

# 女子学生におけるビタミンDについて

## —女子学生とビタミンD—

小川恒夫\*・本部優佳・冷牟田咲

南九州大学 管理栄養学科 生理学研究室  
〒880-0032 宮崎市霧島5丁目1-2

### Plasma Vitamin D Levels in Female University Students

Tsuneo Ogawa\*, Yuka Honbu, Saki Hiyamuta

Laboratory of Physiology  
Department of Nutrition Management,  
Minami Kyushu University  
5-1-2 Kirishima, Miyazaki, Miyazaki 880-0032, Japan

Vitamin D possesses a lot of important roles such as an increase in Ca absorption in the intestine and Ca reabsorption in the kidney to prevent osteomalacia and rickets. However, vitamin D tends to be insufficient and often becomes a nutritional problem worldwide. In this study, plasma levels of vitamin D (25-hydroxyvitamin D: 25(OH)D), vitamin D intake and questionnaires regarding eating and exercise habits of 96 university students who study nutrition management were investigated. Plasma 25(OH)D in 96 students was  $15.3 \pm 6.0$  ng/ml, which is far below the lower limit of the normal range, which is 30 ng/ml. Nutritional surveys showed that daily vitamin D intake was  $9.3 \pm 8.7$   $\mu$ g, and only 29 participants had a vitamin D daily intake higher than 8.5  $\mu$ g, which is the recommended amount by the Ministry of Health, Labor and Welfare in Japan. Among 44 students who perform outdoor activities almost every day, those who eat lots of blue-backed fish had higher levels of plasma 25(OH)D. Among 58 students who eat seafood two or three times a week, those who perform exercise or outdoor activities frequently had higher levels of plasma 25(OH)D. From the results above, it can be concluded that most university students are insufficient in vitamin D, and that fish intake and sun exposure in daily life increase plasma 25(OH)D. However, the current situation of fish intake or sun exposure is not enough to maintain the normal range of plasma vitamin D probably because fish intake is decreased due to the westernization of eating habits, and sunscreen or parasol use is prevailing because of raising awareness about the health risks of UV exposure. Therefore, it is important to let people know the importance of vitamin D.

**Key words:** 25-hydroxyvitamin D, vitamin D intake

## 緒言

ビタミンDは脂溶性ビタミンの1つであり、ヒトのビタミンDは、食物から摂取されるものと皮膚において紫外線により7-デヒドロコレステロールから変換されるものがある<sup>1,2)</sup>(図1)。食物から摂取されるものには、植物由来のビタミンD<sub>2</sub>と動物由来のビタミンD<sub>3</sub>があるが、両者は側鎖構造のみが異なる同族体であり、前者はキノコ類に後者は魚肉類に多く含まれる。両者の分子量はほぼ等しく、体内ではほぼ同じ経路で代謝され、同等の生理活性を有することから、両者は区別されずに単にビタミンDと呼ばれている。皮膚で合成されたビタミンDと食物として摂取されたビタミンDはと

もに血流によって肝臓に運ばれ、側鎖の25位が水酸化されて25-ヒドロキシビタミンD(25(OH)D)となる。さらに25(OH)Dは腎臓に運ばれると1 $\alpha$ 位が水酸化され、活性型の1 $\alpha$ ,25-ジヒドロキシビタミンD(1,25(OH)<sub>2</sub>D)に代謝される。1,25(OH)<sub>2</sub>Dは腸管でのカルシウム(Ca)の吸収および腎尿細管でのCa再吸収を促進するビタミンとしてよく知られているが、1,25(OH)<sub>2</sub>Dの受容体は脳、心臓、生殖腺、免疫細胞にも見られ、Ca代謝だけでなく、様々な細胞の増殖・分化や免疫にも関わっている<sup>3)</sup>。腸管で吸収されたビタミンDは肝臓に運ばれ基質依存性に25(OH)Dに変換されるが、腎臓での25(OH)Dから1,25(OH)<sub>2</sub>Dへの変換は副甲状腺ホルモンや血中のCaやリン(P)の値により厳密に調節されている。また血中25(OH)Dは数十ng/mlであるのに対し血中1,25(OH)<sub>2</sub>Dは数十pg/mlと25(OH)Dの千分の一程度である。また

\*連絡著者:E-mail: togawa@nankyudai.ac.jp

## 方法

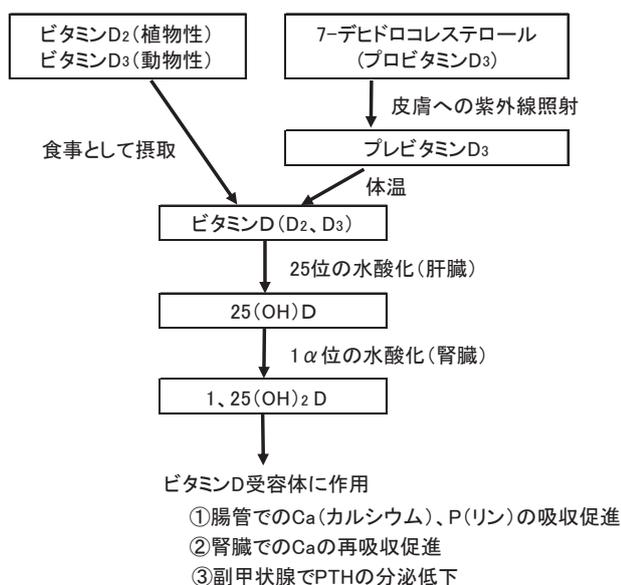


図1. 体内でのビタミンDの代謝。  
25(OH)D:25-ヒドロキシビタミンD.  
1,25(OH)<sub>2</sub>D:1α, 25-ジヒドロキシビタミンD.

25(OH)Dは血中ではビタミンD結合蛋白と結合し、安定な状態で循環しており、その血中半減期は約3週間と比較的長い。以上の理由より、ビタミンDの欠乏状態を判定するには1,25(OH)<sub>2</sub>Dではなく25(OH)Dが適当であると考えられている<sup>4)</sup>。日本人で血中25(OH)Dを測定した文献を見ると、基準値である30ng/ml以上の人は非常に少なく、栄養学的に大きな問題であると考えられる<sup>5-7)</sup>。本学科は管理栄養士養成施設であり、本学科の学生は一般人と比べると食事内容に気を配っていると考えられる。また本学は日照時間が全国3位の宮崎県(宮崎県HP)にある事から、他の地域よりビタミンDの血中濃度は高いと期待される。そこで今回、本学の管理栄養学科の学生に対して、血中25(OH)Dを測定し、栄養調査でビタミンD摂取量を調べ、両者の関連を調べてみた。ビタミンDの最も重要な働きは腸と腎でのCaの吸収および再吸収であることから、Caの摂取量・血中濃度についても検討した。

## 1. 対象

管理栄養学科に在籍する女子学生(19歳~20歳)のうち、大学で行っている健康診断で「正常」あるいは「経過観察」と判定され、サプリメントを摂取していない学生を対象とした。研究内容の説明を行い、研究に参加する事および健康診断時のデータを使用する事を文書で同意を得た96名についての結果を解析した。本研究はヘルシンキ宣言の精神に則り、南九州大学倫理委員会の承認を経て実施した。

## 2. 実験プロトコール

本学では毎年4月に血液検査を含めた検診を一般社団法人日本健康倶楽部に依頼して行っているが、その検診時に採血した血液(血清)を使って25(OH)DとCaの測定を同社に依頼した。25(OH)Dの測定はCLEIA法で行なわれた。検診と同時期に栄養調査と食習慣・生活習慣に関するアンケートを行った。栄養調査はBDHQ(簡易型自記式食事歴法質問票:brief-type self-administered diet history questionnaire)を用いて行い、結果の解析はジェンダーメディカルリサーチ(株)(東京都台東区)に依頼した。アンケート結果の点数化方法を(表1)に示す。

## 3. 統計処理

血液検査、栄養調査、食習慣・生活習慣に関するアンケート結果の各項目相互間の相関をSpearmanの相関係数を用いて解析した。統計解析にはエクセル多変量解析(Ver. 6.0)(株式会社エスミ)を使用した。P<0.05を有意差ありとした。

## 結果

1. 血中25(OH)Dおよび血中Ca(図2):96名の結果をそれぞれ値が小さい順に並べ替え図2に示した(注:25(OH)Dのグラフの1番目の被験者とCaのグラフの1番目の被験者は同一ではない)。血中25(OH)Dは $15.3 \pm 6.0$ ng/ml, Caは $9.7 \pm 0.3$ mg/dl(平均±標準偏差)となった。血中25(OH)Dは、充足状態(30ng/ml以上)が2名、不足状態(20~30ng/ml)が13名で、残りの

表1. 食習慣についての質問項目と点数化

項目	1点	2点	3点	4点
1) 朝食摂取頻度	食べない	週に数回	ほぼ毎日	必ず毎日
2) 肉類の摂取頻度	週1回以下	週に2,3回	週に4,5回	ほぼ毎日
3) 魚介類の摂取頻度	週1回以下	週に2,3回	週に4,5回	ほぼ毎日
4) 青魚・鮭の摂取頻度	殆ど食べない	週に1,2回	週に1回	週に2,3回以上
5) 牛乳・乳製品の摂取頻度	週1回以下	週に2,3回	週に4,5回	ほぼ毎日
6) 野菜の摂取頻度	週1回以下	週に2,3回	週に4,5回	ほぼ毎日
7) キノコの摂取頻度	週1回以下	週に2,3回	週に4,5回	ほぼ毎日
8) 果物の摂取頻度	週1回以下	週に2,3回	週に4,5回	ほぼ毎日
9) 運動頻度	していない	週に1,2回	週に3~5回	ほぼ毎日
10) 30分以上の屋外活動	していない	週に1,2回	週に3~5回	ほぼ毎日

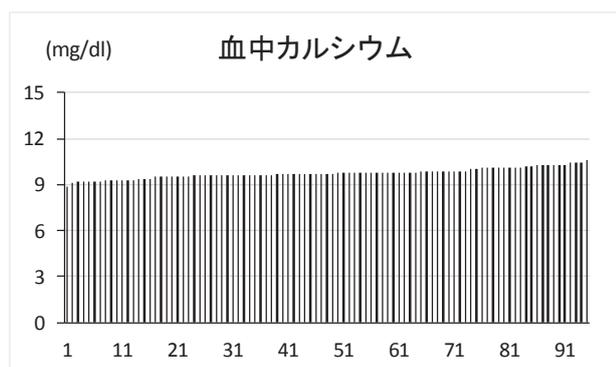
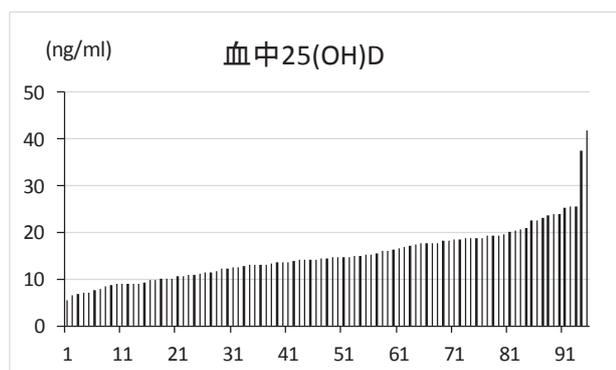


図2. 血中25(OH)D(25-ヒドロキシビタミンD)と血中カルシウム. n = 96.

81名は欠乏状態(20ng/ml未満)となった。血中Caは1名が10.6mg/dlと高値を示したが、残りの95名は正常範囲内(8.8~10.4mg/dl)であった。

2. ビタミンDおよびCa摂取量(図3):96名の結果をそれぞれ値が小さい順に並べ替え図3に示した。ビタ

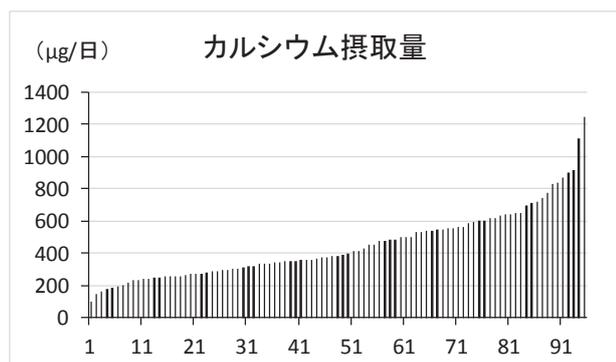
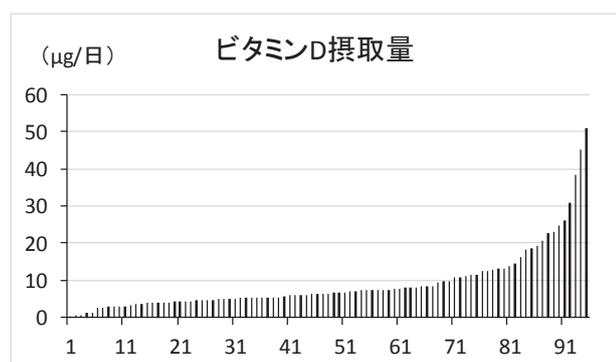


図3. ビタミンD摂取量とカルシウム摂取量. n = 96.

ミンDの1日摂取量は $9.3 \pm 8.7\mu\text{g}$ (平均  $\pm$  標準偏差)であり、平均値は厚生省の摂取基準(8.5 $\mu\text{g}$ )より多くなっていたが、摂取基準に達していない者は96名中66名であった。Caの1日摂取量は $449 \pm 215\text{mg}$ (平均  $\pm$  標準偏差)で、平均値は厚生省の摂取基準(661mg)よりも大幅に低下しており、摂取基準に達していない者は96名中84名であった。

3. 摂取量と血中濃度の相関(図4):ビタミンD摂取量と血中25(OH)Dとの間に有意な相関は認めなかった。Ca摂取量と血中Caとの間に有意な相関関係は認めなかった。
4. 血中25(OH)Dおよび血中Caとアンケート結果との相関:血中25(OH)Dおよび血中Caと、アンケート結果の各項目の間に有意な相関を認めなかった。
5. 限定した対象での血中25(OH)Dおよび血中Caとアンケート結果との相関:「屋外で30分以上活動する頻

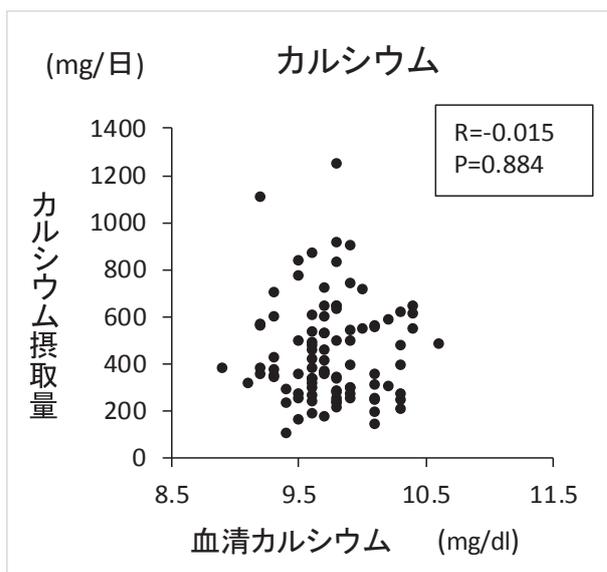
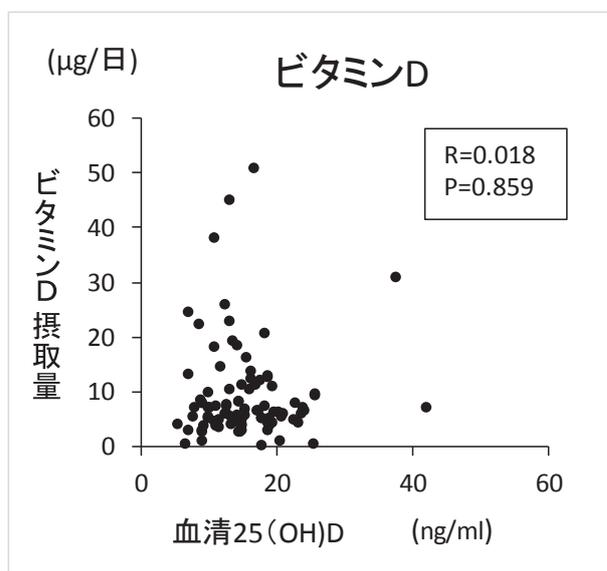


図4. ビタミンD摂取量と血中25(OH)Dとの相関. カルシウム摂取量と血中カルシウムの相関. n = 96.

度」の質問で「ほぼ毎日」と答えた44名について、血中25(OH)Dと血中Caとアンケート結果の相関を計算したところ、青魚・鮭の摂取頻度が高いと血中25(OH)Dが高いという相関を認めた(表2)。「魚介類の摂取頻度」の質問で「週2~3回」と回答した58名で、血中25(OH)Dと血中Caとアンケート結果の相関を計算したところ、運動頻度が高い学生および屋外での活動頻度が高い学生が血中25(OH)Dが高いという相関を認めた(表3)。

表2 アンケート結果と血中25(OH)D, 血中カルシウムとの相関(30分以上の屋外活動をほぼ毎日していると回答した44名で解析)

	血中25(OH)D		血中カルシウム	
	相関係数	P値	相関係数	P値
朝食摂取	0.249	0.103	-0.070	0.652
肉類	0.146	0.344	-0.094	0.543
魚介類	0.170	0.271	-0.100	0.517
青魚・鮭	0.420	0.005**	-0.081	0.602
牛乳・乳製品	0.031	0.840	0.121	0.433
野菜	0.223	0.146	0.199	0.195
キノコ類	0.185	0.228	0.087	0.576
果物	0.217	0.158	0.080	0.606
運動頻度	0.015	0.923	0.091	0.557

25(OH)D:25-ヒドロキシビタミンD, \*\*P<0.01

表3 アンケート結果と血中25(OH)D, 血中カルシウムとの相関(魚介類の摂取を週2~3回摂取していると回答した58名で解析)

	血中25(OH)D		血中カルシウム	
	相関係数	P値	相関係数	P値
朝食摂取	0.219	0.099	0.175	0.189
肉類	0.025	0.851	0.102	0.448
青魚・鮭	-0.208	0.117	0.005	0.973
牛乳・乳製品	0.135	0.311	0.128	0.339
野菜	0.042	0.753	0.234	0.077
キノコ類	-0.109	0.415	0.174	0.198
果物	0.243	0.066	0.052	0.700
運動頻度	0.268	0.042*	0.228	0.085
屋外活動	0.275	0.037*	-0.058	0.297

25(OH)D:25-ヒドロキシビタミンD, \*P<0.05

## 考 察

厚生労働省の基準では、血中25(OH)Dが30ng/ml以上が正常、20~30ng/mlが不足状態、20ng/ml未満が欠乏状態となっている<sup>8)</sup>。今回の研究では96名のうち81名で血中25(OH)Dが20ng/ml未満となり、96名の平均値は15.3ng/mlと非常に低い値となったが、他大学の学生を対象とした研究でも、血中25(OH)Dの平均値が12~18ng/mlと本学と同様の結果となっている<sup>5-7)</sup>。一般健康人に

おいて不足または欠乏状態の人の割合がこれほど多いという結果を見ると、血中25(OH)Dが30ng/ml以上を正常とする基準自体が妥当であるかどうかという疑問が出てくる。閉経後女性1262名に対して血中25(OH)D値を10, 20, 30ng/mlで区切って4群に分け5年間経過を観察したところ、血中25(OH)D値が20ng/ml未満では30ng/ml以上に比べて骨折発生率が有意に高くなると報告している<sup>9)</sup>。また骨密度と血中25(OH)Dとの関連を調べた研究では血中25(OH)Dが20ng/ml未満の群では28ng/ml以上の群と比べて骨密度が有意に低下していた<sup>10)</sup>。別の研究で血中25(OH)Dを10, 30ng/mlで区切って3群に分けた場合、25(OH)Dが低下するにしたがって血中副甲状腺ホルモン(PTH)が有意に増加したと報告している<sup>11)</sup>。ビタミンDが減少すると血中Caが減少傾向になるため、生体はPTHの分泌を増やして骨吸収を亢進させて血中Ca濃度を維持しようとする。したがって副甲状腺自体の疾患がないにもかかわらず血中PTHが増加している場合、ビタミンDの不足状態を現していると考えられている。以上のことから血中25(OH)Dの基準値として30ng/ml以上を充足状態としていることは妥当であると考えられるが、健康な日本人の多くがこの基準を満たしていないのは非常に問題があると考えられる。

健康日本21(第二次)分析評価事業のデータによると2019年の我が国のビタミン摂取量の女性の平均値は20歳代で4.6μg/日、30歳代で4.9μg/日と年齢が上昇するにしたがって増加し、70歳代以上では8.4μgとなっている<sup>12)</sup>。我が国では食物から摂取するビタミンDの8割が魚からの摂取によると言われており、高齢者ほど魚摂取が多く、そのために高齢者のビタミンD摂取が多いと思われる。水産庁によるとH28年度の年齢階層別の魚介類の1人1日当たりの摂取量は20歳代の50.4gから年齢が上昇するに従って徐々に増加し60歳代では84.6gとなっている<sup>13)</sup>。ビタミンDの摂取目安量に関しては、厚生労働省の食事摂取基準に下記の様な記載がある。ビタミンDの皮膚での産生量は屋外生活での活動頻度・季節・住居地の緯度など様々な要因により変化する。また食事からの摂取についても総摂取量の8割が魚介類に由来するため、魚を食べた日と食べなかった日によっても変化する。以上のことから、摂取目安量の策定は困難であるが、全国4地域における調査結果(16日間食事記録法)の中央値を参考に検討した結果、ビタミンDの摂取目安量を8.5μg/日と策定したと記載されている<sup>14)</sup>。今回の我々の研究では、本学学生の摂取量の平均値は9.3μg/日と厚生労働省の策定した目安量よりも多くなっており、また健康日本21(第二次)分析評価事業のデータの一般20代女性の4.6μg/日よりかなり多くなっている。本学学生は、管理栄養士を目指しており、普段から食事に気を配っているため、一般女性より良好な結果となったものと思われる。しかし本学学生は、平均値では摂取目安量の8.5μg/日を超えていたものの、摂取目安量に達していない学生が96名中66名と多く、決して満足できる結果ではないと考えられる。

血中25(OH)DとビタミンD摂取量との相関、血中25(OH)Dと食生活習慣に関するアンケートの各項目と

の相関を計算したが、いずれも関連は認めなかった。アンケートの質問項目には、ビタミンDが豊富な食事摂取や屋外活動についての質問などを含めていたが、血中濃度との関連は認められなかった。血中ビタミンDは食事摂取と紫外線照射という2つの因子に関連があるので、例えばビタミンDが豊富な魚を多く摂取しても、屋外での活動が少ないと血中25(OH)Dは増加せず、有意な相関が見られなかったと考えられる。そこで、皮膚で紫外線により合成されるビタミンDが同じ程度と考えられる学生同士で比較するために、アンケート調査で、「ほぼ毎日、屋外で30分以上活動する」と答えた44名について検討した。その結果、青魚・鮭の摂取頻度が多いと血中25(OH)Dが増加するという相関が見られた(表2)。次に魚介類の摂取頻度が同程度の学生同士で比較するために、アンケートで「週に2~3回魚介類を摂取している」と答えた58名について検討した。その結果、運動頻度や屋外での活動が多いと血中25(OH)Dが高いという相関を認めた(表3)。以上の事より、魚摂取および日光照射はそれぞれ血中ビタミンDの増加に効果があることが分かった。しかし、測定した96名の学生のうち81名が血中25(OH)Dが欠乏状態となっていることから、今の魚摂取量や屋外での活動状況では、ビタミンDを充足させるには十分とは言えない。紫外線はビタミンDを増加させるというプラスの面がある一方、皮膚癌やしみの危険因子でもある<sup>15)</sup>。特に若年女性では、日焼け止めクリームや日傘等紫外線を避ける習慣が広がっており、紫外線照射を増やすことは現実的ではない。日本人の魚の摂取量は若くなるほど減少しており、若年者に魚の摂取を増やすように指導することは大切であるが、なかなか効果が期待できないのではと考えられる。

活性型ビタミンDは標的細胞の核内に存在するビタミンD受容体に結合し標的遺伝子の発現量を調節して生理作用を発揮する<sup>2)</sup>。ビタミンD受容体はCa、Pの代謝調節に関わる消化管、腎臓、骨、副甲状腺に多く見られるが、それ以外にも、皮膚、乳腺、膵臓、下垂体、免疫細胞(マクロファージ、Tリンパ球)などに発現することが知られており<sup>16)</sup>、Ca、P代謝以外にも多様な作用があると考えられる。大規模観察研究から、血中25(OH)Dが低いと、2型糖尿病、悪性腫瘍、高血圧、虚血性心疾患を含む心疾患、自己免疫疾患の発症率が高いとの研究が数多く報告されている<sup>17)</sup>。特に悪性腫瘍に関しては、活性型ビタミンDは癌細胞の増殖抑制、アポトーシス誘導、浸潤転移抑制、血管新生抑制などの多彩な作用を通じて腫瘍細胞の増殖を抑制すると考えられている<sup>18)</sup>。2020年から流行し始めた新型コロナウイルス感染症は、我々の日常生活に多大な影響を及ぼしているが、新型コロナウイルス感染症患者の血中25(OH)Dを測定した世界中の39の研究を解析した結果、ほとんどの研究で、血中25(OH)Dが低いと感染率、入院率、死亡率のいずれもが高くなるとの結果が示されている<sup>19)</sup>。

令和元年の国民健康・栄養調査結果を見ると、20歳代の女性のCaの1日摂取量の平均値は406mgとなっており、本学の学生の1日摂取量平均値の447mgは、一般女

性よりは多くなっている<sup>20)</sup>。しかし厚労省の摂取基準では、1日に摂取すべきCa量は661mgとなっており、本学学生のうち、必要量のCaを摂取している者は96名中わずか12名であった<sup>14)</sup>。一方Caの血中濃度は、ほぼ全員が正常範囲内となっている。これはCaの摂取量の多寡にかかわらず、ビタミンD、PTH、カルシトニンにより、血中濃度を維持しようとする作用が働いて血中濃度を一定範囲(8.5~10.4mg/dl)に保っているからである<sup>21)</sup>(図5)。Caは筋肉の興奮や血液の凝固などの生命活動に関わる大切なミネラルであるため、血中濃度を厳密に調節する必要がある。血中Caが低下すると、腸管での吸収、腎での再吸収、骨から血中への溶出が増加する。逆に血中Caが過剰となると、上記のCaを上昇させるような作用が低下するとともに、Caの骨への沈着がおこる。Caは体重50kgの成人で約1kg含まれているが、その99%は骨や歯に存在し<sup>22)</sup>、Caの摂取量が少ない状態が持続すると、骨からの溶出が続き、骨粗鬆症を発症する危険がある。そのため、血中濃度が正常であっても油断せず、Caの摂取を増やすよう努力することが大切である。

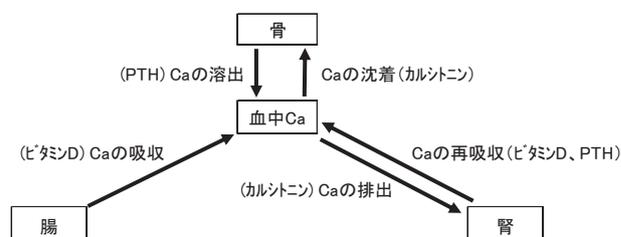


図5. 体内でのカルシウムの代謝。  
PTH:副甲状腺ホルモン。Ca:カルシウム。

今回の研究で、半数以上の学生で、ビタミンDおよびCaの摂取量が摂取基準を満たしておらず、血中25(OH)Dを指標とした検討でも、ほとんどの学生でビタミンDが充足状態に達していないことが分かった。食生活習慣に関するアンケートの結果、魚摂取や屋外活動が増えると血中25(OH)Dが増加することは確認できたが、現状はとても充分とは言える状況ではない。ビタミンDは骨代謝だけでなく、心疾患、糖尿病、免疫疾患、感染症の発症にも関連しており、ビタミンDの重要性を啓蒙していくことが大切と思われた。

## まとめ

管理栄養学科の女子学生96名を対象に、ビタミンDの血中濃度、摂取状況、食生活習慣について検討した。血中25(OH)Dは $15.3 \pm 6.0$ ng/ml(平均 $\pm$ 標準偏差)となり、充足状態が2名、不足状態が13名で、残りの81名は欠乏状態となった。ビタミンDの1日摂取量は $9.3 \pm 8.7$  $\mu$ gで、66名が摂取基準(8.5 $\mu$ g)に達していなかった。ほぼ毎日、屋外で活動すると答えた44名で検討すると、青魚摂取が増えると血中25(OH)Dが増加した。魚介類を週2~3回摂取していると答えた58名で検討すると、運動頻度や屋外での活動が増えると血中25(OH)Dが増加した。ビタミンDは食事から摂取されるだけでなく、

皮膚の紫外線照射によっても合成される。ほとんどの学生が、ビタミンDが不足・欠乏状態であった。その理由として、食事の欧米化により魚介類、キノコ類の摂取量が少なく、ビタミンD摂取が不足していることに加えて、日傘や日焼け止めクリームの使用等、紫外線の弊害を避ける傾向が広がっていることが考えられる。ビタミンDの重要性を啓蒙する事が大切であると考えられた。

## 謝 辞

英文のご指導を戴きました南九州短期大学横堀仁志教授に感謝の意を表します。

## 文 献

- Nair, R., and Maseeh, A. (2012) Vitamin D: The "sunshine" vitamin. *Journal of Pharmacology and Pharmacotherapeutics* 3: 118-126
- Lips, P. (2006) Vitamin D physiology. *Progress in Biophysics and Molecular Biology* 92: 4-8
- Bouillon, R., Manousaki, D., Rosen, C., Trajanoska, K., Rivadeneira, F., and Richards, J.B. (2022) The health effects of vitamin D supplementation: evidence from human studies. *Nature Reviews Endocrinology* 18: 96-110
- Cashman, K.D., van den Heuvel, E.G., Schoemaker, R.J., Prévéraud, D.P., Macdonald, H.M., and Arcot, J. (2017) 25-Hydroxyvitamin D as a biomarker of vitamin D status and its modeling to inform strategies for prevention of vitamin D deficiency within the population. *Advances in Nutrition* 8: 947-957
- Ito, S., Ishida, H., Uenishi, K., Murakami, K., and Sasaki, S. (2011) The relationship between habitual dietary phosphorus and calcium intake, and bone mineral density in young Japanese women: a cross-sectional study. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* 20: 411-417
- Nakamura, K., Ueno, K., Nishiwaki, T., Okuda, Y., Saito, T., Tsuchiya, Y., and Yamamoto, M. (2005) Nutrition, mild hyperparathyroidism, and bone mineral density in young Japanese women. *The American Journal of Clinical Nutrition* 82: 1127-1133
- Ohta, H., Kuroda, T., Onoe, Y., Orito, S., Ohara, M., Kume, M., ... Sasaki, S. (2009) The impact of lifestyle factors on serum 25-hydroxyvitamin D levels: a cross-sectional study in Japanese women aged 19-25 years *Journal of Bone and Mineral Metabolism* 27: 682-688.
- 一般社団法人日本内分泌学会(2017) ビタミンD不足・欠乏の判定指針. *日本内分泌学会雑誌* 93 Suppl. Mar:1-10
- Tamaki, J., Iki, M., Sato, Y., Kajita, E., Nishino, H., Akiba, T., Matsumoto, T., and Kagamimori, S.; JPOS Study Group. (2017) Total 25-hydroxyvitamin D levels predict fracture risk: results from the 15-year follow-up of the Japanese Population-based Osteoporosis (JPOS) Cohort Study. *Osteoporosis International* 28: 1903-1913
- Nakamura, K., Tsugawa, N., Saito, T., Ishikawa, M., Tsuchiya, Y., Hyodo, K., ... Yamamoto, M. (2008) Vitamin D status, bone mass, and bone metabolism in home-dwelling postmenopausal Japanese women: Yokogoshi Study. *Bone*. 42: 271-277
- Yoshimura, N., Muraki, S., Oka, H., Morita, M., Yamada, H., Tanaka, S., ... Akune, T. (2013) Profiles of vitamin D insufficiency and deficiency in Japanese men and women: association with biological, environmental, and nutritional factors and coexisting disorders: the ROAD study. *Osteoporosis International* 24: 2775-2787
- 健康日本21(第二次)分析評価事業 栄養素等摂取量 国立健康・栄養研究所 <[https://www.nibiohn.go.jp/eiken/kenkounippon21/eiyouchousa/keinen\\_henka\\_eiyou.html](https://www.nibiohn.go.jp/eiken/kenkounippon21/eiyouchousa/keinen_henka_eiyou.html)>, 2022年9月30日参照
- 平成29年度水産白書全文 水産庁 第4節 我が国の水産物の需給・消費をめぐる動き <<https://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/wpaper/29hakusyo/attach/pdf/index-24.pdf>>, 2022年9月30日参照
- 日本人の食事摂取基準(2020年版)令和元年12月「日本人の食事摂取基準」策定検討会 <<https://www.mhlw.go.jp/content/10904750/000586553.pdf>>, 2022年9月30日参照
- D'Orazio, J., Jarrett, S., Amaro-Ortiz, A., and Scott, T. (2013) UV radiation and the skin. *International Journal of Molecular Sciences* 14: 12222-12248
- Wang, Y., Zhu, J., and DeLuca, H.F. (2012) Where is the vitamin D receptor? *Archives of Biochemistry and Biophysics* 523: 123-133
- Spedding, S., Vanlint, S., Morris, H., and Scragg, R. (2013) Does vitamin D sufficiency equate to a single serum 25-hydroxyvitamin D level or are different levels required for non-skeletal diseases? *Nutrients* 5: 5127-5139
- Deeb, K.K., Trump, D.L., and Johnson, C.S. (2007) Vitamin D signalling pathways in cancer: potential for anticancer therapeutics. *Nature Reviews Cancer* 7: 684-700
- Kazemi, A., Mohammadi, V., Aghababae, S.K., Golzarand, M., Clark, C.C.T, and Babajafari, S. (2021) Association of vitamin D Status with SARS-CoV-2 infection or COVID-19 severity: A systematic review and meta-analysis. *Advances in Nutrition* 12: 1636-1658
- 令和元年国民健康・栄養調査報告. 厚生労働省令和2年12月 <<https://www.mhlw.go.jp/content/000710991.pdf>>, 2022年9月30日参照
- Mundy, G.R., and Guise, T.A. (1999) Hormonal control of calcium homeostasis. *Clinical Chemistry* 45(8 Pt 2):

1347-1352

- 22) Peacock, M. (2010) Calcium metabolism in health and disease. *Clinical Journal of American Society of Nephrology* 5 Suppl 1: S23-S30