

原 著

漸増強度負荷による競泳選手の唾液中ホルモンの変動

The change in salivary cortisol concentrations
when athletes swam under peak load

松本高明*, 内藤祐子*, 和田壮生*, 市川大樹**
高橋雄介***, 和田匡史****, 阿部太輔*****
浅井泰詞*****, 篠原一之*****, 土居裕和*****

Takaaki MATSUMOTO*, Yuko NAITO*, Masaki WADA*, Daiki ICHIKAWA**
Yusuke TAKAHASHI***, Tadashi WADA****, Daisuke ABE*****
Taishi ASAI*****, Kazuyuki SHINOHARA*****, and Hirokazu DOI*****

ABSTRACT

[Purpose] The purpose of this study is to determine the change in salivary cortisol concentrations when athletes swam under a peak load. We gradually increased the load to a peak load. A correlation between cortisol concentrations in saliva and blood cortisol already has been proved. Only a physician is available for the drawing of blood, but coaches are available for saliva sampling. It is reported that the change of cortisol concentrations in saliva fluctuates with stress. Thus, we consider whether salivary cortisol concentrations are effective for an index of training. **[Method]** We studied 13 male university student swimmers. The subjects have the ability to participation at the level of a student championship in Japan. All participants swam the 200-m free style 4 times (best time +40 seconds, +30 seconds, +20 seconds, maximal effort). The rest time for each trial was 15 minutes. Immediately after swimming, we measured cortisol concentrations in saliva at rest, in three later attempts, in maximal effort swimming, after ten minutes and 20 minutes later. **[Results]** The salivary cortisol concentrations 20 minutes after swimming ($0.96 \pm 0.67 \mu\text{g/ml}$) showed results that were significantly higher ($p < 0.05$) than the ones for rest time ($0.51 \pm 0.09 \mu\text{g/ml}$), maximal effort swimming ($0.44 \pm 0.12 \mu\text{g/ml}$), and ten minutes after the last swimming ($0.48 \pm 0.32 \mu\text{g/ml}$). **[Discussion]** Thus, the maximal effort swimming appeared likely to increase salivary cortisol concentrations. As for the reason why stress produces a change of cortisol concentrations in saliva, it has been reported that physical stress and psychological stress on the

* 国士舘大学体育学部 (Faculty of Physical Education, Kokushikan University)

** 国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科 (Graduate School Sports System, Kokushikan University)

*** 中央大学理工学部 (Faculty of Science and Engineering, Chuo University)

**** 国士舘大学理工学部 (School of Science and Engineering, Kokushikan University)

***** 長崎大学大学院医歯薬学総合研究科 (Nagasaki University, Graduate School of Biomedical Sciences)

hypothalamus are associated. The measurement of cortisol concentrations in saliva may become a new index of training.

Key words; competitive swimming, salivary cortisol concentration, stress hormone

I. はじめに

近年、ストレスに対する評価として唾液中のホルモンが注目されている。唾液中のコルチゾール濃度の変動は、運動選手の分野でも慢性の疲労が蓄積され回復しにくくなっているオーバートレーニング症候群を見出す指標として有効だとの報告がなされている¹⁾。また、唾液中のコルチゾール濃度は、血液中の濃度と相関するという報告があり²⁾、唾液採取は採血を伴う侵襲よりも低いと考えられ、より簡便である。今回、漸増的運動負荷テストを競泳選手に対し施行し、ストレスホルモンとしての唾液中のコルチゾール濃度の変化を測定することを目的とした。

II. 方法

1. 被験者

被験者を競泳選手13名とした。選手は日本学生選手権に出場するレベルである。これら被験者に対し、研究の目的、方法、手順について十分に説明し、書面にて同意を得た。選手は、研究の参加は任意で、途中で中止することも可能であること、研究の成果を公表することに同意を得た。

参加者の身体的プロフィールを表1に示す。

表1 被験者の身体的特性

(n)	年齢 (yrs)	身長 (cm)	体重 (kg)	BMI (kg/m ²)
13	19.5±0.8	174.4±5.1	66.4±4.9	13.1±2.5
Values are mean±S.D.				

2. 実験手順と測定項目

被験者に対し、運動負荷は、若吉³⁾らのラクトートカーブテストの実施方法に準じ、200mを4回(1回目 個人のベストタイム+40秒、2回目 個人のベストタイム+30秒、3回目 個人のベストタイム+20秒、4回目 最大努力泳)クロール種目で泳ぎ、漸増負荷とした。一回ごとの休息時間は15分とし、テスト開始直前並びに泳いだ直後4回、泳ぎ終了10分、20分後の計7回唾液採取を行った。唾液採取は練習開始前の正午から開始し、流延により行い、測定まで-20℃で凍結保存した。唾液はホルモン測定キット(SALIMETRICS社製)を使用し、酵素抗体法により測定した。プールの水温は両日とも30℃であった。また、プールサイドの室温は両日とも32℃、湿度は50%であった。プールは、公益財団法人日本水泳連盟公認競泳25mプール=FINA公認競泳25mプールを用い、水深は1.0mであった。

3. 統計処理

統計学的検定は、試技ごとに測定したコルチゾール値について、一元分散分析により有意差の検定をしたのち、測定時間による差の有無をBonferroni検定を用い評価した。統計ソフトはエクセル統計2012[®](SSRI)を用いた。

III. 結果

結果を表2に示す。安静時、試技3回目(best time +20sec)、最大努力泳直後と最大努力泳後20分の間で、また最大努力泳後10分と最大努力泳後20分の間で有意差を(P<0.01)認めた(図1)。

表2 時系列でみた唾液中コルチゾール濃度

	コルチゾール濃度 μg/ml	標準偏差
安静時	0.508	0.414
Best+40sec	0.600	0.506
Best+30sec	0.600	0.500
Best+20sec	0.537	0.373
最大努力泳	0.443	0.327
練習後10分	0.483	0.165
練習後20分	0.956	0.296

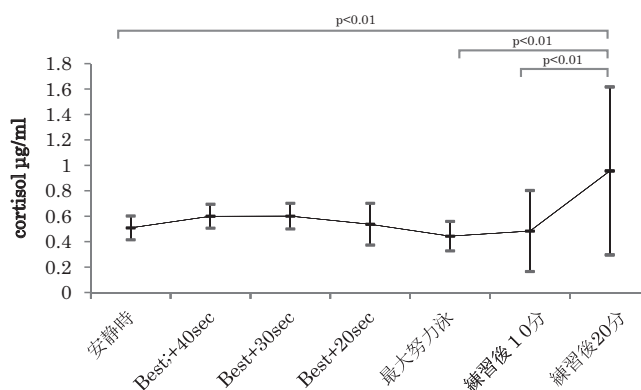


図1 漸増運動負荷による唾液中コルチゾール濃度の変化

IV. 考 察

本研究にて、最大努力泳の後10分後に、唾液中のコルチゾール濃度が上昇してゆきその傾向は20分後まで継続することが示された。先行文献によると、唾液中のコルチゾール濃度は、日内変動を示し早朝が最も高く漸減して深夜まで低下していくことが知られている⁴⁾。また、コルチゾールは心理的・身体的な急性のストレスに対して増加を示し、慢性のストレスでも増加することが報告されている⁵⁾。心理的な急性ストレスの負荷を与えられると、唾液中コルチゾール濃度は約50～100%の上昇を示し、上昇のピークはストレス終了後の20分から30分後にみられる⁶⁾。また、身体的ストレスでは、比較的強度が高く、持続的な運動負荷でコルチゾール濃度が上昇することが報告されている^{7) 8)}。今回の測定にて唾液中のコルチゾール濃度が、最大努力泳後に有意に増加していることは、明かに、運動負荷による変化を示していると推測できる。また、運動負荷により唾液中コルチゾール濃度が変動するにもかかわらず、低強度の負荷と考えられる漸増運動負荷中には唾液中のコルチゾール濃度の変化に有意差が認められなかったことは、唾液中のコルチゾール濃度の運動負荷による変動には短期的な強度の関与が示唆される。また、最大負荷ののち20分後まで唾液中

のコルチゾール濃度が有意に上昇することは、一定時間継続して唾液中のコルチゾール濃度が上昇していくことが示されているものの、短期的最大運動負荷によりどの程度の時間持続するかについては今回の測定では明らかにすることができず、漸増運動負荷様式による最大運動強度負荷後の唾液中のコルチゾール濃度増加の変動時間の推移については今後の課題と考えられた。また、今までの知見から、運動負荷を漸増することに伴い心拍数も漸増していく。また、血中乳酸値は、二回目の試技と三回目の試技の間で4 mmol/dl、いわゆるOBLAに当たる血中乳酸値を超える⁹⁾。このことから、唾液中のコルチゾール濃度は、OBLAに至るまでの心拍数並びに血中乳酸値とは相関を示さないことが推測される。ストレスの生理学的な評価のための視床下部-下垂体-副腎系(Hypothalamic-Pituitary-Adrenal: HPA)指標の一つとしてコルチゾールが注目されている¹⁰⁾。そのため、唾液中のコルチゾール濃度は、最大努力泳という競泳における運動負荷に対する視床下部-下垂体-副腎系(Hypothalamic-Pituitary-Adrenal: HPA)を評価する新たな指標となりうる可能性があると考えられるが、さらなる検討が必要である。

本研究は、平成26年度国士舘大学体育学部附属体育研究所研究助成にて行われた。また、本研

究において利益相反の関係はない。

V. ま と め

本研究にて、競泳のトレーニングにおいて、漸増負荷による最大努力泳の後10分後に、唾液中の cortisol 濃度が上昇して行き、その傾向は少なくとも20分後まで継続することが示された。

引用・参考文献

- 1) F Maso, G Lac, E Filaire, O Michaux, A Robert (2004) Salivary testosterone and cortisol in rugby players : correlation with psychological overtraining items. *British Journal of Sports Medicine* 38 : 260-263.
- 2) 井澤修平・鈴木克彦 (2007) 唾液中 cortisol の測定キットの比較—唾液中・血漿中 cortisol の相関ならびに測定法間の比較—. *日本補完代替医療学会誌* 4 (3) : 113-118
- 3) 若吉浩二 水泳のトレーニングにおける血中乳酸濃度の活用 乳酸をどう活かすか 八田秀雄編著 杏林書院 135-148. 2008
- 4) 衛藤謙・豊島裕子・飯田直子・大熊誠尚 (2011) ストレスホルモン測定に基づく手術における外科医の精神的ストレス評価の試み. *慈恵医大誌* 126 : 135-142.
- 5) Abbass Rahimi, Seyed Morteza Tayebi (2013) The Effect of a Single Session of Moderate and Heavy Intensity Weight-lifting Exercise on Plasma Testosterone and Cortisol in Elite Male Weight-lifters. *Annals of Applied Sport Science* 1 (1) : 1-5.
- 6) B.M. Kudielka, A. Buske-Kirschbaum, D.H. Hellhammer, C. Kirschbaum (2004) HPA axis responses to laboratory psychosocial stress in healthy elderly adults, younger adults, and children : impact of age and gender. *Psychoneuroendocrinology* 29 : 83-98.
- 7) William J. Kraemer, Nicholas A. Ratamess (2005) Hormonal Responses and Adaptations to Resistance Exercise and Training. *Sports Med* 35 (4) : 339-361.
- 8) J. A. Nunes, B. T. Crewther, L. Viveiros, D. De Rose Jr, M. S. Aoki (2011) Effects of resistance training periodization on performance and salivary immune-endocrine responses of elite female basketball players. *J Sports Med Phys Fitness* 51 : 676-682.
- 9) 岩原文彦、松本高明、浅見俊雄：4mMOBLAを基準としたクーリングダウン泳について トレーニング科学、12 (1), 1-8 2000
- 10) 井澤修平・小川奈美子・原谷隆史 (2010) 唾液中 cortisol によるストレス評価と唾液採取手順. *労働安全衛生研究* 3 (2) : 199-124.