

特別寄稿

女性アスリートの三主徴とエストロゲン欠乏が骨格筋に与える影響

北島 百合子^{*1}、江草 信太郎^{*2}、小野 悠介^{*1}

^{*1} 長崎大学大学院医歯薬学総合研究科、^{*2} マルサンアイ株式会社

女性アスリートにみられる「利用可能なエネルギー不足」、「無月経」、「骨粗鬆症」は、女性アスリートの三主徴とよばれる。エストロゲンは全身の組織の恒常性を維持しているため、特に、無月経によるエストロゲン分泌の減少は様々な病態の引き金となる。我々は、若齢雌性マウスの卵巣を摘出し、エストロゲン欠乏状態が骨格筋に与える影響を調べたところ、エストロゲンが減少すると、筋力低下、筋萎縮、筋線維タイプ変換が引き起こされた。さらに、骨格筋の修復・再生に欠かせない骨格筋幹細胞（サテライト細胞）はエストロゲン欠乏により増殖能が著しく低下し、薬剤により筋損傷を誘導すると不完全な筋再生を呈した。したがって、エストロゲンは骨格筋のみならずサテライト細胞にまで作用し、骨格筋の恒常性維持に必須の役割をもつことが示唆された。本稿では、女性アスリートの三主徴に関連するエストロゲンの低下が骨格筋に与える影響と、三主徴に対する栄養介入の可能性について議論した。

キーワード：女性アスリートの三主徴 エストロゲン 骨格筋 サテライト細胞

I はじめに

近年、スポーツ人口は増加の一途を辿り、それに伴って女性アスリート人口も増加している。適度なスポーツは健康維持に効果的であることは周知であるが、トップレベルの女性アスリートにおいては女性特有の問題点が指摘されている。

女性アスリートにみられる「利用可能なエネルギー不足」、「無月経」、「骨粗鬆症」は、女性アスリートの三主徴とよばれ、競技生活だけでなく、引退後の選手に健康上、大きな問題となる可能性がある。三主徴は、特にエネルギー摂取の不足により誘起されるため、長距離選手や審美系の競技選手に多くみられる。この問題の解決には、栄養管理により不適切な食事制限を見直す必要がある。2020年には東京オリンピックを控え、我が国の競技スポーツへの関心は益々高まることが予想され、トレーニングプログラムの開発において、スポーツ栄養の果たす役割は極めて大きい。

本稿では、女性アスリートの三主徴が引き起こす、女性の生体恒常性を維持するホルモンであるエストロゲンの減少に焦点を当て、エストロゲン欠乏が骨格筋や運動パフォーマンスに及ぼす影響と、三主徴に対する栄養介入の可能性について概説する。

II 女性アスリートの三主徴とスポーツ栄養

アメリカスポーツ医学会が1997年に提言した「女性アスリートの三主徴（2007年に改定）¹⁾」は、「利用可能なエネルギー不足」、「無月経」、「骨粗鬆症」を指し、長距離選手や審美性を競う新体操あるいはフィギュアスケート選手に多く認められる²⁾(図1)。これらの選手は日々トレーニングを行うため、エネルギー消費に見合った食事（エネルギー）摂取を必要とされるが、体重を軽くするまたはボディラインを細く保つために食事制限を行う。

食事制限により「利用可能なエネルギーが不足」するため、「体重減少性（視床下部性）無月経」をきたしやすくなる。無月経になると卵巣から分泌されるエストロゲンが低下する。エストロゲンは、骨強度を保つ働きがあり、低下すると骨粗鬆症のリスクが上昇する。そのような状況下で選手は激しいトレーニングを行うため、「疲労骨折」のリスクが高くなると指摘されている。一方、疲労骨折をきたした選手の中には無月経でない選手も存在することが分かっており、疲労骨折の原因は無月経だけではなくオーバーユースなど複合的な原因が関係していると思われる^{2),3)}。

女性アスリートの三主徴は、競技生活での問題のみならず、現役引退後には、心血管系異常や脂質代謝異