

# バドミントン日本代表選手におけるビタミンD栄養状態

## Vitamin D status of Japanese badminton national team players

井上なぎさ\*1, 飯塚太郎\*2, 朴 柱奉\*2, 土肥美智子\*1

キーワード：25-hydroxyvitamin D, fatty fish intake  
血清 25 ヒドロキシビタミン D, 魚類摂取量

【要旨】 ビタミン D は、骨折を予防するうえで重要な栄養素の一つである。屋内競技の選手では、屋外競技の選手と比べて紫外線照射による皮膚でのビタミン D 生成の機会が少ないことから、体内のビタミン D が不足することが懸念されている。そこで、バドミントン日本代表選手におけるビタミン D の栄養状態について調査した。対象選手は、2017 年に日本代表に選出された男女 51 名とした。調査項目は、選手へのヒアリング（日光暴露時間、疲労骨折の既往歴）と血液検査（25(OH)D, EPA, AA, EPA/AA 比）とした。その結果、25(OH)D の平均は、男子選手  $15.9 \pm 4.0 \text{ ng/mL}$ 、女子選手  $14.3 \pm 4.0 \text{ ng/mL}$  であり、ビタミン D 充足の基準となる  $30 \text{ ng/mL}$  を満たした選手はいなかった。一方で、EPA と EPA/AA 比において、25(OH)D と有意な正の相関が認められた（EPA： $r=0.331$ ,  $p<0.05$ , EPA/AA 比： $r=0.321$ ,  $p<0.05$ ）。以上の結果から、バドミントン日本代表選手に関してビタミン D の栄養状態を改善させる必要があり、その方策としてビタミン D を多く含む魚類の摂取状況に注目する意義があることが示唆された。

## I. 緒言

ビタミン D は、体内でのカルシウム吸収の促進や、骨へのカルシウム沈着を促すことから、ビタミン D が不足すると骨の健康に悪影響を及ぼし<sup>1)</sup>、骨折のリスクが高まることが懸念される。体内におけるビタミン D 栄養状態の評価指標には 25(OH)D (血清 25 ヒドロキシビタミン D) が用いられ、スポーツ選手に関しても、国際オリンピック委員会 (IOC) が 25(OH)D の充足レベルを  $30\text{--}32 \text{ ng/mL}$  以上と提言している<sup>1)</sup>。しかし、実際には、25(OH)D に関してその基準を満たさないスポーツ選手は 56% にもおよぶ<sup>2)</sup>。

25(OH)D を増やすには、ビタミン D を多く含む魚類を日常的に摂取する必要がある。加えて、紫外線照射による皮膚でのビタミン D 生成も重

要である。そのため、屋内競技のスポーツ選手では、屋外競技のスポーツ選手と比べて体内のビタミン D が一層不足することが懸念されている<sup>1)</sup>。こうした背景から、本研究では、バドミントン日本代表選手を対象として、ビタミン D の栄養状態に関する検証を行った。

## II. 方法

### 1. 対象選手と調査期間

対象選手は、2017 年にバドミントン日本代表に選出された男子選手 25 名 (年齢  $21.9 \pm 4.3$  歳) および女子選手 26 名 (年齢  $22.7 \pm 2.7$  歳) の計 51 名とした。調査は、2017 年 2-3 月に実施されたバドミントン日本代表強化合宿で行った。

本研究は、国立スポーツ科学センター (JISS) の倫理審査委員会の承認を受け、対象選手には研究内容について十分に説明を行い、書面による研究参加への同意を得て実施した (承認番号 059)。

\*1 独立行政法人国立スポーツ科学センター

\*2 公益財団法人日本バドミントン協会

表 1 ビタミン D 栄養状態の分類と該当選手数

分類	25(OH)D (ng/mL)	男子選手 (n=25)	女子選手 (n=26)	計 (n=51)
充足	30 以上	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
不足	20 以上 30 未満	4 (16.0)	4 (15.4)	8 (15.7)
欠乏	20 未満	21 (84.0)	22 (84.6)	43 (84.3)

該当選手数 (選手数に占める割合)

表 2 血液検査結果に関する男女間比較

	男子選手 (n=25)	女子選手 (n=26)	P 値*
ビタミン D 栄養状態			
25(OH)D (ng/mL)	15.9 ± 4.0	14.3 ± 4.0	0.132
脂肪酸			
AA (μg/mL)	252.1 ± 62.2	234.7 ± 54.3	0.239
EPA (μg/mL)	33.8 ± 15.9	28.5 ± 18.2	0.090
EPA/AA 比	0.13 ± 0.05	0.12 ± 0.06	0.299

平均 ± 標準偏差

\*Mann-Whitney の U 検定

## 2. 調査項目

### 1) 選手へのヒアリング

対象選手に対して、「1日あたりの日光暴露時間」として、日本代表での強化合宿期間、海外遠征期間、および普段の所属先における生活期間をそれぞれ振り返ってもらい、日焼け止めを塗っていない状態で、屋外で日光を浴びる1日あたりの平均的な時間の長さについて回答してもらった。また、「疲労骨折の既往歴」についても有無を確認した。

### 2) 血液検査

静脈採血は、午前練習を行う前の8:30-9:30の間に実施した。ビタミン D 栄養状態について評価する目的で、25(OH)D (CLEIA 法) を検査項目とした。25(OH)D を指標としたビタミン D 栄養状態に関して、日本骨代謝学会と日本内分泌学会の判定基準<sup>3)</sup>では、30ng/mL 以上を充足、20ng/mL 以上から 30ng/mL 未満を不足、20ng/mL 未満を欠乏として3段階に分類されている。また、アスリートに関しても、IOC が<sup>3)</sup> 375nmol/L (150 ng/mL) を毒性、75-80nmol/L (30-32ng/mL) 未満を不足、50nmol/L (20ng/mL) 未満を欠乏と定義している<sup>1)</sup>。本研究では、これらの基準を踏まえて、30ng/mL 以上を充足、20ng/mL 以上から 30 ng/mL 未満を不足、20ng/mL 未満を欠乏と分類した。また、ビタミン D の主な供給源となる魚類<sup>1)</sup>の摂取状況を評価するために、魚由来の n-3 系脂肪酸であるエイコサペンタエン酸 (EPA)<sup>4)</sup> を測定

した (LC-MS/MS 法)。併せて、n-6 系脂肪酸であるアラキドン酸 (AA) を測定し (LC-MS/MS 法)、多価和脂肪酸における n-3 系脂肪酸と n-6 系脂肪酸の摂取比率を反映する EPA/AA 比も魚類摂取状況に関する評価項目の一つとして用いた<sup>1)</sup>。検査は、いずれも (株) LSI メディエンスに依頼した。

### 3. 統計処理

各項目における男女間の数値の比較には Mann-Whitney の U 検定を用い、25(OH)D と脂肪酸との相関は、Pearson の積率相関係数を用いて求めた。統計的有意水準は 5% 未満とし、統計解析には IBM SPSS Statistics (ver. 24.0. IBM SPSS Japan) を用いた。

## III. 結果

### 1. 選手へのヒアリング

1日あたりの日光暴露時間の平均は、男子選手で 29.0 ± 15.0 分、女子選手で 20.8 ± 8.2 分であり、女子選手と比べて男子選手の日光暴露時間が有意に長かった (p < 0.05)。

疲労骨折の既往歴のある選手は 51 名のうち 14 名 (27.5%) であり、内訳は男子選手 7 名、女子選手 7 名であった。

### 2. 血液検査

ビタミン D 栄養状態の分類において、内訳は充足 0 名 (0.0%)、不足 8 名 (15.7%)、欠乏 43 名 (84.3%) であった (表 1)。血液検査結果に関する男女間比較を表 2 に示した。25(OH)D の平均は、

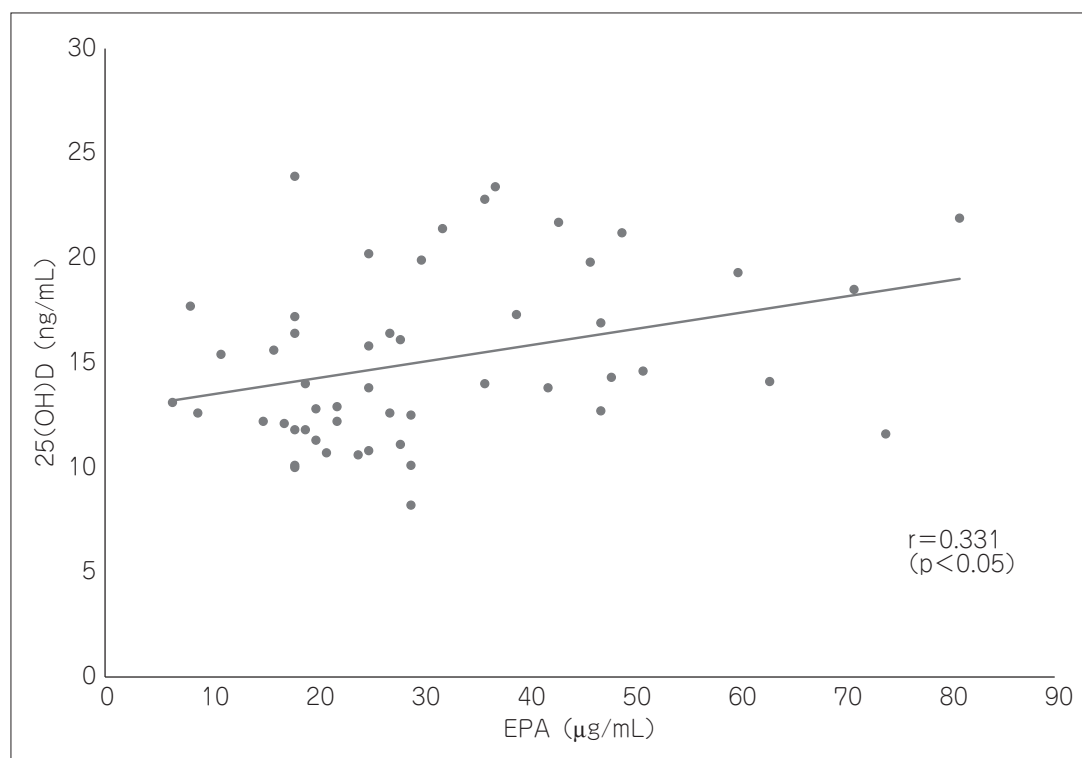


図1 25(OH)DとEPAとの相関

男子選手  $15.9 \pm 4.0 \text{ ng/mL}$ 、女子選手  $14.3 \pm 4.0 \text{ ng/mL}$  であり、男女間で有意差は認められなかった ( $p=0.132$ )。また、脂肪酸の各項目においても、男女間で有意差は認められなかった。

25(OH)Dと脂肪酸の各項目に関して、25(OH)DとAAの間には相関がみられなかったが ( $r=0.084$ ,  $p=0.560$ )、25(OH)DとEPA、25(OH)DとEPA/AA比の間には、それぞれ有意な正の相関が認められた (EPA:  $r=0.331$ ,  $p<0.05$ , EPA/AA比:  $r=0.321$ ,  $p<0.05$ ) (図1, 2)。

#### IV. 考察

本研究において、バドミントン日本代表選手の25(OH)Dの平均は、男子選手  $15.9 \pm 4.0 \text{ ng/mL}$ 、女子選手  $14.3 \pm 4.0 \text{ ng/mL}$  であり、ビタミンDが充足している基準とした  $30 \text{ ng/mL}$  以上の選手は男女とも認められなかった。屋内競技の女子選手を対象として、ビタミンD栄養状態の季節変動を調査した研究では、最も数値が低い3月で25(OH)Dが  $19.0 \pm 4.0 \text{ ng/mL}$  であったことが報告されている<sup>5)</sup>。本研究では、ほぼ同じ2-3月に調査が実施された中で、この先行研究と比較して、バドミントン日本代表選手の25(OH)Dが男女ともさらに低い状態にあることが示された。

ビタミンDの栄養状態は、日光暴露時間に影響される。体内のビタミンD生成のために推奨される日光暴露時間は、時刻、季節、緯度(場所)によって異なるものの、夏季(7月)では5-10分程度、冬季(12月)では30-40分程度で効果が生じることが示唆されている<sup>6)</sup>。アメリカオリンピック委員会(USOC)は、ビタミンD栄養状態を改善するための方法の一つとして、日焼け止めを塗っていない条件下で、1日あたり5-30分の日光暴露を提言している<sup>7)</sup>。本研究では、日光暴露時間の定義に関してUSOCの提言と差がない中で、日光暴露時間が男子選手より短い女子選手でも  $20.8 \pm 8.2$  分という結果が得られた。すなわち、バドミントンは屋内競技であるとはいえ、必ずしも選手の日光暴露時間が短いわけではないことが推察された。そのため、バドミントン日本代表選手のビタミンDが不足していることに関して、栄養面がより大きく影響していることが考えられた。

ビタミンDを多く含む食品として魚類、卵類、きのこ類が挙げられるが、摂取されるビタミンDの90%以上は魚類由来であることが報告されている<sup>8)</sup>ように、実際に摂取する食品の重量を考慮すると、魚類は最も効率的にビタミンDを摂取できる食品といえる。本研究においても、EPAおよび

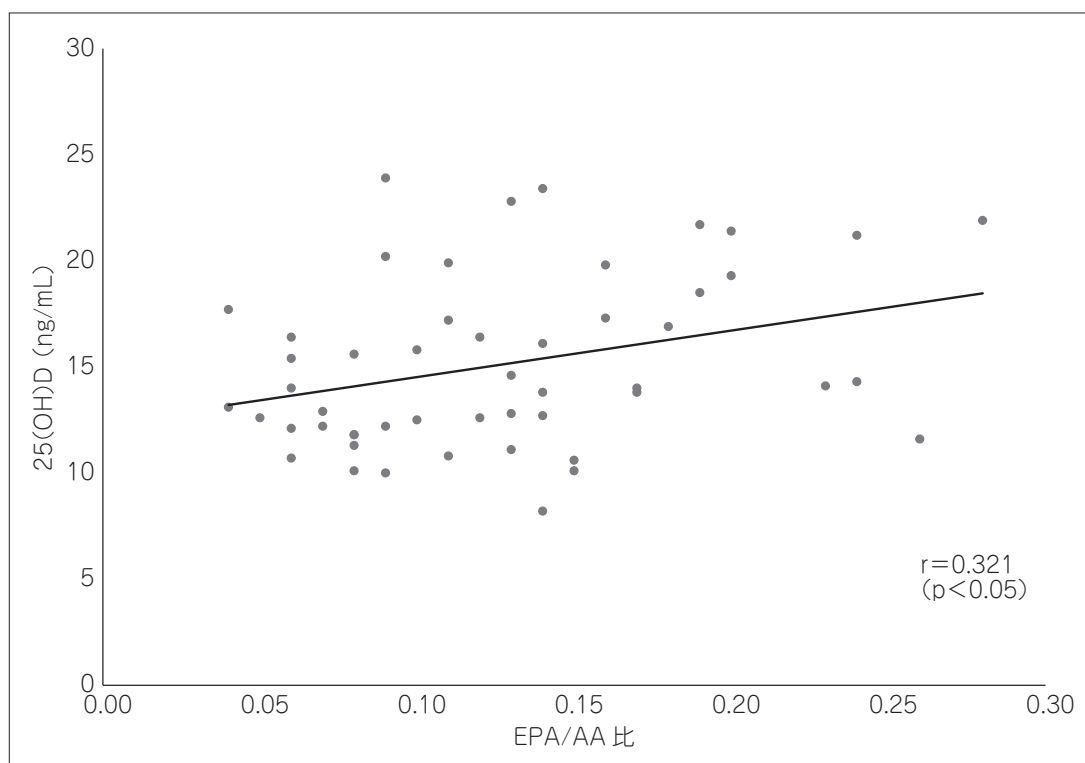


図2 25(OH)D と EPA/AA 比との相関

EPA/AA 比に関して、25(OH)D との間に有意な正の相関が認められた。一方で、Kondoらは、健常な日本人における血中の脂肪酸に関して、EPAは男性  $88.8 \pm 33.1 \mu\text{g/mL}$ 、女性  $42.1 \pm 16.0 \mu\text{g/mL}$ 、EPA/AA 比は男性  $0.56 \pm 0.19$ 、女性  $0.30 \pm 0.12$ であったことを示すとともに、魚類の摂取強化に着目した栄養介入により、さらにEPAやEPA/AA比が増加したことを報告している。すなわち、バドミントン日本代表選手のEPAやEPA/AA比は健常な日本人よりも低く、魚類の摂取量が少ないことが示唆される<sup>9)</sup>。そのため、今後、バドミントン日本代表選手を対象として日常的な魚類の摂取量を調査し、その摂取量および頻度を見直すことで、25(OH)Dの数値を改善できる可能性があるものと推察される。しかし、ビタミンDの単独摂取では骨折予防効果が期待できないという報告<sup>10)</sup>もあることから、ビタミンDだけでなく、カルシウム摂取量を含む食事摂取量全体に関する検討を行うことが必要だと考えられる。

一般のスポーツ外来受診者を対象とした調査では、バドミントン競技における疲労骨折の発生率が3.9%であったという報告がある<sup>11)</sup>。一方で、本研究では、バドミントン日本代表選手51名のうち疲労骨折の既往歴がある選手は14名であり、

27.5%にもおよぶことが明らかとなった。バドミントン選手の傷害の発生率は競技レベルによって異なり、技術的に高度な選手ほど競技中の力学的負荷が高いことから、発生頻度が高くなることが指摘されている<sup>12)</sup>。バドミントン日本代表選手には世界ランキングの上位選手が数多く含まれ、競技レベルが高いことから、試合や練習における骨への負荷は高いと考えられる。そのため、骨折の予防についてより一層、十分な取り組みを行っていくことが求められるだろう。

本研究の限界点として、選手の食事調査を直接的に行えていないことがある。そのため、本研究では、EPAおよびEPA/AA比と25(OH)Dとの間に有意な相関関係が示されたものの、ビタミンD栄養状態の改善に魚類摂取量の強化がもたらす効果については、魚類摂取量とEPA、EPA/AA比、さらには25(OH)Dとの関係をみながら、より詳細に検証を行っていくことが必要となろう。

## V. 結語

バドミントン日本代表選手におけるビタミンDの栄養状態について検証した。その結果、ビタミンDが充足している選手がいなかったことから、競技における骨折予防に向けて、選手のビタミン

D栄養状態を改善させる必要があると考えられる。一方で、25(OH)DとEPAおよびEPA/AA比との間に有意な正の相関が認められ、改善に向けた方策として、ビタミンDを多く含む魚類の摂取状況に注目することの意義が示唆された。

#### 謝 辞

本研究の実施に際し、千野謙太郎氏をはじめ、国立スポーツ科学センター (JISS) の皆様より多大なるご協力を賜りました。ここに感謝の気持ちと御礼を申し上げたく、謝辞にかえさせていただきます。

#### 利益相反

本論文に関連し、開示すべき利益相反はなし。

#### 文 献

- 1) Enette Larson-Meyer. Calcium and Vitamin D. In: Maughan, RJ, ed. Sports Nutrition. West Sussex: John Wiley & sons; 242-262, 2014.
- 2) Farrokhyar F, Tabasinejad R, Dao D, et al. Prevalence of vitamin D inadequacy in athletes: a systematic-review and meta-analysis. Sports Med. 2015; 45(3): 365-378.
- 3) Okazaki R, Ozono K, Fukumoto S, et al. Assessment criteria for vitamin D deficiency / insufficiency in Japan — proposal by an expert panel supported by 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. Endocr J. 2017; 64(1): 1-6.
- 4) 菱田 明, 佐々木敏(編). 日本人の食事摂取基準. 厚生労働省「日本人の食事摂取基準 (2015 版)」策定
- 5) Maruyama-Nagao A, Sakuraba K, Suzuki Y. Seasonal variations in vitamin D status in indoor and outdoor female athletes. Biomed Rep. 2016; 5(1): 113-117.
- 6) 宮内正厚, 中島英彰, 平井千津子. ビタミンD生成に必要な日光照射に伴う皮膚への有害性に関する推定評価. Vitamins (Japan). 2014; 88(7): 349-357.
- 7) The United States Olympic Committee: Vitamin D factsheet, Nutrition from file:///C:/Users/hps-staff/Downloads/Vit%20D%20Fact%20Sheet%202015%20(2).pdf.
- 8) Nakamura K, Nashimoto M, Okuda Y, et al. Fish as a major source of vitamin D in the Japanese diet. Nutrition. 2002; 18(5): 415-421.
- 9) Kondo K, Morino K, Nishio Y, et al. Effects of a fish-based diet on the serum adiponectin concentration in young, non-obese, healthy Japanese subjects. J Atheroscler Thromb. 2010; 17(6): 628-637.
- 10) Avenell A, Gillespie WJ, Gillespie LD, et al. Vitamin D and vitamin D analogues for preventing fractures associated with involutional and postmenopausal osteoporosis. Cochrane Database Syst Rev. 2009; 15(2): CD000227.
- 11) 能見修也, 石橋恭之, 津田英一, 他. スポーツにおける疲労骨折の実態. 日本臨床スポーツ医学会誌. 2011; 19(1): 43-49.
- 12) Jørgensen U, Winge S. Epidemiology of badminton injuries. Int J Sports Med. 1987; 8(6): 379-382.

(受付：2018年8月14日，受理：2019年2月19日)

## Vitamin D status of Japanese badminton national team players

Inoue, N.<sup>\*1</sup>, Iizuka, T.<sup>\*2</sup>, Park, JB.<sup>\*2</sup>, Dohi, M.<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> Japan Institute of Sports Sciences

<sup>\*2</sup> Nippon Badminton Association

**Key words:** 25-hydroxyvitamin D, fatty fish intake

**[Abstract]** As vitamin D is essential for bone growth, density, and remodeling, a lack of vitamin D may lead to bone mineral density reduction and/or fractures. Previous studies showed that indoor sports athletes are more susceptible to vitamin D inadequacy than outdoor sports athletes due to less sun exposure. In this study, we assessed the vitamin D levels of the Japanese badminton national team players. The survey was conducted from February to March 2017. Fifty-one players from the 2017 Japanese badminton national team participated in the survey. We assessed the serum levels of 25 (OH) D and free fatty acids, duration of sun exposure, and history of stress fractures. The mean 25 (OH) D level was  $15.1 \pm 4.0$  ng/mL. None of the players had sufficient vitamin D levels. EPA level and EPA/AA ratio showed significant positive correlation with 25 (OH) D level (EPA:  $r = 0.331$ ,  $p < 0.05$ ; EPA/AA ratio:  $r = 0.321$ ,  $p < 0.05$ ). A high prevalence of vitamin D deficiency was found among the Japanese badminton national team players. However, as the EPA level and EPA/AA ratio significantly correlated with 25 (OH) D level, the vitamin D status of the players is presumed to have improved by increasing their dietary intake of fatty fish.