

# Depressive Symptome, kardiale Regulation und kortikale Verarbeitung bei Leistungssportlern

*Depressive Symptoms, Cardiac Control and Cortical Processing in Athletes*

## Zusammenfassung

- ▶ **Problemstellung:** Reduzierte körperliche Anpassung bei emotionaler Belastung sowie Veränderungen im Selbstbezug sind Begleiterscheinungen depressiver Symptome, welche die körperliche und psychische Leistungsfähigkeit beeinflussen. Diese experimentelle Studie untersucht Zusammenhänge zwischen selbstberichteten depressiven Symptomen, emotionaler Belastung und Veränderungen im Selbstbezug bei erwachsenen Leistungssportlern und überprüft die Schwere selbstberichteter depressiver Symptome bei erwachsenen und jugendlichen Leistungssportlern mit standardisierten Selbstbeurteilungsverfahren.
- ▶ **Methode:** Bei 40 erwachsenen, leistungssportlich aktiven jungen Frauen und Männern (Alter: M=21.8 Jahre, SD=3.1) wurden a) die Herzratenvariabilität (HRV) bei emotionaler Belastungsvorstellung als biopsychologischer Indikator für körperliche Anpassung sowie b) die kortikale Verarbeitung selbstbezogener Reize im Elektroenzephalogramm als neurophysiologischer Indikator für Veränderungen im Selbstbezug gemessen und mit der Ausprägung depressiver Symptome im Beck Depression Inventory in Beziehung gesetzt. Die Schwere depressiver Symptome wurde zusätzlich bei einer Kohorte jugendlicher Leistungssportler (N=18, M=17.5 Jahre, SD=1.8) erhoben.
- ▶ **Ergebnisse:** Erwachsene und jugendliche Leistungssportler zeigten subklinische Depressionswerte, welche mit Normwerten für Jugendliche und Erwachsene vergleichbar sind. Während emotionaler Belastungsvorstellung und der Verarbeitung selbstbezogener Reize zeigten sich in der untersuchten Erwachsenen-Stichprobe erwartete negative Zusammenhänge zwischen der kardialen Anpassung (HF-Band der HRV) und der Schwere depressiver Symptome. Zudem zeigten sich signifikante Unterschiede in der kortikalen Verarbeitung selbstbezogener Reize in Abhängigkeit der berichteten depressiven Symptomatik.
- ▶ **Diskussion:** Die Ergebnisse bestätigen bisherige Resultate aus Umfragestudien zum Vorliegen depressiver Symptome im Leistungssport. Sie zeigen, dass psychophysiologische Indikatoren (HRV, EEG) in Kombination mit experimentellen Paradigmen im leistungssportlichen Bereich bei kleinen Stichprobengrößen eingesetzt werden können, um depressionsassoziierte Belastungsindikatoren zu identifizieren.

## SCHLÜSSELWÖRTER:

Depression, Sport, emotionale Belastung, Selbstbezug, Herzratenvariabilität, kortikale Verarbeitung

## Einleitung

Sportliche Aktivität wird seit langem bei akutem und chronischem Stress zur Reduzierung des psychischen und körperlichen Erkrankungsrisikos empfohlen und in Präventionsprogrammen bei Jugend-

## Summary

- ▶ **Background and Aim:** Reduced physiological adaption to distress as well as changes in self-related processing are common side effects of depressive symptoms influencing mental and physical performance. This experimental study investigated the relationship between self-reported depressive symptoms, emotional distress and self-related processing in adult athletes and examined the severity of self-reported depressive symptoms in adult and adolescent athletes with standardized self-assessment inventories.
- ▶ **Method:** 40 young adult sport students (mean age: M=21.8 years, SD=3.1), all physically active in performance sports, and 18 adolescent athletes (mean age: 17.5 years, SD= 1.8) were screened for self-reported depression on the Beck Depression Inventory (BDI). In the adult cohort, heart rate variability (HRV) was assessed during affective imagery and during processing of self-related stimuli as a physiological measure of adaption to distress. Event-related potentials (ERPs) from the electroencephalogram were recorded as neurophysiological markers of self-related processing.
- ▶ **Results:** Mean BDI scores were comparable to normal reference groups in both experimental groups. Heart rate variability (HF-HRV) was inversely related to depression scores across tasks. ERPs elicited during self-related processing differed with regard to depressive symptoms.
- ▶ **Discussion:** The results confirm findings from survey studies on the presence of depressive symptoms in performance sports. Moreover, they reveal significant associations between subclinical depression scores, self-related processing and cardiac control to emotional distress in physically trained individuals involved in performance sports. Hence, psychophysiological measures can help identify depression-associated changes in performance sports.

## KEY WORDS:

Depression, Performance Sports, Emotional Distress, Self-Related Processing, Heart Rate Variability

1. UNIVERSITÄT ULM, *Abteilung für Angewandte Emotions- und Motivationspsychologie, Institut für Psychologie und Pädagogik, Ulm*
2. UNIVERSITY OF OTTAWA, *Institute of Mental Health Research, Ottawa, Canada*
3. UNIVERSITÄT TÜBINGEN, *Klinische Psychologie und Psychotherapie, Tübingen*



QR-Code scannen und Artikel online lesen.

## KORRESPONDENZADRESSE:

Prof. Dr. Cornelia Herbert  
Universität Ulm, Abteilung für Angewandte  
Emotions- und Motivationspsychologie  
Institut für Psychologie und Pädagogik  
Albert-Einstein-Allee 41, 89081 Ulm  
✉ : cornelia.herbert@uni-ulm.de

lichen, Erwachsenen und im Alter zur Steigerung des Wohlbefindens und der körperlichen Fitness eingesetzt (12, 41). Aufgrund seiner antidepressiven und anxiolytischen Wirkung hat sich sportliche >

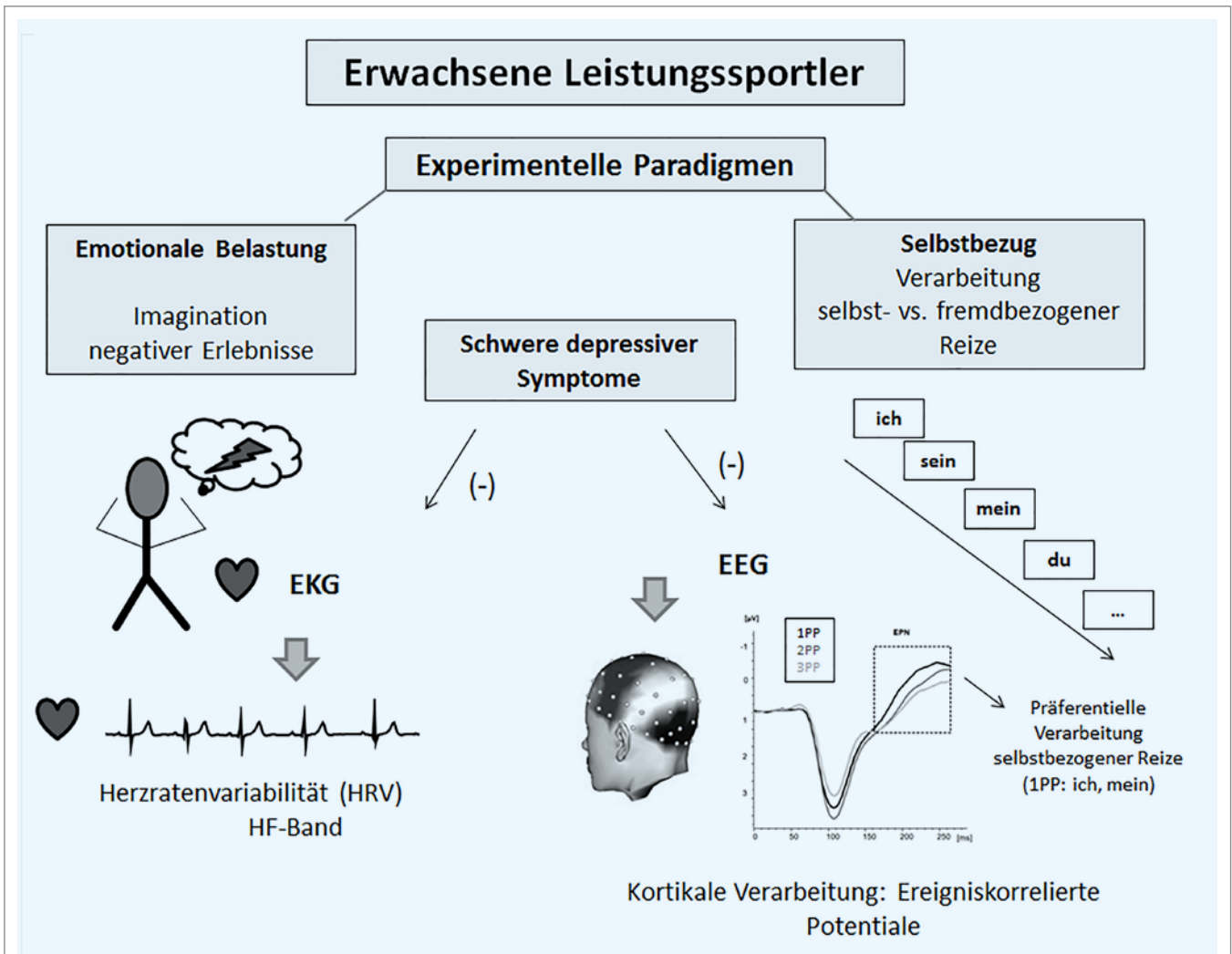


Abbildung 1

Darstellung der verwendeten experimentellen Paradigmen. Registrierung des Elektrokardiogramms (EKG) zur Analyse der Herzratenvariabilität (HRV) und der parasympathischen kardialen Anpassungsleistung (HF-Band) während imaginativer Belastungsvorstellung (linke Seite). Darbietung selbst- und fremdbezogener Pronomen (rechte Seite) sowie Modulation ereigniskorrelierter Potentiale (EKPs) während der Präsentation von Pronomen (Personal- und Possessivpronomen) der ersten (1PP), zweiten (2PP) und dritten Person (3PP) Singular („ich“, „du“, „er“, „mein“, „dein“, „sein“); (-)=negativer Zusammenhang.

Aktivität, beispielsweise in Form eines regelmäßigen Ausdauertrainings, neben pharmakologischen und psychotherapeutischen Verfahren auch in der Therapie von Patienten mit psychischen Störungen bewährt (10). Für affektive Störungen, vor allem für unipolare Depression, liegen positive Ergebnisse zur Verbesserung der depressiven Symptomatik durch sportliche Aktivität vor (15, 32).

Trotz der positiven Auswirkungen von sportlicher Aktivität auf die psychische und physische Gesundheit sind psychische Störungen wie die Depression im Leistungs- und Spitzensport keine Seltenheit. In Umfragen berichtet jeder fünfte befragte Leistungssportler Symptome, wie sie beispielsweise im Rahmen einer depressiven Störung auftreten (14). In einem Befragungszeitraum von 2006 bis 2008 waren allein in Deutschland ca. 15% aller Leistungssportler akut von einer Depression betroffen (25). Bei jugendlichen Leistungssportlern wurde eine Prävalenz von 20% für das Vorhandensein von depressiven Symptomen berichtet (11). Bisherigen anonymen Online-Befragungen zufolge sind es vor allem jugendliche und junge erwachsene Athleten, welche die Frage unter depressiven Symptomen zu leiden, bejahen (7). Umfragen aus dem internationalen Raum kommen sogar zu deutlich höheren Schätzungen der Prävalenz depressiver Symptome bei Leistungssportlern im Vergleich zur

Normalbevölkerung (39). Die Ursachen für depressive Symptome im Leistungssport sind noch weitgehend unbekannt. Neben Übertraining und körperlichen Verletzungen werden in der Literatur vor allem psychische und psychosoziale Faktoren als sportunspezifische Risikofaktoren für depressive Symptome diskutiert (1, 11, 17, 24, 39).

Leistungssportliche Aktivität stellt hohe Anforderungen an die körperliche und die psychische Belastbarkeit der Athleten. Sowohl im Training als auch während eines öffentlichen Wettkampfes muss ein Sportler emotionale Belastungen aushalten, mit Niederlagen und Erfolgen umgehen und eigene Gefühle und Intentionen von denen seiner Mitspieler und Kontrahenten unterscheiden, um im Wettkampf möglichst rasch die richtigen Entscheidungen zu treffen. Leistungssportliche Situationen verlangen von den Sportlern und Sportlerinnen somit akut und langfristig ein hohes Maß an Selbstregulation (22). Reduzierte körperliche Anpassung im Umgang mit emotionaler Belastung sowie Veränderungen im Selbstbezug sind häufige Begleiterscheinungen depressiver Symptome, welche die Selbstregulation und die Leistungsfähigkeit negativ beeinflussen können (36). Deswegen kann deren Untersuchung im leistungssportlichen Bereich besondere Bedeutung besitzen, um mögliche depressionsassoziierte Belastungsindikatoren rechtzeitig zu erkennen

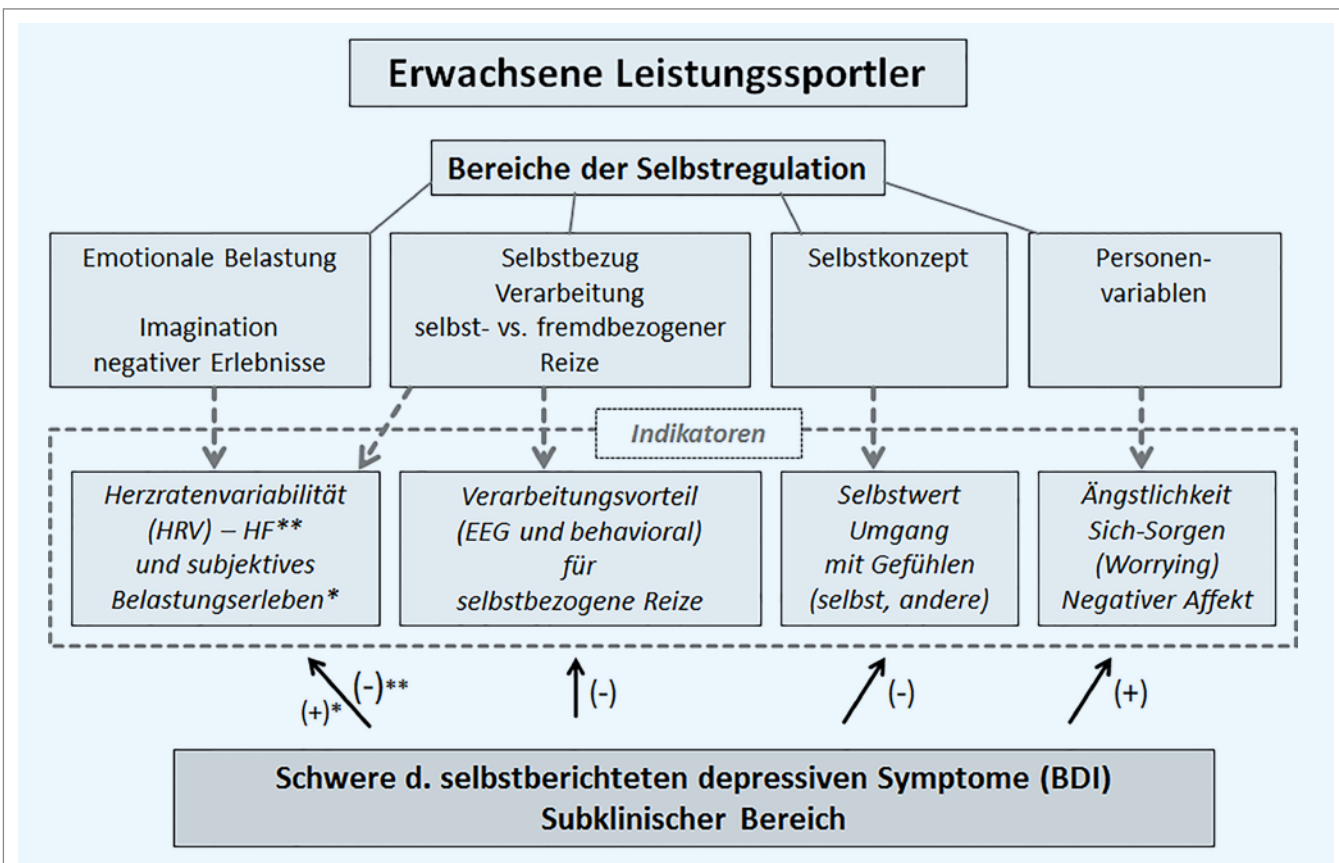


Abbildung 2

Signifikante positive (+)\* und negative (-)\*\* Zusammenhänge (durchgezogene Pfeile) zwischen der Schwere selbstberichteter depressiver Symptome (im BDI), der parasympathischen kardialen Regulation (HF-Band der HRV) und der kortikalen Verarbeitung im EEG während experimenteller Induktion emotionaler Belastung und selbstreferenzieller Verarbeitung sowie zum subjektiven Belastungserleben, Umgang mit Gefühlen und Personenvariablen in der Gruppe der erwachsenen Leistungssportler.

und Einbußen in der Selbstregulation und der Leistungsfähigkeit der Sportler zu vermeiden.

In den letzten Jahren wurden die Herzratenvariabilität (HRV) als psychophysiologisches Maß der Selbstregulation und Indikator für körperliche Anpassung bei psychischer Belastung sowie die kortikale Verarbeitung selbstbezogener Reize als neurophysiologischer Indikator für Veränderungen im Selbstbezug bei nicht leistungssportlichen Personen im Zusammenhang mit depressiven Symptomen intensiv untersucht (8, 30, 34, 35). Für die Herzratenvariabilität (HRV) zeigten sich signifikante Zusammenhänge zur Schwere der depressiven Symptomatik, welche im subklinischen Depressionsbereich in experimentellen Studien besonders während akuter psychischer, emotionaler und kognitiver Belastung beobachtet wurden (18, 35). Dies gilt auch für die bloße Vorstellung von und Erinnerung an subjektiv belastende emotionale Ereignisse, wobei speziell das Hochfrequenzband (HF-Band) der HRV als Indikator der parasympathischen kardialen Anpassungsleistung während der emotionalen Belastungsvorstellung bei Personen mit selbstberichteten depressiven Symptomen geringer ausgeprägt war (21, 26). Zusammengefasst sprechen die Befunde dafür, dass die körperliche Anpassung an emotionale und kognitive Belastung bereits bei subklinischen depressiven Symptomen verringert sein kann.

Analog zur Herzratenvariabilität berichten neurophysiologische Studien Zusammenhänge zwischen selbstreferentiellen Prozessen und depressiver Symptomatik (38). Studien, welche mittels Elektroenzephalographie (EEG) den Zeitverlauf selbstreferentieller Prozesse untersuchen, konnten zeigen, dass

Reize mit Selbstbezug, wie beispielsweise die Pronomen „ich“ oder „mein“ in Relation zu Pronomen der dritten Person kortikal bereits in den ersten 300 Millisekunden der Reizdarbietung präferentiell verarbeitet werden (z. B. (5)), wobei depressive Symptome mit eingeschränkter Diskrimination zwischen selbst- und fremdbezogenen Informationen einhergehen können (8, 20, 40).

### Problem- und Zielstellung

Ausgehend von den oben dargestellten Befunden und mit Blick auf mögliche Präventionsmaßnahmen war es Ziel dieser Studie zu untersuchen, ob depressive Symptome bei leistungssportlich aktiven Personen mit reduzierter körperlicher Anpassung bei psychischer Belastung sowie eingeschränkter Diskrimination zwischen selbst- und fremdbezogenen Informationen einhergehen. Wie in Abbildung 1 illustriert, wurden hierzu die Herzratenvariabilität (HRV) sowie die kortikale Verarbeitung im EEG (Elektroenzephalogramm) gezielt in einem laborexperimentellen Setting bei leistungssportlich aktiven, jungen Erwachsenen während der Vorstellung emotional belastender Ereignisse und der Verarbeitung selbstbezogener Reize gemessen und mit der subjektiv berichteten depressiven Symptomatik in Beziehung gesetzt. Im Einklang mit bisherigen Befunden, dass Selbstregulation bei emotionaler und kognitiver Belastung mit einer parasympathischen kardialen Anpassungsleistung verbunden ist, welche bei depressiven Symptomen verringert sein kann, wurde in beiden experimentellen Paradigmen ein negativer Zusammenhang >

Tabelle 1

Stichprobenkennwerte (Mittelwerte und Standardabweichungen (SD) sowie Range) für die Gruppe der erwachsenen und jugendlichen Sportler (w: weiblich, m: männlich).

	ERWACHSENE LEISTUNGSSPORTLER (N=40)	JUGENDLICHE LEISTUNGSSPORTLER (N=18)
Alter (Jahre)	21.8 (±3.1)	17.5 (±1.8)
Geschlecht (w, m)	w=17, m=23	w=5, m=13
Depression (BDI) (0-63 Punkte)	5 (±4.6) w=5.5 (±4.8) m=4.6 (±4.0)	7 (±5.5) w=6 (±2.8) m=7.9 (±6.3)
Angst (STAI) Trait (20-80 Punkte) State (20-80 Punkte)	34.61 (±7.2) 36.80 (±9.25)	36.3 (±6.1) 32.3 (±13.8)
Affekt (PANAS) Positiver Affekt (PA) (10-50 Punkte) Negativer Affekt (NA) (10-50 Punkte)	22.70 (±3.91) 16.37 (±4.1)	39.1 (±3.61) 21.7 (±4.42)
Sich-Sorgen (PSWQ) Worrying (16-80 Punkte)	42.71 (±13.47)	46.2 (±10.98)

zwischen dem HF-Band der HRV und der selbstberichteten depressiven Symptomatik erwartet (18, 21, 26, 35, 36). Bezüglich der Verarbeitung selbstbezogener Reize im EEG wurde erwartet, dass insbesondere die Modulation der EPN (early posterior negativity) als kortikales Korrelat einer stimulusgetriebenen Aufmerksamkeitslenkung auf motivational relevante Reize bei der Verarbeitung selbstbezogener im Vergleich zu fremdbezogenen Reizen, in Abhängigkeit von der berichteten depressiven Symptomatik, reduziert ist (siehe Abb. 1) (5, 16, 28).

Zweites Ziel war es, das Ausmaß selbstberichteter depressiver Symptome - anders als in vielen bisherigen Umfragestudien - über standardisierte Fragebögen zu erheben, um konkretere Aussagen zur Schwere der berichteten depressiven Symptome bei leistungssportlichen Personen treffen zu können. Bezugnehmend auf die Ergebnisse aus bisherigen Umfragen wurden die Fragebögen dazu auch von jugendlichen Leistungssportlern ausgefüllt. Des Weiteren wurden mit Depression assoziierte, sportspezifische Risikofaktoren (Trainingspensum, Verletzungen) sowie sportunspezifische Risikofaktoren mittels Fragebögen erhoben. Bezüglich sportunspezifischer Risikofaktoren werden in der klinischen Literatur u. a. Ängstlichkeit, bestimmte Kognitionsmuster (z. B. Worrying) und Veränderungen im Selbstkonzept als begünstigend für die Aufrechterhaltung depressiver Symptome diskutiert (2, 29).

## Material und Methoden

### Stichprobe

Es nahmen 40 leistungssportlich aktive, junge Erwachsene (17 Frauen, 23 Männer) im durchschnittlichen Alter von 21,8 Jahren (Median=21 Jahre, SD=3,1, Range: 19-36 Jahre) sowie 18 jugendliche Leistungssportler (13 männliche und 5 weibliche) im Alter von 15-21 und einem Durchschnittsalter von 17,5 Jahren (SD=1,8 Jahre) an der Studie teil. Die Gruppe der erwachsenen Leistungssportler wurde vorwiegend über Studierende der Sportwissenschaften rekrutiert und über hochschulinterne Aushänge über die Studienteilnahme informiert. Die Gruppe der jugendlichen Leistungssportler wurde in Absprache mit Trainern und Internaten rekrutiert und nahm nicht an den physiologischen Messungen teil. Aktive bzw. fehlende Kaderzugehörigkeit waren kein Ein- bzw. Ausschlusskriterium für eine Studienteilnahme. Alle Personen nahmen freiwillig an der Untersuchung teil. Von allen Teilnehmenden wurden Da-

ten zur leistungssportlichen Aktivität (Sportart, Trainingspensum, regionale/nationale/internationale Erfolge, Verletzungen) erhoben.

In der Stichprobe der erwachsenen Sportler gaben alle Teilnehmenden an, leistungssportlich aktiv zu sein, wobei 5 von 40 Teilnehmern berichteten, noch keine regionalen, nationalen oder internationalen Erfolge in ihrer Sportart (z. B. Fußball, Leichtathletik, Handball, Eishockey, Kunstturnen) erzielt zu haben. Bei den jugendlichen Leistungssportlern gaben alle Teilnehmenden an, auf regionaler, nationaler oder internationaler Ebene in ihrer Sportart (z. B. Fußball, Eishockey, Boxen, Kunstturnen, Tennis, Judo) erfolgreich aktiv zu sein (z. B. Meistertitel, Medaillen und Pokalsiege). In beiden Stichproben trainierte niemand unterhalb 5 Stunden/Woche. Das maximal angegebene Trainingspensum lag bei 12 Stunden/Woche. In beiden Stichproben musste zum Zeitpunkt der Untersuchung niemand wegen einer Sportverletzung das Training unterbrechen.

### Experimentelle Untersuchung

Die experimentelle Untersuchung bestand aus zwei standardisierten Paradigmen (siehe Abb. 1). Zum einen wurden die Teilnehmer gebeten, sich an ein Erlebnis im Sport zu erinnern, das für sie besonders emotional belastend war. Dabei sollten sie sich analog zu bisherigen Imaginationsaufgaben das Erlebnis so intensiv wie möglich für zwei Minuten vor dem geistigen Auge vorstellen, währenddessen das Elektrokardiogramm aufgezeichnet wurde (21, 26). Auf eine neutrale Imaginationsbedingung wurde aus Gründen mangelnder Standardisierbarkeit neutraler autobiographischer Ereignisse verzichtet. Vor und nach der Imagination gaben die Teilnehmer zur Abschätzung des subjektiven Belastungserlebens auf einem 9-stufigen non-verbalen Beurteilungsinstrument (Self Assessment Manikin, kurz SAM) an, wie angenehm bzw. unangenehm und wie aufgeregt sie sich fühlen (6).

Zum anderen wurden Pronomen, die in ihrem Selbstbezug variierten („ich“, „mein“, „du“, „dein“, „er“, „sein“) gemeinsam mit Füllertems (z. B. „ein“, „es“) mittels rascher serieller visueller Präsentation (RSVP) jeweils für 400ms in zufälliger Reihenfolge 60-mal auf einem Computermonitor präsentiert (5). Aufgabe der Versuchsperson war es, die Stimuli zu betrachten während das Elektroenzephalogramm und das Elektrokardiogramm aufgezeichnet wurden. Mithilfe des EEGs und der Modulation der ereigniskorrelierten Potentiale im EEG, insbesondere der EPN (early posterior negativity), können im RSVP-Paradigma stimulusgetriebene Aufmerksamkeitsprozesse auf selbstbezogene im Vergleich zu fremdbezogenen Reizen reliabel und valide überprüft werden. Am Ende der vierminütigen Präsentation sollten die Versuchspersonen angeben, wie häufig jedes Wort auf einer Skala von 1-100 (in Prozent) gezeigt wurde, um Verarbeitungspräferenzen für selbstbezogene Reize post-experimentell zudem auf Verhaltensebene zu überprüfen (5). Der Studienplan wurde von der lokalen Ethikkommission der Deutschen Sporthochschule Köln bewilligt.

Zur Berechnung der HRV wurde das Elektrokardiogramm (EKG) über zwei EKG-Einmalelektroden (Ableitung nach Einthoven I) während der experimentellen Untersuchung aufgezeichnet, offline gefiltert, manuell auf physiologische und physikalische Artefakte überprüft und die RR-Intervalle für die Berechnung der HRV bestimmt. Die Berechnung der Herzratenvariabilität (HRV) erfolgte für jedes Paradigma separat, wobei vor allem das durch Spektralanalysen extrahierte HF-Band [HF n.u.] im Frequenzbereich von 0.15-0.40 im Einklang mit bisherigen Studien als zentrales Maß der parasympathischen kardialen Anpassungsfähigkeit verwendet

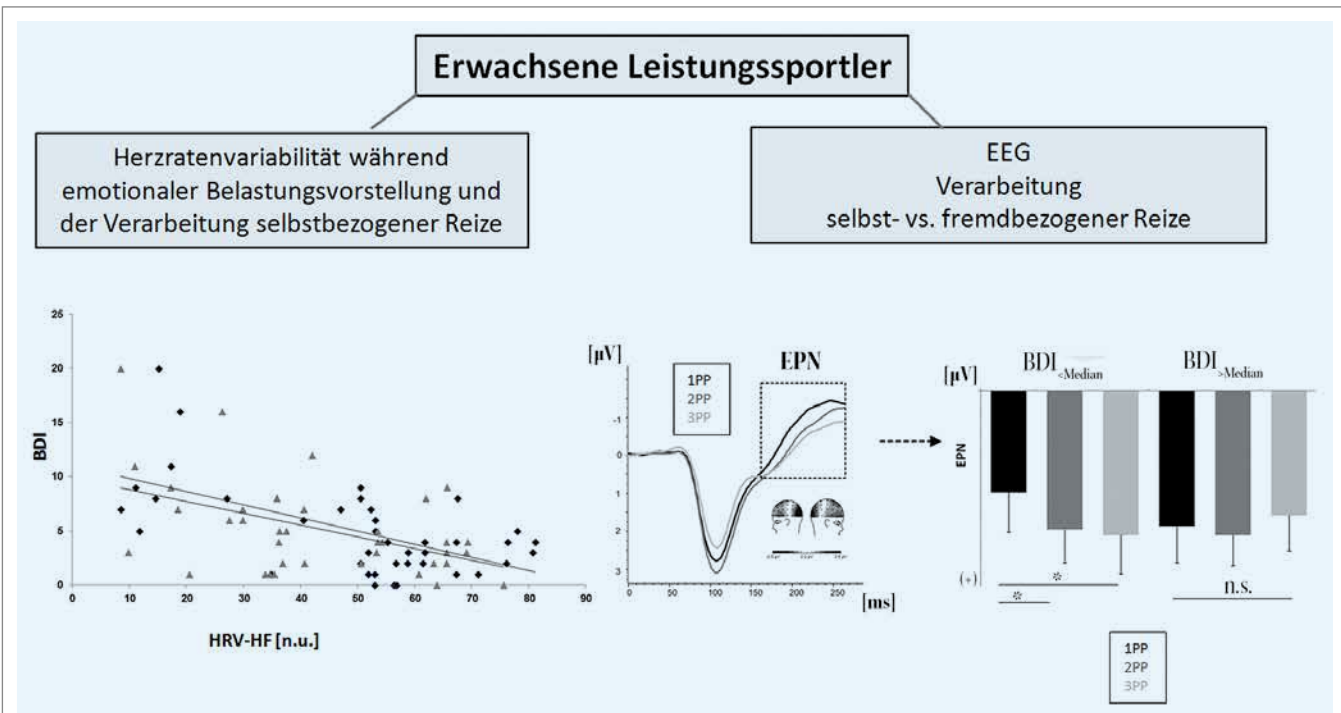


Abbildung 3

Links: Zusammenhang zwischen selbstberichteten depressiven Symptomen und der Ausprägung des HF-Bandes [HF n.u.] während der emotionalen Belastungsvorstellung (grau) und der Verarbeitung der Pronomen (schwarz). Rechts: Modulation der EPN während der Präsentation der Pronomen. Die topographische Abbildung zeigt die Differenz (erste Person – dritte Person) im Zeitfenster der EPN (schwarz umrandet). Das Balkendiagramm zeigt die Modulation der EPN (Mittelwerte und Standardfehler), getrennt für die beiden Gruppen (BDI < Median und BDI > Median), gemittelt über die Elektroden des rechten und linken parieto-okzipitalen Elektrodenclusters.

wurde (33). Die spektralanalytischen Komponenten der HRV wurden mit der Software ARTiiFACT berechnet (19). Ebenfalls während der experimentellen Untersuchung wurde das Elektroenzephalogramm (EEG) non-invasiv mit einem 64-Kanalsystem (ant neuro) bei einer Abtastrate von 2000Hz aufgezeichnet. Zur Analyse der ereigniskorrelierten Potentiale (EKPs) während der Verarbeitung selbst- und fremdbezogener Pronomen wurde das EEG offline von 0.01-100Hz gefiltert, von Augenartefakten und physikalischen Artefakten bereinigt, re-referenziert (Durchschnittsreferenz), epochiert und anschließend von -400ms bis 0ms Baseline korrigiert und für jeden Stimulustyp gemittelt (Details zur Auswahl der Baseline und des Preprocessings in RSVP-Designs siehe (5, 16)). Von der Analyse der EEG-Daten mussten vier Personen aufgrund von physiologischen Artefakten ausgeschlossen werden. Eine Person musste wegen Bewegungsartefakten im EKG von der statistischen Analyse der HRV ausgeschlossen werden.

### Selbstbeurteilungsverfahren

Das Vorliegen depressiver Symptome wurde über das Beck-Depressionsinventar (BDI) erhoben, das die Schwere der depressiven Symptome erfasst (13). Des Weiteren wurde die Affektivität mittels der deutschen Version des Positive and Negative Affect Schedule (PANAS) zur Kontrolle von Stimmungseffekten erhoben und die Ängstlichkeit über das Angstinventar von Spielberger (STAI) und das Ausmaß des Sich-Sorgens über die deutsche Version des Penn State Worry Questionnaire (PSWQ) in beiden Stichproben erfasst (23, 31, 37). Des Weiteren wurden in der Erwachsenen-Stichprobe zusätzlich Aspekte des Selbstkonzepts (allgemeine Selbstwertschätzung, Umgang mit Gefühlen) über die Frankfurter Selbstkonzeptskalen (FSKN) erhoben (9).

### Ergebnisse

#### Herzratenvariabilität (HRV) und kortikale Verarbeitung

Das HF-Band der Herzratenvariabilität (HF [n.u.]) korrelierte, wie erwartet, in beiden Paradigmen signifikant negativ mit den BDI-Depressionswerten (emotionale Belastungsvorstellung:  $r=-0.59$ ,  $p<.001$ ; Verarbeitung selbstbezogener Reize:  $r=-0.48$ ,  $p<.001$ ). Die Werte des HF-Bandes waren in beiden Paradigmen niedriger, je höher die BDI-Werte ausfielen. Nach der Belastungsvorstellung fühlten sich alle Personen nach der Imagination im Vergleich zu vor der Imagination weniger positiv gestimmt ( $F(1,39)=14.05$ ,  $p=.006$ ,  $\eta^2=0.26$ ). Dies korrelierte als Maß für das subjektive Belastungserleben mit dem im BDI erreichten Summenwert ( $r=-0.48$ ,  $p=.002$ ): je höher die depressive Symptomatik, desto weniger positiv gestimmt bzw. desto stärker war das subjektive Belastungserleben (siehe Abb. 2).

Während der Verarbeitung selbstbezogener Reize zeigte sich, wie erwartet (5), bei Überprüfung mit mehrfaktorieller Varianzanalyse (ANOVA) mit den Innersubjektfaktoren Pronomen (Personal vs. Possessiv), Bezug (erste Person, zweite Person und dritte Person), Elektrodenposition (nur im EEG; rechtes und linkes parieto-okzipitales Elektrodencluster) sowie dem Zwischensubjektfaktor Gruppe (niedriges vs. hohes Depressionsrisiko, Mediansplit) ein Verarbeitungsvorteil für selbstbezogene Pronomen sowohl in den ereigniskorrelierten Potentialen (EKPs) im EEG (siehe Abb. 3) und in den Verhaltensdaten. Im Zeitbereich früher EKPs, insbesondere der EPN (early posterior negativity), welche kortikal selektive Aufmerksamkeitsprozesse auf saliente Reize erfasst (5, 16, 28), ergaben sich, wie erwartet, signifikante Interaktionen zwischen dem Gruppenfaktor (hoch vs. niedrige depressive Symptomatik) und dem Faktor Selbstbezug (Bezug x Gruppe:  $F(2,68)=4.00$ ,  $p<.05$ ,  $\eta^2=0.1$ ). Sportler, deren BDI-Wert oberhalb des Medians der Stichprobe lag, zeigten >

Tabelle 2

Korrelationen nach Pearson (r) bzw. Spearman's Rho (r<sub>s</sub>) in der Gruppe der erwachsenen und jugendlichen Leistungssportler. Für die Gruppe der jugendlichen Leistungssportler ergaben sich außer für „Sich-Sorgen“ (Worry) keine signifikanten Zusammenhänge zwischen depressiven Symptomen und den erhobenen Variablen. Die Skalen zum Selbstkonzept liegen nur für die Erwachsenen-Gruppe vor. Signifikanzniveau bei zweiseitiger Testung (p<.001). Mittlere Korrelation: r=±0.3; hohe Korrelation r>=±0.5.

	TRAITANGST	ZUSTANDSANGST	NEGATIVER AFFEKT (NA)	SICH-SORGEN	SELBSTWERT	GEFÜHLE (SELBST, ANDERE)
	STAI-T	STAI-S	PANAS	PSQW	FSKN	FSKN
Depressionswerte	r=0.68**	r=0.83**	r <sub>s</sub> =0.67**	r=0.67**	r <sub>s</sub> =-0.56**	r <sub>s</sub> =-0.30**
BDI Erwachsene	p<.001	p<.001	p<.001	p<.001	p<.001	p<.001
Depressionswerte	r=0.32	r=0.21	r=0.22	r=0.43	-	-
BDI Jugendliche	p=0.23	p=0.39	p=0.40	p=0.078	-	-

anders als Sportler, deren BDI-Wert unterhalb des Medians der Stichprobe lag, keine Verarbeitungsvorteile für selbstbezogene Pronomen der ersten Person („ich“ und „mein“) im Vergleich zu Pronomen der zweiten oder dritten Person (siehe Abb. 3). Dieser Unterschied zwischen den beiden Gruppen bestätigte sich auch in den Verhaltensdaten. Subjektiv gaben alle Personen unmittelbar nach dem Experiment an, dass die Personal- und Possessivpronomen „ich“ und „mein“ häufiger gezeigt wurden als Pronomen der dritten Person („er“ und „sein“). Laut Interaktionen zwischen den Faktoren Bezug x Gruppe, F(2,74)=3.01, p<.05, η<sup>2</sup>=0.1, galt dies nur für die Teilnehmer, deren BDI-Wert unter dem Median der Gesamtstichprobe lag.

**Selbstbeurteilungsverfahren**

Mit einem Mittelwert von 5 Punkten im BDI (Median=4, SD=4.6, Range: 0-20 Punkte) war die Erwachsenen-Stichprobe mit den Werten der Normalbevölkerung vergleichbar (4). Vier Personen erreichten Punktwerte einer minimalen Depression (9-12 Punkte), eine Person erreichte einen Punktwert für eine leichte Depression (16 Punkte) und eine Person für eine mittelschwere Depression (20 Punkte). Prozentual zeigten somit 15% der erwachsenen leistungssportlichen Personen Anzeichen einer minimalen, leichten bis mittelschweren Depression.

Mit einem Mittelwert von 7 Punkten (Median=6, SD=5.5, Range: 3-25 Punkte) lag die Stichprobe der jugendlichen Leistungssportler im Schnitt 2 BDI-Punkte über dem Mittelwert der Erwachsenen-Stichprobe (siehe Tabelle 1 für einen Überblick). Zwei jugendliche Leistungssportler erreichten Punktwerte einer minimalen Depression (10 und 13 Punkte), eine Person erreichte einen Punktwert für eine leichte Depression (14 Punkte) und eine Person für eine mittelschwere Depression (25 Punkte). Prozentual zeigten somit 22% der jugendlichen Stichprobe Anzeichen einer minimalen, leichten bis mittelschweren Depression.

Bezüglich sportunspezifischer, depressionsassoziierter Faktoren zeigten sich in der Gruppe der erwachsenen Sportler bei allen eingesetzten Fragebögen signifikante Korrelationen zur berichteten depressiven Symptomatik (Tab. 2). In der Gruppe der jugendlichen Sportler ergab sich dagegen nur ein Trend zum Ausmaß des Sich-Sorgens (r=0.43, p<sub>zweiseitig</sub>=.07). Ein direkter Zusammenhang zwischen subjektiv berichteter, depressiver Symptomatik und dem Alter der Teilnehmer konnte in keiner der beiden Stichprobengruppen festgestellt werden.

**Diskussion**

**Depressive Symptome**

Bisherige Studien, in denen leistungssportlich aktive Personen (Erwachsene und Jugendliche) bezüglich depressiver Symptome befragt wurden, lassen auf eine ähnlich hohe Ausprägung wie in der Normalbevölkerung schließen (7, 11, 14, 25). Die Ergeb-

nisse dieser experimentellen Studie bestätigen diese Befunde in wesentlich kleineren Stichproben und mit dem Einsatz standardisierter Fragebögen. Prozentual zeigten 15% der erwachsenen leistungssportlichen Personen und 22% der jugendlichen Leistungssportler Anzeichen einer minimalen, leichten bis mittelschweren Depression. Eine deutlich höhere Prävalenz depressiver Symptome bei Leistungssportlern, wie sie internationale Umfragen berichten, konnte in den untersuchten Stichproben nicht festgestellt werden (39). Zwar lag der Mittelwert in der Stichprobe der jugendlichen Leistungssportler im BDI etwas über dem durchschnittlichen Mittel der Erwachsenen-Stichprobe, aber nicht höher als Vergleichswerte aus jugendlichen Normstichproben (4). Übertraining, zu hohes Trainingspensum und Sportverletzungen stellen sportspezifische Risikofaktoren für depressive Symptome im Leistungssport dar (1, 17). In der vorliegenden Studie konnte in beiden Stichproben kein Zusammenhang zwischen Trainingspensum (Trainingsstunden/Woche) und depressiver Symptomatik gefunden werden; keiner der untersuchten Probanden war zum Zeitpunkt der Untersuchung akut verletzt (siehe hierzu auch (27)).

Bezüglich sportunspezifischer Risikofaktoren zeigten sich in beiden Stichproben deutliche Zusammenhänge zwischen selbstberichteten depressiven Symptomen und dem Ausmaß des Sich-Sorgens (Worrying), weswegen Worrying-Tendenzen als gesundheitsabträgliche Bewältigungsstrategie im Umgang mit Leistungsängsten und depressiver Symptomatik im Leistungssport in zukünftigen Studien weiter untersucht werden sollten. Wie in Abbildung 2 veranschaulicht, fanden sich in der Erwachsenen-Stichprobe darüber hinaus erwartete positive Zusammenhänge zwischen depressiver Symptomatik und der habituellen Angstneigung, der Zustandsangst und der negativen Gestimmtheit (Negativer Affekt) sowie signifikant negative Zusammenhänge zwischen depressiver Symptomatik und dem Selbstkonzept im Ausdruck von Gefühlen zu anderen und zu sich selbst. Dass sich Zusammenhänge zwischen depressiver Symptomatik und Ängstlichkeit bzw. zum negativen Affekt nicht in der Gruppe der jugendlichen Leistungssportler zeigten, ist interessant. Dies sollte in zukünftigen Studien in größeren Stichproben weiter untersucht werden, da beispielsweise Brand und Kollegen in ihren Umfragen an Collegeathleten weniger psychische Symptome, insbesondere Angst- und Paniksymptome bei erfolgreichen Sportlern beobachten konnten (3). In der Stichprobe der jugendlichen Sportler gaben alle Teilnehmer an, erfolgreich in ihrer Sportart aktiv zu sein.

**Depressive Symptome, Herzratenvariabilität (HRV) und kortikale Verarbeitung**

Signifikante Zusammenhänge zwischen der subjektiv berichteten depressiven Symptomatik konnten in Bezug auf den Umgang mit emotionaler Belastung und der Verarbeitung selbstbezogener Reize, insbesondere auch experimentell, bei

der untersuchten Gruppe der erwachsenen Leistungssportler auf psychophysiologischer Ebene und in Verhaltensmaßen nachgewiesen werden (siehe Abb. 2 und 3). Es fanden sich signifikant negative Zusammenhänge zwischen der Schwere der depressiven Symptomatik und der parasympathischen, kardialen Regulation. Sowohl während der imaginativen Vorstellung emotionaler, belastender Ereignisse als auch während der visuellen Präsentation von selbst- und fremdbezogenen Reizen korrelierte das HF-Band der Herzratenvariabilität signifikant negativ mit den BDI-Summenwerten. Zudem zeigte sich eine signifikante Korrelation zwischen BDI-Summenwerten und der subjektiv wahrgenommenen Belastung nach der Imagination. Die Ergebnisse bestätigen die Hypothese, dass psychophysiologische Maße wie die HRV während akuter psychischer, emotionaler und kognitiver Belastung auch bei leistungssportlich aktiven Personen zur Abschätzung der Selbstregulationsfähigkeit genutzt werden können und mit der Schwere der depressiven Symptomatik korrelieren.

Im EEG wurden selbstbezogene Reize in den ersten 300ms nach Reizdarbietung verstärkt verarbeitet, im Einklang mit bisherigen EEG-Befunden, dass Stimuli mit Bezug zur eigenen Person bei gesunden Personen präferentiell verarbeitet werden (5). Ebenfalls in Einklang mit bisherigen Studien zeigte sich, dass die Darbietungshäufigkeit für selbstbezogene Pronomen („ich“ und „mein“) als Ausdruck der präferentiellen Verarbeitung selbstbezogener Reize postexperimentell von den Versuchsteilnehmern signifikant überschätzt wurde (5). Diese Verarbeitungsvorteile für selbstbezogene Reize fanden sich jedoch nicht bei den Sportlern, deren BDI-Wert über dem Median der Gesamtstichprobe bzw. der BDI-Normstichprobe lag (siehe Abb. 3). Dies bedeutet, dass bei einer als überdurchschnittlich angegebenen Schwere depressiver Symptome weder kortikal noch behavioral signifikante Verarbeitungsunterschiede zwischen selbst- und fremdbezogenen Reizen beobachtbar waren, was die Hypothese stützt, dass depressive Symptome mit einer eingeschränkten Diskrimination zwischen selbst- und fremdbezogenen Informationen einhergehen können.

## Ausblick und Limitationen

Zusammengefasst bestätigen die experimentellen Befunde, dass depressive Symptome auch bei erwachsenen Leistungssportlern bereits im subklinischen Bereich bei Konfrontation mit akuter emotionaler und kognitiver Belastung mit Veränderungen in der körperlichen Anpassung und im Selbstbezug einhergehen können. Folglich wäre es denkbar, psychophysiologische Indikatoren wie die HRV und ereigniskorrelierte Potentiale aus dem EEG in Verbindung mit experimentellen Paradigmen zur Messung von physiologischen Reaktionen auf psychische Belastung verstärkt einzusetzen, um gezielte Trainingsprogramme oder Interventionsmethoden zur Stärkung der Selbstregulationsfähigkeit und Reduzierung depressiver Symptome im Leistungssport zu entwickeln.

Aufbauend auf die Ergebnisse dieser explorativ-prospektiven Studie könnten weiterführende Forschungsziele die experimentellen Befunde auf größere Stichproben unter Einbezug jugendlicher Leistungssportler erweitern. Langfristig sollten auch longitudinale Verläufe berücksichtigt werden und Athleten untersucht werden, die sich subjektiv bereits sehr stark belastet fühlen, so dass zukünftig auch Vergleiche zwischen Extremgruppen möglich wären. ■

## Danksagung

Alle Daten wurden an der Deutschen Sporthochschule Köln (DSHS) erhoben. Die Studie wurde im Rahmen des hochschulinternen Drittmittelprojektes der Erstautorin „Emotionswahrnehmung und Selbstregulation im Leistungssport“ an der DSHS durchgeführt. Wir danken allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern der Studie sowie den Trainern für die gute Zusammenarbeit.

**Angaben zu finanziellen Interessen und Beziehungen, wie Patente, Honorare oder Unterstützung durch Firmen:**  
*Keine*

## Literatur

- (1) **BÄR KJ, MARKSER VZ.** Sport specificity of mental disorders: the issue of sport psychiatry. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci.* 2013; 263: 205-210. doi:10.1007/s00406-013-0458-4
- (2) **BORKOVEC TD, RAY WJ, STOBER J.** Worry: A cognitive phenomenon intimately linked to affective, physiological, and interpersonal behavioral processes. *Cognit Ther Res.* 1998; 22: 561-576. doi:10.1023/A:1018790003416
- (3) **BRAND R, WOLFF W, HOYER J.** Psychosocial symptoms and chronic mood in representative samples of elite student-athletes, deselected student-athletes and comparison students. *School Mental Health* 2012; doi: 10.1007/s12310-012-9095-8
- (4) **BESIER T, GOLDBECK L, KELLER F.** Psychometrische Gütekriterien des Beck Depressions-Inventars II (BDI-II) bei jugendpsychiatrischen Patienten. *Psychother Psych Med.* 2008; 58: 63-68. doi:10.1055/s-2007-986195
- (5) **BLUME C, HERBERT C.** The HisMine-paradigm: a new paradigm to investigate self-awareness employing pronouns. *Soc Neurosci.* 2014; 9: 289-299. doi:10.1080/17470919.2014.886616
- (6) **BRADLEY M, LANG PJ.** Measuring Emotion: The Self-Assessment Semantic Differential Manikin and the. *J Behav Ther Exp Psychiatry.* 1994; 25: 49-59. doi:10.1016/0005-7916(94)90063-9
- (7) **BREUER C, HALLMANN K.** Dysfunktionen Des Spitzensports: Doping, Match-Fixing Und Gesundheitsgefährdungen Aus Sicht von Bevölkerung Und Athleten. Bundesinstitut für Sportwissenschaften; 2013.
- (8) **CUSI AM, NAZAROV A, HOLSHAUSEN K, MACQUEEN GM, MCKINNON MC.** Systematic review of the neural basis of social cognition in patients with mood disorders. *Journal of psychiatry & neuroscience.* JPN. 2012; 37: 154-169. doi:10.1503/jpn.100179
- (9) **DEUSINGER IM.** Frankfurter Selbstkonzeptskalen - FSKN. Ein Verfahren Zur Messung von Differenzierten Selbstkonzepten. Göttingen: Hogrefe; 1986.
- (10) **EDENFIELD TM, BLUMENTHAL JA.** Exercise and stress reduction. In: *The Handbook of Stress Science: Biology, Psychology, and Health.* 2011: 301-319.
- (11) **FRANK R, NIXDORF I, BECKMANN J.** Depressionen im Hochleistungssport: Prävalenzen und psychologische Einflüsse. *Dtsch Z Sportmed.* 2013; 64: 320-326. doi:10.5960/dzsm.2013.088
- (12) **GERBER M, PÜHSE U.** Review article: do exercise and fitness protect against stress-induced health complaints? A review of the literature. *Scand J Public Health.* 2009; 37: 801-819. doi:10.1177/1403494809350522
- (13) **HAUTZINGER M, BAILER M, WORALL H, KELLER F.** Beck-Depressions-Inventar (BDI). Bern, Switzerland: Huber; 1994.
- (14) **HAUTZINGER M, FRANK R, NIXDORF I, BECKMANN J.** Studieninformation - Depression Im Hochleistungssport. Tübingen; München: Eberhard Karls Universität Tübingen; Technische Universität München; 2011.
- (15) **HAUTZINGER M, WOLF S.** Sportliche Aktivität und Depression. In: Fuchs R, Schlicht W, eds. *Seelische Gesundheit Und Sportliche Aktivität.* Göttingen: Hogrefe; 2012: 164-185.
- (16) **HERBERT C, JUNGHOFER M, KISSLER J.** Event related potentials to emotional adjectives during reading. *Psychophysiology.* 2008; 45: 487-498. doi:10.1111/j.1469-8986.2007.00638.x
- (17) **HOYER J, KLEINERT J.** Leistungssport und psychische Störungen. *Psychotherapeutenjournal.* 2010; 3: 252-260.
- (18) **HUGHES JW, STONEY CM.** Depressed mood is related to high-frequency heart rate variability during stressors. *Psychosom Med.* 2000; 62: 796-803. doi:0033-3174/00/6206-0796
- (19) **KAUFMANN T, SÜTTLERIN S, SCHULZ SM, VÖGELE C.** ARTiiFACT: a tool for heart rate artifact processing and heart rate variability analysis. *Behav Res Methods.* 2011; 43: 1161-1170. doi:10.3758/s13428-011-0107-7
- (20) **KUIPER NA, DERRY PA.** Depressed and nondepressed content self-reference in mild depressives. *J Pers.* 1982; 50: 67-80. doi:10.1111/j.1467-6494.1982.tb00746.x
- (21) **LANE RD, REIMAN EM, CHEN K, AHERN GL, THAYER JF.** Neural correlates of heart rate variability during emotion. *Neuroimage.* 2009; 44: 213-222. doi:10.1016/j.neuroimage.2008.07.056
- (22) **LÄMMLER L.** Theoretische Konzeption, Diagnostik und Bedeutung von Motivation und Selbstregulation im (Hoch-) Leistungssport. *Motivation. Selbstregulation und Leistungsexzellenz.* 2011; 9: 91-112.
- (23) **LAUX L, GLANZMANN P, SCHAFFNER P, SPIELBERGER C.** Das State-Trait-Angstinventar: STAI. Weinheim: Beltz; 1981.
- (24) **MARKSER VZ.** Sport psychiatry and psychotherapy. *Mental strains and disorders in professional sports. Challenge and answer to societal changes.* *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci.* 2011; 261: 182. doi:10.1007/s00406-011-0239-x
- (25) **NIXDORF I, FRANK R, HAUTZINGER M, BECKMANN J.** Prevalence of depressive symptoms and correlating variables among German elite athletes. *J Clin Sport Psychol.* 2013; 7: 313-326. doi:10.1123/jcsp.74.313
- (26) **PATRON E, MESSEROTTI BENVENUTI S, FAVRETTO G, GASPAROTTO R, PALOMBA D.** Depression is associated with increased vagal withdrawal during unpleasant emotional imagery after cardiac surgery. *Auton Neurosci Basic Clin.* 2015; 189: 75-82. doi:10.1016/j.autneu.2015.02.002
- (27) **REARDON CL, FACTOR RM.** Sport Psychiatry. *Sports Med.* 2010; 40: 961-980. doi:10.2165/11536580-000000000-00000
- (28) **SCHUPP HT, FLAISCH T, STOCKBURGER J, JUNGHÖFER M.** Emotion and attention: event-related brain potential studies. *Prog Brain Res.* 2006; 156: 31-51. doi:10.1016/S0079-6123(06)56002-9
- (29) **SCHOLZ H, ZAPOTOCZKY HG.** Manual zur mehrdimensionalen Therapie der Depression. *Psychiatr Prax.* 2014; 41: 397. doi:10.1055/s-0033-1337047
- (30) **SEGERSTROM SC, NES LS.** Heart rate variability reflects self-regulatory strength, effort, and fatigue. *Psychol Sci.* 2007; 18: 275-281. doi:10.1111/j.1467-9280.2007.01888.x
- (31) **STÖBER J.** Besorgnis: Ein Vergleich dreier Inventare zur Erfassung allgemeiner Sorgen. *Zeitschrift für Diagnostische und Differ Psychol.* 1995; 16: 50-63.
- (32) **STOLL O, ZIEMAINZ H.** Lauftherapie in der praktischen Behandlung von Depressionen. In: *Laufen Psychotherapeutisch Nutzen.* Berlin, Heidelberg: Springer; 2012: 49-62.
- (33) **TASK FORCE OF THE EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY AND THE NORTH AMERICAN SOCIETY OF PACING AND ELECTROPHYSIOLOGY.** Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Eur Heart J.* 1996; 17: 354-381.
- (34) **THAYER JF, ÅHS F, FREDRIKSON M, SOLLERS JJ, WAGER TD.** A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies: Implications for heart rate variability as a marker of stress and health. *Neurosci Biobehav Rev.* 2012; 36: 747-756. doi:10.1016/j.neubiorev.2011.11.009
- (35) **THAYER JF, LANE RD.** A model of neurovisceral integration in emotion regulation and dysregulation. *J Affect Disord.* 2000; 61: 201-216. doi:10.1016/S0165-0327(00)00338-4
- (36) **THAYER JF, HANSEN AL, SAUS-ROSE E, JOHNSEN BH.** Heart rate variability, prefrontal neural function, and cognitive performance: the neurovisceral integration perspective on self-regulation, adaptation, and health. *Ann Behav Med.* 2009; 37: 141-153. doi:10.1007/s12160-009-9101-z
- (37) **WATSON D, CLARK LA, TELLEGEN A.** Development and validation of brief measures of positive and negative affect: the PANAS scales. *J Pers Soc Psychol.* 1988; 54: 1063-1070. doi:10.1037/0022-3514.54.6.1063
- (38) **WIEBKING C, NORTHOFF G.** Selbst und Körper in der Depression. *Z Psychiatr Psychol Psychother.* 2012; 60: 177-183. doi:10.1024/1661-4747/a000114
- (39) **WOLANIN A, GROSS M, HONG E.** Depression in athletes: prevalence and risk factors. *Curr Sports Med Rep.* 2015; 14: 56-60. doi:10.1249/JSR.0000000000000123
- (40) **WOLKENSTEIN L, SCHONENBERG M, SCHIRM E, HAUTZINGER M.** I can see what you feel, but I can't deal with it: Impaired theory of mind in depression. *J Affect Disord.* 2011; 132: 104-111. doi:10.1016/j.jad.2011.02.010
- (41) **WOLL A, BÖS K.** Wirkungen von Gesundheitssport. *Bewegungstherapie und Gesundheitssport.* 2004; 20: 97-106. doi:10.1055/s-2004-822768