

SAGT DAS HERZ MEHR ALS DAS BLUT!

Wie praxisrelevant ist in der Spielsportart Eishockey die Erhebung des nichtinvasiven HRV-Werts bzw. des invasiven CK-Werts zur Einstufung der individuellen Belastbarkeit?

Masterarbeit zur Erlangung des akademischen Titels

Master of Science

im Fachbereich Sport und Bewegungswissenschaft
der Fakultät für Psychologie und Sportwissenschaft
der Leopold-Franzens-Universität Innsbruck

eingereicht bei

Univ. Prof. Mag. DDr. Martin Burtscher

von

Frank David Seewald, BSc

Salzburg, November 2018

Inhalt

Verzeichnis der Abkürzungen und Symbole	4
1 Einführung	6
2 Zielsetzung.....	8
3 Methodik.....	9
3.1 Messparameter.....	9
3.2 Messgeräte und Messmethodik.....	12
3.3 Messprotokolle	15
3.3.1 Kufstein	15
3.4 Auswertung	16
3.5 Probanden	17
3.5.1 Anthropometrische Daten	17
4 Ergebnisse.....	18
4.1 Veränderung des invasiven Parameters.....	18
4.2 Veränderung des nichtinvasiven Parameters	19
4.3 Zusammenhang zwischen dem invasiven Parameter und dem nichtinvasiven Parameter	20
4.4 Zusammenhang zwischen den Ergebnissen des MDBF und den invasiven bzw. nichtinvasiven Parametern	21
4.5 Darstellung des Verlaufs des Individuums im Vergleich zum Mittelwert ...	22
4.5.1 CK_{rel} -Verlauf in Kufstein	22
4.5.2 RMSSD-Verlauf in Kufstein	23
4.5.3 MDBF-Verlauf in Kufstein	24
4.5.4 Einzeldarstellung eines Probanden	25
5 Diskussion	26
5.1 Hypothese 1.....	27
5.1.1 Invasiver Parameter	27

5.1.2	Nichtinvasiver Parameter.....	28
5.2	Hypothese 2.....	29
5.3	Hypothese 3.....	29
5.4	Individuelle Betrachtung zum Mittelwert	30
5.4.1	CK _{rel}	30
5.4.2	RMSSD.....	31
5.4.3	MDBF.....	32
5.5	Einzeldarstellung.....	32
5.6	Schwächen und Kritikpunkte.....	33
5.7	Fazit und Ausblick.....	34
6	Zusammenfassung	36
	Literaturverzeichnis	40
	Anhang	44
	Abbildungsverzeichnis	49
	Diagrammverzeichnis	49
	Tabellenverzeichnis.....	49

Verzeichnis der Abkürzungen und Symbole

%	Prozent
*	signifikant
**	hoch signifikant
Abb.	Abbildung
B	Belastung
bpm	Beats per Minutes
bzw.	beziehungsweise
cm	Zentimeter
CK	Creatinkinase
CK _{abs}	Creatinkinase absolut
CK _{rel}	Creatinkinase relativ
et al.	et alii (und andere)
etc.	et cetera (und so weiter)
HF	Herzfrequenz
HKT	Hämatokrit
HRV	Herzratenvariabilität
kg	Kilogramm
l	Liter
max.	Maximum
MDBF	mehrdimensionaler Befindlichkeitsfragebogen ⁴
min	Minuten
ml	Milliliter
mmol	Millimol
ms	Millisekunde
MW	Mittelwert
µl	Mikroliter
n	Anzahl (Stichprobengröße)
n.s.	nicht signifikant

ÖEHV	Österreichischer Eishockeyverband
p	Irrtumswahrscheinlichkeit
r	Korrelationskoeffizient
R	R-Zacke
RMSSD	Quadratwurzel des quadratischen Mittelwertes der Summe aller Differenzen zwischen benachbarten RR-Intervallen
RR	Abstand zwischen zwei aufeinander folgenden R-Zacken
SD	Standardabweichung
sec	Sekunden
Tab.	Tabelle
U/l	Unit pro Liter
vgl.	vergleiche
z.B.	zum Beispiel

1 Einführung

In der deutschsprachigen Eishockey Nachwuchsszene gibt es viele unterschiedliche, meist wissenschaftlich wenig fundierte Anschauungen über sämtliche Bereiche der Trainings- und Wettkampfgestaltung sowie der trainingsunterstützenden Maßnahmen. Sofern es wissenschaftliche Untersuchungen gibt, wurden sie in den meisten Fällen an erwachsenen Spielern unter Laborbedingungen durchgeführt, was sich, speziell bei Mannschaftssportarten, nur sehr schwer in die Praxis umlegen lässt (Clouth, 2009).

Bei der schnellsten Mannschaftssportart der Welt (Köberle, 1991) finden die nationalen und internationalen Hauptwettkämpfe vorwiegend am Ende der Saison statt. Bei der nationalen Meisterschaft sind es die Play-Offs, bei den internationalen Turnieren sind es die Weltmeisterschaften, bei welchen innerhalb von sieben Tagen fünf Spiele zu spielen sind. Angesichts der ausgereizten Trainings- und Zeitpläne im Eishockey rückt der Aspekt der Belastung bzw. die optimierte Regeneration zwischen den Trainingseinheiten/ Wettkämpfen in den Vordergrund (Meyer, 2010). Dies gilt umso mehr, wenn man die dokumentierte eingeschränkte Leistungsfähigkeit nach Spielen (Fußball) in Betracht zieht (Ispirlidis, Fatouros, Jamurtas, & et al., 2008). Ein ebenfalls sehr wichtiger Aspekt ist die kumulative Ermüdung auf Grund der Saisonbelastung. Eine Langzeituntersuchung bei nordamerikanischen Eishockeyspielern hat ergeben, dass 67,7% der verletzten Spieler im Alter von 11-20 Jahren sind, 90,3% der Verletzungen beim Spiel selber geschehen und davon der Großteil am Ende der Spiele (Tator, Provvidenza, & Cassidy, 2009). Es besteht laut mehreren Untersuchungen ein Zusammenhang zwischen kumulativer Ermüdung (anhäufende Übermüdung) und häufiger Verletzungsrate am Ende der Spielsaison (Brink, et al., 2010). Der sportliche Leiter der Nachwuchsakademie in Salzburg, Helmut de Raaf, hat in einem Interview bei seinem Amtsantritt wie folgt gesagt: *„Das Wissen um die individuelle Belastbarkeit eines jeden Spielers ermöglicht im Gesamtverlauf der Saison häufigere und qualitativ verbesserte Trainingseinheiten bzw. eine längere Aufrechterhaltung der Spielleistung bis hin zu den Weltmeisterschaften. Ebenso ist es ein Garant für eine gelebte Verletzungsprophylaxe im Nachwuchseishockey!“* (Raaf, 2016).

Voraussetzung für eine wirksame Trainingssteuerung sind zuverlässige Tests und valide Testwerte (Weineck, 2007)! Diese Testwerte müssen die üblichen

Testgütekriterien (Objektivität, Reliabilität, Validität) haben und ihre Bestimmung selbst sollte den Trainingsprozess nicht behindern (Nederhof & et al., 2006). Bei der Auswahl der Indikatoren ist auch in der Mannschaftssportart Eishockey darauf zu achten, dass eine individuelle Bewertung möglich ist (Greiderer & Koller, 2004). Obwohl bei den Ergebnissen die Mannschaft im Fokus steht, geht es bei der Bewertung der Belastbarkeit um das Individuum (Hartmann & Mester, 2000). Bei einer 20-köpfigen Gruppe kann sich ein Parameter in die zu erwartende Richtung verändern, die auch statistisch signifikant sein kann. Wenn bei fünf Einzelfällen, ein gegenläufiger Trend zu verzeichnen ist, obwohl es auch hier eine Ermüdung sein wird, beträgt die Irrtumswahrscheinlichkeit bei der Bestimmung bereits 25% (Meyer , Kellermann, Ferrauti , Pfeiffer , & Faude, 2013).

Auf Grund der Komplexität der Spielsportart Eishockey bringt die Belastung eine unterschiedliche individuelle Ermüdung auf verschiedenen Ebenen mit sich: metabolisch, kardiozirkulatorisch, vegetativ, neuromuskulär etc. (Jürgen Weineck, 2005). Diese Ermüdung erreicht jedoch häufig nicht jenes Ausmaß, das in einfach strukturierten Sportarten für deren primär beanspruchte Komponente zu finden ist. Auf Grund der für die meisten Spielsportarten typischen Komplexität sind „integrative“ Parameter, die verschiedene Ebenen der Ermüdung einbeziehen, eher geeignet eine eishockeyspezifische Ermüdung zu dokumentieren (Meyer , Kellermann, Ferrauti , Pfeiffer , & Faude, 2013).

Die Untersuchungen bei dieser Arbeit wurden dementsprechend durchgeführt, dass es keine gravierenden Einschnitte in den „normalen“ Ablauf der Trainings- oder Wettkampfeinheiten gab. Dies war eine Vorgabe der Verantwortlichen des österreichischen Eishockeyverbandes und der beteiligten Trainer.

2 Zielsetzung

„Mit der Wissenschaft aus der Praxis für die Praxis!“

Unter diesem Motto wurde diese Arbeit geschrieben und die Zielsetzung war wie folgt:

Kann bei der U15-Nationalmannschaft des österreichischen Eishockeyverbandes (ÖEHV) ein invasiver Parameter (CK_{rel}) bei praxisrelevanter Durchführung der Erhebung der Daten durch einen nichtinvasiven Parameter (RMSSD) zur Einstufung der individuellen Belastbarkeit ersetzt werden, bei Berücksichtigung ergänzender Parameter?

Hypothese 1: Der nichtinvasive Parameter der Herzratenvariabilität erklärt die individuelle Belastbarkeit des Athleten ebenso wie der invasive Parameter der Creatinkinase!

Hypothese 2: Die Veränderung des invasiven und nichtinvasiven Kennwertes korrelieren belastungsabhängig miteinander!

Hypothese 3: Die Veränderung des MDBF korreliert belastungsabhängig mit dem invasiven und nichtinvasiven Kennwert!

3 Methodik

Als Probanden für diese Untersuchung standen insgesamt 26 männliche Athleten des U15-Nationalteams des ÖEHV in der Saison 2009/2010 zur Verfügung. Die Teilnehmer haben sich während des Untersuchungszeitraums teilweise geändert, da sich unterschiedliche Spieler in die Auswahl gespielt haben. Ein Torhüter, drei Verteidiger und 6 Stürmer haben alle Zusammenkünfte absolviert. Es waren über die Saison betrachtet vier Zusammenkünfte geplant, die letzte Zusammenkunft musste auf Grund höherer Gewalt (Vulkanausbruch Eyjafjallajökull (Island), Flugverbot) abgesagt werden. Alle Probanden (vertreten durch den Erziehungsberechtigten) haben eine Zustimmungserklärung zur Untersuchung unterfertigt (siehe Anhang 1).

3.1 Messparameter

- Größe [cm]

Die Körpergröße ist ein biometrisches Merkmal zur Bestimmung der Abmessung eines stehenden Menschen von der Fußsohle bis zum Scheitel.

- Masse [kg]

Die Körpermasse ist ein biometrisches Merkmal und bezeichnet die physikalische Masse eines Menschen.

- Creatinkinase (CK) [U/l]

Der CK-Wert ist ein invasiver Messparameter, der im Trainingsmonitoring einen sehr hohen Stellenwert hat (Meyer , Kellermann, Ferrauti , Pfeiffer , & Faude, 2013) (Gleeson, 2002). Die Creatinkinase, als Enzym der anaeroben alaktaziden Energiebereitstellung im Cytosol der Myozyten angesiedelt, wird bei Schädigung der Muskelzellmembran vermehrt ins Blut freigesetzt und kann insofern als ein Indikator für Mikroschädigungen der Muskulatur betrachtet werden (Warren, Lowe, & Armstrong, 1999) (Gutschelhofer, et al., 2017). Ein typisches Beispiel für die Verwendung des CK-Wertes ist das Monitoring der Trainingsphasen mit hohen Anteilen von Schnelligkeits- und Schnellkrafttraining in allen Red Bull Akademien weltweit (Raaf, 2016).

- Hämatokrit (HKT) [%]

Der Anteil der Blutzellen am Blutvolumen wird als Hämatokrit bezeichnet. Mit steigendem Hämatokrit wird das Blut „zähflüssiger“, d.h. seine innere Reibung (Viskosität) nimmt zu und zwar überproportional. Da sich auf diese Art und Weise der Blutströmungswiderstand erhöht, erhöht sich auch die zu leistende Arbeit des Herzens zur Förderung eines bestimmten Herzminutenvolumens während des Sports (Marées, 2003).

Der HKT-Wert (steht in einer Nahbeziehung zur Hämoglobinkonzentration) (Silbernagl & Despopoulos, 2003) und die Hämoglobinkonzentration können durch Flüssigkeitsverlust oder Flüssigkeitszufuhr markant beeinflusst werden (Urhausen & Kindermann, 2002).

- Berechneter Parameter Creatinkinase_{rel} (CK_{rel}) [U/l]

$$CK_{rel} = CK * (1 - HKT / 100)$$

Der CK_{rel}-Wert ist der um den Einfluss des Flüssigkeitsvolumens bereinigte CK-Wert (Heine, Trainingssteuerung in den Sportspielen, 2009). Wie oben kurz beschrieben, hat der Flüssigkeitshaushalt einen markanten Einfluss auf die Blutmarker, deshalb wird in dieser Arbeit auf diesen Aspekt eingegangen und der CK_{rel} wird als Blutmarker verwendet (Urhausen & Kindermann, 2002).

- Herzfrequenz (HF) [bpm]

Die Anzahl der durch den Sinusknoten verursachten Kontraktionen, der Herzschläge pro Minute, wird Herzfrequenz genannt (Marées, 2003). In dieser Arbeit wird die Herzfrequenz während der Trainings und Spiele gemessen.

- Herzratenvariabilität (RMSSD) [ms]

Die Herzfrequenz ist durch die Erfordernisse des Gesamtorganismus in seiner Umwelt einem ständigen Wechsel unterworfen. Die Abweichung der momentanen Herzfrequenz von einer streng rhythmischen Folge wird als Herzratenvariabilität oder -frequenzvariabilität bezeichnet (Silbernagl & Despopoulos, 2003).

In der englischen Literatur herrscht die Bezeichnung heart rate variability (HRV) vor.

Physiologisch ist die HRV definiert als „die spontane Variation der Herzfrequenz“ (Camm & Malik, 1996). Vom elektrokardiografischen Standpunkt aus bezeichnet die HRV die zeitliche Variation der R-Zacken untereinander. Der Abstand von einer R-Zacke zur nächsten R-Zacke im Elektrokardiogramm wird im Englischen als „RR-interval“ bezeichnet, im Deutschen wird von „R-R-Intervall“ oder „Periodendauer“ gesprochen. Weitere synonyme Begriffe sind „normal-to-normal-interval“ (NN-interval) oder „beat-to-beat-interval“ (BB-interval). In mehreren Reviews wurde darauf aufmerksam gemacht, dass die HRV einen praktikablen Marker für die Belastungssteuerung darstellt (Baumert, et al., 2006) .

- Berechneter Parameter Belastung (B)

Die Trainingsbelastung basiert auf der Intensität und Dauer einer Trainingseinheit. Die Intensität einer Einheit wurde anhand der Herzfrequenz gemessen, wobei in der Berechnung die persönlichen Eingaben wie Alter, Größe, Masse, Geschlecht und VO_{2max} -Wert berücksichtigt wurden (Polar Österreich, 2018). Es gibt noch einen sportspezifischen Faktor (Polar Electro Deutschland, 2009), der allerdings hier keine Rolle spielte, da alle Daten ausschließlich beim Eishockey erhoben wurden.

- Mehrdimensionaler Befindlichkeitsfragebogen (MDBF),

Kurzform A (siehe Anhang 2)

Der mehrdimensionale Befindlichkeitsfragebogen erfasst die aktuelle psychische Befindlichkeit von Jugendlichen und Erwachsenen. Der MDBF-Kurzform A besteht aus 12 Items auf drei bipolaren Skalen:

1. gute – schlechte Stimmung (gss), 4 Items,
2. Wachheit – Müdigkeit (wm), 4 Items,
3. Ruhe – Unruhe (ru), 4 Items.

Die Items sind vom Probanden jeweils auf einer 5-stufigen Skala zu beantworten (Steyer R. , Schwenkmezger, Notz, & Eid, 1997).

3.2 Messgeräte und Messmethodik

- **Größe**
Maßband, vertikal an der Wand angebracht, mittels Hilfsmittel im rechten Winkel zur Wand gemessen. Probanden standen barfuß mit geschlossenen Beinen mit dem Rücken an der Wand. Ferse-Gesäß-Rücken-Schultern-Hinterkopf hatten zum Zeitpunkt der Messung Kontakt mit der Wand. Diese Messungen wurden zu Beginn der Zusammenkunft durchgeführt.
- **Masse**
Waage der Firma Beurer, Modell BG aus dem Jahr 2009. Die Probanden waren barfuß und mit kurzer Turnhose bekleidet auf der Waage. Diese Messungen wurden zu Beginn der Zusammenkunft durchgeführt.
- **Creatinkinase (CK)**
Der CK-Wert [U/l] wurde mit dem mobilen Reflotron® Plus Gerät der Universität Innsbruck erhoben. Die Messung erfolgte vor dem Frühstück nüchtern, invasiv. Es erfolgte eine Blutabnahme aus der zuvor desinfizierten Fingerbeere, für die Punktion wurde das Accucheck-Softclicx Gerät verwendet. Der erste Tropfen wurde mit einem Tupfer weggewischt. Das Kapillarblut wurde mit dem Applikator in eine lithium-heparinisierte Einmal-Kapillarpipette mit Ringmarke bei 32µl (Ringcaps 32µl für Reflotron) hochgezogen, welches dann auf das Messfeld des Teststreifens aufgebracht wurde. Die Teststreifen waren Reflotron® CK-Streifen. Die Bestimmung der Konzentration erfolgte enzymatisch-photometrisch (Burtcher & et al, 2008). Als Referenzwerte wurden die Daten der Fa. Roche herangezogen (Heil & Koberstein, 2004).



Abbildung 1: Reflotron® Plus, Fa. Roche

- Hämatokrit (HKT)

Der HKT-Wert wurde mit dem Miniphotometer L20 der Firma Lange von der Universität Innsbruck erhoben (Burtscher & et al, 2008). Die Messung erfolgte nüchtern, invasiv. Es erfolgte eine Blutabnahme aus der zuvor desinfizierten Fingerbeere, für die Punktion wurde das Accucheck-Softclix Gerät verwendet. Der erste Tropfen wurde mit einem Tupfer weggewischt. Das Kapillarblut (10 μ l) wurde in Dr. Lange Miniküvetten LKM 144 für LP 20 pipettiert. Die Bestimmung der Konzentration erfolgte photometrisch.

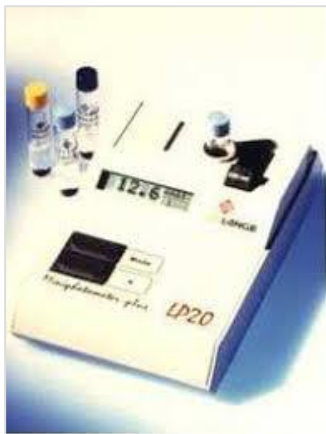


Abbildung 2: Miniphotometer LP20, Fa. Lange

- Herzfrequenz (HF)

Die Herzfrequenz wurde mit der Polar RX800CX aufgezeichnet. Die Herzfrequenz wurde mittels Sender, welcher am Brustgurt befestigt war, an die Uhr gesandt, welche die Aufzeichnungen speicherte. Die Einstellungen der Uhren waren individuell auf die einzelnen Athleten abgestimmt.

Die gespeicherten Daten wurden mittels Infrarotempfänger von der Polar RX800CX auf den Computer überspielt und mittels der Software Polar ProTrainer 5 ausgewertet.



Abbildung 3: POLAR RX800CX, POLAR Brustgurt mit Sender

- Herzratenvariabilität (HRV)

Die Herzratenvariabilität wurde mit der Polar RX800CX aufgezeichnet. Die Herzfrequenz wurde mittels Sender, welcher am Brustgurt befestigt war, an die Uhr gesandt, welche die Aufzeichnungen speicherte. Die Einstellungen der Uhren waren individuell auf die einzelnen Athleten abgestimmt. Die gespeicherten Daten wurden mittels Infrarotempfänger von der Polar RX800CX auf den Computer überspielt und mittels der Software Polar ProTrainer 5 ausgewertet.

Die Athleten fanden sich zum vorgesehenen Zeitpunkt in einem ruhigen und abgedunkelten Raum ein. Die Brustgurte wurden angezogen, die Einstellungen auf der Uhr nochmals kontrolliert und dann bekamen die Athleten fünf Minuten Zeit, es sich bequem zu machen. Jede Minute wurde ein Signal gesandt, die letzten 10 sec wurden im Countdown heruntergezählt und die Athleten wurden aufgefordert die Messung zu starten. Dann gab es minütlich eine Ansage und die letzten 5 sec der Messung wurden wieder heruntergezählt und die Athleten wurden aufgefordert die Messung zu beenden.

- Berechneter Parameter Belastung (B)

Die Belastung wurde auf Grund der überspielten Daten der Polar RX800CX durch die Software POLAR ProTrainer 5 für jede Trainings- und Spieleinheit berechnet. Bei der Auswertung wurden die Tageseinzelbelastungen zu einer Tagesgesamtbelastung summiert.

- Mehrdimensionaler Befindlichkeitsfragebogen (MDBF), Kurzform A

Dieser wurde in Papierform von der Universität Innsbruck zur Verfügung gestellt (siehe Anhang 2 und 3). Die Probanden haben denselben lt. Protokoll einmal täglich ausgefüllt. Die Auswertung der einzelnen Items erfolgte über Excel 2016.

3.3 Messprotokolle

3.3.1 Kufstein

Datum	Uhrzeit	Messparameter	Art
05.11.2009	10:00	CK, HKT, Größe, Masse	
	12:00-13:00	HF, Belastung	Training
	14:30	HRV	
	17:15-18:30	HF, Belastung	Training
	20:15	MDBF	
06.11.2009	07:45	CK, HKT	
	09:00-10:15	HF, Belastung	Training
	13:30	HRV	
	16:30-19:00	HF, Belastung	Spiel
	21:30	MDBF	
07.11.2009	07:15	CK, HKT	
	08:30-09:45	HF, Belastung	Training
	13:30	HRV	
	18:00-20:30	HF, Belastung	Spiel
	22:00	MDBF	
08.11.2009	06:00	CK, HKT	
	08:00-10:30	HF, Belastung	Spiel
	12:30	HRV, MDBF	

Tabelle 1: Messprotokoll Kufstein, 05.-08.11.2009

In Tabelle 1 wird der zeitliche Startpunkt der Messungen angegeben, welche bei der Zusammenkunft in Kufstein gemacht worden sind. Diese Zeitpunkte ergaben sich aus dem Wochenplan des ÖEHV (siehe Anhang 4), in welchen nicht stark eingegriffen werden durfte, damit der Ablauf des Trainings und des Turniers nicht gestört wurde.

Bei der ersten Zusammenkunft und dann immer nüchtern wurde der CK- und HKT-Wert erhoben. Die Belastungen ergaben sich aus den Trainings und Spielen (beides zeitlich vorgegeben durch den Veranstalter). Die HRV-Messung ergab sich durch die Möglichkeit vor Ort und die MDBF-Fragebögen wurden von den Athleten vor dem letzten Tagesmeeting ausgefüllt.

Es gab insgesamt vier Zusammenkünfte über das Jahr verteilt, bei welchen sämtliche Daten erhoben wurden. Für diese Arbeit wurden die Daten von Kufstein herangezogen, da diese repräsentativ für alle Zusammenkünfte sind.

Die Messprotokolle für St. Pölten (Anhang 5), Zell am See (Anhang 6) und St. Pölten (Anhang 7) ergaben sich ebenfalls aus den vorgegebenen Wochenplänen.

3.4 Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mit Hilfe des Programms IBM SPSS Statistics 24 für Windows. Die graphische Darstellung erfolgte sowohl mit IBM SPSS Statistics 24 als auch mit Excel 2016.

Zu Beginn wurde auf Normalverteilung geprüft. Der Kolmogorow-Smirnow-Test ergab eine Normalverteilung der Stichproben.

Auf Grund der Normalverteilung wurde eine Varianzanalyse mit Messwiederholung als sinnvoller Auswertungsmodus angesehen. Diese Varianzanalyse mit Messwiederholung wurde für alle abhängigen Variablen durchgeführt.

Zusätzlich wurden t-Tests für abhängige Stichproben durchgeführt um die Veränderung der Messwiederholungen auf Signifikanz zu prüfen.

Ebenso wurde eine Korrelationsanalyse nach Pearson durchgeführt um den Zusammenhang zwischen den Messparametern zu überprüfen.

Die Signifikanzschranken werden wie folgt beurteilt:

$p \geq 0,05$ nicht signifikant (n.s.)

$p < 0,05$ signifikant (*)

$p < 0,01$ hoch signifikant (**)

Die Auswertung wurde für folgende Parameter bei der ersten Zusammenkunft in Kufstein (05.-08.11.2009) gemacht:

Belastungsparameter invasiv: Creatinkinase_{rel} (CK_{rel})

Belastungsparameter nichtinvasiv: Herzratenvariabilität (RMSSD)

Allgemeines Befinden: MDBF (Skala 1-5, 12 Items, 3 Untergruppen)

Bei der Gruppendarstellung wurden zur graphischen Darstellung für die Belastungsparameter invasiv (CK_{rel})/nichtinvasiv (RMSSD) sowie zur Darstellung der Belastung zweidimensionale vertikale Balkendiagramme ausgewählt. Dabei wurden die Mittelwerte (MW) und die Standardabweichung (\pm SD) angegeben. Die X-Achse zeigt die einzelnen Tagesparameter an. Die Y-Achse zeigt die Einheit zur jeweiligen Messung an.

Bei der Einzeldarstellung wurden die Ergebnisse in Liniendiagrammen dargestellt.

3.5 Probanden

3.5.1 Anthropometrische Daten

In der Saison 2009/2010 wurden insgesamt 26 unterschiedliche Athleten bei den vier Zusammenkünften einberufen.

Ort	Teilnehmer	Größe	Masse	Alter	Datum
		[cm]	[kg]	[Jahre]	
Kufstein	n = 21	170 ± 6	63,7 ± 10,5	14,4 ± 0,3	05.11.2019
Prag	n = 20	173 ± 7	67,3 ± 10,7	14,7 ± 0,3	27.12.2009
Zell am See	n = 20	172 ± 8	66,8 ± 11,3	14,6 ± 0,3	08.02.2010
St. Pölten	n = 20	173 ± 7	70,3 ± 07,3	14,9 ± 0,3	28.04.2010

Tabelle 2: Anthropometrische Daten

4 Ergebnisse

4.1 Veränderung des invasiven Parameters

Durch die Varianzanalyse mit Messwiederholung zeigte sich eine hoch signifikante Veränderung vom Eingangswert der Messung zum Endwert ($p=0,000$) nach drei Tagen. Wenn mittels des t-Tests die einzelnen CK_{rel} -Werte verglichen wurden, zeigte sich eine signifikante Veränderung von Tag 1 auf Tag 2 ($CK_{rel5}-CK_{rel6}$ $p=0,028$) und eine hoch signifikante Veränderung der weiteren Tageswerte ($CK_{rel5}-CK_{rel7}$ $p=0,001$ / $CK_{rel5}-CK_{rel8}$ $p=0,000$). Einzig die Veränderung der CK_{rel6} auf CK_{rel7} war nicht signifikant ($p=0,822$).

Anhand des folgenden Diagramms (Diagramm 1) ist die eindeutige Veränderung des CK_{rel} auf Grund der Belastung ersichtlich.

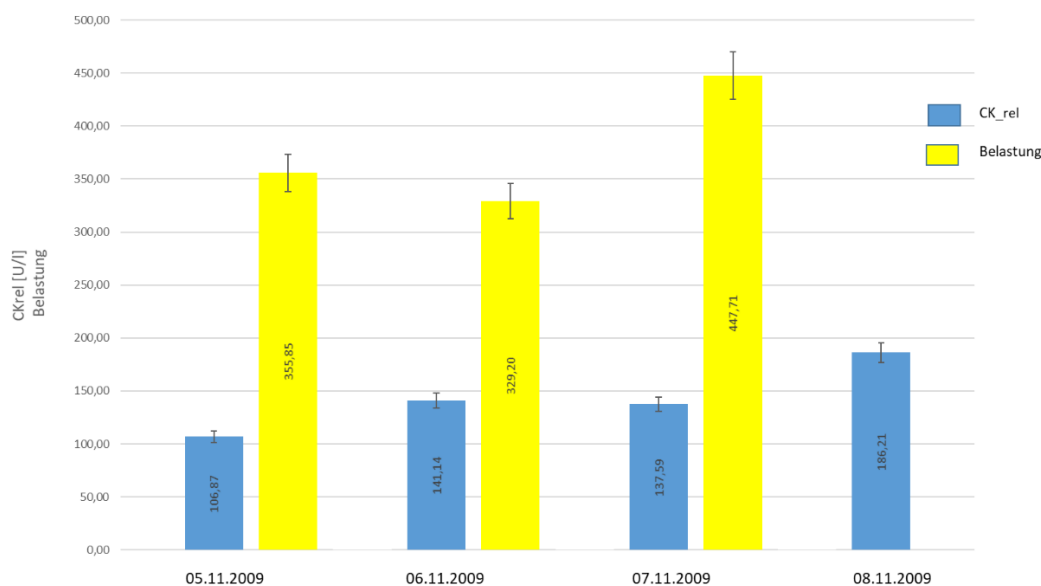


Diagramm 1: Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen für CK_{rel} und die Belastung beim Trainingslager in Kufstein

4.2 Veränderung des nichtinvasiven Parameters

Die Varianzanalyse mit Messwiederholung zeigte (siehe Diagramm 2) eine hoch signifikante Veränderung vom Eingangswert der Messung zum Endwert ($p=0,003$). Wenn mittels des t-Tests die einzelnen RMSSD verglichen wurden, zeigte sich eine hochsignifikante Veränderung zwischen dem ersten und dem zweiten ($p=0,001$) bzw. vierten Testtag ($p=0,008$).

Anhand der deskriptiven Statistik bzw. der Grafik ist eindeutig die Veränderung des RMSSD auf Grund der Belastung ersichtlich.

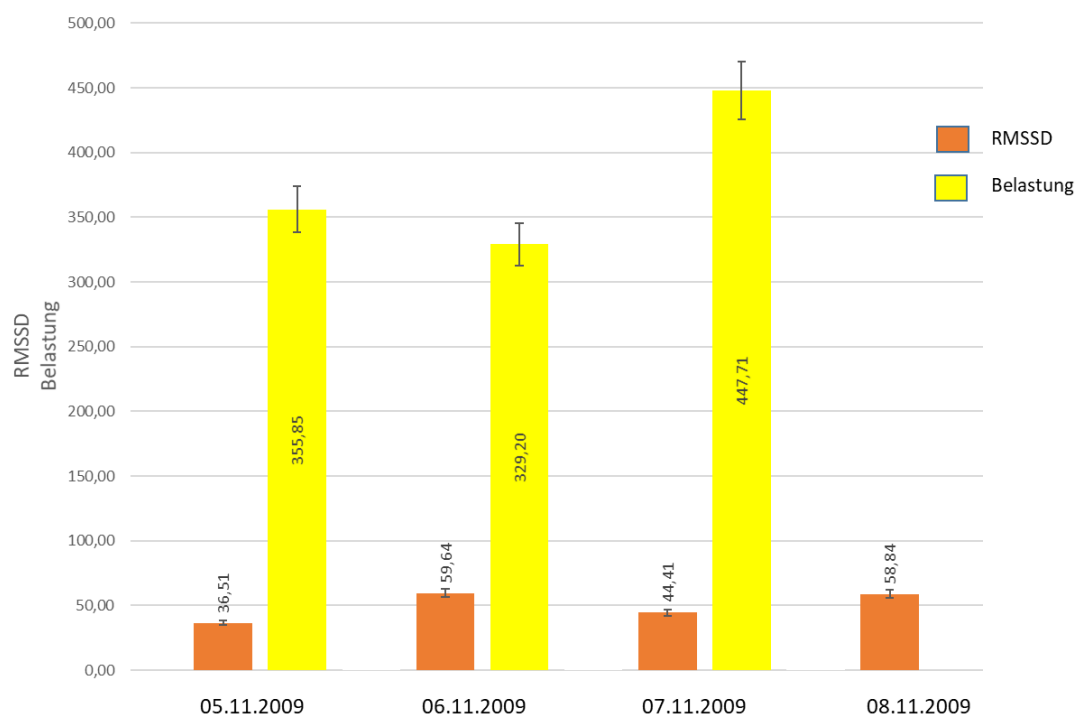


Diagramm 2: Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen für die RMSSD und die Belastung beim Trainingslager in Kufstein

4.3 Zusammenhang zwischen dem invasiven Parameter und dem nichtinvasiven Parameter

Die Veränderungen CK_{rel} ($p=0,009$) und RMSSD ($p=0,001$) waren über den Zeitraum der gesamten Messung hoch signifikant. Eine Korrelation war allerdings bei keinem der invasiven bzw. nichtinvasiven Parameter statistisch zu belegen. Weder die Korrelation der Tagesergebnisse noch die Korrelation der Veränderungen zwischen den Tagesergebnissen war signifikant (siehe Diagramm 3).

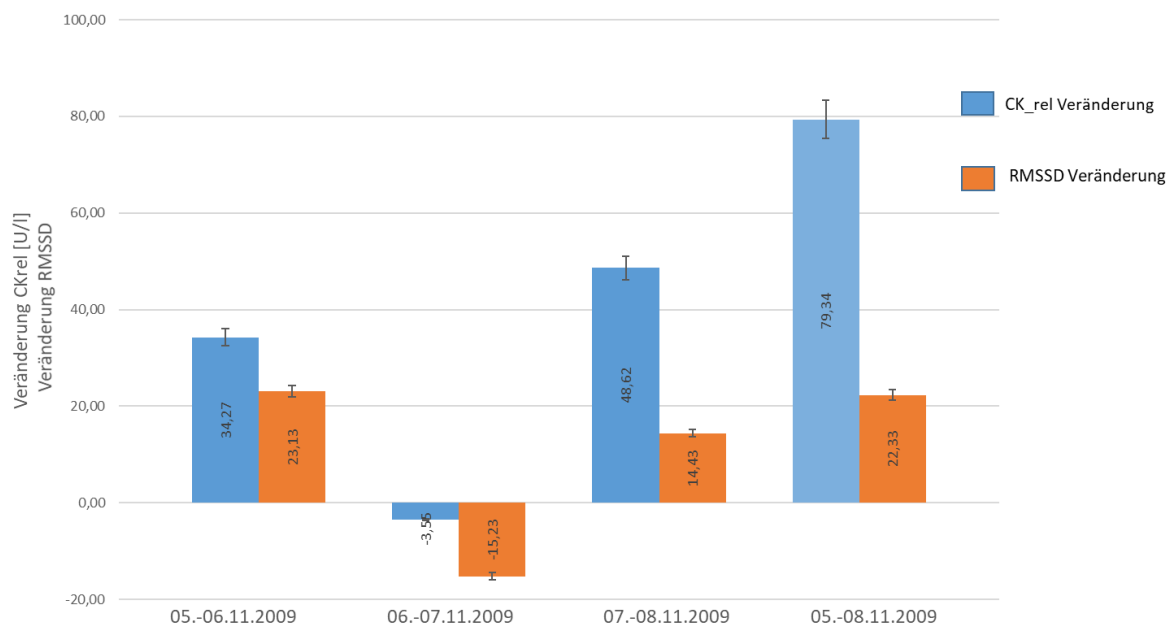


Diagramm 3: Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichung für die Veränderung CK_{rel} und RMSSD beim Trainingslager in Kufstein

4.4 Zusammenhang zwischen den Ergebnissen des MDBF und den invasiven bzw. nichtinvasiven Parametern

Durch die Varianzanalyse mit Messwiederholung zeigte sich eine hoch signifikante Veränderung der Messergebnisse des MDBF-Fragebogens (siehe Diagramm 5). Sowohl die Gesamtsumme ($p=0,000$) als auch die Untergruppen (wach-müde ($p=0,000$), gute-schlechte Stimmung ($p=0,000$)) veränderten sich hoch signifikant, die Untergruppe ruhig-unruhig veränderte sich nur signifikant ($p=0,043$).

Es zeigte sich bei keinem einzigen Parameter des MDBF-Ergebnisses eine Korrelation zu den invasiven bzw. nichtinvasiven Parametern, weder zwischen den einzelnen Tageswerten noch zu den darauffolgenden Tageswerten.

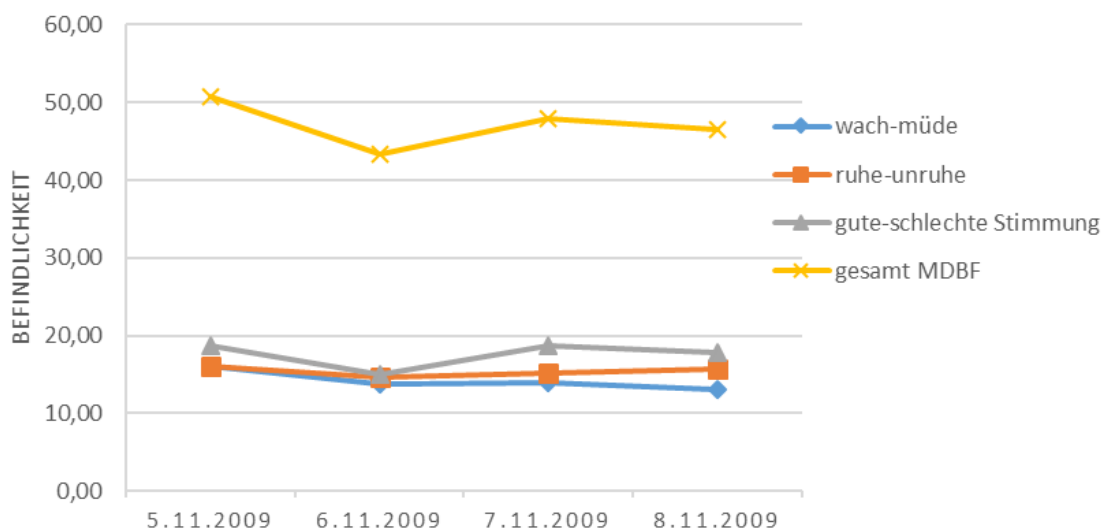


Diagramm 4: Darstellung der Mittelwerte der Ergebnisse des MDBF beim Trainingslager in Kufstein

4.5 Darstellung des Verlaufs des Individuums im Vergleich zum Mittelwert

4.5.1 CK_{rel} -Verlauf in Kufstein

Wie die CK_{rel} -Werte lt. Diagramm zeigen, gab es eine sehr starke unterschiedliche Verarbeitung der Belastung (siehe Diagramm 5). Die statistische Auswertung der Mittelwerte der einzelnen Tage ist unter 4.1 ersichtlich.

Im Verlauf des Mittelwerts ist ein zu erwartender Anstieg des CK_{rel} zu sehen, allerdings wird dieser durch starke Ausreißer (06.11.2009) verzerrt.

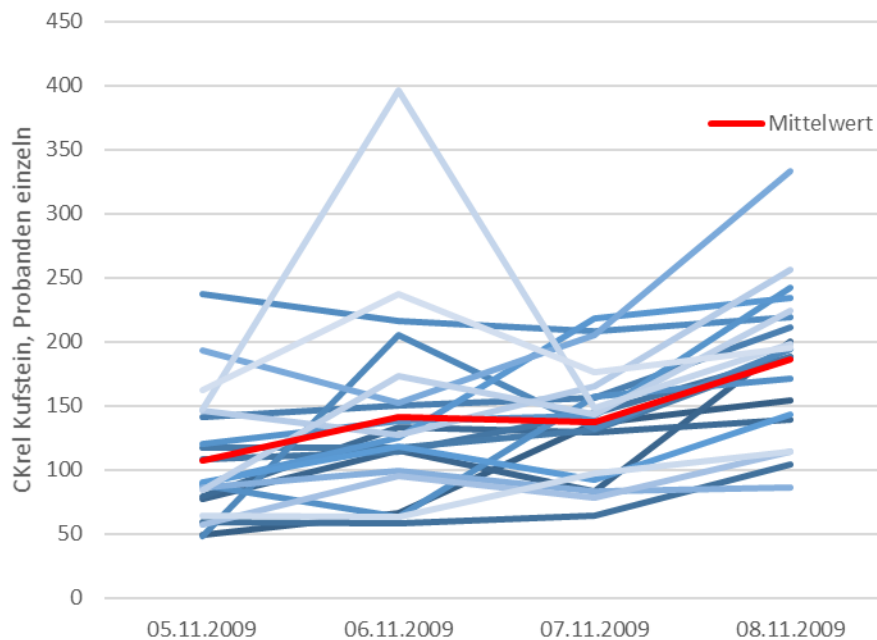


Diagramm 5: Darstellung des CK_{rel} -Verlaufs der einzelnen Probanden in Relation zum Mittelwert der Probanden

4.5.2 RMSSD-Verlauf in Kufstein

Auch beim Verlauf der individuellen RMSSD-Werte (siehe Diagramm 6) gab es sehr stark schwankende Veränderungen auf Grund der Belastung des Vortages bzw. der kumulierten Belastung.

Am zweiten Tag (06.11.2009) zeigte sich ein nicht zu erwartender Anstieg der RMSSD-Kurven, der durch sechs Probanden für die komplette Gruppe zustande kommt. Am vierten Tag (08.11.2009) ist ebenfalls ein nicht zu erwartender Anstieg ersichtlich, hauptsächlich durch einen Probanden signifikant hervorgerufen.

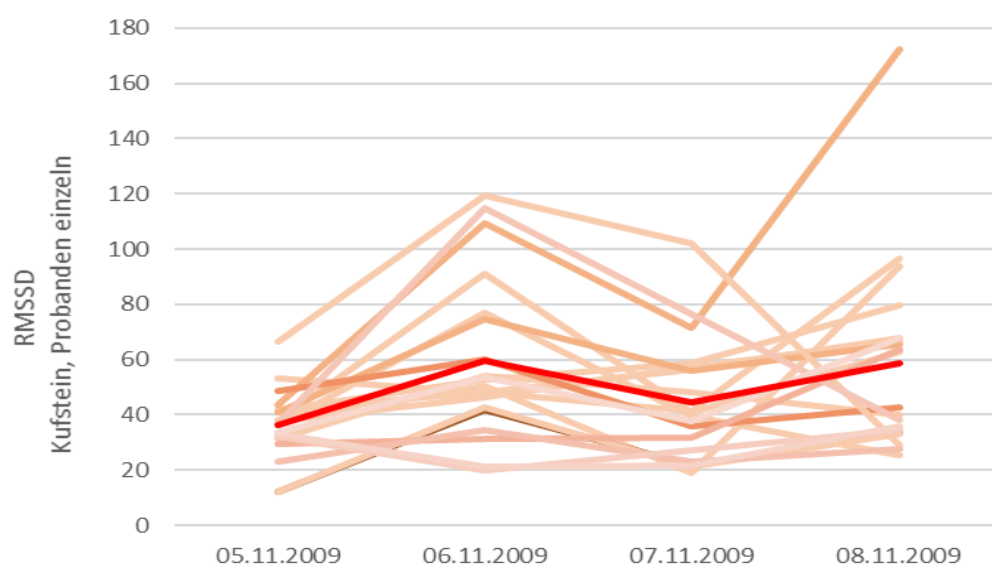


Diagramm 6: Darstellung des RMSSD-Verlaufs der einzelnen Probanden in Relation zum Mittelwert der Probanden

4.5.3 MDBF-Verlauf in Kufstein

Wie beim invasiven bzw. nichtinvasiven Parameter gab es auch hier sehr starke individuelle Schwankungen (siehe Diagramm 7).

Beim Einstieg in den Lehrgang gab es einen markanten negativen Ausreißer. Am zweiten Tag fielen, wie aus Diagramm 4 ersichtlich, alle drei Unterparameter sehr stark ab. Gegen Ende des Lehrgangs glichen sich die individuellen Werte dem Mittelwert der Gruppe sehr stark an (Müdigkeit war bei allen ansteigend, Ruhe und Stimmung wurden fast auf das Angangsniveau gehoben).

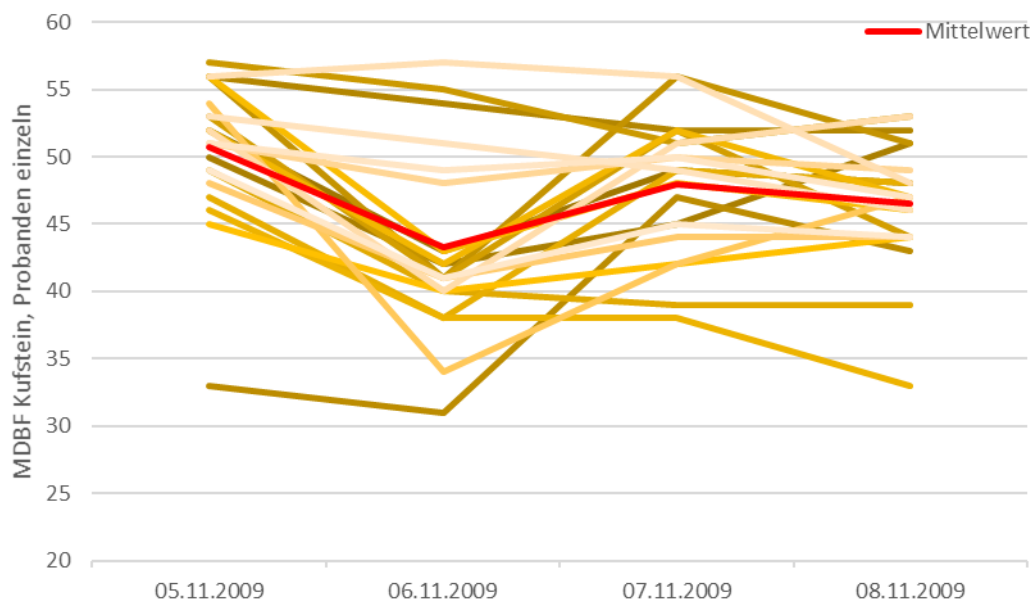


Diagramm 7: Darstellung des MDBF-Verlaufs der einzelnen Probanden in Relation zum Mittelwert der Probanden

4.5.4 Einzeldarstellung eines Probanden

Für diese Darstellung bei Diagramm 8 wurde ein Feldspieler per Zufallsgenerator ausgewählt, um seine erhobenen Tageswerte mit den Werten der Gruppe darzustellen.

Wie im Diagramm ersichtlich zeigen sich beim Großteil der Werte signifikante Unterschiede.

Die CK_{rel} -Werte waren an allen Tagen höher als der Mittelwert der Gruppe.

Die RMSSD-Werte schwankten im Vergleich zur Gruppe recht stark.

Die Belastung war im Vergleich zur Gruppe beim Training geringer, dafür aber beim Spiel höher.

Die Befindlichkeit hat sich während des Lehrgangs vom höheren Wohlbefinden dem gruppendynamischen Wohlbefinden angeglichen.

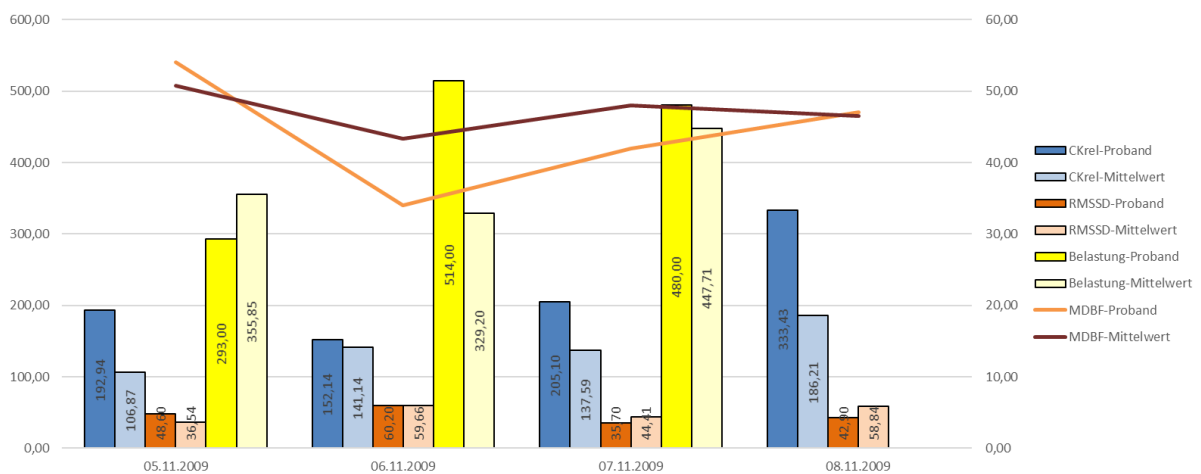


Diagramm 8: Darstellung eines Probanden mit allen Kennwerten für das Trainingscamp in Kufstein

5 Diskussion

Die Wichtigkeit der Erhebung von individuellen Belastungsparametern im Leistungssport ist unbestritten und seit vielen Jahren vor allem im Einzelsport üblich. In professionellen Mannschaftssportarten wurde auf Grund der Mehrfachbelastungen auf nationaler und internationaler Ebene das individuelle Belastungsmonitoring eingeführt, welches in weiterer Folge das individuelle Training der Athleten bestimmt hat.

Bei dieser Untersuchung mit dem U15-Nationalteam des ÖEHV in der Saison 2009/2010 konnte die Praxisrelevanz des invasiven Parameters nachgewiesen werden.

Für den nichtinvasiven Parameter konnte diese Praxisrelevanz ebenso nachgewiesen werden.

Der invasive und nichtinvasive Parameter korrelierten belastungsabhängig nicht miteinander.

Die ergänzenden integrativen Parameter konnten den invasiven und nichtinvasiven Parameter statistisch nicht signifikant bestätigen.

Im Anschluss werden die einzelnen Hypothesen auf Grund der erhobenen Daten diskutiert und mit dem aktuellen Forschungsstand der internationalen Literatur verglichen.

Des Weiteren werden noch individuelle Kennwerte zum Mittelwert der Mannschaft diskutiert, sowie die Erhebung aller Parameter einer Person während der Zusammenkunft in Kufstein.

Dann erfolgt eine Analyse der Schwächen und Kritikpunkte dieser Untersuchung sowie ein Fazit und ein Ausblick für die Zukunft.

5.1 Hypothese 1

„Der nichtinvasive Parameter der Herzratenvariabilität erklärt die individuelle Belastbarkeit des Athleten ebenso wie der invasive Parameter der Creatinkinase!“

Die Hypothese 1 wird von beiden Parametern bestätigt.

5.1.1 Invasiver Parameter

Anstatt des meist verwendeten invasiven Parameters CK wurde in dieser Untersuchung der invasive Parameter CK_{rel} verwendet. Da es in der Spielsportart Eishockey sowohl im Training als auch beim Spiel zu großen Flüssigkeitsverlusten kommt wurde mit Hilfe des HKT-Werts mathematisch der CK_{rel} ermittelt, da die Veränderungen im Flüssigkeitsvolumen des Blutes einen großen Einfluss auf die ermittelten Blutwerte hat (Heine, 2009).

Die Veränderungen des CK_{rel} waren im Laufe der Erhebung wie zu erwarten ansteigend. Von Tag eins auf Tag zwei gab es eine Veränderung von + 32,07%, von Tag zwei auf Tag drei eine Veränderung von - 2,52% und von Tag drei auf Tag vier eine Veränderung von + 35,34%. Von Tag eins auf Tag vier gab es eine Veränderung von + 74,24%.

Die CK_{rel} -Aktivität während dieses Trainingslagers spiegelte die muskulär-mechanische Beanspruchung und -intensität unter Berücksichtigung des Flüssigkeitshaushaltes wider. Die geringen Abweichungen lassen rückschließen, dass die Athleten der U15-Nationalmannschaft mit der Form der Belastungsbeanspruchung sehr gut umgehen konnten (Koch & et al., 2014).

Anhand der Messungen des invasiven Parameters wurde bei diesem Trainingslager in Kufstein die individuelle Belastbarkeit der Spieler nicht ausgereizt. Die am vierten Tag gemessene Erhöhung des CK_{rel} auf 186,21 [U/l] ist unter 100% des am ersten Tag gemessenen Basalwerts und somit ist ein übervorsichtiger Umgang bezüglich der Belastung nicht notwendig (Meyer, 2010). Die Veränderungen waren signifikant, aber in Bezug auf die Gesamthöhe nicht besorgniserregend (Urhausen & Kindermann, 2002). Trotz vier Trainingseinheiten und drei Spielen wurden die Normwerte CK_{abs} (siehe Anhang 7) nicht signifikant überschritten (Heil & Koberstein, 2004).

Die Trägheit des Belastungsparameter CK_{rel} (Heine, Trainingssteuerung in den Sportspielen, 2009) wurde bei der Auswahl des Messzeitpunkts berücksichtigt.

5.1.2 Nichtinvasiver Parameter

Der nichtinvasive Parameter RMSSD (Root Mean Square of Successive Differences) wurde in dieser Arbeit als Belastbarkeitsmarker verwendet. Es ist ein Zeitparameter, welcher eine Aussage darüber trifft, wie sehr der Parasympathikus im Körper für Erholung und Regeneration sorgt (Hottenrott, Hoos, & Esperer, 2006).

Die RMSSD-Werte stiegen vom ersten auf den zweiten Tag um + 63,35%, vom zweiten auf den dritten Tag sanken sie um – 25,54%, vom dritten auf den vierten Tag gab es dann noch eine Zunahme von + 32,49%. Vom ersten auf den vierten Tag gab es eine Zunahme von + 61,16%.

Auf Grund der internationalen Literatur hätte, wenn die individuelle Belastung für den Athleten homöostasestörend gewesen wäre, eine RMSSD-Abnahme erfolgen müssen (Buchheit, Laursen, & Ahmaidi, 2007) (Hottenrott & Hoos, 2006). Die erhobenen RMSSD-Werte zeigen aber, dass die U15-Nationalteamspieler mit der Belastung während des Trainingslagers zu jedem Zeitpunkt sehr gut umgehen konnten (Franke-Gricksch, 2018). Dies bedeutet, dass entweder die individuelle Belastung zu gering war oder aber die Spieler in einer guten konditionellen Verfassung waren.

Referenzwerte für Nachwuchsspieler sind, im Vergleich zum invasiven Parameter, nicht vorhanden.

5.2 Hypothese 2

„Die Veränderung des invasiven und nichtinvasiven Kennwertes korrelieren belastungsabhängig miteinander!“

Statistisch korrelierten die Veränderungen der invasiven und nichtinvasiven Parameter nicht miteinander.

Es gab sowohl für CK_{rel} ($p=0,001$) und RMSSD ($p=0,009$) als auch für die Veränderungen CK_{rel} und RMSSD hoch signifikante Veränderungen allerdings korrelierten die invasiven mit den nichtinvasiven Parametern nicht miteinander.

Die Veränderung der invasiven und nichtinvasiven Belastungsmarker ergab ein Abbild der Belastung über das gesamte Turnierprogramm. Es war allerdings weder mit dieser Erhebung noch mit den derzeitig vorliegenden wissenschaftlichen Publikationen möglich auf Grund eines Parameters den anderen zu bestimmen (Meyer , 2010).

5.3 Hypothese 3

„Die Veränderung des MDBF korreliert belastungsabhängig mit dem invasiven und nichtinvasiven Kennwert!“

Der MDBF korrelierte weder in der Gesamtheit der Ergebnisse noch in den drei bipolaren Skalen statistisch nachweisbar mit den invasiven bzw. nichtinvasiven Parametern.

Die psychische Befindlichkeit der Spieler über alle drei Skalen gemittelt variierte signifikant auf einem sehr positiven Niveau. Von 50,8 (SD 5,2) gab es einen Abfall auf 43,3 (SD 6,6) und dann wieder einen Anstieg auf 48,0 (SD 4,8) und nochmals einen kleinen Abfall auf 46,5 (SD 4,6).

Die drei Stimmungsdimensionen „Gute-Schlechte-Stimmung“ (- 22,34%), „Wachheit-Müdigkeit“ (- 13,75%) sowie „Ruhe-Unruhe“ (- 8,75%) wiesen alle am zweiten Tag einen signifikanten Abfall auf. Die Stimmungsdimension „Wachheit-Müdigkeit“ (- 18,75 %) blieb über den Verlauf der Zusammenkunft tief, während die zwei anderen Parameter sich wieder dem hohen Ausgangsniveau näherten.

Der Fragebogen ist lt. Autoren für Jugendliche und Erwachsene konzipiert. Die unterschiedliche Interpretation der Adjektive von den Spielern des U15-Nationalteams spiegeln somit eine Tendenz bezüglich der Befindlichkeit während des Trainingslagers wider (Steyer R. , Schwenkmezger, Notz, & Eid, 1997).

Die Autoren des MDBF verstehen unter Befindlichkeit den aktuellen psychischen Zustand eines Individuums. Befindlichkeit kennzeichnet das momentane innere Erleben und Empfinden eines Individuums und nicht beobachtbares Verhalten. Eine Befindlichkeit ist nicht auf spezifische Objekte oder Situationen gerichtet und ist nicht an spezifische, erlebnismäßig präsente Ursachen gebunden. Die Befindlichkeit ist nicht zielgerichtet und sie ist durch eine geringe zeitliche Stabilität gekennzeichnet (Steyer R. , Schwenkmezger, Notz, & Eid, 2018).

Die Ergebnisse des MDBF sind lt. Definition also nicht von den Ergebnissen der spezifischen Spielergebnisse abhängig was die erste Interpretation gewesen wäre, sondern spiegeln den aktuellen Zustand wider.

Dieser Zustand war über das gesamte Trainingslager gut, was auf eine gute Befindlichkeit der Spieler innerhalb der gesamten ÖEHV-Organisation vor Ort schließen lässt.

5.4 Individuelle Betrachtung zum Mittelwert

5.4.1 CK_{rel}

Die Darstellung unter 4.5.1 zeigt deutlich die persönliche Entwicklung des CK_{rel} -Parameters über den Verlauf des Trainingslagers im Vergleich zum rot markierten Mittelwert der Gruppe.

Die von den Trainern für alle gleich gesetzte Belastung (der Struktur des Mannschaftstraining geschuldet) wurde vom Athleten individuell erlebt und auch individuell körperlich verarbeitet (Heine, 2009) (Raaf, 2016).

Die Darstellung des Mittelwerts CK_{rel} ergibt eine Zu-, Ab- und wieder eine statistisch relevante Zunahme des CK_{rel} -Parameters. Die individuelle Darstellung zeigt aber, dass es am zweiten Tag einen Ausreißer gab, der die gesamte Messung veränderte. Einzig der Anstieg am vierten Tag ist über das Liniendiagramm für alle Spieler sichtbar.

Auch in der Mannschaftsspielsportart Eishockey ist die Erhebung einer personalisierten CK_{abs} - oder CK_{rel} -Kurve notwendig. Wenn die persönlichen Werte einen auffälligen Verlauf nehmen, wird der Athlet aus dem Mannschaftstraining herausgenommen und individuell wieder an die Belastungsverträglichkeit herangeführt (Klein, 2009). Bei Red Bull Salzburg werden die Messungen morgens vor der ersten Eistrainingseinheit gemessen, lt. Klein ist der Parameter so träge, dass die Nahrungsaufnahme morgens für den erhobenen Wert nicht aussagekräftig ist. Heine Oliver macht die Messungen von CK und HKT, unabhängig von der Sportart, immer morgens vor dem Frühstück, nüchtern (Heine, 2009), da für ihn die Nahrungsaufnahme sehr wohl von Relevanz ist (bezüglich HKT).

Auch Meyer Tim spricht sich für die Erhebung der personalisierten Belastungs- und Regenerationsparametern aus, da nur dadurch der individuellen Belastung und Regeneration entsprochen und individuell ins Training eingegriffen werden kann (Meyer, Kellermann, Ferrauti, Pfeiffer, & Faude, 2013).

5.4.2 RMSSD

Im Gegensatz zur CK_{rel} -Kurve war die individuelle Entwicklung über den Verlauf des Trainingslagers nicht einheitlich. Während bei der CK_{rel} -Kurve am Ende alle Werte anstiegen, gab es bei der Herzratenvariabilität große individuelle Unterschiede und auch unterschiedliche Entwicklungen der Tageswerte (siehe 4.5.2). Dies ist darauf zurückzuführen, dass Störungen während der Kurzzeitmessung bereits starke Auswirkungen auf das Messergebnis haben (Hottenrott & Hoos, 2006).

Auffallend war, dass es am zweiten Tag bei fast allen Spielern einen Anstieg des RMSSD-Werts gab. Dies lässt darauf rückschließen, dass die Athleten am zweiten Tag einen sehr entspannten Zustand hatten und gut zwischen Belastung und Entspannung wechseln konnten (Franke-Gricksch, 2018).

Eine trainingswirksame Steuerung während des Trainingslagers in Kufstein wäre nicht möglich gewesen. Da diese Messung bei allen Spielern noch nicht bekannt war, die persönliche Nervosität aber auf die Messung eine Auswirkung hat, ist die Erarbeitung einer personalisierten Baseline notwendig (Baumert, et al., 2006).

5.4.3 MDBF

Interessant bei der Betrachtung des individuellen MDBF-Verlaufs im Vergleich zum Mittelwert in Kufstein ist die Analyse der gut- sowie der schlechtgelaunten Spieler. Drei Spieler wiesen über den gesamten Verlauf einen überdurchschnittlichen MDBF-Gesamtwert auf, fünf Spieler wiesen hingegen eine negative Stimmung gegenüber dem Mannschaftsmittel auf (siehe 4.5.3).

Bezüglich der individuellen Belastbarkeit lässt dies keinen Rückschluss zu, allerdings ist dies für den Trainer, der fast ausschließlich auf seine persönliche Wahrnehmung angewiesen ist, ein weiteres Hilfsmittel zur Auswahl seiner Auswahlspieler, wenn die anderen eishockeyspezifischen Parameter ähnlich sind (Winkler & Sporer, 2009).

5.5 Einzeldarstellung

Bei der Einzeldarstellung (siehe 4.5.4) gibt es große Unterschiede des Spielers zur Gesamtgruppe.

Die individuellen CK_{rel} -Werte schwankten zum Mittelwert der Gesamtgruppe bis zu +44,61%.

Der individuelle RMSSD-Wert schwankte zum Mittelwert der Gesamtgruppe bis zu -37,16%.

Die individuellen Belastungswerte schwankten im Vergleich zum Mittelwert der Gesamtgruppe sehr stark zwischen Training und Spiel (beim Training signifikant geringere Belastung als beim Spiel). Die Begründung dafür liegt entweder in der mangelnden Trainingsmentalität, im vom Trainer erstellten falschen Trainingsplan, in der erteilten Eiszeit oder aber an der hohen Intensität des Turnierspieles. Die genaue Analyse der Herzfrequenzkurven, welche von allen Spielern bei allen Aktivitäten aufgezeichnet wurde, würde hier eine eindeutige Antwort geben. Diese Aufzeichnungen sowie die „Time on ice“-Erhebungen aller Zusammenkünfte liegen beim Autor auf.

Die Befindlichkeit zu Beginn des Trainingslagers war sehr gut (54) und passte sich im Laufe des Lehrgangs dem Mannschaftsniveau auf hohem Level (48) an.

5.6 Schwächen und Kritikpunkte

Ein Kritikpunkt ist sicherlich die geringe Anzahl der Probanden für die statistische Auswertung der Erhebung. Bereits wenige Ausreißer haben zu einer starken Veränderung der Mittelwerte geführt.

Ein weiterer Kritikpunkt ist die mangelnde Möglichkeit auf den Ablaufplan des ÖEHV einzuwirken. Auf Grund des vorgegebenen Wochenaktivitätsplans war es nicht möglich die invasiven und nichtinvasiven Parameter zum annähernd gleichen Zeitpunkt zu messen. Wir haben uns dann beim Trainingslehrgang in Kufstein auf den Zeitpunkt nach der Mittagsruhe bezüglich der HRV-Messung verständigt.

Geplant waren vier Messungen, da es auch ein Ziel dieser Arbeit war, den Verlauf der Belastungsparameter bis zum Saisonhöhepunkt (Weltmeisterschaft, April 2010) zu verfolgen. Durch das verhängte Flugverbot war eine Teilnahme am Abschlussturnier in Helsinki nicht möglich. Die Vorbereitung zu diesem Turnier in St. Pölten wurde deshalb am zweiten Tag abgebrochen und es konnten keine Daten erhoben werden. Retrospektiv betrachtet wäre eine einmalige Datenerhebung ausreichend gewesen.

Bei der Messung des nichtinvasiven Parameters haben wir auf ein ruhiges Umfeld geachtet, allerdings war es mit 20 14-jährigen Eishockeyspielern des U15-Nationalteams nicht immer möglich, für die relevanten fünf Messminuten das ideale Setting zu haben. Mit Fortdauer der Messungen war es zunehmend besser möglich Zwischenbemerkungen auf ein Minimum zu reduziert.

Zur Erhebung von Belastungsparametern von Nachwuchsspielern in Mannschaftssportarten gibt es national und international zu wenig veröffentlichte Daten und Studien. Es gibt viele vereinsinterne Erhebungen und Auswertungen, aber keine allgemein zugänglichen Veröffentlichungen, damit auch sportartübergreifend Vergleiche gemacht werden könnten.

5.7 Fazit und Ausblick

Trotz schwieriger Rahmenbedingungen war es möglich praxisrelevante Messungen mit dem U15-Nationalteam des ÖEHV durchzuführen. Im Laufe der Erhebungen wurden Ergebnisse erzielt, welche, nachdem sie mit den Eishockeytrainern diskutiert wurden, zu individuellen Belastungsanpassungen geführt haben.

Das Zusammenspiel zwischen den Vereinen und den Nationalteams muss besser funktionieren, da die Zeit während der Zusammenkünfte minimiert ist und der Spieler, vor allem der Nachwuchsspieler, sich immer bestens präsentieren will, auch wenn er gesundheitlich beeinträchtigt ist.

Die Zukunft kann nur die Erhebung und Auswertung von personalisierten Daten sein. Jeder Spieler hat im Training und Spiel unterschiedliche Belastungen und jeder Spieler reagiert individuell auf diese Belastungen. Der Rahmentrainingsplan muss in Mannschaftssportarten einheitlich sein, allerdings muss innerhalb dieses Rahmens individuell gearbeitet werden.

Der invasive Parameter wird (sowohl bei den Erwachsenen wie auch bei den Nachwuchsspielern) bevorzugt verwendet, da Referenzwerte vorhanden sind, die durch internationale Studien belegt sind, was die persönliche Interpretation durch den Arzt oder Sportwissenschaftler vereinfacht (Klein, 2009).

Die Arbeit mit nichtinvasiven Parametern gewinnt durch neue Technologien in Mannschaftssportarten immer mehr an Bedeutung. Das Monitoring von Athleten über den Zeitraum der Zusammenkunft beim Nationalteam ist für viele Verantwortliche beim Verband zu wenig. Die Fa. Firstbeat bietet mittlerweile ein System an, welches unter anderem dem Deutschen Eishockeybund das Monitoring während eines Turniers ermöglicht. Mit den gewonnenen Daten haben die Sportwissenschaftler und Trainer die Möglichkeit auf den Zyklus eines Eishockeyjahres einzugehen und auf Turniere gezielt hinzuarbeiten, wie bei den Olympischen Spielen in Pyeongchang 2018 (Schaidnager, 2018).

Im Nachwuchsbereich kann die Lösung für die Zukunft ausschließlich darin bestehen, dass eine starke Zusammenarbeit zwischen den Vereinen und Verbänden forciert wird. Alle Beteiligten greifen auf eine gemeinsame Plattform zu. Die Trainingsbelastungen werden über Wearables vom Trainingsort in Echtzeit an die Datenbank übertragen, es erfolgt ein Feedback in Echtzeit und über das Athletenportal haben die berechtigten Personen jederzeit Zugriff auf die gespeicherten Daten der jeweiligen Athleten.

6 Zusammenfassung

Wie in vielen anderen Bereichen ist man auch bei Mannschaftssportarten ständig auf der Suche nach effizienteren Methoden die trainingsunterstützenden Maßnahmen bezüglich ihrer Wirksamkeit zu bewerten. Für den Nachwuchseishockeysport gibt es dahingehend sehr wenige wissenschaftliche Untersuchungen, die allerdings an Erwachsenen und unter Laborbedingungen durchgeführt wurden, was sich, speziell bei Mannschaftssportarten, nur sehr schwer in die Praxis umlegen lässt (Clouth, 2009). Angesichts der ausgereizten Trainings- und Zeitpläne im Eishockey rückt der Aspekt der Belastung bzw. die optimierte Regeneration zwischen den Trainingseinheiten/ Wettkämpfen in den Vordergrund (Meyer, 2010). Ein ebenfalls sehr wichtiger Aspekt ist die kumulative Ermüdung auf Grund der Saisonbelastung. Eine Langzeituntersuchung bei nordamerikanischen Eishockeyspielern hat ergeben, dass 67,7% der verletzten Spieler im Alter von 11-20 Jahren sind, 90,3% der Verletzungen beim Spiel selber geschehen und davon der Großteil am Ende der Spiele (Tator, Provvienza, & Cassidy, 2009). Es besteht laut mehreren Untersuchungen ein Zusammenhang zwischen kumulativer Ermüdung und häufiger Verletzungsrate am Ende der Spielsaison (Brink, et al., 2010).

Die Untersuchungen dieser Arbeit wurden dahingehend durchgeführt, dass es keine gravierenden Einschnitte in den „normalen“ Ablauf der Trainings- oder Wettkampfeinheiten gab. Dies war eine Vorgabe der Verantwortlichen des österreichischen Eishockeyverbandes und der beteiligten Trainer. In der vorliegenden Untersuchung wurde überprüft, ob bei der U15-Nationalmannschaft des österreichischen Eishockeyverbandes (ÖEHV) ein invasiver Parameter (CK_{rel}) bei praxisrelevanter Durchführung durch einen nichtinvasiven Parameter (HRV) zur Einstufung der individuellen Belastbarkeit ersetzt werden kann, bei Berücksichtigung ergänzender Parameter. Von 4 Zusammenkünften wurde nur die erste in Kufstein herangezogen, da auch die anderen Zusammenkünfte zu den ähnlichen Ergebnissen geführt haben, und somit Kufstein alle Parameter repräsentiert. Als Probanden standen die Spieler des U15-Nationalteams ÖEHV in der Saison 2009/2010 zur Verfügung.

Die Messungen wurden an männlichen Probanden ($n=21$), $14,4 \pm 0,3$ Jahre alt, von 05.11.2009 bis 08.11.2009 im Rahmen des Kufsteincups durchgeführt. Gemessen wurden neben den anthropometrischen Daten (nur am ersten Tag), die invasiven Werte (täglich): CK, HKT, der nichtinvasive Parameter (täglich): RMSSD, ebenso MDBF

(täglich) und die Belastung während der 4 Eistrainings und der 3 Spiele inklusive Trockentrainings und Warmups. Aus den Daten von CK (Creatinkinase) und HKT (Hämatokrit) wurde der errechnete Wert $CK_{rel} = CK * (1 - HKT/100)$ ermittelt. Der CK_{rel} -Wert ist der um den Einfluss des Flüssigkeitsvolumens bereinigte CK-Wert (Heine, 2009). Der Flüssigkeitshaushalt hat einen markanten Einfluss auf die Blutmarker, deshalb wurde in dieser Arbeit auf diesen Aspekt eingegangen und der CK_{rel} als Blutmarker verwendet (Urhausen & Kindermann, 2002). Die Herzratenvariabilität (HRV) ist die Abweichung der momentanen Herzfrequenz von einer streng rhythmischen Folge wird (Silbernagl & Despopoulos, 2003). Der nichtinvasive Parameter RMSSD (Root Mean Square of Successive Differences) wurde als Belastbarkeitsmarker der HRV verwendet. Es ist ein Zeitparameter, welcher eine Aussage darüber trifft, wie sehr der Parasympathikus im Körper für Erholung und Regeneration sorgt (Hottenrott, Hoos, & Esperer, 2006). Ebenso wurde eine Befragung der Probanden mit Hilfe des mehrdimensionalen Befindlichkeitsfragebogens (MDBF-Kurzform A) täglich durchgeführt. Der MDBF erfasst die aktuelle psychische Befindlichkeit von Jugendlichen und Erwachsenen und besteht aus 12 Items auf drei bipolaren Skalen. Die Items sind vom Probanden jeweils auf einer 5-stufigen Skala zu beantworten (Steyer, Schwenkmezger, Notz, & Eid, 1997).

Die Ergebnisse zeigten, dass es eine eindeutige Veränderung des invasiven Parameters CK_{rel} auf Grund der Belastung gab. Ebenso gab es eine eindeutige Veränderung des nichtinvasiven Parameters RMSSD. Allerdings konnte keine Korrelation zwischen dem invasiven und nichtinvasiven Parameter statistisch belegt werden. Obwohl auch eine signifikante Veränderung der Ergebnisse des MDBF nachzuweisen war, konnte auch zwischen den MDBF-Ergebnissen und den Werten CK_{rel} und RMSSD keine Korrelation nachgewiesen werden. Die Veränderungen des CK_{rel} waren im Laufe der Erhebung wie zu erwarten ansteigend. Die CK_{rel} -Aktivität während des Trainingslagers spiegelte die muskulär-mechanische Beanspruchung und -intensität unter Berücksichtigung des Flüssigkeitshaushaltes wider. Die geringen Abweichungen lassen rückschließen, dass die Athleten der U15-Nationalmannschaft mit der Form der Belastungsbeanspruchung sehr gut umgehen konnten (Koch & et al., 2014). Anhand der Messungen des invasiven Parameters wurde bei diesem Trainingslager in Kufstein die individuelle Belastbarkeit der Spieler nicht ausgereizt. Die am vierten Tag gemessene Erhöhung des CK_{rel} auf 186,21 [U/l] ist unter 100% des am ersten Tag gemessenen Basalwerts und somit ist ein übervorsichtiger Umgang bezüglich der

Belastung nicht notwendig (Meyer , 2010). Die Veränderungen waren signifikant, aber in Bezug auf die Gesamthöhe nicht besorgniserregend (Urhausen & Kindermann, 2002). Trotz vier Trainingseinheiten und drei Spielen wurden die Normwerte CK_{abs} nicht signifikant überschritten (Heil & Koberstein, 2004). Bei den RMSSD-Werten gab es eine Zunahme vom ersten auf den vierten Tag von + 61,16%. Wie in der Literatur beschrieben, hätte, wenn die individuelle Belastung für die Athleten homöostasestörend gewesen wäre, eine RMSSD-Abnahme erfolgen müssen (Buchheit, Laursen, & Ahmaidi, 2007) (Hottenrott & Hoos, 2006). Die erhobenen RMSSD-Werte zeigen aber, dass die U15-Nationalteamspieler mit der Belastung während des Trainingslagers zu jedem Zeitpunkt sehr gut umgehen konnten (Franke-Gricksch, 2018). Dies bedeutet, dass entweder die individuelle Belastung zu gering war oder aber die Spieler in einer guten konditionellen Verfassung waren. Referenzwerte für Nachwuchsspieler sind, im Vergleich zum invasiven Parameter, nicht vorhanden! Die Veränderung der invasiven und nichtinvasiven Belastungsmarker ergab ein Abbild der Belastung über das gesamte Turnierprogramm. Es war allerdings weder mit dieser Erhebung noch mit den derzeitig vorliegenden wissenschaftlichen Publikationen möglich auf Grund eines Parameters den anderen zu bestimmen (Meyer , 2010). Der MDBF korrelierte weder in der Gesamtheit der Ergebnisse noch in den drei bipolaren Skalen statistisch nachweisbar mit den invasiven bzw. nichtinvasiven Parametern. Die psychische Befindlichkeit der Spieler über alle drei Skalen gemittelt variierte signifikant auf einem sehr positiven Niveau. Die Ergebnisse des MDBF sind lt. Definition also nicht von den Ergebnissen der spezifischen Spielergebnisse abhängig was die erste Interpretation gewesen wäre, sondern spiegelten den aktuellen Zustand wider. Dieser Zustand war über das gesamte Trainingslager gut, was auf eine gute Befindlichkeit der Spieler innerhalb der gesamten ÖEHV-Organisation vor Ort schließen lässt.

Auch in der Mannschaftssportart Eishockey ist die Erhebung einer personalisierten CK_{abs} - oder CK_{rel} -Kurve notwendig. Wenn die persönlichen Werte einen auffälligen Verlauf nehmen, soll der Athlet aus dem Mannschaftstraining herausgenommen und individuell wieder an die Belastungsverträglichkeit herangeführt werden (Klein, 2009). Auch Meyer Tim spricht sich für die Erhebung der personalisierten Belastungs- und Regenerationsparametern aus, da nur dadurch der individuellen Belastung und Regeneration entsprochen und individuell ins Training eingegriffen werden kann (Meyer , Kellermann, Ferrauti , Pfeiffer , & Faude, 2013).

Die Zukunft kann nur die Erhebung und Auswertung von personalisierten Daten sein. Jeder Spieler hat im Training und Spiel unterschiedliche Belastungen und jeder Spieler reagiert individuell auf diese Belastungen. Der Rahmentrainingsplan muss in Mannschaftssportarten einheitlich sein, allerdings muss innerhalb dieses Rahmens individuell gearbeitet werden. Der invasive Parameter wird (sowohl bei den Erwachsenen wie auch bei den Nachwuchsspielern) bevorzugt verwendet, da Referenzwerte vorhanden sind, die durch internationale Studien belegt sind, was die persönliche Interpretation durch den Arzt oder Sportwissenschaftler vereinfacht (Klein, 2009).

Literaturverzeichnis

- Baumert, M., Brechtel, L., Lock, J., Hermsdorf, M., Wolff, R., Baier, V., & Voss, A. (01. September 2006). Heart Rate Variability, Blood Pressure Variability, and Baroreflex Sensitivity in Overtrained Athletes. *Clinical Journal of Sport Medicine*, S. 412-417.
- Brink, M. S., Visscher, C., Arends, S., Zwerver, J., Post, W. J., & Lemmink, K. A. (13. Jänner 2010). Monitoring stress and recovery: next insights for the prevention of injuries and illnesses in elite youth soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, S. 809-815.
- Buchheit, M., Laursen, P., & Ahmaidi, S. (02. März 2007). Parasympathetic reactivation after repeated sprint exercise. *American Journal of Physiology*, S. 133-141.
- Burtscher, M., & et al. (28. Februar 2008). *Institut für Sportwissenschaften*. Abgerufen am 19. August 2018 von <http://sport1.uibk.ac.at/lehre/burtscher/angew.leistungsphysio,block2.pdf>
- Camm, A., & Malik, M. (Mai 1996). Heart rate variability-standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Circulation*, S. 1043-1065.
- Clouth, J. (April 2009). Erfolgskriterien im Eishockey. *Leistungssport*, S. 28-29.
- Franke-Gricksch, N. (05. Oktober 2018). *Herzraten Variabilität*. Von Herzraten Variabilität: <https://hrv-herzratenvariabilität.de/2017/09/rmssd-der-hrv-wert-fuer-die-erholungsfaehigkeit/> abgerufen
- Gleeson, M. (1. Juni 2002). Biochemical and Immunological markers of Over-Training. *Journal of Sports Science and Medicine*, S. 31-41.
- Greiderer, B., & Koller, A. (2004). Wie hilfreich sind Marker der muskulären Beanspruchung zur Trainingsgestaltung? In M. Wonisch, P. Hofmann, H. Förster, H. Hörtnagl, E. Ledl-Kukowski, & R. Pokan, *Kompendium der Sportmedizin*. Wien: Springer Verlag.

- Gutschelhofer, T., Kandolf, W., Mrkvicka, G., Reiterer, E., Vock, A., Wolf, M., & Zeilinger, M. (2017). *Angewandte Trainingslehre*. Wien: Bundesministerium für Bildung.
- Hartmann, U., & Mester, J. (01. Jänner 2000). Training and overtraining markers in selected sport events. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, S. 209-215.
- Heil, W., & Koberstein, R. (2004). *references Ranges for Adults and Children: Pre-analytical Considerations*. Rotkreuz, Schweiz: Roche Diagnostics Lgd.
- Heine, O. (01. November 2009). Erhebung von Belastungsparametern. (M. J. Schloffer, Interviewer)
- Heine, O. (2009). *Trainingssteuerung in den Sportspielen*. Köln: Olympiastützpunkt Rheinland.
- Hottenrott, K., & Hoos, O. (2006). Herzfrequenzvariabilität im Sport - Methoden und Anwendungen, Möglichkeiten und Grenzen. *Herzfrequenzvariabilität: Methoden und Anwendungen in Sport und Medizin* (S. 28-63). Hamburg: Czwalina.
- Hottenrott, K., Hoos, O., & Esperer, H. D. (Juni 2006). Herzfrequenzvariabilität und Sport. *Herz*, S. 544-552.
- Ispirlidis, I., Fatouros, I., Jamurtas, A., & et al. (September 2008). Time-course of Changes in Inflammatory and Performance Responses Following a Soccer Game. *Clinical Journal of Sport Medicine*, S. 423-431.
- Jürgen Weineck, M. K. (2005). *Optimales Eishockeytraining*. Balingen: Spitta Verlag.
- Klein, M. (8. Oktober 2009). Wert der CK-Messungen im Nachwuchsbereich. (F. Seewald, Interviewer)
- Köberle, W. (1991). *Eishockey, Vom Junior zum Champion*. Düsseldorf: Rau.
- Koch, A. J., & et al. (Jänner 2014). The creatine kinase response to resistance exercise. *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions*, S. 68-77.
- Marées, d. H. (2003). *Sportphysiologie*. Bochum: Sportverlag Strauss.

- Meyer , T. (Juni 2010). Regeneration im Leistungssport. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, S. 127-128.
- Meyer , T., Kellermann, M., Ferrauti , A., Pfeiffer , M., & Faude, O. (Jänner 2013). Die Messung von Erholtheit und Regenerationsbedarf im Fußball. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, S. 28-34.
- Nederhof, E., & et al. (Oktober 2006). Psychomotoric Speed: possibly a new marker for overtraining syndrome. *Journal of Sports Medicine*, S. 817-828.
- Polar Electro Deutschland. (Februar 2009). *Polar Support*. (P. E. Deutschland, Hrsg.) Abgerufen am 19. August 2018 von https://support.polar.com/support_files/de/C125736E004603F7C12573D20048B2E7/ProTrainer5_manual_de.PDF
- Polar Österreich. (19. August 2018). *Polar Österreich, support*. Abgerufen am 19. August 2018 von https://support.polar.com/at-de/support/the_what_and_how_of_training_load
- Raaf, d. H. (4. April 2016). Talente an den Profibereich heranführen. (G. Stapelfeldt, Interviewer)
- Schaidnagel, S. (10. Oktober 2018). *Firstbeat*. Von Firstbeat: <https://www.firstbeat.com/de/professioneller-sport/mannschaften/> abgerufen
- Silbernagl, S., & Despopoulos, A. (2003). *Taschenatlas der Physiologie*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Steyer, R., Schwenkmezger, P., Notz, P., & Eid, M. (1997). *Der Mehrdimensionale Befindlichkeitsfragebogen, Handanweisung*. Göttingen: Hogrefe.
- Steyer, R., Schwenkmezger, P., Notz, P., & Eid, M. (08. Oktober 2018). *PsychData*. Von PsychData: <https://www.psychdata.de/index.php?main=search&sub=browse&id=srrf91en15> abgerufen
- Task-Force. (1996). Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *European Heart Journal-17*, S. 354-381.

- Tator, C., Provvidenza, C., & Cassidy, D. (November 2009). Spinal Injuries in Canadian Ice Hockey: An Update to 2005. *Clinical Journal of Sports Medicine*, S. 451-456.
- Urhausen, A., & Kindermann, W. (2002). Diagnosis of overtraining: what tools do we have? *Journal of Sports Medicine*, S. 95-102.
- Urhausen, A., & Kindermann, W. (01. Februar 2002). Übertraining. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, S. 121-122.
- Warren, G. L., Lowe, D. A., & Armstrong, R. (27. Jänner 1999). Measurement tools used in the study of eccentric contraction-induced injury. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, S. 43-59.
- Weineck, J. (2007). *Optimales Training*. Balingen: Spitta Verlag.
- Winkler, H., & Sporer, G. (11. November 2009). Reflektion Trainingslager Kufstein. (F. Seewald, Interviewer)

Anhang

Sehr geehrte Damen und Herren,

im Rahmen der U15 OEHV Turniere werden sportmedizinische Messungen zur Bestimmung der Leistungs- und Regenerationsfähigkeit ihres Sohnes durchgeführt.

Die dabei erhobenen Daten werden an der Sportuniversität Innsbruck ausgewertet. Die Ergebnisse werden dem OEHV zur Verfügung gestellt.

Zustimmungserklärung betreffend **«Name» «Vorname»**

Wir sind mit den sportmedizinischen Messungen, welche im Rahmen der U15 OEHV Turniere durchgeführt werden, einverstanden.

Kufstein, am 05.11.2009

Anhang 1: Zustimmungserklärung

MDBF

Code/ Name:

Datum: Alter: Jahre

Geschlecht: w m

Instruktion

Im folgenden finden Sie eine **Liste von Wörtern, die verschiedene Stimmungen beschreiben**.

Bitte gehen Sie die Wörter der Liste nacheinander durch und kreuzen Sie bei **jedem Wort** das Kästchen an, das die **augenblickliche** Stärke Ihrer Stimmung am besten beschreibt.

Ein Beispiel:

Im Moment fühle ich mich

	überhaupt nicht					sehr
	1	2	3	4	5	
wohl	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

Angenommen, Sie würden sich momentan äußerst wohl fühlen, dann würden Sie den Kreis unter Ziffer 5 ankreuzen

Im Moment fühle ich mich

	überhaupt nicht					sehr
	1	2	3	4	5	
wohl	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	



Bitte beachten Sie dabei folgende Punkte:

- In der Liste sind mehrere Adjektive enthalten, die möglicherweise dieselbe oder eine ähnliche Stimmung beschreiben. Lassen Sie sich dadurch nicht verwirren, und **geben Sie Ihre Antwort bei jedem Adjektiv unabhängig davon, wie Sie bei einem anderen Adjektiv geantwortet haben**.
- Beurteilen Sie nur, wie Sie sich **augenblicklich** fühlen, nicht wie Sie sich im allgemeinen oder gelegentlich fühlen.
- Wenn Ihnen die Antwort schwerfallen sollte, geben Sie die Antwort, die am **ehesten** zutrifft.

Geben Sie bitte bei **jedem** Wort ein Urteil ab und lassen Sie keines der Wörter aus.

Datum und Uhrzeit		<input type="text"/>				
Im Moment fühle ich mich	überhaupt nicht				sehr	
	1	2	3	4	5	
1. zufrieden	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
2. ausgeruht	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
3. ruhelos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
4. schlecht	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
5. schlapp	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
6. gelassen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
7. müde	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
8. gut	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
9. unruhig	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
10. munter	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
11. unwohl	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
12. entspannt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
	überhaupt nicht				sehr	

Anhang 3: MDBF A, Kurzform

		Kustein Cup (06.11 - 08.11.2009)				
		U15 Nationalteam				
Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag
02.11.2009	03.11.2009	04.11.2009	05.11.2009	06.11.2009	07.11.2009	08.11.2009
				07:15 Abfahrt	07:00 Abfahrt	05:45 Abfahrt
				07:45 Frühstück-Eishalle	07:15 Frühstück-Eishalle	06:00 Frühstück-Eishalle
				09:00 - 10:15 Estraining	08:30 - 09:45 Estraining	06:30 Pre Game
			Treffpunkt 10:00 Eshalle Kufstein	11:00 - 12:30	11:00 - 12:30	08:00 - 10:30 AUT - Südtirol
			10:30 - 11:00 Bekleidungsabgabe	Alternativprogramm Fa. Riedelglas	Alternativprogramm Festung Kufstein	12:00 Essen
			12:00 - 13:15 Estraining	12:45 Essen/Eishalle	12:45 Essen/Eishalle	13:30 Siegerehrung
			14:15 Essen/Eishalle	13:15 Abfahrt	13:15 Abfahrt	14:30 Check Out
			15:00 Meeting	13:30 Zimmerruhe	13:30 Zimmerruhe	
			16:00 Abfahrt	14:15 Abfahrt	14:45 Meeting	
				14:30 Pre Game	15:45 Abfahrt	
				16:30 - 19:00 AUT - Bayern	16:00 Pre Game	
			17:15 - 18:30 Estraining		18:00 - 20:30 AUT - Baden-Württemberg	
			19:30 Essen/Eishalle	20:00 Essen/Eishalle	21:15 Essen/Eishalle	
			20:15 Meeting	21:30 Meeting	22:00 Meeting	
			22:30 Nachtruhe	22:30 Nachtruhe	22:30 Nachtruhe	

Anhang 4: Wochenplan Kufstein, 05.-08.11.2009

Datum	Uhrzeit	Messparameter	Art
27.12.2009	11:30	CK, HKT, Größe, Masse	
	13:00-14:00	HF, Belastung	Training
	21:30	HRV	
	21:40	MDBF	
28.12.2009	08:00	CK, HKT	
	11:45-13:15	HF, Belastung	Spiel
	14:00	Trainerfragebogen 1	
	16:30-18:00	HF, Belastung	Spiel
	20:30	HRV	
	20:40	MDBF	
29.12.2009	06:00	CK, HKT	
	08:30-10:00	HF, Belastung	Spiel
	10:45	HRV	
	13:15-14:45	HF, Belastung	Spiel
	17:30	MDBF	
30.12.2009	06:30	CK, HKT	
	08:15	HRV	
	10:00-11:30	HF, Belastung	Spiel
	12:00	MDBF	

Anhang 5: Messprotokoll Prag, 27.-30.12.2009

Datum	Uhrzeit	Messparameter	Art
07.02.2010	14:00	CK, HKT, Größe, Masse	
	16:00-17:15	HF, Belastung	Training
	20:45	MDBF	
08.02.2010	06:00	CK, HKT	
	08:00-09:15	HF, Belastung	Training
	14:00	HRV	
	15:00-15:45	HF	Training
	20:00	MDBF	
09.02.2010	06:30	CK, HKT	
	08:30-09:30	HF, Belastung	Training
	14:15	HRV	
	16:15-18:15	HF, Belastung	Spiel
	20:30	MDBF	
10.02.2010	06:00	CK, HKT	
	08:30-09:30	HF, Belastung	Training
	14:15	HRV	
	16:15-18:15	HF, Belastung	Spiel
	20:30	MDBF	
11.02.2010	07:00-08:15	HF, Belastung	Training
	08:50	CK, HKT	
	14:15	HRV - geplant	
	15:00-15:45	HF, Belastung	Training
	20:30	MDBF	
12.02.2010	06:00	CK, HKT	
	08:45-10:45	HF, Belastung	Spiel
	14:00	HRV	
	15:00-15:45	HF, Belastung	Training
	20:30	MDBF	
13.02.2010	06:00	CK, HKT	

Anhang 6: Messprotokoll Zell am See, 07.-13.02.2010

Datum	Uhrzeit	Messparameter	Art
18.04.2010	15:00	CK, HKT, Größe, Masse	
	16:00-17:00	HF, Belastung	Training
	20:30-21:30	HF, Belastung	Training
	22:00	MDBF	
19.04.2010	06:45	CK, HKT	
	09:00-10:15	HF, Belastung	Training
	15:30-16:45	HF, Belastung	Training

Anhang 7: Messprotokoll St. Pölten, 18.-19.04.2010

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Reflotron® Plus, Fa. Roche	12
Abbildung 2: Miniphotometer LP20, Fa. Lange.....	13
Abbildung 3: POLAR RX800CX, POLAR Brustgurt mit Sender	13

Diagrammverzeichnis

Diagramm 1: Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen für CK_{rel} und die Belastung beim Trainingslager in Kufstein	18
Diagramm 2: Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen für die RMSSD und die Belastung beim Trainingslager in Kufstein	19
Diagramm 3: Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichung für die Veränderung CK_{rel} und RMSSD beim Trainingslager in Kufstein	20
Diagramm 4: Darstellung der Mittelwerte der Ergebnisse des MDBF beim Trainingslager in Kufstein	21
Diagramm 5: Darstellung des CK_{rel} -Verlaufs der einzelnen Probanden in Relation zum Mittelwert der Probanden	22
Diagramm 6: Darstellung des RMSSD-Verlaufs der einzelnen Probanden in Relation zum Mittelwert der Probanden.....	23
Diagramm 7: Darstellung des MDBF-Verlaufs der einzelnen Probanden in Relation zum Mittelwert der Probanden.....	24
Diagramm 8: Darstellung eines Probanden mit allen Kennwerten für das Trainingscamp in Kufstein.....	25

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Messprotokoll Kufstein, 05.-08.11.2009	15
Tabelle 2: Anthropometrische Daten.....	17