

2. アスリートのビタミン D 栄養状態と 栄養サポートの実際

虎石真弥*

●はじめに

アスリートの栄養サポートを行う上で、競技特性ならびに選手のコンディション等を考慮した栄養（食事）計画が求められる。特に身体活動量の多いアスリートにおいては、エネルギー摂取量をはじめとする各種栄養素の摂取状況がコンディションに影響を及ぼす可能性があることから、対象者に適した食事提供の寄与は大きい。本稿では、近年注目されているビタミン D に焦点をあて、アスリートのビタミン D 栄養状態の実態と栄養サポートの実際についてまとめる。

●ビタミン D の代謝

ビタミン D は、骨ミネラル代謝の維持や調節に不可欠な栄養素として、カルシウムやリンの吸収促進を担う栄養素である。主に魚類、きのこ類などの食品または日光の紫外線照射によって供給される。このように食品以外の供給源があることに加え、ビタミン D の供給源に限りがあることから、個人の食習慣やライフスタイルなどの影響を受けるのが大きな特徴である。

食品および皮膚から産生されたビタミン D は、肝臓の 25 位水酸化酵素によって代謝され、25-ヒドロキシビタミン D (25OHD) となる。その後、25OHD はビタミン D 結合たんぱく質と結合し、腎臓で 1α 位水酸化酵素によって活性型である $1,25$ -ジヒドロキシビタミン D [$1,25(\text{OH})_2\text{D}$] に代謝され、ビタミン D 受容体との結合によりさまざまな生理作用を発揮する。25OHD は、血中半減期

が長いことからビタミン D 栄養状態を反映する指標として用いられている。日本骨代謝学会・日本内分泌学会では、25OHD の血中濃度をビタミン D 充足および非充足の判定¹⁾に用い、30ng/mL 以上をビタミン D 充足、20ng/mL 以上 30ng/mL 未満をビタミン D 不足、さらに 20ng/mL 未満をビタミン D 欠乏としている。

●アスリートとビタミン D

ビタミン D が骨の健康維持および増進に寄与するため、ビタミン D 不足が疲労骨折の発症リスクに影響を及ぼすことが多数報告されている^{2,3)}。また近年、免疫機能の調節や炎症反応の抑制などのコンディショニングや競技パフォーマンスに関連する可能性が示唆されており、シーズンを通してビタミン D 栄養状態を良好に保つための策を講じることは極めて重要である。

Holick⁴⁾ は、体内のビタミン D においては皮膚からの合成の影響が大きいと述べており、紫外線照射量が乏しい冬季や屋内競技に従事するアスリートでは、ビタミン D 不足・欠乏が多く該当することは報告されている。したがってアスリートの食事管理には、季節、活動場所(屋内外)、日焼け止めの使用、食習慣など個人または集団の特性を把握した上でビタミン D 摂取量の確保に向けた検討を行わなければならない。

しかしビタミン D 必要量については、本邦の食事摂取基準⁵⁾で目安量(2020 年度版は成人男女で 8.5μg)が示されているものの、ビタミン D の特性として、食事からの摂取と皮膚での産生の両者が体内で利用されるため、食事から摂取すべきビタミン D 必要量を皮膚での産生量と独立して決めることは難しい。これらのことより、望ましい血

* 帝京大学スポーツ医科学センター

Corresponding author：虎石真弥 (mtoraishi0824@yahoo.co.jp)

清 25OHD 濃度を達成するために必要なビタミン D 必要量を検討するには、対象者のビタミン D 栄養状態をスクリーニングしてビタミン D 摂取量が適切かを確認することが望まれる。以下、著者らが行ったアスリートを対象としたビタミン D 栄養状態に関する調査について報告する。

●大学生男子ラグビー選手の血清 25OHD 濃度と体組成の関連⁶⁾

ラグビー選手はポジションによる体格差が大きい競技であり、中でも高体重のものが該当する FW の選手においては、意図的に増量を行うことも少なくない。これまでに血清 25OHD 濃度は、体格指数(BMI)、体脂肪量などと関連があることが報告されており、米国内分泌学会⁷⁾では、BMI が高値を示す肥満者に対しては、標準体重者の 2-3 倍にあたるビタミン D 摂取量が推奨されている。

そこで我々は、大学生男子ラグビー選手のビタミン D 必要量を検討するにあたり、ポジションの体格差によるビタミン D 栄養状態を把握することとした。調査時期は、日照量が少ない冬季（12 月）に行った。対象者の BMI を標準体重（BMI：18.5kg/m² ≤ ~ < 25kg/m²）、肥満 I 度（BMI：25 kg/m² ≤ ~ < 30kg/m²）、肥満 II~IV（BMI：30 kg/m² ≤ ~ ≤ 40kg/m²）の 3 群に分けて比較した。その結果、FW の選手が該当する肥満 II~IV では有意に 25OHD 濃度が低値を示し、目安量を上回るビタミン D 摂取量（14.1μg/日）であったが十分とは言えないことが示唆された。この結果から対象者のビタミン D 必要量の検討には、体格つまりポジション特性を考慮する必要があると言える。

●大学生男子ラグビー選手に対するビタミン D 補給は運動機能を向上させるか⁸⁾

大学生ラグビー選手を対象とした調査において、1 年の中で春季は血清 25OHD 濃度が最も低値を示し、目安量を上回るビタミン D 摂取を行っていてもビタミン D 不足を示すものの割合が多いことが明らかとなった。そこで春先のビタミン D 補給が血清 25OHD 濃度の改善ならびに下肢の運動機能向上に寄与するかを明らかにするため、ランダム化比較試験を用いて大学生男子ラグビー選手（46 名）に対し、60 日間のビタミン D 補給（ビタミン D₃ 25μg/日）を行った。血清 25OHD

濃度については、ビタミン D 群、プラセボ群ともに介入前後で増加したが、介入後はビタミン D 群の方がプラセボ群に比べ高値を示した。また下肢の運動機能テストのうちジャンプ時の床反力についてビタミン D 群のみ増加した。この結果から、春季のビタミン D 補給はビタミン D 栄養状態の改善に加え、下肢の運動機能の向上に寄与する可能性があることが示唆された。春季から夏季にかけては日照量が増加し皮膚でのビタミン D 産生量が増える時期ではあるが、血清 25OHD が低値を示す春季においては、食事からも十分なビタミン D 摂取量を確保したい。

●屋内競技アスリートのビタミン D 栄養状態と骨代謝・骨基質関連マーカーおよび骨密度の相互関係⁹⁾

紫外線照射量が乏しい環境で活動をしている屋内競技アスリートでは、ビタミン D 不足および欠乏のリスクが高くなり、さらに秋季や冬季ではその状況はさらに悪化することが報告されている¹⁰⁾。そこで我々は、大学生男子バスケットボール選手のコホートを用い、血清 25OHD 濃度の実態を把握し、骨代謝・骨基質関連マーカーおよび骨密度との相互関係について検討するために横断的研究を行った。

対象者のバスケットボール競技歴は 11.3 ± 3.3 年で、最大骨量を得るまでの成長期および若年期に、力学的負荷の大きい運動を実施していたことになる。大腿骨頸部の Z 値は、2.3 ± 1.0 と同年齢かつ同性の骨密度の平均的な値と比べて高値であった。しかし血清 25OHD 濃度の結果、目安量を上回るビタミン D 摂取を行っていたが、全体の 92% がビタミン D 不足・欠乏であった。また血清 25OHD 濃度は、大腿骨頸部骨密度と正の相関、骨形成マーカーおよび骨吸収マーカーと負の関連があり、また重回帰分析の結果から、大腿骨頸部骨密度に対し、年齢と血清 25OHD 濃度は約 61% の寄与率があることが明らかとなった。この結果から、骨密度の獲得においては、ビタミン D 栄養状態が重要であることが示唆され、本研究対象者のように活動環境および季節など皮膚からの産生に限りがある状況下においては、さらなるビタミン D 摂取量の検討が求められる。

●日本人野球選手のビタミンD栄養状態と関連する因子の探索¹¹⁾

屋内競技アスリートに比べ、紫外線照射量が多い屋外競技アスリートの血清 25OHD 濃度は高いことが報告されているが、我が国において野球選手のビタミンD栄養状態に関する報告はほとんどない。そこで我々は、1日の平均屋外活動時間が6.5時間であったプロ野球選手(35名)を対象として6月のビタミンD栄養状態の実態を調査した。対象者の血清 25OHD 濃度の平均は、30ng/mLを下回り、対象者の半数がビタミンD不足に該当した。この結果から、野球選手は屋外競技に該当するが、紫外線を遮断するスポーツウェアの着用によって十分な皮膚での産生に至っていないことが示唆された。さらに重回帰分析を用い、血清 25OHD 濃度に関連する要因を検討したところ、体表面積、体格指数(BMI)の他、ビタミンD含有量の多い魚の摂取頻度(週2回以上)が関与する可能性が明らかとなった。ビタミンD栄養状態は紫外線照射による影響が大きいとされるが、本研究の結果から屋内外競技のみでビタミンD栄養状態を予測せず、血清 25OHD 濃度による調査を行い、対象者に適したビタミンD必要量を検討することが求められる。

文 献

- 1) 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 [Opinion]. *J Bone Miner Metab.* 2017; 35(1): 1-5.
- 2) Burgi AA, Gorham ED, Garland CF, et al. High se-

- rum 25-hydroxyvitamin D is associated with a low incidence of stress fractures. *J Bone Miner Res.* 2011; 26(10): 2371-2377.
- 3) 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(1): 171-179.
- 4) Holick MF. Vitamin D deficiency. *N Engl J Med.* 2007; 357(3): 266-281.
- 5) 伊藤貞嘉, 佐々木敏(監修). 日本人の食事摂取基準 2020 年版. 第一出版; 178-187, 2019.
- 6) 虎石真弥, 藤井瑞恵, 堀内麻央, 他. 大学生男子ラグビー選手の血清 25 ヒドロキシビタミンD濃度と体組成の関連. *体力科学.* 2023; 72(4): 289-296.
- 7) Holick MF, Binkley NC, Bischoff-Ferrari HA, et al. Endocrine Society. Evaluation, treatment, and prevention of vitamin D deficiency: an Endocrine Society clinical practice guideline. *J Clin Endocrinol Metab.* 2011; 96(7): 1911-1930.
- 8) 虎石真弥, 大川靖晃, 藤井瑞恵, 他. 大学ラグビー選手に対するビタミンD補給は運動機能を向上させるか(会議録). 第33回日本臨床スポーツ医学会学術集会. 札幌, 2022-10.
- 9) 虎石真弥, 岩本 潤, 上西一弘, 他. 大学生男子バスケットボール選手のビタミンD栄養状態, 骨代謝・骨基質関連マーカーおよび骨密度の相互関係. *日本骨粗鬆症学会雑誌.* 2023; 9(3): 313-322.
- 10) Stojanović E, Radovanović D, Hew-Butler T, et al. Vitamin D in Basketball Players: Current Evidence and Future Directions. *Sports Health.* 2022; 14(3): 377-388.
- 11) Toraishi M, Sasahara J, Miyamoto W, et al. Exploring factors associated with vitamin D nutritional status in Japanese baseball players. *J Sports Med Phys Fitness.* 2025; 65(3): 394-399.