©NSCA JAPAN
Volume 19, Number 5, pages 36-41

Key Words【低エネルギー供給率：low energy availability、摂食異常：disordered eating、月経異常：menstrual dysfunction、低骨密度：low bone density、女性アスリート：female athlete】

運動を行なう若年女性をコーチする際の諸問題：第1部 Female Athlete Triad（女子アスリートに特有の3つの兆候）

Coaching Concerns in Physically Active Girls and Young Women-Part Ⅰ：The Female Athlete Triad

Kathleen J. Pantano, PhD, PT
Doctor of Physical Therapy Program, Health Sciences Department, Cleveland State University, Cleveland, Ohio

要約

コーチは、Female Athlete Triadの予防において重要な役割を果たす。アスリートとともに長時間を過ごすため、医学的フォローアップの必要がある諸障害の身体的および精神的リスク因子に、最初に気づく可能性がある。リスク行動を見出すためには、Female Athlete Triadに関する知識と、競技パフォーマンスに影響を及ぼしかねない合併症に関する理解が必要である。本稿では、Female Athlete Triadの最新の解説を取り上げて、症状の進行過程に関する理解を促し、治療と予防に利用できる戦略を提供する。

序論

1972年、米国で教育改正法第9編（運動競技を含めて、教育のあらゆる面における男女差別を禁じた）が可決されて以来、若年女性によるスポーツへの参加は目を見張るほど増加した。現在では、300万人の女子中高生と25万人の女子大学生が、あらゆるタイプの競技にあらゆるレベルで参加しており、健全なトレーニングと優れたコーチングの重要性が注目を集めている。若年女性がスポーツを行なうことによって得られる利点は数多い。たとえば、自尊心の向上、学業の向上、免疫系の強化、発病リスクの低減、アルコール乱用や薬物乱用のリスクや意に反した妊娠リスクの減少などがある(29)。子どもの頃に形成された健康習慣は、成人後も継続されることが多いため、若い頃に運動を行なうことは生活の質を向上させるであろう。競技への参加は、関連リスク（すなわち筋骨格系傷害や運動誘発性喘息など）を伴うものの、運動を行なうことによる利点は、潜在的な害をしのぐことが多い。この36年間、女性の競技参加が増加したことによって、コーチは、女子アスリートにかかわる特別な問題に目を向けることを要求されている。フットボールやレスリングやラグビーなど、かつては男性主体であった、あるいは男性のみが参加を許されていた競技が、いまや若年女性に対しても門戸を開いている。また、女子アスリートが参加できる種目が多様化しただけでなく、エリートクラスも含めて、幅広いレベルで競技が行なわれるようになった。競技のレベル向上に伴い、多くの若年女子アスリートがそれを目指して長時間に及んで厳しいトレーニングに励むようになり、それがまた、個人の成績やチームの一員としての貢献度を一層押し上げることになる。「優れたアスリート」としての資質は高く評価されることが多いが、アスリートによっては、そのプラスの属性が、有害な結果を伴う不健全な行動へと発展しかねない(42)。適切なコーチの下で、適切なトレーニングが行なわれなければ、多くの女子アスリートがFemale Athlete Triad（以下FAT）として知られる症候群に陥る危険がある。リスク行動を発見し、競技パフォーマンスに

影響を及ぼす可能性のある合併症に関して心得ておくためには、コーチはFATの適切な知識を獲得するとともに、最新の研究によって提唱されている原理を現場へ応用する方法を知る必要がある。

本稿は2部構成であり、第1部では、FATに関するコーチの意識を向上させ、理解を深めると同時に、FATの治療と予防に役立つアプローチを提示する。第2部では、FATに関して今後考察が必要な問題と、コーチとして研究成果を現場へ応用する方法を提示する。

FEMALE ATHLETE TRIAD（女子アスリートの三主徴）

本稿の目的は、女子アスリートにかかわる特別な問題、特にFATに関するコーチの理解を深めることにある。FATとは、不適切な食事摂取を原因とした低エネルギー供給率（摂食異常や摂食障害においてみられるような意図的なカロリー制限によって引き起こされたり、またはトレーニングの増加を原因とする、消費エネルギーの不適切な補償によって引き起こされたりする）を発端とする一連の障害である。低エネルギー供給率の閾値が持続すると（つまり、運動中に消費されるエネルギー量が、食事によって得られるエネルギー量を、長期にわたって超過すると(25)）、月経周期が不規則または異常になり、正常な生殖機能が損なわれる可能性がある(26)。また、骨の形成に必要なある種の栄養素とホルモンが身体に欠けると（すなわちカルシウム、ビタミンD、エストロゲン、その他の微量栄養素が欠けると）、骨密度（bone mineral density：BMD）が低下して、思春期および青年期にピーク骨量に達する能力が遅滞または制限される可能性がある。FATが進行すると最終的に骨粗鬆症を発症して、漸進性かつ不可逆性の長期的健康被害がもたらされることがある。そして低エネルギー供給率、月経異常、低BMDが複合的に存在するとき、この症候群をFATと称する(25)。

摂食異常と低エネルギー供給率

競技レベルが高くなるにつれて、アスリートは自分の競技パフォーマンスを向上させる方法を模索するであろう。競技パフォーマンスを向上させて成功を収めるためには、やせるべきだと考えるアスリートもいる。多くの場合、この考えは食事制限へつながる(40)。摂食異常とは、非定型的で不規則な食事パターンをさす。その行動には、低脂肪あるいは無脂肪食品のみを摂取する、食事を抜く、競技会前に断食する、減量のために利尿剤ややせ薬を利用するなどが含まれる(25,38,39,41)。摂食異常は不顕性疾患である。すなわち、特定の診断基準を有する顕性の摂食障害（拒食症や過食症）に比べて症状が目立たないため、行動に気づくこと、あるいは行動を分類することが困難なケースもある(2)。

参加する競技のタイプや、ある種の性格特性が、顕性および不顕性の摂食障害を発症する目安となる可能性がある(13,40,43,44)。たとえば長距離ランナーやバレエダンサーは、自分が最高のパフォーマンスを発揮するためには、どれぐらいの体重が理想的であるかを認識しているため、体重制御の手段を利用することがあるであろう(16)。外見やパフォーマンスのために、あるいは体重階級を満たすために、食事を管理して体重制御を行なう必要性があるアスリートは、最も摂食異常を起こしやすいと考えられる(40)。やせることを求める社会文化や、コーチ、親、友人からの減量に関するコメントは、アスリートがトレーニングによって減量するサイクルを強化する可能性がある(9,40,42)。また医療専門家の監督を受けずにダイエットを行なっているアスリートは、適切な指導と継続的支援に基づいて健全な減量を行なっているアスリートに比べて、摂食異常（多くの場合摂食障害へと進行する）に陥りやすい(9,40)。競技での成功によって自尊心を支えるアスリートもいる。こうしたアスリートの多くは完璧主義者であり、自分の身体に不満を抱きがちであり、適切な休息や回復をないがしろにした食事（栄養）摂取やエクササイズを行なう傾向が強い(6,13,40)。Engelら(13)は、ディビジョンⅠに属するエリートクラスの大学生アスリートにおける摂食異常が、チームメイトが摂食異常行動をとっているという認識と正の相関関係にあることを見出した。この場合、アスリートは自らの行動を言い訳するために、チームメイトが摂食異常行動をとっているという誤った認識を抱いている可能性がある。また、チームメイトが実際に摂食異常行動をとっている場合は、それが多大な影響力を有し、摂食異常行動の手本として、アスリートをそそのかすきっかけとなっていると考えられる(13,42)。やせていることに競技的あるいは美的価値が存在する競技（体操、フィギュアスケート、バレエ）は、食事とトレーニングにおいて異常なパターンを生み出すと考えられているが(36,40,44)、最近の研究は逆の結果を示している(6)。競技タイプと摂食異常の罹患率に関して最終的な結論を引き出すためには、幅広い年齢および競技にまたがって、より多くの競技人口を調査することが必要である。

身体が必要とするだけのカロリーを、アスリートが意図せずして摂取していないことがある。これは、持久系／有酸素系競技に多くみられる、エンドルフィン値の上昇と食欲不振に原因がある可能性がある。エンドルフィンがもたらす多幸感は、アスリートの運動意欲をさらに刺激する(14)。そして、食事の必要性が食欲によってきちんと示されないために、栄養必要量を満たしていないことにアスリートが気づかないことがある。食事制限が意図的なものであろうとなかろうと、ビタミン、ミネラル、その他の栄養素の不適切な摂取は、深刻なエネルギー不足につながりかねない(25)。そして運動中の消費エネルギー量が、食事による摂取エネルギー量を超えると、低エネルギー供給率に陥る(25)。運動に必要なエネルギーを補償した後に残っている食事エネルギーは、生殖系を含めて、他の重要な生理機能の燃料として使用されるエネルギーである(26)。異常な摂食行動の存在の有無にかかわらず、運動後のエネルギーが正常な生理機能を支持するほど残っていなければ、正常な生殖機能が損なわれる可能性がある(26)。

月経異常

エネルギー不足がある閾値に達すると、月経周期が不規則になって過少月経(月経周期が35日以上)を引き起こしたり、完全に停止して無月経(3ヵ月以上月経がみられない)になったりすることがある(3,35,38)。健康な女性の平均的な月経周期は28±7日である(1)。15歳までに初潮がない場合を原発性無月経という(1)。二次性無月経は、少なくとも1回の月経周期の後に月経機能が停止した場合をさす(3)。過少月経や無月経と診断されるには、月経異常を引き起こす他の原因(腫瘍、アナボリックステロイドの使用、妊娠、ホルモンの失調など)が除外されなければならない(8)。

骨密度

低エネルギー供給率によって引き起こされる月経異常が青年期に発生すると、新しい骨の形成が制限されてBMDが低下し、その結果、疲労骨折のリスクが増加する(20,21,32)。新たな骨形成が減少してBMDが低下することにより、ピーク骨量が達成されないと、骨粗鬆症や骨粗鬆性骨折など、さらに深刻な結果を招きかねない(45-47)。

摂食異常や摂食障害がなくても、FATを発症することがある。適切な治療が行なわれなければ、次第に重症化する可能性があり(25,33)、早期介入がきわめて重要である。FAT症候群のうち、最も重症かつ有害である骨粗鬆症を予防することが、治療の主たる目的である。また思春期および青年期に低BMDが存在すると、成人後、骨量の減少や骨粗鬆性骨折を起こす可能性が高くなり、閉経後はそれが加速度的に増加することがある(5,21,30)。骨粗鬆症の家族歴、乳製品の摂取(ビタミンDとカルシウムの摂取)が不足する食事、完全菜食主義者の食事、ステロイドの長期使用は、骨折リスクを高め、骨粗鬆症の発症リスクを高める(15,20,32)。

FATの進行

低エネルギー供給率が月経機能と骨密度に影響を及ぼす仕組みは、完全にはわかっていない。しかし、エネルギーの不足によって、視床下部からのゴナドトロピン(性腺刺激ホルモン)放出ホルモン(GnRH)の分泌が抑制されると考えられている(28,46)。通常、GnRHは、下垂体からの黄体形成ホルモン(LH)と卵胞刺激ホルモンの分泌を誘発する(27)。GnRHが抑制されると、LHの正常な血中濃度がかく乱されて、卵巣によるエストロゲンとプロゲステロンの分泌が抑制される(8)。また低エネルギー供給率は、レプチン(脂肪細胞から分泌される、正常な月経を維持するために必要なホルモン)の分泌を減少させる可能性もある(8)。低エストロゲン状態(低エストロゲン血症)は最終的に、不規則な月経周期や、月経が停止する無月経を招く。無月経の原因が、食事摂取量の減少を伴わないエネルギー消費量の増加にあり、運動内容を変更せずともエネルギー摂取量を増加させることによって回復に向かう場合は、機能性視床下部性無月経と呼ばれる(25)。ホルモンのかく乱が発生するということは、低エネルギー供給率が臨界値に達しているということである。低エネルギー供給率が臨界値に達して、その状態が続くと、わずか5日間でホルモンのかく乱が生じる(25)。

栄養およびホルモンの不足は、最終的には骨の健康状態に影響を及ぼす可能性がある。なぜならば、骨の形成には、適切な量のカルシウム、ビタミンD、エストロゲン、その他の微量栄養素が欠かせないからである。思春期には、骨格が迅速に成熟して、骨が成長を遂げ、ピーク骨量が達成されるが、これは適切な栄養源とホルモン分泌に依存している(5,21)。青年期に栄養が不足して、血中ホルモン濃度が低いと、骨形成速度が遅くなる、すなわち骨の形成が遅延する。深刻な栄養不足状態が長引けば、骨吸収が骨形成速度を上回り始める(26)。その結果、低BMDと多孔質骨が引き起こされる。

低BMDとピーク骨量未達は、青年期に疲労骨折を招きやすく(7,15,20)、加齢とともに骨量の減少が加速し、骨粗鬆性骨折が増加すると想定される(5,31)。ただし、これを裏付ける明白な証拠は存在しない。

BMDの低下は無月経期間の長さに正比例することが、研究によって示されている(11)。したがって、骨量の深刻な減少を防ぐためにも、早期介入が必要であると考えられる。BMDの低下は、遺伝、骨のサイズ、骨格にかかる負荷の程度(競技タイプによる)、および社会生活歴(喫煙経験やアルコールの摂取量)によっても影響されうる(35,36)。無月経が骨の健康に及ぼす影響が一様でない理由は、遺伝子の構造や環境の影響における個人差によって説明されると考えられる。たとえば、無月経であっても正常な骨量を保っているケースもあれば、無月経に低BMDを伴っていても食事補給によって治療に成功するケースもあるが(BMD正常値の回復)(27)、なかには、回復不能の骨量減少に陥るケースもある(45)。

近年のすばらしい研究成果によって、LH分泌のかく乱と月経異常を防ぐためには、一定の閾値のエネルギー(カロリー)供給率が必要であることが判明した。つまり、摂取カロリーがエネルギー供給率の臨界閾値(すなわち1日あたり、除脂肪体重1kgにつき30～45kcal)を下回らない限り、月経異常や月経停止を回避することができる(26)。アスリートが運動中に消費するエネルギー量が、エネルギー(栄養)摂取量によって十分に補償されるように心がけることは、エネルギー供給率がこの閾値を下回らないようにするひとつの方法である。

FATの罹患率

近年の調査によって、FATの3つの構成要素すべてを同時に有する罹患率は4.3％以下であることが示されている(6,10,17,23,34,44)。しかし、相当数の女子アスリートや運動を行なう若い女性が、3つの兆候を個別に(すなわち1つか2つの構成要素を)有していることが報告されており、これは完全なFATに進行する危険性をはらんでいる(6,10,17,34,44)。女子アスリートが低エネルギー供給率や月経異常(3つの構成要素のうち初めの2つ)を発症しながら、骨密度(第3の構成要素)においてほとんど変化が認められないのは、BMDの低下が、ハイインパクト競技(体重による負荷が高い競技)による骨密度に及ぼす影響で相殺されている可能性があると考えられる。ハイインパクト競技(体操、クロスカントリーなど)に参加するアスリートは、力学的に関節にかかる負荷が大きいため、非インパクト競技(水泳、ダイビングなど)のアスリートや、同年齢および同性の非活動的対照群と比べて高いBMD値を有している可能性がある(4,12)。実際、骨格の成熟程度が同等である同年齢の非アスリートと比較して、BMD値が最大15％高いと考えられることが報告されている(31,37)。ハイインパクト競技は競技者のBMD値を通常よりも上昇させるため、BMDが低下しても、基準データと比較すると「正常範囲」内にとどまり、BMDの低下が認識されない可能性がある。

3つの構成要素の複合的罹患をテーマとする研究(6,10,17,23,34,44)は、それらが横断的研究であり、時間経過とともにアスリートにおいて発生する可能性のある諸変化を反映していないという点で限界がある。しかし、この観点からの考察は非常に重要である。なぜならば、3つの兆候は機能障害の進行に伴って順に現れ、骨の健康に対する影響は通常即時的ではないからである。診断検査(X線、骨スキャン)によって、疲労骨折の存在が発見されたり、(二重エネルギーX線吸収法、すなわちDXAによって)低BMDが確認されたりしないかぎり、目に見えるBMD低下の兆候は存在しない。多くの罹患率研究では診断基準やBMD値の解釈が異なっており、比較することが不可能である(疲労骨折の罹患歴をとるかDXA法をとるか、診断手順の差異、DXA値の解釈における差異など)。また、低BMDや骨粗鬆症に関して厳密な定義を適用して行なわれた研究においては、第3の構成要素が実際の発症率よりも低く見積もられる可能性がある。標準化された測定方法を用いて、大規模な長期的研究が行なわれるまでは、FATの正確な罹患率を知ることは難しい。

FATを評価するためのツール

自己評価質問票と直接問診

異常摂食行動は、ネガティブな結果(練習や試合への出場制限)を招くことをおそれてとられることが多い。アスリートの行動を評価する方法として自己評価質問票を利用すると、異常な摂食パターンの過少報告や、結果の歪曲が発生しやすい。自己評価質問票を用いて異常摂食を発見しようとするよりも、問診を行なってアスリートに直接質問をするほうが報告の精度が高まるであろう。そして初経年齢、月経周期の頻度と長さ、最終月経期、最長月経停止期間などの月経歴を得ることは、医師による医学的フォローアップが必要なアスリートを洗い出すために役立つであろう。コーチと臨床医は、低エ

ネルギー供給率と月経異常が、骨の健康に及ぼす可能性のある有害な影響を考慮する必要がある。通常、低エネルギー供給率と月経異常がもたらしうる結果は即時的ではない。したがって症状が疑われる際、あるいは最初に症状が認められた際に、それを無視してはならない。FATの症状を放置すると、競技パフォーマンスや骨の長期的健康に被害が及ぶ可能性が高い(15)。低体重や低体脂肪は、無月経や過少月経を引き起こすエネルギー不足のリスク因子とみなされるかもしれないが、これらが月経機能のかく乱を引き起こすことはない(23)。リスク因子の評価はこの事実を念頭において行なわれるべきである。

骨密度測定にあたっての診断基準

2008年7月、International Society for Clinical Densitometry(ISCD：国際医療測定協会)によって、DXA法を用いた幼年期および思春期における骨粗鬆症の診断基準と、BMD値の解釈に関する新たなガイドラインが出された(18,19)。小児科意見書では、この年代における低BMDは、実年齢に合わせて新たに確立された小児用(6～16歳用)基準データ(22)と比較して、判断されるべきである(Zスコア)と述べられている(19)。そして、「骨粗鬆症」という言葉は、子どもや青少年の場合は、BMDのZスコアが－2.0以下であり、かつ医学的に深刻な骨折歴が存在するときにのみ用いられるべきであると主張されている。Zスコアが－2.0以下であるが骨折歴がない場合は、「実年齢に対して低骨量である」という表現が推奨されている(18,19)。かつてWorld Health Organization(WHO：世界保健機関)によって確立された骨粗鬆症の診断基準は、健常な若年成人から得られた基準データに基づくものであった(Tスコアが－2.5以下の場合、骨粗鬆症と診断される)(24)。WHOの分類は現在も引き続き利用されている可能性があるが、その基準は閉経後の女性にのみ適用されるべきである(子どもや青少年には適用されない)とISCDは報告している(18,19,22)。諸研究において、子どもや青少年における異常なBMD値が、最近発表された基準データと比較されている理由は、この年代においてはZスコアのほうが、低BMDの診断、治療、および予防に関して適切であると考えられるからである。ただし、それらの研究と、WHOの分類を利用した諸研究とを直接比較することはできない。

結論

コーチは、FATの発症につながりかねないリスク因子の検出に一役買うことができる。そして、早期発見によって治療を促進する重要な役目を担っている。さらに、適切なコーチングとトレーニングを通じて、FATの予防を手助けすることができる。本稿では、FATに関する基本的な知識を提供するとともに、第2部にて、研究成果をコーチング分野へ応用するなどの課題を考察するための準備を行なった。◆

References

1. American Academy of Family Physicians, American Academy of Pediatrics, American College of Sports Medicine, American Medical Society for Sports Medicine, American Orthopedic Society for Sports Medicine, American Osteopathic Academy of Sports Medicine. *Preparticipation Physical Evaluation* (3rd ed). Minneapolis, MN: McGraw-Hill, 2004. pp. 1-104.
2. American Psychiatric Association. *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (4th ed). Washington, DC: American Psychiatric Association, 1994. pp. 583-584.
3. American Society of Reproductive Medicine Practice Committee. Current evaluation of amenorrhea. *Fertil Steril* 86: S148-S155, 2004.
4. Andreoli A, Monteleone M, Van Loan M, Promenzio L, Tarantino U, and De Lorenzo A. Effects of different sports on bone density and muscle mass in highly trained athletes. *Med Sci Sports Exerc* 33: 507-511, 2001.
5. Bailey DA, McKay HA, Mirwald RL, Crocker PRE, and Faulkner RA. A six-year longitudinal study of the relationship of physical activity to bone mineral accrual in growing children: The University of Saskatchewan bone mineral accrual study. *J Bone Miner Res* 14: 1672-1679, 1999.
6. Beals KA and Hill AK. The prevalence of disordered eating, menstrual dysfunction, and bone mineral density among U.S. collegiate athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 16: 1-23, 2006.
7. Bennell KL, Matheson G, Meeuwisse W, and Brukner P. Risk factors for stress fractures. *Sports Med* 28: 91-122, 1999.
8. Boissonnault WG and Goodman CC. The female genital/reproductive system. In: *Pathology* (2nd ed). Goodman C, Fuller K, and Boissonnault W, eds. Philadelphia, PA: Elsevier Saunders, 2003. pp. 746.
9. Bonci CM, Bonci LJ, Granger LR, Johnson CL, Malina RM, Milne LW, Ryan RR, and Vanderbunt EM. National Athletic Trainers' Association position statement: Preventing, detecting, and managing disordered eating in athletes. *J Athl Train* 43: 80-108, 2008.
10. Cobb KL, Bacharach LK, Greendale G, Marcus R, Neer RM, Nieves J, Sowers MF, Brown BW, Gopalakrishnan G, Luetters C, Tanner HK, Ward B, and Kelsey JL. Disordered eating, menstrual irregularity, and bone mineral density in female runners. *Med Sci Sports Exerc* 35: 711-719, 2003.
11. Drinkwater B, Bruemner B, and Chestnut CH. Menstrual history as a determinant of current bone density in young athletes. *JAMA* 263: 545-549, 1990.
12. Duncan CS, Blimkie CJ, Cowell CT, Burke ST, Briody JN, and Howman-Giles R. Bone mineral density in adolescent female athletes: Relationship to exercise type and muscle strength. *Med Sci Sports Exerc* 34: 286-294, 2002.
13. Engel SG, Johnson C, Powers PS, Crosby RD, Wonderlich SA, Wittrock DA, and Mitchell JE. Predictors of disordered

eating in a sample of elite Division I college athletes. *Eat Disord* 4: 333-343, 2003.
14. Epling WF and Pierce WD. Activity based anorexia nervosa. *Int J Eat Disord* 7: 475-485, 1988.
15. Feingold D and Hame SL. Female athlete triad and stress fractures. *Orthop Clin North Am* 37: 575-83, 2006.
16. Frederick L and Hawkins ST. A comparison of nutrition knowledge and attitudes, dietary practices, and bone densities of postmenopausal women, female college athletes, and nonathletic college women. *J Am Diet Assoc* 92: 299-305, 1992.
17. Gibson JH, Mitchell A, Harries MG, and Reeve J. Nutritional and exercise-related determinants of bone density in elite female runners. *Osteoporos Int* 15: 611-618, 2004.
18. Gordon CM, Bachrach LK, Carpenter TO, Crabtree N, Fuleihan GE, Kutilek S, Lorenc RS, Tosi LL, Ward KA, Ward LM, and Kalkwarf HJ. Dual energy x-ray absorptiometry interpretation and reporting in children and adolescents: The 2007 ISCD Pediatric Official Positions. *J Clin Densitom* 11: 43-58, 2008.
19. Gordon CM, Baim S, Bianchi M, Bishop NJ, Hans DB, Kalkwarf H, Langman C, Leonard MB, Plotkin H, Rauch F, and Zemel BS. Special report on the 2007 Pediatric Development Conference of the International Society for Clinical Densitometry. *South Med Assoc* 101: 740-743, 2008.
20. Guest NS and Barr SI. Cognitive dietary restraint is associated with stress fractures in women runners. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 15: 147-159, 2005.
21. Holehan AM and Merry BJ. The control of puberty in the dietary restricted female rat. *Mech Ageing Dev* 32: 179-191, 1985.
22. Kalkwarf HJ, Zemel BS, Gilsanz V, Lappe JM, Horlick M, Oberfield S, Mahboubi S, Fan B, Frederick MM, Winer K, and Shepherd JA. The bone mineral density in childhood study: Bone mineral content and density according to age, sex, and race. *J Clin Endocrinol Metab* 92: 2087-2099, 2007.
23. Lauder TD, Williams MV, Campbell CS, Davis G, Sherman R, and Pulos E. The female athlete triad: Prevalence in military women. *Mil Med* 164: 630-639, 1999.
24. Leslie WD, Adler RA, Fuleihan GE, Hodsman AB, Kendler DL, McClung M, Miller PD, and Watts NB. Application of the 1994 WHO classification of populations other than postmenopausal Caucasian women: The ISCD Official Positions. *J Clin Densitom* 9: 22-30, 2006.
25. Loucks AB, Manore MM, Sanborn CF, Sundgot-Borgen J, and Warren MP. The female athlete triad: Position Stand. *Med Sci Sports Exerc* 39: 1867-1881, 2007.
26. Loucks AB and Nattiv A. Essay: The female athlete triad. *Med Sport* 366: S49-S50, 2005.
27. Loucks AB and Thuma JR. Luteinizing hormone pulsatility is disrupted at a threshold of energy availability in regularly menstruating women. *J Clin Endocrinol Metab* 88: 297-311, 2003.
28. Loucks AB, Verdun M, and Heath EM. Low energy availability, not stress exercise alters LH pulsatility in exercising women. *J Appl Physiol* 84: 37-46, 1998.
29. Micheli L, Smith A, Biosca F, and Sangenis P. Sports and children: Consensus statement on organized sports for children: Position statement on girls and women in sport. *Bull World Health Organ* 76: 445-447, 1998.
30. Miller VM and Duckles SP. Vascular actions of estrogens: Functional implications. *Pharmacol Rev* 60: 210-241, 2008.
31. Mudd LM, Fornetti W, and Pivarnik JM. Bone mineral density in collegiate female athletes: Comparisons among sports. *J Athl Train* 42: 403-408, 2007.
32. Myburgh KH, Hutchins J, FATaar AB, Hough SF, and Noakes TD. Low bone density is an etiologic factor for stress fractures in athletes. *Ann Intern Med* 113: 754-759, 1990.
33. Nattiv A, Agostini R, Drinkwater B, and Yeager KK. The female athlete triad: The inter-relatedness of disordered eating, amenorrhea, and osteoporosis. *Clin Sports Med* 13: 405-418, 1994.
34. Nichols JF, Rauh MJ, Lawson MJ, Ji M, and Barkai HS. Prevalence of the female athlete triad syndrome among high school athletes. *Arch Pediatr Adolesc Med* 160: 137-142, 2006.
35. Papanek P. The female athlete triad: An emerging role for physical therapy. *J Orthop Sports Phys Ther* 33: 594-614, 2003.
36. Reinking MF and Alexander LE. Prevalence of disordered-eating behaviors in undergraduate female collegiate athletes and nonathletes. *J Athl Train* 40: 47-51, 2005.
37. Robinson TL, Snow-Harter DR, Taafee D, Gillis J, Shaw J, and Marcus R. Gymnasts exhibit higher bone mass than runners despite similar prevalence of amenorrhea and oligomenorrhea. *J Bone Miner Res* 10: 26-35, 1995.
38. Sundgot-Borgen J. Pathologic weight control methods and self-reported eating disorders in female elite athletes and control. *Scand J Med Sci Sports* 3: 150-155, 1993.
39. Sundgot-Borgen J. Prevalence of eating disorders in elite female athletes. *Int J Sport Nutr* 3: 29-40, 1993.
40. Sundgot-Borgen J. Risk factors and triggers for the development of eating disorders in female elite athletes. *Med Sci Sports Exerc* 26: 414-419, 1994.
41. Sundgot-Borgen J and Larsen S. Nutrient intake and eating behavior of female elite athletes suffering from anorexia nervosa, anorexia athletica and bulimia nervosa. *Int J Sport Nutr* 3: 431-442, 1993.
42. Thompson RA and Sherman RT. "Good athlete" traits and characteristics of anorexia nervosa. Are they similar? *Eat Disord J Treat Prev* 7: 181-190, 1999.
43. Torstveit MK and Sundgot-Borgen J. Participation in leanness sports but not training volume is associated with menstrual dysfunction: A national survey of 1276 elite athletes and controls. *Br J Sports Med* 39: 141-147, 2005.
44. Torstveit MK and Sundgot-Borgen J. The female athlete triad exists in both elite athletes and controls. *Med Sci Sports Exerc* 37: 1449-1459, 2005.
45. Warren MP, Brooks-Gunn J, Fox RP, Holderness CC, Hyle EP, and Hamilton WG. Persistent osteopenia in ballet dancers with amenorrhea and delayed menarche despite hormone therapy: A longitudinal study. *J Clin Endocrinol Metab* 87: 3162-3168, 2002.
46. Warren MP and Perlroth NE. The effects of intense exercise on the female reproductive system. *J Endocrinol* 170: 3-11, 2001.
47. Zanker CL and Cooke CB. Energy balance, bone turnover, and skeletal health in physically active individuals. *Med Sci Sports Exerc* 6: 1372-1381, 2004.

From *Strength and Conditioning Journal*
Volume 31, Number 6, pages 38-43.

著者紹介

Kathleen J. Pantano：Cleveland State Universityの健康科学学部の理学療法プログラム博士課程において准教授を務める。