

## Neuroendokrine Facetten der Wettkampfangst

### – Identifikation objektiver Kriterien erfolgreicher sportpsychologischer Interventionen

Jürgen Beckmann<sup>1</sup> (Projektleiter), Felix Ehrlenspiel<sup>1</sup>, Martin Schönfelder<sup>2</sup>,  
Katharina Strahler<sup>3</sup> & Jakob Weil<sup>1,2</sup>

Technische Universität München

<sup>1</sup>Lehrstuhl für Sportpsychologie; <sup>2</sup>Lehrstuhl für Sport und Gesundheitsförderung;

<sup>3</sup>Universität Potsdam

### Fragestellung

Im Anschluss an die Entwicklung von Diagnostika zur Wettkampfangst und ihrer Bewältigung (Wettkampfangstinventar (WAI), vgl. Diagnostikportal unter [www.bisp-sportpsychologie.de](http://www.bisp-sportpsychologie.de)) sollen spezifische und indizierte Interventionsmaßnahmen entwickelt bzw. vorhandene Methoden auf ihre spezifische Wirkung evaluiert werden. Für die Evaluation stehen z. Z. nur subjektive, psychologische Parameter zur Verfügung. Es bedarf aber auch physiologischer, insbesondere neuroendokriner Erfolgskriterien, weil sie (a) objektiv sind, (b) die langfristige Wirksamkeit nachweisen (bilden neuronale Adaptation ab) und (c) in der klinischen Psychologie mittlerweile standardisiert erfasst werden. Allerdings ist die endokrine Wettkampfangstreaktion keineswegs trivial und nur wenig erforscht.

Die bisherigen Forschungen zum Zusammenhang von psychischer und physiologischer Stressreaktion auf einen Wettkampf beziehen sich weitestgehend auf das Cortisol als Hormon der Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-Achse (HHNA). Aus dem Gros der Studien (Übersichten bei Ehrlenspiel, Beckmann, & Strahler, 2008; Salvador, 2005; Salvador, & Costa, 2009) ist zu erkennen, dass eine Reaktion auf Wettkämpfe erhöhte Cortisolwerte darstellen. Jedoch müssen bei Cortisoluntersuchungen die tageszeitlichen Schwankungen und weitere mögliche Cortisol beeinflussende Faktoren berücksichtigt werden und anhand von vergleichbaren Baseline-Messungen kontrolliert werden. Zudem sind bislang nur die unmittelbaren Reaktionen, nicht jedoch die zeitlich etwas langfristigeren Prozesse vor einem Wettkampf untersucht worden (vgl. Strahler et al., 2009).

Anders als die offenbar sehr gut untersuchte HHN-Achse der physiologischen Stressreaktion ist die zweite (eigentlich primäre und schnellere) Reaktion der sympathico-adrenergen Achse, über die insbesondere (Nor-)Epinephrin ausgeschüttet wird, kaum erforscht. Kivlighan und Granger (2006) untersuchten Ergometerruderer in einem 2000-m-Lauf unter Laborbedingungen. An Stelle des nur mittels invasiver Verfahren zu ermittelnden (Nor-)Epinephrins erfassten sie über Speichelproben die Aktivität von alpha-Amylase. Diese hat sich als Marker sympatho-adrenerger Aktivität etabliert (Granger et al., 2007). In der Studie von Kivlighan und Granger (2006) kam es zu deutlichen Veränderungen der Alpha-Amylase-Konzentration als Antwort auf den Wettkampf, aber nicht in Erwartung auf den Wettkampf. Schließlich wur-

de festgestellt, dass die individuellen unterschiedlichen Alpha-Amylase-Reaktionen zusammenhängen mit der Erfahrung in den jeweiligen Situationen, der inneren Einstellung und der Leistung, die erbracht wird.

Aus den genannten Befunden ergeben sich in Vorbereitung eines Evaluationsprojekts zunächst folgende Fragen:

- Wie gestaltet sich die neuroendokrine Reaktion in der Erwartung eines Wettkampfs in Bezug auf
  - die Aktivität der HHN-Achse, ermittelt über Speichel-Cortisol
  - die sympatho-adrenerge Aktivität, ermittelt über alpha-Amylase?
- Welchen Einfluss haben mögliche Moderatoren (insbesondere Wettkampffähigkeit) und Mediatoren (z. B. Stressverarbeitung, sonstige psycho-physische Belastung)?

Das beantragte Projekt verfolgt über diese eher grundlagen-orientierten Fragen die Absicht, Hinweise für die Durchführung von ähnlichen Studien zu liefern. Die Erhebung bedeutet im Vergleich zu rein psychologisch-subjektiven Maßen (wie Fragebogen) erheblich höhere Kosten (Material, Analyse, Personal). Damit ist eine solch umfassende Erhebung in Zukunft eher unrealistisch, zumal an anderen Institutionen selten ein entsprechend ausgestattetes Labor vorhanden ist und die Auswertung an Externe vergeben werden müsste. Schließlich stellt sich die Frage ob Probanden aus dem Spitzensport bereit sind, die zum Teil aufwändige Datenerhebung mit zu machen. So bedeutet die Datenerfassung zum Beispiel, morgens erst 60 min nach Erwachen die erste Nahrung zu sich zu nehmen und auch auf das Zähneputzen zunächst zu verzichten. Das Projekt soll daher Hinweise liefern, welche neuroendokrinen Parameter sich aus inhaltlicher und pragmatischer Perspektive für den zukünftigen Einsatz eignen. Diese Hinweise werden Eingang in einen Leitfaden finden.

## **Methode**

### **Stichprobe**

Die zunächst erhobene Stichprobe umfasste  $N = 17$  nicht rauchende Triathleten. Das mittlere Alter der Probanden betrug  $M = 19,05 \pm 2,8$  Jahre. Die Athleten betrieben 6,4 Mal pro Woche ( $SD = 2,4$ ) Sport bei einem Umfang von  $M = 11,1$  ( $SD = 5,0$ ) Stunden. Die Triathlone Erfahrung belief sich auf  $M = 3,5$  Jahre ( $SD = 3,0$ ) und alle Teilnehmer stufen den zu bestreitenden Wettkampf mit  $M = 2,7$  ( $SD = 0,83$ ) als „eher wichtig“ ein. Die Daten von 9 Probanden konnten wegen Unvollständigkeit nicht in die Untersuchung integriert werden. Zwei Probanden mussten im frühen Stadium der Untersuchung wegen Krankheit abbrechen. 7 Probanden gaben ihre Proben unvollständig ab oder aber gaben im Protokollbogen an, sich nicht an die Anweisung zur korrekten Sammlung der morgendlichen Speichelproben gehalten zu haben. Demnach eigneten sich Daten von 8 Probanden zu einer Auswertung, wobei bei einem Probanden drei Morgenproben durch eine Mittelwertberechnung vervollständigt werden konnten (Details siehe Weil, 2009).

## Design

An 6 Tagen im Rahmen eines Triathlon-Wettkampfs wurden Fragebogendaten und Speichelproben erfasst. Zur Bestimmung einer Baseline physiologischer und psychologischer Prozesse wurden 8 Tage, 7 Tage und 4 Tage vor dem Wettkampf Daten erhoben. Zur Erfassung der wettkampfbedingten Prozesse wurden Speichelproben einen Tag vor dem Wettkampf, am Wettkampftag und am Tag nach dem Wettkampf eingeholt.

## Instrumente und Analyseverfahren

Weil die Stichprobe aufgrund der beschriebenen Probleme bereits bei der Datenerhebung so gering ausfiel, wurde bis zum Zeitpunkt dieses Zwischenberichts auf eine umfangreiche Analyse aller Daten verzichtet. Zur Darstellung der ersten Befunde wurden nur einzelne Werte herangezogen; deren Erfassungs-Verfahren werden hier kurz vorgestellt.

*Psychometrische Analyse:* Untersucht wurde zum einen der Wettkampfangst-Zustand mittels Wettkampfangst-Inventar-State (Ehrlenspiel et al., 2009). Dieser Fragebogen mit seinen 12 Items ist Teil des Wettkampf-Angst-Inventars (Brand et al., 2009). Konstruiert wurde das WAI-S nach dem englisch sprachigen Competitive Anxiety Inventory-2 (CSAI-2) von Martens et al. (1990). Es umfasst drei Skalen: „Somatische Angst“ erfasst den Grad der wahrgenommenen, körperlichen Symptome (Zittern, Herzrasen usw.) in Bezug auf einen kurz bevorstehenden Wettkampf (Beispiel: „Jetzt, in diesem Augenblick fühle ich mich zittrig.“). „Kognitive Angst“ beschreibt, inwieweit der bevorstehende Wettkampf Selbstzweifel oder spezifische Sorgen im Sportler hervorruft (Beispiel: „Jetzt, in diesem Augenblick bin ich besorgt, dass ich dem Druck nicht standhalte.“). „Zuversicht“ ermittelt das Selbstvertrauen des Sportlers in Hinblick auf den Verlauf und den Ausgang des bevorstehenden Wettkampfes (Beispiel: „Jetzt, in diesem Augenblick bin ich überzeugt, dass ich meine volle Leistung abrufen kann.“). Innerhalb der Items haben die Teilnehmer auf einer Skala von „1 = gar nicht“ bis „4 = sehr“ die Wahl, anzugeben inwieweit die Aussage für sie in diesem Augenblick zutrifft. Die Reliabilität der Skalen, gemessen mittels Interner Konsistenz (Crombachs  $\alpha$ ), ergibt für „Somatische Angst“ ( $\alpha = ,81$ ) und „Zuversicht“ ( $\alpha = ,82$ ) zufriedenstellende Werte. Lediglich „Kognitive Angst“ ( $\alpha = ,74$ ) fällt leicht aus dem akzeptablen Bereich, der zwischen  $\alpha = ,82$  und  $\alpha = ,77$  liegt.

*Die Messung der Cortisolkonzentration im Speichel:* Für die biochemische Analyse wurde Speichel in kleinen Plastikröhrchen mit Sicherheitsverschluss von ELISA gesammelt. Die Probanden wurden dazu angehalten, die Proben bis zum Wettkampf im eigenen Kühlschrank aufzubewahren. Am Wettkampftag wurden die Proben beim Versuchsleiter abgegeben und gekühlt in das Sportbiologielabor der TU-München zur weiteren Verarbeitung gebracht. Die quantitative Bestimmung des Cortisols im Speichel geschah mittels Salivary Cortisol HS ELISA Enzymimmunoassay (DRG Instruments GmbH, Marburg). Es wurde je Probe zwei Mal gemessen, wobei der finale Wert sich aus dem Mittelwert der zwei Messungen pro Probe zusammensetzt.

*Die Messung der Alpha-Amylase-Konzentration im Speichel:* Zur Messung der Alpha-Amylase-Aktivität wurde das Salimetrics™ Salivary  $\alpha$ -amylase assay kit (Salimetrics, State College, PA) nach Instruktionen des Herstellers ebenfalls im Sportbiologielabor verwendet. Die Alpha-Amylase wurde aus der gleichen Probe gezogen mit der auch schon das Cortisol analysiert wurde.

*Abhängige Variablen:* Für die Messung der Wettkampfangst wurden die Skalenwerte verwendet. Für die Cortisol-Aufwachreaktion wurde aus den vier ersten Speichelproben nach dem Aufwachen für jede Person der Morgencortisolwert als „area-under-curve“ über folgende Formel errechnet  $((T1\_Co\_0 * 30 + ((T1\_Co\_30 - T1\_Co\_0) * 30)/2) + (T1\_Co\_30 * 15 + ((T1\_Co\_45 - T1\_Co\_30) * 15)/2) + (T1\_Co\_45 * 15 + ((T1\_Co\_60 - T1\_Co\_45) * 15)/2))$ . Zur Bestimmung der Alpha-Amylase-Aktivität wurde der erste Wert nach dem Aufwachen als „Aufwach-Alpha-Amylase-Aktivität“ bestimmt und für die statistische Analyse verwendet. Für die statistischen Analysen wurden sowohl Absolut-Werte verwendet als auch relative, das heißt an der Baseline normierte Werte. Als Baseline für die Wettkampfproben diente die Messung am entsprechenden Wochentag eine Woche vorher, für die Messung unter der Woche der Baseline-Freitag.

## Ergebnisse

### Der Verlauf der Aufwach-Alpha-Amylase

Bei einer Stichprobe von  $N = 8$  zeigten sich mittels einfaktorieller Varianzanalysen über fünf Messzeitpunkte keine Effekte bezüglich eines Anstieges der Aufwach-Alpha-Amylase ( $F(4,00) = 1,150$ ;  $p = 0,448$ ;  $\eta^2 = .535$ ). Aus Abb. 1 erkennt man jedoch einen schwankenden Verlauf der Aufwach-Alpha-Amylase Konzentration im Verlauf der Woche. Auch ein Vergleich der Messzeitpunkte mit der 2. Baseline ergab keine signifikanten Effekte.

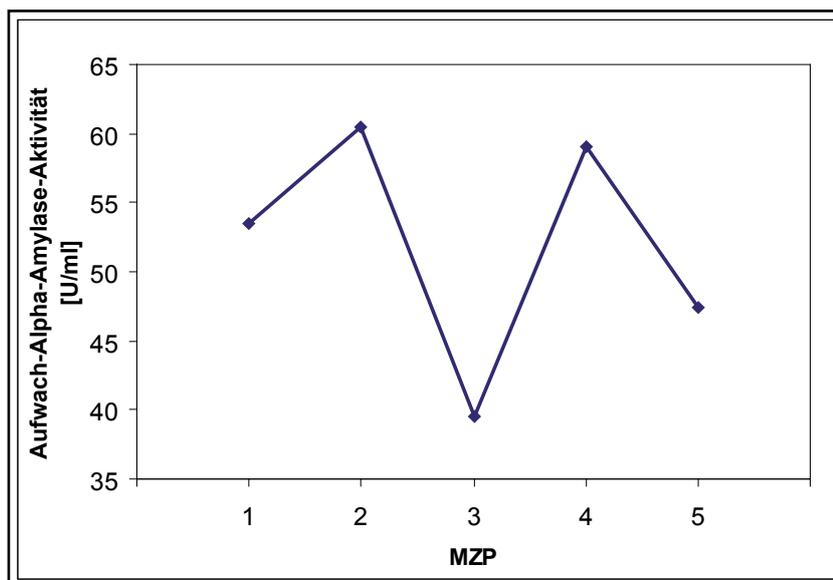


Abb. 1: Verlauf der Aufwach-Alpha-Amylase-Aktivität über die Messzeitpunkte MZP 1 bis MZP 5 ( $N = 8$ )

## Der Verlauf des Morgencortisols

Auch bei den Werten der Morgencortisolausschüttung konnten mittels Varianzanalyse keine signifikanten Effekte in Hinblick auf einen Anstieg ( $F(3,00) = 1,362$ ;  $p = .416$ ;  $\eta^2 = .645$ ) gefunden werden (Abb. 2). Ähnlich wie bei der Aufwach-Alpha-Amylase-Aktivität kommt es zu einem wechselnden Anstieg und Abfall. Auch ein Vergleich der Messzeitpunkte mit dem Messzeitpunkt 1 brachte keine signifikanten Ergebnisse oder Tendenzen.

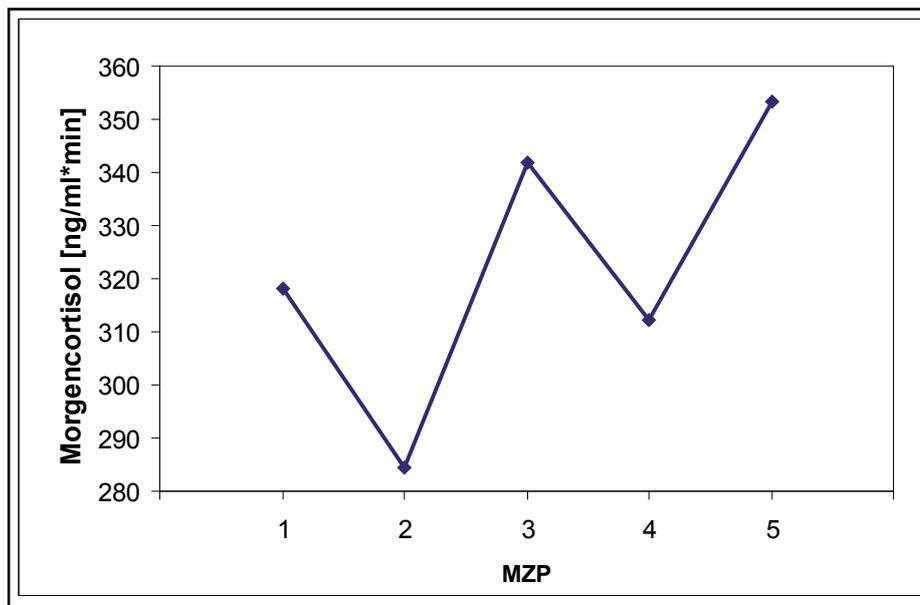


Abb. 2: Verlauf des Morgencortisols über die Messzeitpunkte MZP 1 bis MZP 5 (N = 7)

Für die Differenzwerte des Morgencortisols ist ein nicht signifikanter Unterschied zu erkennen, wobei der Wert des Wettkampftages größer ist als der des Tages vor dem Wettkampftag. Dieser Unterschied zeigt zwar keine Signifikanz ( $F(1,60) = 1,044$ ;  $p = ,346$ ;  $\eta^2 = .148$ ), dennoch betrug der Anstieg des Morgencortisolwertes für den Wettkampftag ca. 24 % im Vergleich zur Basline. Am Tag vor dem Wettkampf ist der Wert des Morgencortisols um ca. 2 % gefallen.

Tab. 1: Differenzwerte des Morgencortisols (N = 7)

	M	SD
Tag vor Wettkampf	-6,03	116,89
Wettkampftag	69,02	182,78

### Verlauf der somatischen und kognitiven Angstwerte

In dieser Untersuchung werden nur die Werte aus der somatischen und der kognitiven Skala des WAI-S untersucht. Ein Interaktionseffekt scheint nicht vorzuliegen zwischen den beiden Dimensionen und den Messzeitpunkten ( $F(4,0) = ,992$ ;  $p = ,503$ ;  $\eta^2 = ,498$ ); es findet sich auch kein Effekt auf dem Faktor Messzeitpunkt ( $F(4,0) = 1,767$ ;  $p = ,297$ ;  $\eta^2 = ,639$ ). Anhand der Grafik (Abb. 3) ist immerhin ein leichter Anstieg bei beiden Skalen während T1-T3 zu erkennen.

Betrachtet man die Skalen getrennt von einander mittels Varianzanalyse mit Messwiederholung, so kann man für die somatischen Angst einen an der Grenze zu einem Signifikanzniveau vorliegenden Zeiteffekt erkennen ( $F(4,28) = 3,608$ ;  $p = ,057$ ;  $\eta^2 = ,271$ ). Für die kognitive Angst zeigt sich ebenfalls eine Tendenz zu einem Zeiteffekt ( $F(4,28) = 1,890$ ;  $p = ,140$ ;  $\eta^2 = ,213$ ).

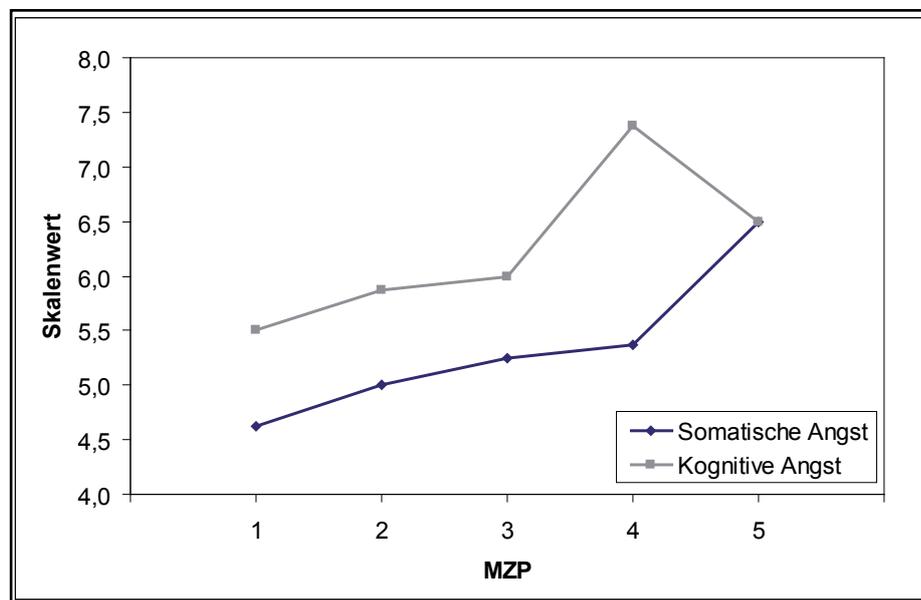


Abb. 3: Verlauf der somatischen und kognitiven Angst über die Messzeitpunkte MZP 1 bis MZP 5 (N = 8)

Die Differenzwerte der kognitiven Angst ergaben einen Unterschied, der sich in der Nähe der Signifikanzgrenze bewegt ( $F(1,70) = 3,723$ ;  $p = ,095$ ;  $\eta^2 = ,347$ ). Es ist am Vorwettkampftag ein höherer Differenzwert als am Wettkampftag zu erkennen. Bei der somatischen Angst ist eine Tendenz zu erkennen ( $F(1,70) = 1,465$ ;  $p = ,265$ ;  $\eta^2 = ,173$ ). Hierbei ist der Differenzwert des Wettkampfes höher als der des Vorwettkampftages. Die statistische Analyse konnte keine signifikanten Ergebnisse liefern.

Tab. 2: Differenzwerte der Angst (N = 8)

	kognitive Angst			somatische Angst	
	M	SD		M	SD
Tag vor Wettkampf	1,88	2,10		0,75	1,91
Wettkampftag	0,63	1,51		1,50	1,93

## Diskussion

Zusammenfassend lässt sich auf Basis der nur sehr geringen Stichprobe feststellen, dass es bei den hier untersuchten Triathleten vor dem Wettkampftag einen Abfall der alpha-Amylase-Aktivität und einen Anstieg der Cortisol-Aufwach-Reaktion gegeben hat. Auf psychologischer Ebene wurde dies begleitet durch einen Anstieg der somatischen Angst sowie einem – zumindest im Vergleich zur Baseline – leichten Anstieg in der kognitiven Angst.

Deutlich werden an diesen Daten die erheblichen methodischen Schwierigkeiten in der Erfassung der hier verwendeten Parameter. Die Erfassung früh-morgendlicher Daten ist in ganz erheblichem Maße an die Compliance der Untersuchungsteilnehmer gebunden. Während dies bei psychologischen Maßen möglicherweise nicht ganz entscheidend ist, vor allem aber in den Daten kaum entdeckt werden kann, hat dies auf die physiologischen Maße deutlich stärkere Auswirkungen. Tatsächlich zeigten sich in den ausgewerteten Speichelproben der Teilnehmer, die ehrlicherweise angaben, sich nicht an das vorgeschriebene Protokoll gehalten zu haben, deutliche Unterschiede zu den anderen Proben. Als weiteres Problem erwies sich die Lagerung der Speichel- und der, hier nicht berichteten, Urinproben. Manche Teilnehmer gaben an, dass sie die Proben entgegen der Anweisungen im Laufe der Woche nicht im Kühlschrank gelagert hatten. Hier sind erhebliche Veränderungen in den Proben zu erwarten. Schließlich ist auch im Triathlon der Wettkampfkalendarer recht eng gestrickt, sodass es nicht einfach war, Probanden zu finden, die tatsächlich vor dem anvisierten TUM-Triathlon ein wettkampffreies Wochenende hatten.

In einem zweiten Projektabschnitt soll die Größe der Stichprobe erweitert werden. Dazu werden einige methodische Schwierigkeiten, die aus dem ersten Abschnitt zu erkennen sind, durch geeignete Maßnahmen behoben. Dennoch zeigt sich bereits, dass die üblichen Erfassungsprotokolle für Sportler anzupassen sind, damit sie in der sportwissenschaftlichen Praxis angewendet werden können.

## Literatur

- Brand, R., Ehrlenspiel, F. & Graf, K. (Hrsg.) (2009). *Das Wettkampfangst- Inventar (WAI). Manual*. Bonn: Bundesinstitut für Sportwissenschaft.
- Brand, R., Graf, K. & Ehrlenspiel, F. (2009). Das Wettkampfangst- Inventar – Trait. In R. Brand, F. Ehrlenspiel, & K. Graf (Hrsg.), *Das Wettkampfangst- Inventar. Manual*. (S. 15- 69). Bonn: Bundesinstitut für Sportwissenschaft.
- Ehrlenspiel, F., Brand, R. & Graf, K. (2009). Das Wettkampfangst- Inventar – State. In R. Brand, F. Ehrlenspiel, & K. Graf (Hrsg.), *Das Wettkampfangst- Inventar. Manual*. (S. 71- 100). Bonn: Bundesinstitut für Sportwissenschaft.
- Ehrlenspiel, F., Beckmann, J. & Strahler, K. (2008). Competitive Anxiety - review and perspectives with a neuroendocrine slant. In A. Blachnio & A. Przepiórka (Eds.), *Blizej emocji II* [Closer to emotions] (pp. 166-183). Lublin: Wydawnictwo KUL.
- Granger, D.A., Kivlighan, K.T., Fortunato, C., Harmon, A.G., Hibel, L.C., Schwartz, E.B. & Whembolua, G.L. (2007). Integration of salivary biomarkers into developmental and behaviorally-oriented research: problems and solutions for collecting specimens, *Physiology & behavior*, 92 (4), 583–590.
- Kivlighan, K., & Granger, D. (2006). Salivary  $\alpha$ -amylase response to competition: Relation to gender, previous experience, and attitudes. *Psychoneuroendocrinology*, 31, 703-714.
- Martens, R., Vealey, R. S., & Burton, D. (1990). *Competitive anxiety in sport*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Salvador, A. (2005). Coping with competitive situations in humans. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 29 (1), 195-205.
- Salvador, A & Costa, R. (2009). Coping with competition: neuroendocrine responses and cognitive variables. *Neuroscience and biobehavioral reviews*;33 (2),160-170.
- Strahler, K. & Ehrlenspiel, F., Heene, M. & Brand, R. (2009). *Competitive anxiety and cortisol awakening response in the week leading up to a competition*. Manuscript submitted for revision.
- Weil, J. (2009). *Neuroendokrine Facetten der Wettkampfangst bei jugendlichen Triathleten*. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Technische Universität München.