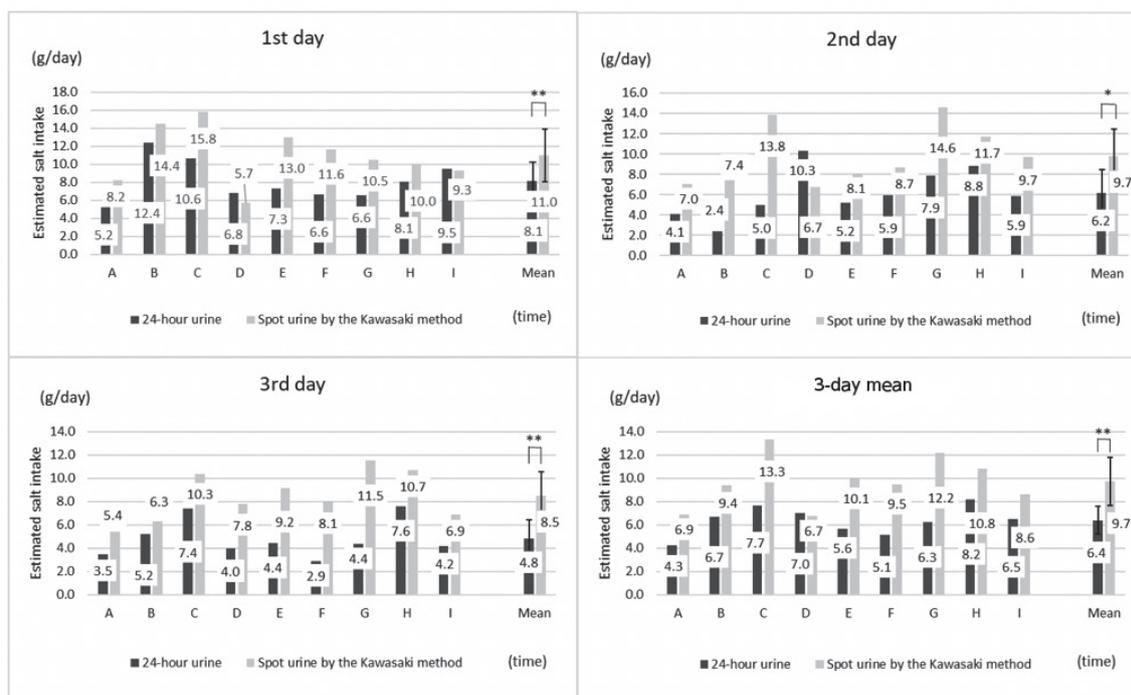


Fig. 3. Comparison of the estimated salt intake from 24-hour urine and by Kawasaki method using spot urine.

The comparison used Student t-test (*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$).

24-hour urine: the estimated salt intake from 24-hour urine, spot urine by the Kawasaki method: the estimated salt intake by the Kawasaki method from the second morning urine.

考 察

本研究では、連続した3日間の24時間尿、随時尿（田中法、INTERSALT法、川崎法）を用い、食塩摂取量を正確かつ簡便に評価できる方法を明らかにすることとした。

3日間の24時間尿から算出した推定食塩摂取量と随時尿を用いた各算出方法を比較した結果、24時間尿と最も近い値を示したのは、27サンプルのうち田中法で9サンプル、INTERSALT法で18サンプルであった。また、川崎法で近い値を示したものはなかった。そこで、田中法で近い値を示したサンプルと、INTERSALT法で近い値を示したサンプルとで、24時間尿から算出した推定食塩摂取量の比較を行った。その結果、田中法で近い値を示したサンプルの24時間尿から算出した推定食塩摂取量の方が有意に多い結果となった。

田中法が24時間尿と最も近い値を示した際の、24時間尿から算出した推定食塩摂取量は 9.0 ± 1.8 gであった。Jose Geraldo Millらの研究¹⁵⁾では、田中法において、随時尿から算出した推定食塩摂取量が9~12g/日の場合に近い値を算出すると報告されている。本研究においても、近い値を示した田中法の9サンプルのうち3サンプルは24時間尿から算出した推定食塩摂取量が9~12g/日であり、同様の傾向がみられた。

INTERSALT法は、欧米集団の食塩摂取量を推定することに適した方法であり、個人の食塩摂取量を推定するには限界があると述べられている¹³⁾。本研究において、3日間の24時間尿から算出した推定食塩摂取量と随時尿の各算出方法を比較した結果、INTERSALT法が近い値を示したのは18サンプルと、全体の半分以上を占める。また、INTERSALT法が24時間尿と最も近い値を示した際の、24時間尿から算出した推定食塩摂取量は 5.0 ± 1.5 gであった。よって、24時間尿から算出した推定食塩摂取量が少ない場合において、近い値が算出される可能性があると考えられる。

以上より、随時尿を用いて推定食塩摂取量を算出する場合、24時間尿から算出した推定食塩摂取量の違いにより、同水準の値が算出できる方法が異なる可能性が示唆された。24時間尿から算出した推定食塩摂取量が田中法は約9.0g/日前後、INTERSALT法は約5.0g/日前後の場合に、随時尿から算出した推定食塩摂取量が24時間尿から算出した推定食塩摂取量と近い値を示す可能性があると考えられる。今後、随時尿を用いた適切な食塩摂取量の推定方法を選択するために、さらなる検討が必要であると考えられる。また、本研究の対象者の特性として、24時間尿から算出した推定食塩摂取量の3日間の平均は、対象者のほとんどが6.0g/日前後であった。そのため、食塩摂取量の幅が広い集団を対象に同様の傾向がみられるか、さらに検討する必要があると考えられる。

川崎法は、先行研究において起床後第2尿を用いて集団および個人の食塩摂取量を推定する方法として有用で

あり、より精度を高めるために3日間の平均で比較するとよいと述べられている^{14, 16)}。そのため、本研究においても3日間平均を含め比較を行った。しかし、各採尿日、3日間平均のすべてにおいて川崎法から算出した推定食塩摂取量の方が有意に多い結果となった。さらに、対象者ごとにみると、24時間尿と川崎法から算出した推定食塩摂取量の差に大きな幅がみられた。先行研究¹⁴⁾は、人種、年齢、性別が異なる対象集団での研究であり、食塩摂取量はいずれも10.0g/日を超えていた。それに対して、本研究の対象者は日本人若年女性であり、個人でみると食塩摂取量が10.0g/日を超えるものもいるが、各日にちの平均はすべて7.0g/日未満であった。また、本橋らの報告¹⁷⁾において、1日のみの採尿ではあるが、本研究と同様の結果を示している。さらに、女性の場合、川崎法は過大評価をするという報告もある¹⁵⁾。よって、川崎法は食塩摂取量を過大評価する可能性が考えられる。

本研究の限界として、Crの予測値と実測値との整合性について検討できていないことが挙げられる。田中法と川崎法は24時間尿Cr排泄量予測値を算出した。しかし、Cr排泄量予測値から算出した推定食塩摂取量と24時間尿のCr実測値を用いて算出した推定食塩摂取量を比較しておらず、同水準の値が算出されるか整合性を検討していない。したがって、今後尿中Crを測定する必要があるかについては検討が必要である。

結 論

24時間尿と随時尿からそれぞれ算出した推定食塩摂取量の比較において、随時尿から推定する際に、24時間尿と同水準の値が算出できる方法が、24時間尿から算出した推定食塩摂取量によって異なる可能性が示唆された。また、川崎法は推定食塩摂取量を過大評価する可能性が示唆された。

参考文献

- 1) World Health Organization: The top 10 causes of death <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death> (2022年8月15日)
- 2) 厚生労働省：令和3年(2021)人口動態統計月報年計(概数)の概況 <https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/geppo/nengai21/dl/kekka.pdf> (2022年8月15日)
- 3) Levy, D., Wilson, PW., Anderson, KM., *et al.*: Stratifying the patient at risk from coronary disease: new insights from the Framingham Heart Study. *Am Heart J*, **119**, 712-717 (1990)
- 4) Kannel, WB., Wolf, PA., Castelli, WP., *et al.*: Fibrinogen and risk of cardiovascular disease. The Framingham Study. *J Amer Med Assoc*, **258**, 1183-1186 (1987)
- 5) Chambless, LE., Folsom, AR., Sharrett, AR., *et al.*: Coronary heart disease risk prediction in the Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) study. *J Clin Epidemiol*, **56**, 880-890 (2003)
- 6) WHO. Guideline: Sodium intake for adults and children. Geneva, World Health Organization (WHO), 2012

- 7) 厚生労働省：令和元年国民健康・栄養調査結果の概要 000687163.pdf (mhlw.go.jp) (2022年8月15日)
- 8) 伊藤貞嘉, 佐々木 敏 (監修)：日本人の食事摂取基準 厚生労働省「日本人の食事摂取基準」策定委員会報告書. p26-270, 第一出版, 東京 (2020)
- 9) 日本高血圧学会高血圧治療ガイドライン作成委員会：高血圧治療ガイドライン2019. p65, ライフサイエンス出版, 東京 (2019)
- 10) 特定非営利活動法人日本栄養改善学会:食事調査マニュアルはじめの一步から実践・応用まで. p3-6, 南山堂, 東京 (2016)
- 11) 瀬川裕佳, 菅野義彦：腎疾患と食塩. 日腎会誌, **61**, 5, 571-578 (2019)
- 12) Tanaka, T., Okamura, T., Miura, K., *et al*: A simple method to estimate populational 24-h urinary sodium and potassium excretion using a casual urine specimen. *J Hum Hypertens*, **16**, 97-103 (2013)
- 13) Brown, IJ., Dyer, AR., Chan, Q., *et al*: Estimating 24-Hour Urinary Sodium Excretion From Casual Urinary Sodium Concentrations in Western Populations The INTERSALT Study. *Am J Epidemiol*, **Vol.177**, No.11 (2012)
- 14) 川崎晃一, 川村 実, 伊藤和枝：食塩及びKの1日摂取量を簡便に評価するために開発された起床後第2尿法—その開発経緯と有用性について—。日本病態栄養学会誌, **11**, 3, P237-253 (2008)
- 15) Mill, JG., Rodrigues, SL., Baldo, MP., *et al*: Validation study of the Tanaka and Kawasaki equations to estimate the daily sodium excretion by a spot urine sample. *Rev Bras Epidemiol*, Suppl 2, 224-237 (2015)
- 16) 伊藤和枝, 川崎晃一, 上園慶子他：起床後2回目のスポット尿を用いた24時間尿中Na・K排泄量推定法の検討. 日循協誌, **vol.27**, 1, 39-45 (1992)
- 17) 本橋寛子, 児玉香音, 内田良子他：24時間尿と随時尿, 食事記録法を用いた推定食塩摂取量の比較. 女子栄養大学紀要, **vol.52** (2021)

亜鉛と糖尿病との関連，および日本人の月経に関する文献調査

研究分担者 吉田宗弘¹

¹関西大学化学生命工学部 特別契約教授

【研究要旨】

亜鉛と糖尿病との関連，および日本人の月経に関する最新の知見を調査した。

1) 亜鉛摂取量または血清亜鉛濃度で定義される亜鉛栄養状態と将来の糖尿病発症リスクに関する前向きコホート研究を対象にしたシステマチックレビューは，対象者を亜鉛摂取量に従って区分した場合，亜鉛摂取量の多い集団は，亜鉛の必要量を充足していない摂取量の少ない集団に比較して，糖尿病の発症リスクは低い，亜鉛サプリメントの投与に糖尿病発症予防効果はないとしていた。亜鉛摂取と糖尿病発症リスクの関連をメタ解析した論文でも，もっとも亜鉛摂取量の多い群はもっとも亜鉛摂取量の少ない群に比較して2型糖尿病発症リスクが小さいが，亜鉛をサプリメントなどから補給した場合の効果は認められないとしていた。また，いずれの論文も，血中亜鉛濃度の上昇は糖尿病発症リスクをむしろ高めるとしていた。

糖尿病罹患者を含む対象者に亜鉛を投与した研究をメタ解析した論文では，20～25 mg/日の低用量亜鉛投与，または亜鉛投与を長期間実施した場合に，空腹時血糖値や総コレステロール濃度などの改善が認められる場合が多いとしていた。

これら3論文から，①亜鉛摂取量の増加が糖尿病予防につながる可能性はあるが，糖尿病発症リスクが高いのは亜鉛摂取量が必要量を充足していない場合であり，必要量を超える亜鉛の摂取による予防効果は確認できない，②糖尿病もしくは糖代謝異常における検査値の改善に必要な総亜鉛摂取量は現在の耐容上限量30～50 mg/日に近接する30 mg/日以上であると判断した。以上より，亜鉛の摂取基準策定において，糖尿病の予防または悪化防止のための目標量の設定は不要と結論した。

2) スマートフォンアプリケーションに入力されたビッグデータを用いて15～54歳の日本人女性31万人の月経周期長を検討した論文が存在した。月経周期長は15歳から23歳まで増加し，その後は45歳まで減少して再び増加していた。5%刈り込み平均値で見た場合，最長は23歳の30.7日，最短は45歳の27.3日であった。現在の鉄の摂取基準では，20歳代の女性を対象にした複数の報告にもとづき，18歳以上に対して31日という月経周期長を採用しているが，この数値は18～29歳にのみ適用できるものであり，他の年齢層の月経周期長はこれよりも1～2日小さな数値であると考えられた。

19～39歳の女性133名の月経血量を調査した論文が1つ存在し，月経血量として，従来の20歳代女性についての報告値の範囲内ではあるが，やや小さな数値を示していた。

以上より，鉄の摂取基準策定において採用している月経に伴う鉄損失量については，再検討する必要があると結論した。

A. 背景と目的

日本人の食事摂取基準 2020 年版において、目標量を設定している微量ミネラルはない。しかし、いくつかの微量ミネラルにおいては、目標量の設定には至らなかったものの、推奨量から耐容上限量の範囲の中で、摂取量を増減させることが生活習慣病の予防もしくは悪化防止につながる可能性を示す報告が認められていた。

本研究では、そのような微量ミネラルの中で、亜鉛に着目し、亜鉛と糖尿病発症リスクまたは糖尿病悪化防止に関するレビュー論文を収集し、亜鉛の目標量設定の可能性を検討した。

一方、鉄は要因加算法によって必要量を推定しているが、成人女性の場合は月経による鉄損量を算定するために、月経の周期長と月経血量の数値が必要である。しかし、鉄の摂取基準では、これまで特定の年齢層から得られた数値を全年齢層に適用してきた。そこで、日本人女性の月経について検討している最新の文献を収集して摂取基準で採用している数値と比較し、月経に伴う鉄の損失量を考察した。

B. 方法

B-1. 対象疾患、

論文検索には Pubmed を用いた。亜鉛と糖尿病との関連については、zinc × diabetes × risk を検索語とし、2015 年以降の文献の中で亜鉛と糖尿病との関連についてシステマチックレビューもしくはメタ解析を行っている 3 つの論文を得た。

日本人の月経については、menstruation (または menstrual cycle, menstrual volume など) × Japanese (または Japan) を検索語とし、2010 年以降の論文の中からタイトルおよびアブストラクトを確認し、スマートフォンアプリケーションを用いて約 31 万人の日本人女性の月経周期長を調

べている 1 論文を得た。また、月経周期または月経血を検索語として CiNii を用い、2010 年以降の論文の中からタイトルとアブストラクトを確認して、100 名以上の日本人女性の月経血量を求めている 1 論文を得た。

C. 結果

C-1. 亜鉛と糖尿病の関連

収集した 3 論文に関して、主として亜鉛摂取と糖尿病との関連についての概要を順に記す。

Zinc Status and Risk of Cardiovascular Diseases and Type 2 Diabetes Mellitus-A Systematic Review of Prospective Cohort Studies (1).

この論文は、亜鉛摂取量または血清亜鉛濃度によって定義される亜鉛状態と心血管疾患または 2 型糖尿病の発症リスクとの関連を検討した 14 の前向きコホート研究を対象にしたシステマティックレビューである。

14 の研究の中で、亜鉛摂取量と 2 型糖尿病の発症リスクとの関係を調べた研究は 6 つであり。その中の 4 つの研究は、対象者を亜鉛摂取量に従って層別化し、糖尿病発症リスクを比較していた。この 4 論文を総合すると亜鉛の総摂取量の最高分位集団 (中央値 : 18.0 mg/日) は、最低分位集団 (中央値 : 4.9 mg/日) と比較して、2 型糖尿病を発症する相対危険度が 0.9 (95% CI : 0.82~0.99) であった。残り 2 つのうち 1 つは、対象者を亜鉛サプリメント使用者と非使用者に分類した研究であり、亜鉛サプリメント使用の有無は 2 型糖尿病の発症と関連しないとしていた。最後の 1 つは、血清亜鉛濃度と糖尿病の関連を検討しており、血清亜鉛濃度の増加は糖尿病発症リスクをむしろ高めるとしていた。

Zinc Intake and Status and Risk of Type 2 Diabetes Mellitus: A Systematic Review and Meta-Analysis (2).

この論文は、2型糖尿病と亜鉛状態との関連を扱った16の研究をメタ解析したものであり、論文(1)が対象とした6つの研究も含んでいる。対象者を亜鉛摂取量に従って層別化した11の研究を総合すると、食事からの亜鉛摂取量が最も多い集団の最も少ない集団に対する2型糖尿病発症リスクのオッズ比は0.87(95%CI:0.78~0.98)であった。とくに農村地域を対象にした4つの研究ではオッズ比がより低く0.59(95%CI:0.48~0.73)であった。また、糖尿病有病率の低い集団を対象にした研究ほどオッズ比は小さくなる傾向があった。より詳細に見た場合、亜鉛摂取量増加の糖尿病予防効果は、最低分位集団の亜鉛摂取量が亜鉛の摂取基準の必要量を下回り、かつ最高分位集団の摂取量が必要量を充足している場合にのみ認められた。そして最低分位集団の摂取量が必要量を充足し、かつ最高分位集団の摂取量が23.34mg/日を超えている研究では、亜鉛摂取量の増加が糖尿病予防に対して逆効果であることを示唆していた。サプリメント使用の有無で比較した研究、サプリメント使用による高亜鉛摂取者を含む研究では、亜鉛摂取量と糖尿病発症との関連は認められなかった。血清亜鉛濃度と2型糖尿病の間には直接的な関連があり、濃度の増加は発症リスクをむしろ高めていた(OR = 1.64, 95% CI: 1.25-2.14)。

Effects of Dose and Duration of Zinc Interventions on Risk Factors for Type 2 Diabetes and Cardiovascular Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis (3).

亜鉛の介入的補給の2型糖尿病または心血管疾患の指標となる血清生化学値などへの影響を検討した27の研究をメタ解析した論文である。27研究の対象者は、健常者のみが5研究、糖尿病罹患者が11研究、肥満者を含めた糖または脂質代謝異常者が8研究、血液透析者が2研究、多嚢胞性卵巣症候群罹患者が1研究である。最初に、27の研究を亜鉛投与の低用量(7研究)と高用量(20研究)(それぞれ25mg/日未満と25mg/日以上)、投与期間の短期(14研究)と長期(13研究)(それぞれ12週未満と12週以上)に分けた。低用量の亜鉛補給は、空腹時血糖値、インスリン抵抗性、トリグリセリド、総コレステロール、LDLコレステロール濃度を有意に改善していた。一方、高用量の亜鉛補給は、HbA1c濃度とインスリン抵抗性に有益であった。短期間の介入は空腹時血糖、インスリン抵抗性、トリグリセリド濃度に有益であり、長期間の介入は空腹時血糖、トリグリセリド、総コレステロールおよびLDLコレステロール濃度に有益であった。低用量・長期間の亜鉛補給(1研究)は、高用量・短期間の亜鉛補給(4研究)よりも、糖尿病および心血管疾患に関連する検査値をより多く改善していた。

C-2. 日本人の月経に関する研究

Age-Dependent and Seasonal Changes in Menstrual Cycle Length and Body Temperature Based on Big Data (4)

2016年から2017年にかけて約31万人の女性がスマートフォンアプリケーション(ルナルナ、株式会社エムティイーアイ)に入力した約600万回の月経周期長のデータを分析することで、月経周期長と基礎体温に対する年齢と季節の影響を評価した論文である。最終的に解析対象になったのは2年間に10周期以上入力した15~54歳まで

の事例である。月経周期長の 5%刈り込み
平均値は 15 歳以降増加し、23 歳で最長の
30.7 日に達していた。その後は減少し、45
歳で最短の 27.3 日となり、その後再び増加
していた。外気温は体温（卵胞期、黄体期）
には有意な影響を与えていたが、月経周期
長には影響を示していなかった。

現代女性の月経血量および月経随伴症状に
関する研究 (5)。

19~39 歳女性 184 人の 1 周期の月経血
量を生理用ナプキンの使用前後の重量を対
象者に電子天秤で実測させることで調査し
た論文である。有効な結果は 160 人（正常
周期者 133 人、正常周期でない（稀発月経、
頻発月経など）者 27 人）から得られてい
る。

正常周期女性 133 人（年齢 26.2 ± 5.9 歳）
の 1 周期の総月経血量（平均値 \pm 標準偏差、
以下同じ）は 77.4 ± 51.9 g であった。より
詳細に見ると、過少月経（20 g 未満）者 4 人
では 13.6 ± 3.7 g、正常月経（20 g 以上 140 g
未満）者 118 人では 67.4 ± 27.4 g、過多月経
（140 g 以上）11 人では 214.2 ± 56.7 g であ
った。月経血量は月経開始後 2 日目にピー
クがあり、その後は急激に減少するパター
ンを示していた。質問紙調査から明らかにな
った月経血量に対する自己の認識は、「少
ない」17 人、「ふつう」104 人、「多い」11
人だった。月経時の下腹部痛を自覚してい
る者が 74.7%、腰痛が 54.9%であった。月
経血量と腰痛との間には有意な関係が認め
られていた。

D. 考察

D-1. 亜鉛摂取量と糖尿病との関連

亜鉛摂取量または血中亜鉛濃度によって
定義される亜鉛状態と糖尿病発症リスクに
関する研究をレビューした論文が 2 つ存在
していた (1, 2)。これら 2 つの論文の結論

は類似しており、「亜鉛摂取量の増加は、糖
尿病発症リスクを低下させるが、発症リス
クが高いのは亜鉛の必要量が充足されてい
ない場合であり、必要量を超える亜鉛摂取
が糖尿病の発症リスクを低下させることの
明確なエビデンスは存在しない」と要約で
きる。すなわち糖尿病発症予防の観点から
は、現在の推定平均必要量と推奨量で十分
であり、新たに予防のための目標量を設定
する必要はないと判断できる。

一方、主として糖尿病または糖・脂質代
謝異常者を対象にして亜鉛の介入的補給を
行い、糖・脂質代謝に関連する血清生化学
検査値などの改善効果を検討したレビュー
論文 (3) は、低用量（25 mg/日未満）の
亜鉛を 12 週間以上投与した場合に検査値
の改善が認められる場合が多いとしていた。
しかし、この論文が低用量亜鉛投与とした
7 つの研究の中で 6 つまでは亜鉛投与量が
20 mg/日以上であり、残りの 1 つもレビ
ューでは 9.2 mg/日としていたが、原論文 (6)
を確認すると、硫酸亜鉛 40 mg/日という表
現と亜鉛投与 40 mg/日という表現が混在し
ており、亜鉛投与量が 40 mg/日であった可
能性が考えられた。したがって、レビュー
論文がいう「低用量」は 20~25 mg/日の亜
鉛投与とみなせる。日本人成人の亜鉛の摂
取量は 8.4 ± 3.3 mg/日であるので (7)、20
~25 mg/日の亜鉛補給を行うと、亜鉛の総
摂取量は約 30 mg/日に達し、耐容上限量

(8) に近接する。亜鉛状態と糖尿病発症リ
スクを検討した論文 (1, 2) では、亜鉛の過
剰摂取が糖尿病発症リスクを高める可能性
のあること、および血清亜鉛濃度と糖尿病
発症リスクに正の相関のあることも述べら
れている。以上のことは、糖尿病や糖代謝
異常の悪化防止や改善のために、亜鉛摂取
量を 30 mg/日以上に増やすことには慎重で
なければならないことを示している。以上
より、糖尿病や糖代謝異常の悪化防止のた

めの目標量設定はできないといえるだろう。

D-2. 日本人の月経に関して

月経周期長に関する論文(4)は、スマートフォンアプリケーション「ルナルナ」に入力された月経周期長や基礎体温に関するビッグデータ(2016年1月1日から2017年12月31日までに約31万人が入力した約600万件のデータ)を解析したものであり、過去に例のないものといえる。このアプリケーションは、株式会社エムティーアイが2000年から提供を開始しているものである。現在のスマートフォン対応版は2010年から提供され、ダウンロード件数は2022年1月現在で1800万を超えている(9)。

表1 年齢ごとの月経周期長

年齢	月経周期長(日)
15	29.0
16	29.4
17	29.8
18	30.0
19	30.3
20	30.5
21	30.6
22	30.7
23	30.7
24	30.6
25	30.6
26	30.6
27	30.5
28	30.5
29	30.3
30	30.2
35	29.3
40	28.1
45	27.3
50	28.8
51	29.2
52	29.4
53	29.8
54	30.4

論文(4)の Fig. 1 から読み取った数値である。

この論文で月経周期長に関する集計結果は図で示されているため、年齢ごとの細かい数値は、本文中で最長値30.7日と記さ

れている23歳と最短値27.3日と記されている45歳以外を除いて図から読み取るしかない。表1は、図から読み取った値である。

2020年版の鉄の摂取基準(8)では、月経周期長として全年齢層に対して31.0日を適用しているが、根拠となった論文はいずれも高校生または女子学生を対象としたものである。表1に示すように、このビッグデータを扱った論文において、20~28歳は31日という生理周期長を示しており、過去の報告と矛盾していない。しかし、他の年齢層は31日より明らかに短い周期長であり、食事摂取基準の年齢区分ごとの生理周期長として、18歳未満29日、18~29歳31日、30~49歳29日、50歳以上30日と見積もることができる。

月経血量を生理用ナプキンの重量測定にもとづいて算定した最近の論文は、正常月経である19~39歳女性118人の月経血量を 67.4 ± 27.4 gと報告していた(5)。生理用ナプキンに吸収されている月経分泌物は血液以外の成分が含まれている。月経分泌物中の血液の含有割合が52.0%(10)とされていることと、日本赤十字社が示す女性の血液比重の標準範囲(1.049~1.056)の中間値1.0525(11)より算定すると、この論文が示す正常月経者の血液以外の成分を含んだ月経血量 67.4 ± 27.4 gは、血液量 33.3 ± 13.5 mLに相当する。この値はこれまでに20歳代前半の女性に関して報告されてきた数値の範囲内(10)ではあるが、やや小さいものである。日本の鉄の摂取基準では、これまで18歳以上の日本人女性の月経血量として、20歳代前半の女性についての複数の報告から導かれた幾何平均値37.0mL(10)を用いてきた(8)。今回取り上げた論文(5)は、これまでの報告よりも幅広い年齢層を対象としていることと、2010年以降の唯一の報告であることから、その価

値は大きいといえる。

この論文では算術平均値と標準偏差のみが記載されているが、得られた月経血量 33.3 ± 13.5 mL の変動係数は 40.5% であり、これまでの複数の報告から得られている月経血量の算術平均値と標準偏差

(43.9 ± 28.1) (10) から算定される変動係数 64.0% よりも小さい。ゆえに算術平均値を代表値にすることに大きな問題はないと判断できるが、幾何平均値もしくは中央値に関する情報をこの論文の著者に問い合わせてもいいだろう。

月経周期長に関する論文 (4) は、月経周期長が年齢の影響を受けることを明確に示しており、これまで食事摂取基準が採用してきた 31 日は 18~29 歳にしか適用できない数値であることを示している。周期長が年齢によって変動することから、月経血量も年齢によって変動している可能性は大きいと思われる。従って、20 歳代前半の女性を対象とした研究から得られた月経血量の数値を 18 歳以上のすべての年齢層の月経血量とするこれまでの考え方は再検討する必要があるだろう。

米国食事摂取基準は、15 歳から 50 歳までのスウェーデン人女性 486 人の月経血量中央値 30.9 mL (12) を 20 歳以上の女性の月経血量としている (13)。今回紹介した論文 (5) から得られる月経血量 33.3 mL は、従来の 37.0 mL よりも米国食事摂取基準採用値に近く、かつ 19~39 歳を対象としたものであることから、18 歳以上の日本人の月経血量の代表値として、適切かもしれない。

以上より、月経血量として、18 歳未満に従来通り 31.1 mL (8)、18 歳以上に 33.3 mL、月経周期長として、ビッグデータにもとづく論文から得られる 18 歳未満 29 日、18~29 歳 31 日、30~49 歳 29 日、50 歳以上 30 日を適用し、ヘモグロビン濃度とヘモグロ

ビン中鉄濃度について従来通りのそれぞれ 1.35 g/L と 3.39 mg/g を用いて (8)、月経血に伴う鉄損失量を表 2 のように試算した。

表 2 鉄損失量の試算

年齢層	月経血量 (mL)	月経周期長 (日)	鉄損失量 (mg/日)
10~17 歳	31.1	29	0.49
18~29 歳	33.3	31	0.49
30~49 歳	33.3	29	0.53
50 歳以上	33.3	30	0.51
従来 の 数 値			
10~17 歳	31.1	31	0.46
18 歳以上	37.0	31	0.55

ヘモグロビン濃度 1.35 g/L, ヘモグロビン中鉄濃度 3.39 mg/g を用いて算定した。

試算によって得られた月経に伴う鉄損失量は 18 歳未満では従来の算定値よりもやや大きく、その他の年齢層では逆に小さくなった。

日本人の月経血量に関する情報はきわめて少ない。とくに 20 歳代前半以外の年齢層についての情報はほとんど存在しない。最近、生理用ナプキン等に代わる生理用品である月経カップが普及しつつある (14)。このカップは、個人が自身の血液以外の成分も含めた月経血量を把握することを可能にするものである。今後、このカップがさらに普及することで、幅広い年齢層の多数の対象者について、質問紙等を用いて月経血量を調査できる可能性が高い。また、月経周期長に関するビッグデータを提供したスマートフォンアプリケーションの入力項目に月経血量が追加されれば、月経血量に関するビッグデータが得られるであろう。数年後に日本人の月経血量に関して詳細なデータが得られることを期待したい。

なお、月経血量の個人差がきわめて大き

いことから、米国食事摂取基準 (13)、および EFSA (15) は成人女性の鉄の摂取基準を策定するにあたり、必要量の算定には、スウェーデン人女性 486 人の月経血量の中央値、推奨量の算定には 97.5 パーセントイル値を用いている。今後のわが国の鉄の摂取基準の策定においても、この考え方を採用すべきか検討すべきだろう

E. 結論

亜鉛状態と糖尿病発症リスクに関するレビュー論文 2 編 (1, 2) から、必要量の亜鉛が充足できない場合には糖尿病発症リスクは高まるが、必要量を超える亜鉛摂取が糖尿病発症リスクの低下につながるエビデンスはないと判断した。したがって、糖尿病予防のために亜鉛目標量を設定することは不要であると結論した。亜鉛の介入的補給が糖尿病を含む代謝異常の改善につながるかを検討したレビュー論文 (3) から、検査値の改善につながる亜鉛補給を実施した場合、総亜鉛摂取量は耐容上限量に近接することになる。したがって糖尿病悪化防止のための目標量の設定もできないと結論した。

月経周期長に関するビッグデータを解析した論文 (4) から、これまでの食事摂取基準が採用してきた周期長 31 日が適用できるのは 18~29 歳であり、他の年齢層はこれよりも 1 または 2 日短い周期長を採用することが適切と判断した。月経周期が年齢の影響を受けること、および 19 歳~39 歳の月経血量を測定した最近の論文 (5) から、18 歳以上に適用すべき月経血量について再検討を行い、18 歳以上に適用すべき月経血量を 33.3 mL と推定した。以上より、鉄の摂取基準策定に必要な月経に伴う鉄損失量については再検討の必要があると結論した。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表
なし
2. 学会発表
なし

H. 知的所有権の出願・登録状況

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

I. 参考文献

- 1) Chu A, Foster M, Samman S: Zinc Status and risk of cardiovascular diseases and type 2 diabetes mellitus – A systematic review of prospective cohort studies. *Nutrients* 2016 8(11): 707. doi: 10.3390/nu8110707.
- 2) Fernández-Cao JC, Warthon-Medina M, Moran VH, Arija V, Doepking C, Serra-Majem L, Lowe NM: Zinc intake and status and risk of type 2 diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis. *Nutrients* 11(5):1027. doi: 10.3390/nu11051027, 2019.
- 3) Pompano LM, Boy E: Effects of dose and duration of zinc interventions on risk factors for type 2 diabetes and cardiovascular disease: A systematic review and meta-analysis. *Adv Nutr* 12(1): 141–160, doi: 10.1093/advances/nmaa087, 2021.
- 4) Tatsumi T, Sampei M, Saito K, Honda Y, Okazaki Y, Arata N,

- Narumi K, Morisaki N, Ishikawa T, Narumi S. Age-dependent and seasonal changes in menstrual cycle length and body temperature based on big data. *Obstet Gynecol* 136(4): 666–674, 2020.
- 5) 田淵康子, 吉留厚子, 伴 信彦, 草間 朋子 : 現代女性の月経血量および月経随伴症状に関する研究. *看護研究* 47(3): 248–255, 2014.
 - 6) El-Ashmony SMA, Morsi HK, Abdelhafez AM. Effect of zinc supplementation on glycemic control, lipid profile, and renal functions in patients with type II diabetes: a single blinded, randomized, placebo-controlled, trial. *J Biol Agric Healthc* 2(6): 33–41. 2012.
 - 7) 厚生労働省 : 令和元年度国民健康・栄養調査報告, pp 68–69, 2019. https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryoku/kenkou/eiyou/r1-houkoku_00002.html
 - 8) 厚生労働省 : 「日本人の食事摂取基準 (2020年版)」策定検討会報告書. pp 313–373, 2019. https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_08517.html
 - 9) 株式会社エムティーアイ : ルナルナについて, <https://sp.lnln.jp/brand>, 2023年4月18日アクセス
 - 10) Yokoi K: Numerical methods for estimating iron requirements from population data. *Biol Trace Elem Res* 95: 155–172, 2003.
 - 11) 日本赤十字社九州ブロックセンター : 血液用語集. https://www.bs.jrc.or.jp/bc9/bbc/statistics/m5_02_01_detail.html, 2023年4月18日アクセス
 - 12) Hallberg L, Högdahl AM, Nilsson L, Rybo G: Menstrual blood loss and iron deficiency. *Acta Med Scand* 180: 639–650, 1966.
 - 13) Food and Nutrition Board. Institute of Medicine: Iron. In *Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc*. pp 290–393, National Academy Press, Washington DC, 2001.
 - 14) 神林美帆 (宋美玄監修) : 私たちの月経カップ. 127 pp, 現代書林, 東京, 2022.
 - 15) EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies: Scientific Opinion on Dietary Reference Values for iron. *EFSA J* 13(10): 4254, 2015. <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2903/j.efsa.2015.4254>.

妊娠期から乳児期にわたるマンガンレベルとその影響に関するレビュー

研究協力者 岩井美幸¹

研究分担者 吉田宗弘²

¹ 国立環境研究所 主任研究員

² 関西大学化学生命工学部 特別契約教授

【研究要旨】

マンガンはさまざまな食品に含まれ、体内の酵素のはたらきや骨の形成などにかかわっており、ヒトにとって欠かすことのできない必須微量元素である。本稿では、マンガンの最新の研究成果について、日本人を対象とした研究を取りまとめた。主に妊婦、小児を対象とした研究が中心となり、血中マンガンレベル、マンガン摂取量、マンガンの妊婦、出生児への影響、マンガンを含む複数の元素曝露と出生児体格への影響と項目立てした。妊娠中の血中マンガン濃度と出生児体格との関連、神経発達との関連では、血中マンガン濃度が低すぎても高すぎても、出生児への影響がわずかにみられた。一方で、妊娠中の複数の元素曝露を考慮した場合には、マンガンは胎児の成長を助ける結果が報告されていた。また、マンガン摂取量が多い場合（10mg/日）では、心血管疾患による死亡リスクが低下する報告もあったが、本稿で取りまとめた妊婦のマンガン摂取量は、平均3mg/日程度とされ、血中マンガン濃度が高い場合に出生児への影響も少なからずみられており、妊婦と成人（非妊娠時）では、マンガンの摂取量について、別に考える必要があると推察された。

A. 背景と目的

マンガンはさまざまな食品に含まれ、体内の酵素のはたらきや骨の形成などにかかわっており、ヒトにとって欠かすことのできない必須微量元素である。必須元素のマンガンは、マンガンを多く含む食品を摂取しても血中マンガン濃度はある程度一定に保たれるが、妊娠、食生活、生活環境などにより、血中マンガン濃度は変動する。近年の研究によって、妊婦の血中マンガン濃度が子どもの成

長や発達にかかわっている可能性が指摘されている。本稿ではマンガンの摂取レベル、マンガン摂取量、血中・母乳中のマンガンレベル、妊婦の血中マンガン濃度と児の出生児体格との関連、神経発達との関連について取りまとめることを目的とする。

B. 方法

マンガンの最新の研究成果について、日本人を対象とした研究に焦点を当てPubMed

表1. 全血中マンガン濃度の比較

SURVEY	YEAR	SUBJECT	SAMPLE	Min	P25	Median	P75	P95	Max	N	COUNTRY	REF
JECS	FY 2010-2013	Pregnant women	Maternal blood	4.35	13.2	16.1	19.6	25.7	44.5	17,977	JAPAN	1
			Maternal blood		12.5	15.2	18.5		63,767	2		
			Cord blood	37.6	44.5	53.4		3,787				
NHANSE	2013-2014	Female	Maternal blood			9.9	12.6	17.9		2,578	USA	3
KNHANSE	2008	Female				14*				1,006	KOREA	4
MIREC	2008-2011	Pregnant women	Maternal blood	2.5		12.6		20.3	33.5	2,001	CANADA	5
			Cord blood	5.5		31.9		54.9	98.9	2,001		

*Geometric Mean, Ref 3-5:ヒューマンバイオモニタリング調査

1. Nakayama SF, et al., J Expo Sci Environ Epidemiol. 2019, 29(5):633-647.

2. Yamamoto M, et al., Environ Int. 2022, 161:107126.

3. CDC, https://www.cdc.gov/exposurereport/pdf/FourthReport_UpdatedTables_Volume2_Mar2021-508.pdf

4. Lee et al., Environ Res. 2011, 111(6):797-803.

5. Arbuckle et al., Chemosphere. 2016, 163:270-282.

を用いて検索を行った（検索日2023年4月1日）。キーワードは'blood manganese', 'Japan'とし、発表から5年以内、ヒトを対象とした論文とし、検索した（検索結果20件）。なお、血中・母乳中のマンガンレベルについては、関係する論文を示すこととした。倫理面への配慮については、文献レビューのため、人を対象とした倫理的配慮は生じない。

C. 結果及び考察

本稿では、マンガンの最新の研究成果についてとりまとめ、上述に示す方法によりPubMedで検索した結果、20論文が該当した。そのうち、疫学調査に関する論文を整理し、子どもの健康と環境に関する全国調査（略名「エコチル調査」、英名「Japan Environment and Children's Study (JECS)」）からの論文が11本、その他3本となった。また精読の段階で適切でない判断された文献については除外した。これら論文を整理するとともに、国外の調査等と比較をし、その概要を整理する。

1. 血中マンガンレベル

表1では、全血中マンガン濃度について整理した。REF1と2は、エコチル調査に関する論文であり、REF3~5は、国レベルで実施されているヒューマンバイオモニタリング調査の論文である。REF1の論文は、妊娠中後期に血液試料を提供したエコチル調査参加者の妊婦のうち17,977人をランダムに抽出し、その全血中元素（水銀、鉛、カドミウム、マンガン、セレン）濃度を、ICPMS（誘導結合プラズマ質量分析計）を用いて測定した論文である。当該報告では、血中マンガン濃度の中央値（25-75パーセンタイル値）は、16.1（13.2-19.6） $\mu\text{g/L}$ であった。日本の妊婦における血中マンガンレベルは、表1に示すように他国と同程度であった。一方で、母体血に比べて臍帯血中のマンガン濃度は3倍程度高いことが示された。また、測定した元素のうち、血中マンガンと血中カドミウム（ $\rho=0.267$ ）に弱い相関が認められた（ ρ : スピアマンの順位相関係数）。さらに、血中マンガン濃度は、試料採取時の妊娠週数と関連がみられ(1)、妊娠初期より妊娠後期のマンガン濃度の方が高く、週数を経るごとにマンガン濃度が高くなることが報告されている(2)。また、山本らは、次の回帰式

$Y = 0.42X + 4.52$ ($p < 0.001$, Y : 母親血中マンガン濃度, x : 採血時妊娠週数, (3)) の関係性を報告している。妊娠期間中の血中マンガン濃度変化について、級内相関係数 (ICC: Intraclass correlation coefficients) を検討した報告では、低～中程度の ICC 0.5 と報告され (4)、血液希釈といった妊娠期間中の生理的な変化が、血中マンガン濃度に影響している可能性がある。

2. マンガン摂取量

ここではマンガン摂取について整理する。馬ら (5) の報告は、エコチル調査宮城ユニットセンターの調査参加者 (成人女性) を対象とし、鉛やカドミウム濃度レベルが高い対象者における曝露源と曝露経路を明らかにするため、食事 (陰膳)、水道水、屋内空気 (浮遊粒子状物質)、ハウスダスト、土壌を含め複数の曝露経路を調査した報告である。この調査では、鉛やカドミウムの他、水銀、セレンやマンガンの分析も実施されたが、本主題であるマンガンについて記述する。当該調査で収集されたハウスダスト中の平均 マンガン濃度は $151 \mu\text{g/g}$ で、トルコの研究 ($136 \mu\text{g/g}$) (6)

よりわずかに高かったが、カナダの研究 ($267 \mu\text{g/g}$) より低かった (7)。また、この研究における 食事由来のマンガンの平均摂取量は 2.57mg/日 であり、これは以前の日本の別な研究 (4.9mg/日) (8) およびポーランドの研究 (4.5mg/日) (9) で報告された値よりも低かったものの、アメリカの調査と同程度かやや高かった (10)。食事以外の摂取を加算した場合もマンガンの推定総摂取量は 2.59mg/日 であり、食事からの摂取がほとんどであった。馬らの調査

で報告されたマンガン摂取量は、日本の食事摂取基準 (2020) の成人女性の目安量 (3.5mg/日) および耐容上限量 (11mg/日) より低かった。また、本報告におけるマンガンの体重あたりの平均推計1日摂取量は 0.047mg/kg/日 (最大値 0.12) であり、食品安全委員会の定めるマンガンの耐容1日摂取量 (TDI) 0.18mg/kg/日 を下回っていた。

石塚らは、エコチル調査参加者 (30,373名) の妊娠に気づいた時あるいは妊娠中の2回にわたる食物摂取頻度調査データを取りまとめ、その結果、1日平均マンガン摂取量は 3mg/日 程度 (1日摂取エネルギー補正) と推定され (11)、日本の食事摂取基準 (2020) の成人女性の目安量 (3.5mg/日) と同程度となった。

岩井らは、母乳中マンガン濃度について、授乳前後、日内・日間変動について検討した (11名から3日間にわたり午前中の前乳と後乳、うち1日は朝・昼・夕の3回提供)。母乳中マンガン濃度の中央値は、前乳 2.8ng/g 、後乳の 3.5ng/g となった (別調査と同程度の値、 $N=108$)。母乳中マンガンの濃度の日内変動は、前乳 ICC 0.44、後乳 ICC 0.57 であった。母乳中マンガンの濃度の日間変動は、前乳 ICC 0.42、後乳 ICC 0.80 であった (12)。さらに、市販の乳児用調整乳 (人工乳) を3ロット購入 (6社8製品) し、マンガン濃度を測定した。その結果、マンガンを添加されていると思われる製品 (最大値 32ng/g) とそうでない製品の2種 (最小 7ng/g) があつた。これらのデータから母乳と人工乳のマンガン濃度と授乳量 (780mL/日) から乳児における1日の推定マンガン摂取量を算出した。完全母乳の場合

合、1日の推定マンガン摂取量の中央値 $2\mu\text{g}/\text{日}$ （最大11）となり、人工乳の場合では、最小 $5.5\mu\text{g}/\text{日}$ （最大25）となった。人工乳の方がマンガンの摂取量は増え、さらに選択する人工乳によって、マンガン摂取量はさらに増えることが示唆された。

3. マンガンの妊婦、出生児への影響

ここでは、血中マンガンレベルと妊婦、出生児への影響に関する論文について整理する。

山本らは、妊娠中の血中マンガン濃度と出生児体格との関連について、母親と単胎の生産児16,473組のデータを用いて解析を進めた。血中マンガン濃度と出生時体重、身長、頭囲との関連を多変量回帰分析を行うとともに、血中マンガン濃度四分位で群分けし、SGA（体重10パーセントイル未満）のリスクを多変量ロジスティック回帰分析により解析した。妊婦の血中マンガン濃度中央値は $16.2\mu\text{g}/\text{L}$ （範囲 $4.3\text{--}44.5\mu\text{g}/\text{L}$ ）であった。男児の出生体重は血中マンガン濃度 $18.6\mu\text{g}/\text{L}$ で最大となり、低濃度および高濃度で減少した。採血時期が妊娠第3期（28～40週）のマンガン濃度でこの関連がみられたが、妊娠第2期（14～27週）ではみられなかった。男児のSGAのオッズ比（95%信頼区間）は、マンガン濃度第3四分位群と比較して第1四分位群で 1.35 [1.04-1.74]、妊娠第3期の第4四分位群で 1.62 [1.10 to 2.39]と高かった。妊娠中の血中マンガン濃度低値、あるいは妊娠第3期のマンガン濃度高値において、男児の出生体重の減少とSGAリスクの増加が認められた。女児の出生体重との関連は見られなかった(3)。

山本らは、妊娠中マンガンレベルと子どもの神経発達との関連について検討した。解析対象者は妊婦の血中マンガン濃度データがある63,767組、臍帯血中マンガン濃度データがある3,787組を対象とした。子どもの神経発達（日本語版のASQ-3という質問票）は6か月、1歳、1歳半、2歳、2歳半、3歳時の日本語版のASQ-3質問票回答結果を用いた。5つの領域（コミュニケーション、粗大運動、微細運動、問題解決、個人と社会）について、算出された点数を評価した。粗大運動領域（腕や足など大きな筋肉を使う動き）では、6か月、1歳、2歳、2歳半、3歳において、妊婦の血中マンガン濃度が高い場合、発達の点数がわずかに低いことと関連が示された。また、1歳、2歳、2歳6か月で、臍帯の血中マンガン濃度が高いことと、発達の点数がわずかに低いこととの関連が示された。マンガンは母子ともに必要な微量元素だが、本研究により、妊娠中の血中マンガン濃度が高くなる環境では、子どもの神経発達がやや遅れる可能性が示された(13)。

宮下らは、エコチル調査に参加した妊婦から生まれた単胎児のうち、先天性形態異常のない子ども（ $n=89,134$ ）と先天性腹部形態異常がある子ども（ $n=139$ ）（先天性横隔膜ヘルニア、臍帯ヘルニア、腹壁破裂、先天性消化管閉鎖、先天性消化管狭窄）を対象とし、妊婦の血中重金属濃度を濃度分布に沿って4群に分け、生まれた子どもの先天性腹部形態異常の有無との関連についてロジスティック回帰分析を行った。妊婦の血中元素濃度（鉛、カドミウム、セレン、マンガン、水銀）と生まれた

子どもの先天性腹部形態異常の発症の有無について、統計学的に有意な関連は認められなかった(14)。

辻らは、妊婦の血中金属濃度(カドミウム、鉛、水銀、セレン、マンガン)と早期・後期早産との関係を解析した。解析対象者は単胎妊娠母親のうち、生産(死産を含まない)に限定し、14,847名を対象とした。早期早産(22~33週)、後期早産(34~36週)、正期産(37週以上)の3群に分けて解析し、各元素濃度を4分位に分けて解析した。妊婦の血中カドミウム濃度の最も低い濃度の群(第1四分位群)に比べて最も高い群(第4四分位群)では早期早産の頻度が1.9倍高いことがわかった。妊婦の血中鉛、水銀、セレン、マンガン濃度は早期・後期早産と統計学的に有意な関係を認められなかった(15)。

辻らは、妊娠中の全血中金属濃度(カドミウム、鉛、水銀、セレン、マンガン)と総IgE及び特異的IgE(卵白、ハウスダスト、スギ、動物上皮、蛾)との関係を解析した(14,408名)。IgEは低濃度群 <0.35 と高濃度群 ≥ 0.35 UA/mlの2群に分け、各元素濃度は4分位に分けて解析した。妊娠中の血中水銀、セレン濃度の高い群ではスギ特異的IgE抗体高濃度になる頻度が高い、一方、血中水銀とマンガン濃度の高い群では、ハウスダスト及び動物上皮特異的IgE抗体高濃度になりにくいことが示唆された(16)。

辻らは、妊婦の血中金属類濃度(カドミウム、鉛、水銀、セレン、マンガン)と前置胎盤・癒着胎盤との関係を解析した。対象者は単胎妊娠母親に限定し、17,414名を対象とした。各元素濃度は4分位に分けて

解析した。最も低いカドミウム濃度の群(第1四分位群)に比べて最も高い群(第4四分位群)では、前置胎盤の頻度が2.1倍高いことがわかった。妊婦の血中鉛濃度は最も低い濃度の群(第1四分位群)に比べて低い群(第2四分位群)では前置胎盤の頻度が2.6倍高いことがわかった。妊婦血中のカドミウム濃度と鉛濃度は、最も低い濃度群と比較してより高い群において前置胎盤の頻度が高いことが示唆されたが、他の元素では関連は認められなかった。(17)。

竹内らは、母親の複数の元素曝露と出生した児の口唇口蓋裂との関連について検討するため、エコチル調査データセットを用いて症例対照研究を行なった。口唇口蓋裂と診断された症例と、対象群(診断のない小児)のデータを1:10でマッチさせた。曝露は、妊娠中の母体から採取した4種類の元素(水銀、鉛、カドミウム、マンガン)である。条件付きロジスティック回帰を用いて、これら元素の曝露と口唇口蓋裂発生の関連性を評価した。約10万件のレコードから、口唇口蓋裂を持つ192人の子供(症例群)と、特性をマッチさせた1,920人の対照群の子どもを抽出し、解析対象とした。単変量および多変量解析の結果、妊娠中の母親の血液中の4種類の元素レベルはいずれも、子どもの口唇口蓋裂のリスクと関連しなかった(18)。

Meishuoらは、日本人の一般集団における食事中的マンガン摂取量と心血管疾患(CVD)死亡率との関連を調べた。方法は、日本共同コホート研究(JACC)に参加した40~79歳を対象とし、58,782人のCVDによる死亡率は、中央値16.5年間

で追跡された。マンガン摂取量は、ベースライン（1989～1990年）時の食物頻度調査票を使用して推定され、エネルギーで調整されたマンガン摂取量の五分位群ごとに、死亡率の多変量調整ハザード比（HR）が計算された。その結果、追跡期間中、合計3,408人のCVD死亡が記録された。Mn摂取量が最も多い群（中央値10mg/日）は、最も摂取量が少ない群（中央値3.0mg/日）と比較して、全脳卒中（HR: 95% CI, 0.76: 0.64-0.90）、虚血性脳卒中（HR: 0.77, 0.61-0.97）、虚血性心疾患（HR: 0.76, 0.58-0.98）および総CVD（HR: 0.86, 0.76-0.96）による死亡リスクが低かった。この関連は閉経前の女性よりも閉経後のほうがより強固であった。この報告は、食事によるマンガン摂取量と、日本人集団におけるCVDによる死亡リスクの低下との関連性を示した最初の研究である(19)。

4. マンガンを含む複数の元素曝露と出生児体格への影響

高谷らは、エコチル調査参加者の母子93,739組のデータを使用し、妊娠中期～妊娠末期の血液中の元素濃度と、子どもの出生時の体重、身長、頭囲、胸囲との関連を解析した。個々の元素についての関連と、これらの元素の複合的曝露との関連について検討した。鉛は、胎児の成長抑制作用が最も強く、妊娠中の血中濃度が高いと、子どもの出生時の体重、身長、頭囲、胸囲が小さく、SGA（標準的出生体重より小さく産まれること）が多いという関連が見られた。セレン、カドミウムも胎児の成長を抑制するという関連が示された。水銀は子どもの出生時体重との関連は見られず、出

生時の頭位については抑制的な関連が示された。逆にマンガンは、血中濃度が高いと出生時の体重、身長、頭囲、胸囲が大きいという関連が見られた。元素の複合的な影響を考慮して解析した結果、鉛は胎児の成長を抑制し、マンガンは胎児の成長を助けるという関係が示された。セレンは通常の生活で摂取する程度の量でも、血中濃度が高すぎると胎児の成長を抑制する可能性があることが示唆された(20)。

谷口らは、エコチル調査参加者の出生から3歳までの間に体重データが収集できた約99,000名の情報をもとに、子どもの成長パターンを類型化した。また、約95,000名の母親の妊娠中の血中元素濃度（カドミウム・マンガン・水銀・セレン・鉛）と子どもの成長パターンとの関連性を調べた。子どもの体重は、出生時、1か月、0.5歳、1歳、1.5歳、2歳、2.5歳、3歳の合計8時点の体重データのうち、2時点以上データが揃ったものを解析対象者とした。体重データは、性別に月齢毎の体重SDスコアに換算し、統計モデル（latent-class group-based trajectory models）により成長パターンを類型化した。母親の血中元素濃度を4グループに分けた上で、子どもの成長パターンとの関連性を多項ロジスティック回帰により分析した。出生から3歳までの間の子どもの成長パターンは、「標準的な成長」を示す群（全体の約21.9%）、「標準的な体重で生まれてその後小さく成長」を示す群（全体の約31.3%）、「出生時は大きくその後標準的な体重になる成長」を示す群（全体の約28.1%）、「出生時に大きくその後も大きく成長する」を示す群（全体の約14.0%）、そ

して、「出生時に小さくその後も小さく成長」を示す群（全体の約 4.7%）の 5 つに分類できた。母親の血中元素類と子どもの成長パターンの関連性を調べた結果、妊娠中の母親血中鉛濃度またはセレン濃度が高い場合、子どもが「出生時に小さくその後も小さく成長」を示すリスクが高いことが明らかになった。また、母親血中水銀濃度が高いこと、またはマンガン濃度が低いことも、子どもの発育パターンに影響することが明らかになった(21)。

D. 結論

本稿では、必須微量元素のマンガンに関する近年の研究について整理した結果、主に妊婦、小児を対象とした研究が中心となった。妊娠中の血中マンガン濃度と出生児体格との関連、神経発達との関連では、血中マンガン濃度が低すぎても高すぎても、出生児への影響がわずかにみられた。一方で、妊娠中の複数の元素曝露を考慮した場合には、マンガンは胎児の成長を助ける結果を示した。また、マンガン摂取量が多い群（10mg/日）では、CVDによる死亡リスクが低下する報告もあったが、本稿で取りまとめた妊婦のマンガン摂取量は3mg/日程度と推察され、血中マンガン濃度が高い場合に出生児への影響も少なからずみられており、妊婦と成人（非妊娠時）では、マンガンの摂取量について、別に考える必要があると推察された。

E. 健康危険情報

なし

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

Biomedical Research on Trace Elements, 33(1):88-89(2022)

G. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

参考文献

1. Nakayama SF, Iwai-Shimada M, Oguri T, Isobe T, Takeuchi A, Kobayashi Y, et al. Blood mercury, lead, cadmium, manganese and selenium levels in pregnant women and their determinants: the Japan Environment and Children's Study (JECS). *J Expo Sci Environ Epidemiol*. 2019;29(5):633-47.
2. Arbuckle TE, Liang CL, Morisset AS, Fisher M, Weiler H, Cirtiu CM, et al. Maternal and fetal exposure to cadmium, lead, manganese and mercury: The MIREC study. *Chemosphere*. 2016;163:270-82.
3. Yamamoto M, Sakurai K, Eguchi A, Yamazaki S, Nakayama SF, Isobe T, et al. Association between blood manganese level during pregnancy and birth size: The Japan environment and children's study (JECS). *Environ Res*. 2019;172:117-26.
4. Ashrap P, Watkins DJ, Mukherjee B, Boss J, Richards MJ, Rosario Z, et al. Predictors of urinary and blood Metal(loid) concentrations among pregnant women in Northern Puerto Rico. *Environ Res*. 2020;183:109178.
5. Ma C, Iwai-Shimada M, Tatsuta N, Nakai K, Isobe T, Takagi M, et al. Health Risk Assessment and Source Apportionment of Mercury, Lead, Cadmium, Selenium, and Manganese in Japanese Women: An Adjunct Study to the Japan Environment and Children's Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(7).
6. Kurt-Karakus PB. Determination of heavy metals in indoor dust from Istanbul, Turkey: estimation of the health risk. *Environ Int*. 2012;50:47-55.
7. Rasmussen PE, Subramanian KS, Jessiman BJ. A multi-element profile of housedust in relation to exterior dust and soils in the city of Ottawa, Canada. *Sci Total Environ*. 2001;267(1-3):125-40.
8. Yamada M, Asakura K, Sasaki S, Hirota N, Notsu A, Todoriki H, et al. Estimation of intakes of copper, zinc, and manganese in Japanese adults using 16-day semi-weighed diet records. *Asia Pac J Clin Nutr*. 2014;23(3):465-72.
9. Zheng J, Chen KH, Yan X, Chen SJ, Hu GC, Peng XW, et al. Heavy metals in food, house dust, and water from an e-waste recycling area in South China and the potential risk to human health. *Ecotoxicol Environ Saf*. 2013;96:205-12.
10. Trumbo P, Yates AA, Schlicker S, Poos M. Dietary reference intakes: vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. *J Am Diet Assoc*. 2001;101(3):294-301.
11. Ishitsuka K, Sasaki S, Yamamoto-Hanada K, Mezawa H, Konishi M, Ohya Y, et al. Changes in Dietary Intake in Pregnant Women from Periconception to Pregnancy in the Japan Environment and Children's Study: A Nationwide Japanese Birth Cohort Study. *Matern Child Health J*. 2020;24(3):389-400.
12. Iwai K, Iwai-Shimada M, Asato K, Nakai K, Kobayashi Y, Nakayama SF, et al. Intra- and Inter-Day Element Variability in Human Breast Milk: Pilot Study. *Toxics*. 2022;10(3).
13. Yamamoto M, Eguchi A, Sakurai K, Nakayama SF, Sekiyama M, Mori C, et al. Longitudinal analyses of maternal and cord blood manganese levels and neurodevelopment in children up to 3 years of age: The Japan Environment and Children's Study (JECS). *Environ Int*. 2022;161:107126.
14. Miyashita C, Saijo Y, Ito Y, Ikeda-Araki A, Itoh S, Yamazaki K, et al. Association between the Concentrations of Metallic Elements in Maternal Blood during Pregnancy and Prevalence of Abdominal Congenital Malformations: The Japan Environment and Children's Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(19).
15. Tsuji M, Shibata E, Morokuma S, Tanaka R, Senju A, Araki S, et al. The association between whole blood concentrations of heavy metals in pregnant women and premature births: The Japan Environment and Children's Study (JECS). *Environ Res*. 2018;166:562-9.
16. Tsuji M, Koriyama C, Ishihara Y, Yamamoto M, Yamamoto-Hanada K, Kanatani K, et al. Associations Between Metal Levels in Whole Blood and IgE Concentrations in Pregnant Women

- Based on Data From the Japan Environment and Children's Study. *J Epidemiol.* 2019;29(12):478-86.
17. Tsuji M, Shibata E, Askew DJ, Morokuma S, Aiko Y, Senju A, et al. Associations between metal concentrations in whole blood and placenta previa and placenta accreta: the Japan Environment and Children's Study (JECS). *Environ Health Prev Med.* 2019;24(1):40.
 18. Takeuchi M, Yoshida S, Kawakami C, Kawakami K, Ito S, Japan E, et al. Association of maternal heavy metal exposure during pregnancy with isolated cleft lip and palate in offspring: Japan Environment and Children's Study (JECS) cohort study. *PLoS One.* 2022;17(3):e0265648.
 19. Meishuo O, Eshak ES, Muraki I, Cui R, Shirai K, Iso H, et al. Association between Dietary Manganese Intake and Mortality from Cardiovascular Disease in Japanese Population: The Japan Collaborative Cohort Study. *J Atheroscler Thromb.* 2022;29(10):1432-47.
 20. Takatani T, Eguchi A, Yamamoto M, Sakurai K, Takatani R, Taniguchi Y, et al. Individual and mixed metal maternal blood concentrations in relation to birth size: An analysis of the Japan Environment and Children's Study (JECS). *Environ Int.* 2022;165:107318.
 21. Taniguchi Y, Yamazaki S, Nakayama SF, Sekiyama M, Michikawa T, Isobe T, et al. Maternal Metals Exposure and Infant Weight Trajectory: The Japan Environment and Children's Study (JECS). *Environ Health Perspect.* 2022;130(12):127005.

日本人の食事摂取基準値算定に資するセレンの摂取と健康影響に関する調査研究

研究協力者 高橋一聡¹

¹千葉大学大学院園芸学研究院 助教

【研究要旨】

セレンは、抗酸化システムや甲状腺ホルモン代謝などに関与し、セレンを含有するタンパク質（セレノプロテイン）の合成に要求されることからその必須性が認められている。またその必須性とは別にセレンは糖尿病を始めとした生活習慣病やがん発症に関与することも示唆されており、必須性あるいは中毒に関する摂取基準値以外に発症予防に関する目標値を設定することの有用性が期待される。本研究では生活習慣病及びがんの発症予防に向けた摂取目標値を検討するに資する最新の研究を収集、整理した。セレンの血中濃度及び摂取量は糖尿病発症と正に相関することが整理した知見から示された。リスクを亢進する摂取量は日本人の食事摂取基準で現状設定されている耐容上限量より低値であることが推察された。従って、現状の耐容上限量より低値に糖尿病発症予防のための目標量（上限値）を設定することについて検討する必要があると結論した。

A. 背景と目的

セレンは必須微量ミネラルの1つとして日本人の食事摂取基準（2020年版）に規定されている。セレンは、セレノシステイン残基が一次構造中に組み込まれたタンパク質（セレノプロテイン）として生理機能を発現している。ヒトには25種類のセレノプロテインの存在が明らかにされており、抗酸化システムや甲状腺ホルモン代謝において重要である。代表的なものに、グルタチオンペルオキシダーゼ（GPX）、チオレドキシンレダクターゼ、セレノプロテイン Pなどがある。セレンは欠乏症として、克山病（Keshan disease）、カシン・ベック病（Kashin Beck disease）といった心筋障害などが挙げられている。また中毒症として、毛髪及び爪の脆弱化や胃腸障害、神経異常など

が報告される。セレノプロテイン類の生合成は、セレンの摂取量に依存して起こり、一定の摂取量に達するとその生合成は飽和するとされる。しかしセレンの必須性はセレノプロテイン類生合成の飽和を求めるものでなく、住民の血中セレノプロテインの活性値が未飽和な地域が存在するが、それら地域においてセレン欠乏症は発症していない。WHOは血漿GPXの活性値が飽和値の2/3の値でセレン欠乏症である克山病を予防できることから、血漿GPX活性値が飽和値の2/3を与える摂取量をセレンの必要量と提唱している。これらの点を踏まえ、日本人の食事摂取基準（2020年版）はセレンの推定平均必要量、推奨量及び耐容上限量が策定されている。一方で、セレンと生活習慣病の関連についても検討がされ、血中セ

レン濃度が低い場合には心血管疾患や脂質異常症の発症リスクを高める恐れがある。また血中濃度が高い場合、2型糖尿病発症率の増加が報告されている。しかし、これらのセレン濃度との相関に関する定量的情報の不足のため、日本人の食事摂取基準（2020年版）では生活習慣病の発症予防のための目標量に関する下限値及び上限値は設定されておらず、今後の課題として残されていた。従って、セレンの摂取が及ぼす生活習慣病等の発症への効果について、知見を網羅的に収集し再整理することが求められる。そこで本研究では、セレンの摂取量と糖尿病を始めとする生活習慣病やがんの発症リスクとの関連を検討した近年の疫学研究の結果を中心にメタアナリシスとシステムティックレビュー、およびそれらの対象論文を整理した。

B. 方法

本レビューではセレンの摂取や体内濃度と生活習慣病やがんの充進の相関を検討した研究を調査した。論文の検索には、PubMed を用いた。日本人の食事摂取基準（2020年版）では最新の知見が2018年であるため、2018年から2022年に出版された論文を調査対象とした。検索式はセレンや対象疾患、食事性などを表す語群とし、以下の通りである。

Search: (selenium) AND ((metabolic syndrome) OR (diabetes) OR (cancer) OR (hypertension)) AND ((diet) OR (dietary) OR (food) OR (consumption) OR (intake) OR (intakes)) AND ((clinicaltrial[Filter] OR meta-analysis[Filter] OR randomizedcontrolledtrial[Filter] OR

systematicreview[Filter]) AND (2018:2023[pdat])) AND (clinicaltrial[Filter] OR meta-analysis[Filter] OR randomizedcontrolledtrial[Filter] OR systematicreview[Filter]) Filters: Clinical Trial, Meta-Analysis, Randomized Controlled Trial, Systematic Review, from 2018 – 2022

上記の検索式で論文検索を行い、検索された文献（93報）の中からタイトルを確認し、目的に適合しないと判断した論文を除外し、アブストラクトを読むべきと判断した論文を抽出した。抽出された論文のアブストラクトを確認し、精読する論文（24報）を抽出した。また抽出後、精読の段階で適切でないと判断された文献については除外した。

C. 結果及び考察

上述の方法により調査対象とした論文として最終的に14報が該当した。これらの論文について整理し、概要をまとめる。

糖尿病発症リスクとセレン摂取の関連について、7報の論文が該当した。

Kohlerらの研究[1]では200 $\mu\text{g Se/day}$ となるようセレン強化酵母を摂取していた被験者群を対象に、血中セレン濃度と2型糖尿病発症の関連を検討した。被験者を血中セレン濃度に応じて3群に階層化を行い、2型糖尿病の発症について比較した。113.5 \pm 9.7 ng/mLの群に対してオッズ比を正規化したところ、135.4 \pm 5.9 ng/mLの群では1.25 (95% CI 0.80-1.95)、168.7 \pm 23.4 ng/mLの群では1.77 (95% CI 1.16-2.71)をそれぞれ示し、血中セレン濃度と2型糖尿病発症には正の相関が観察された。また多量

栄養素の摂取は血中セレン濃度と2型糖尿病発症の相関には影響を及ぼさないことも観察された。

メタアナリシス、システマティックレビューにおいてもセレン摂取、血中濃度と2型糖尿病発症について正の相関が観察されている。Vincetiら[2]は50の観察研究と5つのRCTsに関する文献を候補文献として、メタアナリシスをおこなった。観察研究を用いたメタアナリシスでは血中セレン濃度及びセレン摂取量に対して2型糖尿病発症のリスク比が正に相関していた。また200 $\mu\text{g}/\text{day}$ の摂取による影響を観察した介入研究のメタアナリシスではリスク比が1.11 (95% CI 1.01-1.22)となり、セレン摂取が2型糖尿病発症に対し、有意に正の相関があることを報告している。

Vincetiらの最近のメタアナリシス、システマティックレビュー[3]においても2型糖尿病のリスクについてセレンの血中濃度や摂取量などとの相関を評価している。血中濃度が90 $\mu\text{g}/\text{L}$ 時と比較し、120 $\mu\text{g}/\text{L}$ 及び160 $\mu\text{g}/\text{L}$ ではリスク比がそれぞれ1.27 (95% CI 1.10-1.47)と1.96 (95% CI 1.27-3.03)であった。また1日摂取量と2型糖尿病のリスクの相関では55 $\mu\text{g}/\text{day}$ 時に比べ、80及び120 $\mu\text{g}/\text{day}$ 時ではそれぞれRRsが1.23 (95% CI 1.14-1.33)と1.55 (95% CI 1.27-1.90)になる。以上の知見から、血中のセレン濃度及びセレンの摂取量は糖尿病の発症に量依存的正の相関があることが示され、糖尿病の予防に向け目指すべき血中濃度、摂取量を設定することが有益であると考えられた。

Kimらの観察研究を基にしたメタアナリシス[4]でも上述の正の相関が示されてい

る。血中濃度が100 $\mu\text{g}/\text{L}$ 以下では2型糖尿病発症のオッズ比が1.90 (95% CI 1.23-2.93)に対し、100-120 $\mu\text{g}/\text{L}$ あるいは > 120 $\mu\text{g}/\text{L}$ では4.06 (95% CI 2.67-6.18)、2.46 (95% CI 1.48-4.10)となった。年齢や性差などは考慮されてはいないが、血中のセレン濃度と2型糖尿病の発症に正の相関があることを示唆している。

しかし、この正の関連を観察しなかった報告も存在する。Rayganら[5]はインスリン感受性や抵抗性にセレン摂取が与える影響を評価する介入研究をおこなった。本研究では200 $\mu\text{g}/\text{day}$ のセレンの摂取が有意なインスリン抵抗性の改善が観察された。しかし本研究は比較的投与期間が短期間(12週間)であり、インスリン濃度とインスリン抵抗性について解析しており、その他糖尿病の関連指標については検討していない。Stróżykらの介入研究についてのシステマティックレビュー[6]においても糖尿病患者の糖代謝への影響について、セレンの摂取では影響が現れなかった。しかしセレンの血中濃度が重要なリスクファクターとして考えられ、被験者の基準血中濃度及び日常的な摂取量を考慮する必要性が先の研究から示されている。これらの研究については、血中セレン濃度などの定量的なデータが不足しているため、更なる検討が必要であるといえる。またJacobsら[7]はインスリン感受性や抵抗性にセレン摂取が与える影響を評価するRCTsをおこない、200 $\mu\text{g}/\text{day}$ のセレンの摂取が有意なインスリン感受性や抵抗性の増悪に関与しないことが観察された。しかし、被験者は日常的なセレン摂取量が多く(106 $\mu\text{g}/\text{day}$)、血漿セレン濃度がすでに高値(138 $\mu\text{g}/\text{L}$)であることを踏まえ

るとすでに糖尿病について高リスク群を対象とした研究であることが懸念される

以上の論文から、血中のセレン濃度並びに摂取量は2型糖尿病の発症におけるリスク要因となることが示唆された。これまでにリスク要因でないとする報告もあるが、基準となる血中濃度、摂取量を考慮することが重要であることを踏まえると、定量的データの不足や被験者がすでにセレン高値を示していることなどでリスクが過小に評価されている可能性が考えられる。日本人の食事摂取基準(2020年版)ではセレンの摂取量の上限としては耐容上限量が設定されているが、現在の上限量はセレン中毒を念頭にした設定であり、糖尿病の発症リスクは考慮されていない。収集された知見から、糖尿病の発症リスクを増悪させる摂取量は現在の上限量より低値であることが見積もられる。従って、現状の上限量より低値に糖尿病発症予防のための目標量(上限値)を設定することを検討すべきであるといえる。

糖尿病以外にも高血圧などの生活習慣病へのセレン摂取の相関について知見を収集したところ、4報の論文が該当した。

Tinkovら[8]は肥満女性を対象とし、微量元素の体内濃度等について横断研究をおこなった。肥満女性のセレン濃度は正常体重女性に比べ37%も低く、67 $\mu\text{g/L}$ であった。血清中のセレンは血圧やTG濃度と逆相関であることが観察される一方、TCやHDL-C濃度については正の相関があることを示し、セレン濃度が肥満関連症状に関連していることが観察された。セレン摂取が肥満関連症状に有益であることが示唆されるが、本研究の群構成人数は40人であり研究規模が小さいことを考慮する必要がある。またこれ

は横断研究に基づいており、介入研究など更なる調査が求められる。

Kelishadiら[9]は脂質代謝や血圧に対するセレン摂取のメタアナリシス及びシステマティックレビューを行った。TCやVLDL-C濃度についてはセレン摂取による低下が観察された一方で、LDL濃度や血圧の上昇も観察された。過去の報告では体内セレン濃度に応じた相関はU字型を示すとされているため、体内セレン濃度など定量的な情報を含め、更なる検討が必要であるといえる。

Linら[10]は慢性肝疾患に関する体内のセレン量についてメタアナリシス及びシステマティックレビューによる検討をおこなった。肝炎や肝硬変、肝がんなど慢性肝疾患患者では体内セレン量が対照群に比べ有意に低いことが観察されたが、その発症について有意な濃度依存的な相関は観察されなかった。

Retondarioらのシステマティックレビュー[11]ではセレンの摂取とメタボリックシンドロームの相関を調査した。本調査ではセレンの摂取とメタボリックシンドロームには明らかな相関は観察できなかったとするが、高血圧や肥満など個々の症状については相関があったとする報告もあり、それぞれの症状についてその関連を検討する必要を提起している。

いずれの研究においてもセレンの摂取が生活習慣病の諸症状について有益な効果をもたらすことが示唆されている。しかし、セレンの血中濃度や摂取量について定量的情報が不足しているため生活習慣病の発症予防のための目標量(下限値)の設定については更なる研究を必要とする。

がん発症におけるセレン摂取のリスクに

ついでに、そのリスク比を勘案しつつセレン

についての知見では、3報の論文が該当した。
Zhuら[12]の肺がんに関するケースコントロール研究において肺がん患者のセレン血中濃度の減少が観察され、セレンの摂取ががん発生抑制に有益であることを示唆している。

Karunasingheら[13]は前立腺へのセレン摂取による健康影響を評価するため、200 $\mu\text{g/day}$ のセレン摂取の介入研究を行った。55歳以下ではセレンの摂取により有意に前立腺がんマーカーであるPSAの減少が見られた。しかし本研究では前立腺がんそのものを調査していない点など、今後検討すべき点は残されている。

Kuriaraら[14]はセレンの摂取によるがん発症のリスクについて観察及び介入研究のシステマティックレビュー及びメタアナリシスをおこなった。55 $\mu\text{g/day}$ の摂取を基準に考えると、55 $\mu\text{g/day}$ 以上の摂取ではそれ以下の摂取時よりがん全体でその発症のリスクの低下がメタアナリシスから示された。しかし、個別のがんについて着目すると一部皮膚がんなどについては摂取により発症が有意に増加することも観察されたため、個別のがんについては更なる検討が必要である。また摂取による効果は非容量依存的であったため、この点は考慮する必要がある。

以上の知見から、セレンの摂取とがん発症のリスクについての相関関係が示唆されるが、その定量的情報はまだ十分とはいえない。またその相関は各がんにより正の相関、あるいは負の相関をとり、一律の基準値設定は困難であることを考慮しなければならない。今後は各がんについてセレン摂取の定量的データに関する研究が望まれると

ともに、そのリスク比を勘案しつつセレン摂取のがん予防に向けた目標値の検討が進むことを期待される。

D. 結論

セレンについて日本人の食事摂取基準値算定に資する知見を整理し、生活習慣病やがんの発症予防のための目標値を設定する可能性を検討した。

糖尿病の発症とセレン摂取量、あるいは血中セレン濃度には正の相関があることが示された。収集された知見から、リスクを亢進するセレン摂取量は現状設定されている耐容上限量より低値であることが推察されたため、耐容上限量とは別に生活習慣病等の発症予防のための目標量(上限値)を設定する意義が見出された。特に血中セレン濃度を100 $\mu\text{g/L}$ 以下程度となるような摂取量の設定が予防に効果的であると考えられる。

一方、生活習慣病の発症予防のための目標量(下限値)については定量的データの不足などから設定の検討は困難であるといえる。しかし、セレン摂取の有益性は示唆されてきていることから、今後定量的な知見を収集することで生活習慣病の発症予防のための目標量(下限値)について設定を検討することが期待される。

がんとの関連についても、摂取量の目標値を検討するには目標とすべき血中濃度など定量的データの不足、また各がんについて細分化された情報の更なる集積が求められると結論した。

E. 健康危険情報

なし

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

G. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

I. 参考文献

- 1) L. N. Kohler *et al.*, 'Higher Plasma Selenium Concentrations Are Associated with Increased Odds of Prevalent Type 2 Diabetes', *J Nutr*, vol. 148, no. 8, pp. 1333–1340, Aug. 2018, doi: 10.1093/JN/NXY099.
- 2) M. Vinceti, T. Filippini, and K. J. Rothman, 'Selenium exposure and the risk of type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis', *Eur J Epidemiol*, vol. 33, no. 9, pp. 789–810, Sep. 2018, doi: 10.1007/S10654-018-0422-8.
- 3) M. Vinceti, T. Filippini, L. A. Wise, and K. J. Rothman, 'A systematic review and dose-response meta-analysis of exposure to environmental selenium and the risk of type 2 diabetes in nonexperimental studies', *Environ Res*, vol. 197, Jun. 2021, doi: 10.1016/J.ENVRES.2021.111210.
- 4) J. Kim *et al.*, 'Association between Serum Selenium Level and the Presence of Diabetes Mellitus: A Meta-Analysis of Observational Studies', *Diabetes Metab J*, vol. 43, no. 4, pp. 447–460, Aug. 2019, doi: 10.4093/DMJ.2018.0123.
- 5) F. Raygan *et al.*, 'Selenium supplementation lowers insulin resistance and markers of cardio-metabolic risk in patients with congestive heart failure: a randomised, double-blind, placebo-

- controlled trial', *Br J Nutr*, vol. 120, no. 1, pp. 33–40, Jul. 2018, doi: 10.1017/S0007114518001253.
- 6) A. Stróżyk *et al.*, 'Effectiveness and safety of selenium supplementation for type 2 diabetes mellitus in adults: a systematic review of randomised controlled trials', *J Hum Nutr Diet*, vol. 32, no. 5, pp. 635–645, Oct. 2019, doi: 10.1111/JHN.12670.
- 7) E. T. Jacobs *et al.*, 'Selenium supplementation and insulin resistance in a randomized, clinical trial', *BMJ Open Diabetes Res Care*, vol. 7, no. 1, Feb. 2019, doi: 10.1136/BMJDR-2018-000613.
- 8) A. A. Tinkov *et al.*, 'Trace Element and Mineral Levels in Serum, Hair, and Urine of Obese Women in Relation to Body Composition, Blood Pressure, Lipid Profile, and Insulin Resistance', *Biomolecules*, vol. 11, no. 5, May 2021, doi: 10.3390/BIOM11050689.
- 9) M. R. Kelishadi, D. Ashtary-Larky, S. H. Davoodi, C. C. T. Clark, and O. Asbaghi, 'The effects of selenium supplementation on blood lipids and blood pressure in adults: A systematic review and dose-response meta-analysis of randomized control trials', *J Trace Elem Med Biol*, vol. 74, Dec. 2022, doi: 10.1016/J.JTEMB.2022.127046.
- 10) Y. Lin *et al.*, 'Selenium Status in Patients with Chronic Liver Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis', *Nutrients*, vol. 14, no. 5, Mar. 2022, doi: 10.3390/NU14050952.
- 11) A. Retondario *et al.*, 'Selenium intake and metabolic syndrome: A systematic review', *Clin Nutr*, vol. 38, no. 2, pp. 603–614, Apr. 2019, doi: 10.1016/J.CLNU.2018.02.021.
- 12) X. Zhu, D. Pan, N. Wang, S. Wang, and G. Sun, 'Relationship Between Selenium in Human Tissues and Breast Cancer: a Meta-analysis Based on Case-Control Studies', *Biol Trace Elem Res*, vol. 199, no. 12, pp. 4439–4446, Dec. 2021, doi: 10.1007/S12011-021-02574-9.
- 13) N. Karunasinghe, L. Ng, A. Wang, V. Vaidyanathan, S. Zhu, and L. R. Ferguson, 'Selenium Supplementation and Prostate Health in a New Zealand Cohort', *Nutrients*, vol. 12, no. 1, Jan. 2019, doi: 10.3390/NU12010002.
- 14) A. Kuria *et al.*, 'Does dietary intake of selenium protect against cancer? A systematic review and meta-analysis of population-based prospective studies', *Crit Rev Food Sci Nutr*, vol. 60, no. 4, pp. 684–694, Feb. 2020, doi: 10.1080/10408398.2018.1548427.

日本における診療ガイドラインの食事・栄養素等に関する記述の収集評価

研究分担者 片桐諒子¹

研究代表者 佐々木敏²

¹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 栄養疫学・食育研究部

²東京大学大学院医学系研究科社会予防疫学分野

【研究要旨】

国内で作成された診療ガイドライン内に、食事・食品・栄養素摂取量など栄養関連の記載がどの程度含まれ、どのような記載があるかを収集し評価をすることを目的として実施した。主に食事・食品・栄養素が疾患に影響すると考えられる慢性疾患を中心に、診療ガイドライン 650 本（2022/05/20 時点）、および Common disease に相当する疾患のガイドラインにおいて対象とする疾患のガイドラインを選択した上で、食事・食品・栄養素に関する記載を収集し、システマティックレビューの実施、日本の研究がレビュー結果に含まれるか、記載が定性的か定量的かについて評価した。

83 の診療ガイドラインから上記の情報を収集した。34 診療ガイドラインには食事に該当する記載がなかった。残りの 49 診療ガイドラインのうち、日本の研究は 44 診療ガイドラインで引用文献に含まれていた。食塩、エネルギー比率、食事摂取基準値などの定量値を含んだガイドラインは 17 本あり、そのうち 7 本は食塩摂取量についてであった。国内の診療ガイドラインの食事等に関連する記載を収集した結果、定量的な値が記載されているガイドラインは少数であり、定量的な値の記載に資する日本人における研究の促進とガイドライン作成時の定量性の検討が望まれる。また、異なる疾患において共通の栄養素の記載が認められたことから、ガイドライン作成者間での情報共有を実施し、連携してガイドラインを作成することを可能とする体制の構築も望まれる。

A. 背景と目的

日本人の食事摂取基準は 2015 年版以降、「重症化予防」という概念を含んでいる¹⁾。すなわち、2015 年版までは健康な個人または集団を対象として食事摂取基準は策定されてきたが、「重症化予防」として疾患リスクをもつ個人または集団においても病態の悪化を防ぐことに食事摂取基準が利用しうることとなった。日本人の食事摂取基準 2020 年版においては、高血圧、脂質異常症、糖尿病、慢性腎疾患の 4 疾患における関連

学会ガイドラインが内容と関連している²⁾。

EBM 普及推進事業 (Minds) は、質の高い診療ガイドラインの普及を通じて、医療の質の向上を図ることを目的として実施されている。Minds では、系統的な手法により作成された推奨を含む文章を診療ガイドラインとして、日本で公開された診療ガイドラインを収集しライブラリに公開している。Appraisal of Guidelines for Research & Evaluation II (AGREE II)³⁾ を含めた複数回の評価を経てライブラリへの掲載が決定

されており、質の担保された診療ガイドラインが公開されていると考えられる。

Minds のライブラリに掲載されている診療ガイドラインは、科学的根拠に基づき、システマティックレビューによりエビデンスを評価している。当該疾患に関して、食事・食品や栄養素に関連する記載があるかは、ガイドラインを作成するにあたって検討されるスコープおよびクリニカルクエッション (CQ) に食事関連の内容が含まれるかによる。診療ガイドラインは医療現場での意思決定の判断材料の一つであるが、食事関連の内容が含まれる場合、食事と疾患に関連するシステマティックレビューが実施され、患者および医療者にその結果や益害を含めた評価が広く知られる役割も期待される。このため、国内の診療ガイドラインにどの程度食事や栄養に関連する項目や記載が含まれているかを把握することは、科学的根拠に基づく疾患に関連する食事や栄養に関して、エビデンスの評価状況と普及の状況を同時に把握することとなる。よって、診療ガイドラインにおける、食事・栄養関連の内容および食事摂取基準の記載がどの程度含まれ、エビデンスが国内において評価されているかを検討する目的で記載の収集評価を実施した。

B. 方法

B-1. 対象疾患、診療ガイドラインの選択

Minds ライブラリに掲載されている 17 カテゴリーの新規ガイドラインの合計 650 (分野の重複したガイドラインについては重複して集計、2022/05/20 時点) の中から、がんや感染症、救急分野、稀少疾患を除いた 77 ガイドライン (分野の重複なし) を選択した。また、いわゆる common disease については、「Common Disease の診療ガイドライン」(羊土社) 4) に掲載されている疾患は臨床医が一般的に診療する機会の多い

疾患と考え、閉塞性肺疾患、骨粗鬆症および慢性心不全の 3 疾患を含めた。さらに、すでに食事摂取基準に掲載されている疾患を定義に含む肥満症診療ガイドラインと、高齢化を鑑みフレイル診療ガイドラインに加え 82 ガイドラインとなった。さらに、歯科分野については、歯科診療ガイドラインライブラリにて歯科・口腔領域の診療ガイドラインや治療指針等がデータベース化されている。ここに歯周治療の指針 2015 が含まれており、対応する新版の歯周治療のガイドライン 2022 を今回の収集範囲に含めたため、全 83 ガイドラインが対象となった。

B-2. 診療ガイドラインの評価項目

Minds ガイドラインライブラリでは、所定の手順で評価し掲載している。今回我々は、これらの診療ガイドラインとして担保された質に加えて、食事、栄養に関連する記載に関連して以下の 5 項目の評価を加えることとした。1. CQ 等に食事内容、食事療法、栄養素に関する内容が含まれる。2. 記載に関するシステマティックレビューが行われている、もしくはシステマティックレビューを行ったとの記載がある。3. 記載箇所に日本の研究論文が引用されている、もしくは日本人からのエビデンスについての記載がある。4 日本の研究論文の有無にかかわらず、推奨文は日本人に向けたものとなっている。(日本人の研究論文が少ない旨を記載している、日本では、アジアでは、など欧米の研究の外的妥当性について検討を加えているなど) 5. 推奨する摂取量が定性的か定量的か

5-1 定量的な場合：どのような食品、栄養素等が推奨文および解説文のどちらにあるか

5-2 定性的な場合：どのような食品、栄養素等が記載されているか。

を検討した。

C. 研究結果

基準に基づいて選択された 83 ガイドライン中 34 ガイドラインには食事等に関連する記載が含まれていなかった。

食事、栄養素等に関する記載が含まれていた 49 ガイドラインについては記載内容の収集を行った。結果は表 1 の通りである。Minds ガイドラインライブラリに掲載されているガイドラインはシステマティックレビューが行われていることが条件であるが、中には対象領域の研究の不足から日本からの研究は引用されていないガイドラインが少数存在した。多くのガイドラインでは、「日本人では」、「本邦（の研究）では」、といった形で日本人の研究の引用が明らかになる形で研究内容を記載していた。推奨する食事、食品、栄養素等の記載が定量的か定性的かについては、49 の診療ガイドラインのうち 17 に定量値が示されていた。そのうち、7 ガイドラインは食塩摂取量についてであり、たんぱく質の比率または摂取量が記載されていたものが 6 本、エネルギー摂取量について定量的に記載していたものが 4 本、エネルギー産生栄養素比率が記載されていたものが 2 本であった。ビタミンやミネラルについて定量的に記載していたのは 3 本のみであり、カルシウムが 2 本、ビタミン D およびビタミン K が 1 本、葉酸が 1 本であった。食品の摂取量については定性的に疾患との関連を記載しているガイドラインは存在したが、定量的に記載したガイドラインは今回の収集範囲には存在しなかった。多くのガイドラインでは、要因として食品および栄養素の名称を取り上げるか、リスクの上昇低下と関連することを示す、関連の大きさを具体的に引用する、という定性的な記載がなされていた。一方、定量値を記載しているガイドラインの中には、日本人の食事摂取基準や、類似疾患のガイドライン、および欧米等他国の学会の

ガイドラインで示されている定量値が引用されているガイドラインが存在した。

D. 考察

国内の診療ガイドラインに食事・食品・栄養素等に関する記載を収集し、日本の研究の引用状況や推奨が定性的か定量的かについて検討を行った。多くの診療ガイドラインで日本の研究は引用されていた一方、定量的に栄養素等の推奨される摂取量を記載していたガイドラインは収集した範囲では 2 割程度であった。中でも食塩摂取量とたんぱく質およびエネルギー摂取量に関する定量的な記載が 4-7 ガイドラインあった一方、ビタミンやミネラルはカルシウムが 2 本、ビタミンや葉酸が 1 本ずつのみであり、食品の摂取量の定量的記載はなかった。定量値が含まれているガイドラインは食塩に関するものが最多であった。これは研究が多く、WHO や日本人の食事摂取基準などで既に定量値が定まっておき、日本人の現状や疾患特性に合わせて定量値を定めることが比較的可能なためであると考えられた。次に多いのがたんぱく質に関するものであった。腎疾患、高齢者等で摂取量が重要であり、エネルギー比率で記している診療ガイドラインと、体重あたりの 1 日摂取量（グラム）で記載しているガイドラインとに分かれた。食物繊維などにおいては、日本人の食事摂取基準の値を記載しているガイドラインも存在した。カルシウムやビタミンなどについては、定性的な記載を含んでいるガイドラインは散見されたものの、定量的な記載は 1-2 本と限られていた。定量的な検討ができるほど多くの関連が検討されていないことや、疾患の発症や重症化の予防において単一の栄養素が大きな影響を持っている事は少ない、といった背景が考えられるかもしれない。各ガイドラインの発行年について 5 年ごとなど定期的に

刷新されているものとそうでないものに分かれ、比較的古いガイドラインの場合、以前の関連疾患等のガイドラインの内容が残っている場合もあり、ガイドラインの利用者においては類似疾患ガイドラインで最新版が発行されていないか注意が必要である。この点においても、Minds ガイドラインライブラリ等ガイドラインが収集され、公開されている取り組みに大きな意義があるといえる。

今回のレビューにおいては、食事や栄養の影響が継続的に存在すると考えられる慢性疾患を中心に、罹患率、有病率が比較的高いと考えられる疾患について Minds ガイドラインライブラリから診療ガイドラインを選択する方法を選択した。この方法は網羅的な収集が目的ではない場合に、質が担保されたガイドラインを収集できる一方、Minds への掲載を行っていない診療ガイドラインの中で質の高いものが存在しても収集の範囲外となっている可能性がある。例えば、日本人の食事摂取基準 2020 年版で引用されている日本動脈硬化学会の動脈硬化性疾患予防ガイドラインなど、診療ガイドラインではなく予防ガイドラインとされているものや、国際的なガイドライン（世界保健機関 [WHO] のガイドライン等）については含まれないこととなった。ただし、日本人の、疾患に罹患した状態の者に対しての「重症化予防」の観点で食事や栄養素のガイドライン記載を調べる上では、診療ガイドラインを調べる必要があるため、この方法を用いた。収集された食事関連の記載箇所は、当該疾患の発症予防、重症化予防以外にも増悪・抑制因子としてや栄養管理としての記載などガイドラインごとに多岐に渡っており、これは各疾患ガイドラインの CQ に含まれるフォーカスが異なっているためであると考えられた。

本研究は、これまで多数の診療ガイドライ

ンにわたって食事・食品・栄養素等の記載箇所を収集、評価した研究はなく、日本における診療ガイドラインでの食事の記載がまとまって明らかになったという点で公衆栄養・臨床栄養の観点から強みがあるといえる。一方で本研究の限界としては、網羅的な収集ではないため他にも食事等の記載を含んだ診療および予防ガイドラインが国内外に存在すること、診療ガイドラインに含まれる個別の記載内容については掲載していないため各診療ガイドラインを参照する必要があり、中には Minds ライブラリにて完全公開となっていないガイドラインも存在すること、評価項目の一つである日本の研究の引用については研究のエビデンスレベルがさまざまであることなどがあげられる。

E. 結論

国内の診療ガイドラインの食事等に関連する記載を収集した結果、定量的な値が記載されているガイドラインは 2 割程度と少数であり、その内容は、食塩に関する摂取量が最も多く含まれていた。定量的な値の記載に至る日本人における研究の促進が望まれる。また、異なる疾患において共通の栄養素の記載が認められたことから、ガイドライン作成者間での情報共有を実施し、連携してガイドラインを作成することを可能とする体制の構築も望まれる。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

H. 知的所有権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

I. 参考文献

1) 文部科学省：日本食品標準成分表 2015年版(七訂) (2015) 全国官報販売協同組合，東京

2) 伊藤貞嘉, 佐々木敏: 日本人の食事摂取基準 (2020年版) (2020) 第一出版, 東京

3) Brouwers M, Kho ME, Browman GP et al.: AGREE II: Advancing guideline development, reporting and evaluation in healthcare. Can Med Assoc J, 182:E839-842 (2010)

4) 横林賢一, 渡邊隆将, 齋木啓子 Common Disease の診療ガイドライン 羊土社 2017

表 1 診療ガイドラインにおける食事等に関する記載に関する評価

N	ガイドライン名	疾患名	学会	食事等に関する内容が含まれるCQ等	SRが行われている	該当箇所の日本文	日本人に向けた記載がある	定量・定性	定量項目 推奨文(類似する要約等含む)	定量項目 解説文	定性項目
1	高血圧治療ガイドライン 2019	高血圧	日本高血圧学会	CQ4 (+POINT4)	あり	あり	あり	定量・定性	食塩、飲酒	カリウム (食事摂取基準)	野菜・果物、飽和脂肪酸、コレステロール、多価不飽和脂肪酸、低脂肪乳製品
2	高齢者高血圧診療ガイドライン 2017	高血圧	日本老年医学会	CQ7	あり	あり	あり	定量	食塩		-
3	糖尿病診療ガイドライン 2019	糖尿病	日本糖尿病学会	CQ3-1 ~ Q3-13	あり	あり	あり	定量・定性	食塩、総エネルギー摂取量、たんぱく質比率上限、食物繊維、アルコール上限	飽和脂肪酸・マグネシウム (食事摂取基準)	ショ糖
4	高齢者糖尿病診療ガイドライン 2017	糖尿病	日本老年医学会・日本糖尿病学会	VIII-CQ1-8	あり	あり	あり	定量・定性	摂取エネルギー、エネルギー産生栄養素比率	緑黄色野菜	食塩、ビタミンB群、ビタミンA、カルシウム
5	高尿酸血症・痛風の診療ガイドライン第3版	高尿酸血症・痛風	日本痛風・尿酸核学会	CQ7	あり	あり	あり	定性			糖質、肉類、魚介類、ビタミンC、アルコール、コーヒー
6	NAFLD/NASH診療ガイドライン 2020(改訂第2版)	NAFLD/NA SH	日本消化器病学会・日本肝臓学会	BQ4-1 CQ4-1	あり	あり	記載なし	定性			低カロリー食、果糖、栄養素摂取比率 (炭水化物、脂質)
7	急性・慢性心不全診療ガイドライン 2017改訂版	急性・慢性心不全	日本循環器学会/日本心不全学会	IV-1,3	記載なし	記載なし	あり	定量・定性		食塩	低栄養
8	脳卒中治療ガイドライン 2021	脳卒中	日本脳卒中学会	1-1(1)-(4)	あり	あり	あり	定性			高蛋白食
9	肥満症診療ガイドライン 2016	肥満症	日本肥満学会	3-1, 4-1, 4-2-2, 4-3-2, 6-1~7	記載なし	あり	あり	定量・定性	エネルギー摂取量、エネルギー産生栄養素比率		全粒穀類、食物繊維、果物、野菜、乳製品、カフェイン、甘味飲料、必須アミノ酸を含むたんぱく質

10	機能的消化管疾患 診療ガイドライン 2021—機能的ディ スぺプシア (FD) 改訂第2版	機能的ディ スぺプシア (FD)	日本消化器 病学会	BQ2-9, CQ4-1	あり	あり	記載なし	定性		高脂肪食、小麦 (FODMAP)、茶、 生果実・野菜、不規則な食事、コ ーヒー
11	慢性膵炎診療ガイ ドライン 2021(改 訂第3版)	慢性膵炎	日本消化器 病学会	BQ4-7, CQ4-7, CQ4-10	あり	あり	あり	定量・ 定性	脂肪摂 取量	脂溶性ビタミン
12	胃食道逆流症 (GERD) 診療ガイ ドライン 2021 改訂第3版	胃食道逆流 症 (GERD)	日本消化器 病学会	BQ2-8, BQ4-2	あり	あり	あり	定性		脂肪摂取、甘食、柑橘系果物
13	炎症性腸疾患 (IBD) 診療ガイド ライン 2020(改訂 第2版)	炎症性腸疾 患 (IBD)	日本消化器 病学会	BQ1-18	あり	あり	あり	定性		カルシウム
14	肝硬変診療ガイド ライン 2020(改訂 第3版)	肝硬変	日本消化器 病学会	BQ3-2, BQ3-4	あり	あり	あり	定量	エネルギー摂取 量、たんぱく質量	
15	機能的消化管疾患 診療ガイドライン 2020—過敏性腸症 候群 (IBS) (改訂 第2版)	過敏性腸症 候群 (IBS)	日本消化器 病学会	CQ3-1	あり	あり	あり	定性		脂質、カフェイン類、乳製品、香 辛料、FODMAP
16	慢性便秘症診療ガ イドライン 2017	慢性便秘症	日本消化器 病学会関連 研究会	CQ5-01	あり	あり	あり	定量・ 定性	食物繊 維 (食事 摂取基 準)	乳酸菌食品
17	小児慢性機能的便 秘症診療ガイドラ イン	便秘	日本小児栄 養消化器肝 臓学会・日本 小児消化管 機能研究会	CQ34-37	あり	あり	あり	定量・ 定性	食物繊 維 (食事 摂取基 準)	プロバイオティクス、牛乳
18	胆石症診療ガイド ライン 2021	胆石症	日本消化器 病学会	BQ1-2, 1-3	あり	あり	あり	定性		カロリー、動物性脂肪、絶食、魚 油、野菜・ナッツ、植物性たんぱ く、カフェイン

19	Wilson 病診療ガイドライン 2015 詳細版	Wilson 病	日本小児栄養消化器肝臓学会、日本移植学会、日本肝臓学会、日本小児神経学会など	VIII-7	あり	あり	あり	定性 (定量)		銅 (食事摂取基準)	銅の多い食品
20	認知症疾患診療ガイドライン 2017	認知症	日本神経学会	CQ3C-4, CQ4A-9	あり	あり	あり	定性			低栄養、高カロリー食、低蛋白食・低脂肪食、大豆、野菜、藻類、乳製品、ビタミン A,B12,C,E、茶、カフェイン
21	認知症患者の義歯診療ガイドライン 2018	認知症	日本老年歯科医学会	CQ8	あり	あり	あり	定性			低栄養、栄養状態
22	パーキンソン病診療ガイドライン 2018	パーキンソン病	日本神経学会	Q&A4-5	あり	あり	あり	定性			高蛋白食
23	サルコペニア診療ガイドライン 2017 年版 一部改訂	サルコペニア	日本サルコペニア・フレイル学会	3-CQ1, 4-CQ2	あり	あり	あり	定量・定性	たんぱく質摂取量		必須アミノ酸
24	フレイル診療ガイド 2018	フレイル	長寿医療研究開発費事業	CQ14	あり	あり	あり	定性			低栄養、カロテノイド、ビタミン E、ビタミン D、たんぱく質、野菜・果物、乳製品、魚
25	フレイル高齢者・認知機能低下高齢者の下部尿路機能障害に対する診療ガイドライン 2021	下部尿路機能障害	日本サルコペニア・フレイル学会	CQ5	あり	あり	あり	定量・定性		飲水、食塩	カフェイン・アルコール、バランスのとれた食生活
26	頭痛の診療ガイドライン 2021	頭痛	日本神経学会	CQI-15, CQ II-1-6	あり	記載なし	記載なし	定性			健康食品・サプリメント (Mg, ビタミン B2, コエンザイム Q10, ナツシロギク)、カフェイン
27	リハビリテーション栄養診療ガイドライン 2018 年版	複数疾患 (脳血管、大腿骨頸部骨折、がん、急性疾患)	日本リハビリテーション栄養学会	全体	あり	あり	あり	定性			高蛋白食品

28	静脈経腸栄養ガイドライン 第3版	複数疾患	日本静脈経腸栄養学会	全体	-	-	-	-		
29	大腿骨頸部/転子部骨折診療ガイドライン 2021(改訂第3版)	大腿骨頸部/転子部骨折	日本整形外科学会	CQ9	あり	あり	記載なし	定性		栄養状態、非蛋白エネルギー、蛋白、ビタミン、ミネラル
30	線維筋痛症診療ガイドライン 2017	線維筋痛症	日本線維筋痛症学会	CQ7-1, CQ12-2	あり	記載なし	記載なし	定性		アスパルテーム、グルタミン酸ナトリウム、カプサイシン
31	変形性股関節症診療ガイドライン 2016	変形性股関節症	日本整形外科学会	4-CQ6	あり	記載なし	記載なし	-		-
32	神経筋疾患・脊髄損傷の呼吸リハビリテーションガイドライン 2014	呼吸リハ	日本リハビリテーション医学会	6-1	あり	あり	記載なし	定性		エネルギー、たんぱく、水分、カルシウム、ビタミンD、ミネラル
33	睡眠時無呼吸症候群(SAS)の診療ガイドライン 2020	睡眠時無呼吸症候群	日本呼吸器学会	CQ24	あり	あり	あり	定性		減量療法
34	エビデンスに基づくネフローゼ症候群診療ガイドライン 2020	ネフローゼ症候群	難治性腎障害に関する調査研究班	IV-3	あり	あり	あり	定量	たんぱく質摂取量、エネルギー摂取量(腎疾患患者の生活指導・食事療法ガイドライン、エビデンスに基づくCKD診療ガイドライン)	食塩
35	夜間頻尿診療ガイドライン[第2版]	夜間頻尿	日本排尿機能学会日本泌尿器科学会	CQ8	あり	あり	あり	定量・定性		飲水、食塩、アルコール・カフェイン、規則正しい食事、朝食
36	小児IgA腎症診療ガイドライン 2020	小児IgA腎症	日本小児腎臓病学会	CQ9	あり	-	-	-		
37	女性下部尿路症状診療ガイドライン[第2版]	下部尿路症状	日本排尿機能学会日本泌尿器科学会	CQ17	あり	あり	あり	定性		ビタミンC、D

38	エビデンスに基づく CKD 診療ガイドライン 2018	CKD	日本腎臓学会	3-CQ1-5、11-CQ5、12-CQ1	あり	あり	あり	定量	食塩、血清カリウム値	たんぱく質	
39	腎障害進展予防と腎代替療法へのスムーズな移行 CKD ステージ G3b~5 診療ガイドライン 2017 (2015 追補版)	CKD	慢性腎臓病 (CKD) 進行例の実態把握と透析導入回避のための有効な指針の作成に関する研究班	5-CQ2、7-2-CQ2	あり	あり	あり	定量	たんぱく質、血清カリウム値、血清リン値	食塩	
40	尿路結石症診療ガイドライン 2013 年版	尿路結石症	日本泌尿器科学会	CQ28~34	あり	あり	あり	定量・定性	飲水	カルシウム	シュウ酸、多価不飽和脂肪酸、プリン体、当部、アルコール、総エネルギー、食塩、動物性たんぱく
41	アトピー性皮膚炎診療ガイドライン 2021	アトピー性皮膚炎	日本皮膚科学会 日本アレルギー学会	CQ21~24	あり	-	-	-			
42	食物アレルギー診療ガイドライン 2021	食物アレルギー	日本小児アレルギー学会	10-3,12-2-5、12-3-5,12-10-5,12-12-5※ CQ ではない	あり	あり	あり	定性			魚ビタミン D、カルシウム、鶏卵牛乳カルシウムや脂質
43	職業性アレルギー疾患診療ガイドライン 2016	職業性アレルギー	日本職業・環境アレルギー学会	CQ3-17	あり	あり	あり	定性			小麦、カニ加工
44	ドライアイ診療ガイドライン	ドライアイ	ドライアイ研究会診療ガイドライン作成委員会	CQ4	あり	記載なし	記載なし	定性			オメガ3 脂肪酸対オメガ6 脂肪酸
45	創傷・褥瘡・熱傷ガイドライン 2:褥瘡診療ガイドライン	褥瘡	日本皮膚科学会	CQ5、CQ9	あり	あり	あり	定性			蛋白質、エネルギー、栄養(熱量、蛋白質)アミノ酸、アルギニン、亜鉛、ビタミン C、ビタミン B1
46	褥瘡予防・管理ガイドライン (第 4 版)	褥瘡	日本褥瘡学会	Q4-2、4-9、4-10	あり	あり	あり	定性			高エネルギー、高蛋白サプリメント、亜鉛、アルギニン、アスコルビン酸、L-カルシノン、n3 系脂肪酸

47	産婦人科診療ガイドライン 産科編 2020	産科	日本産婦人科学会	CQ010, CQ105, CQ005-2	あり	あり	あり	定量・定性	葉酸	エネルギー摂取量
48	日本うつ病学会治療ガイドライン 高齢者のうつ病治療ガイドライン	うつ病	日本うつ病学会	CQ11	あり	あり	あり	定性		オメガ3 不飽和脂肪酸
49	骨粗鬆症 予防と治療ガイドライン 2015	骨粗鬆症	日本骨粗鬆症学会	V-D.a	あり	あり	あり	定量・定性		カルシウム、ビタミン B6, B12, 葉酸、マグネシウム、ビタミン D、ビタミン K

CQ: クリニカルクエッション SR: システマティックレビュー

—は記載が「推奨しない」もしくは具体的内容が述べられていないなどで判断ができない場合に使用。静脈経腸栄養ガイドライン 第3版については複数の疾患について定量的な投与量を記載しているが、疾患・病態を中心とする学会中心に作成された各種診療ガイドラインと成立過程が異なっているため記載内容の評価を実施しなかった。栄養素等の表記はガイドライン原文に従う。

災害栄養という概念と提供食の栄養量の検討および解決すべき課題

研究分担者 雨海照祥¹

研究代表者 佐々木敏²

¹滋慶医療科学大学 医療科学部 臨床工学科

²東京大学大学院医学系研究科社会予防疫学分野

【研究要旨】

背景：自然災害栄養の問題点を抽出し解決する目的で、取り扱う食事・栄養に関する情報や調査方法を、『災害栄養』と定義し、次の3つの検討をおこなった。

方法：（1）災害の大きさの分類方法、（2）被災後の時間経過による分類、（3）被災後早期の災害栄養に提供する栄養素量と科学的根拠の有無、（4）災害栄養において今後検討すべき課題の有無、について文献的検討を行った。

結果：（1）被災者数と被災額により11レベルの分類法があった、（2）被災後の時間経過の分類には、複数の分類が存在した。そのなかで提供する食事の料理方法を考慮したライフライン（水、電気、ガス）の回復状況によるフェーズ分類法があった、（3）被災後早期の提供食のひとりあたり1日あたりのエネルギー量は複数存在するものの、いずれも科学的根拠の記載がなかった、（4）災害の現状評価と予想される災害の被災後の災害栄養の計画、立案のための基礎データを提供する、災害栄養の食事・栄養の提供者とは独立して測定、記録する職域の必要性を検討する必要がある。

結論：災害栄養における被災後の経過時間によるフェーズ分類法があった。また被災地に提供する栄養量の検討では、複数のエネルギー量があるが、いずれも科学的根拠が乏しかった。また被災地での災害栄養において、災害栄養の食事・栄養の提供者とは独立した、栄養関連項目の測定、記録する職域の必要性の有無を検討する必要性を検討した。

A. 背景と目的

地球温暖化にともなう災害が多発し、予測される災害の被災後に生じることが予測される食事・栄養の問題を明らかにすることを目的とする。

B. 方法

災害の被災後に生じることが予想される食事・栄養の問題を抽出する目的で、災害の種類、災害の大きさの評価方法、被災後の時角形化による経過時間のフェーズの分類法、また災害によって生じる『災害栄養』

を定義する。また災害栄養における被災時の提供すべきエネルギー量と栄養素量を検討する。

C. 研究結果並びに考察

I. 災害について

（1）災害の定義

災害とは、自然現象や人為的な原因によって、人命や社会生活に被害が生じる事態を指す「災害」という用語は、多くの場合、自然現象に起因する自然災害（天災）を指すが、人為的な原因による事故や事件（人

災)も災害に含むことがある。通常は、人間生活が破壊されて何らかの援助を必要とする程の規模のものを指し、それに満たない規模の人災は除かれる。日本の災害対策基本法では、災害を「暴風、竜巻、豪雨、豪雪、洪水、崖崩れ、土石流、高潮、地震、津波、噴火、地滑りその他の異常な自然現象又は大規模な火事若しくは爆発その他その及ぼす被害の程度においてこれらに類する政令で定める原因により生ずる被害」と定義している(第2条第1項、2015年7月時点)[1]。ここで、これらに類する政令で定める原因としては「放射性物質の大量の放出、多数の者の遭難を伴う船舶の沈没その他の大規模な事故」が定められている(同法施行令第1条)[1]。従って、災害対策基本法上の災害には自然災害以外の原因による災害も含まれる。

(2) 災害の分類

災害は、自然災害と人為的災害に分けられる。自然災害には、台風、気象災害、地震、噴火などが含まれる。一方、人為的災害には列車事故、航空事故、海難事故、交通事故、火災(いずれも大規模なものに限る)などがある。

(3) 災害による損失の規模

国連の世界気象機関(WMO)は、2015年間に世界で発生した気象災害は、200万人超の死者、4兆3000億ドル(約595兆円)の経済的損失をもたらすという報告書を発表している[2]。

(4) 災害の大きさの表記例

災害の種類によらず、人的因子である被災者の総数と社会的因子である被害費用の2つの因子の組み合わせで被害のないレベル0から最大の被害をレベル10の11レベルに分類する国際分類法が提唱されてい

る[3]。ここで被災者には、死亡、受傷、行方不明、避難所生活者、ホームレスなどを多岐にわたる。

II. 災害栄養

(1) 災害栄養の定義

災害に遭った国民(被災者とする)に対する栄養の問題点を抽出し解決する目的で、取り扱う食事・栄養に関する情報や調査方法を『災害栄養』と定義する。災害栄養の対象は、被災者が避難所あるいは自宅など、災害栄養を扱う期間の生活拠点は問わない。

(2) 災害栄養の取り扱う期間の分類

災害被災後の経過時間によって扱う災害栄養の課題を大別できる可能性がある。災害時の保健活動推進マニュアルでは、災害栄養の被災後の経過時間によって、フェーズ0~4およびフェーズ5以降(復興期)に大別されている[4]。一方、高知県南海トラフ地震応急対策活動要領では、第1フェーズから第4フェーズ(表1)と分けられている[5]。統一した被災後の時間区分は確立されておらず、今後は国内で共通のフェーズ分類の確立が課題かもしれない。

また水道、電気、ガスなどのライフラインの回復過程別にわけられることもある(表2、一部筆者改定)[6]。水、電気、ガスの復旧の有無により、利用できる食材、できる料理が異なる。すなわち水がないと使用できない干物、麺類、またガスがないと使用できない冷凍、レトルト食品が使用できない、との記載があった[7]。ライフラインの回復状況によって分類するフェーズの分類法は、災害栄養には便利である可能性がある。しかし、詳細な利便性や復旧に要する時間は災害の大きさや地域性などにより、異なる可能性があるため、今後の災害の大きさや種類別、被災地の地域別の検討を必要とす

る。

(3) 避難所における食事提供の計画・評価のために当面の目標とする栄養の参照量表記の参照量を厚生労働省が平成 23 年 4 月 21 日付け、東日本大震災被災地の自治体の健康づくり施策主管部局宛て、通知された。被災後 3 ヶ月までの当面の一歳以上、1 日あたりの目標値としてエネルギー、たんぱく質、ビタミン B1、ビタミン B2 およびビタミン C の目標値が提示されている(表 3、4)[8]。またこの参照量は特にこの段階で不足しやすい栄養素を抽出し、算定を行った旨、留意事項に記載されている。また本参照量は、個々人の栄養管理のために栄養するものではなく、病者や妊婦、乳児など栄養管理上個別の配慮を要する場合は、医師・管理栄養士等による専門的評価が必要であることも留意事項として記載されている。しかし残念ながら、これらの栄養素がこの期間の被災地で、欠乏しやすい、という科学的根拠はこの通知には示されていない。

さらに同対策室は、平成 23 年 6 月 14 日、避難所における食事提供におけるエネルギー及び主な栄養素として、1 歳以上のひとり 1 日あたりの提供参照量が提示された(表 5) [9]。しかしこの時点でも、対象となる微量栄養素はビタミン B1、B2、C の 3 種類にとどまり、その他の栄養素の必要量の検討は行われていなかった。

一方、WHO 機関であるパンアメリカ健康機構(PAHO)の災害時の食料・栄養ガイドラインでは、短期間の供給量を一日あたり 1700 kcal、穀物(米など)400g、脂質(例：油) 15g、たんぱく質が豊富な食品(例：乾燥魚など) 45g とし、一週間分の家族分の提供が推奨されている[10]。しかしこのガイドラインにも、提供エネルギーの算定の科学的根拠の記載はなかった。

さらに国際人道支援活動を行うスフィア・プロジェクトが作成している「スフィアハンドブック 2018」の食糧支援基準 6.1 において、最も脆弱性の高い人びとを含む、すべての(災害の)影響を受けた人びとの基本的栄養ニーズを満たし、初計画段階のエネルギー、たんぱく質、脂質、微量栄養素の要件を満たす食料を計画するとして、ひとり 1 日あたりの最低必要エネルギーを 2100 kcal、たんぱく質 10-12 %エネルギー、脂質 17 %エネルギーとしている[11]。また入手可能な食料の種類が限られている場合、配給で十分な栄養素を提供することが難しい場合、特にヨウ素、ナイアシン、チアミン、リボフラビンの提供に留意する旨の記載がある[12]。

ここでスフィア・プロジェクト(The Sphere Project)は、NGO であり、被災者が安定した状況で、尊厳をもって生存し、回復するために、あるべき人道対応・実現すべき状況を「援助の質(quality)」が高い、援助の質を保証する実施者の責任を「アカウントビリティ(accountability)」をもって人道的な食料を提供する。提供にあたって被災者にはつぎの 3 つの権利である。すなわち尊厳のある生活への権利、人道援助を受ける権利、保護と安全への権利を提示している。

以上、現在閲覧可能な災害栄養関連資料における被災地の早期のフェーズにおけるひとり 1 日あたりのエネルギー参照量は、厚生労働省、PAHO、NGO スフィアがそれぞれ、1800~2200、1700、2100 kcal であった。これらのエネルギー量は厚生労働省が提示した中央値である 2000kcal の+5~15%の範囲にはある。被災者が生活する被災の前後での室温の変化や低体温(表 2)など、身体的、生活環境などの変化を考慮しても、通常的生活における食事摂取基準である厚生労働省策定の「日本人の食事摂

取基準（2020年版）」の参照量と差はあるとはいえない可能性がある。

提示したエネルギー量には、いずれも科学的根拠となる観察研究などの資料が提示されていないため、その科学的信頼性には問題がある。しかし現在利用できるこれらのエネルギー量は、災害栄養においても、非災害時である通常の参照量を参照とした栄養素の提示の可能性を示唆することを、今回の検討結果は示しているかもしれない。

しかし科学的根拠を示す災害栄養の栄養素の提供量の資料が少なく、今後の災害栄養の科学的データの集積が必要である。

（4）被災時の提供栄養量と栄養素欠乏症

東日本大震災で避難所に提供された食事に基づいた実験食を最初の5日間（ステージ1）、そのあとの5日間（ステージ2）はビタミン強化パンを提供したボランティア10名の実験結果をおこなった報告がある[13]。その結果、自覚症状としては疲労感、皮膚の乾燥、唇の乾き、便秘が7名にみられ、食欲低下も6名に認めた。また血中、尿中測定により、ビタミンB1、B2の低下はなかった。一方、ビタミンCは5日目には22%低下した。しかし、この研究は、ビタミンB12、ビタミンA、ビタミンD、あるいはその他の微量元素である鉄、亜鉛などの検討が行われていない。他の日本からの研究でも同様である[14]。

一方、中国四川省陝川大地震の1年後を検討した研究によれば、四川、甘肅、陝西の二つの県で15～44歳の出産適齢女性と5歳未満の乳幼児を対象に行った食事調査の結果、地震による出産適齢女性と5歳未満の乳幼児の栄養状態への影響を明らかとした[15]。なかでも鉄、亜鉛、ビタミンA、ビタミンDの欠乏症および、出産適齢女性ではさらにビタミンB12欠乏症の問題が明らかとなった。とくにビタミンDの欠乏症

及び不足は90%を越えていた。また小児では、慢性低栄養の指標であるheight-for-age（HFA）の平均が -0.91 ± 0.99 であり、急性期の低栄養の指標であるWFHの平均 -0.51 ± 0.85 を上回っていた、ということより、災害栄養の欠乏症の標的年齢と性が存在し、さらに被災後1年後の慢性の栄養障害の影響を考慮した被災後の栄養管理の重要性が示されている。

III. 災害栄養において必要な記録者の意義

（1）測定・記録に用いる災害時の栄養アセスメントツール

栄養アセスメントのソフトウェアであるENA（Emergency Nutrition Assessment）は、被災の初期のフェーズにおいて、小児の低栄養のアセスメントとして設計されている[17]。

ENAは災害において栄養障害のリスクの高いとされる小児の低栄養を正確かつ迅速に抽出する栄養アセスメントのソフトウェアである。ENAで測定されるのは、身体測定指標である身長(H)、体重(W)、上腕周囲長(MUAC)であり、測定値を身長年齢比height-for-age（HFA）、体重身長比height-for-age（WFH）、MUACを測定、算出する（図1）。次にこれらの測定値から、WHOが提示する基準値を用いてzスコアを算出し、-2.5以下を低栄養と記録、判定する。ENAは客観的観察データの評価ツールとして利用できる可能性がある。

（1）栄養提供活動とは独立した栄養関連指標の観察・測定記録者の必要性

栄養提供活動とは別に、被災地の被災者の栄養アセスメントや提供食の客観的な観察と記述を行うことは、その災害の現状評価のみならず、今後も予想される災害の被災後の災害栄養の計画、立案を行う際の基

礎データを提供することが期待される。本稿では、この叙述的記録、観察活動を「災害栄養サーベイランス（またはデスクリプション）」、この活動を行う担当者を「災害栄養サーベイラー（またはデスクリプター）」と仮に呼ぶこととする。

被災地において WHO が採用した支援チーム（Emergency Medical Team: EMT）が救済活動を日報する最小のデータセット Minimum Dataset (EMT-MDS)にも、非外傷の項目に低栄養が含まれている（図2）[16]。しかし、低栄養と評価する根拠としての食事摂取量の項目の記載欄は提供されておらず、災害栄養としてのデータとしての EMT-MDS に、食事摂取量の記載は必要と記載されている[16]。すなわち EMT-MDS に含まれるデータセットにおいて、低栄養の判定項目として、食事・栄養摂取量の項目の必要性の検討と、災害栄養における科学的データを収集、記録する災害栄養デスクリプターが独立したスタッフとして必要とされる[18、19]。災害栄養において、被災地および遠隔地での災害栄養のデータ収集と集積に携わる記録者、デスクリプターの重要性は、今後の科学的検討が必要であろう。

D. 結論

災害栄養における被災後の経過時間によるフェーズ分類法があった。また被災地に提供する栄養量の検討では、複数のエネルギー量があるが、いずれも科学的根拠がなかった。また被災地での災害栄養の叙述的記録を災害栄養の食事・栄養の提供者とは独立した記録者の必要性の有無を検討する必要性を検討した。

E. 健康危険情報

なし

F. 研究発表

1. 論文発表
なし
2. 学会発表
なし

G. 知的所有権の出願・登録状況

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

H. 参考文献

1. 災害対策基本法 改正.
chrome-extension://efaidnbmnnnibpc
ajpcgiclfndmkaj/https://www.jma.g
o.jp/jma/kishou/know/toppuu/24part
2/24-2-sankou4.pdf. Accessed Oct., 1,
2022.
2. World Meteorological Organization.
Economic costs of weather-related
disaster soars but early warning save
lives.
https://public.wmo.int/en/media/pres
s-release/economic-costs-of-weather-r
elated-disasters-soars-early-warning
s-save-lives. Accessed May 24, 2023.
3. Caldera HJ, Wirasinghe SC. A
universal severity classification for
natural disasters. Nat Hazards
(Dordr). 2022;111(2):1533-1573
4. 災害時の保健活動推進マニュアル.
chrome-extension://efaidnbmnnnibpc
ajpcgiclfndmkaj/http://www.nacphn
.jp/02/saigai/pdf/manual_2019.pdf.
Accessed Jan, 10, 2023.
5. 高知県南海トラフ地震応急対策活動要
領平成 29 年度新旧対照

- 表.chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/010101/files/2013062800387/file_20184275184514_1.pdf. Accessed Jan、 10、 2023.
6. Amagai T, Ichimaru S, Tai M, Ejiri Y. Nutrition in the Great East Japan Earthquake Disaster. *Nur Clin Prac.* 2014; 29(5): 585-94.
 7. 湯浅正洋、澤村弘美、榎原周平、松井朝義、渡邊敏明.災害時におけるビタミン栄養の確保. *ビタミン.*2011; 85: 389-99.
 8. 厚生労働省健康局総務課 生活習慣病対策室 (平成 23 年 4 月 21 日) . 避難所における食事提供の計画・評価のために当面の目標とする栄養の参照量. file://ls21/Bscnetworks\$/t-amagai/Downloads/2r9852000001a29m.pdf. Accessed Oct. 1、 2022.
 9. 厚生労働省健康局総務課 生活習慣病対策室 (平成 23 年 6 月 14 日) . 避難所における食事提供に係る適切な栄養管理の実施について. file:///C:/Users/Amagai/Downloads/85_KJ00007629478%20(2).pdf. Accessed Oct. 1、 2022.
 10. Pan American Health organization. Food and nutrition in disaster. How can we estimate the medium-term needs for food、 based on food ration? <https://www.paho.org/en/health-emergencies/food-and-nutrition-disasters> Accessed Oct、 10、 2022.
 11. Sphere. スフィアハンドブック 第 4 版.人道検証と人道支援における最低基準.2018; p198-9. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://spherestandards.org/wp-content/uploads/Sphere-Handbook-2018-Japanese.pdf. Accessed Oct. 1、 2022.
 12. 国際協力 NGO センター(JANIC). https://www.janic.org/activ/earthquake/drr/sphere/sphere_project.php. Accessed Jan、 10、 2023.
 13. 湯浅正洋、橋本知美、松本希美、澤村弘美、松井朝義、岸本祐樹、石神昭人、渡邊敏明. 災害後の避難所における食事およびビタミン強化食品による 体内ビタミン栄養状態への影響. *Trace Nutrients Res.* 2013; 30: 7-12.
 14. Sudo N, Shimada I, Tsuboyama-Kasaoka N、 Sato K. Revising “nutritional reference values for feeding at evacuation shelters” according to nutrition assistance by public health dietitians based on past natural disasters in Japan: A qualitative study. *Int J Environ Res Public Health.* 2021; 18(19): 10063.
 15. 萌士 安、董 彩霞. 四川省浹川大地震の被災地における約 1 年後の妊婦・授乳婦および小児の栄養状態と改善方法. *ビタミン.* 2011; 85:519-30.
 16. Jafar AJN, Fletcher RJ. Using field hospital simulation to demonstrate changes in completion rates of a UK emergency medical team (EMT) medical record. *Progress Disaster Sci.* 2020; 6: 1000762.
 17. Global NUTRITION CLUSTER. SouthSudan-NutritionClusterGuidanceNotesonReturnrevised18032011.doc. <https://www.nutritioncluster.net/resources/nutrition-cluster-guidance-note-emergency-nutrition-interventions-and-initial-rapid>. Accessed Nov、 10、

2022.

18. Bathaei SA, Abolghasem-Gorij H, Delogoshaei B, Khankeh HR. Emergency health evaluation of affected population during disasters: Are there new approaches? J Educ Health Promot. 2019; 8:2.
19. Sakamoto T, Suzuki H, Machida T, Nishimura H, Noguchi Y, Amagai T. Victim Profiles and revealed issues of Type 1 Emergency Medical Team in the First Minutes of a Mega Earthquake in Turkey. Submitted.

表1 高知県南海トラフ地震応急対策活動要領における活動業務の実施期間の設定

フェーズ	時間区分	考え方
第1フェーズ	地震発生から 発災後3時間以内	初動体制を確立する。沿岸部においては、津波から県民を守る業務が最優先となる。 なお、津波が沈静化するまでは二次災害を防ぐために、ほとんどの業務を遂行できない。
第2フェーズ	発災後1日以内	応急活動を開始し、特に重要な業務は早期に立ち上げる。
第3フェーズ	発災後3日以内	72時間が経過すると生存率が急激に低下すると言われており、人命救助にかかわる業務を最優先とするとともに、被災者支援を開始する。
第4フェーズ	発災後2週間以内	被災者の避難生活の確保、生活環境の改善が優先業務となる。

表2 東日本大震災時の災害栄養に適応したフェーズ

被災後の経過時間	被災後の経過週数	フェーズ	ライフラインの復旧			健康問題
			水	電気	ガス	
<24時間	0	1	-	-	-	低体温、生活習慣病、熱傷、津波肺、
2-10日	1	2	+	-	-	心理的ショック、心肺停止、急性冠症
10-30日	4	3	+	+	-	肺疾患、胃腸炎、褥瘡、慢性疾患の急性増悪、津波汚染物質に対するアレルギー
30日<	4<	4	+	+	+	小児のアレルギー、筋骨格系疾患、深部静脈血栓症、肺塞栓症
全期間						生活習慣病(高血圧、糖尿病、慢性腎臓病、がんなど)妊娠高血圧、低酸素血症、不眠症、皮膚疾患

表3 避難所における食事提供の計画・評価のために当面の目標とする栄養の参照量

(1歳以上、1人1日当たり)

エネルギー	2,000kcal
たんぱく質	55g
ビタミンB ₁	1.1mg
ビタミンB ₂	1.2mg
ビタミンC	100mg

※日本人の食事摂取基準(2010年版)で示されているエネルギー及び各栄養素の摂取基準値をもとに、平成17年国勢調査結果で得られた性・年齢階級別の人口構成を用いて加重平均により算出。なお、エネルギーは身体活動レベルⅠ及びⅡの中間値を用いて算出。

表4 避難所における食事提供の計画・評価のために当面の目標とする栄養の参照量

(参考)

	対象特性別(1人1日当たり)			
	幼児 (1~5歳)	成長期Ⅰ (6~14歳)	成長期Ⅱ・成人 (15~69歳)	高齢者 (70歳以上)
エネルギー(kcal)	1,200	1,900	2,100	1,800
たんぱく質(g)	25	45	55	55
ビタミンB ₁ (mg)	0.6	1.0	1.1	0.9
ビタミンB ₂ (mg)	0.7	1.1	1.3	1.1
ビタミンC(mg)	45	80	100	100

※日本人の食事摂取基準(2010年版)で示されているエネルギー及び各栄養素の摂取基準値をもとに、該当の年齢区分ごとに、平成17年国勢調査結果で得られた性・年齢階級別の人口構成を用いて加重平均により算出。なお、エネルギーは身体活動レベルⅠ及びⅡの中間値を用いて算出。

表5 避難所における食事提供の計画・評価のために当面の目標とする栄養の参照量

---エネルギー及び主な栄養素について---

目的	エネルギー・栄養素	1歳以上、1人1日当たり
エネルギー摂取の過不足の回避	エネルギー	1,800~2,200kcal
栄養素の摂取不足の回避	たんぱく質	55g以上
	ビタミンB ₁	0.9mg以上
	ビタミンB ₂	1.0mg以上
	ビタミンC	80mg以上

※日本人の食事摂取基準(2010年版)で示されているエネルギー及び各栄養素の値をもとに、平成17年国勢調査結果で得られた性・年齢階級別の人口構成を用いて加重平均により算出

表6 避難所における食事に準じた食事のおもな栄養素の提供量（ステージ1）とビタミン強化パンを提供したステージ2の提供栄養素

		Dietary reference intake after disaster ¹	Stage 1	Stage 2	Estimation of nutrition intake of the shelter ⁴
Energy	kcal	2000 ^a	1184 ± 104 ^b	1232 ± 70 ^b	785 ± 91 ^c
Carbohydrate ²	g	300 ^{2a}	219.9 ± 13.1 ^b	231.5 ± 11.8 ^b	142.3 ± 10.1 ^c
Protein	g	55 ^a	27.9 ± 3.7 ^{bc}	31.7 ± 4.5 ^b	22.5 ± 4.6 ^c
Fat ³	g	55.5 ^{3a}	18.6 ± 5.7 ^b	16.4 ± 3.6 ^b	12.6 ± 4.9 ^b
Vitamin B ₁	mg	1.1 ^a	0.29 ± 0.05 ^{bd}	1.74 ± 0.04 ^c	0.31 ± 0.07 ^d
Vitamin B ₂	mg	1.2 ^a	0.37 ± 0.12 ^{bd}	1.72 ± 0.08 ^c	0.23 ± 0.05 ^d
Vitamin C	mg	100 ^a	8.3 ± 8.9 ^b	108.1 ± 8.9 ^a	21.9 ± 6.3 ^c

¹Presented by Ministry of Health, Labour and Welfare in Japan⁵.

²The rate of an energy ratio was assumed to be 60% of 2000 kcal/day, and these values were calculated.

³The rate of an energy ratio was assumed to be 25% of 2000 kcal/day, and these values were calculated.

⁴Food weights was estimated by consulting a report of diet menus in the shelter³, and these values were calculated.

mean ± SD
n = 10
^{a-c}p < 0.05
(Scheffe's F test)

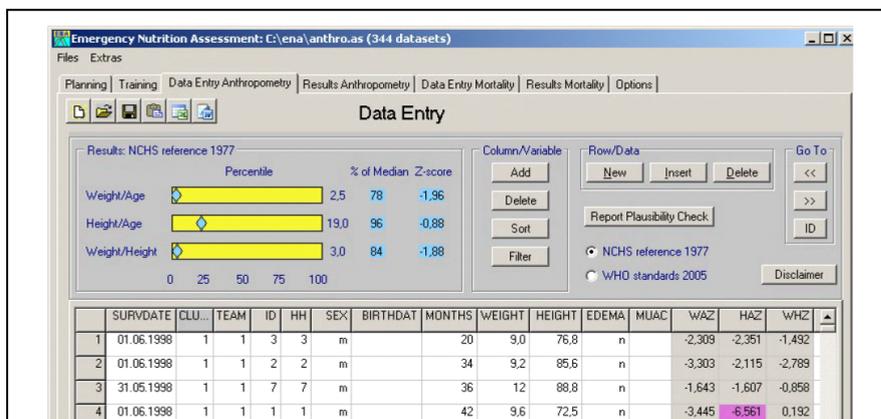


図1 災害栄養における迅速栄養アセスメント ソフトウェア ENA (Emergency Nutrition Assessment)

図2 EMT-MDS における低栄養の記載欄

災害栄養における水の必要量の検討

研究分担者 雨海照祥¹

研究代表者 佐々木敏²

¹滋慶医療科学大学 医療科学部 臨床工学科

²東京大学大学院医学系研究科社会予防疫学分野

【研究要旨】

背景：災害時に提供する1日あたりの水の量は明らかでない。災害のなかでとくに熱中症における水の必要量とそのミネラルの組成を検討することが喫緊の解決すべき課題である。

方法：（1）水の摂取量の測定方法、（2）非災害時の成人の1日あたりの水必要量、（3）災害としての熱中症における水補給量とナトリウム組成、について文献的検討を行った。

結果：（1）水の摂取量の測定法としては、食事記録法および24時間食事思い出しが用いられていた、（2）成人の1日あたりの水必要量は2.5リットルとされる、（3）熱中症のひとに推奨されている1日あたりの水の摂取量は年齢によって異なる。しかし、その算出方法や効果に科学的根拠は示されていなかった。

結論：災害栄養における水の必要量の記述を渉猟したところ、非災害時および熱中症では年齢別に1日あたりの必要量が提示されていた。しかし、その算出方法や効果に科学的根拠は示されておらず、今後の科学的観察結果の集積が必要であることが判明した。

A. 背景と目的

地球規模での異常気象が頻繁に起こり、地球温暖化によりサイクロン、オーストラリアの山火事、東アフリカの干ばつ、南アジアの洪水、中米の乾燥化など、多種にわたる災害が起こっている[1]。地球温暖化において、熱中症に対する水の必要量を検討することは、重症例の神経学的な後遺症や死亡などを防ぐために重要である。そこで非災害時の水の摂取量および熱中症における水の必要量を検証することを目的とした。

B. 方法

水の摂取量の測定法及び熱中症に対する水の1日あたりの必要量を文献的に検討した。

C. 研究結果並びに考察

（1）非災害時の水摂取量の測定方法

食事記録法および24時間食事思い出し法による、とされる[2,3]。

II. 熱中症に対する水の必要量

（1）非災害時の熱中症予防のための水の目安量

日常生活で摂取する水分のうち、飲料として摂取すべき量（食事等に含まれる水分を除く）は1日あたり1.2ℓが目安とする記述、穏やかな環境で普通の生活をしてい

る場合、1日当たりの摂取量と排泄量は体重が70kgの人では2.5リットルとする記述がある[4]。

同じ記載に、長時間の運動では塩分(0.1～0.2%食塩水)を摂取するとともに、水を過剰に摂取しないように注意する必要があるとの記載がある。

(2) 災害としての熱中症における水補給量とナトリウム組成

熱中症のひとに推奨されている1日あたりの水の摂取量は、成人が500～1,000mL、幼児が300～600mL、乳児が体重1kgあたり30～50mLを目安とされている[5]。熱中症の治療には、0.1～0.2%の食塩水が推奨され、市販の経口補水液が望ましいとされる(表)[5]。また運動後の熱中症の場合、運動前後での体重測定により、体重の減少分を0.1～0.2%の食塩水で補給するとされる。しかし、その算出方法や効果に科学的根拠は示されておらず、今後の科学的検討が必要であることが判明した。

参考：災害としての熱中症の分類

熱中症とは、暑熱曝露あるいは身体運動による体熱産生の増加を契機として高体温を伴った全身の諸症状(heat illness あるいは heat disorders)が引き起こされる病態である[5]。この暑熱による障害は従来、主に症状から分類され熱失神(heat syncope)、熱痙攣(heat cramps)、熱疲労(heat exhaustion)、熱射病(heat stroke)などとして表現されてきた[6, 7]。これらの諸症状・病態を一連のスペクトラムとして「熱中症」として総称するものと日本のガイドラインで定義されている[5]。

大規模疫学調査が行われた2003年フランスを中心にヨーロッパの熱波では、フランスの8月だけで約15,000人が死亡している。多数の危険因子の中に、高齢者(80歳

く)、高介護レベルが含まれる[5]。また1995年アメリカ、シカゴ、ウィスコンシン、1999年のシカゴ、シンシナティでの熱波では、65歳未満の精神疾患が危険因子として報告されている[8]。

熱中症の重症度分類は、軽度のI度は従来の熱失神、熱射病、熱痙攣に相当する。II度の中等症は熱疲労に相当、最重症のIII度は熱射病に相当し、中枢神経、腎機能障害[9]、肝機能障害、血液凝固障害などの臓器障害を来すとされる[10]。

D. 結論

非災害時の水の摂取量の測定方法は、食事記録法および24時間食事思い出し法であった。非災害時および災害としての熱中症における1日あたりの水摂取量の記述には、信頼すべき科学的根拠は乏しく、今後の科学的観察結果の集積が必要であることが明らかとなった。

E. 健康危険情報

なし

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

G. 知的所有権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

H. 参考文献

1. Oxfam international. 5 natural disasters that beg for climate action. <https://www.oxfam.org/en/5-natural-disasters-beg-climate-action>. Accessed may, 24, 2023.
2. Guelinckx I, Tavoularis G, König J, Morin C, Ghabi H, Gandy J. Contribution of water from food and fluid to total water intake: Analysis of a French and UK population survey. *Nutrients*. 2016; 8(10): 630.
3. Ferruzzi MG, Tanprasetsuk J, Kris-Etherton P, Weaver CM, Johnson EJ. Perspective: The role of beverages as a source of nutrients and phytonutrients. *Adv Nutr* 2020; 11: 507–523.
4. 環境省.2022 年熱中症環境保健マニュアル. [file:///C:/Users/Amagai/Downloads/he atillness_manual_full.pdf](file:///C:/Users/Amagai/Downloads/he%20atillness_manual_full.pdf). Accessed Sep., 30, 2022.
5. 日本救急医学会. 熱中症診療ガイドライン 2015. [file:///C:/Users/Amagai/Downloads/he atstroke2015.pdf](file:///C:/Users/Amagai/Downloads/he%20atstroke2015.pdf). Accessed Oct., 1, 2022.
6. Bouchama A, Knochel J: Heat stroke. *New Engl J Med*. 2002 ; 346 : 1978-88.
7. Hifumi T, Kondo Y, Shimizu K, Miyake Y. Heat stroke. *J Intensive Care*. 2018; 6: 30.
8. Davido A, Patzak A, Dart T, et al : Risk factors for heat related death during the August 2003 heat wave in Paris, France, in patients evaluated at the emergency department of the Hôpital Européen Georges Pompidou. *Emerg Med J*. 2006 ; 23 : 515-8.
9. Epstein Y, Yanovich R. Heatstroke. *N Engl J Med*. 2019; 380: 2449-59.
10. Platt M, Vicario S: Chap139 Heat illness. *Rosen's Emergency Medicine: Concepts and Clinical Practice*, vol. 2, 2010, p1882-92, Mosby Elsevier, Philadelphia

表 ORS、補液、スポーツドリンクの成分

区分	Na(mEq/L)	K (mEq/L)	Cl (mEq/L)	炭水化物 (g/L)	浸透圧 (mOsm/L)
WHO 2002年	75	20	65	13.5	245
3号液 輸液	35	20	30	34	200
スポーツドリンク	21	5	16.5	67	326
経口補水液	50	20	50	25	270
血液	135	3.5	105		290
汗	10-70	3-15	5-60		

「災害栄養」災害用備蓄食：災害拠点病院・福祉施設における全国調査

研究分担者 雨海照祥¹

研究代表者 佐々木敏²

¹滋慶医療科学大学 医療科学部 臨床工学科

²東京大学大学院医学系研究科社会予防疫学分野

【研究要旨】

目的：『災害栄養』の基礎データとしての災害拠点病院と福祉施設の備蓄食の量と質を調査し、災害の備蓄食の現状を知ること。

対象：福祉施設（日本人間健康栄養協会参加施設）から無作為に抽出した200施設、および令和4年4月1日時点で認定されている災害拠点病院765病院から無作為に抽出した200病院。

方法：封書にて調査用紙を配布、回収は返信封筒にて投函もしくは電子メールに添付した。

結果：回答は福祉施設107施設、回答率は54%であった。備蓄食の対象は、入居者は100%の施設であり、福祉施設の職員を対象としている施設が66%、被災住民は23%であった。備蓄食数は413食、備蓄食のひとりあたり1日あたりエネルギーは1100kcal、たんぱく質36g、ナトリウム2225mgであった。備蓄食における水の総量は5582Lであった。備蓄食量を決定するにあたり日本人の食事摂取基準を参考にした施設は12%であり、災害拠点病院の1%より多かった。

A. 背景と目的

災害時は水道・ガス・電気などのライフラインが使用できない状況が想定され、避難者・被災者に十分に水や食糧が供給されないことが予想される。そこで災害時に備え、個人・医療機関・公的機関での水や食糧の備蓄が推奨されている。食料、飲料水、医薬品等の備蓄は、流通を通じて適切に供給されるまでの期間、自施設で確保する必要がある。その適当な期間および必要な量として、3日分程度とすることが適当とされてきた。しかし、実際の備蓄食に関する各栄養素等のデータは十分ではない。

そこで『災害栄養』の基礎データとしての福祉施設および災害拠点病院での備蓄食における、備蓄想定、備蓄量、および備蓄

食を決定する際に参考とした資料などを知ることが目的として、全国調査を行った。

B. 方法

2023年2月に福祉施設の栄養管理担当部署給食管理担当者の長宛に調査用紙を郵送した。災害拠点病院は全国765病院（令和4年4月1日現在）から無作為に200病院、福祉施設は日本人間健康栄養協会参加施設より無作為に200施設を抽出した。回収は返信封筒にて投函もしくは電子メールに添付によりおこなった。調査内容を下記に示す。

回答があった福祉施設および災害拠点病院から、以下の項目を検討した。

1. 備蓄食の対象

2. 備蓄食の備蓄食数

3. 備蓄食のひとりあたり1日あたりのエネルギーおよび栄養素：エネルギー、たんぱく質、ビタミン（13種類）、ミネラル（多量ミネラル）

4. 備蓄食における水の量；備蓄水の総量（L）

5. 備蓄食量を決定するにあたり参考とした資料

なお本研究は、「日本人の食事摂取基準（2025年版）の策定に資する各栄養素等の最新知見及び代謝性疾患等の栄養評価に関する研究」（佐々木班） 分担研究 「災害栄養」 災害用備蓄食 災害拠点病院・福祉施設 全国悉皆調査 として、滋慶医療科学大学 研究倫理委員会に審査を申請され倫理審査が行われ、令和4年10月28日付け、「当委員会の審査案件に該当せず」の審査結果が決定され、倫理的に問題の無いことが認定されている。

C. 研究結果

回答は107施設、回答率54%であり、災害拠点病院の回答率41%よりも高かった。福祉施設では施設閉鎖1施設、回答者退職にて回答困難1施設、通所のみとして運用の施設1施設、計3施設を除いた104施設を解析対象とした。

福祉施設での調査結果を、同期間中に行った災害拠点病院での同じ質問票を用いて行った全国調査の結果とし比較した。また災害拠点病院の解答数または%を括弧内で表記した。

1. 備蓄食の対象

備蓄食の提供する対象として入所者は100%（災害拠点病院：100%）、福祉施設職員は66%（同：63%）、被災した周辺住民は23%（11%）であった。

すなわち福祉施設の災害備蓄食を提供す

る対象として、周辺住民が23%と、災害拠点病院に比して高かった。

その他の回答が8施設あり、デイケア・デイサービスが7施設、関連病院が1施設あった。

2. 備蓄食の備蓄食数

備蓄食の備蓄食数（中央値 [四分位範囲]）は、413食 [131 - 1013]（災害拠点病院；2760食 [850 - 6750]）であった。

また福祉施設6施設の回答（9食—2施設、6食—2施設、3食—1施設、3食×7日—1施設）は信頼性に疑義があるため悔過の集計に含めず、福祉施設98施設の回答を用いて算出した。

3. 備蓄食のひとりあたり1日あたりのエネルギーおよび栄養素

備蓄食1食あたりのエネルギーおよび栄養素量（中央値 [四分位範囲]）は、

- ・エネルギー1100 kcal [900 - 1488]（災害拠点病院の場合：1391 kcal [1190 - 1505]）
- ・たんぱく質36g [28 - 47]（40g [30 - 45]）
- ・ナトリウム2225 mg [1476 - 2774]（2380 mg [1800 - 2922]）

であった。

なおビタミン、その他ミネラルは、災害拠点病院において「分からない」という回答が70%（同：85%）あった。

4. 備蓄食における水の量；備蓄水の総量（L）

96%の福祉施設（災害拠点病院からは94%）から回答があった。数値の集計結果は、中央値 [四分位範囲] で表記した。

備蓄水の量は、558 L [312 - 1252 L]（災害拠点病院：2500 L [903 - 4881 L]）であった。その他の回答が、4施設いずれも“貯水槽利用”の回答があった。

一方、回答欄への災害拠点病院2施設か

ら、「井戸水を普段から利用している」、「病院全体であり備蓄に限らない」の回答があった。

5. 備蓄食量を決定するにあたり参考とした資料

「日本人の食事摂取基準」を参考にした施設は12%であった(災害拠点病院:1%)。

一方、この項目の回答欄に記載なし、「特になし・不明」の回答を合わせてそれぞれ60%(同:83%)であった。

すなわち、福祉施設、災害拠点病院ともに、88%の福祉施設および99%の災害拠点病院が、備蓄食量を決定するにあたり、「日本人の食事摂取基準」を参考にしていないことが判明した。この結果より、今後、災害栄養を考える際に、「日本人の食事摂取基準」の利用の是非を検討する必要があることが判明した。

以下のような複数回答も得られた。すなわち“施設内資料”1施設、“食数・栄養所要量を参考”1施設、であった。

上記以外の具体的な資料の記載39回答としては、

- ・業者のパンフレット 13施設
- ・日本人の食事摂取基準 12施設
- ・自治体の防災マニュアル 11施設
- ・要配慮者のための災害に備えた食品ストックガイド(農林水産省) 3施設
- ・日本食品標準成分表2020年版(八訂)(女子栄養大学出版部、2021年)(「もしも食品成分表がなかったら」佐々木敏著を含む) 3施設
- ・栄養士会マニュアル 2施設
- ・災害時に備えた食品ストックガイド(農林水産省) 2施設

以下、いずれも1施設の回答があった参考資料としては

- ・介護施設・事業所における自然災害発生時の業務継続ガイドライン厚生労働省老健

局令和2年12月P15(8)必要品の備蓄

- ・わかりやすいEBNと栄養疫学
- ・食事摂取基準入門そのところを読む
- ・経口補水療法ハンドブック:日本医療企画
- ・自然災害BCP給食について

D. 結論

無作為に抽出した福祉施設を対象に、災害栄養としての備蓄食の全国調査を行った。その結果、備蓄食は413食、1食の1日あたりのエネルギー1100kcal、たんぱく質36g、ナトリウム2225mgであった。さらに備蓄食量と1食あたりに含まれる栄養素量を決定する際に参考とした資料は、全国で共通する資料がないことが判明した。今後、福祉施設および災害拠点病院において、備蓄食の参照資料として「日本人の食事摂取基準」を利用することの妥当性を検討し、妥当性が立証された際には、その結果を公表し、共有する必要があると思われる。

E. 健康危険情報

なし

F. 研究発表

1. 論文発表
なし
2. 学会発表
なし

G. 知的所有権の出願・登録状況

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし