

## オリンピック陸上アスリートの分子栄養学的解析～症例報告 (続報)

### Molecular nutritional analysis of an Olympic athlete-Case report (follow-up)

羽田 克彦<sup>\*\*、\*\*\*、\*\*\*\*、†</sup>, 大湊 八重子<sup>\*、\*\*</sup>, 金子 雅希<sup>\*、\*\*\*\*、†</sup>

Katsuhiko HATA<sup>\*\*、\*\*\*、\*\*\*\*、†</sup>, Yaeko OMINATO<sup>\*、\*\*</sup> and Masaki KANEKO<sup>\*、\*\*\*\*、†</sup>

#### 要 旨

オリンピックアスリートは、4年間をかけ、オリンピックという大舞台で最高のパフォーマンスを繰り出すために、地道で厳しいトレーニングを積んでいる。コンディショニングやパフォーマンスアップを目的と栄養補助食品 (サプリメント) を摂取する選手は多いとされるが、トップアスリートへのサプリメント使用はまだまだ十分な根拠ある研究が少なく、十分な医学的知見、全身の栄養状態を把握した上で、専門家による適切な支援が必要とされる<sup>1)</sup>。

本研究における陸上10種競技ベテラン選手 (男性、34歳) への食事とサプリメント使用を中心とした血液検査による継続的な分子栄養学的サポートは、オーバートレーニング症候群を防止、トレーニングをさらに有効化させ、オリンピックで勝つための体調管理とパフォーマンスアップに有効である可能性がある。

#### I. はじめに

来たる日に最大のパフォーマンスを発揮するため、オリンピック陸上アスリートは日々激しいトレーニングに励んでいる。適切な食事や栄養素は、

オーバートレーニング症候群を防止、パフォーマンスアップの基礎となりうるため、Sports Nutritionとして様々な研究が行われている。その中で、少なからずのトップアスリート達が栄養補助食品を使用していることが知られており、2018年に「IOC専門家グループによるアスリートのサプリメント使用に関する合意声明」が発表された<sup>1)</sup>。ここでは、トップアスリートへのサプリメント使用はまだまだ十分な根拠ある研究が少なく、十分な医学的知見、全身の栄養状態を把握した上で、専門家による適切な支援が必要であると述べられている。

今回、陸上トップアスリートのコンディショニングにおいて、分子栄養学の観点から、血液検査などを通して全身の栄養状態、酸化ストレスの状態、腸内環境の状態を解析し、当該アスリートの疲労からの回復状態などを把握しながら、適切な栄養素をさらに精査し、外傷・傷害の予防、長期的なオーバートレーニング症候群予防や競技パフォーマンス向上、オリンピックで勝つためのコンディショニングを進めた。

専門家の介入による適切なサプリメント使用とは何か。本報告は、陸上10種競技トップアスリートに分子栄養学的に介入、解析した結果についての昨年に続く概説である。

\* 国士館大学体育研究所 (The Institute of Physical Education, Kokushikan University)

\*\* 数理医学研究センター (Department of Neuroscience, Research Center for Mathematical Medicine)

\*\*\* 国士館大学救急システム研究科 (Department of Emergency Medical System, Kokushikan University)

\*\*\*\* 国士館大学体育学部スポーツ医科学科 (Department of Sport and Medical Science, Kokushikan University)

\*\*\*\* KYB メディカルサービス (KYB Medical Service Co., Ltd.)

† Corresponding authors

## Ⅱ. 症 例

対象は、オリンピック陸上10種競技選手1名(男性、34歳)、同競技を15年以上続けているベテラン選手である。心臓の弁に逆流が見られ、40代で手術が必要と言われている。既往歴にはスギ花粉症がある。検査方法として、2019年2月から2021年11月の間、血液一般検査および血液生化学検査を3~4か月に1回、尿中有機酸検査、毛髪ミネラル検査、臨床症状の問診を適宜行った。検査結果データを分子栄養学の観点から解析し、2019年7月24日よりサプリメントを開始し、1年4か月間継続的に不足と推測される栄養素を食事及び栄養補助食品の形で投与した。投与した栄養素は、栄養補助食品として、主にたんぱく質(BCAA、グルタミン、必須アミノ酸含む)、ビタミン(B群、C、D、E)、ミネラル(ヘム鉄、亜鉛、カルシウム、マグネシウム)、オメガ3脂肪酸(DHA、EPA)、食物繊維である(株式会社分子栄養学研究所)。栄養素の種類および摂取量は、数か月に1回の血液検査結果等と体調や自覚症状を総合的に解析することで内容を適宜精査した。なお、当報告に用いる検査結果等は匿名化し、特定のパソコンでパスワードにより管理・分析を行った。

本研究では、特に血液検査データを用いた食事と継続的な最適・総合的なサプリメントによって、栄養アンバランス是正による代謝改善、酸化ストレス障害抑制に焦点を当てている。

## Ⅲ. 結果・考察

今回得られた自覚症状の中で、変化として大きく挙げられるのは以下2点である。1点目はサプリメントを開始して1年2か月後の試合にて、当該アスリートの主観において、10種競技終了後の精神面を含む体力、筋肉痛が回復するまでに要する時間が半減している点である。2点目が、2020年9月の日本選手権にて高跳びで3年ぶ

りの記録、2020年4月には円盤投げで4年ぶりの記録が2週連続記録されるなど競技パフォーマンスが改善している点である。

以下に、この1年4か月のサプリメントによる生活面、パフォーマンス面(精神面、身体面)での自覚症状の変化(図1)および血液検査結果データの推移(図2)を示す。

1点目について、当該アスリートは、陸上10種競技歴15年の中で、競技終了直後は一時的に気持ち落ち込み、相当な筋肉痛や肉体的疲弊があり、通常の練習に戻るための気力・体力が回復するまで7日間かかるのが通常のことであった。それが、サプリメントを開始して1年2か月後(2020年9月)の試合終了後に、精神面での落ち込みが全くなり、試合後4日目には通常の練習に戻ることができている。当該選手はベテランであり、その15年の歴史の中で初めての経験とのことである。筋肉痛には2種類あるが、今回は遅発性筋痛(Delayed Onset Muscle Soreness: DOMS)について考察する。

DOMSは、筋および結合組織の損傷とそれに続く炎症反応により起こるとされている<sup>2)</sup>。また、競技種目は異なるが、トライアスロンなどの過酷なスポーツでは、炎症や酸化ストレス、好中球由来の活性酸素などによって筋損傷が起こる可能性が示されている<sup>3)</sup>。筋損傷の間接的な指標としてはLDH(乳酸脱水素酵素)のほか、血中CPK(クレアチンフォスフォキナーゼ)値が挙げられ、その値が2020年11月時が過去最低の値400台(U/L)を示している(図2参照)。そしてそれが当該アスリートのDOMS回復の早さの自覚と一致する。2020年11月の値は、直前2週間に1日8時間の猛練習を合宿で行い、身体を追い込んだ後の血液検査結果である。その際のLDH値、CRP値も落ち着いており、筋肉での炎症が少なかったことが予測される。

当該アスリートは、激しい運動によって誘発される活性酸素種から身を守る抗酸化栄養素を数多く摂取しているが、まずはすべての基礎となる適

度なたんぱく質の摂取があると考え。サプリメント開始前は昼食後の眠気によって練習に身が入らないとのことで1日2食の食事しか摂れていなかったところを、1日3食（たんぱく質として40g/回、Macnaughton, 2016）に改善し継続している。さらにDOMSや筋損傷を抑えCPKを抑制するといわれるBCAAの摂取<sup>4,5</sup>アミノ酸摂取（グルタミン、必須アミノ酸）、効率的なATP合成のための解糖系・クエン酸回路に必要なビタミンB群、水素伝達系に必要なCoQ10、鉄（チトクロムcに必要）なども継続的に摂取している。

他に炎症抑制に関する栄養素としては、EPA（1002mg/日）・DHA（428mg/日）を摂取していることが挙げられる。EPAからはレゾルビンE系（RvE1など）、DHAからはレゾルビンD系（RvD1など）の積極的な炎症収束作用を持つ物質（Specialized proresolving lipid mediator：SPM）が産生される。それらSPMは、好中球の遊走の抑制、炎症性サイトカインの産生を抑制するなどの能動的な働きが認められている<sup>6</sup>。ビタミンD（12000IU/日）は炎症性サイトカイン（TNF $\alpha$ 、IL6）抑制の可能性<sup>7</sup>、ミトコンドリアの酸化リン酸化改善という報告もある<sup>8</sup>。適量のタンパク質を摂取し、ATP産生を促すことで生体内システムを活性化することが、組織障害改善や炎症軽減効果をさらに促進し、当該アスリートのDOMS回復に直接つながっている可能性が十分考えられる。

血液検査結果では、試合後のDOMS回復に1週間かかっていた頃はEPA/AA比0.16であるのに対し、回復期間が半減している2020年9月の前後である2020年7月、11月のEPA/AA比がそれぞれ0.71と0.48となっている。2020年7月のCPK値が826U/Lであるのに対し、その4か月後の11月には457 U/Lと半減している裏には、暑い夏と涼しい秋の気候の変化も考えられるが、直前の練習量を考えると、その8月にEPA・DHAの摂取量を2倍にした事実があり、当該アスリートにと

って炎症抑制への栄養素がさらに適量となることで効果が発揮された可能性を考察する。

マクロファージがEPAから産生するレゾルビンE系の前駆物質18-HEPEは心筋保護作用が示されている<sup>9</sup>。激しく充実した練習を重ね、心臓の問題を指摘されているにも関わらずBNP値が安定しているのは、この18-HEPEによる積極的な炎症収束作用がにつながっている可能性も考えられる。DOMSとEPAの関連については、17, 18-EpETE、18-HEPEなど、EPAから変化していく物質はそれぞれ異なる組織での働きが報告されているため、筋組織でのオメガ3脂肪酸の働きの分子レベルでの解明が待たれる。満足のいく質の良い睡眠、熟睡できる副交感神経優位の時間が、さらに体力回復の後押しをしているものと思われる。そしてそのプラスの循環が、本人による努力の積み重ねによる効果を押し上げ、当該アスリートの3年ぶり、4年ぶりの記録へと導いていく基礎となっているものと考えられる。

## 参考文献

- 1) Ronald J Maughan, et al. : IOC consensus statement (2018)
- 2) Jonathan M Peake, et al. : J Appl Physiol (1985) : 122 (3) : 559-570 (2017)
- 3) Suzuki, K. : Gen. Intern. Med. Clin. Innov. 3, 1-8 (2018)
- 4) J S Coombes, et al. : J Sports Med Phys Fitness. 40, 240-246 (2000)
- 5) Song-Gyu Ra, et al. : J Sports Med Phys Fitness : 58 (11) : 1582-1591 (2018)
- 6) Serhan CN, et al. : Cold Spring Harb Perspect Biol 7 : a016311 (2014)
- 7) Żebrowska A, et al. : J INT SOC SPORT NUTR., 17 (1), 18 (2020)
- 8) Akash Sinha, et al. : J Clin Endocrinol Metab, Vol. 98, Issue 3, 509-513 (2013)
- 9) Jin Endo, et al. : J Exp Med ; 211 (8) : 1673-87 (2014)

	サプリメント後 (2020年11月、約1年4か月後)	サプリメント直前 (2020年6月)
生活面	<p>寝つきがとて良くなった。 すっきり起きられ、寝起きが良い。 夜中に目が覚めない。 熟睡できる。 食後の眠気が全くない。 練習量を増やして追い込んでも疲れが翌日に残らない。すぐに体をほぐして同じ量の練習ができる。 風邪を引かない。</p>	<p>寝つきが悪い(寝付くのに時間がかかる)。 寝起きが悪い。 夜中に目覚め、トイレに必ず行く。 悪夢をよく見る。 食後の眠気があるため、昼食を抜く。 翌日まで疲れが残る。 風邪を引きやすい。 風邪を引くと、そのまま寝込み、回復までに7日はかかる。</p>
パフォーマンス面 (精神面)	<p>集中したい時に集中できる。 やる気に満ちている。前向きに練習に取り組める。 300Mの練習において：からだの設定のタイムを越えられなくなったら打ち切り、という練習の時。最後の1本でも「自分には無理だ」ではなく「何が何でもこえてやる、まだ行ける、攻められる」という精神状態にある。 大会での10種競技直後、精神面での落ち込みなどが全くなくなった。15年の競技生活で初めて。</p>	<p>集中したい時に集中できず、気が散る。 やる気のない時、空(カラ)元気を無理やり出す。 大きな大会(海外)に行くと、会場の雰囲気飲まれる。 暑い日の練習は嫌だと思う。</p>
パフォーマンス面 (身体面)	<ul style="list-style-type: none"> <li>●ケガ(関節痛、腰痛、腱の痛み、筋の痛み)が全くない。</li> <li>●ダッシュ6本集中でき、タイムが出る。</li> <li>●2020年4月の試合にて             <ul style="list-style-type: none"> <li>・円盤投げ 4m85(2020/3/27)、 4m92(2020/4/5)</li> <li>※4年ぶりの記録。</li> </ul> </li> <li>●2020年9月(日本選手権)             <ul style="list-style-type: none"> <li>・高跳び2m00。※いざという試合で2mを跳べたのは3年ぶり。</li> </ul> </li> <li>●2020年9月の大会にて10種競技終了後、DOMSが回復するまでの時間が半減した。(今まで1週間かかっていたのが、3日間で回復、4日目には通常の練習に戻れる。)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●ケガ(関節痛、腰痛、腱の痛み、筋の痛み)がある。練習の中でその兆候を感じ、練習を中止するなど。</li> <li>●ダッシュ6本中、3本は集中できず、タイムも落ちる。</li> </ul>

図1 自覚症状の変化

2020/11/16	2020/7/	13	2019/7/24	2019/6/28	2019/ 2/23
総タンパク (TP) (g/dL)	7.0	6.8	サプリメント ション開始	6.7	6.4
アルブミン (g/dL)	4.68		4.52		
4.68			4.46		
乳酸脱水素酵素 (LDH) (U/L)	225		247		
217			293		
CPK (U/L)	457		826		
587			1145		
C反応性タンパク (CRP) (mg/dL)	0.05		0.16		
0.04			0.02		
白血球数 (/ $\mu$ L)	4600		4000		
4300			7700		
フェリチン (ng/dL)	114		120		
86.9			101		
EPA/AA比	0.48		0.71		
-			0.16		
25-OH ビタミンD (Total) (ng/mL)	69.2		84.3		
36.7			-		
BNP (pg/ml)	5.8		5.8		
13.6			-		

図2 血液検査結果データの推移