

総説

身体活動量の多い人における銅の必要摂取量の決定 ：スコopingレビュー

船越 駿介¹⁾

1) 純真学園大学 保健医療学部 検査科学科

Determination of Optimal Daily copper Intake among Physically Active People: A Scoping Review

Shunsuke FUNAKOSHI¹⁾

1) Department of Laboratory Science and Technology, JUNSHIN GAKUEN University

要旨：銅は必須ミネラルであり，成人の体内に約100mg存在し，エネルギー生成や神経伝達物質の産生，活性酸素除去等に関与している．しかし，日本の食事摂取基準に記載されている一般成人の推定必要量が，プロスポーツ選手のような身体活動が活発な方に対しても適用されるかわかっていない．そこで，文献レビューを行い，身体活動が活発な方の銅必要摂取量を検討した．検索式から382報が検索され，スクリーニングを実施した結果，12報が抽出された．しかし，出納法や要因加算法による精密な銅摂取量測定が行われたものではなく，十分なエビデンスを得られなかった．そのため将来的には，身体活動が活発な方を対象とした銅摂取量の基準設定に関して，出納法や要因加算法といったより正確な測定を使用した研究が望まれる．

キーワード：銅，食事摂取基準，出納法，要因加算法，スポーツ選手

Abstract：Copper is an essential mineral, and approximately 100 mg of copper is present in the adult human body. It plays a role in energy production, neurotransmitter synthesis, and the removal of reactive oxygen species. However, whether the estimated requirements for the general adult population, as stated in the Japanese Dietary Reference Intakes, are applicable to individuals with high physical activity levels, such as professional athletes is unclear. This is because athletes may consume more copper than the general adult population. Therefore, we conducted a literature review to assess the reports on Cu intake required by individuals with high physical activity levels. The database used was MEDLINE(PubMed) and all the reviewed articles were written in English. A total of 382 articles were identified using the search strategy and 12 articles were selected after screening. However, none of these studies measured copper intake precisely using methods such as the balance method or factorial approach, and sufficient evidence could not be obtained. Thus, future research should focus on establishing intake standards for individuals with high physical activity levels using more accurate measurement methods, such as the balance method or factorial approach.

Keywords: Copper, Dietary reference intakes, Balance method, Factorial addition method, Athletes

1. 緒言

銅は必須ミネラルの一つであり，成人の体内に約100 mg存在し，約65 %は筋肉や骨，約10 %は肝臓中に分布する．銅はエネルギー生成，鉄代謝，細胞外マトリクスの成熟，神経伝達物質の産生，活性酸素除去等に関与している¹⁾．また，食事から摂取された銅の吸収は小腸にて行われる．吸収された銅は，門脈を経て肝臓へ取り込まれ，セロプラスミンとして血中へ放出される．体内の銅

の恒常性は，吸収量と排泄量の調節によって維持されている．食事からの銅の摂取が1.56 mg/日の場合，0.75 mg/日が吸収される．肝臓からは約5 mg/日の銅が胆汁を介して排泄されるが，4.25 mg/日は再吸収されるため，糞便への排泄は食事からの未吸収分と合わせて約1.5 mg/日となる．汗や皮膚の落屑に伴う体表消失は約0.04 mg/日，尿への排泄は約0.02 mg/日とされる²⁾．

本レビューの命題は，現行の日本人の食事摂取

基準（2020年版）の必要量をスポーツ選手等の身体活動が活発な人における食事摂取基準として用いてよいか否かである。日本人の食事摂取基準（2020年版）における成人（18歳以上）の銅の推定平均必要量、推奨量および耐容上限量はTable.1のとおりである³⁾。身体活動が活発である人は汗から銅を体外に多く排出する可能性が考えられ、吸収量と排泄量のバランスが崩れ、体内の銅の恒常性が損なわれることが懸念される。そのため、日本人の食事摂取基準（2020年版）の基準値をそのまま当てはめてよいかは疑問が残る。そこで、文献レビューを行い身体活動が活発な人における銅の必要摂取量について検討した。

2. 方法

文献検索は、MEDLINE (PubMed <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>) を使用して実施した。データベースの文献検索は2つのアプローチで行い、2回検索を行った。一つ目は、対象を身体活動が活発な人とし、出納法または要因加算法により測定された銅の摂取量が記載されている文献を検出した（レビュー1）。ただし、身体活動が活発な人は、身体を使用することが多い職業（消防士等）についている方やスポーツ選手と定義した。日本人の食事摂取基準（2020年版）では、成人の銅の推定平均必要量と推奨量は、出納法によって算出されている³⁾。レビュー1の検索式は、以下を使用した。（sports [MH] OR athlete* [TIAB] OR military [TIAB]

OR soldier* [TIAB] OR firefighters [MH] OR “fire brigade officer*” [TIAB] OR firefighter* [TIAB] OR fireman [TIAB] OR firemen [TIAB] OR pompier* [TIAB] OR “manual labor*” [TIAB] OR carpenter* [TIAB] OR dancer* [TIAB]) AND (“factorial method” [TIAB] OR “factorial estimates of requirement*” [TIAB] OR “factorial calculations of requirement*” [TIAB] OR “factorial approach” [TIAB] OR “factorial calculation*” [TIAB] OR “balance stud*” [TIAB] OR “balance method*” [TIAB] OR “balance methodology*” [TIAB] OR “balance technique*” [TIAB] OR “balance experiment*” [TIAB] OR “metabolic balance stud*” [TIAB] OR “balance and kinetic stud*” [TIAB] OR “double-isotope and balance-based method*” [TIAB] OR “mass-balance technique*” [TIAB]) AND (copper [MH]). レビュー1の検索のみでは、採用できる研究が少なかった。そのため、二つ目として、対象はレビュー1と同様、身体活動が活発な人とし、習慣的な銅の摂取量が記載されている文献を検出した（レビュー2）。レビュー2の検索式は、以下を使用した。（sports [MH] OR athlete* [TIAB] OR military [TIAB] OR soldier* [TIAB] OR firefighters [MH] OR “fire brigade officer*” [TIAB] OR firefighter* [TIAB] OR fireman [TIAB] OR firemen [TIAB] OR pompier* [TIAB] OR “manual labor*” [TIAB] OR carpenter* [TIAB] OR dancer* [TIAB]) AND (diet* [TIAB] OR food* [TIAB] OR consumption [TIAB] OR intake [TIAB])

Table.1 一般成人における日本の食事摂取基準（2020年版）の銅の食事摂取基準³⁾

性別	男性			女性		
年齢	推定平均 必要量	耐容上限量	推奨量	推定平均 必要量	耐容上限量	推奨量
18～29 歳	0.7	7	0.9	0.6	7	0.7
30～49 歳	0.7	7	0.9	0.6	7	0.7
50～64 歳	0.7	7	0.9	0.6	7	0.7
65～74 歳	0.7	7	0.9	0.6	7	0.7
75 歳以上	0.7	7	0.8	0.6	7	0.7

推定平均必要量・推奨量・耐容上限量の単位：mg/日

AND (copper [MH]).

一次スクリーニングでは、採択基準を (1) ヒトを対象としていること, (2) 成人を対象としていることを基準として, タイトルと抄録を確認し, 無関係な研究を除外した. 二次スクリーニングでは, 一次スクリーニングを通過した論文の全文を詳細に読み抽出した. その中で適格な研究については, 参考文献からもひとつずつ確認し研究を抽出していった. 二次スクリーニングでの除外基準は, (1) Cu 摂取量に関する詳細の記載がないこと, (2) 参加者の性別が不明または記載がないこと, (3) 研究対象者の年齢区分が成人以外の対象集団であること, (4) 言語が英語や日本語ではないこと, (5) ナラティブ・レビューであること, (6) その他の理由とした (図 1 を参照). 重複する論文も二次スクリーニングで除外した.

3. 結果

3.1 適格文献の抽出

文献の検索および採択文献の抽出フローチャートを図 1 に示した. 身体活動が活発な方を対象として銅の必要量を検討したレビュー 1 について, PubMed で検索された文献 221 報のうち, 16 報が一次スクリーニングを通過した. しかし, 続いての二次スクリーニングにて, 出納法や要因加算法で測定されていないものが多く, 最終的にレビューに適当な文献は 0 報であった. 身体活動が活発な方を対象として習慣的な銅の摂取量を検討したレビュー 2 について, PubMed で検索された文献 161 報のうち, 表題と要旨による一次スクリーニングを通過した文献は 30 報となった. 続いて二次スクリーニングを行い最終的にレビューに適当な文献として 12 報が対象となった (Fig.1).

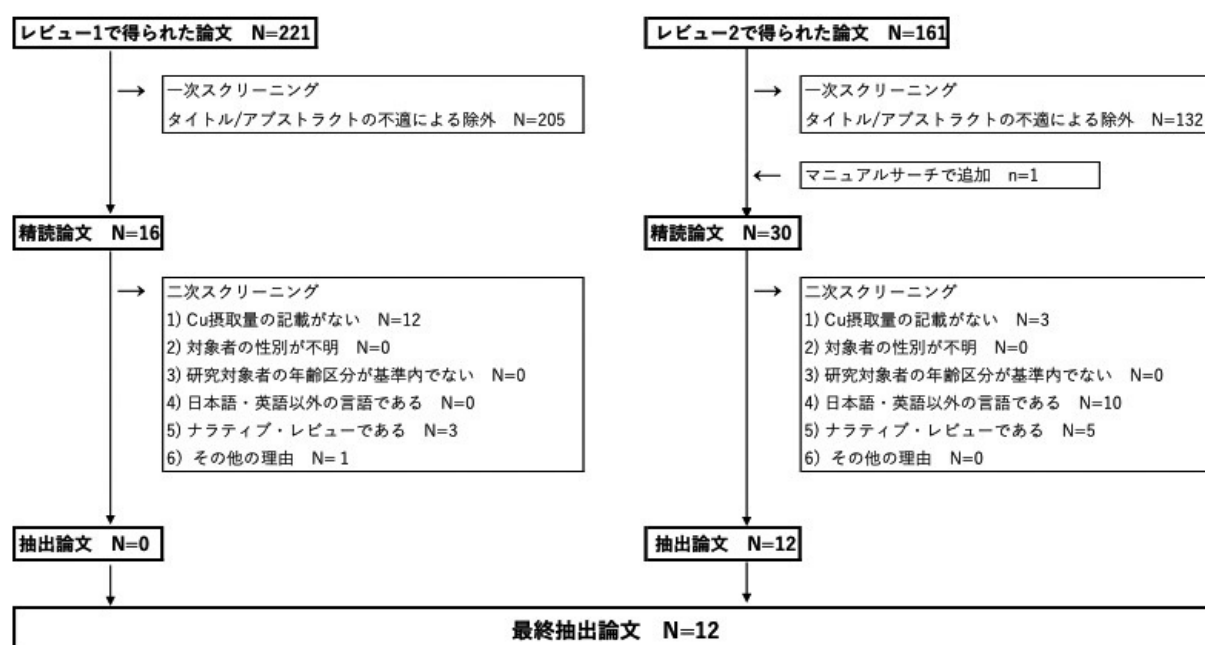


Fig.1 文献抽出のフローチャート

レビュー 1 の検索式: sports [MH] OR athlete* [TIAB] OR military [TIAB] OR soldier* [TIAB] OR firefighters [MH] OR "fire brigade officer*" [TIAB] OR firefighter* [TIAB] OR fireman [TIAB] OR firemen [TIAB] OR pompier* [TIAB] OR "manual labor*" [TIAB] OR carpenter* [TIAB] OR dancer* [TIAB]) AND ("factorial method" [TIAB] OR "factorial estimates of requirement*" [TIAB] OR "factorial calculations of requirement*" [TIAB] OR "factorial approach" [TIAB] OR "factorial calculation*" [TIAB] OR "balance stud*" [TIAB] OR "balance method*" [TIAB] OR "balance methodology*" [TIAB] OR "balance technique*" [TIAB] OR "balance experiment*" [TIAB] OR "metabolic balance stud*" [TIAB] OR "balance and kinetic stud*" [TIAB] OR "double-isotope and balance-based method*" [TIAB] OR "mass-balance technique*" [TIAB]) AND (copper [MH])

レビュー 2 の検索式: (sports [MH] OR athlete* [TIAB] OR military [TIAB] OR soldier* [TIAB] OR firefighters [MH] OR "fire brigade officer*" [TIAB] OR firefighter* [TIAB] OR fireman [TIAB] OR firemen [TIAB] OR pompier* [TIAB] OR "manual labor*" [TIAB] OR carpenter* [TIAB] OR dancer* [TIAB]) AND (diet* [TIAB] OR food* [TIAB] OR consumption [TIAB] OR intake [TIAB]) AND (copper [MH])

3.2 身体活動が活発な方を対象とした習慣的な銅摂取について

Table.2, 3に身体活動が活発な方を対象とした習慣的な銅の摂取量のレビューの一覧を示す。最終レビューに残った全12の文献のうち、食事摂取により銅の摂取量が RDA (Recommended Dietary

Allowance：推奨量)を上回っていたのは9報であった^{4) 5) 6) 7) 8) 9) 10) 11) 12)}。そのうち性差は、男性のみを対象とした文献が3報、女性のみを対象とした研究が4報、残り2報は男女両方を対象としていた。国別では、アメリカが7報、ブラジルが1報、スペインが1報であった。スポーツ分類

Table.2 対象研究の研究参加者数, 年齢, スポーツの種類と活動量

第一著者	国	研究デザイン	性別と対象人数	年齢	種目	身体活動量 (トレーニング量)	選手・職歴 (レベル)
Josely C. Koury* (2004) ⁶⁾	ブラジル	観察研究	男性:N=10	29 [10]	トライアスロン	—	エリート アスリート
			男性:N=12	24 [5]	長距離ランナー	—	
			男性:N=9	25 [5]	短距離ランナー	—	
			男性:N=13	21 [3]	短距離スイマー	—	
Sareen S Gropper (2003) ¹³⁾	アメリカ	横断研究 (対照との比較)	女性:N=9	20.4 [2.2]	クロスカントリー	—	—
			女性:N=8	19.7 [2.0]	テニス	—	—
			女性:N=9	20.0 [0.9]	ソフトボール	—	—
			女性:N=12	18.8 [1.0]	水泳	—	—
			女性:N=17	19.4 [1.0]	サッカー	—	—
			女性:N=5	18.7 [1.2]	バスケットボール	—	—
			女性:N=10	19.4 [1.1]	体操	—	—
			女性:N=8	22.2 [1.2]	コントロール	—	—
R.J.Nuviala* (1999) ⁷⁾	スペイン	観察研究 (対照との比較)	女性:N=16	20.1 [3.5]	空手	平均 5.5h/週の トレーニング	国際大会出場
			女性:N=20	19.9 [3.6]	ハンドボール	平均 7.9h/週の トレーニング	
			女性:N=19	19.3 [2.4]	バスケットボール	平均 8.2h/週の トレーニング	
			女性:N=23	20.2 [3.6]	中・長距離走	平均 10.1h/週の トレーニング	
			女性:N=65	21.4 [2.8]	コントロール対照 (運動なし)	—	
H.C.Lukaski* (1996) ⁸⁾	アメリカ	観察研究	男性:N=5 女性:N=5	大学生	水泳	100 ヤード自由形 100 ヤード自由形	大学水泳選手
Richard A. Anderson (1995) ¹⁴⁾	アメリカ	観察研究	男性:N=8	40.4 [4.3]	ランナー	—	—
			男性:N=5	33.0 [2.1]	非ランナー	—	—
H.C.Lukaski* (1990) ⁹⁾	アメリカ	観察研究 (対照との比較)	男性:N=13	大学生	水泳	—	エリート アスリート
			女性:N=16			—	
			男性:N=15		コントロール	—	コントロール
			女性:N=13			—	
			女性:N=45			—	
A.Singh* (1990) ¹⁰⁾	アメリカ	観察研究	女性:N=27	25.8 [1.0]	コントロール	—	—
			女性(有月経):N=52	28.4 [0.7]	マラソン: 33 人	—	—
			女性(無月経):N=20	25.1 [1.2]	マラソン: 12 人	—	—
			女性:N=14	32 [1]	マラソン	週 59.4(3.7)マイル マラソン	—
A.Singh* (1990) ¹¹⁾	アメリカ	観察研究 (対照との比較)	女性:N=11	34 [1]	コントロール	—	—
			女性:N=51	29.1 [0.8]	マラソン	—	オリンピック 選手 予選通過者

としては、長距離およびトライアスロン等の持久力を要するスポーツが4報、水泳が2報、その他種々のスポーツの混合が1報、軍隊所属が2報であった。そのうち、男性の水泳競技者は、1日の平均摂取量が増加していたが、血清銅や身体活動に影響を与えなかった⁹⁾。また、女性ランナーと一般女性の銅摂取を比較した検討では、両群に差はなく、摂取基準を少し超えていた¹¹⁾。アメリカ

の海軍の精鋭（SEALS）の過酷な訓練中の者を対象としたものは、文献中では銅摂取量はそれぞれ $2.5 \pm 0.1 \text{ mg/day}$ ⁴⁾とアメリカで設定されるRDAを超えていた。また、アメリカの入隊した軍人が食堂で摂取する食事から計算した銅摂取を調べたものでも $1.7 \pm 1.0 \text{ mg/day}$ ⁵⁾と、推奨量を超えていた。

12報のうち3報で銅摂取量がRDAを下回って

Table.3 参加者のベースライン特性、調査方法と摂取量

第一著者	身長(cm)	体重(kg)	体脂肪率(%)	除脂肪体重(kg)	BMI(kg/m ²)	調査時期	食事調査法	摂取量
Josely C. Koury* (2004) ⁶⁾	174 [5]	64 [4]	—	—	—	—		1
	171 [5]	58 [6]	—	—	—	—	24 時間	2
	180 [10]	74 [8]	—	—	—	—	思い出し法	2
	185 [5]	78 [7]	—	—	—	—		1
Sareen S Gropper (2003) ¹³⁾	167.85 [5.41]	54.5 [5.1]	—	—	19.3[1.4]	—		1.468[0.851]
	163.83 [13.51]	62.8 [5.7]	—	—	23.6[3.8]	—		1.099[0.856]
	167.22 [3.38]	66.1 [7.1]	—	—	23.6[1.9]	—	3 日間の食事記録	0.654[0.420]
	174.31 [10.94]	65.2 [8.7]	—	—	21.1[1.3]	—		1.351[0.106]
	168.83 [5.36]	59.1 [5.3]	—	—	20.6[1.4]	—		0.695[0.368]
	179.49 [16.91]	71.4 [7.9]	—	—	22.2[2.1]	—		0.940[0.863]
	160.53 [3.45]	56.6 [5.5]	—	—	22.0[2.1]	—		1.071[0.772]
	162.09 [7.05]	60.5 [14.5]	—	—	23.0[5.3]	—		
R.J.Nuviala* (1999) ⁷⁾	160.7 [6.2]	56.5 [5.3]	—	—	21.9	—		1.75[1.26]
	164.3 [4.3]	62.3 [7.8]	—	—	23.1	—	7 日間の重みづけ食事報告	1.46[0.46]
	172.7 [9.4]	67.5 [11.3]	—	—	22.6	—		2.45[1.63]
	165.0 [6.2]	54.1 [5.1]	—	—	19.9	—		2.29[2.14]
	161.0 [5.0]	56.6 [6.5]	—	—	21.8	—		1.25[0.41]
H.C.Lukaski* (1996) ⁸⁾	181.2 [2.8]	77.8 [1.5]	10.9[0.9]	68.5 [1.4]	23.7	大会一週間前	3 日間の食事記録	1.8[0.1]
	169.7 [2.9]	63.9 [1.5]	15.0[1.0]	50.2 [1.1]	22.2			1.3[0.1]
Richard A. Anderson (1995) ¹⁴⁾	177.5 [1.8]	71.4 [2.4]	—	—	22.6[0.5]	—	7 日間の管理された食事	0.48[0.06]
	184.2 [3.0]	84.6 [5.6]	—	—	24.9[1.3]	—		0.48[0.06]
H.C.Lukaski* (1990) ⁹⁾	182.2 [1.2]	77.3 [1.7]	14.4[0.9]	66.2 [1.7]	23.3	—		1.6[0.1]
	182.6 [1.2]	76.6 [0.9]	12.5[0.8]	67.0 [1.5]	23.0	—		1.9[0.1]
	168.9 [1.7]	62.5 [1.6]	24.6[1.0]	47.0 [1.1]	21.9	—		1.3[0.1]
	169.1 [1.7]	63.5 [1.6]	23.0[1.0]	48.6 [1.1]	22.2	—	7 日間	1.4[0.1]
	180.6 [2.7]	77.9 [3.4]	16.0[1.0]	65.3 [2.7]	23.9	—	思い出し法	1.8[0.2]
	181.0 [2.9]	77.8 [3.2]	15.8[1.0]	65.6 [2.6]	23.7	—		1.6[0.2]
	166.6 [3.1]	63.9 [3.9]	28.3[2.1]	46.9 [2.1]	23.0	—		1.2[0.1]
	166.7 [3.0]	64.3 [4.0]	28.1[2.2]	46.2 [2.2]	23.1	—		1.1[0.1]
A.Singh* (1990) ¹⁰⁾	164.0 [1.1]	50.5 [1.1]	11.5[0.4]	44.7	18.8	オリンピック前	3 日間の食事記録	2.1[0.2]
	165.2 [1.3]	57.6 [1.4]	20.0[0.6]	46.1	21.1			1.5[0.3]
	164.0 [0.9]	55.4 [0.9]	16.7[0.4]	46.1	20.6			1.8[0.2]
	165.3 [1.4]	52.8 [1.5]	14.8[0.7]	45.0	19.3			1.8[0.3]
A.Singh* (1990) ¹¹⁾	165 [1.5]	53.8 [1.5]	12.5[1.3]	—	—	—	3 日間の食事	1.70[0.79]
	163 [2.5]	59.0 [2.4]	26.7[1.7]	—	—	—	栄養士聞き取り	1.54[1.00]
Deuster P.A* (1986) ¹²⁾	164.4 [0.9]	51.7 [0.7]	11.9[0.3]	45.5	19.1	オリンピック前	3 日間の食事記録	2.2[0.2]
H.C. Lukaski (1989) ¹⁵⁾	168.4 [2.5]	62.1 [1.7]	—	48.7(1.3)	—	—	—	開始 1.1[0.1] 修了 1.0[0.1]

いた^{13) 14) 15)}。そのうち性差は、男性のみを対象とした文献が1報、女性のみを対象とした文献は2報、男女両方を対象とした研究がなかった。国別では、すべてアメリカでの報告であった。スポーツ分類としては、長距離走等のスポーツが1報、水泳が1報、その他種々のスポーツ混合が1報であった。種々のスポーツ選手とコントロールを比較検討している報告では、どちらの群もアメリカの銅摂取基準には達していなかったが、血清銅濃度、セルロプラスミン濃度の違いはなかった。そのうち、Andersonらは銅摂取基準を下回っている状態での急激な運動において、トレーニングを受けている男性とそうでない男性で、尿中に排泄される銅に影響はなかったことが示されている¹⁴⁾。また、Lukaskiらは、銅の摂取量が1.0~1.1mg/day (推奨は2~3 mg/day) であるにも関わらず、銅代謝が正常に機能しており、むしろ、適度な身体活動(トレーニング)により銅が再分配されることが示されている¹⁵⁾。

4. 考察

このレビューの結果、出納法や要因加算法による正確な銅の摂取量を用い、身体活動が活発な方について、最適な摂取量を検討した研究を発見できなかった。しかし、今回の調査では身体活動の

強弱や有無によって、銅の摂取基準を変更する必要がある可能性があることが考えられる。RDAを下回っている研究があるにもかかわらず、運動能力、健康状態について影響を与えるといった報告は、今回のレビューでは含まれなかったからである。Fig.2に各文献におけるCu摂取量を示す。現在の情報では、身体活動が活発な方と一般的な方で摂取基準を変更すべきかについて、対象者が少なく、種目也多岐にわたっており、食事摂取情報の取得方法もさまざまであった。そのため、まとまったエビデンスを表明することは難しく、既存の文献のみをレビューするだけでは身体活動が活発な方の最適な栄養摂取量を決定することは困難であることが明らかになった。特に、排泄機序や血清銅、セルロプラスミン等の血中成分の記載が少ないものが多く、身体活動における酵素活性触媒である銅については、より正確に体内の銅変動を見る必要があると思われる。また、上記のレビューは多種のアスリートを対象とした研究からの報告であること、すべての報告が日本と異なる食生活を有する海外から報告された文献であることは十分に注意する必要がある。

これまでの結果から、身体活動が活発な方に最適な銅摂取量を検討するためには、食文化の統一のため、我が国を対象として出納法や要因加算法

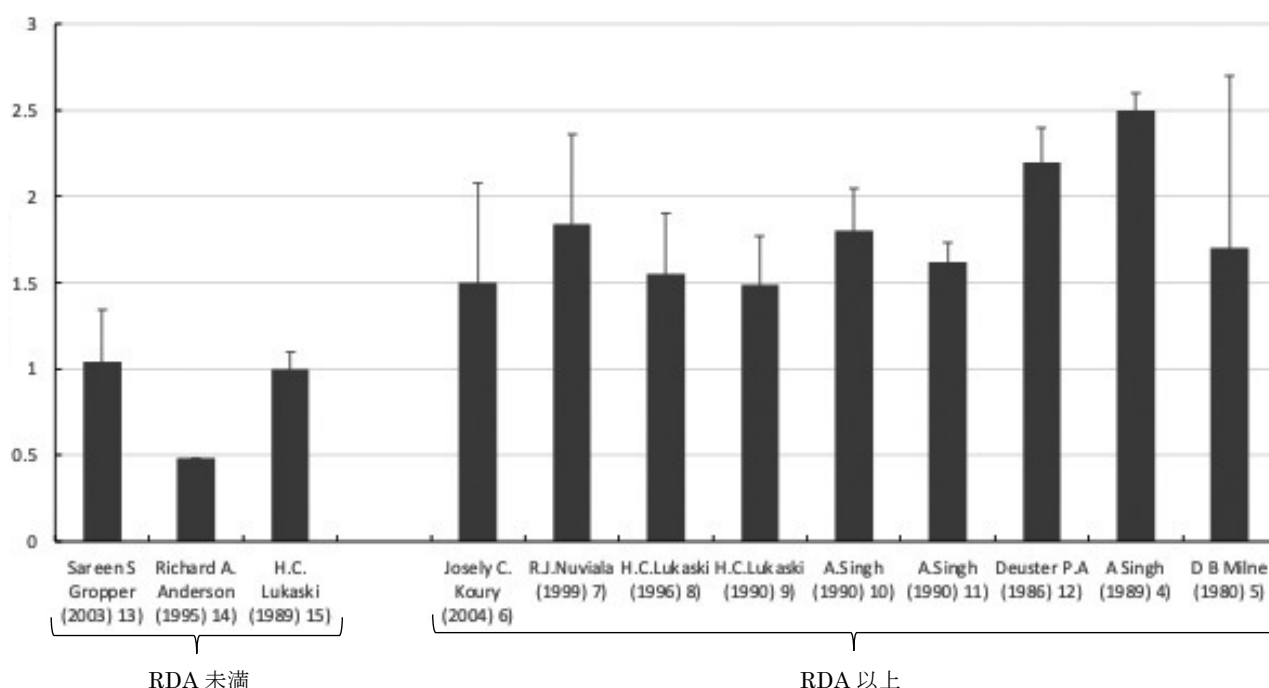


Fig.2 各文献の銅摂取量

を使用した正確な銅の測定が必要であること、また対象人数を増やすことが必要である。さらには、銅摂取量が少ないことによる、身体活動への影響等も現在わかっていないため、検討していく必要がある。

5. 結後

身体活動の活発な方を対象とした9報のレビューではRDAを超える摂取を認めたものであった。しかし、多様な周囲環境であること、また報告数や対象人数が少ないことより日常設定されたRDAを超える摂取を推奨するに足る研究結果はないと考えられる。現時点で、身体活動が活発な方の食事摂取量を一般人より高く設定すべきであるという十分なエビデンスは見当たらなかった。また今回の調査では、精密な方法を用いて銅必要量を算出した研究がほとんど見当たらなかったため、銅摂取量の基準設定に関しては将来的に出納法や要因加算法といったより正確な測定を使用した研究が望まれる。

【参考文献】

- 1) JR P. Copper. In : Erdman JW Jr, Macdonald IA, Zeisel SH, ed. Present knowledge in nutrition 10th ed. Wiley-Blackwell. Ames. 2012, P.540-553.
- 2) Bost M, Houdart S, Oberli M, Kalonji E, Huneau JF, Margaritis I. Dietary copper and human health: Current evidence and unresolved issues. J Trace Elem Med Biol. 2016, 35, P.107-115.
- 3) 伊藤貞嘉 佐. 日本人の食事摂取基準 (2020年版). 東京: 第一出版; 2020.
- 4) Singh A, Day BA, DeBolt JE, Trostmann UH, Bernier LL, Deuster PA. Magnesium, zinc, and copper status of US Navy SEAL trainees. Am J Clin Nutr. 1989, 49, P.695-700.
- 5) Milne DB, Schnakenberg DD, Johnson HL, Kuhl GL. Trace mineral intake of enlisted military personnel. Preliminary observations. J Am Diet Assoc. 1980, 76, P.41-45.
- 6) Koury JC, de Oliveria AV, Jr., Portella ES, de Oliveria CF, Lopes GC, Donangelo CM. Zinc and copper biochemical indices of antioxidant status in elite athletes of different modalities. Int J Sport Nutr Exerc Metab. 2004, 14, P.358-372.
- 7) Nuviala RJ, Lapieza MG, Bernal E. Magnesium, zinc, and copper status in women involved in different sports. Int J Sport Nutr. 1999, 9, P.295-309.
- 8) Lukaski HC, Siders WA, Hoverson BS, Gallagher SK. Iron, copper, magnesium and zinc status as predictors of swimming performance. Int J Sports Med. 1996, 17, P.535-540.
- 9) Lukaski HC, Hoverson BS, Gallagher SK, Bolonchuk WW. Physical training and copper, iron, and zinc status of swimmers. Am J Clin Nutr. 1990, 51, P.1093-1099.
- 10) Singh A, Deuster PA, Moser PB. Zinc and copper status in women by physical activity and menstrual status. J Sports Med Phys Fitness. 1990, 30, P.29-36.
- 11) Singh A, Deuster PA, Day BA, Moser-Veillon PB. Dietary intakes and biochemical markers of selected minerals: comparison of highly trained runners and untrained women. J Am Coll Nutr. 1990, 9, P.65-75.
- 12) Deuster PA, Kyle SB, Moser PB, Vigersky RA, Singh A, Schoomaker EB. Nutritional survey of highly trained women runners. Am J Clin Nutr. 1986, 44, P.954-962.
- 13) Gropper SS, Sorrels LM, Blessing D. Copper status of collegiate female athletes involved in different sports. Int J Sport Nutr Exerc Metab. 2003, 13, P.343-357.
- 14) Anderson RA, Bryden NA, Polansky MM, Deuster PA. Acute exercise effects on urinary losses and serum concentrations of copper and zinc of moderately trained and untrained men consuming a controlled diet. Analyst. 1995, 120, P.867-870.
- 15) H.C. Lukaski BSH, D.B. Milne, W.W. Bolonchuk. Copper, zinc, and iron status of female swimmers. Nutrition Research. 1989, 9, P.493-502.