

# 牛乳・乳製品の摂取と 骨粗鬆症・骨折リスクの 関連について



大阪医科薬科大学医学部衛生学・  
公衆衛生学(医学博士)

## 玉置 淳子

1987年北海道大学医学部卒業。97年米国ジョーンズ・ホプキンス大学公衆衛生学修士課程修了。2000年和歌山県立医科大学公衆衛生学助手、01年北海道大学予防医学講座公衆衛生学助手。03年近畿大学医学部公衆衛生学講師、10年同准教授、13年より現職。高齢者の要介護の大きな原因である骨粗鬆症とそれによる骨折について、疫学調査を通して実態や原因を研究し、予防に役立つ科学的根拠の提示に努めている。

超高齢社会の日本において、寝たきりの原因にもなる骨粗鬆症とそれによる骨折は大きな問題となっています。骨粗鬆症を予防するには、カルシウムをはじめ、タンパク質、ビタミンDなどの栄養素を十分に摂取する必要がありますが、日本人の多くは牛乳・乳製品の摂取量が少なく、カルシウムが不足しているのが現状です。思春期前後、成人期、中高年期の各ライフステージにおいて、牛乳・乳製品の摂取が骨量や骨折リスクにどのように関連するかを国内外の疫学研究を中心に解説します。

## 日本人は男女ともどの年代も カルシウム摂取不足！ 牛乳・乳製品摂取量も少ない

骨粗鬆症は、骨量(骨密度)が減少し、また骨の質が劣化することで、骨がもろくなって骨折しやすくなる病気です。特にカルシウムの摂取不足が骨の脆弱性を引き、骨粗鬆症につながるということは一般にもよく知られています。

では、日本人はカルシウムを十分に摂取できているのでしょうか。世界的に見ると、成人における食事からのカルシウム摂取量は欧米の国々で1日に700~900mgであるのに対し、日本では1日に500~600mgとかなり少なくなります(※1)。また、令和元年の「国民健康・栄

養調査」によると、1日あたりのカルシウム摂取量は、男女とも、どの年齢層においても「日本人の食事摂取基準」が定める推奨量を下回っています(図1)。このように、日本人は性別・年齢に関係なくカルシウム不足であるというのが実状です。

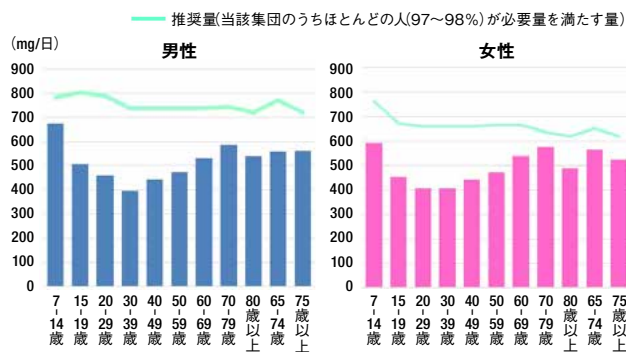
カルシウムはさまざまな食品に含まれる栄養素ですが、日本人がカルシウムを摂取する食品の割合は「牛乳・乳製品」が最も多く約3割を占めており、牛乳・乳製品は重要なカルシウム摂取源であることがわかります。加えて、牛乳は小魚や野菜などに比べてカルシウムの吸収率が高いことが特徴で、これは牛乳にはカルシウムの吸収を促進するビタミンDが含まれているためです。牛乳はカルシウム摂取に最適な食品だといえるでしょう。

しかしながら、日本人は1人あたりの牛乳消費量が年

図1

### 日本人はカルシウム不足

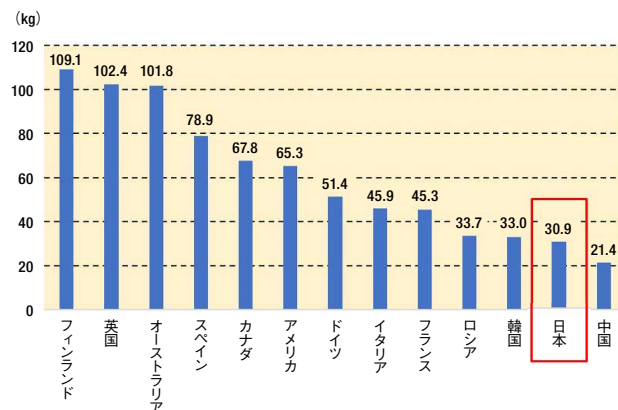
日本人の食事からのカルシウム摂取量と推奨量(1日あたり)



日本人は男女とも、どの年齢層においてもカルシウム摂取量が推奨量を下回っている。

図2

### 主要国における牛乳類の1人あたり年間消費量(2018年)



日本の牛乳消費量は主要国の中では少ない。

間30.9kgと主要国の中では非常に少ないのです(図2)。特に、学校給食が終了すると男女ともに牛乳・乳製品の摂取量は著しく低下することが指摘されています。

骨量は、10代の成長期に増加し始め、18~20歳で最大骨量に達し、成人期はそのまましばらく維持され、中高年期になると加齢とともに減少していきます。したがって、骨粗鬆症やそれによる骨折を予防する方法は、思春期前後から成人までに骨量をできるだけ高めておき、成人期では最大骨量を維持し、中高年期では骨量の減少を極力抑えるということに尽きます。そこで、牛乳・乳製品の摂取と骨の脆弱性を主題に、「思春期前後における骨量との関連」、「成人期における骨量との関連」、「中高年期における骨折リスクとの関連」という3つの観点から、主に国内外の疫学研究結果をもとに考えていきます。

### 思春期前後に牛乳を十分飲むことが骨折と将来の骨粗鬆症予防につながる

まず思春期前後ですが、この時期は骨の発達を促し、骨量をいかに増加させるかが大切です。ところが日本では、ここ40年で小学生~高校生の学校における骨折発生率が2倍以上に増加しており(※2)、子どもの骨が弱くなっていることが危惧されています。骨量の増加は重大な課題といえるかもしれません。

思春期前後の牛乳・乳製品摂取と骨密度の関連を検討した海外の無作為割付介入試験を見ると、ニュージーランドの検討では15~17歳の対象にカルシウム1000mg分の牛乳・乳製品を2年間毎日摂取させた結果、介入群は介入しなかった群に比べ、大腿骨頸部、転子部、腰椎の骨密度が有意に高くなりましたが、介入終了1年後の骨密度には2群で有意差がありませんでした(骨密度を高めるには継続的な牛乳・乳製品の摂取が重要)。フィンランドの検討では平均年齢11歳の対象にカルシウム換算で900mg以上となる低脂肪チーズを2年間毎日摂取させた結果、摂取群は摂取しなかった群に比べ、全身の骨密度が高く、脛骨の皮質骨(\*1)も厚くなりました。中国の検討では平均年齢10歳の対象にカルシウム560mgを含む牛乳1杯を2年間毎日追加摂取させた結果、期間中に初潮を迎えた摂取群は摂取しなかった群に比べ、全身の骨密度が高くなり、また、9~10歳の対象にミルクパウダー80gあるいは40gを水に溶いて1年6ヶ月摂取させた結果、80g摂取群ではミルクパウダーを摂取しなかった群に比べて骨密度変化率が有意に高値となりました(※3)。

\*1 皮質骨……骨には海綿骨と皮質骨がある。海綿骨は骨の内側にある網目状の部分で、皮質骨は外側(表面)の部分で非常に硬い組織。

もともと食事からのカルシウム摂取量が多い北米やヨーロッパの対象集団では、牛乳・乳製品摂取を増加した介入による大きな効果が見られない場合もあります。しかし、食事からのカルシウム摂取量が低いアジアにおける検討では、介入群は対照群に比べて有意に骨密度が高くなる結果が得られており、牛乳・乳製品の摂取が子どもの骨密度を高めることが示唆されています。

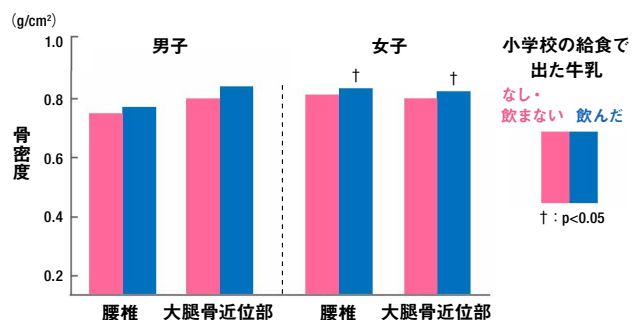
日本においても、子どもたちの中軸骨の状態を確認し、また最大骨量を大きくするためにはどの年齢の子どもに何をすればよいかを確認する目的で、「小児の骨折を防ぎ、50年後の骨粗鬆症を防ぐための追跡研究(※4)」が実施されています。対象は小学校4年生~中学校3年生の男女各50人および中学校1年生男女400人で、それぞれの牛乳・乳製品の摂取状況と骨密度を調査し、小学校4年生~中学校3年生の群は3年後に再調査を、中学校1年生の群は中3時と高2時に2回の追跡調査をしました。

その結果、男女とも牛乳を1日コップ1杯以上飲んでいる生徒は、2~3日に1杯や週に1杯以下の生徒に比べ、腰椎および大腿骨近位部の骨密度が高い傾向が見られました。また、女子では小学校の給食で出た牛乳を飲んだ生徒のほうが、飲まなかった生徒に比べて中学生での腰椎、大腿骨近位部の骨密度が有意に高くなりました(図3)。以上より、思春期前後における十分な牛乳・乳製品の摂取は、骨量を増加させ、高い最大骨量獲得につながることを期待できると考えられます。

なお、男女とも小学生時に運動部で活動していた中学生は、そうでない生徒に比べて骨密度が高い傾向が見られました。また「牛乳は太る」と思い込んで飲まない子どももいますが、高校3年生の女子を対象とした別の調査では、牛乳を1日200ml以上飲んでいる生徒は飲まない生徒よりも体脂肪率が有意に低くなりました(※5)。

図3

#### 小学校での牛乳摂取と中学生での骨密度



伊木雅之ほか、平成19年度牛乳栄養素等調査研究及び牛乳・乳製品機能性実証調査、日本酪農乳業協会(現Jミルク)

小学校の給食で出た牛乳を飲んだ生徒のほうが、中学生での骨密度は高くなる。

以上を踏まえると、思春期前後において骨折と将来の骨粗鬆症を予防するために大切なことは、ダイエットをせず、牛乳を十分に飲み、牛乳・乳製品以外の食品からもカルシウムを十分とり、部活動などで運動し、そして当然ながら、よく睡眠をとることだといえるでしょう。

## 成人期において牛乳の摂取量が多い人ほど骨量減少や骨密度低下を抑制できる

成人期には、最大骨量を維持し、骨量の減少を抑制することが重要です。中高年になると骨粗鬆症が増え始めますが、特に女性では60代前半での有病率が3割弱、60代後半では3割を超え、70代、80代ではほぼ半数が骨粗鬆症になります。男性の有病率は女性の1/3~1/2と低いですが、それでも80代になると約2割が骨粗鬆症です(※6)。女性が男性よりも骨粗鬆症になりやすい理由は、50歳前後の閉経期から急激な骨量減少が起こるためです。人口の高齢化が続く中、日本では骨粗鬆症のさらなる増加が懸念されており、2030年には女性の有病者が約1400万人にも上ると推計されています(※7)。

成人女性の骨密度低下は、牛乳・乳製品の摂取によって抑制されるのでしょうか。海外の無作為割付介入試験を見ると、アメリカで平均36.5歳の有経女性を対象に、3年間乳製品摂取を増やすように指導した試験では、指導群は3年間の腰椎骨密度に有意な減少がなかったのに対し、指導しなかった群では有意に減少しました。オーストラリアで平均63歳の閉経女性を対象に、カルシウムを1g添加したスキムミルクを2年間毎日摂取させた試験では、摂取群は摂取しなかった群に比べて大腿骨大転子

部骨密度の低下が有意に抑制されました。また、アメリカで平均71歳の閉経女性を対象に、カルシウム摂取量が1000mgとなるように牛乳4杯を2年間毎日摂取させた試験では、摂取群は大腿骨頸部の骨密度変化率に有意な低下は認められなかったのに対し、摂取しなかった群では有意に低下しました(※3)。

一方で成人男性については、高齢者を対象に牛乳・乳製品の摂取頻度と骨密度の関連を調べたいいくつかの観察研究があります。スペインで平均63歳の高齢男性を対象に行った4年間の追跡調査では、牛乳を1日3杯以上摂取している群は牛乳摂取なしの群に比べて骨密度低下が有意に抑制されました。また、アイスランドで平均76歳の高齢男性を対象に行った断面研究では、牛乳摂取が週1回未満、週に1~6回、1日1回以上の3群で比較した結果、週1回未満群に比べて摂取頻度が高い群ほど骨密度のZスコア(\*2)も有意に高くなりました(※3)。

日本の奈良県在住の平均73歳の高齢男性を対象に行ったコホート研究「藤原京スタディ男性骨粗鬆症研究(※8)」の断片的検討では、牛乳の摂取頻度を週にコップ1杯未満、週に数杯、1日1杯、1日2杯以上の4群で比較したところ、1日2杯以上の群ほど大腿骨頸部骨の骨密度も高く、低骨量のオッズ比(危険度)も低いという結果が得られ(図4)、牛乳の摂取頻度が高い人ほど低骨量になりにくいことが示唆されました。

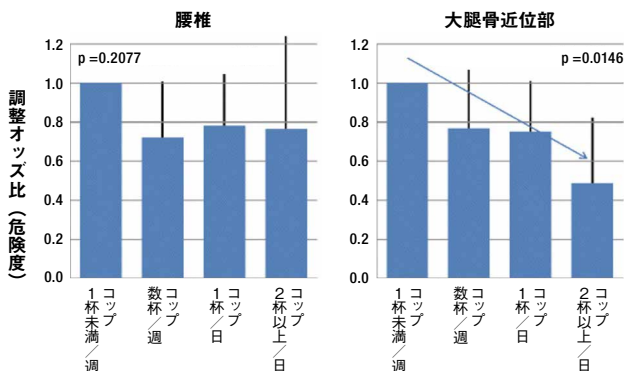
このように、最大骨量の維持が重要である成人期においては、十分な牛乳・乳製品の摂取が、有経女性では最大骨量の維持、閉経女性では閉経後の骨量減少の抑制、また高齢男性では加齢による骨量減少の抑制に寄与することが期待できるといえます。

\*2 骨密度のZスコア……同年齢の骨密度の平均値との比較。

図4

### 地域在住の日本人高齢男性における牛乳摂取の低骨量に関するオッズ比

(藤原京スタディ男性骨粗鬆症(FORMEN)研究)



オッズ比は、年齢、体重、喫煙習慣、アルコール摂取量で調整  
Satoら、Osteoporos Int. 2015 May;26(5):1585-94.

牛乳の摂取頻度が高いほど、低骨密度になる危険度が低くなる。

## 大腿骨近位部骨折予防にはカルシウム摂取に加えて十分なタンパク質摂取も必要

続いて、中高年期における骨折リスクについて考えていきましょう。日本では大腿骨近位部骨折が年々増加の一途をたどっており、2017年では年間193,400件もの発生がありました(※7)。内訳は男性44,100件、女性149,300件で、圧倒的に女性に多く発生します。また、骨折件数のうち75歳以上が男性77.0%、女性87.9%を占めており(2015年、※9)、男女とも75歳以上での発生が非常に多くなります。大腿骨近位部骨折は要介護の大きな要因であり、高齢化に伴って今後も増加が予想されることから、骨折リスクを分析し、予防の手立てを講じるこ



とは社会的にも重要な課題であるといえます。

また、骨折リスクにはカルシウム摂取のみならず、タンパク質摂取も影響します。高齢女性3656例を対象に、1日のカルシウム摂取量が800mg未満と800mg以上の2群に分け、さらに動物性・植物性タンパク質摂取量を多い順に3群に分けて（T3、T2、T1）、大腿骨近位部骨折の発症リスクを比較した検討では、カルシウム800mg/日以上で動物性タンパク質摂取量が多い（T3）群でのみ、大腿骨近位部骨折リスクが有意に低下することが示唆されました（図5）（※10）。

この結果から、骨折リスクに対してはカルシウム摂取とタンパク質（特に動物性タンパク質）摂取の複合影響が期待でき、高齢者では適切なカルシウム摂取下で十分なタンパク質を摂取することにより、骨密度の低下や大腿骨近位部骨折が抑制されるといえます。国際骨粗鬆症財団（IOF）は、大腿骨近位部骨折予防のために、骨粗鬆症の高齢者では十分なカルシウム摂取下で体重1kgあたり0.8gのタンパク質を摂取することを推奨しています。

### 牛乳摂取が1日にコップ1杯未満で ビタミンD不足だと、 骨折リスクはより高まる

カルシウムやタンパク質とともに骨の形成に重要な役割を担っている栄養素がビタミンDです。骨折リスクに対するビタミンDの影響に関しては、日本人女性にお

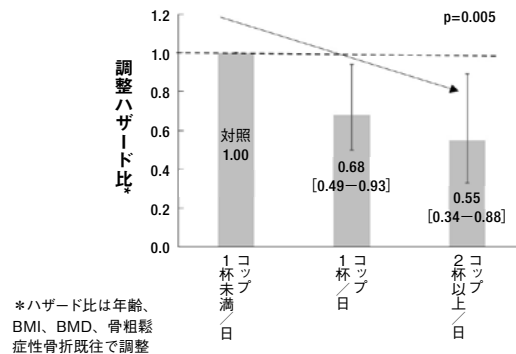
図5 閉経女性では、Ca摂取800mg/d以上で動物性タンパク質摂取が多いと大腿骨近位部骨折リスクが減少

	Ca 800mg/d未満 (2124名、骨折29件)				Ca 800mg/d以上 (1532名、骨折15件)			
	T1	T2	T3	p値	T1	T2	T3	p値
<b>総タンパク質</b>								
骨折件数	10	9	10		7	5	3	
ハザード比	1	1.41	2.02	0.12	1	0.66	0.3	0.09
Ca調整ハザード比	1	1.46	2.2	0.09	1	0.7	0.54	0.38
<b>動物性タンパク質</b>								
骨折件数	9	6	14		5	8	2	
ハザード比	1	0.94	2.84	0.02	1	1.16	0.15*	0.04
Ca調整ハザード比	1	0.97	3.17	0.01	1	1.51	0.32	0.33
<b>植物性タンパク質</b>								
骨折件数	11	13	5		6	6	3	
ハザード比	1	1.02	0.56	0.28	1	0.77	0.24	0.07
Ca調整ハザード比	1	1.1	0.6	0.34	1	0.59	0.23	0.08

Sahni, et al. JBMR. 2010. 25:2770-2776

カルシウム摂取量が1日800mg以上で動物性タンパク質摂取が多い（T3）群では、骨折リスクが有意に75%低かった（ハザード比0.15）。

図6 地域在住女性における骨粗鬆症性骨折リスクに対する牛乳摂取習慣の影響（JPOS Studyによる縦断的検討）



\*ハザード比は年齢、BMI、BMD、骨粗鬆症性骨折既往で調整

牛乳摂取の頻度が高いほど骨粗鬆症性骨折発生リスクが他の骨折リスク要因と独立して（関係なく）低いことが示された。

る骨密度値、骨代謝マーカー値、骨粗鬆症の有病状況、リスク要因を明らかにすることを目的に、1996年から実施されている疫学研究「JPOSスタディ（Japanese Population-based Osteoporosis Study）」で検討されています。

JPOSスタディの対象は開始時に15～79歳だった4550人ですが、そのうち50歳以上の閉経女性を対象に、骨粗鬆症性骨折リスクに対する牛乳摂取習慣の影響を縦断的に検討したところ、牛乳摂取頻度が1日にコップ1杯以上、2杯以上と高くなるほど、骨粗鬆症性骨折発生リスクが他の骨折リスク要因（飲酒や喫煙など）と関係なく低下する傾向を認めました（図6）。

また、同じ50歳以上の閉経女性を対象に、15年間で骨折した群としなかった群に分け、牛乳摂取習慣ならびに血清25水酸化ビタミンD値（血清25(OH)D、体内におけるビタミンDの充足の指標）による骨折発生への影響を検討しました。その結果、牛乳摂取が1日1杯未満と血清25(OH)D低値は、それぞれ独立して全骨折リスクの上昇と関連することが示唆されました。つまり、牛乳摂取が1日1杯未満と少なかったり、ビタミンDが不足していたりすると、どちらかだけでも骨折リスクが高まるというわけです。

さらに、牛乳摂取頻度と血清25(OH)Dの骨折リスクに対する複合影響を検討したところ、牛乳摂取1日1杯未満の群では血清25(OH)Dが低いほど全骨折リスク上昇を認めましたが、牛乳摂取1日1杯以上の群では、血清25(OH)D低値と骨折リスクとの関連を認めませんでした。この結果は、牛乳摂取が1日1杯未満と少ない場合は、ビタミンD不足との複合影響により、骨折リスクがより高まることを示唆しています。

カルシウムとビタミンDの関係ですが、カルシウムは

腸管吸収される際に、活性型ビタミンDの働きによって腸管の細胞に取り込まれやすくなり、これによって血中カルシウム濃度の恒常性が維持されます。前述の検討では、1日1杯未満群において血清25(OH)D低値による骨折リスク上昇がより明瞭でしたが、そのメカニズムは図7のように説明できます。

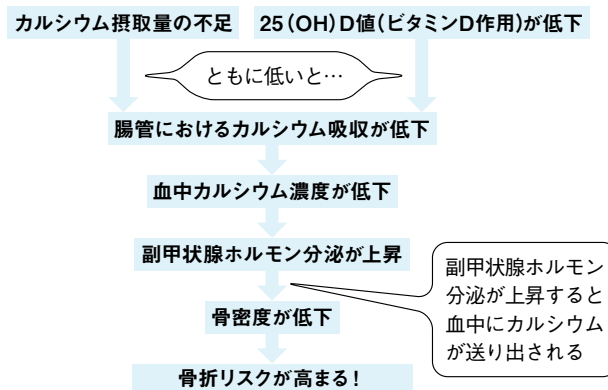
カルシウム摂取量と血清25(OH)D値がともに低値だと、腸管におけるカルシウム吸収が低下するため、血中カルシウム濃度が低下します。すると副甲状腺ホルモン分泌が上昇し、血中カルシウム濃度を上昇させようとして骨から血中にカルシウムを送り出します。その結果、骨に蓄積されていたカルシウムが減少して骨密度が低下し、骨折リスクが高まります。このようにビタミンDは骨折リスクに深く関連しますが、日本各地を対象としたいくつかの研究で、日本人の7～9割はビタミンD非充足(血清25(OH)D 30ng/ml未満)であることが指摘されています。また、中高年における骨折予防の観点から望ましいカルシウム摂取量について、米国医学研究所では、51～70歳の男性では1000mg/日、女性は1200mg/日、71歳以上は1200mg/日のカルシウム摂取を推奨しています。日本人男女を用いた出納実験からは、800mg/日未満ではカルシウムバランスが負となって骨吸収促進が起り、骨密度低下につながる可能性があるとの報告もされています(※11)。

## カルシウム吸収率の高い牛乳・乳製品で骨粗鬆症の予防を

牛乳・乳製品摂取と中高年期の骨折リスクの関連については、カルシウム摂取の影響を評価した既知の報告において、追跡研究22件中14件で「食事からのカルシウム摂取と全骨折リスクとの関連なし」との結果が出ています(※12)。しかしながら、これらの追跡研究の多くはもともと食事からのカルシウム摂取量が多い北米やヨーロッパのものであり、日本のカルシウム摂取量は欧米の1/3程度であることを考慮する必要があります。メタ分析結果では牛乳摂取と骨折リスクとの関連が認められませんでした。カルシウム摂取が少ない地域を取り上げたサブ解析では、牛乳・乳製品摂取が多くなると骨折リスクが低下するという結果も得られています。また、日本のJPOSスタディの閉経女性を対象とした検討結果からも、中高年期の不十分な牛乳・乳製品摂取は骨折リス

図7

### カルシウム摂取不足とビタミンD不足による骨折リスク上昇のメカニズム



カルシウム摂取が不足、かつビタミンD非充足の状態は骨折リスクの上昇を招く。

クを高める可能性があるといえます。

では、生涯を通して骨粗鬆症とそれによる骨折を防ぐためにはどうすればいいのでしょうか。繰り返しになりますが、日本人はカルシウムの摂取源の3割を牛乳・乳製品に頼っているながら、その消費量は主要国の中でも非常に少なく、結果としてカルシウム不足の状況にあります。ビタミンDを含むのでカルシウムの吸収効率がよく、摂取したカルシウムの約4割を吸収できる牛乳は、カルシウム不足の解消に適した食品だといえます。

したがって、日本人は思春期前後、成人期、中高年期のいずれにおいても十分に牛乳・乳製品を摂取し、カルシウム摂取量を高めることが重要です。そうすることにより、思春期前後には高い最大骨量を獲得し、成人期には最大骨量を維持、そして中高年期には骨量の減少を抑制し、生涯を通して骨粗鬆症とそれによる骨折を防ぐことが期待できます。

※1 Balk. Osteoporosis Int. 2017;28:3315-24.  
 ※2 独立行政法人日本スポーツ振興センター。学校の管理下の災害—基本統計—各年(平成12年～令和元年)より  
 ※3 玉置淳子. CLINICAL CALCIUM 2018;28(4), 17-25.  
 ※4 伊木雅之ほか. 平成19年度 牛乳栄養素等調査研究及び牛乳・乳製品機能性実証調査. 日本酪農乳業協会(現Jミルク).  
 ※5 上西一弘. 中学生・高校生のライフスタイルと身体状況に関する縦断研究2008. J-milk magazine ほわいと 2010;冬号.J-ミルク(東京).  
 ※6 Yoshimura, et al. JBMR. 2009;27(5):620-628.  
 ※7 伊木雅之. The Bone, 2017 ;31(1):17-21.  
 ※8 Takusari E, et al., JBMR Plus. 2020;Nov 30;5:e10428.  
 ※9 玉置ら、第2回臨床疫学会発表  
 ※10 Sahni, et al. JBMR. 2010; 25:2770-2776.  
 ※11 Uenishi K, Ishida H, Kamei A, et al. Calcium requirement estimated by balance study in elderly Japanese people. Osteoporos Int 2001; 12 (10): 858-863.  
 ※12 Bolland, et al. BMJ. 2015;35:h4580.