

大学ラグビー選手のビタミンD 栄養状態の実態調査

原 著

Vitamin D status of college rugby players

藤井瑞恵*, 虎石真弥*, 堀内麻央*
福田敏克*, 加藤 慶*, 岩出雅之*
笹原 潤*, 宮本 亘*, 中川 匠*

キー・ワード : vitamin D, outdoor sports, rugby
ビタミンD 栄養状態, 屋外スポーツ, ラグビー

〔要旨〕 ビタミンDは骨強度に深く関与する栄養素で、ビタミンD不足が疲労骨折や骨格筋機能に影響を及ぼすことが報告されている。ビタミンDは紫外線によって皮膚でも合成されるため、屋外で活動するアスリートにおいては、ビタミンD栄養状態が良好であると考えられているが、その報告は少ない。本研究の目的は、屋外スポーツであるラグビーに従事する大学生アスリートを対象として、冬季におけるビタミンD栄養状態を調査し、その実態を明らかにすることである。

対象は大学ラグビー部選手54名、調査項目は血清25-ヒドロキシビタミンD(25(OH)D)濃度と食事調査であった。結果は、血清25(OH)D濃度は、ビタミンDが充足していた者は33名(61%)、不足していた者は19名(35%)、欠乏していた者は2名(4%)であった。1日あたりのビタミンD摂取量の中央値(25-75パーセンタイル)は15.2(12.3-20.4)μgであった。ビタミンD摂取量が20μg/日未満の者は39名(72%)であった。ビタミンD摂取量と血清25(OH)D濃度には相関がなかった。

冬季における大学ラグビー選手のビタミンD栄養状態を調査した結果、39%の選手はビタミンDが欠乏ないし不足していた。

緒言

ビタミンDは骨強度に深く関与する栄養素であり、高齢者におけるその欠乏が骨粗鬆症の発症をもたらすことは広く知られている¹⁾。若年者においてもビタミンD不足は有害であり、疲労骨折や骨格筋機能に及ぼす影響が報告されている^{2,3)}。そのため、常に運動負荷に曝されるアスリートにとって、ビタミンD栄養状態を良好に保つことは、自身のパフォーマンスを維持する上で極めて重要となる。

ビタミンD栄養状態を良好に保つためには、食物からの十分な経口摂取の他、皮膚への紫外線照

射によるビタミンD合成が重要である。体内のビタミンDの80~90%は皮膚への紫外線照射から合成されるとされており⁴⁾、屋外で活動するアスリートにおいては、一般的にビタミンD栄養状態が良好であることが推測される。しかし、ビタミンD栄養状態は季節変動があるため、日照時間が短い冬季の場合には不足する可能性がある。海外の一般人を対象とした研究では、血清25-ヒドロキシビタミンD(25(OH)D)濃度が20ng/mL未満の者の割合は、夏季(8月)は31.5%に対し、冬季(2月)の調査では83.9%であった⁵⁾。また、アスリートを対象とした海外の調査では、屋外競技においても、日照時間が短い冬季の場合には不足する可能性が報告されており⁶⁾、サッカー選手を対象とした調査では、血清25(OH)D濃度は、8月が平均41.8ng/mLであったのに対し、12月は平均

* 帝京大学スポーツ医科学センター
Corresponding author : 笹原 潤 (figo_sasa@yahoo.co.jp)

20.4ng/mLであったと報告されている⁷⁾。一方、日本人女子大学生アスリートを対象に、冬季のビタミンD栄養状態を評価した報告では、屋外アスリートの血清25(OH)D濃度が、20ng/mL未満の選手はいなかったと報告されている⁸⁾。本邦において、屋外で活動するアスリートのビタミンD栄養状態を検討した報告は過去に少なく、冬季におけるビタミンD栄養状態について明らかにされていない。また、著者らが栄養サポートをしている大学ラグビー部において疲労骨折が多く発生していることから、彼らを対象としてビタミンD栄養状態を調査することとした。

本研究の目的は、屋外スポーツであるラグビーに従事する大学生トップアスリートを対象として、冬季におけるビタミンD栄養状態を調査し、その実態を明らかにすることである。

対象および方法

2019年12月に大学ラグビー部に所属するアスリート54名(全例男性、平均年齢20.8±1.0歳)を対象として調査を行った。調査項目は、身長・体重・体組成、血液検査および食事調査であった。

体重・体組成測定にはInBody770(株式会社インボディ・ジャパン)による生体インピーダンス法を用いた。

血液検査は、ビタミンD充足度の評価が唯一可能と考えられている血清25-ヒドロキシビタミンD(25(OH)D)濃度を測定し、その評価は、日本骨代謝学会が定めたビタミンD不足・欠乏の判定指針に従った⁹⁾。以下に判定指針を示す。

- 1) 血清25(OH)D濃度が30ng/mL以上をビタミンD充足状態と判定する
- 2) 血清25(OH)D濃度が30ng/mL未満をビタミンD非充足状態と判定する
 - a. 血清25(OH)D濃度が20ng/mL以上30ng/mL未満をビタミンD不足と判定する
 - b. 血清25(OH)D濃度が20ng/mL未満をビタミンD欠乏と判定する

食事調査においては、自記式の半定量食物摂取頻度調査(FFQPOP)および日常的な栄養補助食品の摂取状況に関する質問を行った。FFQPOPは、主に骨粗鬆症の予防と治療におけるエネルギーおよび栄養素の摂取量を把握するための調査として開発された形式である¹⁰⁾。全41問の質問かなり、代表的な食品および食品群の摂取頻度を

回答してもらう。以下に質問例を提示する。

牛乳を飲んでいますか？

- ①まったく飲まない ②時々飲む
- ③毎日1本(200ml) ④毎日2本以上()本魚を1日にどれくらい食べていますか？
- ①食べない ②食べたり食べなかったり
- ③切身1切れくらい ④それ以上

FFQPOPと日常的な栄養補助食品の摂取状況に関する質問に対する回答結果から、1日あたりのビタミンD摂取量を算出した。1日あたりのビタミンD摂取量の評価は、「骨粗鬆症の予防と治療のガイドライン2015年度版」¹¹⁾において、骨粗鬆症治療のためのビタミンD推奨摂取量10-20μg/日の上限である20μgを基準とし、評価した。

各変数の正規性はShapiro-Wilk検定を用いて確認した。正規性のある変数は平均値±標準偏差、正規性のない変数は中央値(25-75パーセントイル)で結果を示した。上記調査から得られた結果をもとに、ビタミンD摂取量と血清25(OH)D濃度の関連を統計学的に検討した。統計にはSpearmanの順位相関分析を用い、統計的有意水準は5%未満とした。

なお、対象者に研究の趣旨、方法、個人情報保護方針、参加及び参加撤回の自由を説明し、同意を得た。本研究は帝京大学倫理審査委員会の承認(21-048号)を得て実施した。

結果

体重・体組成測定の結果を表1に示す。身長、体重の平均はそれぞれ、176.5±5.4cm、92.4±14.4kgであった。血清25(OH)D濃度測定の結果は、充足していた者は33名(61%)、不足していた者は19名(35%)、欠乏していた者は2名(4%)であった(図1)。1日あたりのビタミンD摂取量の中央値(25-75パーセントイル)は15.2(12.3-20.4)μgであった。ビタミンD摂取量のうち、12.0(10.9-14.0)μgは食事から摂取し、2.2(0-8.6)μgは、タブレット、プロテイン、ゼリー飲料などのサプリメントから摂取していた。1日あたりのビタミンD摂取量が20μg未満の者は39名(72%)であった(図2)。ビタミンD摂取量と血清25(OH)D濃度の関連を統計学的に検討した結果、関連はみられなかった(図3)。

表 1 身体的特徴

	全体 (n=54)	FW (n=26)	BK (n=28)
身長 (cm)	176.5±5.4	177.8±5.6	175.2±5.2
体重 (kg)	92.4±14.4	104.7±9.2	81.1±7.5
体脂肪率 (%)	18.7 (13.7-26.2)	28.0±7.5	14.0±3.8
体脂肪量 (kg)	16.6 (10.9-28.8)	29.8±9.9	11.5±4.0
除脂肪量 (kg)	70.7 (68.3-75.4)	75.1 (70.4-78.5)	69.6±4.9

正規性のある変数は平均±標準偏差, 正規性のない変数は中央値 (25-75パーセンタイル).

FW: フォワード (プロップ, フッカー, ロック, フランカー, ナンバーエイト).

BK: バックス (スクラムハーフ, スタンドオフ, ウィング, センター, フルバック).

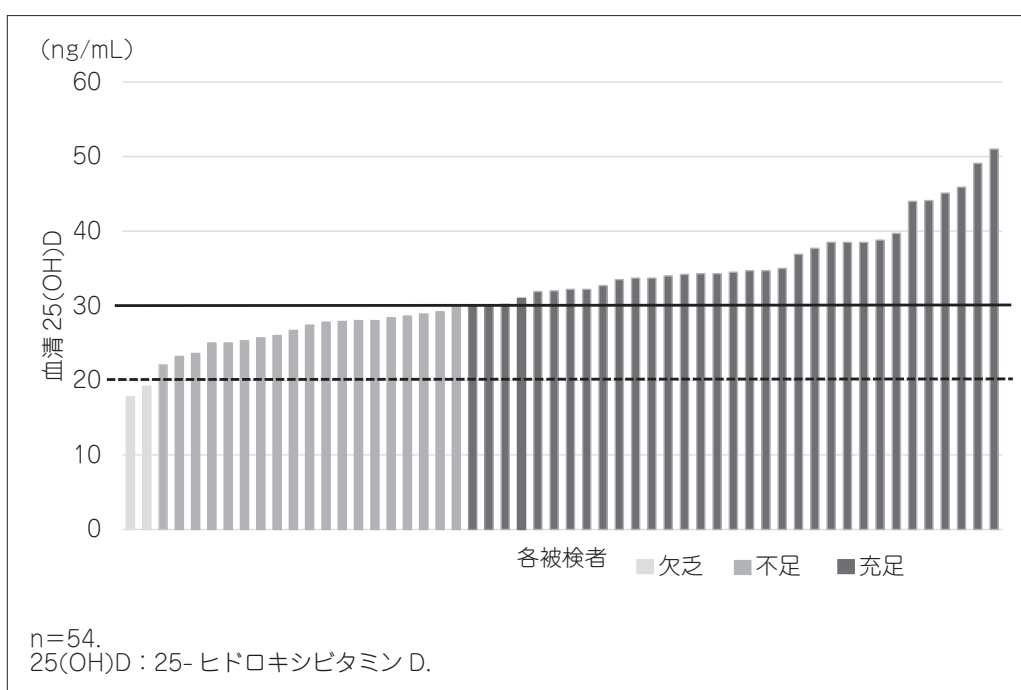


図 1 血清 25(OH)D

考 察

ビタミンD不足がアスリートにもたらす障害として、疲労骨折が広く知られている。過去にいくつかの研究が、血清 25(OH)D 濃度と疲労骨折発症の間の関連を調査しており、血清 25(OH)D 濃度の低下は疲労骨折発症のリスクを上げ、逆に血清 25(OH)D 濃度の増加は疲労骨折発症のリスクを下げることを明らかにしている¹²⁾。そのため、我が国におけるアスリートのビタミンD栄養状態を調査し、その実態を明らかにすることはスポーツ医学発展の観点からきわめて重要である。

本研究の対象者は、1日3時間以上の屋外練習

に週6日参加し、練習への移動や通学においても1日60分以上屋外で活動をしていた。紫外線照射量が減少する冬季の調査ではあったが、屋外での活動時間が十分なため、不足者は少ないと予測していた。しかし、血清 25(OH)D 濃度測定によるビタミンD栄養状態の評価では、39% (21/54名)において不足もしくは欠乏という結果であった。

アスリートのビタミンD栄養状態を評価した海外の研究では、冬と春のシーズン、高緯度、屋内競技において欠乏リスクが増えることがわかっている¹³⁾。日本と同じ緯度であるチュニジア(北緯33-37度)のアスリートの研究では、冬季の調査において、89%が欠乏ないし不足していた¹⁴⁾。また、

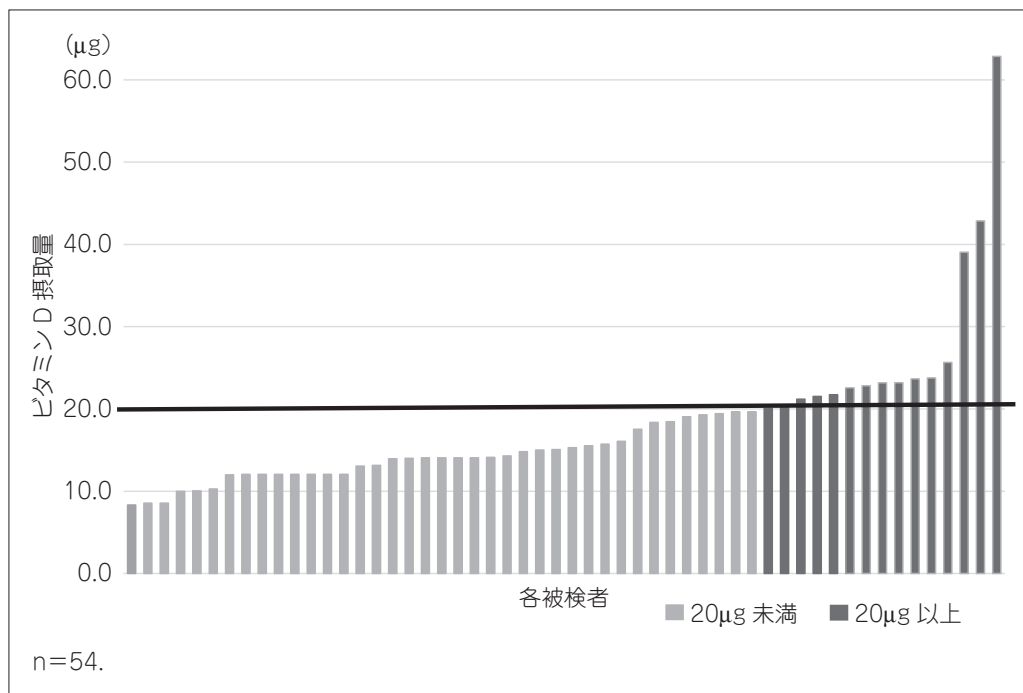


図2 1日あたりのビタミンD摂取量

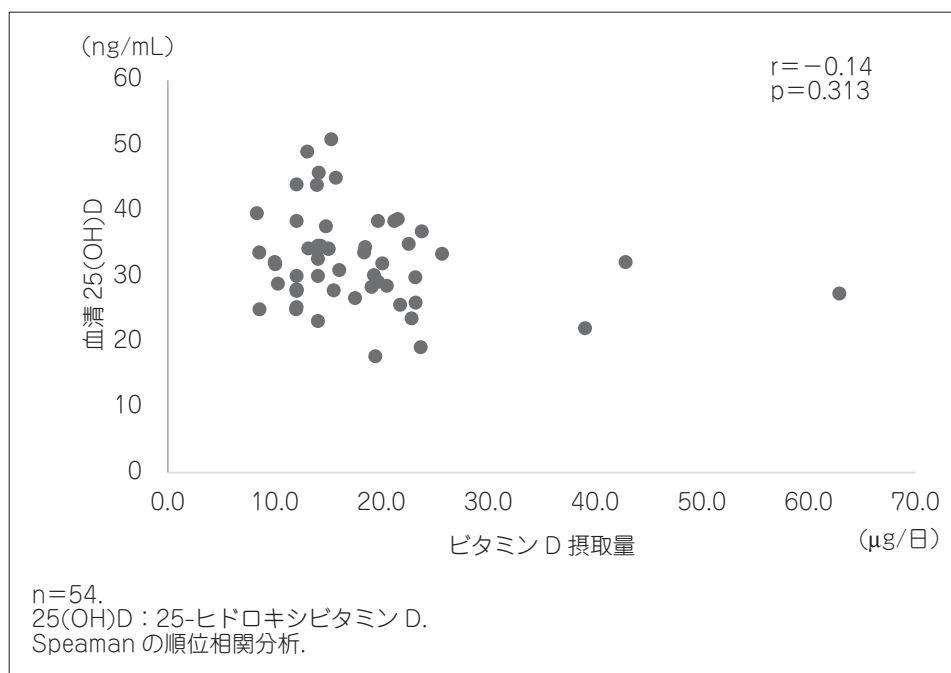


図3 ビタミンD摂取量と血清25(OH)Dとの関連

日本人アスリートを対象とした研究では、冬季の調査において、屋外アスリートの85%が欠乏ないし不足していた¹⁵⁾。宮内らの研究において、顔と手の甲への紫外線照射におけるビタミンD合成を調査した結果、夏季においては、5.5μgのビタミンDを合成するために必要な日射時間は、朝9時では5.9

分、正午は3.9分、15時では10.1分であるのに対し、冬季においては、朝9時では106分、正午は22分、15時では271分であった¹⁶⁾。本研究の対象者の屋外練習時間帯は、週3日は9時-12時であったものの、残り3日は15時-18時であったため屋外にいる時間は長くても、紫外線照射量が少なく、

ビタミンD合成量が不十分であった可能性がある。さらに、日本人健常者を対象とした小野らの調査では、ビタミンD栄養状態は冬の終わりに最も低く、夏の終わりに最も高かったと報告しており、血清25(OH)D濃度が20ng/mL未満の者の割合は、3月86.7%、6月33.4%、9月1.0%、12月26.0%であったとの報告がある¹⁷⁾。今回の調査は12月であったが、小野らの調査では、3月にビタミンD欠乏者が一番多いことから、今後、春先の調査を実施することも検討し、季節と活動時間帯を考慮した上で、ビタミンD欠乏の可能性を予測し、対策を講じる必要がある。

また、2016年に発表された、アメリカスポーツ医学会のガイドラインでは、アスリートにおいては、「32ng/mL～上限40～50ng/mLに血中ビタミンDレベルを維持することが、トレーニングへの適応を最適化する」と述べている¹⁸⁾。本研究では、ビタミンD栄養状態と、健康事象やパフォーマンスとの関連について調査ができていないため、今後は、骨の健康や、筋力との関連について評価し、対象者が目標とすべき25(OH)D濃度を検討していきたい。

本研究では、ビタミンD摂取量に関しても、調査を行った。日本人の食事摂取基準2020年度版¹⁹⁾によると、18歳-29歳の1日あたりのビタミンD摂取の目安量は8.5μgとされている。一方、米国医学研究所が2011年に報告した、アメリカ・カナダの食事摂取基準によると、19-70歳までの1日あたりのビタミンD摂取の推奨量は15μg、71歳以上では20μgとなっている²⁰⁾。日本人の食事摂取基準の目安量は、アメリカ・カナダの食事摂取基準である15μg/日に準じているが、日本人のビタミンD摂取の現状と、実現可能性を考慮して、当面の目標としての目安量を示しており、低めの値が設定されている。このことから、本研究の1日あたりのビタミンD摂取量の評価として、日本人の食事摂取基準の目安量を基準値とすることは低すぎると考え、日本人を対象とした基準として、「骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン2015年度版」¹¹⁾で示されている、骨粗鬆症治療のためのビタミンD推奨摂取量10-20μg/日の上限である20μgを基準として適用した。

本研究の結果では、1日あたりのビタミンD摂取量の中央値(25-75パーセントイル)は15.2(12.3-20.4)μgであり、20μg以上の摂取をしていたのは

15名(28%)のみであった。本研究では、自記式の半定量食物摂取頻度調査(FFQPOP)および日常的な栄養補助食品の摂取状況に関する質問を行い、ビタミンD摂取量を算出した。対象者は、練習がある朝食と夕食は、管理栄養士が献立調整をした食事(ビタミンDの摂取目標量を朝食6μg、夕食8μgに設定)を喫食していた。FFQPOPによる食事からのビタミンD摂取量は12.0(10.9-14.0)μgであり、食事のみで20μg摂取できている選手はいなかった。昼食や、週1回の練習がない日の食事は各自に任されていたため、各自で食べる食事からはほとんど摂取できていなかった可能性がある。また、日常的な栄養補助食品の摂取状況に関する調査より、サプリメントからも1日に2.2(0-8.6)μg摂取していた。個人的にビタミンDサプリメントを摂取していた者や、チームで提供していたコンディションを調整するゼリー飲料(ビタミンDが1本あたり10μg)を多く摂取していた者は、ビタミンD摂取量が多くなっていた。1日のビタミンD摂取量が20μg以上だった15名の対象者は、いずれもサプリメントによる摂取が多かった。ビタミンDは魚やキノコ類などの限られた食品にしか含まれない栄養素であるため、食事だけでビタミンDの摂取量を増やすのは、困難であることがわかる。

今回の調査では、ビタミンD摂取量と血清25(OH)D濃度の関連を統計学的に検討した結果、関連はみられなかった。これは、体内のビタミンDの80~90%は紫外線により皮膚で生成され、食事摂取からの合成は10~20%であるため⁴⁾、関連がみられなかったと考える。また、本研究で用いたFFQPOPは、主に骨粗鬆症の予防と治療におけるエネルギーおよび栄養素の摂取量を把握するための調査として、女子大学生を対象に開発、妥当性が検証されたものであり、ビタミンDの摂取量に関しては、精度面で一定の限界も指摘されている。今後、アスリートを対象として妥当性が確認された調査票で調査し、摂取量との関連を評価する必要がある。

■ 限 界

本研究の限界として、FFQPOPによる1日あたりのエネルギーおよび栄養素摂取量の算出の正確性が挙げられる。

また、日光曝露の持続時間と時間帯、服装や日

焼け止めの使用について、正確な記録をとっていなかった。日光暴露の影響についても更なる調査が必要である。

結 語

冬季における大学ラグビー選手のビタミン D 栄養状態を調査した結果、39% の選手は血清 25 (OH)D 濃度ではビタミン D が欠乏ないし不足していた。

利益相反

本論文に関連し、開示すべき利益相反はなし。

著者貢献

藤井瑞恵：Conceptualization, Data curation, Formal analysis, Investigation, Methodology, Writing original draft, Writing review & editing

虎石真弥：Data curation, Methodology, Writing review & editing

堀内麻央：Investigation, Writing review & editing

福田敏克：Investigation, Writing review & editing

加藤 慶：Investigation, Writing review & editing

岩出雅之：Supervision, Writing review & editing

笹原 潤：Methodology, Supervision, Writing review & editing

宮本 亘：Methodology, Supervision, Writing review & editing

中川 匠：Supervision, Writing review & editing

文 献

- 1) Cranney A, Horsley T, O'Donnell S, et al. Effectiveness and safety of vitamin D in relation to bone health. *Evid Rep Technol Assess (Full Rep)*. 2007; 158: 1-235.
- 2) Davey T, Lanham-New SA, Shaw AM, et al. Low serum 25-hydroxyvitamin D is associated with increased risk of stress fracture during Royal Marine recruit training. *Osteoporos Int*. 2016; 27: 171-179.
- 3) Abrams GD, Feldman D, Safran MR. Effects of Vitamin D on Skeletal Muscle and Athletic Performance. *J Am Acad Orthop Surg*. 2018; 26: 278-285.
- 4) Holick MF. Vitamin D: A millenium perspective. *J Cell Biochem*. 2003; 88: 296-307.
- 5) Cinar N, Harmanci A, Yildiz BO, et al. Vitamin D status and seasonal changes in plasma concentrations of 25-hydroxyvitamin D in office workers in

- Ankara, Turkey. *Eur J Intern Med*. 2014; 25: 197-201.
- 6) Aydın CG, Dinçel YM, Arıkan Y, et al. The effects of indoor and outdoor sports participation and seasonal changes on vitamin D levels in athletes. *SAGE Open Med*. 2019; 7: 2050312119837480.
- 7) Morton JP, Iqbal Z, Drust B, et al. Seasonal variation in vitamin D status in professional soccer players of the English Premier League. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2012; 37: 798-802.
- 8) Maruyama-Nagao A, Sakuraba K, Suzuki Y. Seasonal variations in vitamin D status in indoor and outdoor female athletes. *Biomed Rep*. 2016; 5: 113-117.
- 9) Okazaki R, Ozono K, Fukumoto S, et al. 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*. 2017; 35: 1-5.
- 10) Uenishi K, Ishida H, Nakamura K. Development of a simple food frequency questionnaire to estimate intakes of calcium and other nutrients for the prevention and management of osteoporosis. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)*. 2008; 54: 25-29.
- 11) 骨粗鬆症の予防と治療のガイドライン作成委員会 (編). 骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン 2015 年版. 東京：ライフサイエンス出版；2015.
- 12) Lawley R, Syrop IP, Fredericson M. Vitamin D for Improved Bone Health and Prevention of Stress Fractures: A Review of the Literature. *Curr Sports Med Rep*. 2020; 19: 202-208.
- 13) 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: 365-378.
- 14) Sghaier-Ayadi A, Feki M, Ayed IB, et al. Vitamin D status and determinants of deficiency in non-supplemented athletes during the winter months in Tunisia. *Biol Sport*. 2015; 32: 281-287.
- 15) Kawashima I, Hiraiwa H, Ishizuka S, et al. Comparison of vitamin D sufficiency between indoor and outdoor elite male collegiate athletes. *Nagoya J*

- Med Sci. 2021; 83: 219-226.
- 16) Miyauchi M, Hirai C, Nakajima H. The solar exposure time required for vitamin D3 synthesis in the human body estimated by numerical simulation and observation in Japan. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)*. 2013; 59: 257-263.
- 17) Ono Y, Suzuki A, Kotake M, et al. Seasonal changes of serum 25-hydroxyvitamin D and intact parathyroid hormone levels in a normal Japanese population. *J Bone Miner Metab*. 2005; 23: 147-151.
- 18) Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. American College of Sports Medicine Joint Position Statement. Nutrition and Athletic Performance. *Med Sci Sports Exerc*. 2016; 48: 543-568.
- 19) 伊藤貞嘉, 佐々木敏(監修). 日本人の食事摂取基準 2020年版. 東京: 第一出版: 178-187, 2019.
- 20) Institute of Medicine (US). Dietary Reference Intakes for Vitamin D and Calcium. Washington (DC): National Academies Press (US); 2011.
-
- (受付: 2022年1月17日, 受理: 2024年8月23日)

Vitamin D status of college rugby players

Fujii, M. *, Toraiishi, M. *, Horiuchi, M. *
Fukuda, T. *, Kato, K. *, Iwade, M. *
Sasahara, J. *, Miyamoto, W. *, Nakagawa, T. *

* Teikyo University Institute of Sports Science and Medicine

Key words: vitamin D, outdoor sports, rugby

[Abstract] The purpose of this study was to evaluate the nutritional status, specifically vitamin D levels, of college rugby players during the winter season.

Fifty-four college rugby players were enrolled in this study.

Serum 25-hydroxyvitamin D (25 (OH) D) concentration was measured and vitamin D intake was assessed via use of the food frequency questionnaire for the prevention and management of osteoporosis (FFQPOP).

Serum 25 (OH) D concentration levels were sufficient in 33 participants (61%), insufficient in 19 participants (35%), and deficient in 2 participants (4%). The median (25-75th percentile) intake of vitamin D was 15.2 (12.3-20.4) $\mu\text{g}/\text{day}$. Thirty-nine participants (72%) had a vitamin D intake of less than 20 $\mu\text{g}/\text{day}$. No correlation was found between the vitamin D intake and serum 25 (OH) D concentration.

We evaluated the vitamin D nutritional status of college rugby players during the winter season and found that 39% of the players were insufficient or deficient in vitamin D.