

**マグネシウムを含む食品摂取の推奨が骨・筋組織の
形成・維持のために有効である**

大澤 圭子、伊藤さらら、風間みなみ、清家 正博

マグネシウムを含む食品摂取の推奨が骨・筋組織の 形成・維持のために有効である

大澤 圭子、伊藤さらら、風間みなみ、清家 正博

Recommending to Take the Foods Containing Magnesium is Effective for the Formation and the Maintenance of Bone and Muscle Tissues

Keiko OOSAWA, Sarara ITO, Minami KAZAMA, Masahiro SEIKE

Abstract

Change of diet and reduction in amount of activity causes to become decreased physical function and induce locomotive syndrome, sarcopenia and frailty. In the present study, we conducted a questionnaire survey about taking the foods containing nutrients related to the formation and the maintenance of bone and muscle tissues and lifestyles. The answerers who ate a lot of foods containing the examined nutrients got the majority except levers, pikes and clams containing vitamin B12. 72% of people answered that they drank a lot of coffee, tea and green tea containing caffeine. Many positive correlations were observed between intakes of the examined nutrients. The correlations are extremely strong between magnesium and vitamins (D, K, and B groups). The answerers who ate a lot of soybeans, seaweeds, fishes, and shellfishes containing magnesium answered that they also ate the foods containing the other nutrients related to the formation and the maintenance of bone and muscle tissues. These results indicate that recommending to take the foods containing magnesium may be effective for the formation and the maintenance of bone and muscle tissues

要 約

食生活の変化や日々の活動量の低下などが身体機能の低下をもたらし、ロコモティブシンドローム、サルコペニアやフレイルにつながっている。本研究では、骨や筋組織の形成や維持に関連した栄養素を含む食品の摂取状況と生活習慣についてアンケート調査を実施した。ビタミンB12を多く含むレバー、さんまやあさり以外は、調査した栄養素を含む食品を多めに摂取していると回答した人が過半数を占めた。72%の人がカフェイン入りのコーヒー、紅茶や緑茶を多く摂っていると回答した。骨や筋組織の形成・維持に関わる栄養素を多く含む食品の摂取状況間で多数関連が認められた。この相関はマグネシウムとビタミン (D、K、B

群)との間で強かった。マグネシウムを多く含む大豆食品、海藻や魚介類を多めに摂取していると回答した人は、骨や筋組織の形成・維持に重要な他の栄養素を多く含む食品も多めに摂っていると回答した。マグネシウムを多く含む食品の摂取を推奨する食事指導が全般的に骨・筋組織の形成・維持のために有効である可能性が示唆された。

Key Words : 骨組織、筋組織、カルシウム、マグネシウム

1. はじめに

日本整形外科学会が2007年に提唱したロコモティブシンドロームは、変形性関節症や骨粗鬆症等による筋骨格運動器の疾患や加齢による筋力不足等の筋骨格運動器の機能不全が原因である。変形性関節症や骨粗鬆症に限っても、推定患者数は4700万人(男性2100万人、女性2600万人)とされている⁽¹⁾。また、老化による筋量と筋力及びそれに伴う身体機能の低下を示すサルコペニアは、2014年総務省日本人口統計から271万人(男性132万人、女性139万人)と推定されている⁽²⁾。サルコペニアと重複、関連する老化に伴って心身機能が低下した状態で健常な状態と要介護状態の間とされるフレイルも371万人(男性83万人、女性288万人)とされ、国立社会保障・人口問題研究所2012年将来推計人口から2040年には627万人に増加すると推計された⁽²⁾。いずれも、「健康寿命の短縮」や「ねたきりや要介護状態」をもたらす主要な原因である。

加齢はロコモティブシンドローム、サルコペニアやフレイルの最も強い危険因子の1つであるが、栄養、運動、喫煙等の生活習慣も影響があると考えられている。栄養に関しては、骨代謝にはカルシウムとビタミンDが不可欠であり、筋量や筋力維持にはエネルギーやたんぱく質摂取量が重要である。しかし、他にも必要な栄養素は広範に渡り、食事や栄養指導ではバランス良い食事摂取を勧める傾向になりがちであり、より簡潔で分かりやすい食事指導法が求められる。本研究では、カルシウムやたんぱく質以外の観点から新たな食事指導法の開発を目的として、改めて骨や筋組織の形成・維持に重要とされる栄養素を含む食品の摂取状況についてアンケート調査し、その結果の分析を行った。

2. 方法

2-1. 質問紙の内容

骨や骨格筋の形成や維持に必要なカルシウム、たんぱく質、ビタミンD、ビタミンK、マグネシウム、ビタミンB6、ビタミンB12、葉酸を多く含む食品の摂取状況について、「多めに摂っている」か「あまり摂っていない」の2択で回答を求めた。さらに、大量摂取が悪影響を及ぼすとされるカフェインとリンを多く含む食品の摂取状況について、「多めに摂っている」か「控えている」の2択で尋ねた。また、関連する生活習慣として日光(よく浴びている・避けている)、減塩(している・していない)、喫煙(している・していない)、毎日1万歩以上の歩行かそれに相当する運動(している・していない)についてもアンケート調査を実施した。

2-2. 対象者

2019年11月に開催されたA大学学園祭の健康促進コーナーへの来場者のうち、同意が得られた93人を対象にアンケート調査を実施した。その内訳は、性別は男性38人、女性55人、年齢構成は20~30歳12人、31~50歳30人、51~70歳38人、71歳以上13人であった。本研究は、相模女子大学ヒトと対象児とする研究に関する倫理委員会の承認(承認番号19078号)を得て行った。

2-3. 統計解析

各質問事項について2×2表を作成した。検定にはFisherの直接確率検定を用い、有意水準は5%未満とした⁽³⁾。

3. 結果

3-1. 骨や筋組織形成に関わる栄養素を多く含む食品 (表1)

骨や筋組織形成に関わる栄養素を含む食品の摂取についての結果を表1に示した。カルシウムを含む「牛乳・乳製品、小魚、大豆製品など」を多めに摂っていると回答した人は66人 (71.0%)、たんぱく質を含む「肉、魚、牛乳、大豆製品など」を多めに摂っていると回答した人は80人 (86.0%)、ビタミンDを含む「鮭やいわしなどの魚、きのこなど」を多めに摂っていると回答した人は48人 (52.2%)、ビタミンKを含む「納豆、青菜 (ほうれん草など)、ブロッコリーなど」を多めに摂っていると回答した人は68人 (73.1%)、マグネシウムを含む「大豆製品、海藻、魚介類など」を多めに摂っていると回答した人は64人 (69.6%)、ビタミンB6を含む「レバーや鶏肉、カツオやマグロ、ピーマンなど」を多めに

摂っていると回答した人は51人 (55.4%)、ビタミンB12を含む「レバー、さんま、アサリなど」を多めに摂っていると回答した人は24人 (26.1%)、葉酸を含む「ほうれん草や春菊などの野菜やいちごなど」を多めに摂っていると回答した人は46人 (51.1%)であった。

3-2. 過剰摂取が骨組織に悪影響を及ぼす栄養素を多く含む食品 (表1)

過剰摂取が骨組織に悪影響を及ぼす栄養素を含む食品の摂取についての結果を表1に示した。カフェインを含む「コーヒー、紅茶、緑茶など」を多めに摂っていると回答した人は67人 (72.0%)、リンを含む「加工食品 (インスタントラーメン、レトルト食品、練り物、スナック菓子) など」を多めに摂っていると回答した人は27人 (29.7%)、減塩をしていると回答した人は39人 (41.9%)であった。

表1 栄養素を多く含む食品の摂取状況

	多めに摂っている人 (%)	あまり摂っていない (控えている) 人 (%)
カルシウムを含む牛乳・乳製品、小魚、大豆製品など	66 (71.0)	27 (29.0)
たんぱく質を含む肉、魚、牛乳、大豆製品など	80 (86.0)	13 (14.0)
ビタミンDを含む鮭やいわしなどの魚、きのこなど	48 (52.2)	44 (47.8)
ビタミンKを含む納豆、青菜 (ほうれん草など)、ブロッコリーなど	68 (73.1)	25 (26.9)
マグネシウムを含む大豆製品、海藻、魚介類など	64 (69.6)	28 (30.4)
ビタミンB6を含むレバーや鶏肉、カツオやマグロ、ピーマンなど	51 (55.4)	41 (44.6)
ビタミンB12を含むレバー、さんま、あさりなど	24 (26.1)	68 (73.9)
葉酸を含むほうれん草や春菊などの野菜やいちごなど	46 (51.1)	44 (48.9)
カフェインを含むコーヒー、紅茶、緑茶など	67 (72.0)	26 (28.0)
リンを含む加工食品 (インスタントラーメン、レトルト食品、練り物、スナック菓子) など	27 (29.7)	64 (70.3)
	よく浴びている	避けている
日光	58 (62.4)	35 (37.6)
	している	していない
減塩	39 (41.9)	54 (58.1)
喫煙	12 (12.9)	81 (87.1)
毎日1万歩以上の歩行かそれに相当する運動	27 (29.0)	66 (71.0)

3-3. その他の生活習慣 (表1)

その他の生活習慣についての結果を表1に示した。日光をよく浴びていると回答した人は58人 (62.4%)、喫煙をしていると回答した人は12人 (12.9%)、毎日1万歩以上の歩行かそれに相当する運動をしていると回答した人は27人 (29.0%) であった。

3-4. 各因子間の分析 (表2)

各因子間について2×2表を作成してFisherの直接確率検定を行い、p値を表2に示した。

3-4-1. 骨や筋組織形成に関わる栄養素 (表2)

カルシウムを多く含む食品を多めに摂っていると回答した群は、全般に骨や筋組織の形成・維持に関わる栄養素を多く含む食品も多めに摂っていると回答する傾向がみられた。特に、たんぱく質 (0.0000)、マグネシウム (0.0003) や葉酸 (0.0049) では有意差が認められた。同様に、たんぱく質を多く含む食品を多めに摂っていると回答した群も骨や筋組織の形成・維持に関わる栄養素を多く含む食品も多めに摂っていると回答する傾向がみられた。特に、カルシウム (0.0000)、マグネシウム (0.0003) とビタミンB6 (0.0156) の摂取で有意差が認められた。一方、過剰摂取が骨組織などに悪影響を及ぼす栄養素を多く含む食品の摂取や生活習慣についてはいずれも有意差がなかった。

ビタミンDを多く含む食品を多めに摂っていると回答した群では、ビタミンK (0.0002)、マグネシウム (0.0000)、ビタミンB6 (0.0001)、ビタミン

B12 (0.0000)、葉酸 (0.0029) を多く含む食品も多めに摂っていると回答した人が有意に多かった。一方、過剰摂取が骨組織に悪影響を及ぼす栄養素を多く含む食品の摂取では有意差はなかった。生活習慣では、禁煙 (0.0117) と運動 (0.0110) をしている回答が有意に多かった。

ビタミンKを多く含む食品を多めに摂っていると回答した群では、ビタミンD (0.0002)、マグネシウム (0.0003)、ビタミンB12 (0.0027)、葉酸 (0.0340) を多く含む食品を多めに摂っていると回答した人が有意に多かった。一方、過剰摂取が骨組織などに悪影響を及ぼす栄養素や生活習慣については有意差が認められなかった。

マグネシウムを多く含む食品を多めに摂っていると回答した群では、カルシウム (0.0003)、たんぱく質 (0.0003)、ビタミンD (0.0000)、ビタミンK (0.0003)、ビタミンB6 (0.0001)、ビタミンB12 (0.0013)、葉酸 (0.0002) を多く含む食品も多めに摂っていると回答した人が有意に多かった。一方、過剰摂取が骨組織などに悪影響を及ぼす栄養素を多く含む食品の摂取や生活習慣については有意差がなかった。

ビタミンB6を多く含む食品を多めに摂っていると回答した群では、たんぱく質 (0.0156)、ビタミンD (0.0001)、マグネシウム (0.0001)、ビタミンB12 (0.0003) や葉酸 (0.0105) を多く含む食品を多めに摂っていると回答した人が有意に多かった。一方、過剰摂取が骨組織などに悪影響を及ぼす栄養素を多く含む食品の摂取や生活習慣については有意

表2 各因子間のp値

	カルシウム	たんぱく質	ビタミンD	ビタミンK	マグネシウム	ビタミンB6	ビタミンB12	葉酸	カフェイン	リン	日光	減塩	喫煙	運動
カルシウム	*	0.0000	0.0706	0.0719	0.0003	0.2493	0.0643	0.0049	0.4583	1.0000	0.4804	0.2515	0.7401	1.000
たんぱく質	0.0000	*	0.7672	0.1036	0.0003	0.0156	0.5019	0.1404	1.0000	0.3304	0.3574	0.1408	0.3647	0.1881
ビタミンD	0.0706	0.7672	*	0.0002	0.0000	0.0001	0.0000	0.0029	0.8205	0.2549	0.0865	0.0594	0.0117	0.0110
ビタミンK	0.0719	0.1036	0.0002	*	0.0003	0.0985	0.0027	0.0340	0.6102	1.0000	0.2346	0.8170	0.2941	0.1239
マグネシウム	0.0003	0.0003	0.0000	0.0003	*	0.0001	0.0013	0.0002	0.3216	0.6210	0.3514	0.8194	1.000	0.3263
ビタミンB6	0.2493	0.0156	0.0001	0.0985	0.0001	*	0.0003	0.0105	0.6420	0.8179	0.0835	0.3968	0.3600	0.0706
ビタミンB12	0.0643	0.5019	0.0000	0.0027	0.0013	0.0003	*	0.0161	1.000	0.4364	0.4628	0.2306	0.0319	0.0036
葉酸	0.0049	0.1404	0.0029	0.0340	0.0002	0.0105	0.0161	*	0.1642	1.000	0.0292	0.4029	0.5464	0.6412
カフェイン	0.4583	1.0000	0.8205	0.6102	0.3216	0.6420	1.000	0.1642	*	0.8033	0.0956	0.6450	0.4991	0.3083
リン	1.0000	0.3304	0.2549	1.0000	0.6210	0.8179	0.4364	1.000	0.8033	*	0.2354	0.4966	0.7447	0.2095
日光	0.4804	0.3574	0.0865	0.2346	0.3514	0.0835	0.4628	0.0292	0.0956	0.2354	*	0.0524	0.1998	0.3532
減塩	0.2515	0.1408	0.0594	0.8170	0.8194	0.3968	0.2306	0.4029	0.6450	0.4966	0.0524	*	0.2308	0.4918
喫煙	0.7401	0.3647	0.0117	0.2941	1.000	0.3600	0.0319	0.5464	0.4991	0.7447	0.1998	0.2308	*	0.1694
運動	1.000	0.1881	0.0110	0.1239	0.3263	0.0706	0.0036	0.6412	0.3083	0.2095	0.3532	0.4918	0.1694	*

*はp<0.05で有意差有りを示す。

差が無かった。ビタミンB12を多く含む食品を多めに摂っていると回答した群では、ビタミンD (0.0000)、ビタミンK (0.0027)、マグネシウム (0.0013)、ビタミンB6 (0.0003)、葉酸 (0.0161) を多く含む食品を多めに摂っていると回答した人が有意に多かった。一方、過剰摂取が骨組織に悪影響を及ぼす栄養素を多く含む食品の摂取については有意差が無かった。生活習慣においては、禁煙 (0.0319) と運動 (0.0036) をしている人が有意に多かった。葉酸を多く含む食品を多めに摂っていると回答した群では、有意にカルシウム (0.0049)、ビタミンD (0.0029)、ビタミンK (0.0340)、マグネシウム (0.0002)、ビタミンB6 (0.0105)、ビタミンB12 (0.0161)、日光をよく浴びている (0.0292) が多かった。それ以外では、有意差は無かった。

3-4-2. 過剰摂取が骨組織に悪影響を及ぼす栄養素 (表2)

カフェインやリンを多く含む食品の摂取状況についての回答と、他の栄養素を多く含む食品の摂取状況や生活習慣の回答との間には有意差がみられなかった。

3-4-3. その他の生活習慣 (表2)

日光をよく浴びると回答した群では、葉酸 (0.0292) を多く含む食品を多めに摂取している回答だけが多かった。減塩についての回答と、その他の因子についての回答との間にはすべてにおいて有意差がみられなかった。禁煙や運動をしていると回答した群では、有意にビタミンD (0.0117と0.0110) とビタミンB12 (0.0319と0.0036) を多く含む食品を多めに摂取している回答が多かった。

4. 考察

参考として骨の健康にとって重要な栄養素の摂取源となる食品 (表3-1) と骨の健康にとって望ましくない栄養素 (表3-2) に示した。骨代謝は破骨細胞と骨芽細胞によって行われる。骨吸収は、破骨細胞 (骨吸収細胞) によって惹起され、骨表面に微細な穴 (骨吸収窩) を形成する。これは成長期の骨サイズのモデリング変化、微細構造破壊の修復、他のミネラル供給源として役に立ちながら血清カルシウム濃度を維持するために必須の反応である。骨形成は骨芽細胞の制御下に行われ、骨吸収窩を埋める。骨形成は成長期には骨吸収を上回っているが、

高齢期にはしばしば骨吸収に追いつけなくなり、加齢に伴う骨量低下の原因となる⁽⁴⁾。カルシウムは骨を構成する主要なミネラルであり、成人の体内の99%近くがヒドロキシアパタイトとして骨に含まれている⁽⁵⁾。多くの報告において、カルシウム介入により成長期の骨量増大、加齢による骨量減少の抑制、骨折の減少などが示されている⁽⁶⁾。乳製品のような食品中のカルシウムは、たんぱく質、ビタミンD、マグネシウムなど重要な栄養素を同時に含んでいるため、骨組織の維持にはサプリメントよりも有効であると思われる。カルシウム不足は骨格を脆弱にし、ADLの減少から筋力や筋量の低下をもたらすと考えられる。

たんぱく質の摂取は骨密度上昇と骨折のリスク減少をもたらす、高齢者での4年間の観察でも摂取量が多いと骨量減少が抑制される⁽⁷⁾。摂取量が少ないと大腿骨近位部の骨折リスクが高まる⁽⁸⁾。一方、代謝研究では高たんぱく質がカルシウムの喪失を導くことが示され、これは酸負荷に対して血清カルシウム濃度を維持するために骨格からカルシウムが引き出されるためと推測されている⁽⁹⁾。しかし、現在のところ通常の食事において、高たんぱく質摂取は骨に対して有害であるよりは保護的であることが示唆されている⁽¹⁰⁾。食事の全体的な酸-塩基バランスも影響する可能性があり、アルカリ性食品の存在下ではたんぱく質の摂取はより骨に保護的であるかも知れない⁽¹⁰⁾。また、たんぱく質の摂取量が少ないと筋力の低下やフレイルティの出現につながる⁽¹¹⁾。活性型ビタミンDは骨石灰化や骨形成を高めると同時に骨吸収を誘発する⁽¹²⁾。血中濃度が低いと骨折のリスクが高まる⁽¹³⁻¹⁵⁾。食事性ビタミンDの欠乏あるいは紫外線 (日光) 照射量の不足によって起こる古典的なビタミンD欠乏状態は、小児ではくる病、成人では骨軟化症である⁽¹⁶⁾。正常な骨格筋の発達を調節し、筋力を改善させる作用も報告されており、ビタミンDが欠乏すると筋疾患や転倒事故が増加する⁽¹⁷⁾。

ビタミンKはグルタミン酸から γ -カルボキシグルタミン酸への変換を触媒するグルタミルカルボキシラーゼへの補酵素として、ヒドロキシアパタイトの結晶にカルシウムイオンが取り込まれる際にたんぱく質がカルシウムイオンを引きつけるために欠かせない^(18,19)。ビタミンKの摂取が少ないと骨密度が低く、骨折が多い^(20,21)。そのため、骨格筋との関連についてはカルシウムと同様であると推定できる。

マグネシウムは体内には約25 g存在し、その50~

表3-1 骨の健康にとって重要な栄養素の摂取源となる食品

栄養素	1日摂取量 ^a	食品例
カルシウム	650mg	牛乳、乳製品（牛乳、ヨーグルト、チーズ） 小魚、骨ごと食べられる魚の缶詰（イワシ、サケ） カルシウムを添加した豆腐 強化豆乳
たんぱく質	50 g	肉類（牛、豚、鶏、加工品） 魚介類（魚、小魚、貝、練り製品） 卵類（鶏卵、うずら卵） 大豆、大豆製品（大豆、納豆、豆腐） 牛乳、乳製品（牛乳、ヨーグルト、チーズ）
ビタミンD	5.5μg	強化豆乳脂質の多い魚（ニシン、サケイワシ、メカジキ） キノコ類（きくらげ、干しシイタケ） 強化牛乳やヨーグルト 強化シリアル
ビタミンK	150μg	濃緑色葉物野菜（ケール、フダンソウ、コラードグリーン、ホウレンソウ） 濃緑色サラダ用野菜（レタス、クレソン、生のホウレンソウ） アブラナ科の野菜（ブロッコリー芽キャベツ） 植物油（大豆油キャノーラ油）
マグネシウム	290mg	全粒粉全粒穀物（小麦、ふすま、小麦胚芽、玄米、キノア、オートミール、レーズンブラン、シュレッドウィート） ナッツ類（アーモンドカシューナッツピーナッツピーナッツバター） 豆類（大豆、ウズラマメ、インゲンマメ、ササゲ、レンズマメ） 濃緑色葉物野菜（ケール、フダンソウ、キャベツの一種、ホウレンソウ） 魚（オヒョウ、メバル、タラ、マス） 海藻類（あおさ、あおのり、てんぐさ、わかめ） 冬かぼちゃ オレンジジュース バナナ
ビタミンB6	1.2mg	肉類（鶏ささみ、鶏レバー、豚ヒレ） 魚介類（カツオ、マグロの赤身、サケ） 穀類（玄米ごはん） 赤パプリカ さつまいも バナナ
ビタミンB12	2.4mg	魚介類（サンマ、あさり、赤貝） 肉類（レバー）
葉酸	240μg	肉類（レバー、モロヘイヤ、ホウレンソウ、ブロッコリー） 枝豆 濃緑色葉物野菜（モロヘイヤ、ホウレンソウ、ブロッコリー） 果物（いちご）

表3-2 骨の健康にとって望ましくない栄養素の摂取源となる食品

栄養素	1日摂取量	食品例
リン	800mg	添加物（インスタント食品、レトルト食品、練り物、清涼飲料水、スナック菓子）
カフェイン	300mg	飲料（玉露、コーヒー、栄養ドリンク、ココア、コーラ） 嗜好品（チョコレート、ブラックガム）
塩分	7.0 g 未満	魚介類（タラコ、塩サケ、干物類） 調味料（豆板醤、薄口しょうゆ、味噌） 加工品（パン、ハム、たくあん、梅干し、塩辛） 添加物（インスタント食品、レトルト食品、練り物、スナック菓子）

^a 1日摂取量は「日本人の食事摂取基準（2015年版）」成人女性を参照とした。

カルシウム、たんぱく質、マグネシウム、ビタミンB6、ビタミンB12、葉酸は推奨量。

ビタミンD、ビタミンK、リン、塩分は目安量。

個人の必要量はそれぞれ異なる。

病気の予防と治療P934表90.2 改編

カフェイン

食品安全委員会 <https://www.fsc.go.jp/sonota/fakutosheets/caffeine.pdf>

厚生労働省 <https://www.mhlw.go.jp/stf/seikatunetsuite/bunya/0000170477.html>

60%は骨に、残りは軟組織に分布している⁽²²⁾。骨中のマグネシウムの1/3は常に変動しており、細胞外マグネシウム濃度を正常に維持するためのプールとして機能している⁽²³⁾。マグネシウムは「天然の生理的カルシウムイオンチャネル拮抗剤」と呼ばれており⁽²⁴⁻²⁶⁾、マグネシウムが欠乏すると細胞内カルシウム濃度が上昇する。カルシウムは骨格や平滑筋の収縮において重要な役割を果たしているため、マグネシウム欠乏により、筋痙攣、高血圧、冠動脈と脳動脈のれん縮が起こる⁽²⁷⁾。腎臓でのマグネシウム排出は、食事中的ナトリウム、カルシウム、たんぱく質の過剰摂取や、カフェイン、アルコール摂取により増加する⁽²⁸⁻³⁰⁾。マグネシウム欠乏が骨粗鬆症を引き起こすメカニズムとして、PTH、活性型ビタミンD3の産生減少、リン化合物刺激炎症性サイトカイン放出の関与が考えられている⁽³¹⁾。ヒドロキシアパタイトの合成に重要であり、結晶化に寄与して骨を強くする可能性が示唆されている⁽³²⁾。骨粗鬆症の女性のマグネシウム濃度は健常女性より低い報告がある⁽³³⁾。マグネシウム摂取量が多いほど有意に骨密度は高く、骨量の減少を抑制する⁽³⁴⁻³⁶⁾。マグネシウムの不足も骨格を脆弱にし、ADLの減少から筋力や筋量の低下をもたらすと考えられる。

ビタミンB6、ビタミンB12、葉酸はDNAの合成、メチル化および修復に重要な意味を持つ炭素代謝経路において重要な役割を果たし、骨形成に影響する可能性がある⁽³⁷⁾。ビタミンB6摂取量が多いと大腿骨頸部骨密度が高く、骨折のリスクが減少する⁽³⁸⁾。ビタミンB12はアルカリホスファターゼと骨芽細胞の活性を上げ^(39,40)、ビタミンB6とB12の低値が破骨細胞の活性を増加させる⁽⁴¹⁾。葉酸摂取が少ないと骨折をきたしやすくなる^(42,43)。ビタミンB6はアミノ酸の体内での代謝に必要な栄養素であり、ビタミンB12とともに低下はADL障害との関連が報告されている⁽⁴⁴⁾が、葉酸を含めた3栄養素とADL障害との関係についての更なる研究が待たれる。カフェインは短期間の尿中カルシウム排泄を増加させる⁽⁴⁵⁾。ヒトの骨芽細胞では、カフェインの増加が骨芽細胞機能に影響する活性型ビタミンD3誘導ビタミンD受容体発現やアルカリフォスタターゼ活性を減少させる⁽⁴⁶⁾。閉経後で定期的に牛乳を飲まない女性やカルシウム摂取が一日800mg未満の人では、一日2杯以上のコーヒー摂取が骨密度の低下と関連する^(45,47)。また、カルシウム摂取の少ない女性においては、一日4杯以上のコーヒーが骨折

リスクの増加と相関する⁽⁴⁸⁾。骨が脆弱になるにともない骨格筋にも悪影響を及ぼすと考えられる。

過剰なリンはカルシウムと複合体を形成し、カルシウムの吸収を阻害し血清カルシウム値を低下させ、副甲状腺ホルモンの分泌を促す。さらに、活性型ビタミンDの産生と腸管でのカルシウム吸収の低下をきたし、その結果、骨吸収によって骨からカルシウムを放出させる⁽⁴⁹⁾。

加重負荷運動と骨密度の間には関連があり⁽⁵⁰⁾、骨量の改善はレジスタンス運動でも認められる⁽⁵¹⁾。筋力とバランス運動は筋機能を改善し、転倒を減らし、骨折リスクをいっそう減少させる⁽⁵²⁾。フレイルやサルコペニアを予防改善するには、週2~3回、1回につき60分程度の局所あるいは全身の筋群に負荷(抵抗)を与え、骨格筋の向上に主眼をおく運動をすることが推奨されている。

本調査では、骨と筋組織の形成と維持に深く関与する栄養素を多く含む食品のうち、ビタミンB12を多く含むレバー、さんまやあさり除くすべての食品を多めに摂取していると回答した人が過半数を占めた。食への意識の高さを示す良い結果であるが、学園祭で催された健康促進コーナーに来場した人は一般に健康への関心が強く、その人たちがアンケート調査の対象者であったことが一因の可能性はある。ビタミンB12の回答が良くなかった理由としては、過剰摂取が生活習慣病に繋がる「レバー」と魚離れが指摘されている時勢で「さんま」と「あさり」を代表食品として挙げたこともあるが、現在の食生活では不足しやすい栄養素であることが基盤にあると思われる。レバーに関していえば、栄養相談で調理方法や摂取の機会をどう作るかなどの質問が多く、栄養指導においてポスター掲示やレシピの配布等の摂取推進になる媒体作りを考えるのが良いと思われる。

過剰摂取が問題視される栄養素のうち、72%の人がカフェインを多く摂っていると回答した。コーヒー、紅茶や緑茶の良い効能が広く知られているためでもあるが、過剰に摂取した場合には骨に悪影響を及ぼすこと、また摂取する際に添加されるショ糖(砂糖)に関しても過剰摂取の悪影響が憂慮されることを指導し、場合によってはカフェイン抜き飲料を勧める必要がある。

各因子間については、骨や筋組織の形成・維持に関わる栄養素を多く含む食品の間で関連が認められた。この傾向はビタミンD、K、B群とマグネシウムで強く、特にマグネシウムは調べた骨や筋組織の

形成・維持に重要なすべての栄養素に関して関連がみられた。すなわち、マグネシウムを多く含む大豆食品、海藻や魚介類を多めに摂取していると回答した人は、骨や筋組織の形成・維持に重要な他の栄養素を多く含む食品も多めに摂っており、栄養素摂取の面においては良好であることが明らかになった。カルシウムとたんぱく質が骨や筋組織の形成・維持に重要であるとする従来の栄養指導に対して、別のアプローチ法としてマグネシウムを多く含む食品の摂取を推奨する指導が有効である可能性が示唆された。

謝辞

本研究の実施にあたり、研究対象者としてご協力いただいた学園祭の健康促進コーナーに来場者の皆様に心より御礼申し上げます。

利益相反

利益相反に相当する事項はない。

参考文献

- (1) <http://www.jcoa.gr.jp/locomo/teigi.html>
- (2) https://www.jstage.jst.go.jp/article/jspfsm/66/1/66_33/_pdf
- (3) <http://www.kisnet.or.jp/nappa/software/star/freq/2x2.htm#>
- (4) Weaver CM カルシウム p385 最新栄養学 第10版 2014年
- (5) 骨粗しょう症の予防と管理p.933 In A Catharine Ross et al., ロス医療栄養科学大事典2018年
- (6) Heaney RP. J Am Coll Nutr 2000;19: 83S-99S
- (7) Hannan MT et al., J Bone Miner Res 2000; 15:2504-2512
- (8) Misra D et al., Osteoporos Int 2011;22:345-349
- (9) Barzel US. J Bone Miner Res 1995;10: 1431-1436
- (10) 骨粗しょう症の予防と管理 p940 In A Catharine Ross et al., ロス医療栄養科学大事典2018年
- (11) Beasley JM et al., J Am Geriatr Soc 2010; 58:1063-1071
- (12) Food and Nutrition Board, Institute of medicine. Dietary References Intakes for Calcium and Vitamin D. Washington, DC: National Academies Press, 2011
- (13) Cummings SR et al., N Engl J Med 1998; 339:733-738
- (14) van Schoor NM et al., Bone 2008;42:260-266
- (15) Looker AC et al., J Bone Miner Res 2008; 23:143-150
- (16) Norman AW et al., ビタミンD p184 最新栄養学 第10版 2014年
- (17) Norman AW et al., ビタミンD p185 最新栄養学 第10版 2014年
- (18) Bugel S, Vitam Horm 2008;78:393-416
- (19) Sokoll LJ et al., Am J Clin Nutr 1996;63:566-573
- (20) Booth SL et al., Am J Clin Nutr 2003;77:512-516
- (21) Feskanich D et al., Am J Clin Nutr 1999;69:74-79
- (22) Bohl CH et al., Crit Rev Food Sci Nutr 2002; 42:533-563
- (23) Elin RJ, Am J Physiol 1994;102:616-622
- (24) Iseri LT et al., Am Heater J 1984;108:488-193
- (25) hite RE et al., Biochem Pharmacol 1989;38:859-867
- (26) Schmid-Elsaesser R et al., Neurosurgery 2006;58:1054-1065
- (27) Insutitute of Medicine 1997 Natinal Academy Press, Washington DC
- (28) Mahalko JR et al., Am J Clin Nutr 1983;37:8-14
- (29) Martinez ME et al., Nephron 1985;40:446-450
- (30) Massey LK et al., J Nutr 1993;123:1611-1614
- (31) Rude RK et al., J Am Coll Nutr 2009;28:131-141
- (32) Li M et al., J Oral Biosci 2010;52:94-99
- (33) Mutlu M et al., J Int Med Res 2007;35:692-695
- (34) Tucker KL et al., Am J Clin Nutr 1999;69:727-736
- (35) Ryder KM et al., J Am Geriatr Soc 2005; 53:1875-1880
- (36) New SA et al., Am J Clin Nutr 2000;71:142-151
- (37) Lucock M, Mol Genet Metab 2000;71:121-138
- (38) Macdonald HM et al., Bone 2004;35:957-964
- (39) armel R, Arch Intern Med 1988;148:1712-1714
- (40) Kim GS et al., Metabolism 1996;45:1443-1446
- (41) Herrmann M et al., Bone 2007;41:584-591
- (42) Gjesdal CG et al., J Bone Miner Res 2007; 22:747-756
- (43) Ravaglia G et al., J Gerontol A Biol Sci Med Sci 2005;60:1458-1462
- (44) Labonte M et al., J Am Geriatr Soc 2008;

56:766-768

- (45) Harris SS et al., Am J Clin Nutr 1994;60:573-578
- (46) Rapuri PB et al., J Steroid Biochem Mol Biol 2007;103:368-371
- (47) Barrett-Connor E et al., JAMA 1994;271:280-283
- (48) Hallstrom H et al., Osteoporos Int 2006; 17:1055-1064
- (49) Clark I, Am J Physiol 1969;217:865-870
- (50) Guadalupe-Grau A et al., Sports Med 2009; 39:439-468
- (51) Layne JE et al., Med Sci Sports Exerc 1999; 31:25-30
- (52) Campbell AJ et al., BMJ 1997;315:1065-1069