

持久的運動時の唾液中 α -アミラーゼ活性値の変動要因

田中 弘之*, 藤森 貴大**, 北原 嘉之***

(キーワード：持久的運動, 唾液, α -アミラーゼ)

I. 緒言

運動競技選手にとって、試合や競技会において個人が有する実力を最大限に発揮できることは切要な課題である。選手のピーキングの可否は、一般的には競技者自身の主観的な感覚と指導者等からの助言が基準となっており、数値化されるような客観的指標は、未だ確立されていない現状にある。

これまでに血液¹⁾²⁾や尿³⁾成分の定量により、ある程度、身体的な状況を把握できると報告されているが、採血という行為は、それ自体が物理的ストレスとなるため、評価精度という課題が内在している。また、尿検査では、即時的なストレス反応を検出することは困難であり、種々の代謝産物を包含するため、相応の測定誤差を生じる⁴⁾。このような現況を鑑みて、近年では、血液や尿に代わる指標として唾液成分解析の有用性に関する可否等が検討されている⁵⁾⁶⁾。

唾液採取は非侵襲的であり、分析されるストレスマーカーは、随時性、簡便性を有し、測定における時間や場所の制約が少ないことから、唾液を被検体とする精神的ストレス反応の評価指標の一つとして注目が集まっている⁷⁾⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾。

唾液に含まれる α -アミラーゼ活性値 (Amylase Activity: 以下、 α -AMY と略) の測定原理の基本は、アミラーゼ活性値測定チップに、 α -AMY の基質として 2-chloro-4-nitrophenyl 1-4-O- β -D-galactopyranosylmal-toside (以下、Gal-G 2-CNP と略) と検体である唾液の pH 緩衝剤が用いられており¹³⁾、Gal-G 2-CNP は、 α -アミラーゼで加水分解され、時間経過とともに黄色に変化する発色度を唾液アミラーゼモニターで測定し、酵素活性値に換算する¹⁴⁾ことから、安全で安価な測定システムとして普及しつつある。

ヒトのストレスシステムは、視床下部-下垂体前葉-副腎皮質系 (以下、HPA システムと略) 及び視床下部-交感神経-副腎髄質系 (以下 SAM システムと略) の二つの系統で構成されている。後者の SAM システムにおいては、中枢神経系の諸機能を調節するとともに、 α -AMY との消長にも関与していることが報告されている⁷⁾⁸⁾。また、血液中のエピネフリン及びノルエピネフリンの動態が唾液中に分泌される α -AMY に反映されることが報告されている⁹⁾。

他方、唾液の α -AMY 分泌機構には、直接的な神経作用による制御システムも存在しており¹⁰⁾、分泌が亢進される場合の応答時間は数分程度と短く、レスポンスの即応性が報告されている¹¹⁾。人体におけるストレス反応系は、既述のような経路の賦活により、多種の分泌物質が体内に放出される。これら一連のストレス反応を一次的にあるいは二次的に反映する分泌物質の動態を定量することで、バイオマーカーによるストレス評価の可能性が高まりつつある¹²⁾。

心拍数の制御は、洞結節をペースメーカーとする刺激伝導系を礎としているが¹⁵⁾、運動の継続によって一回拍出量がプラトーに達したあとの拍動数の増大は、神経相関と液性相関の両作用に強く依拠している。その一つに、心臓の拍動数を制御している洞房結節がエピネフリン、ノルエピネフリンの刺激を受け、細胞を活性化することで、心臓のペースメーカーの役割を果たしていることが明らかになっている。

また、アドレナリンの受容体である β 受容体に β 遮断薬である精神薬を投与して、 β 受容体の働きを阻害すると、唾液中 α -AMY の変動が観られなくなることが報告されている¹⁶⁾。この研究成果から、唾液中の α -AMY

*鳴門教育大学生活・健康系コース (保健体育)

**吉野川市鴨島小学校

***鳴門教育大学大学院

動態のダイレクトエビデンスは、末梢の β 受容体による興奮である可能性が強く示唆されている。

以上の報告から、運動負荷によるストレスサーがエピネフリン及びノルエピネフリンを増大させ、それに連動して唾液中 α -AMYの上昇を誘発させると推察される。

以上のような知見を総括すれば、心拍数の亢進が続くような持久的運動時における唾液中 α -AMYの消長は、運動処方策定における有用な非侵襲的ストレスマーカーとしての可能性が推定される。しかし、先行研究において、運動時の唾液中 α -AMYの動態では、再現性や個人差発現の問題が指摘されている¹⁷⁾¹⁸⁾。また、唾液中 α -AMYが運動負荷強度を即時的に反映する可能性の検討には、先行研究¹⁹⁾²⁰⁾による知見に基づいた運動負荷の設定方法も重要な課題となる。

本研究では、唾液中 α -AMYの消長に関する日内変動要因、日差変動要因、個人の体質的要因等の安静値及び漸増漸減運動負荷時の変動値の検証を通して、運動処方への応用性の可否に関する基礎的資料を得ることを目的とした。

II. 方法

1 実験1

1) 被験者

被験者は、陸上競技の長距離走を専門種目とする男子高校生9名、平均年齢は 17.0 ± 0.9 歳であった。測定に先立ち、研究内容を詳述したインフォームドコンセントを行い、被験者となることの同意を得た。

2) 測定環境

二泊三日の予定で行われた全国高等学校駅伝競走大会のコース視察旅行に参加した被験者に帯同して測定を実施した。被験者は、第2日目の9時及び14時に50分間程度のコースランニングを行っているが、それ以外の時間帯は概ね安静状態であった。

3) 測定項目及び手順

表1に、測定のプロトコルを示した。旅程2日目に唾液中 α -AMYの消長について、5時、8時、11時、17時、20時の5区分について、日内変動を計測した。また、日差変動を計測するために、視察旅行前後を含めた合計4日間について、17時における唾液中 α -AMYを計測した。

唾液の採取にあたっては、唾液アミラーゼモニター用チップ（ニプロ社）に顎下腺由来の唾液が浸透するように舌下部に挿入して採取し、唾液アミラーゼモニター（ニプロ社）を用いて活性値を測定した。

表1 実験1の測定プロトコル

1日目	2日目	3日目	4日目
	5:00 起床後測定		
	8:00 朝食前測定		
	9:00 コースランニング開始		
	9:50 コースランニング終了		
	11:00 測定		
	12:00 昼食		
	14:00 コースランニング開始		
	14:50 コースランニング終了		
17:00 測定	17:00 測定	17:00 測定	17:00 測定
	18:00 夕食		
	20:00 測定		
	21:00 就寝		

2 実験2

1) 被験者

被験者は、陸上競技の長距離走を専門種目とする男子競技者7名、平均年齢は 20.3 ± 2.8 歳であった。実験に先立ち、研究内容を詳述したインフォームドコンセントを行い、被験者となることの同意を得た。

2) 実験環境

被験者は、実験前4時間から実験終了後まで、水以外は絶食とし、運動負荷時以外は、安静状態を維持するこ

ととした。実験の時間帯は、日内リズムの安定性を考慮して、15時から18時の間に統一して行った。また、環境温についても、温冷感が物理的ストレスとならないように配慮し、室温は21℃に設定した。

3) 測定項目及び手順

図1に、実験のプロトコルを示した。トレッドミルを用いて、時速7km、10km、13km、16kmの負荷漸増を各5分間、続いて、時速13km、10kmの負荷漸減を各5分間、計30分間の走運動を実施した。

被験者は、漸増漸減運動負荷試験の前後に10分間の安静座位をとった。各ステージ終了直後に唾液採取、心拍数、指尖での動脈血中酸素飽和度（PMP-100、パシフィックメディコ社）及び前額部の皮膚温（IR-TE、チノー社）を計測した。唾液の採取は、先行研究¹¹⁾¹²⁾¹⁴⁾による知見に基づいて、急性的な運動の影響を反映するように配慮し、実験1と同様の方法により、活性値を測定した。

3 実験3

1) 被験者

被験者は、陸上競技の長距離走を専門種目としていた25歳の一卵性双生児の男性2名、28歳の二卵性双生児の男性2名とした。実験に先立ち、研究内容を詳述したインフォームドコンセントを行い、被験者となることの同意を得た。

2) 実験環境

実験2と同様の環境設定で実施した。

3) 測定項目及び手順

図2に、実験のプロトコルを示した。トレッドミルを用いて、時速7km、10km、13kmの負荷漸増を各5分間、続いて、時速10kmの負荷漸減を各5分間、計20分間の走運動を実施した。

測定方法等は、実験2と同様とした。

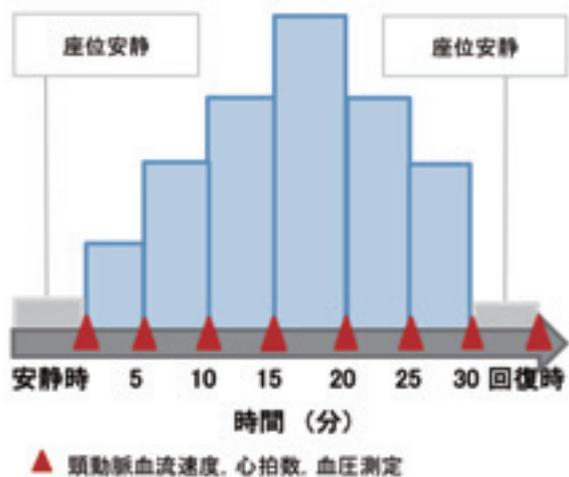


図1 実験2のプロトコル

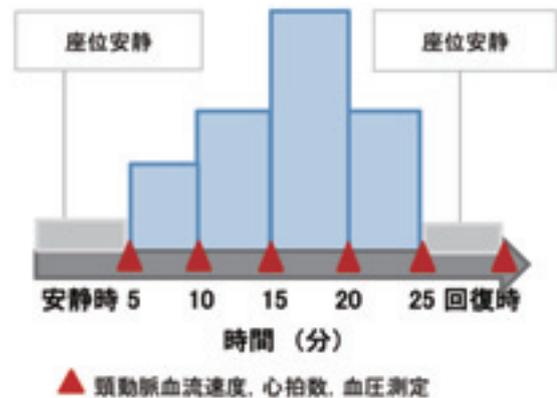


図2 実験3のプロトコル

4 統計学的処理

測定値は、平均値と標準偏差で示した。相関分析は、Pearson product moment correlation coefficientを用い、平均値の差の有意性の検定には、必要に応じて、One-way Repeated Measure ANOVAまたは、Two-way Repeated Measure ANOVAを用い、post-hoc testにはScheffe法を採用した。有意性の水準は全て5%未満に設定した。

Ⅲ. 結果

1 実験1

図3に、安静状態での唾液中 α -AMYの時間帯ごとの変動を示した。継時的変化において、5%水準で有意な変動が認められた。

図4に、安静状態での同一の時刻における唾液中 α -AMYの4日間の日差の変動を示した。継時的変化において、有意な変動は認められなかった。

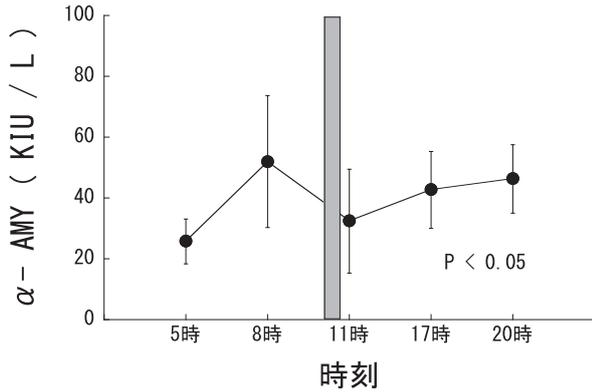


図3 唾液中 α -AMY の日内変動

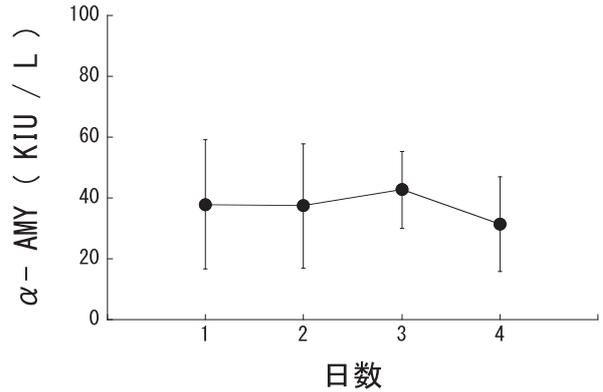


図4 唾液中 α -AMY の日差変動

2 実験2

図5に、漸増漸減運動負荷時の唾液中 α -AMY の変動を示した。漸増及び漸減による負荷強度を反映し、継時的変化において、5%水準で有意な変動が認められた。

図6に、漸増漸減運動負荷時の心拍数を示した。漸増及び漸減による負荷強度を反映し、継時的変化において、5%水準で有意な変動が認められた。

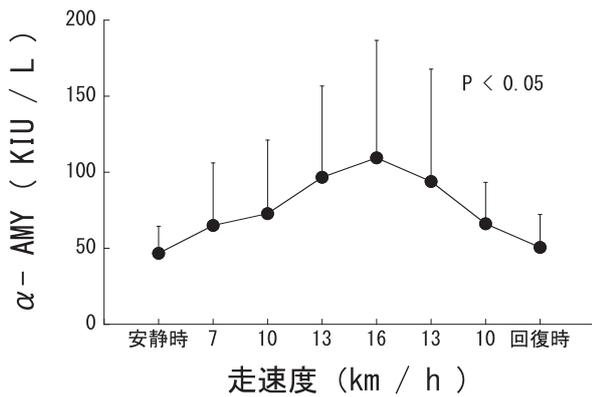


図5 各負荷強度における唾液中 α -AMY の推移

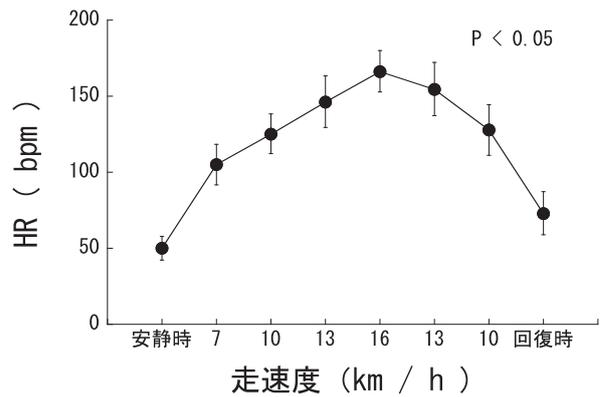


図6 各負荷強度における心拍数の推移

図7に、漸増漸減運動負荷時の動脈血中酸素飽和度を示した。漸増及び漸減による負荷強度を反映し、継時的変化において、5%水準で有意な変動が認められた。

図8に、漸増漸減運動負荷時の前額部皮膚温を示した。漸増及び漸減による負荷強度を反映し、継時的変化において、5%水準で有意な変動が認められた。

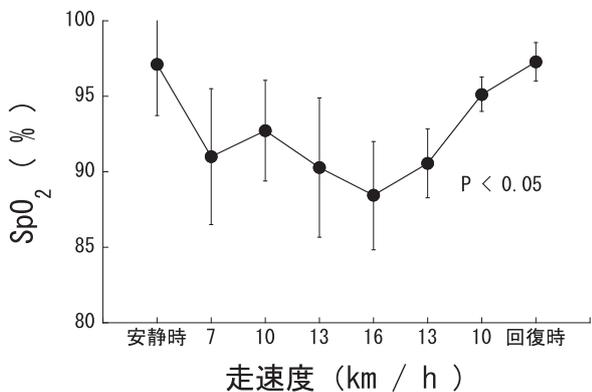


図7 各負荷強度における動脈血中酸素飽和度の推移

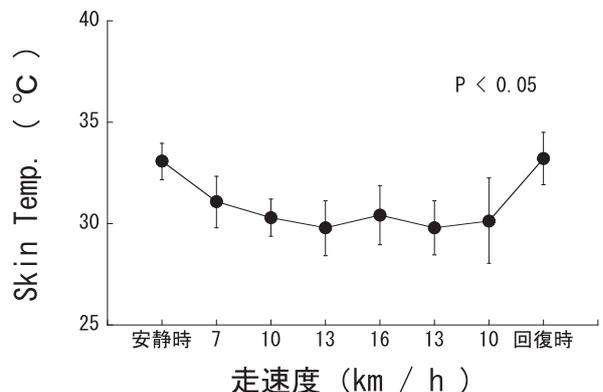


図8 各負荷強度における前額部皮膚温の推移

図9に、漸増漸減運動負荷時の心拍数と α -AMY との関係について示した。有意な正の相関関係が認められた。なお、図示していないが、心拍数と動脈血中酸素飽和度及び心拍数と前額部皮膚温との間には、有意な負の相関関係 ($r = -0.863, -0.776$) が認められた。

図10に、漸増漸減運動負荷時の各被験者の唾液中 α -AMY の推移を示した。

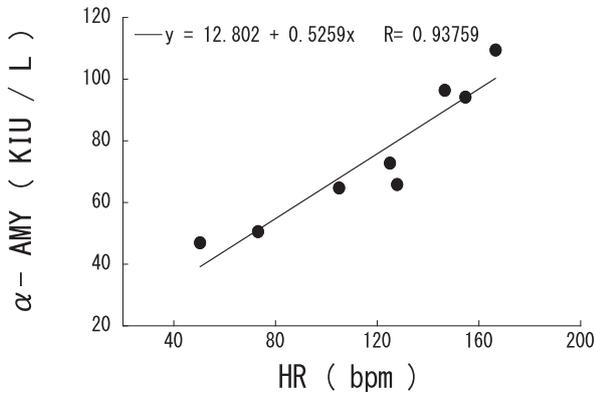


図9 心拍数と唾液中 α -AMY との相関関係

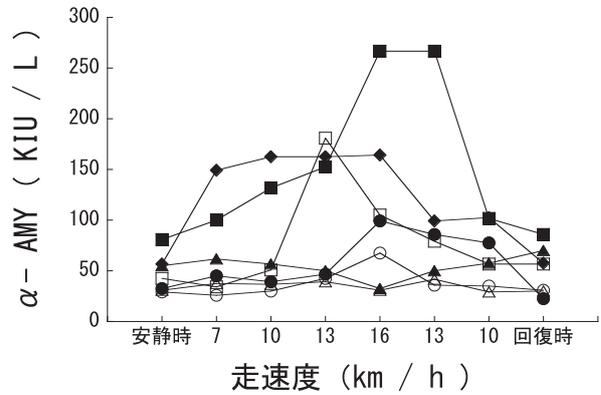


図10 各被験者の唾液中 α -AMY の推移

なお、図示していないが、図10のような各被験者の動態において、最高強度となる時速16kmの走行時の上昇が認められる群と認められない群に大別した場合、上昇群において5%水準で有意な継時的変化が認められた。また、各被験者の日頃のトレーニング頻度において、週6日以上群と週3日以下群に大別した場合、週3日以下群の方が5%水準で有意に高値を示す傾向が認められた。

3 実験3

図11に、漸増漸減運動負荷時の一卵性双生児の唾液中 α -AMY の推移を示した。

図12に、漸増漸減運動負荷時の二卵性双生児の唾液中 α -AMY の推移を示した。

この他、図示していないが、漸増漸減運動負荷時における心拍数、動脈血中酸素飽和度及び前額部皮膚温の消長は、一卵性双生児、二卵性双生児ともに、実験2における各測定項目の平均値とほぼ同様の推移を示した。また、心拍数と唾液中 α -AMY との関係では、3名において、有意な正の相関関係が認められたが、一卵性双生児の1名では有意な相関関係が認められなかった。

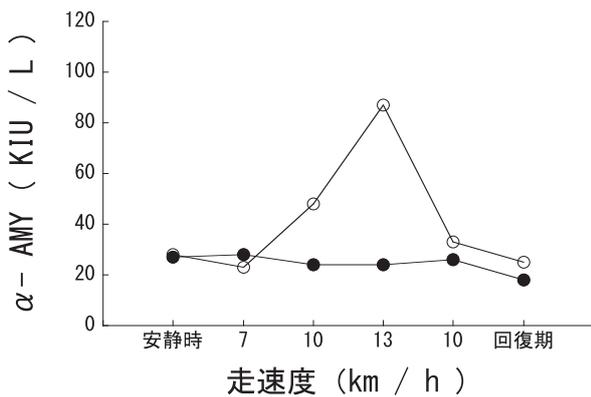


図11 一卵性双生児の唾液中 α -AMY の推移

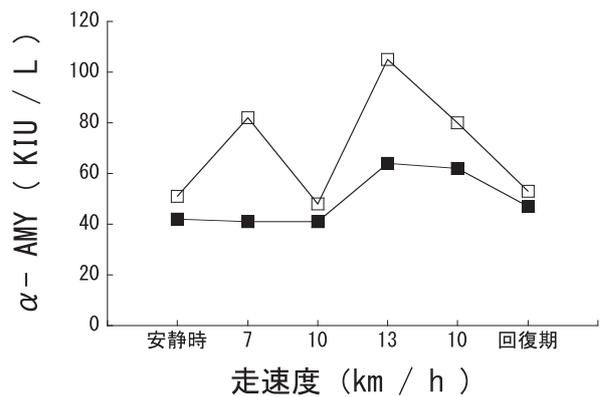


図12 二卵性双生児の唾液中 α -AMY 値の推移

IV. 考察

唾液は血液由来であり、血液と類似した生化学成分を含有している。また、唾液を用いた酵素分析法は、非侵襲的で即時性、簡便性において利点が多い²¹⁾。そのため、教育現場でも種々のストレス対応評価としての検証が行われている²²⁾²³⁾。

従来から、運動時の唾液中 α -AMY の動態において、再現性や個人差発現の問題が内在することが指摘され

ているが、個人差はあるものの個人内では比較的変動が少ないとの報告もある²⁴⁾。

そこで、実験1では日内変動及び日差変動を追跡することとした。全被験者の α -AMYの推移は、図3に示したように起床後に最低値を示し、標準偏差も最小であった。その後、正午にかけて上昇する傾向が認められた。この結果は日内変動に関する先行研究²⁵⁾と一致する結果となった。また、日中の変動率は40~50%程度であるとの報告²⁶⁾もあり、先行研究と同様に運動時のストレス反応に比べて比較的小さい傾向が認められた。この結果から、日内変動においては、個人内変動幅が比較的小さい早朝または午後の時間帯に計測を行うことで、再現性や個人差発現の課題を回避できる可能性が示唆された。

実験2では、漸増漸減運動による負荷強度の影響が唾液中 α -AMYに反映し、非侵襲的なストレスマーカーとしての有用性の可否について検討した。従来から試験、暗算、運動などが交感神経系を亢進させ、唾液中の α -AMYが増加することが数多く報告されており²⁷⁾²⁸⁾²⁹⁾、図5に示したように、先行研究と同様に平均値では漸増漸減の負荷強度を反映した傾向を示した。平均値においては、心拍数の推移に類似した傾向を示したが、個人差も顕著であり、最高強度における上昇群と非上昇群との比較では、有意な差異が認められた。また、トレーニング頻度による群別比較では、上昇群、非上昇群の両群に、唾液中 α -AMYの上昇が認められなかった被験者が含まれていたことから、トレーニング度による影響の多寡を特定することはできなかった。また、心拍変動の反応性と唾液中 α -AMYとの反応の関連性は認められなかったとの報告³⁰⁾もあり、唾液中 α -AMYの消長の機序については、さらなるエビデンスの集積が必要であると考えられる。

実験3では、一卵性双生児及び二卵性双生児を対象に、唾液中の α -AMYの変動と体質的要因について検証した。当然、一卵性双生児では、遺伝的因子が均等と想定されるため、古典的手法として、従来から対照実験として活用されている。本研究では、一卵性及び二卵性の双生児のいずれにおいても唾液中 α -AMYの推移に類似傾向は認められなかった。また、既報³⁰⁾と同様の傾向が一卵性双生児の1名のみ認められたことから、持久的運動時における唾液中 α -AMYの個人差発現において、体質の影響は、比較的小さいものと推定された。

本研究の結果から、唾液中 α -AMYにおけるサーカディアンリズムによる影響は、時間帯を考慮すれば回避できる可能性を有し、体質的な影響も少ないことから、持久的運動時の非侵襲的なストレスマーカーとして、一定の有用性が示唆された。しかし、運動強度の増減との関連においては、個人差が大きく、その原因の究明には至らなかった。

本来、唾液中に含有される生化学物質の濃度は、当然、唾液の分泌流量と密接に関連しており、本研究の測定において、先行研究¹¹⁾¹²⁾¹⁴⁾による知見に基づいて、急性的な運動の影響を反映するように配慮した。しかし、個人差の一因に、測定誤差が介在していると想定され、唾液流量を定量化できない実験の限界であるのかも知れない。また、唾液中 α -AMYにおいて、顎下腺由来の唾液が浸透するように留意したが、交感神経支配を受けている耳下腺由来の唾液中 α -AMYの方が高活性値を示すことは、口腔生理学的事実であり、しかも、強度の分泌刺激を受けた場合には、全唾液量に対する耳下腺由来比が急速に増大することも知られている。

生理学的手法において、唾液分泌流量の定量は容易ではなく、しかも、顎下腺由来と耳下腺由来の分別は困難であるが、唾液中の総タンパク量からの推定が可能であるという先行研究³¹⁾もあり、時間排泄量あたりの活性値に換算することが可能となれば、より明確な指標を得られる可能性も示唆される。

他方、唾液中 α -AMYがストレス評価のための有効なマーカー物質であると報告している知見³²⁾において、ストレスに対応する唾液中 α -AMYの時間勾配が正負に反転する現象が報告されている。この指摘から、唾液中 α -AMYによる運動処方指標としての普遍性への志向よりも、個人の変化パターンに注目する評価法の方が実践的には有用であるとも推察される。

今後は、個人間の特性及びコンディショニングとの関連性についても追証を重ね、唾液中の α -AMYの運動処方応用への可能性について継続課題として検討を続けたい。

V. 結語

本研究では、持久的運動時における唾液中 α -AMYの消長を分析し、安全で適切な運動処方を模索するとともに、非侵襲的なストレスマーカーとしての可能性について検証した。また、運動時の α -AMYの動態においては、従来から再現性や個人差発現の問題を内包しており、この機序の解明についても検証した。

実験1では、陸上競技の長距離走を専門種目とする男子高校生9名を対象とし、1日目から4日目までの17時の時間帯及び2日目の5つの時間帯の唾液中 α -AMYを測定し、日差変動及び日内変動を検証した。実験2で

は、陸上競技の長距離走を専門種目とする男子競技者7名を対象とし、唾液中 α -AMY の有酸素性持久的運動負荷における非侵襲的ストレスマーカーとしての有用性の可否について検証した。実験3では、陸上競技の長距離走を専門種目としていた一卵性双生児の男性2名、二卵性双生児の男性2名を対象とし、唾液中 α -AMY の有酸素性持久的運動負荷における体質的影響について検証した。

これらの実験から得られた知見の概要は以下の通りである。

1. 安静時の唾液中 α -AMY の日内変動において、起床後に最低値を示し、5つの時間帯で時系列的な変化が認められた。
2. 安静時の唾液中 α -AMY の日差変動における4日間の追跡において、有意な変化は認められなかった。
3. 持久的運動時の心拍数と唾液中 α -AMY との間には、強い正の相関関係が認められた。
4. 持久的運動時の唾液中 α -AMY は一定強度以上の負荷で有意に増加した。
5. 被験者を週6日以上群と週3日以下群のトレーニング頻度で群分けした場合において、持久的運動時の唾液中 α -AMY に有意な差異が認められた。
6. 持久的運動時の一卵性双生児の唾液中 α -AMY の消長から、体質的影響は少ないことが示唆された。

総括として、唾液中 α -AMY はサーカディアンリズムによる影響を受け、安静時において多少の個人内変動を示したが、体質的影響も少なく、持久的運動時の非侵襲的ストレスマーカーとしての有用性が示唆された。また、持久的運動時のバイオマーカーとしての実用性を検証する上で、一定強度以上の負荷においてのみ有用である可能性が示唆される結果となった。

しかし、その消長には相応の個人差も観察されており、被験者の特性や体調などの個人的因子が関与していることが推察された。今後の検証課題として、持久系競技者のピーキングにおける一指標としての実用性に向けて検討し、さらなるエビデンスの集積に努めたい。

参考文献

- 1) 八田秀雄：乳酸をどう活かすか。杏林書院：2008。
- 2) 大後栄治, 植田三夫, 石井哲次, 上篠清美, 弘 卓三：LTを基にしたトレーニング計画の研究—神奈川大学箱根駅伝参加選手の特性—。ランニング学研究, 10：135-42, 1999。
- 3) 泉 武寛：尿蛋白を指標とした運動負荷に関する研究。第2報：463-470, 1981。
- 4) 田中喜秀, 脇田慎一：ストレスと疲労のバイオマーカー。日本薬理学雑誌, 137：185-188, 2011。
- 5) R. F. Vining, R. A. Mcginley, J. J. Maksvytis and K. Y. Ho Salivary cortisol: a better measure of adrenal cortical function than serum cortisol, *ann. Clin. Bio-chem*, 20：329-335, 1983。
- 6) Jose L. Chicharro, Margarita Perez, Alfredo Carvajal, Fernando Bandres, and Alejandro Lucia: The salivary amylase, lactate and electromyographic response to exercise. *The Japanese journal of physiology*, 49：551-554, 1999。
- 7) Nater UM, Marca RL, Florin L, et al: Stress-induced changes in human salivary alpha-amylase activity—associations with adrenergic activity. *Psychoneuroendocrinology*, 31 (1)：49. 58, 2006。
- 8) van Stegeren A, Rohleder N, Everaerd W, Wolf OT. Salivary alpha amylase as marker for adrenergic activity during stresseffect of betablockade, *Psychoneuroendocrinology*. 31 (1)：137. 141, 2006。
- 9) R. T. J. Chatterton, K. M. Vogelsong, Y. Lu, A. B. Ellman, and G. A. Hudgens: Salivary alpha-amylase as a measure of endogenous adrenergic activity. *Clinical Physiology*, 16：433-448, 1996。
- 10) A. H. Van Stegeren, O. T. Wolf, M. Kindt: Salivary alpha amylase and cortisol responses to different stress tasks. *Impactof sex. International Journal of Psychophysiology*, 69：33-40, 2008。
- 11) 山口昌樹, 金森貴裕, 金丸正史, 水野康文, 吉田 博：唾液アミラーゼ活性はストレス推定の指標になり得るか。医用電子と生体工学, 39 (3)：234-239, 2001。
- 12) 山口昌樹：唾液マーカーでストレスを測る。日本薬理学雑誌(*Folia Pharmacol. Jpn.*), 129：80-84, 2007。
- 13) Teshima S, Mitsuhida N, Ando M: Determination of alpha-amylase in biological fluids using a new substrate (beta-2-chloro-4-nitrophenyl-maltopentaoside). *Clin Chim Acta*, 150：165-174, 1985。

- 14) 山口昌樹, 花輪尚子, 吉田 博: 唾液アミラーゼ式交感神経モニタの基礎的性能. 生体医工学, 45 (2) : 161-168, 2007.
- 15) Keith A, Flack M.: The Form and Nature of the Muscular Connections between the Primary Divisions of the Vertebrate Heart. *J Anat Physiol*, 41 (3) : 172-189, 1907.
- 16) Suddick RP, Dowd FJ: Mechanisms of secretion of saliva in *The Biologic Basis of Dental Caries*, Edited by L. Menaker, Harper and Row : 64-112, 1980.
- 17) Salvolini E., Mazzanti I., Martarelli d.: Changes of the composition of the human unstimulated whole sa-liva with age. aging : 119-122, 1999.
- 18) Hellhammer J, Fries E, Schweisthal OW, et al.: Several daily. measurements are necessary to reliably assess the cortisol rise after. Awakening : state and trait components. *Psychoneuroendocrinology*. 32 : 80-86, 2007.
- 19) 田中弘之, 佐々木弘幸: 漸増漸減運動負荷における頸動脈血流動態について. 鳴門教育大学研究紀要, 20 : 19-23, 2005.
- 20) 谷所 慶, 田中靖人, 平川和文: 全力運動時の間欠的持久力と休息時間及び心拍数との関係. *トレーニング科学*, 18 (2) : 99-105, 2006.
- 21) Tenovuo, Jorma O., ed.: *Human Saliva, Clinical Chemistry and Microbiology*, volume I, II : 1989.
- 22) 三好 扶, 工藤悠太郎, 小池飛鳥, 萩原義裕: 上肢運動学習が自律神経系に与える影響. 計測自動制御学会東北支部研究集会, 257 (12) : 2010.
- 23) 村上 満, 田原祐助, 竹田一則, 山口昌樹: 唾液アミラーゼ活性は中学生の心身ストレスの指標になり得るか. 生体医工学, 47 (2) : 166-171, 2009.
- 24) 下村弘治, 金森きよ子, 西牧淳一, 芝紀代子: 教育現場でのストレスマーカーとしての唾液アミラーゼと唾液コルチゾール測定の有用性について. *生物試料分析*, Vol. 33, No 3 : 247-254, 2010.
- 25) Wolf, J. M., Nicholls, E., Chen, E. : Chronic stress, Salivary cortisol, and alpha-amylase in children with asthma and healthy children. *Biological Psychology*, 78 (1) : 20-28, 2008.
- 26) 花輪尚子, 出口満生, 若杉純一, 東 朋幸, 宮崎良文, 山口昌樹: 里山における唾液アミラーゼ活性の日内変動. *日本生理人類学会誌*, 10 (1) : 46-47, 2005.
- 27) Rohleder N, Nater UM, Wolf JM, Ehlert U, Kirschbaum C: Psychosocial stress-induced activation of salivary alpha-amylase. an indicator of sympathetic activity? *Ann N Y Acad Sci*. 1032 : 258-263, 2004.
- 28) Nater UM, Rohleder N: Salivary alpha-amylase as a non-invasive biomarker for the sympathetic nervous system. current state of research. *Psychoneuroendocrinology*, 34 (4) : 486-496, 2009.
- 29) Inagaki T, Ieda M, Yamashita S, Tsuyoshi M, Horiguchi J. : Salivary alpha-amylase reactivity under psycho-physiology stress. A nonverbal communication measurement tool? *Jurnal of Behavioral and Brain Science*, 1 : 12-15, 2011.
- 30) Nater UM, Rohleder N, Gaab J, Berger S, Jud A, Kirschbaum C, Ehlert U.: Human salivary alpha-amylase reactivity in a psychosocial stress paradigm. *Int J Psychophysiol*, 55 (3) : 333-342, 2005.
- 31) J. O. Tenovuo 著, 石川達也, 高江州義矩監訳: 唾液の科学, 一世出版, 1-20, 1998.
- 32) 水野康文, 山口昌樹, 吉田 博: 唾液アミラーゼ活性はストレス推定の指標になり得るか, *YAMAHA MOTOR TECHNICAL REVIEW*, 1-6, 2002.

Effects of Endurance Exercise on Salivary α -AMY Activity Value as a Non-invasive Stress Markers

TANAKA Hiroyuki*, FUJIMORI Takahiro** and KITAHARA Yoshiyuki***

In this study, we examined usefulness of α -AMY activity value in saliva as a non-invasive stress marker in the enduring exercise. In experiment 1, nine high school students participated in the measurement of the day-to-day variation and diurnal variation of saliva α -AMY activity value at rest. In experiment 2, seven adult male athletes participated in the measurement of α -AMY activity value in saliva during gradually increased or decreased exercise test. In Experiment 3, two adult males of identical twins and fraternal twins who specialize in long-distance run, we verified the constitutional impact on α -AMY activity value change in saliva during gradually increased or decreased exercise test. Summaries of knowledge obtained from these experiments are as follows.

1. A day change of α -AMY activity value in saliva at rest showed transition reflecting circadian rhythm.
2. Diurnal change for four days of α -AMY activity value in saliva at rest didn't show significant change.
3. A strongly positive correlation was observed between α -AMY activity value in saliva and heart rate in endurance exercise.
4. The α -AMY activity value in saliva during endurance exercise changed reflecting the exercise intensity, but large individual differences were also observed.
5. From the ups and downs of α -AMY activity value in saliva of identical twins during endurance exercise, constitutional influence was little suggested.

From the above results, α -AMY activity value in saliva was suggested to be useful as a non-invasive stress marker in enduring exercise. However, the change is observed to correspond to individual differences, and personal factors such as physical condition and characteristics of the subject seem to be related to, which will be the future work to verify.

*Faculty of Health and Living Sciences, Naruto University of Education

**Yoshinogawa Municipal Kamojima Elementary School

***Graduate School of Education, Naruto University of Education