

性ホルモンを基盤としたスポーツ研究戦略

相澤 勝治 (文学部准教授)

性ホルモン(アンドロゲンとエストロゲン)は、第二次性徴など心身の性差に作用する。アンドロゲンは、精子形成の促進、男性二次性徴の促進、タンパク質同化作用などその作用は多岐にわたる(図1)。性ホルモンの標的組織の一つである骨格筋は可塑性に富んだ組織であり、身体運動や不活動など様々なストレスに応答する。例えば、レジスタンス運動は筋力増加や筋肥大を導く一方、長期間の不活動は筋萎縮を引き起こすことが知られている。中高年齢期においては、加齢に伴い筋力や筋量が低下する加齢性筋肉減弱症(サルコペニア)が深刻な健康問題となっている。加齢に伴う血中テストステロンの減少はサルコペニアの発症要因の一つとして考えられている。一方、筋萎縮したラットへテストステロンを投与した場合、筋萎縮関連遺伝子のMAFbx/atrogin-1やMuRF1の発現を抑制し筋萎縮抵抗性に働くことから、アンドロゲンは骨格筋機能の維持・改善に重要な役割を果たしていると考えられる。

ヒトの骨格筋は体重の約40%を占める臓器であるが、我々は運動器としてだけでなく性ホルモンを産生・分泌する内分泌器官としての可能性を報告した。性腺以外に骨格筋においてもアンドロゲン合成に必要な性ホルモン合成酵素の発現が認められ、骨格筋局所においてアンドロゲンを自己産生する可能性が示されている(図2)。また、テストステロンから5alpha-reductase(srd5a1)を介して生成されるジヒドロテストステロン(DHT)は活性型アンドロゲンと呼ばれ、身体運動に鋭敏に応答する合成経路である可能性が示されている。

アンドロゲンと性差の視点では、アンドロゲンであるテストステロンは筋肥大や筋力と関連するが、女性の血中濃度は男性と比べ約20倍低く、運動時応答性も低いことが示されている。そこで我々は、テストステロンの前駆物質であるデヒドロエピアンドロステロン(DHEA)に着目し、男女ともに血中濃度が高く運動時応答性を示すことから、女性の筋機能に働くアンドロゲンとなり得る可能性を示した。さらに、身体運動によって骨格筋局所のア

ンドロゲン産生が活性化されることが報告されている。それゆえ、身体運動は内分泌腺だけでなく、骨格筋局所のアンドロゲン合成を刺激し、これらのネットワークの連携が運動による身体適応に重要な役割を果たしているかもしれない。

一方、エストロゲンは、月経周期の調整やエネルギー代謝、骨代謝など様々な作用を有している。女性スポーツの分野においては、低エストロゲン状態を伴う運動性無月経が問題になっている。女性アスリートにおいては、女性アスリートの三主徴が問題となっており、女性の身体的・生理的特性を考慮したトレーニングやコンディショニングが求められている。これまで女性アスリートの三主徴(エネルギー不足、月経異常、骨粗しょう症)の原因やメカニズムに関する多くの研究(エビデンス)が示されているが、実際の女性アスリートにそれらの情報が十分に伝達・理解されていない現状がある。そこで我々は、これまでに蓄積されてきた

女性スポーツ医・科学的知見をスポーツ現場へ活かすトランスレーショナルリサーチ(橋渡し研究)の視点から、女性アスリート自身が女性スポーツ医・科学情報を理解し活用する能力を高めること(女性アスリートリテラシー)が競技力向上にとって必要な資質であると捉え(図3)、(1)女性スポーツ教育プログラムの開発(女性アスリートコンディショニングプログラム)、(2)女性アスリートへの女性アスリートコンディショニングプログラムの提供・検証を通して、女性スポーツ医・科学支援のあり方について検討した(図4)。

まず我々は、女性アスリートコンディショニングプログラムの開発に向けて、オリンピック・パラリンピック競技団体や大学スポーツ等への実態調査やヒアリング調査を行った。また、女性アスリートコンディショニングプログラムとして、女性アスリート講義(女性のからだ、女性アスリートと栄養、女性アスリートのコンディショニング)、女性アスリートコンディ

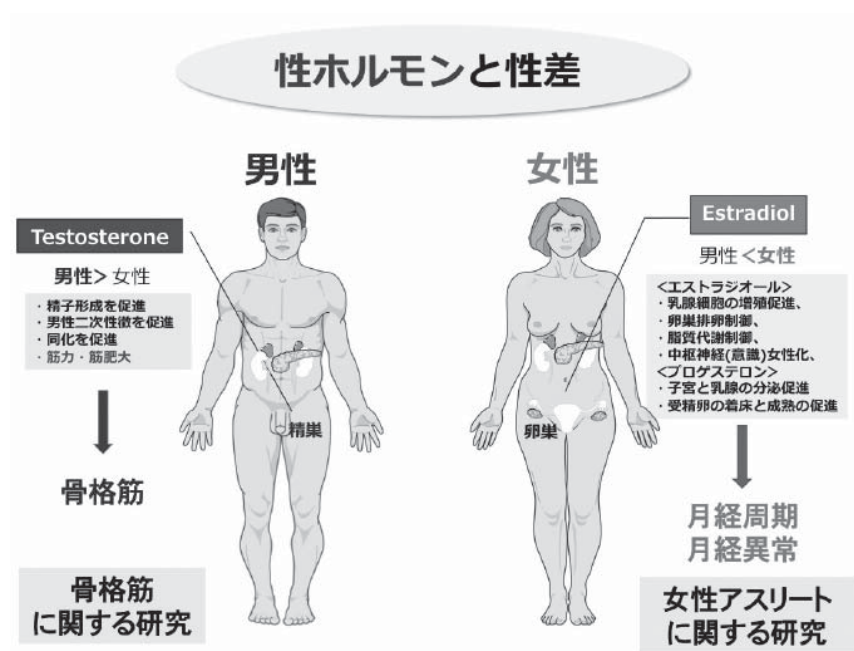


図1. 性ホルモンと性差

ション評価(身体組成、骨密度、貧血、月経状態)を構成した。さらに、実際のスポーツ現場に女性アスリートコンディショニングプログラムを提供し、女性アスリートリテラシーを評価した。若年女性アスリートを対象とした実態調査では、80%の対象者が女性アスリートに必要なコンディショニングに関する知識や情報に関心はあるが、68%がコンディショニングに必要な情報を入手できていなかった。また、78%の対象者が女性アスリートの三主徴について知らなかった。女性アスリートに必要なコンディショニングに関する教育経験は64%が受けていなかった。女性アスリートコンディショニングプログラムの実施は、女性アスリートとしてのコンディショニングに関する意識づけ(行動変容ステージ)を変化させ、女性アスリートリテラシーの改善効果が示された。

女性アスリートコンディショニングプログラム実施にあたっては、組織間、種目間、世代間に応じた女性スポーツ医・科学支援の必要性が示された。とくに中高生期の若年女性アスリートへの女性アスリート教育は、競技力向上だけでなくスポーツ障害予防の観点からも必要であり、指導者、保護者等を含めた取り組みが求められる。また、パラリンピック競技女性アスリートにおいては、女性スポーツ医・科学情報の提供・共有する場が少ないことから、女性スポーツを通したオリンピック・パラリンピックにおけるスポーツ医・科学情報の共有化・共生化に向けた機会をさらに創出する必要がある。

付記

本研究はJSPS科研費17H02161並びにJSCハイパフォーマンスセンターTotal Conditioning Research Projectの助成を受け行われた。

局所アンドロゲンと筋適応

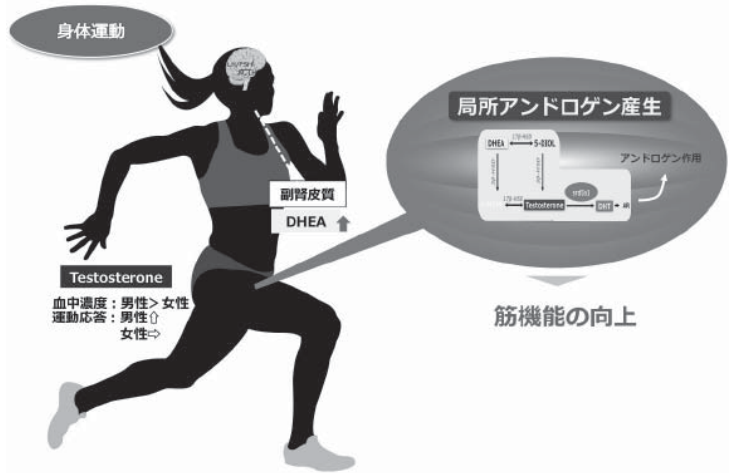


図2.局所アンドロゲン産生と筋適応

Female Athlete Literacy project

女性アスリートリテラシー



**アスリート自身が
女性のスポーツ医・科学
情報を理解し、
活用する能力**

女性として、アスリートとして自分のカラダを知る

図3.女性アスリートリテラシーの概念

女性アスリートコンディショニングプログラム

女性アスリート講義



女性のかだらの仕組みや食事が女性アスリートのコンディショニングに及ぼす影響について学びます

女性アスリートコンディショニング評価



身体組成の評価
(体脂肪率、筋内臓)



骨密度の評価



貧血の評価

体脂肪率や骨、貧血の状態を評価し、女性アスリートとしてのコンディショニング状態を客観的に評価します

図4.女性アスリートコンディショニングプログラム