

スポーツ選手における体調管理指標としての唾液中 アミラーゼ活性値の可能性

中野 貴博¹⁾・鈴木 岳²⁾

要 旨

スポーツ選手の体調管理指標はこれまでに多くの指標や方法が提案されてきた。しかしながら、これらの方法や指標は広く選手達に浸透しているとは言えないのが現状である。その原因として継続実施の困難さや、指標のあいまいさなどが考えられる。そこで、本研究では簡便でかつ即時的に結果が得られる指標として、唾液中のアミラーゼ濃度の体調管理指標としての可能性を検討することを目的とした。対象は長距離を中心に競技活動を行う男性1名(172日間)、女性1名(130日間)であった。生活およびトレーニング習慣に関する16項目および起床時と練習後の唾液中のアミラーゼ濃度のデータを得た。疲労状態および自覚的体調が悪化することで唾液中のアミラーゼ濃度が上昇することが統計的に確認された。起床時脈拍数や日々の生活管理項目に加えて、唾液中のアミラーゼ濃度を観察することで、より正確に疲労状態を察知できる可能性が示唆された。

I. はじめに

スポーツ選手であれば誰しも日々のトレーニングを充実させ、試合や競技会において満足の行くパフォーマンスを発揮することを望んでいる。そのために、スポーツ選手は日々のコンディションを自ら管理し、常に良好な状態を準備する必要がある。先行研究でも、日々の生活習慣を基礎とした心身のコンディション管理が充実したトレーニングの実現に加え、アスリートのピーキングにも役立つことが示されている(西嶋ら, 2000; 中野・西嶋, 2001; 鈴木ら, 2008)。スポーツ選手のコンディション評価に関する研究には、起床時脈拍を管理することに

よりスポーツ選手の疲労状態を把握できるとする研究(Dressendorfer et al., 1985)や、QCシートと呼ばれるチェックシートを用いて、毎日の生活や疲労状態などを観察・管理することで選手自身のコンディションへのフィードバック効果が現れることを示す研究(西嶋ら, 1990; 西嶋, 1990)がある。さらに、血液検査による体調把握の妥当性を示すもの(河野, 1990)、コントロールテストを用いた体力把握(和久・河野, 1993)、POMSなどの心理学的アンケートによる精神状態の把握(川原, 1991)なども類似の研究成果としてあげられる。これらはいずれも、スポーツ選手の縦断的なコンディション変動を的確に評価し、本人やサポートスタッフが正しくコンディション把握できる指標を探索したものである。また、これらのデータに対する統計学的な分析評価法についても多

1) 名古屋学院大学人間健康学部

2) 株式会社 R-body project

くの提案がされている (Kinugasa et al., 2002 ; 中野ら, 2003 ; Nakano and Nishijima, 2004 ; Nakano et al., 2006)。

しかしながら, これらのコンディション把握法の実施については広く選手達に浸透しているとは言えないのが現状である。その原因として継続実施の困難さや, 指標のあいまいさなどが考えられる。例えば, 血液検査などを継続的に行うことは現実的ではなく, 即時的に結果を得ることは難しい。POMSなどの調査法においても慣れや, 調査負担が実施・評価上の問題となる。QCシートによる方法は自己フィードバックが期待できる方法であり, 比較的負担も少なく有効であると考えられるが, 生理的な指標との組み合わせが理想であると思われる。これまで提案されている簡易な生理的指標としては起床時脈拍があげられる。本研究ではこれに加えて唾液中のアミラーゼ濃度を用いる方法の可能性について検討を行う。唾液中のアミラーゼ濃度は, 睡眠不足や環境変化, 生活の乱れなどがストレスとなる身体的および精神的ストレスにより値が上昇することが知られており (山口, 2007), コンディションの一指標として活用できることが期待される。さらに近年では非侵襲的に30秒程度で唾液中のアミラーゼ濃度を知ることが可能である。そのため, スポーツ選手自身への負担もわずかであると言える。

このような背景から本研究では, スポーツ選手の毎日の自覚的体調および疲労感, 起床時脈拍等の既存のコンディション評価項目と唾液中のアミラーゼ濃度との関連性を検討することで, 唾液中のアミラーゼ濃度のコンディション管理指標としての可能性を検討することを目的とした。

II. 方法

2.1 対象

対象は長距離 (5000m ~ マラソン) を中心に競技活動を行う男性1名 (Sub. A), 女性1名 (Sub. B) であった。Sub. Aの競技経験は18年, 体格は身長174cm, 体重58.9kgであった。また, 最高競技歴は東日本実業団駅伝3区間4位であった。同様にSub. Bの競技経験は17年, 体格は身長154cm, 体重40.8kgであった。また, 最高記録はマラソンで2時間31分31秒であった。いずれの対象者においてもトレーニングおよびコンディション管理の一貫として, 生活習慣記録 (QCシート) と唾液中のアミラーゼ濃度測定を継続的に実施し, データを得た。また, 両選手には実施期間中の結果を分析しフィードバックすることで協力への同意を得た。

2.2 調査・測定項目

生活およびトレーニング習慣に関する16項目を毎日継続的に記録した。項目の詳細は表1の通りである。生活およびトレーニングの記録は西嶋ら (1990) により選手自身のコンディション管理を促進することが確認されているQCチェックシートによる方法を用いた。また, 唾液中のアミラーゼ濃度については起床時と夕方の方の1日2回を継続的に測定した。唾液中のアミラーゼ濃度の測定にはニプロ社製の唾液アミラーゼモニターを用いた。調査・測定実施期間はSub. Aが172日間, Sub. Bが130日間であった。

さらに, 本研究で用いた唾液アミラーゼモニター使用の妥当性を確認するために, Sub. Bに協力を得て, 可能な日において唾液の直接採取による唾液中のアミラーゼ濃度およびストレ

表1 調査・測定項目

| 領域 | 項目 |
|--------|--|
| トレーニング | トレーニング時間 (ウェイトトレーニング + 有酸素 (Run) トレーニング) トレーニング強度 ^{注1)} |
| 睡眠・休養 | 就寝時刻 睡眠時間 入浴状況 |
| 食事 | 朝食満足度 昼食満足度 夕食満足度 夕食時間 |
| 体調 | トレーニング前後体重 トレーニング前後体脂肪 ^{注2)} 自覚的体調 排便状況 起床時体温 起床時脈拍 自覚的疲労感 |
| 唾液関連 | 唾液中アミラーゼ濃度・簡易 (朝・夕) 唾液中アミラーゼ濃度・直接 (朝・夕) ^{注1)} 唾液中 sIgA 濃度(朝・夕) ^{注1)} |

注1. Sub. Bのみ, 注2. Sub. Aのみ

スとの関連性が先行研究で示されている(辻・川上, 2007) 免疫グロブリンA (SIgA) の分泌速度の測定を実施した。SIgAの分泌速度はELISA法(赤間ら, 1995)により測定した。

2.3 アミラーゼ濃度とストレス

ストレスを測る指標は一般にストレスマーカーと呼ばれ, これまでに様々なものが提案されている。その代表としては副腎皮質ホルモンであるコルチゾールやノルエピネフリン, あるいはコルチゾールの分泌を促進するホルモンであるACTH(副腎皮質刺激ホルモン)などが有名である。これらのホルモンは多くが血液検査により採取される。コルチゾールは唾液からも抽出は可能であるが, 結果の即時性に欠ける(辻・川上, 2007)。また, 同じく唾液から抽出可能な指標としてSIgAも知られている。SIgAは運動継続による変化(赤間ら, 2005)やコンディション評価指標としての可能性も報告されている(寺澤ら, 2008)。唾液は血液に

比べ, 簡便で採取による被験者への負担は少ない。この点で, コルチゾールやSIgAは有用と思われるが, 検査結果の即時性といった意味で日々の体調管理指標としては問題がある。そこで, 同じく唾液中から抽出可能なアミラーゼが考えられる。アミラーゼの分泌機序は視床下部からの刺激により交感神経—副腎髄質系, すなわちノルエピネフリンの制御を受けていることがわかっている(山口, 2007)(図1)。つまり, 従来から提案されているノルエピネフリンによるストレス判定やコルチゾールによるストレス判定と類似した考えで用いることができると言える。さらに, 唾液中のアミラーゼ濃度の測定には, 非侵襲的にかつ即時に結果を得ることが可能なニプロ社製の唾液アミラーゼモニターが考案されている。この点からも唾液中のアミラーゼ濃度を日々の体調管理指標として使用できることが期待される。

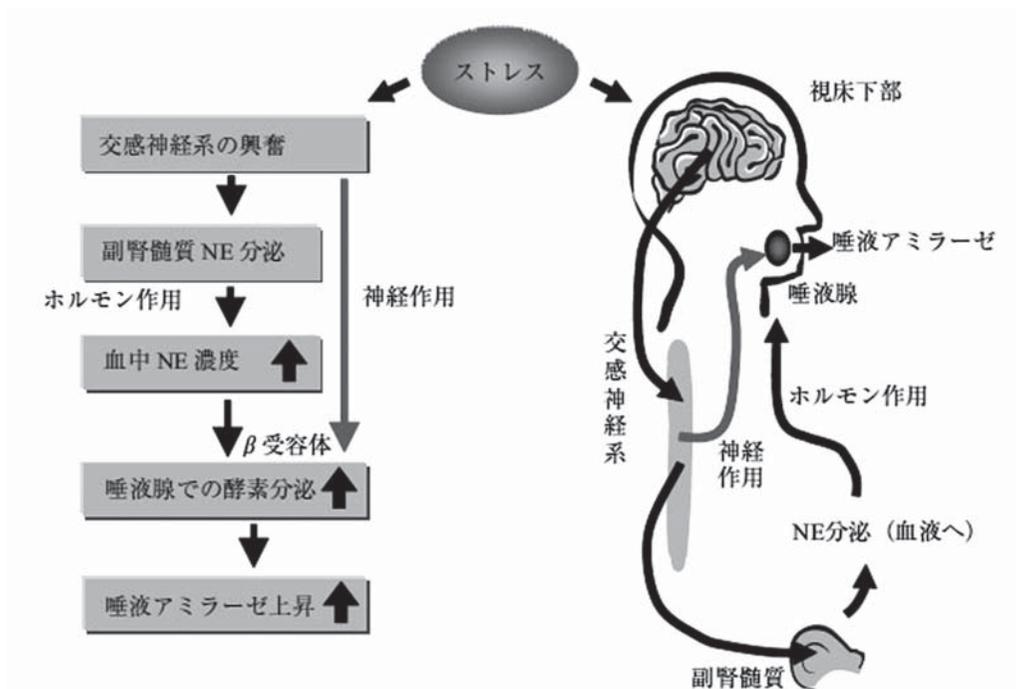


図1 ストレスによる唾液アミラーゼ分泌の機序 (山口, 2007より)

2.4 統計解析

最初に唾液アミラーゼモニター使用の妥当性確認を相関分析により検討した。具体的には、ニプロ社製の唾液アミラーゼモニターによる唾液中のアミラーゼ濃度値と直接採取により測定された唾液中のアミラーゼ濃度およびELISA法によるSIgAの分泌速度との相関係数を算出した。同時にグラフ表示により経時的変化傾向を確認した。

次に、自覚的体調および疲労感、起床時脈拍、唾液アミラーゼモニター測定値の4項目において相関分析を実施した。これにより、疲労感との関係性が確認されている起床時脈拍同様に唾液アミラーゼモニター測定値が体調管理指標として使用可能であるかを検討した。加えて、他の生活習慣項目との関係性についても相関分析により検討した。さらに、選手へのフィードバックを目的として、決定木分析

によりストレス軽減のための生活習慣規則を抽出した。決定木分析の計算アルゴリズムにはCART (Classification and regression tree) を用いた (Breiman, 1984)。分岐変数の選択および分岐値の決定には、不純度の指標である gini インデックスを用い、分岐前と分岐後の gini インデックスの差が最大になるように分岐を行った。相関係数の算出にはSPSS15.0Jを決定木分析にはAnswerTree3.1Jを用いた。

III. 結果

3.1 アミラーゼ濃度とSIgAとの関係性

日々の唾液中のアミラーゼ濃度測定にニプロ社製の唾液アミラーゼモニター (アミラーゼ・簡易) を使用することの妥当性を確認した。妥当性確認の外的基準として、唾液を直接採取後、生化学的検査により抽出したアミラーゼ濃

度値（アミラーゼ・直接）およびストレス指標として妥当性が確認されている唾液中のSIgA分泌速度を用いた。Sub. Bに対してこれら3項目を朝・夕と測定し、その相関係数を算出したところ朝の値はニプロ社製の唾液アミラーゼモニターによる結果と有意な相関が得られなかつ

た。一方で、夕方の値は直接採取によるアミラーゼ濃度およびSIgAともに有意な相関が得られた（図2、図3）。このことから、夕方に測定を行うことを基本とし、体調管理指標としての使用可能性を検討することとした。

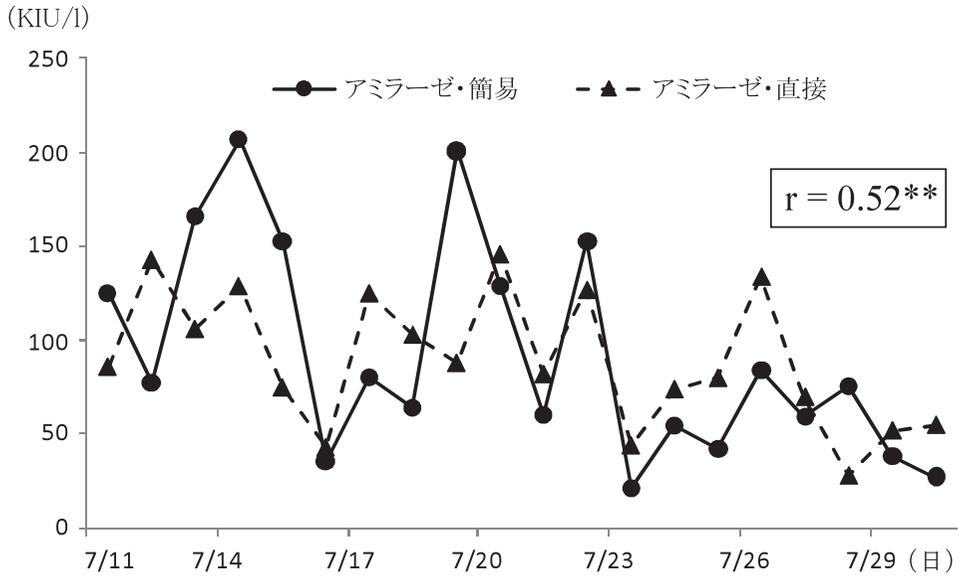


図2 唾液中アミラーゼ・簡易および直接測定値の変化

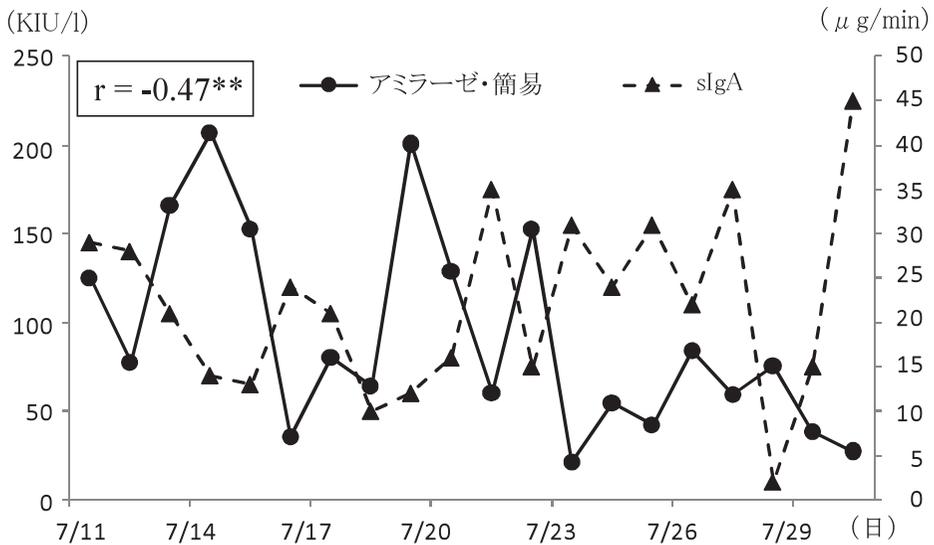


図3 唾液中アミラーゼ・簡易およびsIgA測定値の変化

3.2 体調・疲労関連項目とアミラーゼ濃度の関係性

始めに、疲労状態との関連性が既に認められている起床時脈拍数と唾液中のアミラーゼ濃度の相関分析を行った。その結果、Sub. A, Sub. Bともに有意な相関は得られなかった。

次に自覚的な体調および疲労感と唾液中のアミラーゼ濃度の相関分析を行った。Sub. Aでは自覚的な体調と唾液中のアミラーゼ濃度の相関は有意傾向 ($p = 0.093$) であり、自覚的な疲労感と唾液中のアミラーゼ濃度の相関は有意 ($p = 0.022$) であった。一方、Sub. Bでは自覚的な体調、自覚的な疲労感ともに唾液中のアミラーゼ濃度との間に有意な相関は確認されなかった。

さらに、自覚的な体調および疲労状態ごとにアミラーゼ濃度の平均値の比較を一元配置の分散分析により検討した。Sub. Aでは自覚的な体調において有意な差が確認された。多重比較 (Bonferroni) では良好時にアミラーゼ濃度が低くなることが確認された (図4)。自覚的な疲労では有意差は確認されなかったが、全体的に

疲労状態が良好な時にアミラーゼ濃度が低い値を示す傾向にあった (図5)。Sub. Bでは自覚的な体調、自覚的な疲労ともに有意な差は確認されなかった。

これらの結果を図にまとめると図6のようになる。起床時脈拍数と疲労の関係は既に認められているが、起床時脈拍数と唾液中のアミラーゼ濃度の間には有意な相関は確認されなかった。さらに、唾液中のアミラーゼ濃度と自覚的な体調および疲労については、関係性の存在が推察された。

3.3 生活管理項目とアミラーゼ濃度の関係性

本研究で調査を行った、複数の生活管理項目と唾液中アミラーゼ濃度との関係性について検討を行った。

Sub. Aでは有意な相関が得られた項目はトレーニング前後の体重差、夕食時間、夕食満足度であった。さらに、日々の生活の影響がストレス反応として現れるには時差が存在しうることとを考慮して、一日前の値との相関係数を算出

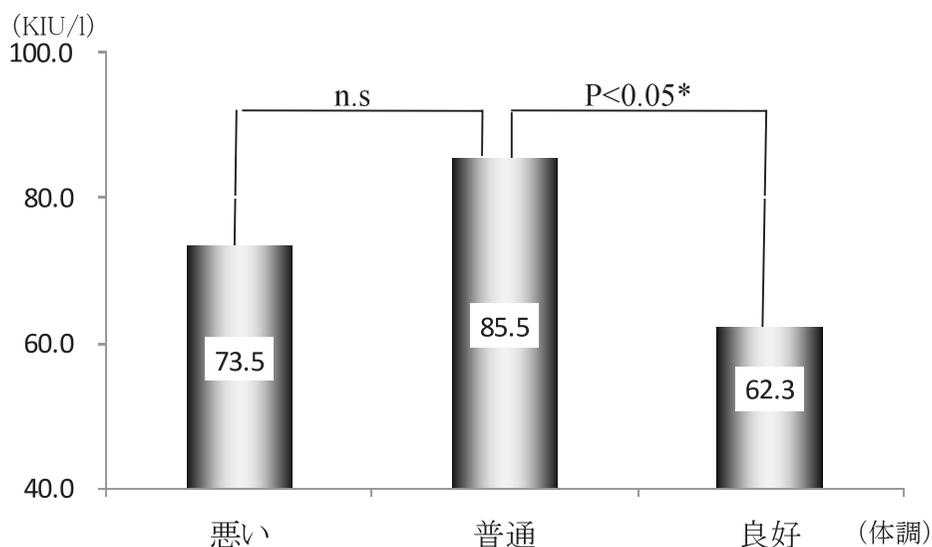


図4 一日の体調とアミラーゼ濃度の関係 (Sub. A)

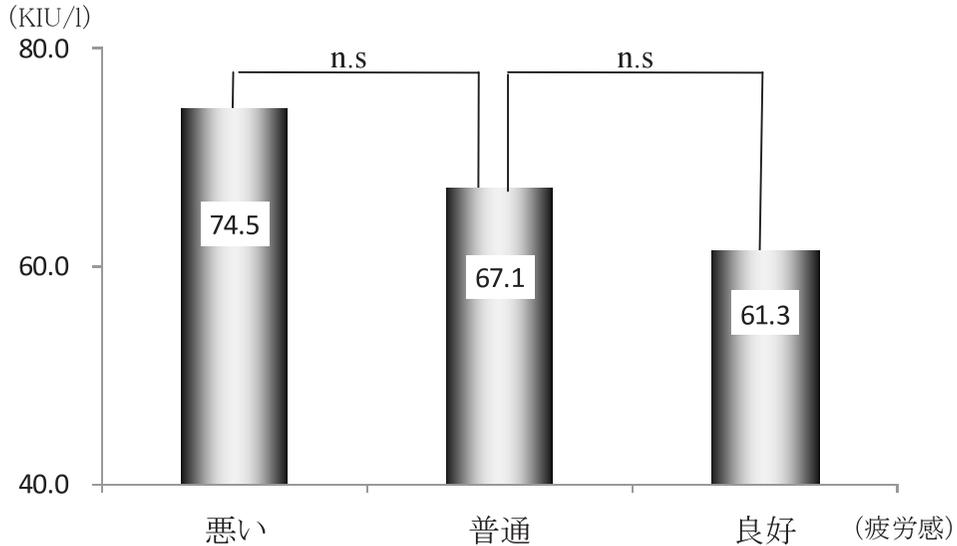


図5 一日の疲労感とアミラーゼ濃度の関係 (Sub. A)

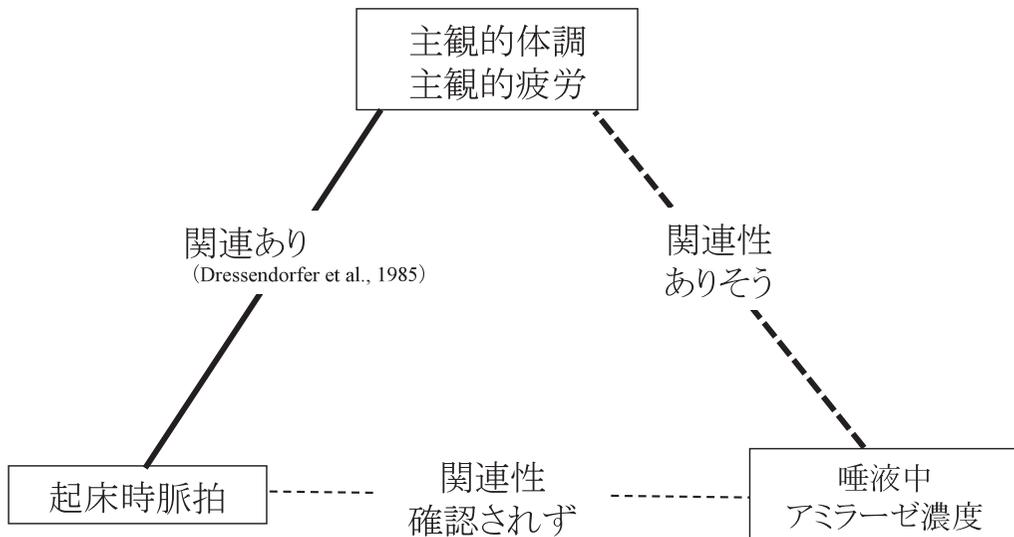


図6 体調・疲労関連項目とアミラーゼ濃度の関係性

したところ、新たに就寝時刻、自覚的体調、総トレーニング時間との間に有意な相関が確認された。一方、Sub. Bでは、有意な相関が得られた項目は自覚的体調と入浴状況のみであり、一日前の値との間にも有意な相関は確認されなかった。

そこで、対象者への体調管理指針提供を目的

として、ストレスを軽減するための生活規則を決定木分析により検討した。ここでは、Sub. Bにおいて検討を行った結果を示す。ストレスが良好（アミラーゼ濃度が46KIU/l以上）になる生活習慣規則を抽出したところ、類似した分類精度の木が2パターン抽出されたため、図7には睡眠を重視したパターン。図8には食事満

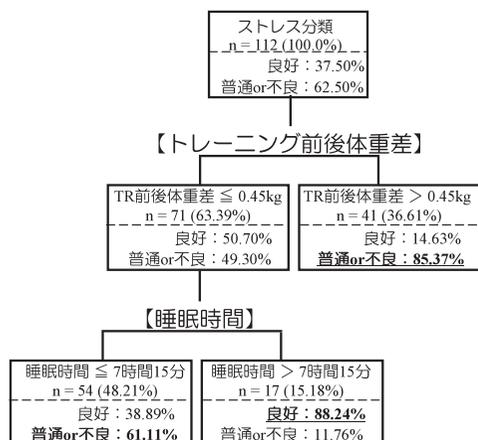


図7 睡眠時間を重視した際のストレス軽減の生活規則 (Sub. B)

表2 ストレスが軽減される生活習慣(ルール1: 睡眠編) (Sub. B)

| 良好になる確率(%) | 項目 | 生活習慣の条件 |
|------------|-------------------|----------------|
| 50.7% | トレーニング前後体重差 (1日前) | 0.45kg以上減らない程度 |
| 88.2% | 睡眠時間 (当日) | 7時間15分以上が望ましい |

度を重視したパターンを示した。また、それぞれの結果を表にまとめたものが表2および表3である。睡眠を重視した規則では1日前のトレーニング前後体重差を0.45kg未満にコントロールすることで50.7%が良好になり、さらに睡眠時間を7時間15分以上確保することで88.2%が良好な状態となった。同様に食事満度を重視した規則では、総トレーニング時間を95分以下とすることで75.0%が良好となり、さらに夕食満度を評価値「3」以上(5段階評価)の水準に保つことで80.0%が良好な状態となった。

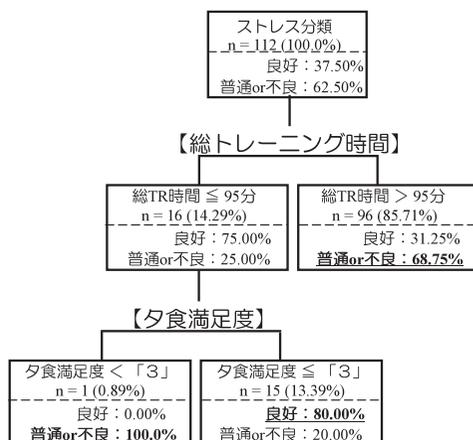


図8 食事満足を重視した際のストレス軽減の生活規則 (Sub. B)

表3 ストレスが軽減される生活習慣(ルール2: 食事満足編) (Sub. B)

| 良好になる確率(%) | 項目 | 生活習慣の条件 |
|------------|----------------|------------|
| 75.0% | 総トレーニング時間 (当日) | 95分以下が望ましい |
| 80.0% | 夕食満足 (当日) | 評価値「3」以上 |

IV. 考 察

4.1 起床時脈拍および自覚的疲労との関連による体調管理指標としての可能性

起床時脈拍数と自覚的な疲労状態の間には既に先行研究により関係性が認められている(Dressendorfer et al., 1985)。そこで、起床時脈拍数と唾液中のアミラーゼ濃度との関係性を確認したが、今回の研究データでは有意な相関は得られなかった。唾液中のアミラーゼ濃度の増加はストレスとの関係性が指摘されているが、生理的な疲労状態を直接的に反映するとは言えないことが推察される。

一方、自覚的な疲労と唾液中のアミラーゼ濃度の関係性は図5に示したように、疲労状態が

悪化するに伴って唾液中のアミラーゼ濃度が上昇する傾向が観察された。本研究のデータでは有意な差ではなかったが、その傾向は明白であり、より長期のデータ収集により有意な差が検出されることが期待される。

これらの結果より、選手が疲労を感じる背景には生理的に明確な疲労と、ストレスを受けたことにより間接的に選手が感じる疲労とが考えられる。これら2点の疲労状態を察知することで選手の体調管理に役立つと考えられる。先行研究で認められている起床時脈拍に加え、唾液中のアミラーゼ濃度を観察することの有効性を示唆する結果であったと考えられる。

4.2 生活管理項目および自覚的体調との関連による体調管理指標としての可能性

Sub. Aにおいて、自覚的体調と唾液中のアミラーゼ濃度との間に有意な関係性が確認された。自覚的な体調が良好になると唾液中のアミラーゼ濃度が低下することを示すものであり、唾液中のアミラーゼ濃度が体調管理指標として役立つことを示唆する結果であった。さらに、生活管理項目との関係性では自覚的体調、トレーニング前後の体重差、トレーニング時間、夕食満足度、入浴状況などと有意な関係性が認められた。このことより、これらの項目をコントロールすることで選手のストレス状態解消に役立つことが示唆された。

自覚的体調および生活管理項目との関係性からも唾液中のアミラーゼ濃度を体調管理指標として用いることの有用性が示唆された。

V. まとめ

本研究では、スポーツ選手の毎日の自覚的体調および疲労感、起床時脈拍数等の既存のコン

ディション評価項目と唾液中のアミラーゼ濃度との関連性を検討することで、選手の体調管理指標としての可能性を検討した。対象者により関係性の大小は見られたが、唾液中のアミラーゼ濃度を体調管理指標として用いることの有用性が示唆された。これまでの起床時脈拍数や日々の生活管理項目に加えて、唾液中のアミラーゼ濃度を観察することで、より正確に疲労状態を察知できる可能性が示唆された。

本研究は2006年度名古屋学院大学人間健康学部研究奨励金の助成を受けて実施いたしました。

文献

- 赤間高雄, 木村文律, 小泉佳右, 清水和弘, 秋本崇之, 久野譜也, 河野一郎 (2005) 42ヶ月間の運動継続による中高年者の唾液分泌型免疫グロブリンAの変化. *スポーツ科学研究*, 2, 122-127.
- Breiman, L., Friedman, H. J., Olshen, R. A., and Stone, C. J. (1984). *Classification and regression trees*. CRC Press LLC: Florida, pp1-58.
- Kinugasa, T., Miyanaga, Y, Shimojo, H., and Nishijima, T. (2002). Statistical evaluation of conditioning for an elite collegiate tennis player using a single-case design. *Journal of strength and conditioning research* 16(3): 466-471.
- 西嶋尚彦 (1990) 日常生活における Health Quality Control, *学校保健研究*, 32(7), 314-319.
- 西嶋尚彦, 佐川哲也, 國土将平, 田中秀幸, 黒澤徳子, 大澤清二 (1990) 児童生徒の健康管理のためのHQC手法の開発—基本的生活習慣の改善による起立性調節障害 (OD) の改善—, *32(4)*, 199-208.

- 西嶋尚彦, 中野貴博, 山田剛史 (2000) 単一事例研究法を用いた自覚的コンディション変動の統計的分析. 体育学研究, 45 : 619-630.
- 中野貴博, 西嶋尚彦 (2001) 女子競泳選手のコンディション変動における因子構造の不変性. 体育測定評価研究1 : 35-43.
- 中野貴博, 山田剛史, 西嶋尚彦 (2003). 動的因子分析法によるコンディション変動の要因構造分析. 体育学研究, 48 : 369-381.
- Nakano, T., and Nishijima, T. (2004). Dynamic factorial structure of perceived condition for a women's competitive walker. *International Journal of Sport and Health Science* 2: 67-75.
- Nakano, T., Nishijima, T., and Suzuki, T (2006). The Effectiveness of Decision Tree Analysis on Routine Athletic Conditioning Data. *International Journal of Sport and Health Science*, 5: 12-20.
- Dressendorfer, R. H., Wade, C. E., and Scaff, Jr. J. H (1985) Increased Morning Heart Rate In Runners, A Valid Sign of Overtraining?. *The Physician and Sportsmedicine*, 13(8): 77-86.
- 鈴木岳, 中野貴博, 田辺解, 河野一郎 (2008) 単一事例研究法によるエリート長距離陸上選手のコンディション変動要因の分析. *Health Sciences*, 24(1) : 93-104.
- 寺澤惇, 清水和弘, 阿部絢子, 野倉圭輔, 鈴木智弓, 赤間高雄 (2008) 長距離移動を伴うゼミナール合宿時のコンディション評価. *スポーツ科学研究*, 5, 163-171.
- 辻弘美, 川上正浩 (2007) アミラーゼ活性の基づき簡易ストレス測定器を用いたストレス測定と主観的ストレス反応測定との関連性の検討. *大阪樟蔭女子大学人間科学研究紀要*, 6, 63-73.
- 山口昌樹 (2007) 唾液マーカーでストレスを測る. *日本薬理学雑誌*, 129, 80-84.