

女性アスリート：無月経と拒食症のリスク

松田貴雄^{*, **} 秦 祥彦^{*, ***} 森 照明^{*, 4*}

女性には男性にはない周期性のあるホルモン環境があり、女性アスリートにおける病態理解に重要である。女性アスリートの競技からの長期離脱を来す3大主徴は、“無月経”“骨粗鬆症(疲労骨折)”“摂食障害”で、いずれも女性ホルモン、特にエストロゲンの低下が関与する。

はじめに

女性アスリートは小さな男性アスリートではない。男性にはない周期性のあるホルモン環境があり、これに基づく病態理解が重要である。女性アスリートが競技から長期離脱を余儀なくされる3大主徴は、“無月経、骨粗鬆症(疲労骨折)、拒食症”とされ、無月経となった場合、骨密度の低下や摂食障害を引き起こすことがあり、従来より、“運動性無月経”^{†1}には注意が喚起されてきた。

これまで“運動性無月経”は、ハードトレーニングなどによる身体的・精神的ストレスや体脂肪率の低下などが原因で引き起こされることが多く、スポーツによる障害・外傷を起しやすいとされてきた。女性アスリートは、トレーニング過剰になると、コーチゾル分泌が増加し、視床下部からの性腺刺激ホルモン放出ホルモンの低下、さらに下垂体前葉からの性腺刺激ホルモンの低下により、卵巣からの卵胞ホルモ

ン(エストロゲン)^{†2}分泌を抑制すると考えられている。FrischとMcArthur¹⁾の研究より、月経発来に体脂肪が17%以上必要と提唱されたことから、体脂肪の減少が無月経の原因とされてきた(図1)²⁾。

一般に婦人科では、診断のための女性ホルモン投与をしばしば行うが、黄体ホルモン(プロゲステロン)製剤の投与により、出血があれば第1度無月経と診断される。エストロゲンと、プロゲステロンの同時投与により消退出血が見られた場合は、第2度無月経の診断となる。この第2度無月経はエストロゲンも低下していることを示し、アスリートが第2度無月経の状態を呈した場合、スポーツ障害を起しやすくとされてきた。なかでも、疲労骨折を生じることが多く、これはエストロゲンと骨密度のレベルは相関することが知られており(図2)²⁾、低エストロゲン状態がリスクファクターと考えられている。

無月経で受診した女性アスリートが拒食症の状態

†1 運動性無月経 ▶▶▶

スポーツ現場では、“運動性無月経”と表現しているが、問題は“月経のある・なし”ではなく、“低エストロゲン”が問題である。アスリートにとっても適切な用語ではないと考える。骨粗鬆症などにつながる“運動性低エストロゲン(状態)”の用語を使用していくことを今後提案していきたい。

†2 卵胞ホルモン(エストロゲン)

エストロン(E1)、エストラジオール(E2)、エストリオール(E3)の総称。エストラジオールが約90%を占め、活性も高い。

* Matsuda T., Shin Y., Mori T. 国立病院機構西別府病院総合スポーツ外来

** Matsuda T. 同女性内科

*** Shin Y. 同整形外科 4* Mori T. 同院長

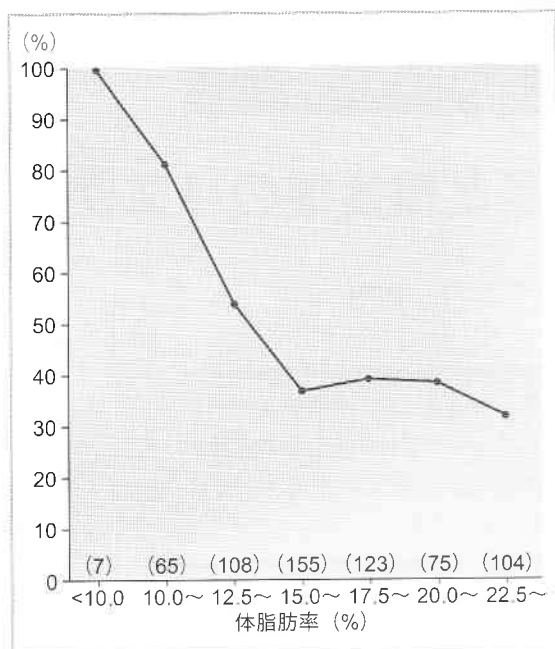


図1 体脂肪率と月経異常

体脂肪は10%以下になるとほぼ100%無月経となる。月経の発来には、17%以上必要とされ、安定した月経の発来には22%以上必要とされる。

(文献2)より転載)

を呈することは少なからず認められている。拒食症は、摂食障害の1つの病型である。“神経因性食欲不振症”とされる食事が摂れない状況に、過食・食べ吐きを伴う“神経性大食症”。いわゆる過食症に加えて、“特定の不能”の3つのタイプに分けられる。

スポーツ選手は体重が軽いほうが競技力向上につながると考えられ、摂食障害を発症しやすいと考えられている(スポーツによる摂食障害³⁾。競技特性による痩せのため、適正体重の判定が難しく、発症していても、痩せの正当化をするためにスポーツによりいっそう取り組むこともあり、一般の摂食障害と比較して難治性になりやすいとされている。

女性アスリートの無月経は、低エストロゲン状態を原因として、単に月経の停止のみならず、疲労骨折や拒食症を引き起こすシーケンスの病態であると考えられている。

1. 疲労骨折

無月経となり長期化し、6か月以上となると第2度無月経となる割合が高いことが知られている。鯉川らによると、何らかの月経異常が生じると、その2年

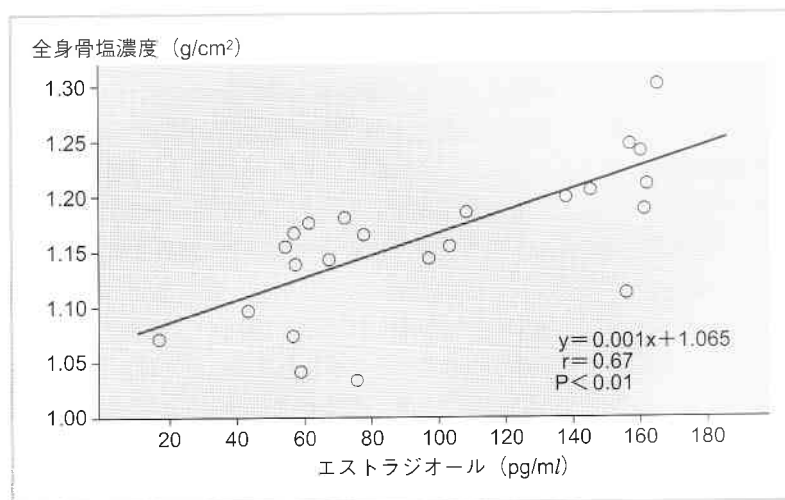


図2 エストロゲンと全身骨塩濃度
エストラジオール値の増加は全身骨塩濃度と比例して増加する。
(文献2)より転載)

③ スポーツによる摂食障害(anorexia athletica) ▶▶▶

スポーツ選手の摂食障害は、Sundgot-Borgenらが1993年にエリート女子アスリートの調査よりanorexia athleticaと提唱している¹²⁾。

スポーツ選手は体重が軽いほうが競技力向上につながると考えられ、摂食障害を発症しやすいと考えられた。また、もともと痩せのため適正体重の判定は難しく、診断が困難で、発症していても、痩せの正当化をするためにスポーツによりいっそう取り組むこともあり、一般の摂食障害と比較して難治性になりやすいとされている。

後に競技からの長期離脱を余儀なくされているケースが多いことを報告している³⁾。この際の長期離脱の主な原因は疲労骨折であった。

エストロゲン低下が骨密度の低下につながることは、閉経後の婦人の骨粗鬆症が多く認められることから、既に明らかである。若年者においても、ステロイド長期使用者に骨粗鬆症が認められることや、小児期における頻度の高い性腺機能不全であるTurner症候群では、骨折、特に前腕骨の骨折頻度が高いことが知られており、骨塩量が低いことが原因とされている。若年者における骨密度の獲得の重要性はしばしば語られているが、十分なメタアナリシスはなく、介入が予防に有効であった報告はほとんどない。

アスリートにおいても皆無であるが、これは逼迫した問題であり対応は必要である。特に摂食障害を合併した場合、骨密度の減少は迅速で、1年間で10%以上減少することも稀ではない。仮に治療が奏効して、体重と月経が回復しても骨密度の回復は認められないか、大幅に遅れ、競技復帰を果せないことも多い。復帰しても、骨密度の低下は競技継続に当たり高頻度に疲労骨折を起すことが問題となる。

骨は大きく海綿骨と皮質骨に分けられるが、エストロゲンの不足は主に皮質骨の非薄化を来す(図3)。皮質骨の多孔性が進行して、皮質骨幅が薄くなるとされている。骨密度の測定は、腰椎など海綿骨主体

の荷重骨を二重エネルギーX線吸収法(dual energy X-ray absorptiometry; DEXA)によって測定することがスタンダードとなっている。

跳躍系のスポーツにおいては、骨密度の減少がスポーツによる骨密度増加と相殺され、見かけ上、低下がないと判定されることも少なくない。図4は、高校の新体操選手の腰椎DEXAによる測定結果を示す。若干の低下は見られるものの、骨密度の低下があるとは言いがたい。しかしながら、これらの選手はほぼ全員その後の1年以内に各所の疲労骨折を発症した(図5, 6)。低エストロゲン状態による骨密度の低下は、皮質骨で顕著であり、これらの選手は荷重のかからない中手骨や非利き手の橈骨による骨密度は全員YAM80%以下であった。さらに骨吸収マーカーのI型コラーゲン架橋N端子テロペプチド(NTx)(尿中)はいずれも高値であった(表)。高骨代謝回転カットオフ値が54nmol BCE/mmol.Cr(bone collagen equivalent)であり、年齢を考慮しても高値であることは一目瞭然である。血中エストラジオールの値も50pg/m以下と低値で、低エストロゲンが骨密度の低下を生じ、疲労骨折を生じたと考ええる。

こうした結果から、女性アスリートにおける骨密度の測定は、非荷重骨を用いて皮質骨を中心に評価しなければ、将来疲労骨折の予測につながらないと考えられる。

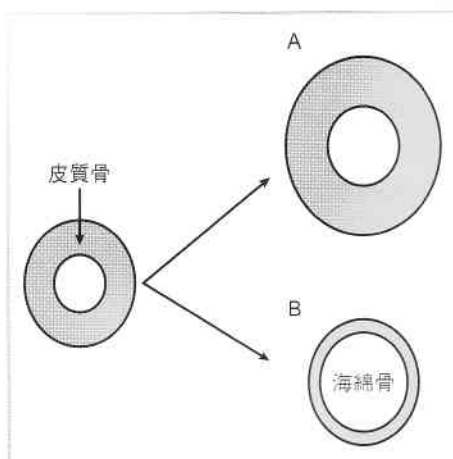


図3 女性ホルモン不足状態と皮質骨非薄化
Aは正常の骨量増加：皮質骨は主に男性は外側に向け、女性は内側に向けて増殖する。Bは女性ホルモンが不足することにより、皮質骨が非薄化していく。

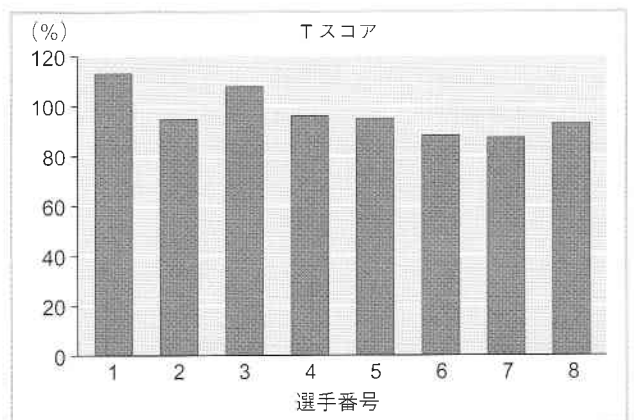


図4 腰椎DEXA法による骨密度

腰椎(L2-L4)のTスコアは軽度の低下は認めるものの、その度合いはわずかである。これは跳躍などにより、荷重ストレスによる骨塩増加の効果があるため、見かけ上正常のように見える。海綿骨主体の骨は荷重ストレスによる骨塩増加に反応するため、低下していないような値をとる。



図5 10歳代後半 左第3中足骨疲労骨折

競技：新体操 体重40kg

演技で繰り返し同じ動作を行うため、同じ部位にストレスがかかる。既に偽関節化している(→)。



図6 10歳代後半 右腓骨疲労骨折 競技：新体操 体重46kg

新体操の場合、演技内容が決まると繰り返し同じ動作を行うため、特定部位に集中してストレスがかかる。団体種目の場合、踏み切り足、着地する足などを容易に変更できないため、疲労骨折を生じやすい。→：偽骨形成

表 月経状態と各種ホルモン値

症例	年齢 (歳)	月経の状態	体脂肪率 (%)	ソマトメジンIGF-I ($\mu\text{g/ml}$ > 250)	LH (mIU/ml)	FSH (mIU/ml)	エストラジオール (pg/ml > 50)	尿中NTx (nmol BCE/nmol.Cr)
1	17	続発	22.4		7.5	3.3	11.9	74.5
2	16	原発	16.8	200	< 0.5	9.1	20.8	83.3
3	16	続発	24.1		0.7	7	16	113.5
4	15	原発	19.7	190	0.6	1.9	24.6	210.5
5	16	規則的	22.6	160	0.8	5.6	< 10	62.6
6	15	原発	15.3	88	< 0.5	6.2	21.2	174.3
7	15	原発	16.4	140	< 0.5	4	< 10	125.8
8	15	原発	15.7	230	0.8	6.1	11.6	293

LH：黄体刺激ホルモン，FSH：卵胞刺激ホルモン

運動性無月経は、骨密度の獲得以外にも影響を及ぼす。いったん開始した月経が止まった状態が“続発性無月経”で、これまでは運動性無月経の大半は続発性であった。しかし、昨今、スポーツの開始年齢が低年齢化し、初経開始以前より、過剰なトレーニングを開始することで月経そのものが始まらない

“原発性無月経”のまま競技を継続しているケースが急増している。特に痩せの認められる競技、摂食制限を行う競技で顕著である。

ZankerとSwaine¹⁾の研究では、原発性無月経の原因として、エネルギー摂取不足の関与を示唆している。エストロゲンはbody mass index (BMI)、体

A～C 単純X線写真

A 初診時

B 初診後11日目

C 初診後25日目



図7 10歳代前半 右第3中足骨疲労骨折 競技：卓球

A～C：初診前日より同部位の疼痛を自覚。競技を継続しながら、負荷のかかる運動は制限、練習後はアイシング、超音波を行っていた。初診時(A)には単純X線写真では変化がはっきりしないが、経時的に仮骨形成の所見(→)がはっきりしてくる。

脂肪率とは低い相関であったのに対し、エネルギーバランスと高い相関を示した。エネルギー摂取が低下すると、エストロゲンの低下とともにインスリン様成長因子(IGF)-I(ソマトメジン)の低下が見られる。成長ホルモンの低下がないにもかかわらず、IGF-Iの低下が認められる場合は摂食不足を意味する。

この低下が成長スパート中である場合は、体重減少時に一致して伸びが鈍化する。最終的に身長は推定最終身長より低下する。身長の伸びと相関するIGF-Iは、炭水化物や蛋白質の摂取と正の相関を有するので、低体重期間すなわち低摂食状態が長く続くと身長の伸びが抑制される。骨端線が閉じる前に栄養状態が回復しない場合は、低身長となる。疲労骨折も多発することに加え、骨端のトラブルも増加する(図7, 8)。近年、審美系スポーツでは海外の選手に対抗するために身長の高い選手が望まれることが多くなっており、こうした意味でも対応は必要となる。骨端線の評価を行い、適切な状況対応が重要と考えられる。

指導者も無月経については関心のないことが多く、自らの経験に基づいて指導することが多い。自

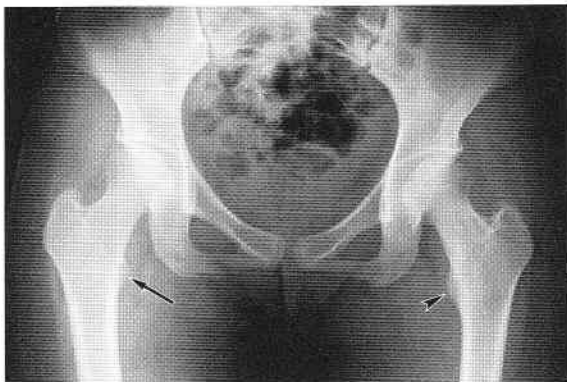
らも無月経であっても、競技生活終了後、月経が再開し、その後の生殖に問題がなかったとして選手にもそのように伝えていることが多い。この傾向は改めるべきである。

2. 靭帯損傷

スポーツ障害・外傷に対する脆弱性については、主に骨に関しての女性ホルモンの関与が論じられることが多く、閉経後の骨粗鬆症の知見を基に考慮されてきた。まだ女性スポーツ医学については独自の検討は十分ではなく、他の知見に基づいての推察であることが多く、さまざまな分野で説明が不十分なことが多い。

女性アスリートに多い障害のひとつに、非接触型の前十字靭帯(anterior cruciate ligament: ACL)損傷が多いことが知られている(図9)。X脚などの女性特有のアライメント(knee in toe out)の関与を論じた報告⁵⁾が多いが、これまでは、整形外科的な見地に立っての月経周期との関連について報告が出されている。エストロゲンが関与するか否かの検討が多いが、一定の見解は得られていない^{6) 7)}。ACL

A 単純X線写真



B T1強調冠状断像



C T2*強調冠状断像



D STIR冠状断像



図8 10歳代前半 右大腿骨頸部骨折 競技：ホッケー 体重53kg 身長160cm

骨密度(前腕遠位)YAM78%。4か月前に左大腿骨頸部疲労骨折。

A：既に左は陳旧性症変が仮骨形成している(←)。→：骨折部

B：骨折部は低信号を示す(→)。

C：骨折部は高信号を示す(→)。

D：骨折部はさらに高吸収となる(→)。

損傷を起した選手は痩せが多いわけではなく、無月経でなく、むしろ月経のある選手が多く、低エストロゲンとの関与はむしろ少ないような印象もある。正常周期を有するものが大半であるが、なかに2~3か月に1回の稀発月経の状態の選手が少なくない。こうした稀発月経の選手は、黄体刺激ホルモン(LH)、テストステロンの高値を示すことが多い。

この状態は“多嚢胞性卵巣症候群”^{†4}(polycystic ovary syndrome; PCOS)”と言われる。超音波検

査にて卵巣の観察を行うと、10mm未満の小さな卵胞を卵巣表面に多数有する、いわゆる“真珠の首輪状”の所見を呈する(図10)。この状態は排卵がない状態で、排卵がないことは、プロゲステロンの産生がないことを意味する。

PCOSでは男性ホルモン(アンドロゲン)が通常より高値で、アンドロゲンが自然に高値であるため、瞬発系の競技などにおいては、言わば、筋肉増強剤として用いられるアナボリックステロイドを使用した

†4 多嚢胞性卵巣症候群(polycystic ovary syndrome; PCOS) ▶▶▶

多嚢胞性卵巣症候群の新診断基準(案)(日本産科婦人科学会 生殖・内分泌委員会, 2007)

以下の1~3のすべてを満たす場合を多嚢胞性卵巣症候群とする。

1. 月経異常
2. 多嚢胞卵巣
3. 血中男性ホルモン高値またはLH基礎値高値かつFSH基礎値正常

A, B プロトン密度強調矢状断像(2350/18) 1.5テスラ装置使用

A 前十字靭帯

B 後十字靭帯

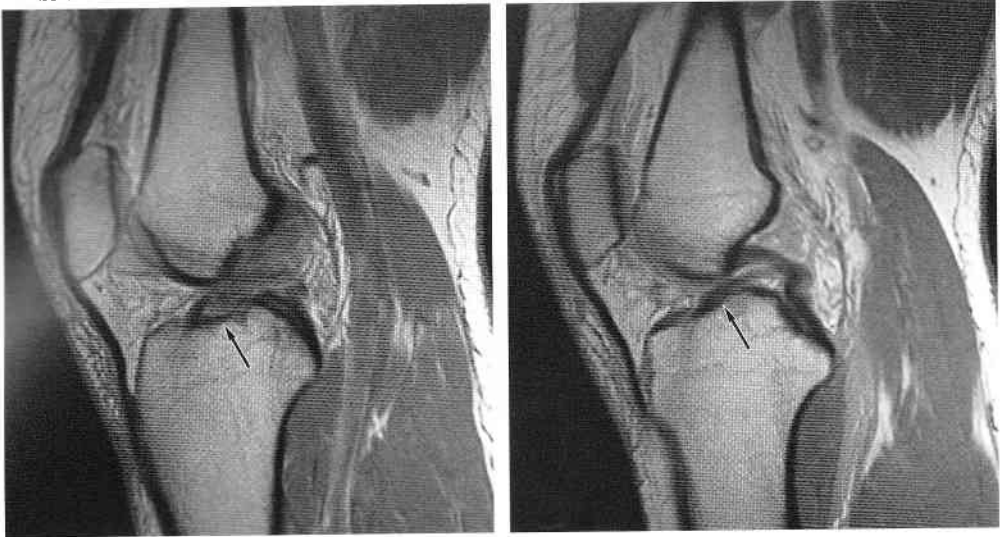


図9 40歳代 非接触性前十字靭帯損傷 競技：バレーボール

A：前十字靭帯の連続性が不明になっている(→)。

B：後十字靭帯が後方に移動し、緩んだ像を呈している(→)。

状況に類似していると言える。女性アスリートにとっては、競技においてはこうした高アンドロゲン状態はむしろ好ましいと考えられ、時々しか月経がないので、月経の煩わしさがなくとも相まって放置されてきた。また、アスリートはトレーニングによって体脂肪が減少することから、アンドロゲンは体脂肪内でのエストロゲンへの転換も抑制されるため、その傾向はいっそう強まる。従来より、非接触型ACL損傷と女性ホルモンとの関係が取り上げられてきたが、アンドロゲンとの関与についての見解はない。高アンドロゲンの腱に及ぼす状況は、アナボリックステロイドの副作用で腱障害が増加することを考慮すると、リスクファクターのひとつと考えてもよいかもしれない。

Wojtysらによると、ACL損傷は卵胞期と排卵期に多く、黄体期に少ないと報告して、プロゲステロンとの関係を挙げている⁸⁾。母数が少ないためエビデンスを形成するには至っていないが、高アンドロゲンにもかかわらず、プロゲステロンが分泌されていないことはリスクファクターのひとつではないかと考えている。PCOSの病態を考慮するとあながちありえない状態ではない。

PCOSの状態が高校生にある場合、月経は全くないわけではないので、まだ若年なので不順であると

超音波像

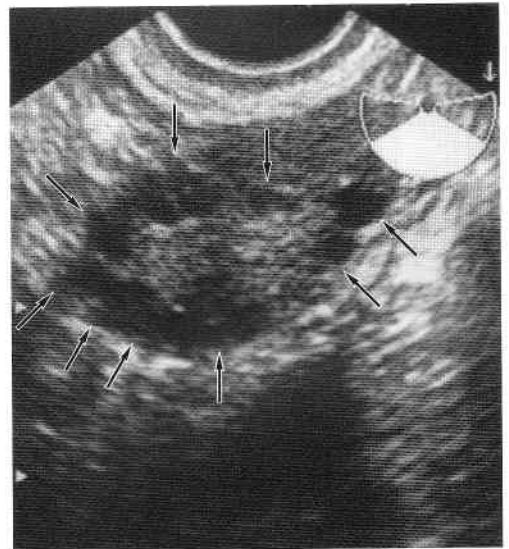


図10 20歳代 多嚢胞性卵巣症候群

10mm未満の小さな卵胞が卵巣表面に多発し、2次元の超音波像では真珠の首輪のように見える(→)。

か、「運動を止めたら元に戻る」、「ストレスがなくなったら大丈夫」などあまりに根拠に基づかない対応をされてきたことが多いと思われる。今後、ACL損傷の予防に関与するかについては検討が待たれる。

A 恥骨疲労骨折の単純X線写真(3月)



B 踵骨疲労骨折のT1強調矢状断像(8月)

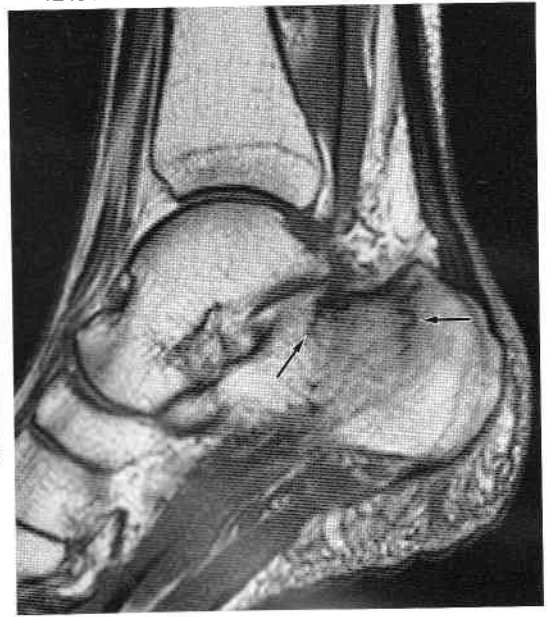


図11 30歳代 多発する疲労骨折

A: 前の月(2月)は450km/月の走行があり、恥骨に骨折が見られる(→)。

B: 踵骨の後部上方に線状低信号が見られる(→)。

3. 拒食症

近年、一般女性でも摂食障害は増加しており、この10年間で急増しているとされる。痩せと無月経を特徴とする拒食症は、日本でも1980年代よりその増加が報告され、近年その増加は著しいとされる。疫学調査によって推定される患者数は、人口10万人当たり、1980年には1.5~1.8人であったが、1998年には厚生省石川班の調査では、18.5人と約10倍の増加であった⁹⁾。地域の学校を対象に摂食異常調査票の記入により行った調査によると、有病率は0.4~1.0%で、発症年齢は平均17.8歳であった¹⁰⁾。患者の95%以上が女性で、厚労省の難治性疾患克服事業に指定されている。病因の解明や標準化された治療法は確立されていない。発病の低年齢化が進んで、成長スパートや最高骨量(peak bone mass)形成期に重なることから、低身長や骨粗鬆症が発症することが問題となっている。

運動選手に限っても、摂食障害は増加していると思われる。しかしながら、厳格な定義、診断基準に基づく全国調査は見当たらず、岡野らによる1996年の4体育系大学女子アスリート1000名に対する調査では、一般女性の3%に対し、審美系12%、持久系スポーツ20%が、質問紙法を用いた調査であるeating attitude test(EAT)の短縮版、EAT-26による調査で20点以上を示す、摂食障害類似者の割合であった¹¹⁾。

患者の急増に伴い、対応する心療内科・精神科の専門医が不足しており、適切な診療機関を受診していないことは多く見られる。アスリートの場合、競技成績が向上せず、貧血や肝機能障害、ひいてはオーバートレーニング症候群などの診断をされ、一般内科で管理されているケースも多い。選手そのものにも摂食を控えていることが日常化してしまい、自覚のないことも多い。また気づいても受診しない、練習が忙しくて受診できないことも多く、周囲も本人を気遣って受診を勧められないことも多い。

こうしたなかで、画像診断において、異常に低下した骨密度、頻発する疲労骨折を目にした場合、“拒食症”を念頭に臨床検査の追加を呈示するなど、違った方向からの診断アプローチが必要とされている(図11)。

特に摂食障害を合併した場合、骨密度の減少は迅速で、1年間で10%以上減少することも稀ではない。仮に治療が奏効して体重と月経が回復しても骨密度の回復は認められないか、大幅に遅れ、競技復帰を果せないことも多い。復帰しても、骨密度の低下は競技継続に当たり高頻度に疲労骨折を起すことが問題となる。

おわりに

無月経・拒食症において疲労骨折は高頻度に認め

られるが、その画像所見は特徴的と言えるものはない。しかし、アスリートにおいては競技特性に応じた部位に生じることは多い。日常遭遇しない部位の疲労骨折を見た場合、競技の内容を考慮することが診断の一助となることはあろう。女性アスリートは“運動性無月経”の用語の持つイメージで月経出血の“ある・なし”を気にかけることが多い。指導者も女性の場合、自らの経験などで競技生活終了後に月経が回復した経験から、無月経について関心を示さない指導者は数多く存在する。

大事なことは“月経のある・なし”ではなく、ホルモン状況の把握である。少なくとも“低エストロゲン状態”は避けなければいけない。低エストロゲン

状態の持続は間違いなく将来の競技パフォーマンスに影響することを指導者に理解してもらうことは重要である。“低エストロゲン状態の結果、疲労骨折が頻発すること”、また一般的ではないが、“低プロゲステロン・高アンドロゲン”は前十字靭帯損傷のリスクになる可能性があることなど、長期の競技離脱を来す原因となることを、選手本人・指導者に理解させることは言葉のみではなかなか難しい。目に見える形である画像診断からの無月経・拒食症のリスクについてのアプローチは、選手・指導者の理解にも繋がりと考え、低エストロゲン状態の回避は、アスリートのパフォーマンスの向上に繋がることを伝えていく必要がある。

■文献

- 1) Frisch RE, McArthur JW: Menstrual cycles: fatness as a determinant of minimum weight for height necessary for their maintenance or onset. *Science* 185: 949-951, 1974.
- 2) 日崎 登: 女性スポーツの医学。文光堂, 1997.
- 3) 澁川なつえ, 宮崎亮一郎: 陸上競技研究 1: 14-20, 2004.
- 4) Zanker CL, Swaine IL: The relationship between serum oestradiol concentration and energy balance in young women distance runners. *Int J Sports Med* 19: 104-108, 1998.
- 5) 金森章浩: 前十字靭帯に与えられる外力と非接触型膝前十字靭帯損傷。臨床スポーツ医学 19: 1007-1010, 2002.
- 6) 橋本 実: 性周期が膝前十字靭帯損傷に与える影響。臨床スポーツ医学 19: 995-1000, 2002.
- 7) 田家正隆, 教面義雄, 酒巻幸恵: 女性ホルモンの膝前十字靭帯損傷に対する影響。臨床スポーツ医学 19: 991-994, 2002.
- 8) Wojtys EM, Huston LJ, Boynton MD, et al: The effect of the menstrual cycle on anterior cruciate ligament injuries in women as determined by hormone levels. *Am J Sports Med* 30: 182-188, 2002.
- 9) 厚生省特定疾患・神経性食欲不振症調査研究班.
- 10) 堀田眞理, 大和田里奈, 高野加寿恵: 内分泌疾患総合医療センター 1999年1年間。東女医大誌 71: 147-154, 2001.
- 11) 岡野五郎: スポーツ選手における食欲異常とエネルギー要求。臨床スポーツ医学 18: 433-439, 2001.
- 12) Sundgot-Borgen J, Bahr R, Falch JA, et al: Sundgot Schneider: Prevalence of eating disorders in elite female athletes. *Int J Sport Nutr* 3: 29-40, 1993.

Summary

Female Athletes: Risk of Amenorrhea and Eating Disorders

Takao Matsuda*, Yoshihiko Shin*, Teruaki Mori*

Unlike men, women have hormonal cycles. It is important to understand the hormonal status of women athletes. Female sexual hormones,

particularly estrogen, are important. The three major signs in women indicating that long-term cessation from athletic competition is necessary are amenorrhea, osteoporosis, and eating disorders.

*Department of Sports Outpatient, Nishibeppu Hospital, National Hospital Organization