

妊婦（妊娠中期）における血清ビタミン D 濃度，栄養素摂取量，日光曝露の実態調査

林 直哉¹⁾，亀田 隆²⁾，溝畑 秀隆¹⁾

(¹⁾神戸松蔭女子学院大学人間科学部食物栄養学科*，²⁾はしもと産婦人科**)

(受付 2023 年 8 月 28 日，受理 2023 年 9 月 28 日)

Survey on serum vitamin D concentration, nutrient intake, and sun exposure in pregnant women (second trimester of pregnancy)

Naoya HAYASHI¹⁾, Takashi KAMEDA²⁾ and Hidetaka MIZOHATA³⁾

¹⁾Faculty of Human Science, Kobe Shoin Women's University

²⁾HASHIMOTO Obstetrics and Gynecology Clinic

Summary

Serum vitamin D deficiency in pregnant women increases the risk of perinatal abnormalities. Serum vitamin D is obtained from food as a nutrient and synthesized by the body upon exposure to sunlight. The purpose of this study was to investigate relationships between serum vitamin D level in pregnant women with nutrient intake, ingestion of vitamin D-rich foods and sun exposure. The study subjects were 24 pregnant women in the second trimester, who were divided into two groups according to their serum 25-hydroxy vitamin D concentrations: vitamin D deficient group (less than 20 ng/mL, n = 15) and non-deficient group (20 ng/mL or more, n = 9). Serum 25-hydroxy vitamin D concentrations were 15.2 ± 3.1 ng/mL in the deficient group and 25.4 ± 3.7 ng/mL in the non-deficient group. There were not any differences in the intakes of nutrients and vitamin D-rich foods between the two groups. By contrast, a difference was observed in the percentage of the subjects exposed to sunlight for at least 60 minutes per week: 100% in the non-deficient group, 60% in the deficient group (p = 0.052). To prevent vitamin D deficiency in pregnant women, nutritional education to increase vitamin D intake from food and lifestyle modification program to increase vitamin D synthesis are recommended.

血清中の 25 - ヒドロキシビタミン D 濃度（以下，25 (OH) D と略す）は，皮膚で産生されたビタミン D と食物から摂取されたビタミン D の合計量を反映して変動する¹⁾。食事からのビタミン D 摂取不足や日光曝露時間が少ないと 25 (OH) D は低下する。日本内分泌学会・日本骨代謝学会「ビタミン D 不足・欠乏の判定指針」は，30 ng/mL 以上をビタミン D 充足，20 ng/mL 以上 30 ng/mL 未満をビタミン D 不足，20 ng/mL 未満をビタミン D 欠乏と報告されている²⁾。25 (OH) D が欠乏すると小児ではくる病，成人では骨軟化症の発症リスクが高まる。再生産年齢女性の 25 (OH) D についての研究が少なく，更なる研究が必要である³⁾。我が国においては，同一対象者に対して，25 (OH) D とビタミン D 摂取量を同時に評価した報告が非常に乏しい⁴⁾。日本人における日照曝露時間，ビタミン D 摂取量及び 25 (OH) D の相互関係を示す

データは少ない。

妊婦の 25 (OH) D とビタミン D 摂取量，日光曝露の関係は明確にされていない。近年は，乳児のくる病が散見され，新生児から乳児のビタミン D 欠乏が増加している⁴⁾。妊婦において，ビタミン D 不足は妊娠高血圧腎症や早産など周産期異常などの疾病リスクが高まると報告されている⁵⁾。妊娠中の母親のビタミン D 欠乏が胎児のビタミン D 量に影響して欠乏状態となる。胎児期からのビタミン D 欠乏（妊婦母体のビタミン D 欠乏）は，小児のくる病の危険因子の一つであり⁶⁾，妊娠 16～20 週のビタミン D 欠乏は，出生後 6 歳で肺の成長に影響があると報告されている⁷⁾。また，10 歳でのビタミン D 欠乏で脳の発達が遅れ，言語発達の遅れがあると報告がある⁸⁾。妊娠中のビタミン D 欠乏は，母親である妊婦と生後の児の成長に影響が高い。

* **所在地：神戸市灘区篠原伯母野山町1-2-1 (〒657-0015)

**所在地：神戸市灘区八幡町1-8-15 (〒657-0051)

妊婦のビタミンD濃度の分布は、まだ明らかにされていない。日本人の食事摂取基準（2020年版）による妊婦のビタミンD摂取目安量は8.5 μ g/日とされているが、具体的な数値を策定するだけのデータがないため推定平均必要量と推奨量は設定されていない。このような背景から本研究の目的は、妊婦を対象として、栄養素摂取量、日光曝露・紫外線対策と血清ビタミンD濃度の関連を明確にすることである。

方法

1. 対象

神戸市内の産婦人科に通院する妊婦（妊娠中期）24名を対象とした。日本内分泌学会・日本骨代謝学会「ビタミンD不足・欠乏の判定指針」³⁾に従い、血清ビタミンD「20 ng/mL未満」をビタミンD欠乏群、「20 ng/mL以上」を非欠乏群の2群に分け、アンケート調査、栄養素摂取量、25(OH)Dを比較検討した。本研究は、神戸松蔭女子学院大学倫理委員会の承認（承認番号2022松蔭研倫-001）を得た。調査時期は2022年6月27日から8月24日である。

2. 調査内容

1) 対象者背景

対象者の背景は、年齢、身長、妊娠前体重、現体重を得た。妊娠前BMIは、「妊娠前体重(kg)÷身長(m)の2乗」の計算式を用いた。

2) アンケート調査

ビタミンDを多く含む食品の摂取、日光曝露や紫外線対策を調べるために自己記入式のアンケートで評価した。アンケートは、厚生労働省「eJIM (evidence-based Japanese Integrative Medicine)」ビタミンD (Vitamin D) のビタミンDの摂取源と日光曝露を参考に作問した (Table 1)。

3) 栄養素摂取量

栄養素摂取量は、食事摂取頻度調査 FFQg Ver.5 (建帛社) の調査票を使用した。質問票を用いて食品群別に分けられた29の食品グループと、10種類の調理方法から構成された簡単な質問により、食品成分表を用いて栄養素摂取量を推定する調査である。推定栄養素は、エネルギー(kcal)、たんぱく質(g)、脂質(g)、炭水化物(g)、ビタミンD(μ g)、カルシウム(mg)、リン(mg)、食塩相当量(g)とした。

4) 25(OH)D

妊婦検診で採血した血清を用いて、CLEIA法で25(OH)Dを測定した。

3. 解析方法

データ分析は、統計解析ソフトSPSS Statistics Ver.25 (日本IBM社) を使用し、t検定、Levene検定、Fisherの正解確率検定分析を行い、両側検定で危険率5%未満を統計学的有意とした。値は、平均値±標準偏差で表した。

結果

1. 対象者背景

25(OH)D「20 ng/mL未満」の「欠乏群」15名、「20 ng/mL以上」の「非欠乏群」9名であった。身長は、「欠乏群」159.8±3.4 cm、「非欠乏群」156.5±4.2 cmと欠乏群が有意に高かった ($p < 0.045$)。「欠乏群」と「非欠乏群」の年齢、妊娠前体重、現体重、妊娠前BMIに有意な差は見られなかった (Table 2)。

2. 25(OH)Dの欠乏群と非欠乏群の栄養素摂取量の比較

Table 3は、25(OH)Dの「欠乏群」と「非欠乏群」の栄養素摂取量 (エネルギー、たんぱく質、脂質、炭水化物、ビタミンD、カルシウム、リン、食塩相当量) の比較を示す。両群におけるエネルギー、たんぱく質、脂質、炭水化物の栄養素摂取量に差が見られなかった。

Table 1 Contents of the questionnaire used in this study

Please answer the following questions.

1	Do you expose yourself to the sun (ultraviolet rays) for more than 60 minutes/week?	①Yes	②No
2	Are you taking UV protection?	①Yes	②No
3	Do you eat cod liver oil?	①Yes	②No
4	Do you eat rainbow trout?	①Yes	②No
5	Do you eat salmon?	①Yes	②No
6	Do you eat mushrooms?	①Yes	②No
7	Do you eat sardines?	①Yes	②No
8	Do you eat eggs?	①Yes	②No
9	Do you eat beef?	①Yes	②No

Table 2 Characteristics of the vitamin D-deficient and non-deficient pregnant women

		Deficiency group n=15	Non-deficient group n=9	p-value
25(OH)D	(ng/mL)	15.2 ± 3.1	25.4 ± 3.7	<0.001*
Age	(year)	33.3 ± 3.6	30.8 ± 4.4	0.145
Height	(cm)	159.8 ± 3.4	156.5 ± 4.2	0.045*
Pre-pregnancy weight	(kg)	52.6 ± 5.9	48.7 ± 3.5	0.093
Current weight	(kg)	57.0 ± 6.3	53.6 ± 3.6	0.154
Pre-pregnancy BMI	(kg/m ²)	20.6 ± 1.8	19.9 ± 1.8	0.416

t-test, mean ± SD *: p<0.05

Table 3 Comparisons of energy and nutrients between the vitamin D-deficient and non-deficient pregnant women

		Deficiency group n=15	Non-deficient group n=9	p-value
Energy	(kcal/day)	1704 ± 263	1601 ± 496	0.58
Protein	(g/day)	58 ± 12	55 ± 17	0.63
Lipid	(g/day)	60.5 ± 14.7	62.5 ± 16.3	0.76
Carbohydrates	(g/day)	227 ± 32	200 ± 73	0.31
Vitamin D	(μg/day)	3.5 ± 1.7	3.3 ± 1.5	0.70
Calcium	(mg/day)	466 ± 128	439 ± 123	0.62
Phosphorus	(mg/day)	863 ± 178	862 ± 226	0.99
Salt equivalent	(g/day)	8.6 ± 2.4	7.1 ± 2.2	0.13

t-test, mean ± SD

推定栄養素摂取のビタミンD「欠乏群」3.5 ± 1.7 μg/日「非欠乏群」3.3 ± 1.5 μg/日、カルシウム「欠乏群」466 ± 128 mg/日「非欠乏群」439 ± 123 mg/日、リン「欠乏群」863 ± 178 mg/日「非欠乏群」862 ± 226 mg/日、食塩相当量「欠乏群」8.6 ± 2.4 g/日、「非欠乏群」7.1 ± 2.2 g/日に有意な差が見られなかった。

3. 25 (OH) D の欠乏群と非欠乏群のビタミン D を多く含む食品の摂取の比較

25 (OH) D の「欠乏群」と「非欠乏群」の2群間におけるビタミンDを多く含む食品の摂取の回答に差が見られなかった (Table 4)。

妊婦のビタミンD食事摂取基準目安量は8.5 μg/日は、肝油約4 mL (小さじ1弱)、ニジマス約55 g (約1/3匹)、鮭140 g (小2切れ)、マッシュルーム110ml (約1/2カップ)の摂取で供給できる。

「肝油を食べる」は「欠乏群」3名「非欠乏群」0名、「ニジマスを食べる」は両群0名、「マッシュルームを食べる」は「欠乏群」2名「非欠乏群」2名、「イワシを食べる」は両群2名と、ビタミンDを多く含む食品の摂取が少ない回答であった。「卵を食べる」は、両群で全員が食べると回答した。

「鮭を食べる」は「欠乏群」11名「非欠乏群」6名、「牛肉を食べる」は「欠乏群」10名「非欠乏群」7名と両群ともビタミンDを多く含む食品の摂取 (鮭・牛肉) が多い回答であった。

4. 25 (OH) D の欠乏群と非欠乏群の日光曝露・紫外線対策の比較

25 (OH) D の「欠乏群」と「非欠乏群」の日光曝露・紫外線対策を調べるアンケート調査の結果を示す (Table 5)。「非欠乏群」では全員 (9人) が週に60分間以上日光に曝露していた。一方、欠乏群では60% (9/15人) が週に60分間以上日光を浴びており、40%は60分間未満だった。週に60分間以上、日光に曝露する割合に大きな差がみられ、統計的に有意な傾向にあった (p=0.052)。

「紫外線対策をしていますか?」の質問に「はい」は、「欠乏群」12名「非欠乏群」9名に差がなかった。

考 察

本研究では妊婦 (妊娠中期) の血清ビタミンD濃度に影響する因子について調査し、摂取する食事よりも日光曝露の方が大きく関係することを明らかにした。

Table 4 Comparisons of vitamin D-rich food intake between the vitamin D-deficient and non-deficient pregnant women

			Deficiency group n=15	Non-deficient group n=9	p-value	
1	Do you eat cod liver oil?	Yes	n=3	3	0	0.27
		No	n=21	12	9	
2	Do you eat rainbow trout?	Yes	n=0	0	0	-
		No	n=24	15	9	
3	Do you eat salmon?	Yes	n=17	11	6	1.00
		No	n=7	4	3	
4	Do you eat mushrooms?	Yes	n=4	2	2	0.62
		No	n=20	13	7	
5	Do you eat sardines?	Yes	n=4	2	2	0.62
		No	n=20	13	7	
6	Do you eat eggs?	Yes	n=24	15	9	-
		No	n=0	0	0	
7	Do you eat beef?	Yes	n=17	10	7	0.67
		No	n=7	5	2	

Fisher's exact test

Table 5 Comparisons of sun exposure and UV protection between the vitamin D-deficient and non-deficient pregnant women

			Deficiency group n=15	Non-deficient group n=9	p-value	
1	Do you expose yourself to the sun (ultraviolet rays) for more than 60 minutes/week?	Yes	n=18	9	9	0.052
		No	n=6	6	0	
2	Are you taking UV protection?	Yes	n=21	12	9	0.266
		No	n=3	3	0	

Fisher's exact test

母親のビタミンD欠乏は、胎児の肺、脳、骨の発達に必須⁹⁾で予防と対策が必要である。妊産褥婦の血清ビタミンD濃度は、低値である可能性が示唆されたと報告されている³⁾。妊娠の適切なビタミンD濃度は25 ng/mL以上とする報告¹⁰⁾もある。しかし、本調査ではその値を超えているのは4名と少なかった。25 (OH) Dは、肝臓に留まることなく全身へ循環するため、体内のビタミンD量を正確に反映し¹¹⁾、体内での半減期は15日¹⁾と報告されている。令和元年国民健康・栄養調査(厚生労働省)によると、1日あたりの年齢階級別別ビタミンD摂取量は、女性30-39歳が4.9±8.1 μgである。今回の調査では、25 (OH) Dの両群ともビタミンD摂取量は少なかった。このことから、妊婦のビタミンD不足に起因する妊娠高血圧腎症や早産など周産期異常などの疾病リスクを上げないためには、日頃より積極的にビタミンDを多く含む魚肝油や脂肪性の魚(ニジマス、サケ、イワシなど)の摂取が必要で

ある。また、食品によるビタミンD摂取量が少ない場合や食物アレルギーや嗜好等によりビタミンDを多く含む食品摂取が難しい場合は、ビタミンD強化食品やビタミンD含有サプリメントを摂取することを考慮することは、体内ビタミンD濃度の維持するために重要であると考えられた。

日本人妊婦のカルシウム吸収率は、非妊娠時より妊娠後期に上昇する¹²⁾。カルシウム摂取量が不足している女性(500 mg/日)では、母体と胎児における骨の需要に対応するため付加が必要である可能性もあると報告がある¹³⁾。ビタミンDの摂取不足によるカルシウム吸収量が低下¹⁾し、日本人の食事摂取基準(2020年版)では妊婦のカルシウム付加量は必要ないが推奨量は摂取すべきであると報告されている。本研究において、令和元年国民健康・栄養調査(厚生労働省)1日あたりの女性30-39歳カルシウム摂取量401±215 mgより、妊婦はカルシウムを多く摂取している。

しかし、日本人の食事摂取基準（2020年版）成人1人1日当たりの女性推奨量650mgよりは、妊婦のカルシウム摂取量は少なかった。これらのことから、カルシウムおよびビタミンD摂取不足による骨軟化症やくる病予防には、妊婦のビタミンD摂取量増とカルシウム摂取量増につながる栄養教育・栄養指導を行う必要が示された。

日本人の食事摂取基準（2020年版）では妊婦のリン摂取目安量は800mg/日である。令和元年国民健康・栄養調査（厚生労働省）の女性30-39歳リン摂取量の中央値は812mg/日である。本研究では、両群のリン摂取量は、食事摂取基準や国民健康・栄養調査結果よりも、妊婦はリンを多く摂取していた。リン摂取の不足や欠乏の予防よりも、リン過剰摂取は骨粗鬆症を引き起こす原因となるため過剰摂取の回避が必要と思われた。

令和元年国民健康・栄養調査（厚生労働省）で1日あたりの30-39歳の食塩相当量は 9.4 ± 3.6 gである。今回の調査で両群の妊婦の食塩摂取量は国民健康・栄養調査より少なかった。しかし、妊婦の食事摂取基準（2020年版）の食塩相当量の目標量6.5g/日を超えて摂取しており、妊娠高血圧症候群リスクを高めないよう減塩の栄養教育・指導を行うことが望ましい。

妊婦の日光曝露について、25(OH)Dの非欠乏群では全員が週に60分以上日光に曝露していた。一方、欠乏群では9人が週に60分以上日光を浴びており、6人は60分未満だった。欠乏群と非欠乏群において、日光に曝露する割合に大きな差がみられた。しかし、調査対象数が少なかったため、Fisher検定で有意水準を5%とした場合、統計的にわずかに有意にならなかった。調査を追加し、ビタミンD非欠乏群を増やせば統計的に有意になる可能性が高くなる。週に2~3回、日焼け止めなしで顔、腕、手、足に約5~30分の日光浴を行うと、通常は十分なビタミンD合成につながると報告されている¹⁴⁾。本研究で、25(OH)Dの欠乏群12名非欠乏群9名と両群で多くの妊婦が紫外線対策をしていたが、妊婦の日光曝露によるビタミンD産生は25(OH)D欠乏を予防できる可能性を示したことは大きな意味を持つ。

今回の調査で、血清ビタミンD濃度「20ng/mL以上」非欠乏群の妊婦（妊娠中期）9名は、食品からのビタミンD量の摂取不足であるが、日光曝露による皮膚によるビタミンD産生があることが示唆された。ビタミンDを多く含む食品の摂取を調べるアンケート内容や推定栄養素摂取量の求め方を考慮する必要があると思われる。また、25(OH)Dの欠乏状態に関する症例報告と疫学研究の蓄積によって、25(OH)Dの欠乏状態の原因の検索が進み、妊婦の食事摂取基準の摂取ビタミンD推定平均必要量や推奨量が設定されることを期待したい。

妊婦（妊娠中期）の25(OH)Dの欠乏は、妊婦の健康管理だけではなく胎児の成長発達にも影響がある。妊婦（妊娠中期）の約6割はビタミンD欠乏状態が明らかになった。妊婦の栄養素摂取量、ビタミンDを多く含む食

品（肝油・ニジマス・鮭・マッシュルーム・イワシ・卵・牛肉）の摂取と25(OH)Dに関係が見られなかった。妊婦の週60分以上日光曝露によるビタミンD欠乏を予防できる傾向が示された。妊婦の25(OH)D欠乏予防のため、食事からのビタミンD摂取量を増やす栄養教育・栄養指導や日光曝露・紫外線対策の工夫でビタミンD合成を増やす生活指導の実施が望まれる。

謝 辞

本研究にあたり、調査に協力いただきました「はしもと産婦人科」の患者の皆様、スタッフの皆様、アンケート調査の補助してくれた神戸松蔭女子学院大学の岡田祐香さん、高橋萌絵さん、陳せいれんさん、平野百恵さんに感謝いたします。また、論文作成、特に英文抄録の作成への支援と助言いただいた神戸松蔭女子学院大学教授の坂上元祥氏に心より御礼申し上げます。

文 献

- 1) Ross AC, Taylor CL, Yaktine AL, Del Valle HB (2011) Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D. National Academies Press (US): pp.75-124.
- 2) Ryo Okazaki, Keiichi Ozono, Seiji Fukumoto, Daisuke Inoue, Mika Yamauchi, Masanori Minagawa, Toshimi Michigami, Yasuhiro Takeuchi, Toshio Matsumoto, Toshitsugu Sugimoto (2017) Assessment criteria for vitamin D deficiency/insufficiency in Japan: proposal by an expert panel supported by the Research Program of Intractable Diseases, Ministry of Health, Labour and Welfare, Japan, the Japanese Society for Bone and Mineral Research and the Japan Endocrine Society. *J Bone Miner Metab* 35(1): 1-5.
- 3) 高岡宣子, 長尾匡則, 梅澤光政, 西連地利巳, 春山康夫, 小林元 (2017) 日本人の再生産年齢女性における血中ビタミンD濃度の分布. *日本公衆衛生雑誌* 64(3): 133-142.
- 4) 青木真史, 水野克己, 井川三緒, 櫻井基一郎 (2017) 妊婦のビタミンD欠乏に関する実態調査. *昭和学術誌* 80: 525-530.
- 5) Junaid K, Rehman A, Jolliffe D, Wood K, Martineau A (2015) High prevalence of vitamin D deficiency among women of child-bearing age in Lahore Pakistan, associating with lack of sun exposure and illiteracy. *BMC Women's Health* 15: 83.
- 6) 有坂治 (2015) 小児のビタミンD・カルシウム欠乏の要因・診断・対応. *日本臨床栄養学会雑誌* 37(1):

- 8-20.
- 7) Zosky GR, Hart PH, Whitehouse AJ, Kusel MM, Ang W, Foong RE, Chen L, Holt PG, Sly PD, Hall GL (2014) Vitamin D deficiency at 16 to 20 weeks' gestation is associated with impaired lung function and asthma at 6 years of age. *Ann Am Thorac Soc* 11(4): 571-577.
 - 8) Kesby JP, Eyles DW, Burne TH, McGrath JJ (2011) The effects of vitamin D on brain development and adult brain function. *Mol Cell Endocrinol* 347(1-2): 121-127.
 - 9) Hart PH, Lucas RM, Walsh JP, Zosky GR, Whitehouse AJO, Zhu K, Allen KL, Kusel KL, Anderson D, Mountain JA (2015) Vitamin D in fetal development: findings from a birth cohort study. *Pediatrics* 135(1): e167-173.
 - 10) ACOG Committee Opinion No. 495: Vitamin D: Screening and supplementation during pregnancy. *Obstet Gynecol*: pp.197-198.
<https://www.acog.org/clinical/clinical-guidance/committee-opinion/articles/2011/07/vitamin-d-screening-and-supplementation-during-pregnancy> (2023年6月29日閲覧)
 - 11) Hossein-nezhad A, Holick MF (2013) Vitamin D for health: a global perspective. *Mayo Clin Proc* 88(7): 720-755.
 - 12) 上西一弘, 石田裕美, 五島孜郎, 福岡秀興, 江澤郁子, 白木正孝, 細井孝之, 折茂肇 (2003) 日常食摂取時の妊婦・授乳婦のカルシウム出納. *Osteoporosis Japan* Vol. 11 (No. 2) :249-251.
 - 13) Hacker AN, Fung EB, King JC (2012) Role of calcium during pregnancy: maternal and fetal needs. *Nutrition Reviews* 70: 397-409.
 - 14) U.S. Department of Health and Human Services: The Surgeon General's Call to Action to Prevent Skin Cancer: pp.18-19.
<https://www.hhs.gov/sites/default/files/call-to-action-prevent-skin-cancer.pdf> (2023年7月4日閲覧)