

氏 名（本籍）	相 ^{あい} 澤 ^{ざわ} 勝 ^{かつ} 治 ^じ （宮 城 県）
学 位 の 種 類	博 士（体育科学）
学 位 記 番 号	博 甲 第 3474 号
学位授与年月日	平成 16 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
審 査 研 究 科	体育科学研究科
学 位 論 文 題 目	女性の運動に伴うデヒドロエピアンドロステロン（DHEA）の変動とその意義

主 査	筑波大学教授	医学博士	目 崎 登
副 査	筑波大学教授	医学博士	河 野 一 郎
副 査	筑波大学助教授	教育学博士	田 中 喜代次
副 査	筑波大学助教授	博士（医学）	竹 田 一 則

論 文 の 内 容 の 要 旨

1. 研究背景

近年、競技スポーツの広がりにはめざましいものであり、高い体力水準や競技レベルを維持するために、男女を問わず高強度で高頻度なトレーニングが必要とされている。また、一般の人が健康の維持・増進を目的としてスポーツ活動に参加する機会も増えている。スポーツ活動を行うにあたり、自己の体調や体力水準を調整することは非常に重要である。競技レベルの高いスポーツ競技者においては、過剰なトレーニングの継続によりオーバートレーニング症候群を招来することが少なくないことから、トレーニング状態やパフォーマンス能力を把握することは、競技パフォーマンスの向上だけでなく、障害予防の観点からも特に重要であると考えられる。

内分泌系は運動負荷に伴い変動し、種々のストレスに対して、生体防御のための調節機構が存在している。筋力増加や筋肥大に効果的なレジスタンス運動によって、男性の testosterone レベルが増加することは知られているが、女性では変化しないとする報告が多い。すなわち、運動に伴う同化ホルモン応答には性差が存在する。このため、女性の運動に伴う同化ホルモン応答を反映する指標をみつけることが必要である。さらに、女性は内分泌機能変化が運動性無月経などの各種疾患と密接な関係があると考えられている。特に、女性アスリートは、激しいトレーニングの継続による身体的・心理的ストレス、あるいはホルモン環境の変化により、運動性無月経が発症すると考えられている。このようなスポーツ障害を回避するためにも、女性において、運動に対し鋭敏に応答し、アスリートのトレーニング変化を把握できる内分泌学的指標が必要と考えられる。

2. 本研究の目的

本研究の目的は、女性の運動に伴う同化ホルモン応答を反映する指標として dehydroepiandrosterone (DHEA) に着目し、一過性および継続的な運動に伴う応答性を評価し、同化の指標となるか否かについて明らかにすることである。さらに、競技スポーツ現場において、DHEA がトレーニングの変化に応答する

内分泌学的因子となるか否かについて検討し、女性アスリートのためのコンディション評価に応用することである。

3. 論文の構成と要旨

研究課題 1：女性の一過性および継続的なレジスタンス運動に伴う血中 DHEA-S 応答

実験 1-1：一過性レジスタンス運動による血中同化ホルモン応答の性差

一過性レジスタンス運動による血中 steroid hormone 応答を検討した。対象は健康成人 12 名（男性 6 名，女性 6 名）とした。被験者は、ベンチプレスおよびレッグプレスのレジスタンス運動をそれぞれ 10RM 負荷で 10 回 3 セット、各休息時間 1 分間で行った。採血は、運動前、運動直後、30 分後、60 分後、24 時間後に行った。血中乳酸、血清 testosterone、DHEA sulfate (DHEA-S) および cortisol の濃度を測定した。血中乳酸値は、男女とも運動前と比べ、運動直後、30 分後に明らかに増加した ($p<0.05$)。男性の血清 testosterone 濃度は、運動前に比べ運動直後に明らかに増加した ($p<0.05$)。一方、女性の血清 testosterone 濃度は、運動後に明らかに減少し ($p<0.05$)、男女で異なる変動を示した。血清 DHEA-S 濃度は、男女とも運動直後に明らかに増加した ($p<0.05$)。

一過性レジスタンス運動後の血清 testosterone 濃度は、男女間で異なる変動を示すが、血清 DHEA-S 濃度は運動直後に男女とも増加し、同様の変動を示した。このことから、女性の運動による DHEA-S 応答は同化ホルモン動態を反映する可能性が示唆される。

実験 1-2：女性における継続的なレジスタンス運動に伴う血中 DHEA-S 応答

若年女性を対象とし、8 週間のレジスタンストレーニングによる安静時血清 DHEA-S の変動について検討することを目的とした。対象は 19 名の若年健康女性とした（トレーニング群 10 名，コントロール群 9 名）。被験者は 8 週間のレジスタンストレーニング（2 回/週）を行った。運動負荷としては最大挙上重量（1RM）の 80-85% 負荷を 10 回 3 セット、各セット間の休息時間を 1 分間とした。トレーニング開始 4 週目に 1RM の測定を行い、新しい 1RM を用いて運動負荷を調節した。血液サンプルは両群ともトレーニング前後に採取した。血清 testosterone、DHEA-S、DHEA および cortisol の各濃度を RIA 法により測定した。トレーニング群ではトレーニング後に体重（2.4%）および除脂肪体重（lean body mass；LBM）（2.4%）が明らかに増加し ($p<0.05$)、コントロール群では明らかな変化は認められなかった。トレーニング群では、トレーニング後に各 1RM 値が明らかに増加した ($p<0.05$)。トレーニング群の血清 DHEA-S 濃度はトレーニング後に明らかに増加したが ($p<0.05$)、コントロール群では明らかな変化は認められなかった。両群とも血清 DHEA、testosterone、cortisol 濃度はトレーニング期間中を通して明らかな変化は認められなかった。トレーニング群の DHEA-S と LBM の変化率の間に明らかな正の相関関係が認められた ($r=0.61$)。

8 週間のレジスタンストレーニングにより、安静時血清 DHEA-S 濃度が増加することを明らかにした。また、トレーニングによる DHEA-S と LBM の変化率間に明らかな相関関係が認められたことから、女性の DHEA-S はレジスタンストレーニングに伴う身体の同化を反映する内分泌学的指標となる可能性が示唆される。

研究課題 2：女性アスリートの一過性および継続的なトレーニング負荷に伴う唾液中 DHEA 応答

研究課題 1 において、DHEA は女性の運動による同化ホルモン応答を反映する指標となる可能性が示された。スポーツ現場では、男性アスリートの同化ホルモン（testosterone）のレベルを測定することで、トレーニング状態の評価やパフォーマンス評価に応用されている。しかし、女性の testosterone は男性と比べて運動に対する応答性が低く、コンディション評価としての有用性についても明らかにされていない。

実験 2-1：女性柔道選手における一過性のトレーニング負荷に伴う唾液中 DHEA 応答

女性アスリートのトレーニング負荷の変化に伴う DHEA の応答性を評価するために、一流女性柔道選手を対象に、一過性のトレーニング負荷に伴う唾液中 DHEA の変動を RIA 法により測定し検討した。対象は女性柔道競技者 7 名とした。唾液サンプルは、運動前 (PE)、運動中 (DE)、運動直後 (P0)、運動終了後 30 分 (P30) に採取した。心拍数の測定は唾液採取と同時にを行った。唾液中 DHEA および cortisol 濃度は、運動前と比べて運動中に明らかに増加した ($p<0.05$)。

すなわち、女性アスリートにおいて、唾液中 DHEA はトレーニング負荷に対し鋭敏に応答する内分泌学的指標となる可能性が示唆される。

実験 2-2：女性サッカー選手における継続的なトレーニング負荷の変動に伴う唾液中 DHEA 応答

実際のスポーツ現場では、練習だけでなく試合期や休養期など、トレーニング負荷は日々変動する。このため、アスリートの生体に加わる内分泌機能の変化を評価する際には、定期的にホルモンレベルを測定する必要がある。実験 2-2 では、アスリートにおける継続的なトレーニング負荷の変動に伴う DHEA の応答性を把握するために、大学女性サッカー選手を対象に、試合期間中の唾液中 DHEA の動態について検討した。対象は大学女性サッカー選手 9 名とした。通常のトレーニング期 (試合前)、1 日 2 試合を計 3 日間の試合期間 (試合期)、試合終了後 3 日目 (試合後) の午後 18:00 に、唾液および血液サンプルを採取し、同時に profile of mood states (POMS) を検査した。唾液中 DHEA および cortisol 濃度、血清 creatine kinase (CK)、urea nitrogen (UN) 濃度を測定した。唾液中 DHEA 濃度は試合前と比べて試合期 2 日目に明らかに増加し ($p<0.05$)、試合後には減少した ($p<0.05$)。唾液中 cortisol 濃度は試合前と比べ試合期 2、3 日目に明らかに増加し ($p<0.05$)、試合後には前値に復した。血清 CK 活性は試合前に比べ試合期 2 日目に明らかに増加した ($p<0.05$)。血清 UN 濃度は明らかな変化を示さなかった。POMS の疲労スコアは試合前に比べ試合期 2 日目に明らかに高値を示し ($p<0.05$)、試合後には試合前の値に復した。

唾液中 DHEA 濃度は試合前に比べ試合期に明らかに増加し、疲労を伴う過剰なトレーニング環境下で顕著に増加した。すなわち、女性アスリートにおいて、DHEA はトレーニング変化に応答する内分泌学的因子となる可能性が示唆される。

4. 結 論

(1) 一過性レジスタンス運動後の血清 testosterone 濃度は、男女間で異なる変動を示すが、血清 DHEA-S 濃度は運動直後に男女とも増加した。このことから、女性の運動による血中 DHEA-S 応答は同化ホルモン動態を反映する可能性が示唆される。

(2) 8 週間のレジスタンストレーニングにより、安静時血清 DHEA-S 濃度が増加することを明らかにした。また、トレーニングによる DHEA-S と LBM の変化率間に有意な相関関係が認められたことから、女性の血中 DHEA-S はレジスタンストレーニングに伴う身体の同化を反映する内分泌学的指標となる可能性が示唆される。

(3) 女性柔道選手を対象に一過性トレーニング負荷に対する、唾液中 DHEA 動態について検討した。唾液中 DHEA 濃度は一過性トレーニング負荷により顕著に増加した。このことから、女性アスリートにおいて、唾液中 DHEA はトレーニング負荷に対し鋭敏に応答する内分泌学的指標となる可能性が示唆される。

(4) 大学女性サッカー選手を対象に試合期間中の唾液中 DHEA 動態について検討した。唾液中 DHEA 濃度は試合前に比べ試合期に明らかに増加し、疲労を伴う過剰なトレーニング環境下で顕著に増加した。このことから、女性アスリートにおいて、DHEA はトレーニング変化に応答する内分泌学的因子となる可能性が示唆される。

以上の成果は、女性の運動に伴う内分泌機能の変化に新しい知見を加えるものであり、また体育科学あるいは競技スポーツ分野へ応用できる知見として意義のあるものと考えられる。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、女性の運動に伴う同化ホルモン応答を反映する指標として副腎由来の DHEA に着目し、一過性および継続的な運動に伴う応答性を評価し、同化の指標となるか否かについて検討した。さらに、女性アスリートにおけるトレーニング状態の変化を把握するための指標として応用するために、DHEA と身体諸機能との関連性について検討している。

研究課題 1 では、DHEA が女性の運動に伴う同化ホルモン応答を反映する指標となるか否かについて検討した。DHEA は筋組織の同化に効果的とされるレジスタンス運動において、一過性および慢性運動により明らかに増加した。また、その変化は筋量 (LBM) の変化と明らかな相関関係が認められたことから、女性の DHEA は運動に伴う身体の同化を反映する可能性を示している。

研究課題 2 では、トレーニングに伴う内分泌機能変化はアスリートの心身のコンディションと関連するため、女性アスリートを対象に一過性あるいは継続的なトレーニング負荷に対する DHEA の変化について検討した。この結果、女性柔道選手を対象に一過性トレーニング負荷による唾液中 DHEA 濃度の変動に関する検討では、運動前と比べて運動中に唾液中 DHEA 濃度は明らかに増加した。また、大学女性サッカー選手を対象に試合期間中の唾液中 DHEA 動態を縦断的に検討し、唾液中 DHEA 濃度は試合前に比べ試合期間中に明らかに増加し、試合後には減少した。これらのことから、女性アスリートにおいて、唾液中 DHEA はトレーニング状態の変化に影響を受ける可能性が示された。

これらのホルモン変動の機序と意義については、今後詳細な検討が必要であるが、女性の血中 DHEA は運動に対し鋭敏に応答する内分泌学的因子となる可能性を示したことについては、多くの新知見を含んでおり、博士論文としての評価に値する。

よって、著者は博士（体育科学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。