

第1章 序論

1.1 研究の背景

自律神経系は生体に加わるストレスに対して、生体制御及び生体防御のために短い潜時で作動する調節機構であり、内分泌系や免疫系と協調して生体の諸機能を調節し、生命維持に必要な内部環境の恒常性を維持する。自律神経系には交感神経系と副交感神経系があり、臓器や組織における各種の機能が両者の二重支配によって拮抗的に制御されている。例えば、運動時のように生体が多量の酸素やエネルギーを必要とする場合には、交感神経系が優位になり、心臓では心拍数の上昇及び心臓の収縮力の増強がもたらされ、また、肝臓ではグリコーゲンの分解が促進されるなど、生体の需要に応じた調節がなされる。逆に、睡眠中や安静時には、副交感神経系の活動が優位であり、心臓では心拍数が低下し、また、消化器系では活動が高まるなど、生体のエネルギー消費を最小限に抑えるとともに、エネルギーの基となる栄養素の摂取と貯蔵を促進するように合目的な調節がなされる。このように、自律神経系は生体の諸機能を調節し、他の調節機構とも協調して生命維持を図る重要な役割を担っている。

心臓では、上述したように心臓交感神経系と心臓副交感神経系が拮抗的に働いて心機能を制御しているが、この心臓自律神経系活動は生体に急性あるいは慢性的に加わる様々な要因によって変化したり適応することが知られている。短時間で生じる心拍数の調節は、主として心臓自律神経系活動により行われていて、心臓交感神経系活動の亢進は心拍数の増加を生じ、逆に、心臓副交感神経系活動の亢進は心拍数の減少を生じる。一方、持久性トレーニングを続けているアスリートなどでは、安静時における心拍数の減少に加えて、一定強度の運動負荷における心拍数も減少する。また、運動後の心拍数の回復が速やかに行われる。これらは、心臓にかかる負担を減少させて心予備力を高め、ひいては持久性体力水準やパフォーマンスを高めることにつながるため、持久性トレーニングに伴う生理的適応現象であることが示唆されるが、このような現象には、心臓自律神経系活動の持久性トレーニングに対する適応が関与していると考えられる。

心臓自律神経系活動は、生体の安全性にも重要な役割を果たしている。例えば、種々の原因で生じた心臓自律神経系活動の失調は、不整脈や心臓性突然死の発症を促進することが知られている。すなわち、心臓交感神経系活動の過度の亢進により、虚血心などの病的な心臓

のみならず正常な心臓においても致死的な不整脈が発生しやすくなる。一方、心臓副交感神経系は心臓の電氣的安定性維持を司る重要な機能を果たしていて、心臓交感神経系による催不整脈効果に拮抗的に働くので、心臓副交感神経系活動の低下は不整脈の発生を促進する。もし、持久性トレーニングにより、心臓交感神経系活動が低下し心臓副交感神経系活動が亢進するような適応が起こるのであれば、持久性トレーニングには心臓自律神経活動の失調による不整脈や心臓性突然死の発生頻度を減少させる効果が期待できることになる。

近年、生体における周期的現象を研究する時間生物学が盛んになり、体温の概日リズム（サーカディアンリズム）を始めとして、種々の周期的現象が認められている。心臓性突然死の発生が早朝に多いことはよく知られているが、スポーツ活動時の心事故発生が午前中の時間帯に多いことも明らかにされている。また、スポーツ活動におけるパフォーマンスにも生体リズムが存在し、朝と夕方ではパフォーマンスが異なることなどが知られるようになった。自律神経系活動には明瞭な生体リズムが存在するが、運動に関連した心事故、あるいはスポーツ活動におけるパフォーマンスなどに、心臓自律神経系活動の生体リズムが影響を及ぼす可能性は十分に考えられることである。

過度に疲労したアスリートでは、起床時心拍数や運動中の心拍数が変化するなど、心臓自律神経系活動の失調が示唆される異常が認められることがある。すなわち、心臓自律神経系活動は、トレーニングに伴う一過性の疲労、あるいは慢性の疲労によって変化する可能性がある。したがって、心臓自律神経系活動の変化を鋭敏に反映する指標があれば、トレーニング状況に伴う体調の変動を早期に察知できると考えられる。

スポーツ活動において、体力や体調を適度な状態に整えておくこと（コンディショニング）は、高度なパフォーマンスを発揮するため、あるいは効果的で安全なトレーニングを行う上で重要である。近年、人々がスポーツに参加する目的は多様化しており、また、スポーツに参加する人口や年齢層も拡大している。このような傾向に伴って、コンディショニングの目的と内容は多様で高度なものにならざるを得ない。例えば、競技スポーツの高度化とともに、高強度で高頻度なトレーニングが要求されるアスリートは、競技会に向けて疲労状態に陥ることなく、パフォーマンスや体力及び体調を最高水準に調整しなければならない。また、パフォーマンスや体力及び体調に関連する生体リズムは、とくにスポーツ競技の国際化に伴い、考慮すべき重要な因子である。一方、有病者を含む一般の人が参加する健康スポーツでは、

効果的で安全なトレーニングが要求されるとともに、トレーニングにより体力や体調を整えて、より健康になることがスポーツ活動を行う目的の一つにもなる。例えば、虚血性心疾患を有していても、トレーニングにより体力や体調を整えれば、心事故の危険性を低下させることも期待できる。また、体力や体調にしても、それらは複雑で多数の要素から構成されるはずである。したがって、スポーツ活動に関連したコンディショニングにおいては、体力や体調を多面的に評価するための研究、また、体力や体調を規定する様々な因子、及び様々な因子が体力や体調に影響を及ぼす機序についての研究を深化させ、目的に合わせた調整を行う必要があると思われる。

心臓自律神経系機能が生体制御及び生体防御に果たす役割は大きい。また、上述したように、心臓自律神経系活動は体力や疲労などの体調の変化、あるいは生体リズムなどに関連して変化する可能性がある。したがって、生体に加わる負荷などに関連した心臓自律神経系活動の変化や適応を、スポーツ活動におけるコンディショニングを念頭において、検討することは有意義なことから考えられる。すなわち、トレーニングが心臓自律神経系活動に及ぼす影響、あるいは生体リズムやトレーニング状況と心臓自律神経系活動との関連などを、横断的のみならず縦断的に検討し、また、安静時の心臓自律神経系活動のみならず運動負荷に対する反応性などの面からも検討すれば、有意義な新知見が得られ、その成果はスポーツ活動の現場におけるコンディショニングに応用することが可能になると期待できる。さらには、心臓自律神経系活動をスポーツ活動におけるコンディショニングのための一指標として応用できる可能性も期待できると思われる。

1.2 本研究の目的

本研究の目的は、スポーツ活動におけるコンディショニングを念頭において、心臓自律神経系活動と持久性トレーニング及び持久性体力水準、生体リズム、及びトレーニング状況との関連を、横断的及び縦断的に検討することである。心臓自律神経系活動の評価には、安静時活動水準の評価に加え、運動負荷に対する終了後の回復応答を評価する。さらに、トレーニング状況との関連の検討では、フィールドでの頻回な測定が可能な、簡便で有用な指標の開発をも目的にする。