

Das Verhalten des subjektiven Belastungsempfindens während der Pre- und Inseason im Elite-Nachwuchs-Fussball

Verlauf und Zusammenhänge anhand von Indikatoren des subjektiven Belastungsempfindens und deren Kausalitäten mit physischen Leistungstests

Abschlussarbeit zur Erlangung des
Master of Science in Sportwissenschaften
Option Gesundheit und Forschung

eingereicht von

Ethan Messinger

an der
Universität Freiburg, Schweiz
Mathematisch-Naturwissenschaftliche und Medizinische Fakultät
Abteilung Medizin
Department für Neuro- und Bewegungswissenschaften

in Zusammenarbeit mit der
Eidgenössischen Hochschule für Sport Magglingen

Referent
Dr. Silvio Lorenzetti

Betreuer
Dr. med. Markus Tschopp
Pascal Andrey

Baar, Februar 2022

Zusammenfassung

Einleitung: Damit die Balance zwischen Belastung und Erholung im Elite-Nachwuchs-Fussball optimal verläuft, werden unterschiedliche Monitoring-Methoden eingesetzt. Darunter haben sich psychometrische Fragebogen, unter anderem die Rate of perceived exertion (RPE) und der Wellnessfragebogen bewährt. **Ziel:** Ziel dieser Studie war es, die Ausprägungen von Indikatoren des subjektiven Belastungsempfinden im Wochenverlauf während der Pre- und InseASON, deren Zusammenhänge miteinander an verschiedenen Tagen der InseASON, wie im ganzen Erhebungszeitraum, sowie deren Zusammenhang mit dem Mittelwert der relativen maximalen Leistung ($P_{\max\text{rel}}$) des Countermovement Jumps (CMJ) und dem Speedlevel beim Yo-Yo-intermittent-recovery-Test (Yo-Yo-Test) aufzuzeigen. **Methode:** 18 Elite-Nachwuchs-Fussballspieler absolvierten zu Beginn der Saison Leistungstests, bei welchen die $P_{\max\text{rel}}$ des CMJ und das Speedlevel beim Yo-Yo-Test gemessen wurde. Über die Erhebungsphase von 9 Wochen (3 Wochen Preseason, 6 Wochen InseASON) wurden morgens vor dem Training der Wellnessscore und nach dem Training die RPE der Probanden erhoben. **Resultate:** Die RPE war in der InseASON am MD-3, der Wellnessscore am MD-2 am höchsten. Während der Preseason war die täglich erfasste RPE, ausser mittwochs, wie der Wellnessscore, ausser donnerstags, im Wochenverlauf immer höher. Der Zusammenhang zwischen der RPE und dem Wellnessscore während des ganzen Erhebungszeitraums wies einen negativen, nicht signifikanten, schwachen Effekt auf. Der stärkste nicht signifikante Zusammenhang zwischen der RPE und dem Wellnessscore des darauffolgenden Tages wurde zwischen MD-3 und MD-2 mit ($r = -.34$, $p = .17$) während der InseASON beobachtet. Die RPE über den ganzen Erhebungszeitraum hatte einen nicht signifikanten mittelstarken Zusammenhang mit dem erreichten Speedlevel beim Yo-Yo-Test, während die $P_{\max\text{rel}}$ des CMJ keinen Zusammenhang mit der RPE hatte. Zwischen Wellnessscore und $P_{\max\text{rel}}$ des CMJ bestand ein nicht signifikanter, schwacher bis mittlerer Zusammenhang. Die Leistung beim Yo-Yo-Test stand in keinem Zusammenhang zu den erhobenen Wellnessscores. **Diskussion:** Die Studienresultate scheinen aufgrund einer geringen Probandenzahl mit einigen Extremwerten in allen Fragestellungen nicht mit den zu erwartenden Resultaten gemäss Literatur und Physiologie aufgetreten zu sein. Weiter hätten andere neuromuskuläre Variablen einen stärkeren Zusammenhang mit der RPE sowie des Wellnessscores zu vermuten gehabt, wie die $P_{\max\text{rel}}$ des CMJ. **Konklusion:** Die RPE und der Wellnessscore scheinen ein sensibles Instrument zur Überwachung des internen TL zu sein. Jedoch würde es sich anhand der Studienresultate lohnen, die Studie mit einer grösseren Anzahl an Probanden über einen längeren Zeitraum durchzuführen.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	4
1.1	Hintergrund und Ausgangslage.....	4
1.2	Monitoring-Methoden.....	6
1.3	Auswirkungen verschiedener Periodisierungszyklen auf RPE und Wellnessscore.	14
1.4	Zusammenhang Wellnessscore und RPE.....	16
1.5	Zusammenhang der Sprungleistung beim CMJ auf RPE und Wellnessscore	16
1.6	Zusammenhang der Leistung beim Yo-Yo-Test auf RPE und Wellnessscore	17
1.7	Ziele und Fragestellungen der Arbeit	19
2	Methode	20
2.1	Untersuchungsgruppe	20
2.2	Untersuchungsdesign	20
2.3	Untersuchungsinstrumente.....	21
2.4	Datenanalyse	23
3	Resultate.....	24
3.1	Tägliche RPE sowie Wellnessscore im Wochenverlauf in der Pre- und Inseason ..	24
3.2	Zusammenhänge RPE und Wellnessscore.....	25
3.3	Zusammenhang von Leistungstests mit RPE und Wellnessscore.....	26
4	Diskussion.....	28
4.1	Tägliche RPE sowie Wellnessscore im Wochenverlauf in der Pre- und Inseason ..	28
4.2	Zusammenhänge RPE und Wellnessscore.....	30
4.3	Zusammenhang Leistungstests mit RPE und Wellnessscore.....	32
5	Schlussfolgerung.....	35
	Literatur.....	36
	Anhang A: Studieninformation und Einverständniserklärung.....	45
	Anhang B: Ablauf Testtag	50
	Anhang C: Checkliste	51
	Anhang D: Wellnessfragebogen	52
	Anhang E: Yo-Yo-Test.....	53
	Anhang F: RPE	57

1 Einleitung

1.1 Hintergrund und Ausgangslage

Während der Fussballsaison 2008/2009 spielten europäische Spitzenteams ca. 50 offizielle Spiele. In der Saison 2018/2019 waren es über 60 offizielle Spiele. Hinzu kamen Freundschafts- sowie Länderspiele (Nassis et al., 2020). Dabei hat sich der Fussball nicht nur in der Anzahl der offiziellen Spiele in den letzten zehn Jahren verändert, sondern auch in seiner Intensität. Studien, welche in der englischen Premier League durchgeführt wurden, zeigten die Veränderung der physischen Komponente im Fussball in den Jahren ab der Saison 2006/2007 bis zur Saison 2012/2013. Barnes et al. (2014) stellten dabei fest, dass sich die Anzahl und die Distanz im Segment von hoch intensiven Aktionen (19.8–25.1 km/h) sowie die Anzahl und Distanz der Sprints (> 25.1 km/h) signifikant erhöht haben.

Diese beiden Geschwindigkeitssegmente werden in der Literatur oft zu Distanzen im high speed running (HSR), also $v > 19.8$ km/h zusammengefasst (Swallow et al., 2021).

Die Gesamtdistanz, welche die Spieler in den Spielen zurücklegten, blieb dabei unverändert. Faude et al. (2012) stellten fest, dass kurz vor dem Torerfolg bei 83 % der entstandenen Tore in der Bundesliga-Saison 2007/2008 eine hochintensive Aktion (geradliniger Sprint, Sprint mit Richtungswechsel, Sprünge oder Rotationen) voraus ging.

Die Zunahme in der Anzahl der Spiele, wie die Zunahme der HSR-Distanz im Fussball werden auch in einen Zusammenhang mit den steigenden Verletzungsinzidenzen gestellt (Ekstrand et al., 2011; Klein et al., 2019; Nassis et al., 2020).

So belegten Klein et al. (2019) eine signifikant geringere Verletzungsrate in der Saison 2015/2016 im Vergleich zu den Saisons 2014/2015 und 2016/2017. Dabei wird ein Zusammenhang zwischen den grossen Länderturnieren (FIFA Weltmeisterschaft 2014 und UEFA Europameisterschaft 2016) vermutet.

Light et al. (2021) stellten Verletzungsinzidenzen von englischen Elite-Nachwuchs-Fussballern von der U11 bis zur U21 dar. Dabei wurden während 1000 Stunden Belastungen (Training und Spiele) 0.7 Verletzungen registriert. Bei der U21 betrug die Verletzungsinzidenz 4.8 in 1000 Belastungsstunden. Somit stiegen die Verletzungsinzidenzen im Elite-Nachwuchs-Fussball mit steigender Altersklasse an und erreichten in der U21 die höchsten Inzidenzen (Light et al., 2021). Werden die Daten von Klein et al. (2020) herangezogen, welche während der 1. Bundesliga-Saison 2018/2019 52,6 Verletzungen pro 1000 Stunden Wettkampf feststellten, wird davon ausgegangen, dass die Verletzungsinzidenzen im Elite-Fussball noch höher sind. Klein

et al. (2020) analysierten dabei nur die Wettkampfstunden, ohne die Trainingsstunden zu betrachten.

Jedoch wurde im Elite-Fussball eine Zunahme der Verletzungen pro Saison festgestellt, welche mit einer höheren Wettkampfexposition durch mehr Pokal- und Länderspiele begründet wird. Werden die Zeitpunkte der Trainingsverletzungen genauer betrachtet, stellen die Vorbereitungsmonate Juli und Januar die Zeitpunkte mit den meisten Trainingsverletzungen im Saisonverlauf dar. Jede vierte Trainingsverletzung ereignet sich entweder im Januar oder im Juli. Die hohe Trainingsexposition sowie die hohen Trainingsintensitäten in der Vorbereitungsphase (Preseason) werden als Hauptursache gesehen (Klein et al., 2020). Ekstrand et al. (2011) sehen die häufigen Trainingsverletzungen in der Preseason durch Überlastungsbeschwerden.

Dabei betreffen drei Viertel der Verletzungen in den Bundesliga-Saisons 2014/2015 bis 2016/2017 die unteren Extremitäten. Der Anteil von Oberschenkelverletzungen ist im Verlaufe der Jahre angestiegen und macht, über die drei beobachteten Saisons, 23,6% aller Verletzungen aus. 15% aller Verletzungen, welche den Oberschenkel betreffen, wurden durch einen direkten Kontakt verursacht. Zwischen den Vereinen der Bundesliga liegen erhebliche Unterschiede bezüglich der Ausfalltage (Ekstrand et al., 2011). Dabei konkludierten Klein et al. (2019), dass eine Reduktion der Verletzungen möglich ist.

Ein Muster an Überlastungsverletzungen konnten Hägglund et al. (2013) feststellen. Sie belegten, dass die Häufigkeit an Muskelverletzungen in Ligaspielen mit weniger als vier Tagen Pause zunimmt, im Vergleich zu sechs Tagen Pause zwischen den Ligaspielen.

Im Speziellen benennen die Autoren Hamstrings- und Quadrizeps-Verletzungen.

Fromm et al. (2018) untersuchten Verletzungen im Elite-Nachwuchs-Fussball und massen indirekten Muskelverletzungen eine grosse Bedeutung zu. Fromm et al. (2018) zeigten, dass eine lokale muskuläre Ermüdung ein häufiger Pathomechanismus für eine indirekte Muskelverletzung ist. Dies erklärt, weshalb die meisten Verletzungen in den fussballintensivsten Zeiten entstehen (Klein et al., 2019; Klein et al., 2020; Fromm et al., 2018).

Es wird darauf hingewiesen, dass die Erhöhung der Frequenz, Intensität und die höhere Belastung mit der steigenden Verletzungsanfälligkeit mit zunehmendem Alter der Elite-Nachwuchs-Fussballer zusammenhängen (Timpka et al., 2008).

Nach Light et al. (2021) entstanden 73 % aller Verletzungen durch traumatische Mechanismen. Am meisten war der Oberschenkel mit 23 % betroffen und die häufigsten Verletzungen waren Muskelverletzungen mit 29 %. Zusammengenommen waren Oberschenkelmuskelverletzungen mit 17 % die häufigste Diagnose (Light et al., 2021).

Jedoch geht bei der Belastungssteuerung im Fussball nicht nur darum, Verletzungen zu minimieren. Durch die Intensivierung des Spiels müssen die Spieler dementsprechend ausgebildet und vorbereitet werden. Dazu ist es von zentraler Bedeutung, zu wissen, wie belastbar die Spieler zum aktuellen Zeitpunkt sind. Nach Halson und Jeukendrup (2004) ist die Voraussetzung für die Weiterentwicklung von Elite-Nachwuchs-Fussballern die richtige Balance zwischen Training und Erholung.

Wie Faude et al. (2012) konnten auch Styles et al. (2016) in ihrer Studie belegen, dass die Fähigkeit, schnell rennen zu können, Situationen im Fussball entscheidet. Beim geraden Sprint werden meistens in zwei bis vier Sekunden Distanzen von 10 bis 30 Meter absolviert. In einem Spiel werden zwischen 8 und 12 Kilometer an gesamter Distanz zurückgelegt (Barnes et al., 2014). Dabei werden ca. 11 % der gesamten Distanz in 17 bis 81 Sprints zurückgelegt. Beim Vergleich zwischen Elite-Nachwuchs-Fussball und Leistungsfussball unterscheidet sich die totale zurückgelegte Distanz nicht (Styles et al., 2016).

Durch die Entwicklung des Fussballs in den vergangenen Jahren sehen Barnes et al. (2014) insbesondere höhere Anforderungen an das neuromuskuläre System der Spieler.

Um die hohen geforderten Bewegungsgeschwindigkeiten zu schulen, müssen diese ins Training integriert werden. Nach Weineck (2019) ist es jedoch unmöglich, maximale Geschwindigkeiten im ermüdeten Zustand zu erreichen, da die Steuerungsprozesse des Zentralnervensystems (ZNS) beeinträchtigt sind und die für die Schnelligkeitsentwicklung erforderliche hohe Koordinationsfähigkeit in ihrer Leistung herabgesetzt ist.

Damit ist klar, dass die Athleten in ausgeruhtem Zustand maximale Geschwindigkeiten trainieren müssen, um den geforderten Ansprüchen gerecht zu werden.

Da bei jungen Athleten, unter anderen auch im Nachwuchs-Leistungsfussballern, mehrere Ziele verfolgt werden, ist das Monitoring des Trainingsloads (TL) für die Trainer ein wichtiger Bestandteil ihrer täglichen Arbeit. Zum einen wird eine Leistungssteigerung, welche in kurzer Zeit erfolgen soll, zum anderen eine langfristige Leistungssteigerung verfolgt (Malisoux et al., 2013).

Aus den erwähnten Gründen ist es für die Vereine von zentraler Bedeutung, die Verletzungsinzidenzen zu minimieren, bei gleichzeitiger maximaler Trainingsadaption. Damit dies geschehen kann, gibt es verschiedene Methoden.

1.2 Monitoring-Methoden

Übergeordnetes Ziel bei der Ausbildung von Elite-Nachwuchs-Fussballern ist, sie auf eine langfristige, professionelle Fussballkarriere vorzubereiten. Das beinhaltet auch den Prozess der

athletischen Entwicklung. Hier wird das Ziel verfolgt, dass die Spieler ihr athletisches Potential beim Erreichen des Erwachsenenalters abrufen können (Bourdon et al., 2017). Da nicht alle Athleten gleich sind und unterschiedliche Lebensführungen neben dem Sport haben, wie auch unterschiedlich auf Belastungen reagieren, ist es wichtig, individuell auf die Athleten einzugehen. Dabei gilt es zu beachten, dass im Teamsport nicht alle Spieler den gleichen Belastungen ausgesetzt werden und es Unterschiede bzgl. der Positionen, taktischen Einstellungen und Einsatzzeiten gibt (Bangsbo et al., 2006). Nach Meeusen et al. (2013) beinhaltet ein erfolgreiches Training ein Overload, für eine Trainingsadaption jedoch gilt es, eine Kombination von übermässiger Überlastung und unzureichender Erholung zu vermeiden.

Meeusen et al. (2013) unterscheiden deshalb zwischen Überforderung und Übertraining. Unter Überforderung wird eine Anhäufung von Trainings- oder anderem Stress verstanden, welcher zu einer kurzfristigen Abnahme der Leistungsfähigkeit führt. Diese Abnahme kann mit oder ohne auftretende physiologische und psychologische Anzeichen auftreten. Bis die Leistungsfähigkeit wiederhergestellt ist, kann es mehrere Tage bis einige Wochen dauern. Übertraining wird definiert als Anhäufung von Trainings- oder anderem Stress, welcher zu einer langfristigen Abnahme der Leistungsfähigkeit und Fehlanpassungen führt. Die Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit kann hierbei mehrere Wochen oder Monate dauern (Meeusen et al., 2013).

Somit liegt der Unterschied zwischen der gewünschten Überforderung und dem ungewünschten Übertraining in dessen benötigter Zeit bis zur Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit. Buchheit et al. (2013) erwähnen die Wichtigkeit des Monitorings in der Vorbereitungs- wie auch in der Wettkampfphase (Inseason). Verglichen zur Inseason beträgt der TL in der Preseason das Zwei- bis Vierfache. Deshalb ist es von grosser Bedeutung, dass die Spieler sich einerseits maximal physiologisch anpassen können, andererseits sich nicht verletzen oder in ein Übertraining geraten. Ziel der Preseason ist eine Überforderung des Systems, jedoch kein Übertraining. Aus diesem Grund ist die präzise Kontrolle des TL und die individuelle Anpassung der Spieler essenziell, um den Effekt des Trainings zu maximieren (Buchheit et al., 2013).

Dabei kann zwischen internem und externem TL unterschieden werden. Interne TL werden als biologische (physiologische und psychologische) Stressoren definiert, welche dem Athleten durch Training und Umwelteinflüsse auferlegt werden. Anhand dieser Messgrössen kann die interne Belastung beurteilt werden. Auf der anderen Seite ist der externe TL eine objektive Messgrösse, welche die vom Spieler erbrachte Arbeit, während des Trainings oder Spiels, bewertet (Bourdon et al., 2017).

1.2.1 Externer Trainingsload

Der externe TL bezieht sich auf die verrichtete physikalische Arbeit des Körpers. Diese kann unterschiedlicher Art sein. So zum Beispiel die zurückgelegten Distanzen, die unterschiedlichen Intensitäten der Distanzen, die Anzahl Beschleunigungen und Abbremsungen sowie die Anzahl der Sprünge. Diese können, wie in Tabelle 1 dargestellt, durch GPS-Geräte, Kamera-Tracking-Systeme oder ein Trainingstagebuch gemessen werden (Swallow et al., 2021).

Tabelle 1

Zusammenfassung und Evaluation der Methoden zum Monitoring des externen TL von Athleten

Externer TL	Validität	Reliabilität	Einheiten
<i>Zeit</i>	Hoch	Hoch	Zeiteinheiten
<i>Trainingsfrequenz</i>	Hoch	Hoch	Anzahl Trainings
<i>Erfasste Bewegungswiederholungen</i>	Hoch	Mittel-Hoch	Gezählte Aktivitäten (Sprünge, Würfe etc.)
<i>Distanz</i>	Hoch	Hoch	Distanzeinheiten
<i>Geschwindigkeit</i>	Hoch	Hoch	Geschwindigkeitsangaben
<i>Beschleunigung</i>	Hoch	Hoch	Geschwindigkeitsangaben
<i>Neuromuskuläre Tests</i>	Mittel-Hoch	Hoch	Countermovement Jump / Drop Jump
<i>GPS-Messungen</i>	Mittel-Hoch	Mittel	Geschwindigkeit, Distanzen, Beschleunigung, Zeit in Geschwindigkeitszonen, Lokalisierung auf dem Spielfeld
<i>Zeit-Bewegungsanalyse-Video (automatisiert) (objektiv)</i>	Mittel-Hoch	Mittel	Geschwindigkeit, Ort, Beschleunigung

Anmerkung. Eigene Darstellung, in Anlehnung an Bourdon et al. (2017).

1.2.2 Interner Trainingsload

Tabelle 2 zeigt angelehnt an Bourdon et al. (2017) eine Zusammenfassung und Bewertung gebräuchlicher Monitoring-Methoden zur Überwachung der TL und Reaktionen von Fussballspielern.

Tabelle 2

Zusammenfassung und Evaluation der üblichen Methoden zum Monitoring des internen TL von Athleten

Interner TL	Validität	Reliabilität	Studien
<i>Herzfrequenz</i>	Hoch	Mittel-Hoch	Bellenger et al., 2016; Buchheit et al., 2013; Halson, 2014; Hopkins, 1991
<i>Laktatwerte</i>	Hoch	Hoch	Halson, 2014; Swart et al., 2004
<i>Biochemische Marker</i>	Hoch	Mittel-Hoch	Haralambie & Berg, 1976; Meyer et al., 2013; Newham et al., 1983; Warren et al., 1999
<i>Psychologische Fragebogen</i>	Mittel	Mittel-Hoch	Fessi et al., 2016; Moalla et al., 2016; Oliveira et al., 2009
<i>RPE (subjektiv)</i>	Mittel-Hoch	Mittel-Hoch	Borg, 1982; Coutts et al., 2009; Eston, 2012; Nicolò et al., 2016; Rago et al., 2020
<i>sRPE^a (subjektiv)</i>	Mittel-Hoch	Mittel-Hoch	Foster et al., 2001; Impellizzeri et al., 2004; Marynowicz et al., 2020; Scott et al., 2013

Anmerkung. Eigene Darstellung, in Anlehnung an Bourdon et al. (2017).

^a session RPE

Physiologische Verfahren. Das Monitoring der Herzfrequenz (HF) ist eines der am häufigsten eingesetzten Mittel zur Messung des internen TL. Die HF wird während des Trainings überwacht und basiert laut Halson (2014) auf der linearen Beziehung zwischen der HF und der Sauerstoffverbrauchsrate während des Steady-State-Trainings nach Hopkins (1991). Um die vorgegebene Intensität zu erreichen und zu überwachen, wird oft der Prozentsatz der maximalen HF vorgegeben (Halson, 2014).

Nach Swart et al. (2004) reagiert die Laktatkonzentration im Blut empfindlich auf Änderungen der Trainingsintensität und Dauer und ist relativ einfach in der Handhabung. Jedoch gibt es gemäss Halson (2014) eine Reihe potenzieller Einschränkungen für die regelmässige Überwachung der Laktatkonzentrationen während der Belastung. Hierbei erwähnen Halson (2014) und Swart et al. (2004) inter- und intraindividuelle Unterschiede in der Laktatakkumulation in Abhängigkeit von Umgebungstemperatur, Hydratationsstatus, Ernährung, Glykogengehalt und der vorherigen Belastung der verwendeten Muskelmasse. Zusätzlich haben Änderungen der Phasen einen Einfluss auf die submaximale Laktatkonzentration. So konnten Swart et al. (2004) aufzeigen, dass sich die submaximale Laktatkonzentration bei der Intensität an der Laktatschwelle im Vergleich von Vorsaison und Wettkampfvorbereitung um 0,7 mmol/l unterscheidet. Aus diesen Gründen sind Veränderungen der Laktatkonzentration im Blut mit Vorsicht zu interpretieren (Halson, 2014; Swart et al., 2004).

Werden zur Beurteilung der Erholung und Ermüdung von Athleten Laborwerte herangezogen, sehen Meyer et al. (2013) den offensichtlichen Nutzen in ihrer Objektivität und guten Reproduzierbarkeit. Durch die Routine-Laborwerte und ihre kostengünstige Bestimmung haben vor allem die Kreatinkinase (CK) und der Harnstoff als Parameter des Training-Monitorings eine hohe Popularität gewonnen (Meyer et al., 2013). Die CK wird bei Schädigungen der Muskelzellmembran vermehrt ins Blut freigesetzt und kann als Indikator für Mikroschädigungen der Muskulatur betrachtet werden (Newham et al., 1983; Warren et al., 1999). Diese Methodik eignet sich vor allem bei Sportarten mit hohen exzentrischen Belastungen, wie sie beim Fussball vorkommen. Meyer und Meister (2011, zitiert nach Meyer et al., 2013) weisen jedoch darauf hin, dass professionelle Fussballspieler im Durchschnitt CK-Konzentrationen aufweisen, welche deutlich über den angegebenen Referenzbereichen liegen und sie deshalb aus dem sportartspezifischen Hintergrund interpretiert werden müssen.

Nach Meyer et al. (2013) ist eine stärkere Schädigung der Myozyten durch Belastung mit einer geringfügigen Erhöhung der Harnsäure denkbar.

Haralambie und Berg (1976) sehen den Harnstoff als Metabolit der Aminosäuren, welcher in katabolen Stoffwechselsituationen erhöht im Blut gemessen wird. Somit erfasst das Harnstoff-Monitoring Phasen eines zeitweise auftretenden kalorischen Defizits, also Phasen eines sehr hohen energetischen Bedarfs; beispielsweise in Saisonphasen mit hohem Energiebedarf (Meyer et al., 2013).

Weiter können verschiedene Entzündungsmarker für ein laborbasiertes Monitoring genutzt werden. Dabei ist das Interleukin 6 (IL-6) am besten untersucht. Nach Meister et al. (2013) reagiert das rote Blutbild eher auf längerfristige trainingsinduzierte Flüssigkeits-

verschiebungen. Dabei konnten bei einer Studie der 1. und 2. Fussballbundesliga keine praxis-relevanten Veränderungen des IL-6 in Abhängigkeit der akuten oder aufsummierten Belastung beobachtet werden (Meister et al., 2013; Meyer et al., 2013). Bezüglich dieses Ergebnisses kommen Meyer et al. (2013) zur Schlussfolgerung, dass ein einfaches Monitoring der aktuellen Beanspruchung bzw. Erholtheit über Laborwerte im Fussball nur begrenzt möglich ist. Auch Halson (2014) hält fest, dass der Einsatz biochemischer, hormoneller und immunologischer Massnahmen als alleinige Indikatoren für den internen TL derzeit aufgrund der begrenzten Forschung auf diesem Gebiet nicht gerechtfertigt ist.

Psychometrische Verfahren. Da sich die Belastungssteuerung durch psychometrische Verfahren in der Wissenschaft als valide und reliabel herausgestellt und in der Praxis bewährt hat, setzen viele Vereine im Elite-Nachwuchs-Fussball unter anderem auf psychometrische Verfahren (Bourdon et al., 2017; Halson, 2014; Impellizzeri et al., 2019; Schneider et al., 2020). Eine Studie von Akenhead und Nassis (2016), welche Vereine von 82 internationalen professionellen Fussballvereinen (England, Amerika, Spanien, Frankreich, Italien, Holland, Deutschland, Australien und der Schweiz) auf ihre Monitoring-Methoden untersuchten, stellten fest, dass 68 % der Vereine dafür Fragebogen benutzten. Somit sind psychometrische Verfahren die häufigsten benutzten Methoden im Leistungsfussball für das Monitoring des internen TL (Akenhead & Nassis, 2016).

Thorpe et al. (2017) belegten, dass psychometrische Verfahren sensibler auf unterschiedliche TL reagieren und vielversprechender sind als invasive Bewertungen für das Betrachten des Ermüdungszustands von Sportlern. Ein weiterer Vorteil der psychometrischen Verfahren gegenüber den physiologischen Verfahren liegt in ihrer schnellen Anwendbarkeit. So dauern die physiologischen Verfahren von der Erhebung bis zur Anwendung wenige Minuten, während die Bewertung bei gewissen physiologischen Verfahren (biochemische Marker) Tage oder Wochen dauern kann (Bourdon et al., 2017). Ein weiterer entscheidender Punkt ist, dass es ausser im Elite-Fussball kaum möglich ist, HF-basiertes Monitoring durchzuführen. Somit gibt es nicht viele Elite-Nachwuchs-Fussballteams, welche die technischen Mittel und die technische Expertise haben, um bei allen Spielern in jeder Trainingseinheit HF-Daten zu erheben (Impellizzeri et al., 2004). Ein weiteres Problem beim Monitoring des internen TL durch die Erhebung der HF besteht durch das Verbot von HF-Gurten bei offiziellen Spielen. Impellizzeri et al. (2004) sehen in dieser Regelung eine wichtige Limitation, um den internen TL zu messen, da der interne TL an einem Spieltag einem hohen Anteil des gesamten internen TL während einer Woche entspricht.

Aufgrund der im Abschnitt *psychometrische Verfahren* angedeuteten Problematik durch das interne TL-Management anhand der HF schlugen Foster et al. (2001) eine alternative Strategie für die Messung des internen TL vor. Die Rate of perceived exertion (RPE) ist eine weit verbreitete Methode, um den internen TL zu quantifizieren (Rago et al., 2020). Die Ursprünge der RPE-Methode liegen bei Borg (1982), welcher eine subjektive Intensitätsskala erstellte, welche aus Werten von 6-20 besteht.

Es wurden verschiedene RPE-Skalen entwickelt, welche je nach Gebrauch und Kontext andere Skalen haben können. Die häufigsten sind hierbei jedoch immer noch die Borgs 6–20-RPE-Skala sowie Borgs Kategorienverhältnis (CR) von 1–20 und CR-100-Skalen (Abbiss et al., 2015). Im Fussball hat sich Borgs CR-10-Skala (Werte von 1–10, wobei 10 maximale Anstrengung bedeutet) etabliert. Weiterentwickelt wurde die RPE-Skala zur session RPE (sRPE) von Foster et al. (2001), auch mit einer zehnstufigen Skala, in welcher jedoch noch das Trainingsvolumen multipliziert wird (Belastungsdauer in Minuten). Impellizzeri et al. (2004) konnten aufzeigen, dass der sRPE-basierte Ansatz zur Quantifizierung des internen TL im Elite-Nachwuchs-Fussball signifikant mit der HF-Reaktionen beim Training korreliert. Trotzdem ist bei der Multiplikation der RPE mit dem Trainingsvolumen (Expositionszeit) Vorsicht geboten, da der Einfluss der Übungsdauer auf die wahrgenommene Intensität kaum untersucht ist. Die Spieler könnten durch die Erhöhung der Dauer ihre Intensität durch strategische Überlegungen verringern (Rago et al., 2020). So berichten unterschiedliche Studien, dass die Trainingsdauer die Intensitätsreaktion während des Fussballtrainings beeinflussen kann. So nahmen in kontrollierten Situationen die RPE-Werte linear mit der Zeit zu und erreichten am Ende der Übung maximale Werte (Coutts et al., 2009; Eston, 2012; Nicolò et al., 2016). Aus diesem Grund kann erwartet werden, dass bei relativ kurzer Dauer der Trainingseinheiten die Dauer der Einheit den RPE stärker beeinflusst als die tatsächlichen physischen und physiologischen Intensitäten. Deshalb können die Spieler die Intensität nicht proportional zu objektiven Kriterien wie der HSR-Distanz oder der Anzahl der Beschleunigungen und Abbremsungen bewerten. Aus diesem Grund kann auch die RPE, welche über kurzzeitige Einheiten erhoben wurde, repräsentativ für die tatsächliche Belastungsintensität sein (Rago et al., 2020).

Einen weiteren Vorteil gegenüber den HF-Messungen sehen Rago et al. (2020), dass bei der RPE nicht nur physiologische Reaktionen auf die körperliche Belastung objektiviert werden können, sondern auch neuronale Faktoren mit in die Bewertung der RPE einfließen. Dies lässt eine individuellere Bewertung der Belastung der Spieler zu.

Gaudino et al. (2015) stellten fest, dass ein Zusammenhang zwischen der RPE und der Distanz im Hochgeschwindigkeitsbereich sowie der Anzahl von Beschleunigungen und Abbremsungen

mit mehr als 3 m/s² besteht. Eine Studie von Lovell et al. (2013) ermittelte, dass 62,4% der Varianz der sRPE bei professionellen Rugby-Spielern durch externe Messungen wie Distanz, Körperbelastungen und Impacts erklärt werden und 35,2% der Varianz durch den Prozentanteil der maximalen HF, Impacts pro Minute und Distanz pro Minute erklärt werden.

Somit korreliert die RPE nicht nur mit dem internen TL, sondern auch mit dem externen TL, welcher unter anderem durch GPS festgestellt werden kann. Der Einfluss des externen TL auf den internen TL konnte in mehreren Studien mit Elite-Fussballern belegt werden (Hill-Haas et al., 2009; Impellizzeri et al., 2004; Rampinini et al., 2007).

Abbiss et al. (2015) sehen eine Schwierigkeit, wenn die Bewertung der wahrgenommenen Belastungsskala sowohl für die Belastung als auch für die Beanspruchung in Betracht gezogen werden, da Hinweise vorliegen, dass es sich hierbei um leicht unterschiedliche Konstrukte handelt. Für die Autoren ist es plausibel, dass die neuronalen Prozesse, welche an der Entwicklung der Wahrnehmung von Belastung und Anstrengung beteiligt sind, unterschiedlich sind (Abbiss et al., 2015). Aus diesem Grund wurden schon differenziertere RPE-Skalen vorgeschlagen, welche die Muskel- und die Atmungssymptome trennen (Rago et al., 2020). Zusammenfassend lässt sich jedoch sagen, dass die Studienlage, die Reliabilität und der Konsens der RPE mit objektiven Parametern der Trainingsintensität übereinstimmen und die Einfachheit der Nutzung bestätigt ist (Rago et al., 2020). Die sRPE ist dann sinnvoll, wenn der TL über einen längeren Zeitraum betrachtet wird, damit der sRPE-Wert addiert werden kann. Somit kann ein Trainingsverzeichnis erstellt und die Schwankungen der Belastungen berechnet werden. Dies ist vor allem bei Teamsportarten, welche wöchentlich einen Wettkampf haben, sinnvoll. Durch diese Methodik können die Belastungen grafisch dargestellt werden und die verantwortlichen Personen im Verein haben einen visuellen Eindruck, wie die Spieler ihr Training wahrnehmen (Rago et al., 2020).

Massgeschneiderte Wellnessfragebogen sind im Leistungssport weitverbreitet (Campbell et al., 2020b). Dabei wurden die Veränderungen der Laune und der affektiven Zustände in mehreren Studien als konsistent und sensitiv für starke Trainingsreize sowie Übertraining beschrieben. Darüber hinaus dienen Veränderungen der affektiven Zustände als Frühwarnzeichen für Übertraining (Meeusen et al., 2013; Urhausen & Kindermann, 2002).

Der Wellnessfragebogen besteht dabei üblicherweise aus 4 bis 12 Items, welche auf einer 1–5-, 1–7- oder 1–10-stufigen Punkteskala zu bewerten sind (Gallo et al., 2016; Taylor et al., 2012). Dabei decken die Fragen Konstrukte aus wahrgenommenem Stress und Erholung, Stimmungslage, allgemeiner Müdigkeit, Schlafqualität und -quantität, Energie, Vitalität und potentiellen somatischen Symptomen ab (Grove et al., 2013).

Die Daten werden meistens täglich vor der Ausübung der nächsten Einheit gesammelt. Dadurch kann bewertet werden, wie die Athleten den TL vertragen und ihre Trainings- oder Wettkampfbereitschaft kann abgeschätzt werden. Somit könnte der zukünftige TL der einzelnen Spieler allenfalls angepasst werden (Campbell et al., 2020a).

Da nicht nur der externe TL in die Beanspruchung miteinfliesst, sondern auch die Lebenssituationen und die individuellen Reaktionen der Spieler auf die Belastung miteinfließen kann, bringen psychometrische Verfahren einen Mehrnutzen.

Die inter- und intraindividuellen Unterschiede in Erholungsfähigkeit, Belastbarkeit und Stressfaktoren der Athleten können die unterschiedlichen Beanspruchungen von Sportlern unter identischen Trainingsbedingungen erklären (Bourdon et al., 2017; Gastin et al., 2013).

Für Bourdon et al. (2017) müssen für ein erfolgreiches Monitoring die Daten der Athleten individuell und regelmässig bewertet werden und die erhobenen Daten im Längsschnitt verglichen werden.

So kann zum Beispiel ein Nachwuchsspieler mit einem körperlich anstrengenden Job sensibler auf eine Belastung reagieren als ein Spieler mit einem Bürojob. Thorpe et al. (2017) belegten, dass das morgendliche Ausfüllen von Wellnessfragebogen über Müdigkeit, Schlafqualität und Muskelschmerzen sensibler sind als Herzfrequenzmessungen, welche die täglichen Schwankungen während des Trainings bei professionellen Fussballspielern in einer normalen Woche innerhalb einer Saison wiedergeben.

Somit sind Fragebogen ein einfaches und relativ kostengünstiges Mittel, um die anschliessende Beanspruchung auf die Belastungen zu bestimmen (Halson, 2014). Borresen und Lambert (2009) weisen jedoch auf die Subjektivität dieser Informationen hin und empfehlen die Antworten der psychometrischen Verfahren durch physiologische Daten zu untermauern. Zudem wird auf die Manipulierbarkeit der Daten sowie zu Unter- oder Überschätzung der Belastungen durch Athleten hingewiesen (Borresen & Lambert, 2009).

1.3 Auswirkungen verschiedener Periodisierungszyklen auf RPE und Wellnessscore

Das Ziel der Periodisierung ist, eine Trainingsadaption durch die Balance zwischen Belastung und Erholung zu erreichen. Im Sport gibt es eine Vielzahl an Periodisierungsmodellen, welche gut belegt sind (Los Arcos et al., 2017; Loturco et al., 2016). So wird während der Preseason der Fokus auf die Wiedererreichung des Fitnessstands von vor der Saisonunterbrechung gelegt. Das Ziel der Inseason ist, das Fitnessniveau zu halten oder zu entwickeln sowie individuellen Anforderungen der Spieler gerecht zu werden (Bangsbo et al., 2006).

Fessi et al. (2016) zeigten auf, dass in der Preseason der TL, verbunden mit Müdigkeit, Muskelschmerzen, Schlafqualität, höherem Stress und tieferem Wohlbefinden, signifikant höher ist als in der Inseason. Gemäss Coutts et al. (2008, zitiert nach Fessi et al., 2016) sollten in der Preseason höhere TL als in der Inseason erzielt werden. Ziel dahinter ist, dass die Fitness der Spieler progressiv und sicher erhöht wird, damit sie vor dem ersten Wettkampf in einer optimalen physischen Verfassung sind. Studien von Bangsbo et al. (2006) und Coutts et al. (2008, zitiert nach Fessi et al., 2016) zeigten anhand von tunesischen, dänischen, italienischen und englischen Leistungsfussballern die gleichen Erkenntnisse wie Fessi et al. (2016). Auch in den besagten Studien waren die RPE- und Wellnessscore-Werte in der Preseason höher als in der Inseason.

Los Arcos et al. (2017) hatten als Probanden ein Reserve-Team einer 1.-Liga-Mannschaft aus Spanien, welches aus durchschnittlich 20-jährigen Spielern bestand. Die Autoren untersuchten während der Saison (Start war das erste Meisterschaftsspiel) während 35 Wochen die Trainingsperiodisierung anhand von fünf Blöcken mit einer 6-8-wöchigen Dauer. Dabei wurde der interne TL, ausgedrückt in der sRPE, an einzelnen Wochentagen bis zum Spieltag (Mikrozyklen bis zu 9 Tagen) und die sRPE der fünf Blöcke untereinander verglichen. Es zeigte sich, dass die sRPE am Spieltag (bei den Spielern, welche mehr als 45 Minuten spielten) am höchsten war. Der TL steigerte sich progressiv bis drei Tage vor dem Spieltag (MD) und nahm dann bis zum Tag vor dem Spiel ab. Somit war der TL am MD-3 am höchsten und am MD-1 am niedrigsten (Los Arcos et al., 2017).

Es gilt zu erwähnen, dass Campbell et al. (2020b) die Fähigkeit von Antworten des Wellnessfragebogens als Marker für den TL als Reaktion auf periodische Änderungen der Trainingsintensität und des Trainingsvolumens als nicht vollständig evaluiert sehen. Begründet wird dies aus der grossen Anzahl der retrospektiven Studien, welche die Veränderungen der Wellness-Variablen von Spieltag zu Spieltag deskriptiv darstellen (Gastin et al., 2013; McLean et al., 2010). So gibt es zahlreiche Studien, welche belegen, dass sich wettbewerbsbezogene Merkmale, Resultate und Lokalisationen der Spiele (Auswärts- oder Heimspiel) auf die Antworten des Wellnessfragebogens auswirken (Abbott et al., 2018; Fothergill et al., 2017; Oliveira et al., 2009; Polman et al., 2007). Campbell et al. (2020b) weisen auf die begrenzte Fähigkeit des Wellnessfragebogens hin, schwankende Trainingsintensitäten aufzuweisen. Aus diesem Grund sollte bei der Interpretation von Wellnessreaktionen am darauffolgendem Tag Vorsicht geboten werden, da die Daten die Belastungen möglicherweise nicht genau widerspiegeln und deshalb Entscheidungen über die Erholung der Athleten alleine aufgrund des empfundenen

Wohlbefindens nicht zuverlässig sind. Es wird empfohlen, zusätzlich andere Monitoring-Methoden einzusetzen (Campbell et al., 2020b).

Somit ist der Effekt der Periodisierung auf die RPE in mehreren Studien erwiesen und sollte, falls vom Trainerstab gewünscht und geplant, visualisierbar sein.

Dadurch, dass der Wellnessscore nur die Reaktion auf den internen TL misst, werden die Reaktionen auf schwankende Trainingsintensitäten begrenzt widerspiegelt. Somit sollten dessen Interpretationen mit Vorsicht vorgenommen werden (Bangsbo et al., 2006; Campbell et al., 2020b; Fessi et al., 2016; Los Arcos et al., 2017).

1.4 Zusammenhang Wellnessscore und RPE

Der Zusammenhang des Wellnessscores mit dem externen TL sowie mit der RPE wurde in verschiedenen Studien näher beschrieben (Gallo et al., 2016; Moalla et al., 2016). Dabei wurde untersucht, inwiefern ein am selben Tag erhobener Wellnessscore die Trainingsintensität beeinflusst. Gallo et al. (2016) zeigten anhand von Daten von australischen Elite-Fussballern auf, dass ein reduzierter Wellnessscore (erholter Spieler) mit einer Erhöhung von externen Loads wie Durchschnittsgeschwindigkeit und grösseren HSR-Distanzen einhergeht und somit auch zu höher wahrgenommenen Belastungen führt. Impellizzeri et al. (2004) konnten in ihrer Studie, welche den Zusammenhang zwischen der gemessenen HF während der Belastung und der anschließenden RPE einen Zusammenhang zwischen den internen TL aufzeigen. Auch der Zusammenhang zwischen der Abnahme des wahrgenommenen Wohlbefindens gleich nach dem Spieltag sowie eine Steigerung des wahrgenommenen Wohlbefindens in den darauffolgenden Tagen wird in der Literatur belegt (Gastin et al., 2013; Thorpe et al., 2015).

Buchheit et al. (2013) konnten einen signifikanten Zusammenhang zwischen Stimmung, Schlafqualität, Müdigkeit und Muskelschmerzen mit der sRPE während einer Preseason von Elite-Australien-Rules-Football-Spielern aufzeigen. Denselben Effekt konnten Fessi et al. (2016) mit Leistungsfussballern aufzeigen.

1.5 Zusammenhang der Sprungleistung beim CMJ auf RPE und Wellnessscore

Wie bereits erwähnt, kann die Messung der Leistung beim CMJ, wenn sie über einen längeren Zeitraum erhoben wird, ein sensitives und reliables Mittel sein, um die neuromuskuläre Leistungsbereitschaft zu beurteilen (Gathercole et al., 2015; Hills & Rogerson, 2018; Main & Grove, 2009; Roe et al., 2017).

Smirniotou et al. (2008) konnten den Zusammenhang zwischen der Sprungleistung bei einem Countermovement Jump (CMJ) und der Laufleistung bei einem 100m Sprint, aufgeteilt in 10m,

30m, 60m und 100m, darstellen. Dabei ist gemäss Young et al. (1995) die Laufdistanz für die Stärke des Zusammenhangs zwischen Sprung- und Laufleistung abhängig.

Nach Lüthy et al. (2009) besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Sprungleistung beim CMJ, Drop Jump (DJ) und der Laufgeschwindigkeit über alle Beschleunigungsphasen (Laufgeschwindigkeit bis 10m, 20m und 30m). Dabei erklärt die Sprungleistung beim CMJ 13,3 % der Gesamtvarianz von der Geschwindigkeit bis 10m. Mit steigender Distanz nimmt der Zusammenhang der Sprungleistung beim CMJ und der Laufgeschwindigkeit ab, und der Zusammenhang zwischen der Sprungleistung beim DJ und der Laufgeschwindigkeit wird höher. Erklärt wird der Zusammenhang dadurch, dass beim Antritt der Anteil der Sprungleistung zu mehr als der Hälfte über die Explosionskraft definiert wird und mit steigender Laufgeschwindigkeit die Reaktivkraft eine höhere Rolle einnimmt und somit die Wichtigkeit der Explosivkraft abnimmt (Lüthy et al., 2009). Young et al. (1995) erklären den stärkeren Zusammenhang der Explosivkraft beim Antritt durch die ähnliche Geschwindigkeit der Muskelkontraktion und vergleichbaren Kniewinkelpositionen beim Antritt und beim CMJ. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass mit der Sprungleistung im CMJ und DJ knapp 30 % des Sprintergebnisses erklärt werden kann (Lüthy et al., 2009).

Durch die besagten Studien können Spieler mit besseren Sprungleistungen im CMJ und im DJ schneller beschleunigen, was zu höheren Beschleunigungen über 3 m/s^2 sowie zu einer höheren Maximalgeschwindigkeit führt. Die Anzahl der Beschleunigungen über 3 m/s^2 und die maximal erreichte Geschwindigkeit haben beide einen Einfluss auf die RPE (Enes et al., 2021; Gaudino et al., 2015). Enes et al. (2021) untersuchten den Zusammenhang zwischen der Leistung des CMJ und der sRPE und fanden eine sehr schwache Korrelation. Obwohl neuromuskuläre Variablen gemäss Wisløff (2004) als Determinanten für die Leistung von Sprints, Sprüngen, Beschleunigungen und Abbremsungen sind, und diese zu einer höheren sRPE führen, scheint kein Zusammenhang zwischen der Leistung des CMJ und der sRPE feststellbar zu sein. Rowell et al. (2018) konnten aufzeigen, dass der CMJ mehr Bezug zum externen als zum internen TL hat. So gehen Enes et al. (2021) davon aus, dass andere neuromuskuläre Variablen, wie der CMJ, eine stärkere Korrelation zur sRPE hat.

So scheint der Einfluss auf die sRPE aktuell vor allem durch Indikatoren von GPS- und Herzkreislaufmessungen erklärbar zu sein (Enes et al., 2021; Lovell et al., 2013).

1.6 Zusammenhang der Leistung beim Yo-Yo-Test auf RPE und Wellnessscore

Der Yo-Yo-intermittent-recovery-Test (Yo-Yo-Test) wurde entwickelt, um unter anderem die fussballspezifische Ausdauerleistung zu messen (Krustrup et al., 2003). Dabei wurde der Yo-

Yo-Test umfassend auf die Validität und Reliabilität in verschiedenen Alterskategorien im Fussball untersucht. Es wurde über die hohe Reliabilität und Validität berichtet (Bangsbo et al., 2008; Deprez et al., 2014; Krstrup et al., 2003; Rampinini et al., 2007).

Krstrup et al. (2003) konnten die hohe Reproduzierbarkeit des Yo-Yo-Tests belegen und zeigten dessen ähnliche Belastungen zu einem Fussballspiel auf. Castagna et al. (2005) konnten aufzeigen, dass die hohen Blutlaktatspiegel, welche gegen Ende des Tests gemessen werden, auch während eines Fussballspiels gemessen werden.

(Enes et al., 2021) zeigten eine negative Korrelation zwischen der anaeroben Schwelle (ANS) und der sRPE. Weiter konnten Bangsbo et al. (2008) signifikante Korrelationen zwischen dem Resultat des Yo-Yo-Tests und einem Ausbelastungstest und der maximalen Sauerstoffaufnahme ($\text{VO}_{2\text{max}}$) aufzeigen.

So konnte aufgezeigt werden, dass sich die Akkumulation von Metaboliten aufgrund einer Erhöhung des internen TL bei Nachwuchs-Elite-Fussballspielern erklären lässt (Baldari et al., 2004; Sparks et al., 2017). Somit weisen Spieler mit einer besseren ANS im Vergleich zu Sportlern mit einer geringeren ANS eine höhere Dominanz des aeroben Stoffwechsels bei ähnlicher Intensität aus (Baldari et al., 2004; Bangsbo et al., 2008; Mohr et al., 2005). Aus diesem Grund sollten die RPE bei den Spielern mit einer höheren ANS geringer ausfallen im Vergleich zu Spielern mit einer tieferen ANS. Rampinini et al. (2010) untersuchten unter anderem die unterschiedlichen Resultate bei einem Yo-Yo-Test und einem hoch-intensiven intermittierenden Ausdauerstest (HIT) zwischen einer Gruppe Profi-Fussballern und einer Gruppe Amateur-Fussballern. Beim Yo-Yo-Test lief die professionelle Gruppe signifikant mehr Meter. Beim HIT absolvierten die Spieler nach einem 10-minütigen Aufwärmen ein 5-minütiges Protokoll, welches aus 10 x 10 Sekunden rennen bei 18 km/h und dazwischen 20 Sekunden gehen bei 5 km/h bestand.

Dabei zeigte die Gruppe der Amateur-Fussballer eine signifikant erhöhte Blutlaktatkonzentration im Vergleich zur Gruppe der Berufs-Fussballer. Ein weiterer grosser Unterschied lag in der angegebenen RPE beim HIT. So hatten die professionellen Fussballer eine RPE (CR10) von 4,5, während der Mittelwert der RPE bei den Amateuren bei 6,2 lag. Die niedrigeren RPE-Werte, welche von den Profi-Fussballern während des HIT bei der Studie von Rampinini et al. (2010) angegeben wurden, bestätigen somit den in der Literatur beschriebenen Zusammenhang zwischen einem geringeren internen TL bei einer besseren Ausdauerleistung.

1.7 Ziele und Fragestellungen der Arbeit

Zum einen soll herausgefunden werden, wie sich die RPE und der Wellnessscore in den verschiedenen Saisonphasen bzw. Wochentagen verhalten und ob diese beiden Verfahren in einem Zusammenhang stehen. Dazu soll geklärt werden, ob die Leistungsfähigkeit beim CMJ und beim Yo-Yo-Test einen Zusammenhang mit der RPE und dem Wellnessscore haben. Hierfür werden folgende konkrete Fragestellungen formuliert.

Fragestellung 1

Wie verläuft die tägliche RPE und der Wellnessscore in der Pre- und Inseason im Wochenverlauf?

Fragestellung 2a

Wie stark ist der Zusammenhang der RPE mit dem Wellnessscore des nächsten Tages während der Pre- und Inseason?

Fragestellung 2b

Wie stark ist der Zusammenhang der RPE am MD-3 mit dem Wellnessscore am MD-2, sowie der RPE am MD-1 mit dem Wellnessscore am MD in der Inseason?

Fragestellung 3a

Wie stark ist der Zusammenhang zwischen der Sprungleistung beim CMJ mit dem Wellnessscore und der RPE?

Fragestellung 3b

Wie stark ist der Zusammenhang zwischen der Leistung beim Yo-Yo-Test mit dem Wellnessscore und der RPE?

2 Methode

2.1 Untersuchungsgruppe

Im Rahmen des Projekts «Entwicklung der neuromuskulären Leistungsfähigkeit in Sportsportarten» nahm die U-18 Mannschaft des Grasshopper Club Zürich teil (Alter: 16.7 ± 0.6 Jahre, Grösse: 175.7 ± 6.4 cm, Gewicht 68.6 ± 7.7 kg). Um am Projekt teilzunehmen, mussten die Probanden Feldspieler sein (keine Torhüter) und auf dem höchsten Niveau der zweithöchsten Alterskategorie spielen. Die U-18 Mannschaft des Grasshopper Club Zürich zählte 24 Spieler (exklusive zwei Torhüter), welche alle an der Studie teilnahmen. Durch Verletzungen, Mannschaftswechsel innerhalb des Clubs und Clubwechsel der Spieler im Verlauf der Studie wurden die Daten nur von den 18 Probanden ausgewertet, welche von Anfang bis Ende dabei waren. Die Probanden nahmen freiwillig an der Studie teil und konnten ihre Teilnahme zu jeder Zeit ohne Begründung zurückziehen. Die Teilnehmer wurden vor Beginn der Studie über den Ablauf informiert und unterschrieben eine Einverständniserklärung (Anhang A). Das Projekt wurde von der zuständigen Ethikkommission geprüft und bewilligt.

2.2 Untersuchungsdesign

Die Studienteilnehmer wurden anfangs der Saisonvorbereitung im August 2020 einer Testbatterie (Anhang B) unterzogen. Der Testzeitpunkt fand gleich nach der ersten Trainingswoche in der Preseason statt. Die Erhebungsphase dauerte vom 27.07.2020 bis und mit dem 03.10.2020. Die ersten drei Wochen der Saison zählten dabei zur Preseason. Die Preseason dauert bis zum Start in der Woche, in der das erste Ligaspiel war. Ab diesem Zeitpunkt (17.08.2020) lief Inseason, welche bis zum Erhebungsende am 03.10.2020, also genau sieben Wochen andauerte. Damit die Wettkampfwochen untereinander vergleichbar sind, wurden von diesen sieben Wochen vier identische Wochen genommen, in welchen jeweils nur ein Spiel am Samstag stattfand. Die Ergebnisse während diesen vier identischen Wochen der Inseason sind in die Ergebnisse der Inseason eingeflossen. In den anderen Wochen fanden entweder zweimal Spiele unter der Woche statt oder es fand gar kein Spiel statt. Um den Wellnesscore und die RPE im Wochenzyklus zu analysieren, wird der Zeitpunkt MD-1 mit den anderen Tagen, an welchen Trainings stattfinden, verglichen. Um den internen TL anhand von psychometrischen Verfahren zu bestimmen, wurde den Studienteilnehmern jeden Morgen um 08:00 Uhr, an welchem ein Training oder Match auf dem Tagesprogramm stand, der Wellnessfragebogen (Anhang D) gesendet, welchen sie gleich ausfüllen mussten. Nach jeder Einheit (Training oder Match) bekamen

die Teilnehmer zudem die Frage nach der RPE, (Anhang F) auf ihr Smartphone, welche sie gleich beantworten mussten. An spiel- und trainingsfreien Tagen erhielten die Spieler weder den Wellness- noch den RPE-Fragebogen. Die verantwortlichen Trainer der Mannschaft hatten dabei Einsicht in die täglich angegebenen Daten der Spieler gehabt.

Der Testtag wurde so gewählt, dass die Studienteilnehmer möglichst ohne Vorbelastung die Messungen absolvierten, welche für alle Spieler identisch abliefen. Am Testtag füllten die Studienteilnehmer ein Checkblatt (Anhang C) aus, welches die Befindlichkeiten der Teilnehmer erfasste, danach wurden Grösse und Gewicht der Teilnehmer gemessen. Zuerst absolvierten die Studienteilnehmer CMJ auf einer Kraftmessplatte und am Ende des Messtages einen Yo-Yo-Test.

Beim CMJ wurden gemäss Tschopp (2003) jeweils drei gültige, maximale Sprünge ausgeführt. Der Yo-Yo-Test wurde als letzter Test einer Testbatterie (Anhang B) auf einem Kunstrasen durchgeführt. Dabei wurde das Speedlevel notiert. Die Teilnehmer hatten jeweils einen Versuch.

2.3 Untersuchungsinstrumente

2.3.1 CMJ-Sprung

Die Erfassung der Bodenreaktionskräfte, welche durch den CMJ zustande kommen, wurden durch Kraftmessplatten (MLD Test Evo 2, SP-Sport; Innsbruck, Österreich) nach dem Protokoll von Tschopp (2003) erhoben. Dabei wurde die relative Maximalleistung (P_{\max}) in [W/kg] gemessen. Für die Datenbearbeitung wurde der Mittelwert von drei gültigen CMJ ($P_{\max\text{rel}}$) verwendet. Da ein abgekürztes Ausholen zu einer höheren P_{\max} , jedoch zu einer tieferen Sprunghöhe führt, wurde bei der Testdurchführung auf folgende Punkte geachtet, damit ein CMJ als gültig gewertet wurde (Tschopp, 2003).

Es wurde auf eine dynamische und keine zögerliche Ausholbewegung geachtet. Der typische Ausholweg liegt bei 25–35 cm, in Abhängigkeit von Körpergrösse und individuellem Sprungstil. Die Differenz zwischen P_{\max} und Sprunghöhe (in cm) sollte meistens zwischen ~10–20 liegen (z.B. bei P_{\max} 60 W/kg eine Sprunghöhe von 40–50 cm). Ansonsten ist der Ausholweg eventuell zu kurz (Differenz > 20) oder zu lang (Differenz < 10). Der Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus (Ausholbewegung inklusive Absprung) sollte zwischen ~250 und ~400 ms dauern.

Hatte ein Proband mit abnehmenden Ausholweg (bereits unter 25 cm) eine höhere P_{\max} erreicht, war der Sprung gültig, sofern die Sprunghöhe gleichblieb oder ebenfalls zunahm. Der Sprung war ungültig, wenn P_{\max} auf Kosten der Sprunghöhe zunahm.

2.3.2 Yo-Yo-Test

Nach Bangsbo et al. (2008) bewertet der Yo-Yo-Test die Fähigkeit eines Athleten, wiederholt intensive Leistung zu erbringen. Dabei handelt es sich um eine intermittierende Belastung, welche bis zu einer maximalen Auslastung des aeroben Systems führt. Dabei beschreiben Bangsbo et al. (2008) den Yo-Yo-Test als validen und reliablen Test.

Der Yo-Yo-Test wurde auf Kunstrasen mit Hilfe einer Lautsprecher-Anlage mit der MP3-Datei «intermittent recovery test level 1» durchgeführt.

Die Teilnehmer wurden dabei instruiert, dass eine Verwarnung ausgesprochen wird, wenn sie nach dem Ertönen des zweiten Tonsignals die Wendelinie berühren oder die Startlinie erst nach dem dritten Signalton berührt wird. Dabei musste die Wendelinie nicht überschritten werden, sondern es reichte, die Wendelinie mit dem Fuss zu berühren. Wurde die Startlinie vor dem ersten Signalton überschritten, handelte es sich um einen Frühstart, welcher mit einem Level-Abzug bewertet wurde. Die Teilnehmer wurden bei der zweiten Verwarnung aus dem Test genommen. Danach wurde vom Testleiter das Speedlevel der Teilnehmer bei Testabbruch notiert. Die Distanz zwischen Startlinie und Wendelinie betrug jeweils 20 m. 5 m hinter der Startlinie wurde die Erholungszone markiert, bei welcher die Teilnehmer die Pylonen umrunden mussten. Der genaue Verlauf der Speedlevels nach Krstrup et al. (2003) und der genaue Testablauf befinden sich im Anhang E.

2.3.3 RPE

Die Fragen zur RPE wurden über die SAP-teaminterne-Kommunikations-Smartphone-App (SAP Sports One; Walldorf, Deutschland) zugestellt und von den Teilnehmern 30 Minuten nach Ende des Trainings oder Spiels auf ihren Smartphones durch das Ausfüllen der adaptierten Borg-CR-10 von Foster et al. (2001) beantwortet. Die Probanden wurden gefragt: «Was war die Intensität?» Die Testteilnehmer mussten eine Zahl von 0–10 eintragen. Die Probanden waren mit der Skala vertraut, welche sich im Anhang F befindet. Aufgrund des unvollständigen Datensatzes der RPE-Daten am Spieltag, wurde darauf verzichtet die RPE vom Spieltag in die Ergebnisse miteinzubeziehen. Es wurde in unterschiedlichen Studien darüber berichtet, dass die Trainingsdauer die RPE beeinflussen kann (Coutts et al., 2009; Eston, 2012; Nicolò et al., 2016). So sind Rago et al. (2020) zum Schluss gekommen, dass die RPE, welche über kurzzeitige Einheiten erhoben wurde, repräsentativ für die tatsächliche Belastungsintensität sein kann. Um diesen Effekt nicht durch die Multiplikation der Einheitsdauer zu verzerren, werden in dieser Studie nur die RPE-Werte für die Zusammenhänge verwendet und nicht wie in anderen Studien die sRPE-Werte (Gallo et al., 2017; Impellizzeri et al., 2004; Scott et al., 2013).

2.3.4 Wellnessfragebogen

Die Spieler wurden instruiert, den angepassten Wellnessfragebogen jeden Morgen (abgesehen von freien Tagen) um 08:00 Uhr auszufüllen. Die Spieler bekamen eine Erinnerung auf ihr Smartphone mit einem direkten Zugang, mit welchem sie auf der SAP-Teamapp den Fragebogen ausfüllen konnten. Der Fragebogen (Anhang D) wurde so konzipiert, dass er gemäss Gallo et al. (2017) kurz, spezifisch und basierend auf physischen, psychischen und sozialen Komponenten sein sollte, um die in der Literatur bekannten Überlastungserscheinungen zu bewerten (Gastin et al., 2013; Hooper & Mackinnon, 1995; McLean et al., 2010). Die Items umfassten Schlaf, Muskelkater, Müdigkeit, Stimmung und Stress auf einer siebenstufigen Skala, wobei bei allen fünf Items galt, je niedriger der Wert, desto erholter, weniger gestresst und besser gelaunt der Athlet war.

Ein täglicher Wellnessscore wurde durch die Summierung der fünf Items gebildet.

2.4 Datenanalyse

Im ersten Schritt wurden RPE und Wellnessscore über die Pre- und Inseason mit Hilfe von Microsoft Excel deskriptiv dargestellt und die Daten als Mittelwerte (M) \pm Standardabweichungen (SD) angegeben. Aufgrund der ordinalskalierten Variablen wurde in einem zweiten Schritt anhand der Statistiksoftware SPSS 28 mittels der Rangkorrelation nach Spearman mit einem Signifikanzniveau von $p < 0.05$ der Zusammenhang zwischen den unterschiedlichen Konstrukten berechnet. Die Effektstärke des Zusammenhangs wurde aufgrund der Einteilung von Cohen (1992) wie folgt beurteilt: $r < 0.1$ schwach, $r < 0.3$ mittel, $r < 0.5$ stark.

3 Resultate

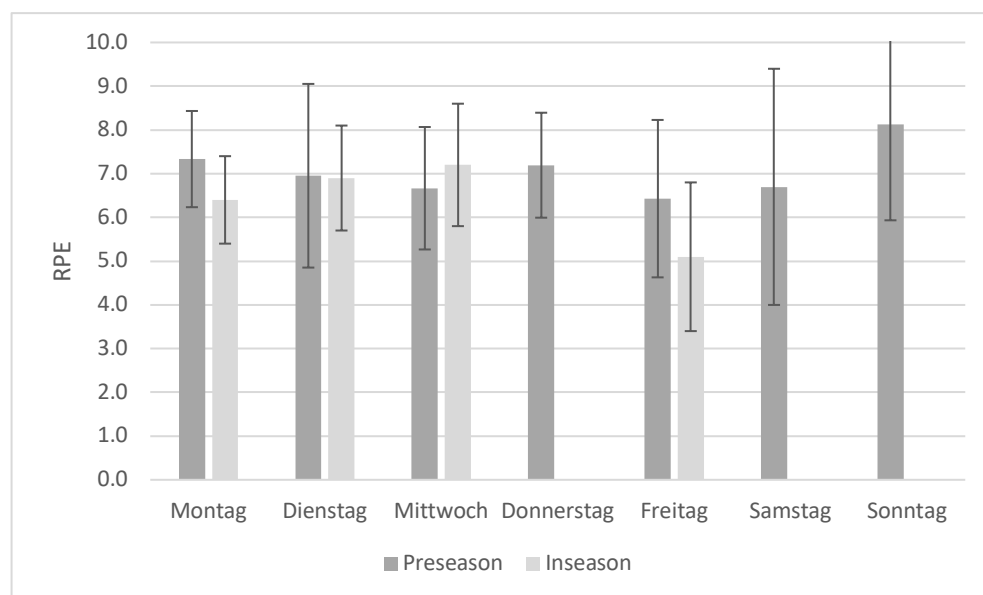
3.1 Tägliche RPE sowie Wellnessscore im Wochenverlauf in der Pre- und Inseason

3.1.1 Tägliche RPE im Wochenverlauf zwischen den Saisonphasen

Die RPE in den Inseasonwochen 1, 3, 4 und 5 nahm von Montag (MD+2) bis Mittwoch (MD–3) kontinuierlich zu und war am MD–3 am höchsten. Am Freitag (MD–1) war die RPE im Wochenverlauf am tiefsten. Die RPE in der Preseason war an jedem Tag ausser am Mittwoch höher im Vergleich zur Inseason. Der tägliche Verlauf der RPE in der Preseason ist schwankend (Abbildung 1).

Abbildung 1

Pre- & Inseason, Vergleich des wöchentlichen RPE Verlaufs



Anmerkung. Die Abbildung zeigt die Mittelwerte und die Standardabweichungen der RPE während der Wochen 1–3 der Preseason und den Wochen 1, 3, 4 & 5 der Inseason im Wochenverlauf ($n = 18$), verteilt auf die Wochentage.

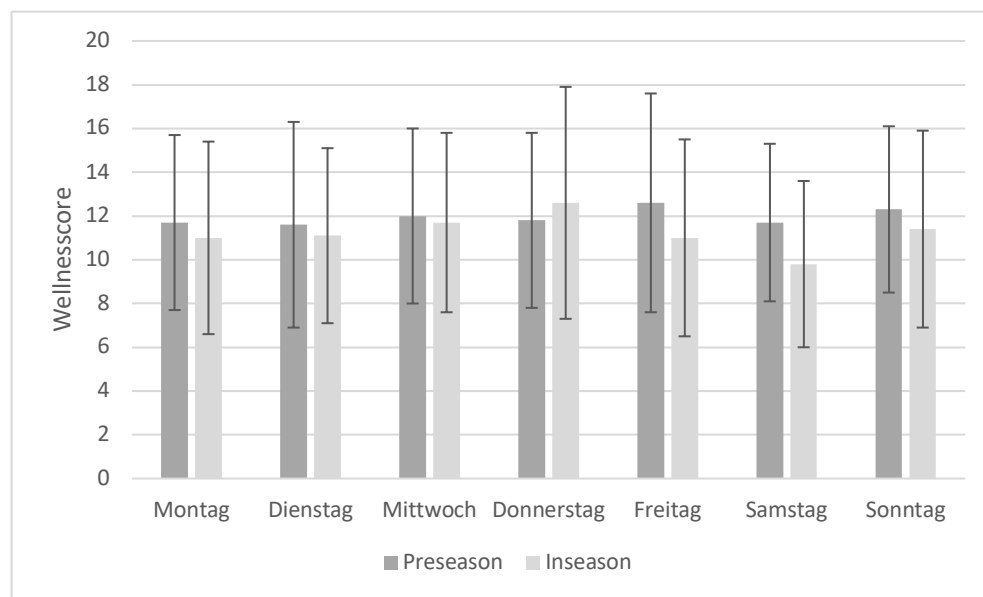
3.1.2 Täglicher Wellnessscore im Wochenverlauf zwischen den Saisonphasen

Der Wellnessscore in den Inseasonwochen 1, 3, 4 und 5 nahm von MD+2 bis Donnerstag (MD–2) zu und hatte am MD–2 den höchsten Wert. Danach nahm der Wellnessscore wieder ab. Am

MD-1 hatte der Wellnessscore denselben Wert wie am MD+2. Am Samstag (MD) war der Wellnessscore im Wochenverlauf am niedrigsten. Am Sonntag (MD+1) nahm der Wellnessscore wieder zu. Der Wellnessscore der Preseason war an jedem Tag abgesehen vom Donnerstag höher als während der Inseason (Abbildung 2).

Abbildung 2

Pre- & Inseason, Vergleich des wöchentlichen Wellnessscore Verlaufs



Anmerkung. Die Abbildung zeigt die Mittelwerte und die Standardabweichungen des Wellnessscores während der Wochen 1–3 der Preseason und der Wochen 1, 3, 4 & 5 der Inseason im Wochenverlauf ($n = 18$), verteilt auf die Wochentage.

3.2 Zusammenhänge RPE und Wellnessscore

3.2.1 Zusammenhang RPE und Wellnessscore im ganzen Saisonverlauf

Die RPE und der Wellnessscore korrelieren nicht signifikant ($r = -.13$, $p = .61$). Dabei handelt es sich nach Cohen (1992) um einen schwachen Effekt.

3.2.2 Zusammenhang RPE und darauffolgender Wellnessscore an verschiedenen Tagen der Inseason

Wie in Tabelle 3 ersichtlich, korrelieren die RPE am MD–3 und der Wellnessscore MD–2 vor dem Spiel nicht signifikant negativ. Am MD–1 korrelieren die RPE und der Wellnessscore am MD nicht signifikant negativ.

Tabelle 3

Zusammenhang der RPE am MD–3 mit dem Wellnessscore am MD–2, sowie der RPE am MD–1 mit dem Wellnessscore am MD in der Inseason

Inseason

Zusammenhang RPE MD–3 mit Wellnessscore MD–2

Zusammenhang RPE MD–1 mit Wellnessscore MD

<i>r</i>	<i>p</i>	Effektstärke
-.34	.17	Mittlerer Effekt
-.12	.64	Schwacher Effekt

Anmerkung. MD = Spieltag, *r* = Rangkorrelation nach Spearman, *p* = Signifikanzniveau von $p < 0.05$, Effektstärke des Zusammenhangs wurde aufgrund der Einteilung von Cohen (1992) wie folgt beurteilt: $r < 0.1$ schwach, $r < 0.3$ mittel, $r < 0.5$ stark.

3.3 Zusammenhang von Leistungstests mit RPE und Wellnessscore

3.3.1 Zusammenhang von CMJ mit RPE und Wellnessscore

Die P_{maxrel} beim CMJ und der RPE in der ganzen Erhebungsphase korrelieren nicht signifikant ($r = .04, p = .87$). Die P_{maxrel} beim CMJ hatte keinen Zusammenhang mit den erhobenen RPE-Werten.

Die P_{maxrel} beim CMJ und der Wellnessscore in der ganzen Erhebungsphase korrelieren nicht signifikant ($r = .23, p = .36$). Je besser die P_{maxrel} beim CMJ war, desto höhere Werte hatten die Probanden beim Wellnessscore. Dabei handelt es sich nach Cohen (1992) um einen schwachen bis mittleren Effekt.

3.3.2 Zusammenhang Speedlevel beim Yo-Yo-Test mit RPE und Wellnessscore

Das Speedlevel beim Yo-Yo-Test und die RPE korrelieren nicht signifikant ($r = -.42, p = .09$). Je höher das Speedlevel beim Yo-Yo-Test, desto tiefer waren die erhobenen RPE-Werte. Dabei handelt es sich nach Cohen (1992) um einen mittleren bis starken Effekt.

Das Speedlevel beim Yo-Yo-Test und der Wellnessscore in der ganzen Erhebungsphase korrelieren nicht signifikant ($r = .05, p = .85$). Die Leistung beim Yo-Yo-Test steht in keinem Zusammenhang mit den erhobenen Wellnessscore.

4 Diskussion

4.1 Tägliche RPE sowie Wellnessscore im Wochenverlauf in der Pre- und Inseason

4.1.1 *Verlauf RPE sowie Wellnessscore in der Inseason*

Das Ziel der Trainingsperiodisierung ist, eine Trainingsadaption durch die Balance zwischen Anstrengung und Erholung zu erreichen. Da im Fussball während der Inseason wöchentliche Wettkämpfe anstehen, muss zusätzlich dem Spieltag eine besonders hohe Bedeutung beigemessen werden (Los Arcos et al., 2017; Loturco et al., 2016). In der vorliegenden Arbeit wird anhand der RPE-Daten deutlich, dass eine Trainingsperiodisierung während der Inseason stattfindet. So nimmt die RPE vom MD+2 kontinuierlich bis zu MD-3 zu, wo die RPE ihren Höchstwert im Training erreicht. Die RPE am MD-1 ist die geringste der ganzen Woche. Die Daten zeigen fast dieselbe Beobachtung auf, welche Los Arcos et al. (2017) beschrieben. Dies ist erklärbar, sollen die Spieler am MD die höchste Leistungsbereitschaft haben. Jedoch haben die Autoren die Daten in sRPE ausgegeben, auf was hier verzichtet wurde. Ein weiterer Unterschied war, dass in der vorliegenden Arbeit die RPE-Werte am MD nicht betrachtet werden. In der Literatur sind am MD die höchsten RPE-Werte der Woche (Bangsbo et al., 2006; Campbell et al., 2020b; Fessi et al., 2016; Los Arcos et al., 2017). Ähnlich sind die erhobenen Daten bzgl. des Wellnesscores im Wochenverlauf zu interpretieren. Der wöchentliche Verlauf der Inseason macht den Anschein, als ob der Wellnessscore einen ähnlichen Verlauf wie der Wochenverlauf der RPE hat und die beiden psychometrischen Verfahren zusammenhängen könnten. Mit dem Unterschied, dass alles einen Tag später stattfindet. So ist der Wellnessscore am MD-2 am höchsten. Am MD ist der Wellnessscore am niedrigsten, also sind am MD die Teilnehmer am besten erholt und am leistungsfähigsten. Jedoch muss dieser Wert mit Vorsicht interpretiert werden, da alle Probanden am MD spielen wollten. Falls jemand angab, dass er sich nicht gut fühlt oder kaum geschlafen hat, konnte befürchtet werden, dass dies einen Einfluss auf die individuelle Einsatzzeit im Spiel hat. Dies aus dem Grund, da die verantwortlichen Trainer Einsicht in die Daten gehabt hatten.

So wird von Borresen und Lambert (2009) auf die Manipulierbarkeit von psychometrischen Verfahren hingewiesen sowie zur Unter- oder Überschätzung der Belastungen durch die Athleten selber.

Somit wurde die Beobachtung dieser Untersuchung auch schon in anderen Studien gemacht, in welchen belegt wurde, dass sich wettbewerbsbezogene Merkmale, Resultate und

Lokalisationen der Spiele auf den Wellnessscore auswirken (Abbott et al., 2018; Fothergill et al., 2017; Oliveira et al., 2009; Polman et al., 2007). Somit ist es möglich, dass vor allem anfangs der Woche der Wellnessscore auch von der Leistung der einzelnen Probanden sowie dem Resultat der Mannschaft abhängig ist und deshalb auch mit Vorsicht zu interpretieren ist. Campbell et al. (2020b) konnten sogar eine Korrelation zwischen dem Wellnessscore und Leistungsergebnissen aufzeigen, jedoch kann in dieser Studie keine Korrelation mit den schwankenden Trainingsintensitäten aufgezeigt werden. Aus diesem Grund raten Campbell et al. (2020b), weitere Monitoring-Methoden für das Monitoring der Spieler hinzuzunehmen. Werden in dieser Untersuchung die RPE- wie die Wellnessscore-Werte betrachtet, ist eine Periodisierung der Trainingsintensität und deren Auswirkungen auf den Wellnessscore ersichtlich.

4.1.2 Täglicher Vergleich RPE sowie Wellnessscore zwischen Pre- und Inseason

Die RPE-Daten der Preseason sind täglich höher, als die der Inseason, abgesehen vom Mittwoch. Dies widerspiegelt den gewünschten Fokus der Preseason, welcher nach Bangsbo et al. (2006) auf der Wiedererreichung des Fitnessstands von vor der Saisonunterbrechung liegt. Nach Bangsbo et al. (2006) dient die Inseason dazu, das Fitnessniveau zu halten oder zu entwickeln sowie individuellen Anforderungen der Spieler gerecht zu werden. Dies stimmt mit der vorliegenden Untersuchung mit Ausnahme des Mittwochs, bei welchem die RPE in der Inseason höher ist, überein. Gründe dafür können sein, dass während der Preseason der Fokus auf einen Mesozyklus gelegt wurde, jedoch in der Inseason der Fokus auf dem MD liegt. Diese Beobachtungen stimmen mit den Resultaten der verschiedenen Studien in der Literatur überein (Bangsbo et al., 2006; Coutts et al., 2008; Fessi et al., 2016).

Ein weiterer Unterschied von Preseason und Inseason ist die Tatsache, dass während der Preseason an jedem Tag trainiert wurde, während in der Inseason am Donnerstag und Sonntag jeweils keine Trainingseinheiten stattfanden.

Der Wellnessscore ist in der Preseason ausser am Donnerstag täglich höher, was ein tieferes Wohlbefinden bedeutet, als in der Inseason. Somit werden die Resultate anderer Studien bestätigt, welche den Pre- und Inseason-Wellnessscore verglichen (Abbott et al., 2018; Campbell et al., 2020b; Fothergill et al., 2017; Oliveira et al., 2009; Polman et al., 2007). Ein Diskussionspunkt wird von Campbell et al. (2020b) erwähnt, welche die Fähigkeit des Wellnessfragebogens als Marker für den TL als Reaktion auf periodische Änderungen der Trainingsintensität und des Trainingsvolumens als nicht vollständig evaluiert sehen. Wie bereits erwähnt, wurde eine Korrelation zwischen dem Wellnessscore und Leistungsergebnissen in der Literatur aufgezeigt, jedoch wird in der Literatur auf die begrenzte Fähigkeit des Wellnessfragebogens,

schwankende Trainingsintensitäten aufzuweisen, hingewiesen. Dies kann aufgrund der vorliegenden Resultate widerlegt werden. So scheinen die unterschiedlichen Trainingsintensitäten, gemessen an der RPE der Probanden, einen Zusammenhang mit dem Wellnessscore am darauffolgenden Tag haben. So kann begründet werden, weshalb am Donnerstag der Wellnessscore während der Inseason am höchsten ist, sogar höher als während der Preseason, und ansonsten der Wellnessscore wie auch die RPE während der Preseason immer höher ist. So scheint es einen Zusammenhang der Periodisierung der Trainingsintensität, welche anhand der RPE gemessen wurde, mit dem Wellnessscore zu geben.

4.2 Zusammenhänge RPE und Wellnessscore

Die Resultate dieser Studie haben einen nicht signifikanten schwachen und negativen Effekt nach Cohen (1992) ergeben. Somit kann eine erhöhte RPE zu einem tieferen Wellnessscore am nächsten Tag führen, was bedeutet, dass sich die Probanden trotz subjektiv anstrengendem Training am darauffolgenden Tag erholter fühlen. Dies steht im Widerspruch zur Literatur, in welcher der Zusammenhang von psychometrischen Fragebogen über das Wohlbefinden und der RPE näher beschrieben wurde. Die Resultate in der Literatur zeigen eine signifikante Korrelation auf, wonach die RPE einen zumindest schwachen Einfluss auf das Wohlbefinden hat. Also je höher die RPE, desto schlechter ist das Wohlbefinden am nächsten Tag (Buchheit et al., 2013; Gallo et al., 2016; Moalla et al., 2016; Thorpe et al., 2017). Werden die Balken in den Abbildungen 1 + 2 betrachtet, so ist auch von einem positiven Zusammenhang auszugehen, da die RPE in der Inseason am MD-3 am höchsten ist, einen Tag später am MD-2 der Wellnessscore im Vergleich zur ganzen Woche am höchsten ist. Die deskriptive Statistik lässt auf einen positiven Zusammenhang schließen. Jedoch ergab die Spearman-Korrelation einen nicht signifikanten schwachen negativen Zusammenhang, was darauf schließen lässt, dass die Studienteilnehmer mit höheren RPE-Werten tiefere Wellnessscores hatten.

Werden die einzelnen Items des Wellnessscores mit der RPE in Verbindung gebracht konnten Moalla et al. (2016) aufzeigen, dass ein erhöhter TL mit einer schlechteren Schlafqualität, höherem Stress, Müdigkeit und Muskelkater einhergehen. Thorpe et al. (2015) zeigten signifikante Zusammenhänge zwischen dem täglichen TL und der Müdigkeit während der Inseason auf, jedoch keine signifikanten Korrelationen zwischen TL, Muskelkater und Schlaf. Buchheit et al. (2013) zeigten einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Schlafqualität, Müdigkeit und Muskelschmerzen mit der sRPE während einer Preseason von Elite-Australien-Rules Football-Spielern. Ein wichtiger Hinweis, welchen Moalla et al. (2016) erwähnen, ist, dass während der Inseason der interne TL möglichst gut dosiert wird, um Muskelkater und

Schlafqualität zu vermeiden, was zu Übertraining führen könnte. Die Fragestellung nach dem Zusammenhang der RPE und dem Wellnessscore wurde in diesem Design über beide Saisonphasen (Preseason und Inseason) beantwortet. Möglicherweise würden die Daten unterschiedlicher sein, wenn nur die Inseason betrachtet wird und auf einzelne Items des Wellnessfragebogens eingegangen würde und nicht auf den gesamten Wellnessscore. Ein Grund für die schwache Korrelation, kann auch das Verfahren sein, dass der interne TL aus der RPE und nicht aus der sRPE abgebildet wurde.

Weiter darf auch die Datenqualität kritisch hinterfragt werden. So hat ein Proband über den ganzen Saisonverlauf den höchsten RPE-Wert der ganzen Mannschaft. Wird jedoch nach dem Wellnessscore verglichen und Ränge mit den tiefsten Wellnessscores (erholteste Probanden), so steht dieser Proband auf Rang 2. In diesem Datensatz hat es mehrere solcher Fälle, was die negative und schwache Korrelation der RPE und des Wellnessscores erklären können. Da Korrelationen stark von Extremwerten abhängig sind und in dieser Studie mit 18 Probanden eine relativ kleine Stichprobe teilnahm, könnte dies auch eine Möglichkeit für die negative Korrelation sein. Hätten mehr Probanden an der Studie teilgenommen, so würden die Extrembeispiele das ganze Resultat weniger verzerren.

Weiter wiesen Bourdon et al. (2017) und Gatin et al. (2013) auf die inter- und intraindividuellen Unterschiede in Erholungsfähigkeit, Belastbarkeit und Stressfaktoren der Athleten hin. So sind die unterschiedlichen Wellnessscores auch zu erklären und müssen nicht zwingend mit der RPE in Verbindung gebracht werden.

Der Zusammenhang von verschiedenen Wochentagen während der Inseason scheint auch negativ zu sein. Jedoch ist ein mittlerer bis starker nicht signifikanter negativer Zusammenhang zwischen der RPE MD-3 und dem Wellnessscore MD-2 gefunden worden. Die negative Korrelation widerspricht der aktuellen Studienlage.

Es besteht die Möglichkeit, dass sich nur die Items, welche der interne TL direkt beeinflusst, verändern und somit ein Zusammenhang zwischen RPE und Wellnessscore festgestellt werden kann. Möglicherweise haben andere Konstrukte abseits der erhobenen Belastungen auch einen messbaren Einfluss auf das Wohlbefinden. Nach Buchheit et al. (2013) hat der interne TL einen kleinen Einfluss auf Stimmung, Stress, Schlaf und Müdigkeit, jedoch einen moderaten Einfluss auf Muskelkater. So ist es möglich, dass die Probanden privat Stress hatten oder sonst Faktoren den Wellnessscore beeinflussten, welche nichts mit dem internen TL zu tun hatten.

Wird der Zusammenhang zwischen dem RPE-Wert am MD-1 und dem Wellnessscore am MD betrachtet, ergibt sich ein schwacher nicht signifikanter negativer Zusammenhang. Zahlreiche Studien konnten belegen, dass sich wettbewerbsbezogene Merkmale auf die Antworten des

Wellnessfragebogens mit auswirken können (Fessi et al., 2016; Gallo et al., 2016; Moalla et al., 2016). So kann dies ein Grund sein, weshalb die Korrelation zwischen der RPE am MD–3 und dem Wellnessscore am MD–2 einen stärkeren Zusammenhang aufweisen können als die RPE am MD–1 und der Wellnessscore am MD. Somit macht es durchaus Sinn, für die einzelnen Spieler in diesem Setting einen besseren Wert im Wellnessscore anzugeben, damit sie vom Trainier aufgestellt werden.

Aus diesem Grund weist auch Campbell et al. (2020b) darauf hin, dass die Wellnessscores eine Korrelation mit Leistungsergebnissen aufzeigen, jedoch bei der Interpretation Vorsicht geboten ist, da die Wellnessscores die Belastungen möglicherweise nicht genau widerspiegeln und deshalb keine Entscheidungen über die Erholung der Athleten allein aufgrund des empfundenen Wohlbefindens getroffen werden sollten. Diese Aussage ergibt in der vorliegenden Studie Sinn, da aus den beschriebenen Gründen die Wellnessscores am Spieltag nicht genau die Belastung widerspiegeln, womit sich auch der geringere Zusammenhang zwischen der RPE am Spieltag erklären lassen.

4.3 Zusammenhang Leistungstests mit RPE und Wellnessscore

4.3.1 Zusammenhang CMJ- $P_{\max\text{rel}}$ mit RPE und Wellnessscore

Die Studienresultate ergaben keinen Zusammenhang zwischen der Leistung des CMJ mit den erhobenen RPE-Werten über den ganzen Erhebungszeitraum. Jedoch spiegeln die Resultate den Befund von Enes et al. (2021), welche eine schwache Korrelation zwischen dem CMJ und der sRPE feststellten. Dies ist insofern interessant, da Wisløff (2004) neuromuskuläre Variablen als Determinanten für die Leistung von Sprints, Sprüngen, Beschleunigungen und Abbremsungen nennt. Aufgrund der vorliegenden Studienlage hätte ein Zusammenhang des CMJ mit der RPE vermutet werden können. Dies weil ein Zusammenhang zwischen der Sprungleistung beim CMJ und der Sprintleistung bei einem 30-m-Sprint bestehen (Lüthy et al., 2009; Smirniotou et al., 2008; Young et al., 1995). Ein Grund für das Resultat könnte daran liegen, dass Lüthy et al. (2009) die Sprungleistung beim CMJ mit einer Gesamtvarianz von 13,3 % von der Geschwindigkeit bis 10 m erklärt und der Zusammenhang der $P_{\max\text{rel}}$ beim CMJ mit steigender Distanz und der Sprintgeschwindigkeit abnimmt. Um dies zu überprüfen, wäre es sinnvoll, den externen TL anhand von GPS-Geräten zu messen und die Anzahl der Beschleunigungen und Abbremsungen über 3 m/s^2 , die HSR-Distanz und die maximale Geschwindigkeit in einer Einheit zu messen und mit der RPE in Verbindung zu stellen. Dies unter dem Aspekt, da Rowell et al. (2018) aufzeigten, dass der CMJ mehr Bezug zum externen als zum internen TL

hat. Und wie Enes et al. (2021) feststellten, ist die sRPE vor allem durch GPS- und Herzkreislaufmessungen erklärbar.

Somit scheint der nicht aufgezeigte Zusammenhang dieser Studie zwischen dem CMJ und der RPE keine Überraschung. Es ist interessant, andere neuromuskuläre Leistungstests in Verbindung mit der RPE zu stellen. So gehen auch Enes et al. (2021) davon aus, dass andere neuromuskuläre Variablen einen stärkeren Zusammenhang mit der sRPE haben.

Die P_{maxrel} beim CMJ und der Wellnessscore haben einen schwachen bis mittleren nicht signifikanten Zusammenhang. Dies ist insofern überraschend, da gar kein Zusammenhang von der P_{maxrel} beim CMJ und der RPE festgestellt wurde. Jedoch widerspiegelt diese Erkenntnis den nicht vorhandenen Zusammenhang zwischen der RPE und dem Wellnessscore im ganzen Erhebungszeitraum. Eine gute Leistung beim CMJ entspricht einer gut entwickelten Explosivkraft. Deshalb könnte man davon ausgehen, dass bei gleicher Belastung, Spieler mit einer gut adaptierten Muskulatur eine geringere muskuläre Beanspruchung erfahren. Entgegengesetzt besteht jedoch auch die Möglichkeit, dass Spieler mit guten Leistungen im CMJ höhere Belastungen erzielen können, was zu einer höheren muskulären Beanspruchung führen würde und wieder Einfluss auf die RPE und den Wellnessscore haben könnte.

Da verschiedene Studien jedoch einen Zusammenhang des Wellnessscores mit dem externen TL festhielten, und Rowell et al. (2018) einen Bezug zwischen dem CMJ und dem externen TL feststellten, kann der nicht signifikante schwache bis mittelstarke Effekt begründet werden (Fessi et al., 2016; Gallo et al., 2016; Moalla et al., 2016). Somit stellt sich die Frage, wie stark der externe TL mit der Leistung des CMJ zusammenhängt.

Da neuromuskuläre Leistungstests auch als Möglichkeit dienen, die neuromuskuläre Leistungsbereitschaft zu beurteilen, und der CMJ als sensitiv und reliabel bewertet wurde, macht es jedoch mehr Sinn, diesen im Längsschnitt als weiteres Kriterium für das Athleten-Monitoring hinzuzunehmen (Gathercole et al., 2015; Hills & Rogerson, 2018; Main & Grove, 2009; Roe et al., 2017). Weiter müsste der Wellnessscore in seine fünf Items geteilt werden und die einzelnen Kategorien mit dem CMJ in Verbindung gesetzt werden.

4.3.2 Zusammenhang Speedlevel Yo-Yo-Test mit RPE und Wellnessscore

Die hohe Reliabilität und Validität des Yo-Yo-Tests wurde in verschiedenen Alterskategorien im Elite-Fussball belegt. Auch wurde auch klar aufgezeigt, dass das Speedlevel beim Yo-Yo-Test eine signifikante Korrelation auf die $VO_{2\text{max}}$ bei einem Ausbelastungstest aufzeigt. (Bangsbo et al., 2008; Deprez et al., 2014; Krstrup et al., 2003; Rampinini et al., 2007).

Bezogen auf den internen TL konnte aufgezeigt werden, dass Fussballspieler mit einer höheren ANS einen höheren internen TL erreichen können (Impellizzeri et al., 2004; Mohr et al., 2005). Dies aus dem Grund, weil ihr Stoffwechsel eine höhere Ansammlung von Metaboliten zulässt. Dieses Argument belegt den Befund von Enes et al. (2021), welche eine negative Korrelation zwischen der ANS und der sRPE feststellten. In dieser Studie ergab sich eine mittel bis starke nicht signifikante negative Korrelation zwischen dem Speedlevel des Yo-Yo-Tests und der RPE. Dies ist dadurch zu begründen, dass die Probanden in den Trainings die gleichen metabolischen Belastungen hatten, jedoch ihr System unterschiedlich beansprucht wurde. Dies entspricht den erwarteten Resultaten gemäss verschiedenen Autoren (Bangsbo et al., 2008; Deprez et al., 2014; Enes et al., 2021; Krstrup et al., 2003; Rampinini et al., 2007).

Ausgehend von der Theorie, dass zwischen der RPE und dem Wellnessscore ein Zusammenhang besteht und dem mittleren bis starken Effekt zwischen dem Speedlevel beim Yo-Yo-Test und der RPE, hätte ein Zusammenhang zwischen dem Speedlevel beim Yo-Yo-Test und dem Wellnessscore vermutet werden können (Buchheit et al., 2013; Gallo et al., 2016; Moalla et al., 2016; Thorpe et al., 2017). Dies aus dem Grund, dass die Belastungen der Einheiten für die Probanden mit einem höheren erreichten Speedlevel geringer ausfielen als für die Probanden mit einem tieferem Speedlevel. Da die Daten keinen Zusammenhang zwischen der RPE und dem Wellnessscore während der ganzen Erhebungsphase ergeben haben, scheint es Sinn zu machen, dass das Speedlevel keinen direkten Einfluss auf den Wellnessscore hat, sondern abgeleitet über die RPE den Wellnessscore beeinflussen würde. Aufgrund des fehlenden Zusammenhangs dieser beiden Konstrukte in dieser Studie ist es erklärlich, weshalb kein Zusammenhang zwischen dem Speedlevel des Yo-Yo-Tests mit dem Wellnessscore besteht.

5 Schlussfolgerung

Die Studie zeigt die tägliche RPE und der Wellnessscore im Wochenverlauf während der Pre- und Inseason. Weiter zeigen die Studienresultate unterschiedliche Zusammenhänge der RPE mit dem Wellnessscore auf verschiedene Fragestellungen auf. So scheinen die RPE und der Wellnessscore, als Indikatoren des subjektiven Belastungsempfinden, ein sensibles Instrument zur Überwachung des internen TL zu sein. Jedoch war der negative Zusammenhang gemäss der Literatur ungleich zu erwarten gewesen. Aufgrund der multifaktoriellen Faktoren, welche alle einen Einfluss auf die RPE und den Wellnessscore haben können, wäre es interessant, weitere Zusammenhänge, welche die RPE und den Wellnessscore beeinflussen können, zu validieren. Anhand der Abhängigkeit von Korrelationen bei Extremwerten, würde es sich lohnen, die Studie mit mehr Probanden und über einen längeren Erhebungszeitraum durchzuführen, sowie die sRPE anstatt die RPE zu verwenden.

Im Weiteren wäre es spannend, die Daten über den ganzen Saisonverlauf zu erheben und zu analysieren, mit weiteren externen TL-Methoden zu vergleichen und mit einer anderen Elite-Nachwuchs-Fussballmannschaft zu vergleichen.

Während sich der Zusammenhang des Speedlevels beim Yo-Yo-Test mit der RPE gut erklären lässt, ist der Zusammenhang zwischen der $P_{\max\text{rel}}$ beim CMJ mit dem Wellnessscore nicht ganz geklärt. Es wäre interessant, in einem weiteren Schritt die einzelnen Konstrukte des Wellnessscore mit der $P_{\max\text{rel}}$ beim CMJ in Verbindung zu setzen. Künftig wäre zu klären, welche neuromuskulären Ausprägungen einen Zusammenhang mit der RPE aufzeigen.

Literatur

- Abbiss, C. R., Peiffer, J. J., Meeusen, R., & Skorski, S. (2015). Role of ratings of perceived exertion during self-paced exercise: What are we actually measuring? *Sports Medicine*, 45(9), 1235–1243. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0344-5>
- Abbott, W., Brownlee, T. E., Harper, L. D., Naughton, R. J., & Clifford, T. (2018). The independent effects of match location, match result and the quality of opposition on subjective wellbeing in under 23 soccer players: A case study. *Research in Sports Medicine*, 26(3), 262–275. <https://doi.org/10.1080/15438627.2018.1447476>
- Akenhead, R., & Nassis, G. P. (2016). Training load and player monitoring in high-level football: Current practice and perceptions. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(5), 587–593. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0331>
- Baldari, C., Videira, M., Madeira, F., Sergio, J., & Guidetti, L. (2004). Lactate removal during active recovery related to the individual anaerobic and ventilatory thresholds in soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 93(1–2), 224–230. <https://doi.org/10.1007/s00421-004-1203-5>
- Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krstrup, P. (2008). The Yo-Yo intermittent recovery test: A useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Sports Medicine*, 38(1), 37–51. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838010-00004>
- Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of Sports Sciences*, 24(7), 665–674. <https://doi.org/10.1080/02640410500482529>
- Barnes, C., Archer, D. T., Hogg, B., Bush, M., & Bradley, P.S. (2014). The evolution of physical and technical performance parameters in the English premier league. *International Journal of Sports Medicine*, 35(13), 1–6. https://www.researchgate.net/publication/262372881_The_Evolution_of_Physical_and_Technical_Performance_Parameters_in_the_English_Premier_League
- Bellenger, C. R., Fuller, J. T., Thomson, R. L., Davison, K., Robertson, E. Y., & Buckley, J. D. (2016). Monitoring athletic training status through autonomic heart rate regulation: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 46(10), 1461–1486. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0484-2>
- Borg, G. A. V. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 14(5), 377–381.
- Borresen, J., & Lambert, M. I. (2009). The quantification of training load, the training response

- and the effect on performance: *Sports Medicine*, 39(9), 779–795.
<https://doi.org/10.2165/11317780-000000000-00000>
- Bourdon, P. C., Cardinale, M., Murray, A., Gastin, P., Kellmann, M., Varley, M. C., Gabbett, T. J., Coutts, A. J., Burgess, D. J., Gregson, W., & Cable, N. T. (2017). Monitoring athlete training loads: Consensus statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(2), S2161–S2170. <https://doi.org/10.1123/IJSP.2017-0208>
- Buchheit, M., Racinais, S., Bilsborough, J. C., Bourdon, P. C., Voss, S. C., Hocking, J., Cordy, J., Mendez-Villanueva, A., & Coutts, A. J. (2013). Monitoring fitness, fatigue and running performance during a pre-season training camp in elite football players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(6), 550–555.
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2012.12.003>
- Campbell, P. G., Stewart, I. B., Sirotic, A. C., & Minett, G. M. (2020a). The effect of overreaching on neuromuscular performance and wellness responses in Australian rules football athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(6), 1530–1538.
<https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000003603>
- Campbell, P. G., Stewart, I. B., Sirotic, A. C., & Minett, G. M. (2020b). Does exercise intensity affect wellness scores in a dose-like fashion? *European Journal of Sport Science*, 20(10), 1395–1404. <https://doi.org/10.1080/17461391.2019.1710264>
- Castagna, C., Abt, G., & D'Ottavio, S. (2005). Competitive-level differences in Yo-Yo intermittent recovery and twelve minute run test performance in soccer referees. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(4), 805–809.
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, 112(1), 155–159.
<https://www2.psych.ubc.ca/~schaller/528Readings/Cohen1992.pdf>
- Coutts, A. J., Rampinini, E., Marcora, S. M., Castagna, C., & Impellizzeri, M. (2009). Heart rate and blood lactate correlates of perceived exertion during small-sided soccer games. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(1), 79–84.
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2007.08.005>
- Deprez, D., Coutts, A. J., Lenoir, M., Franssen, J., Pion, J., Philippaerts, R., & Vaeyens, R. (2014). Reliability and validity of the Yo-Yo intermittent recovery test level 1 in young soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 32(10), 903–910.
<https://doi.org/10.1080/02640414.2013.876088>
- Ekstrand, J., Hagglund, M., & Walden, M. (2011). Injury incidence and injury patterns in professional football: The UEFA injury study. *British Journal of Sports Medicine*, 45(7), 553–558. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2009.060582>

- Enes, A., Oneda, G., Alves, D. L., Palumbo, D. de P., Cruz, R., Moiano Junior, J. V. M., Novack, L. F., & Osiecki, R. (2021). Determinant factors of the match-based internal load in elite soccer players. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 92(1), 63–70. <https://doi.org/10.1080/02701367.2019.1710445>
- Ergun, M. (2013). Injuries in elite youth football players: A prospective three-year study. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*, 47(5), 339–346. <https://doi.org/10.3944/AOTT.2013.3177>
- Eston, R. (2012). Use of Ratings of perceived exertion in sports. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 7(2), 175–182. <https://doi.org/10.1123/ijsp.7.2.175>
- Faude, O., Koch, T., & Meyer, T. (2012). Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *Journal of Sports Sciences*, 30(7), 625–631. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.665940>
- Fessi, M. S., Nouria, S., Dellal, A., Owen, A., Elloumi, M., & Moalla, W. (2016). Changes of the psychophysical state and feeling of wellness of professional soccer players during pre-season and in-season periods. *Research in Sports Medicine*, 24(4), 375–386. <https://doi.org/10.1080/15438627.2016.1222278>
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., Doleshal, P., & Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 109–115.
- Fothergill, M., Wolfson, S., & Neave, N. (2017). Testosterone and cortisol responses in male soccer players: The effect of home and away venues. *Physiology & Behavior*, 177, 215–220. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2017.04.021>
- Fromm, L., Meyer, P., Tscholl, P., & Leumann, A. (2018). Die Bedeutung von Muskelverletzungen im Nachwuchs-Fussball. *Swiss Sports & Exercises Medicine*, 67(1), 22–27. https://sgsm.ch/fileadmin/user_upload/Zeitschrift/66-2018-1/1-2018_3_Fromm.pdf
- Gallo, T. F., Cormack, S. J., Gabbett, T. J., & Lorenzen, C. H. (2016). Pre-training perceived wellness impacts training output in Australian football players. *Journal of Sports Sciences*, 34(15), 1445–1451. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1119295>
- Gallo, T. F., Cormack, S. J., Gabbett, T. J., & Lorenzen, C. H. (2017). Self-reported wellness profiles of professional Australian football players during the competition phase of the season. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(2), 495–502. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001515>
- Gastin, P. B., Meyer, D., & Robinson, D. (2013). Perceptions of wellness to monitor adaptive responses to training and competition in elite Australian football. *Journal of Strength*

- and *Conditioning Research*, 27(9), 2518–2526.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31827fd600>
- Gathercole, R. J., Sporer, B. C., Stellingwerff, T., & Sleivert, G. G. (2015). Comparison of the capacity of different jump and sprint field tests to detect neuromuscular fatigue. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(9), 2522–2531.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000912>
- Gaudino, P., Iaia, F. M., Strudwick, A. J., Hawkins, R. D., Alberti, G., Atkinson, G., & Gregson, W. (2015). Factors influencing perception of effort (session rating of perceived exertion) during elite soccer training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(7), 860–864. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2014-0518>
- Grove, J. R., Main, L. C., & Sharp, L. (2013). Stressors, recovery processes, and manifestations of training distress in dance. *Journal of Dance Medicine & Science*, 17(2), 70–78.
<https://doi.org/10.12678/1089-313X.17.2.70>
- Häggglund, M., Waldén, M., Magnusson, H., Kristenson, K., Bengtsson, H., & Ekstrand, J. (2013). Injuries affect team performance negatively in professional football: An 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. *British Journal of Sports Medicine*, 47(12), 738–742. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092215>
- Halson, S. L. (2014). Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports Medicine*, 44(S2), 139–147. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0253-z>
- Halson, S. L., & Jeukendrup, A. E. (2004). Does overtraining exist? An analysis of overreaching and overtraining research. *Sports Medicine*, 34(14), 967–981.
<https://doi.org/10.2165/00007256-200434140-00003>
- Haralambie, G., & Berg, A. (1976). Serum urea and amino nitrogen changes with exercise duration. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 36(1), 39–48. <https://doi.org/10.1007/BF00421632>
- Hill-Haas, S. V., Dawson, B. T., Coutts, A. J., & Rowsell, G. J. (2009). Physiological responses and time-motion characteristics of various small-sided soccer games in youth players. *Journal of Sports Sciences*, 27(1), 1–8. <https://doi.org/10.1080/02640410802206857>
- Hills, S. P., & Rogerson, D. J. (2018). Associations between self-reported well-being and neuromuscular performance during a professional Rugby union season. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(9), 2498–2509.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002531>
- Hooper, S. L., & Mackinnon, L. T. (1995). Monitoring overtraining in athletes: Recommendations. *Sports Medicine*, 20(5), 321–327. <https://doi.org/10.2165/00007256-199520050->

- Hopkins, W. G. (1991). Quantification of training in competitive sports: Methods and applications. *Sports Medicine*, 12(3), 161–183. <https://doi.org/10.2165/00007256-199112030-00003>
- Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., & Coutts, A. J. (2019). Internal and external training load: 15 years on. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(2), 270–273. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0935>
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Coutts, A. J., Sassi, A., & Marcora, S. M. (2004). Use of RPE-based training load in soccer. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(6), 1042–1047. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000128199.23901.2F>
- Klein, C., Bloch, H., Burkhardt, K., Kühn, N., & Schäfer, M. (2019). *VBG-Sportreport 2019: Analyse des Unfallgeschehens in den zwei höchsten Ligen der Männer: Basketball, Eishockey, Fußball, Handball. Eine Längsschnittbetrachtung drei aufeinanderfolgender Saisons*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.24273.48484>
- Klein, C., Bloch, H., & Pietzonka, M. (2020). *VBG-Sportreport 2020: Analyse des Unfallgeschehens in den zwei höchsten Ligen der Männer: Basketball, Eishockey, Fußball, Handball*. <https://www.researchgate.net/publication/347436582>
- Krustrup, P., Mohr, M., Amstrup, T., Rysgaard, T., Johansen, J., Steensberg, A., Pedersen, P. K., & Bangsbo, J. (2003). The Yo-Yo intermittent recovery test: Physiological response, reliability, and validity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(4), 697–705. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000058441.94520.32>
- Light, N., Johnson, A., Williams, S., Smith, N., Hale, B., & Thorborg, K. (2021). Injuries in youth football and the relationship to player maturation: An analysis of time-loss injuries during four seasons in an English elite male football academy. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 31(6), 1324–1334. <https://doi.org/10.1111/sms.13933>
- Los Arcos, A., Mendez-Villanueva, A., & Martínez-Santos, R. (2017). In-season training periodization of professional soccer players. *Biology of Sport*, 34(2), 149–155. <https://doi.org/10.5114/biolSport.2017.64588>
- Loturco, I., Nakamura, F., Kobal, R., Gil, S., Pivetti, B., Pereira, L., & Roschel, H. (2016). Traditional periodization versus optimum training load applied to soccer players: Effects on neuromuscular abilities. *International Journal of Sports Medicine*, 37(13), 1051–1059. <https://doi.org/10.1055/s-0042-107249>
- Lovell, T. W. J., Sirotic, A. C., Impellizzeri, F. M., & Coutts, A. J. (2013). Factors affecting

- perception of effort (session rating of perceived exertion) during rugby league training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(1), 62–69. <https://doi.org/10.1123/ijsp.8.1.62>
- Lüthy, F., Sonderegger, K., Hübner, K., & Tschopp, M. (2009). *Abhängigkeit der Sprintgeschwindigkeit von Sprung-Leistungsparametern* [Trainerherbsttagung]. Eidgenössische Hochschule für Sport Magglingen.
- Main, L., & Grove, J. R. (2009). A multi-component assessment model for monitoring training distress among athletes. *European Journal of Sport Science*, 9(4), 195–202. <https://doi.org/10.1080/17461390902818260>
- Malisoux, L., Frisch, A., Urhausen, A., Seil, R., & Theisen, D. (2013). Monitoring of sport participation and injury risk in young athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(6), 504–508. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2013.01.008>
- Marynowicz, J., Karol, K., Lango, M., Horna, D., & Andrzejewski, M. (2020). Relationship between the session-RPE and external measures of training load in youth soccer training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(10), 2800–2804. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000003785>
- McLean, B. D., Coutts, A. J., Kelly, V., McGuigan, M. R., & Cormack, S. J. (2010). Neuromuscular, endocrine, and perceptual fatigue responses during different length between-match microcycles in professional rugby league players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(3), 367–383. <https://doi.org/10.1123/ijsp.5.3.367>
- Meeusen, R., Duclos, M., Foster, C., Fry, A., Gleeson, M., Nieman, D., Raglin, J., Rietjens, G., Steinacker, J., & Urhausen, A. (2013). Prevention, diagnosis and treatment of the overtraining syndrome: Joint consensus statement of the European College of Sport Science (ECSS) and the American College of Sports Medicine (ACSM). *European Journal of Sport Science*, 13(1), 1–24. <https://doi.org/10.1080/17461391.2012.730061>
- Meister, S., Faude, O., Ammann, T., Schnittker, R., & Meyer, T. (2013). Indicators for high physical strain and overload in elite football players: Overload in elite football players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 23(2), 156–163. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2011.01354.x>
- Meyer, T., Kellmann, M., Ferrauti, A., Pfeiffer, M., & Faude, O. (2013). Die Messung von Erholtheit und Regenerationsbedarf im Fußball. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 64(1), 28–34. <https://doi.org/10.5960/dzsm.2012.054>
- Moalla, W., Fessi, M. S., Farhat, F., Nouira, S., Wong, D. P., & Dupont, G. (2016). Relationship between daily training load and psychometric status of professional soccer players.

- Research in Sports Medicine*, 24(4), 387–394.
<https://doi.org/10.1080/15438627.2016.1239579>
- Mohr, M., Krstrup, P., & Bangsbo, J. (2005). Fatigue in soccer: A brief review. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 593–599. <https://doi.org/10.1080/02640410400021286>
- Nassis, G. P., Massey, A., Jacobsen, P., Brito, J., Randers, M. B., Castagna, C., Mohr, M., & Krstrup, P. (2020). Elite football of 2030 will not be the same as that of 2020: Preparing players, coaches, and support staff for the evolution. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 30(6), 962–964. <https://doi.org/10.1111/sms.13681>
- Newham, D. J., Mills, K. R., Quigley, B. M., & Edwards, R. H. T. (1983). Pain and fatigue after concentric and eccentric muscle contractions. *Clinical Science*, 64(1), 55–62. <https://doi.org/10.1042/cs0640055>
- Nicolò, A., Marcora, M., & Sacchetti, M. (2016). Respiratory frequency is strongly associated with perceived exertion during time trials of different duration. *Journal of Sports Sciences*, 34(13), 1199–1206. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1102315>
- Oliveira, T., Gouveia, M. J., & Oliveira, R. F. (2009). Testosterone responsiveness to winning and losing experiences in female soccer players. *Psychoneuroendocrinology*, 34(7), 1056–1064. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2009.02.006>
- Polman, R., Nicholls, A. R., Cohen, J., & Borkoles, E. (2007). The influence of game location and outcome on behaviour and mood states among professional rugby league players. *Journal of Sports Sciences*, 25(13), 1491–1500. <https://doi.org/10.1080/02640410601175436>
- Rago, V., Brito, J., Figueiredo, P., Costa, J., Krstrup, P., & Rebelo, A. (2020). Internal training load monitoring in professional football: A systematic review of methods using rating of perceived exertion. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 60(1), 160–171. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.19.10000-X>
- Rampinini, E., Coutts, A., Castagna, C., Sassi, R., & Impellizzeri, F. (2007). Variation in top level soccer match performance. *International Journal of Sports Medicine*, 28(12), 1018–1024. <https://doi.org/10.1055/s-2007-965158>
- Rampinini, E., Sassi, A., Azzalin, A., Castagna, C., Menaspà, P., Carlomagno, D., & Impellizzeri, F. M. (2010). Physiological determinants of Yo-Yo intermittent recovery tests in male soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 108(2), 401–409. <https://doi.org/10.1007/s00421-009-1221-4>
- Roe, G., Darrall-Jones, J., Till, K., Phibbs, P., Read, D., Weakley, J., & Jones, B. (2017). To jump or cycle? Monitoring neuromuscular function in rugby union players.

- International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(5), 690–696.
<https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0273>
- Rowell, A. E., Aughey, R. J., Hopkins, W. G., Esmacili, A., Lazarus, B. H., & Cormack, S. J. (2018). Effects of training and competition load on neuromuscular recovery, testosterone, cortisol, and match performance during a season of professional football. *Frontiers in Physiology*, 9, Article 668. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00668>
- Schneider, C., Loch, F., & Rasche, C. (2020). Monitoring: Methodische Wege zur täglichen Feinjustierung von Trainings- und Erholungssteuerung. In T. Meyer, A. Ferrauti, & M. Pfeiffer (Hrsg.), *Regenerationsmanagement im Spitzensport* (S. 17–26). Bundesinstitut für Sportwissenschaft. <https://www.researchgate.net/publication/3In>
- Scott, T. J., Black, C. R., Quinn, J., & Coutts, A. J. (2013). Validity and reability of the session-RPE method for quantifying training in australian football: A comparison of the CR10 and CR100 Scales. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(1), 270–276.
[doi: 10.1519/JSC.0b013e3182541d2e](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182541d2e)
- Smirniotou, A., Katsikas, C., Paradisis, G., Argeitaki, P., Zacharogiannis, E., & Tziortzis, S. (2008). Strength–power parameters as predictors of sprinting performance. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 48(4), 447–454.
- Sparks, M., Coetzee, B., & Gabbett, T. J. (2017). Internal and external match loads of university-level soccer players: A comparison between methods. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(4), 1072–1077. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001560>
- Styles, W. J., Matthews, M. J., & Comfort, P. (2016). Effects of strength training on squat and sprint performance in soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(6), 1534–1539.
- Swallow, W. E., Skidmore, N., Page, R. M., & Malone, J. J. (2021). An examination of in-season external training load in semi-professional soccer players: Considerations of one and two match weekly microcycles. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 16(1), 192–199. <https://doi.org/10.1177/1747954120951762>
- Swart, J., & Jennings, C. L. (2004). Use of blood lactate concentration as a marker of training status: A review. *South African Journal of Sports Medicine*, 16(3), 1–5.
- Taylor, K.-L., Chapman, D. W., Cronin, J. B., Newton, M. J., & Gill, N. (2012). Fatigue monitoring in high performance sport: A survey of current trends. *Journal of Australian Strength and Conditioning*, 20(1), 12–23.
- Thorpe, R. T., Strudwick, A. J., Buchheit, M., Atkinson, G., Drust, B., & Gregson, W. (2015). Monitoring fatigue during the in-season competitive phase in elite soccer players.

- International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(8), 958–964.
<https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0004>
- Thorpe, R. T., Strudwick, A. J., Buchheit, M., Atkinson, G., Drust, B., & Gregson, W. (2017). The influence of changes in acute training load on daily sensitivity of morning-measured fatigue variables in elite soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(S2), S2107–S2113. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0433>
- Timpka, T., Risto, O., & Bjormsjo, M. (2008). Boys soccer league injuries: A community-based study of time-loss from sports participation and long-term sequelae. *The European Journal of Public Health*, 18(1), 19–24. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckm050>
- Tschopp, M. (2003) Manual Leistungsdiagnostik Kraft: Qualitätsentwicklung Swiss Olympic. <https://www.yumpu.com/de/document/read/21348593/leistungsdiagnostik-kraft-swiss-olympic>
- Urhausen, A., & Kindermann, W. (2002). Diagnosis of overtraining: What tools do we have? *Sports Medicine*, 32(2), 95–102. <https://doi.org/10.2165/00007256-200232020-00002>
- Warren, G. L., Lowe, D. A., & Armstrong, R. B. (1999). Measurement tools used in the study of eccentric contraction-induced injury. *Sports Medicine*, 27(1), 43–59. <https://doi.org/10.2165/00007256-199927010-00004>
- Weineck, J. (2019). *Optimales Training: Leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kindes- und Jugendtrainings* (17. Aufl.). Spitta.
- Wisløff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., & Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 38(3), 285–288. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2002.002071>
- Young, W., McLean, B., Ardagna, J. (1995). Relationship between strength qualities and sprinting performance. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* (35)1, 13–19.

Anhang A: Studieninformation und Einverständniserklärung

Entwicklung der neuromuskulären Leistungsfähigkeit in Sportsportarten

Dieses Projekt ist organisiert durch: Bundesamt für Sport BASPO
Eidgenössische Hochschule für Sport Magglingen EHSM
Hauptstrasse 247
CH-2532 Magglingen

Lieber Athlet,

Wir möchten Dich anfragen, ob Du an einem Forschungsprojekt teilnehmen willst. Im Folgenden wird Dir das geplante Forschungsprojekt dargestellt.

1. Ziel des Projekts

Wir wollen mit diesem Projekt untersuchen, wie sich die „neuromuskuläre Leistungsfähigkeit“ (Gleichgewicht, Sprungkraft, Maximalkraft und Sprintschnelligkeit) bei Nachwuchsathleten aus den Sportarten Eishockey und Fussball während einer Saison entwickelt und welche Faktoren diese Entwicklung beeinflussen können.

2. Auswahl

Es können alle Athleten aus den Sportarten Eishockey und Fussball teilnehmen, welche in der jeweils zweithöchsten Alterskategorie des Nachwuchsleistungssports spielen.

3. Allgemeine Informationen zum Projekt

In den vergangenen Jahren konnte beobachtet werden, dass die „neuromuskuläre Leistungsfähigkeit“ (z.B. gemessen über die Sprungkraft oder die Sprintschnelligkeit) in den Sportsportarten Eishockey und Fussball stark an Bedeutung gewonnen hat. Eine gut ausgeprägte neuromuskuläre Leistungsfähigkeit wird in diesen Sportarten als wichtiger Faktor für den Spiel- bzw. Karriereerfolg gesehen. Der Schweizer Eishockey- und Fussballverband haben die hohe Wichtigkeit dieser Fähigkeit ebenfalls erkannt und möchten mit diesem Forschungsprojekt neue Erkenntnisse darüber gewinnen, wie sich diese Fähigkeit während einer Saison entwickelt und welche Faktoren diese Entwicklung beeinflussen können. Dazu soll die Entwicklung der neuromuskulären Leistungsfähigkeit bei mehreren Nachwuchsmannschaften aus den Sportarten Eishockey und Fussball während einer Saison beobachtet werden. Während dieses Zeitraumes werden jeweils im Abstand von 2 Monaten Leistungstests durchgeführt. Bei den Tests handelt es sich um Gleichgewichts-, Kraft-, Sprung- und Schnelligkeitstests. Um Veränderungen in den Testresultaten erklären zu können wird während dieser Saison auch die Trainingsbelastung und das Wohlbefinden der Spieler sowie die auftretenden Verletzungen erfasst.

Am diesem nationalen Projekt werden jeweils zwei Mannschaften aus den Sportarten Eishockey und Fussball teilnehmen. Dadurch nehmen insgesamt ca. 80 Athleten an der Studie teil.

Dieses Projekt wird so durchgeführt wie es die Gesetze in der Schweiz vorschreiben. Die zuständige Ethikkommission hat dieses Projekt geprüft und bewilligt.

4. Ablauf

Im Rahmen der Studie wirst Du während dem Zeitraum einer Saison mehrmals neuromuskuläre Leistungstests absolvieren müssen (Gleichgewichts-, Kraft-, Sprung- und Schnelligkeitstests). Diese Tests werden auf dem Trainingsgelände Deines Vereines durchgeführt. Das absolvieren aller Tests dauert ca. 1.5 Stunden. Zusätzlich dazu wirst Du während des Projektes wöchentlich Angaben bezüglich der Trainingsbelastung, deinem Wohlbefinden und möglichen Verletzungen machen müssen. Während den Trainingseinheiten wirst Du einen Herzfrequenzgurt sowie ein Messgerät zur Erfassung der Laufristanz (GPS Gerät) tragen müssen. Es werden keine invasiven Untersuchungen durchgeführt.

5. Nutzen

Wenn Du bei diesem Projekt mitmachst, wirst Du eine detaillierte Auswertung der durchgeführten Leistungstests erhalten. Diese Resultate ermöglichen es Dir, Deine physische Leistungsfähigkeit mit anderen Athleten zu vergleichen und können Dir helfen sinnvolle Trainingsschwerpunkte für eine nächste Trainingsphase zu definieren. Zusätzlich dazu trägst Du mit deiner Studienteilnahme dazu bei neues Wissen zu generieren, welches eine positive Entwicklung der Sportarten Eishockey und Fussball in der Schweiz begünstigen wird.

6. Rechte

Du nimmst freiwillig teil. Wenn Du nicht mitmachen oder später Deine Teilnahme zurückziehen willst, musst Du dies nicht begründen. Eine Nicht-Teilnahme oder ein Rückzug der Teilnahme hat keinen Einfluss auf deine Behandlung im Verein oder durch den nationalen Verband. Du darfst jederzeit Fragen zur Teilnahme und zum Projekt stellen. Wende Dich dazu bitte an die Person, die am Ende dieser Information genannt ist.

7. Pflichten

Als Teilnehmer ist es notwendig, dass Du dich an die notwendigen Vorgaben und Anforderungen durch die Projektleitung hältst. Am Testtag ist es wichtig, dass Du dich optimal auf Leistungstests vorbereitest. Am besten bereitest Du dich so vor wie Du dich auf ein Meisterschaftsspiel vorbereiten würdest.

8. Risiken

Durch das Projekt bist Du nur geringfügigen Risiken ausgesetzt. Beispielsweise besteht während des Sprinttests das übliche Verletzungsrisiko einer solchen Belastung. Insgesamt ist die durch die Leistungstests hervorgerufene Belastung und das damit einhergehende Verletzungsrisiko, nicht höher einzustufen als die- bzw. dasjenige eines normalen Mannschaftstrainings. Bei den eingesetzten Messgeräten zur Erfassung der Herzfrequenz und der Laufdistanz während der Trainingseinheiten handelt es sich um kommerziell erwerblich Standardsysteme von welchen keine bekannten Risiken ausgehen.

9. Ergebnisse

Die Projektleitung wird Dich während des Projekts über alle neuen Erkenntnisse informieren, die den Nutzen oder Deine Sicherheit und somit Deine Einwilligung zur Teilnahme beeinflussen können.

10. Vertraulichkeit von Daten und Proben

Für dieses Projekt werden Deine persönlichen und medizinischen Daten erfasst. Nur sehr wenige Fachpersonen werden Deine unverschlüsselten Daten sehen, und zwar ausschliesslich, um Aufgaben im Rahmen des Projekts zu erfüllen. Bei der Datenerhebung zu Studienzwecken werden die Daten verschlüsselt. Verschlüsselung bedeutet, dass alle Bezugsdaten, die Dich identifizieren könnten (Name, Geburtsdatum), gelöscht und durch einen Schlüssel ersetzt werden (von swissethics akzeptierte Verschlüsselung unter diesem Link <https://swissethics.ch/templates.html>). Die Schlüssel-Liste bleibt immer in der Institution. Zugriff auf diese Verschlüsselung hat nur der Studienleiter der EHSM Dr. med. Markus Tschopp. Diejenigen Personen, die den Schlüssel nicht kennen, können daher keine Rückschlüsse auf Deine Person ziehen. Bei einer Publikation sind die zusammengefassten Daten daher auch nicht auf Dich als Einzelperson rückverfolgbar. Dein Name taucht niemals im Internet oder einer Publikation auf. Manchmal gibt es die Vorgabe bei einer Zeitschrift zur Publikation, dass Einzel-Daten (sogenannte Roh-Daten) übermittelt werden müssen. Wenn Einzel-Daten übermittelt werden müssen, dann sind die Daten immer verschlüsselt und somit ebenfalls nicht zu Dir als Person rückverfolgbar. Alle Personen, die im Rahmen des Projekts Einsicht in Deine Daten haben, unterliegen der Schweigepflicht. Die Vorgaben des Datenschutzes werden eingehalten und Du als teilnehmende Person hast jederzeit das Recht auf Einsicht in Deine Daten.

Wenn Daten vor Ort gelagert werden, handelt es sich um eine Datenbank für Forschungszwecke.

Möglicherweise wird dieses Projekt durch die zuständige Ethikkommission oder durch die Institution, die das Projekt veranlasst hat, überprüft. Der Projektleiter muss eventuell Deine persönlichen und medizinischen Daten für solche Kontrollen offenlegen.

11. Rücktritt

Du kannst jederzeit aufhören und von dem Projekt zurücktreten, wenn Du das wünschst. Die bis dahin erhobenen Daten werden noch verschlüsselt ausgewertet, weil das ganze Projekt sonst seinen Wert verliert. Nach der Auswertung werden Deine Daten vollständig anonymisiert, d.h. Ihre Schlüsselzuordnung wird vernichtet, so dass danach niemand mehr erfahren kann, dass die Daten ursprünglich von Dir stammten.

12. Entschädigung

Wenn Sie an diesem Projekt teilnehmen, bekommen Sie dafür keine Entschädigung. Auslagen wie Reisespesen, die nur durch die Teilnahme bedingt sind, werden wir Ihnen vergüten. Es entstehen Ihnen oder Ihrer Krankenkasse keine Kosten durch die Teilnahme.

13. Haftung

Falls Du durch das Projekt einen Schaden erleidest, haftet die Institution oder Firma, die das Projekt veranlasst hat und für die Durchführung verantwortlich ist. Die Voraussetzungen und das Vorgehen sind gesetzlich geregelt. Wenn Sie einen Schaden erlitten haben, so wenden Sie sich bitte an den Projektleiter.

14. Finanzierung

Das Projekt wird von Swiss Olympic und den nationalen Verbänden der Sportarten Eishockey, Fussball, Handball und Unihockey bezahlt.

15. Kontaktperson(en)

Bei allen Unklarheiten, Befürchtungen oder Notfällen, die während des Projekts oder danach auftreten, können Sie sich jederzeit an eine dieser Kontaktpersonen wenden.

Dr. med. Markus Tschopp

Leiter Sportphysiologie Spielsport
Bundesamt für Sport BASPO
Eidgenössische Hochschule für Sport Magglingen EHSM
Hauptstrasse 247
CH-2532 Magglingen
Tel. +41 58 467 61 22/ +41 79 360 83 82
markus.tschopp@baspo.admin.ch

Pascal Andrey

Mitarbeiter Sportphysiologie Spielsport
Bundesamt für Sport BASPO
Eidgenössische Hochschule für Sport Magglingen EHSM
Hauptstrasse 247
CH-2532 Magglingen
Tel. +41 58 467 66 75 / +41 79 243 14 79
pascal.andrey@baspo.admin.ch

Einwilligungserklärung

Schriftliche Einwilligungserklärung zur Teilnahme an einem Studienprojekt

Bitte lesen Sie dieses Formular sorgfältig durch. Bitte fragen Sie, wenn Sie etwas nicht verstehen oder wissen möchten.

BASEC-Nummer (nach Einreichung):	2019-01586
Titel des Projekts:	Monitoring der neuromuskulären Leistungsfähigkeit in Spielsportarten
verantwortliche Institution:	Bundesamt für Sport BASPO Eidgenössische Hochschule für Sport Magglingen EHSM Hauptstrasse 247 CH-2532 Magglingen
Ort der Durchführung:	Trainingsanlagen der teilnehmenden Vereine
Leiter des Projekts am Studienort:	Pascal Andrey
Teilnehmerin/Teilnehmer: Name und Vorname in Druckbuchstaben: Geburtsdatum:	<input type="checkbox"/> weiblich <input type="checkbox"/> männlich

- Ich wurde vom unterzeichnenden Studienleiter mündlich und schriftlich über den Zweck, den Ablauf des Projekts, über mögliche Vor- und Nachteile sowie über eventuelle Risiken informiert.
- Ich nehme an diesem Projekt freiwillig teil und akzeptiere den Inhalt der zum oben genannten Projekt abgegebenen schriftlichen Information. Ich hatte genügend Zeit, meine Entscheidung zu treffen.
- Meine Fragen im Zusammenhang mit der Teilnahme an diesem Projekt sind mir beantwortet worden. Ich behalte die schriftliche Information und erhalte eine Kopie meiner schriftlichen Einwilligungserklärung.
- Ich bin einverstanden, dass die zuständigen Fachleute der Projektleitung/ des Auftraggebers des Projekts und der für dieses Projekt zuständigen Ethikkommission zu Prüf- und Kontrollzwecken in meine unverschlüsselten Daten Einsicht nehmen dürfen, jedoch unter strikter Einhaltung der Vertraulichkeit.
- Bei Studienergebnissen oder Zufallsbefunden, die direkt meine Gesundheit betreffen, werde ich informiert. Wenn ich das nicht wünsche, informiere ich meinen Prüfarzt.
- Ich weiss, dass meine gesundheitsbezogenen und persönlichen Daten nur in verschlüsselter Form zu Forschungszwecken **für dieses Projekt** weitergegeben werden können.
- Ich kann jederzeit und ohne Angabe von Gründen von der Teilnahme zurücktreten, ohne dass ich deswegen Nachteile bei der weiteren medizinischen Behandlung/Betreuung habe. Die bis dahin erhobenen Daten werden für die Auswertung des Projekts noch verwendet.
- Die Haftpflichtversicherung der Institution kommt für allfällige Schäden auf.
- Ich bin mir bewusst, dass die in der Teilnehmerinformation genannten Pflichten einzuhalten sind. Im Interesse meiner Gesundheit kann mich der Leiter/ die Leiterin jederzeit ausschliessen.

Ort, Datum	Unterschrift Teilnehmerin/Teilnehmer
------------	--------------------------------------

Bestätigung des Prüfarztes/der Prüfperson: Hiermit bestätige ich, dass ich dieser Teilnehmerin/ diesem Teilnehmer Wesen, Bedeutung und Tragweite des Projekts erläutert habe. Ich versichere, alle im Zusammenhang mit diesem Projekt stehenden Verpflichtungen gemäss dem geltenden Recht zu erfüllen. Sollte ich zu irgendeinem Zeitpunkt während der Durchführung des Projekts von Aspekten erfahren, welche die Bereitschaft der Teilnehmerin/ des Teilnehmers zur Teilnahme an dem Projekt beeinflussen könnten, werde ich sie/ ihn umgehend darüber informieren.

Ort, Datum: Zürich 27./28.07.2020	<p>Name und Vorname der informierenden Prüfährtin/ des informierenden Prüfarztes/ der informierenden Prüfperson in Druckbuchstaben</p> <p>Pascal Andrey</p> <p>Unterschrift der Prüfährtin/des Prüfarztes/der Prüfperson</p> <p>PANDREY</p>
-----------------------------------	---

Anhang B: Ablauf Testtag

P2W Best Case Ablauf Leistungstests

Check-in											
Information Ablauf / & Schutzkonzept Eintrittsfragebogen Checkliste Gewicht + Grösse Instruktion Warm-up	Allgemeines Warm-up	Jump Warm-up	CMJ beid- und einbeinig	Pause	Drop Jump						
	8 min	10 min	2 min	10 min	5 min	6 min					
Pause + Instruktion Sprint Warm-up und Sprintsstart	Sprint Warm-up (Start üben!)	Pause & Instruktion Sprint	Sprint	Pause & Instruktion SAG Warm-up	SAG Warm-up	Pause & Instruktion SAG	SAG	Pause	Loaded Jump Warm-up	Loaded CMJ 20x40/60% BW	
3 min	6 min	4 min	6 min	3 min	1 min	4 min	5 min	3 min	2 min	20 min	



Checkliste Testperson

P2W Beobachtungsstudie Fussball

Vorname, Name: _____ Testdatum: _____
Geburtsdatum: _____ - _____ Spielposition: _____
Spielseite (Schussbein, Wurf- / Stockhand): links ☐ rechts ☐

Ernährung

Spezielle Ernährungsmassnahmen: ja ☐ Nein ☐ _____
Letzte Mahlzeit: _____ Uhrzeit: _____
Supplemente (z.B. Kreatin, Magnesium): ja ☐ nein ☐ _____

Gesundheit

Beschwerden am Testtag: ja ☐ nein ☐ _____
Krankheit letzte 14 Tage: ja ☐ nein ☐ _____
Regelmässige Medikamente: ja ☐ nein ☐ _____
Verletzungen letzte 6 Monate: ja ☐ nein ☐ _____
Datum: _____ Körperteil: _____
Seite: links ☐ rechts ☐ beidseitig ☐ Dauer Trainingspause (Wochen): _____

Weitere Einflussfaktoren (Schlaf, Reisen, Müdigkeit, chronische Krankheiten usw.)

ja ☐ nein ☐ _____

Allgemeine Befindlichkeit: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 **Testmotivation:** 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
(wie fühle ich mich heute: 1 = katastrophal, 10 = super) (wie motiviert bin ich für die Tests: 1 = überhaupt nicht, 10 = super)

Anhang D: Wellnessfragebogen

Wie erholsam war dein Schlaf?						
sehr, sehr erholsam			überhaupt nicht erholsam			
1	2	3	4	5	6	7
Wie stark schmerzen deine Muskeln (Muskelkater, Verspannungen)?						
überhaupt nicht			sehr, sehr stark			
1	2	3	4	5	6	7
Wie müde fühlst Du dich körperlich?						
sehr, sehr frisch			sehr, sehr müde			
1	2	3	4	5	6	7
Wie gut bist Du gelaunt?						
sehr, sehr gut			sehr, sehr schlecht			
1	2	3	4	5	6	7
Wie stark fühlst Du dich gestresst (Privat, Schule/Ausbildung, Fussball)?						
überhaupt nicht			sehr, sehr stark			
1	2	3	4	5	6	7

Anhang E: Yo-Yo-Test

Yo-Yo-Test

Durchführung und Auswertung: Yo-Yo intermittent recovery test level 1.

Material

- CD-Player / Soundanlage
- CD / MP3 Player / PC mit Media-Datei
- Messband
- Flache Markierungs-Hüttchen
- Namensliste
- optional: Pulsuhren zur Registrierung der maximalen Herzfrequenz

Personeller Aufwand

- 1 Testleiter pro 4 Athleten

Testdauer

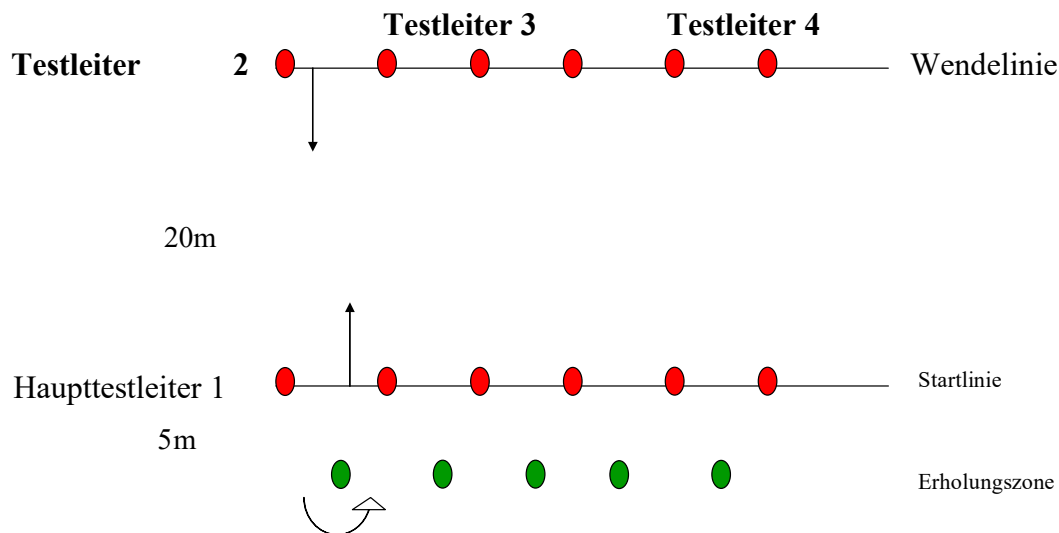
Eigentlicher Test ohne Aufbau, Einlaufen und Instruktion je nach Niveau zwischen 10-20 Min.
Es können je nach Anzahl Testpersonen bis zu 15 Athleten zusammen getestet werden.

Terrain

- Rutschfeste Unterlage: trockener Rasen, Halle, etc.

Testvorbereitung

- Aufstellung der Markierungen gemäss Skizze (Korridorabstand 1.5 m, gemäss Yo-Yo-Schnur)
- zumindest bei Wendelinie neben Hüttchen auch Bodenmarkierung (z.B. Seitenlinie) verwenden.
- Für Startlinie und Wendelinie dieselbe Farbe der Hüttchen verwenden.



- Notierung der äusseren Testbedingungen: Temperatur, Wind, etc.
- Erfassung der Testvorbereitung der Athleten (Checkliste Athletenvorbereitung)
- Überprüfung des Signaltons
- Genaue Instruktion der Athleten des Testablaufs mit Vordemonstration der ersten beiden Intervalle
- Auswahl der Media-Datei des Testlevels (1 oder 2): in der Regel YO-YO intermittent recovery test Level 1

Testablauf

- lockeres Einlaufen (min. 3-mal up and down)
- Athleten stellen sich auf Startlinie auf
- Start des Tests
- Pro Testleiter werden max. 4 Athleten überwacht. Standort der Tester auf Höhe der Wendelinie. Zu Beginn des Testes abgebildetes Setting beachten (Position: Haupttestleiter 1, Testleiter 2, Testleiter 3, Testleiter 4).
- Zu Beginn, keine Verwarnungen nur Korrekturen, damit vorgegebenes Tempo eingehalten wird.
- **Der Testleiter coacht und motiviert den Athleten während des Tests, damit die maximale Ausbelastung erzielt werden kann.**
- Testleiter notiert für seine Athleten Speedlevel bei Testabbruch.

Speed Level	Interval							
5	1							
9	1							
11	1	2						
12	1	2	3					
13	1	2	3	4				
14	1	2	3	4	5	6	7	8
15	1	2	3	4	5	6	7	8
16	1	2	3	4	5	6	7	8

17	1	2	3	4	5	6	7	8
18	1	2	3	4	5	6	7	8
19	1	2	3	4	5	6	7	8
20	1	2	3	4	5	6	7	8
21	1	2	3	4	5	6	7	8
22	1	2	3	4	5	6	7	8
23	1	2	3	4	5	6	7	8

Abbruchkriterien □ Subjektiver Testabbruch

Der Athlet bricht Test selbst ab (bei der Instruktion muss betont werden, dass der Test ein Maximaltest ist und daher eine maximale Anstrengung erfordert).

□ Objektive Abbruchkriterien

1. **Auf Fehler aufmerksam machen (Coaching);** Tempo zu langsam, Wendelinie nicht berührt etc.

2. Drohung aussprechen☺, (hartes Coaching)

Verwarnung 1 aussprechen

Verwarnung 2 aussprechen

Verwarnungen

Bei der Verwarnung 2 wird der Athlet aus dem Test genommen. Verwarnungen werden wie folgt ausgesprochen:

- Umkehrlinie nicht berührt: Hinweis: es reicht, die Linie mit einem Fuss zu berühren, die Umkehrlinie muss nicht überschritten werden
- Umkehrlinie nach 2. Piepston berührt
- Startlinie nach 3. Piepston berührt

Levelabzug

Wenn ein Frühstart ausgeübt wird (Startlinie wird vor 1. Piepston überschritten) oder ein Athlet ohne an der Linie stillzustehen startet (rollender Start), wird am Schluss des Testes ein Level abgezogen. Dieser Levelabzug kann vermieden werden, wenn der Athlet nach dem Frühstart an die Startlinie zurückkehrt.

Auswertung

- Auswertungsparameter: Zurückgelegte Distanz bei Testabbruch (pro Level 40m). Angebrochenes Level wird noch gezählt, wenn der Athlet den Speed Level halb erreicht, resp. die Absicht erkannt wird, die Wendelinie rechtzeitig zu berühren oder zu durchlaufen.

1) Bestimmung des Gruppenmittelwertes

- Vergleich mit Referenzwert: Aussage über Niveau der Gruppe
- Vergleich mit Vortest: Aussage über Trainingsmethodik, -effizienz

2) Individueller Wert des Spielers

- Vergleich mit Gruppenmittelwert, resp. Referenzwert: Aussage über Niveau: Rückschlüsse auf individuelles Training (ev. Zusatztraining), Bildung von Trainingsgruppen
- Vergleich mit eigenem Vortest: Prüfung der Trainingswirksamkeit, individuelle Entwicklung
- In Relation zu anderen Testergebnissen: Bsp. Sprinttest: individuelle Trainingsschwerpunkte bestimmen

Anhang F: RPE

0	keine Anstrengung
1	sehr locker
2	locker
3	mittelmässig
4	etwas anstrengend
5	anstrengend
6	
7	sehr anstrengend
8	
9	
10	maximale Anstrengung
0	Effort nul
1	très facile
2	facile
3	modéré
4	assez dur
5	dur
6	
7	très dur
8	
9	
10	Effort maximal