Aus dem Zentrum für Orthopädie und Unfallchirurgie

der Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Verletzungsinzidenzen im Nachwuchsleistungsfußball: eine retrospektive Datenerhebung im Nachwuchsleistungszentrum eines deutschen Fußballbundesligavereins über ein Jahr

Inauguraldissertation

zur Erlangung des Doktorgrades der

Medizin

der Universitätsmedizin

der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Vorgelegt von

Tim Engelmann

aus Moers

Mainz, 2024

Wissenschaftlicher Vorstand:	Univ.-Prof. Dr. Hansjörg Schild
1. Gutachter:	Priv. Doz. Dr. med. Tobias Eckhard Nowak
2. Gutachter:	Univ.-Prof. Dr. med. Peter Grimminger
Tag der Promotion:	25.04.2025

Für meine Familie und all jenen, die mich immer wieder motiviert und unterstützt haben.

Wir besitzen alle nur eine begrenzte Aufmerksamkeit am Tag und sind verantwortlich, wohin wir diese steuern.

Viel davon floss in diese Arbeit.
Ich danke Euch daher nicht nur für Eure Motivation und Unterstützung, sondern auch, und vor allem, für Eure Geduld.

Danke.

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS ..... **I**
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS ..... **V**
TABELLENVERZEICHNIS ..... **VII**
ABBILDUNGSVERZEICHNIS ..... **VIII**
KAPITEL 1: EINLEITUNG **1**
1 EINLEITUNG 2
KAPITEL 2: LITERATURDISKUSSION **5**
2 LITERATURDISKUSSION 6
2.1 Verletzungen im Fußball *6*
2.1.1 Verletzungsdefinitionen 6
2.1.2 Schweregrad von Verletzungen 6
2.2 Morbus Osgood-Schlatter *7*
2.2.1 Epidemiologie 7
2.2.2 Aktueller Stand der Forschung 7
2.2.3 Häufigkeit 7
2.2.4 Schweregrad 8
2.2.5 Genese 8
2.2.6 Risikofaktor 9
2.2.7 Klassifikation 9
2.2.8 Diagnostik 9
2.2.8.1 Röntgen 10
2.2.8.2 Ultraschall 10
2.2.8.3 MRT 10
2.2.9 Therapie 11
2.2.9.1 Konservative Therapie 11
2.2.9.2 Komplikationen und operative Therapie 11
2.2.10 Prognose 11
2.3 Muskelverletzungen *12*
2.3.1 Häufigkeit und Lokalisation 12
2.3.1.1 Oberschenkel 12
2.3.1.2 Hintere vs. vordere Oberschenkelmuskulatur 12
2.3.1.3 Hintere Oberschenkelmuskulatur 12
2.3.1.4 Vordere Oberschenkelmuskulatur 13
2.3.1.5 Leiste 13
2.3.2 Verletzungsmechanismus 13
2.3.3 Risikofaktoren und Rezidive 14
2.3.4 Relevanz und Ausfallzeit 15
2.3.5 Prävention 15
2.3.7 Diagnostik 20
2.3.7.1 Sonographie 20

2.3.7.2 Magnetresonanztomographie 21
2.4 Sprunggelenksverletzungen 22
2.4.1 Häufigkeit 22
2.4.2 Verletzungsmechanismus 22
2.4.3 Risikofaktoren 23
2.4.4 Schweregrad 23
2.4.5 Rezidive 23
2.4.6 Klassifikation 24
2.4.7 Diagnostik 25
2.4.7.1 Sonographie 25
2.4.7.2 Röntgen 25
2.4.7.3 MRT 25

KAPITEL 3: MATERIAL UND METHODEN 26

3 MATERIAL UND METHODEN 27
3.1 Allgemeines 27
3.1.1 Studienzeitraum 27
3.1.2 Studienpopulation / Probandenkollektiv 27
3.1.2.1 Einschlusskriterien 27
3.1.2.2 Ausschlusskriterien 28
3.1.2.3 Anthropometrische Daten 28
3.1.2.4 Spielpositionen 29
3.2 Datenerfassung / Epidemiologische Verletzungsanalyse 29
3.2.1 Verletzungsdokumentation 29
3.2.1.1 Konzeptionierung des Verletzungsfragebogens 30
3.2.1.2 Verletzungsdefinition 33
3.2.1.3 Verletzungsschweregrad 34
3.2.1.4 Verletzungslokalisation 34
3.2.1.5 Verletzungsdifferenzierung / Art der Verletzung 34
3.2.1.5.1 Akute/Traumatische Verletzung vs. Überlastungsverletzung 35
3.2.1.5.2 Nach Gewebe und Pathologie 35
3.2.1.5.3 Kontakt- vs. Kein-Kontaktverletzungen 37
3.2.1.6 Muskelverletzungen 37
3.2.1.7 Rezidive 37
3.2.2 Belastungsdokumentation 37
3.2.2.1 Belastung – Training 38
3.2.2.2 Belastung – Spiel 38
3.2.3 Platzbeschaffenheit 38
3.3 Statistische Auswertung 39
3.3.1 Weitere Formeln 40

KAPITEL 4: ERGEBNISSE 42

4 ERGEBNISSE 43
4.1 Studienpopulation / Probandenkollektiv 43
4.1.1 Anthropometrische Daten 43
4.1.2 Spielpositionen 44
4.2 Belastungsdokumentation 45
4.3 Verletzungen 46
4.3.1 Verletzungen der unterschiedlichen Altersgruppen 46

4.3.2 Korrelation von Verletzung mit Spielpositionen 48
4.3.3 Verletzungen in Abhängigkeit von Schuss- und Standbein 49
4.3.4 Verletzungslokalisation 49
4.3.4.1 Nach Hauptgruppen und Untergruppen 49
4.3.4.2 Nach Art des Gewebes und Art der Pathologie 51
4.3.5 Zeitverlust und Verletzungen nach Schweregrad 52
4.3.5.1 Zusammenhang zwischen Verletzungsschweregrad und der Position 54
4.3.6 Verteilung der Verletzungen innerhalb der Saison 55
4.3.7 Ausfallgrund: Überlastung vs. akute Verletzung 56
4.3.8 Korrelationen mit äußeren Verletzungsumständen 56
4.3.8.1 Kontaktverletzungen vs. Kein-Kontaktverletzungen 56
4.3.8.1.1 Kontaktverletzungen 56
4.3.8.1.2 Kontaktverletzungen mit und ohne Regelverstoß 57
4.3.8.2 Platzbeschaffenheit 57
4.3.8.2.1 Platzbeschaffenheit bei Training und Spielen 57
4.3.8.2.2 Platzbeschaffenheit bei Verletzungen 59
4.3.9 Rezidive 59
4.4 Spezielle Verletzungen 60
4.4.1 Morbus Osgood-Schlatter 60
4.4.1.1 Inzidenz und Charakterisierung der Verletztenpopulation 60
4.4.2 Verletzungscharakteristika des Sprunggelenks 65
4.4.2.1 Inzidenz von Verletzungen des Sprunggelenks 65
4.4.2.2 Spielerprofil der Sprunggelenksverletzung 66
4.4.2.3 Zeitliches Auftreten von Sprunggelenksverletzungen 68
4.4.2.4 Schweregrad und Zeitverlust bei Sprunggelenksverletzungen 68
4.4.3 Charakteristika von Muskelverletzungen der unteren Extremität 70
4.4.3.1 Inzidenz von Muskelverletzungen der unteren Extremität 70
4.4.3.2 Schweregrad und Zeitverlust bei Muskelverletzungen der UE 72
4.4.3.3 Positionen und Muskelverletzungen der unteren Extremitäten 72
4.4.3.4 Muskelverletzungen der UE in Abhängigkeit vom Spielbein 73
4.4.3.5 Zeitliches Auftreten von Muskelverletzungen der unteren Extremität 74

KAPITEL 5: DISKUSSION 75

5 DISKUSSION 76
5.1 Ziel und Fragestellung der Arbeit 76
5.2 Bedeutung der Thematik 77
5.3 Methoden 78
5.3.1 Studienzeitraum 78
5.3.2 Studienpopulation 78
5.3.3 Verletzungsdokumentation 79
5.3.3.1 Einfluss der Definition von „Verletzung“ auf die Studienergebnisse 79
5.3.3.2 Verletzungsschweregrad 81
5.4 Ergebnisse 82
5.4.1 Analyse der Verletzungen in verschiedenen Altersgruppen 84
5.4.2 Offensivspieler zeigen vermehrt Verletzungen 84
5.4.3 Inzidenzspitzen zu Saisonbeginn und nach Winterpause 85
5.4.4 Muskelverletzungen der unteren Extremität im Training stark erhöht 86

5.4.5 Erhöhte Inzidenz von Überlastungsverletzungen im Nachwuchsleistungsfußball im Vergleich zum professionellen Erwachsenenfußball 86
5.4.6 Analyse der Kontakt vs. Kein-Kontaktverletzungen 88
5.4.7 Analyse des Schweregrades von Verletzungen 88
5.4.8 Rezidive 89
5.4.9 Naturrasen als Risikofaktor für schwere Verletzungen 89
5.4.10 Verletzungslokalisation 90
5.4.10.1 Analyse der Verletzungen nach Art des Gewebes und Art der Pathologie 91
5.4.11 Muskelverletzungen 91
5.4.12 Morbus Osgood-Schlatter: Erkrankung des frühpupertären Nachwuchsleistungsspielers 92
5.4.13 Sprunggelenksverletzungen 93
5.5 Limitationen der Arbeit 95
5.6 Zusammenfassung 96
LITERATURVERZEICHNIS 99
ERKLÄRUNG 114
LEBENSLAUF 115

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Die folgenden Abkürzungen, aufgelistet in alphabetischer Reihenfolge, wurden in diesem Werk verwendet.

ADHS	Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung
BMI	body mass index (BMI = Körpergewicht[kg] / Körpergröße[m]^2)
Bzw.	Beziehungsweise
d	Tag(e)
DFB	Deutscher Fußball Bund
DS	Druckschmerz
FIFA	Federation Internationale de Football Association
Lat.	Lateral
LFC	Ligamentum fibulocalcaneare
LFTA	Ligamentum fibulotalare anterius
LFTP	Ligamentum fibulotalare posterius
Lig.	Ligamentum
h	Stunde(n)
kg	Kilogramm
MOS	Morbus Osgood-Schlatter
n	Anzahl
NLZ	Nachwuchsleistungszentrum
NS	Nervensystem
OSG	Oberes Sprunggelenk
r	Korrelationskoeffizient
ROM	Rang of motion (Bewegungsausmaß)
RTP	Return-to-play (Rückkehr zum Spiel)
U	unter
UE	untere Extremität
UEFA	Union des Associations Européennes de Football (Vereinigung Europäischer Fußballverbände)

Verl.	Verletzung(en)
z.B.	zum Beispiel
vs.	versus

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle: 1 Klinische Einteilung von MOS

Tabelle 2: Klassifikationssysteme von Muskelverletzungen

Tabelle 3: Klassifikation von ligamentären Verletzungen des OSG

Tabelle 4: Auswahlkriterien der Studienpopulation

Tabelle 5: Ein- und Ausschlusskriterien der Verletzungen

Tabelle 6: Körperregionen: Hauptgruppen und Untergruppen

Tabelle 7: Verletzungsdifferenzierung / -klassifizierung

Tabelle 8: Anzahl Spieler nach Altersliga

Tabelle 9: Anthropometrische Daten der 181 Spieler

Tabelle 10: Verletzungslokalisation (Hauptgruppen)

Tabelle11: Verletzungen nach Art des Gewebes und Art der Pathologie

Tabelle12: Verletzungsrisiko auf Naturrasen, Kunstrassen und Hallenboden

Tabelle 13: Anthropometrische Daten der MOS-Erkrankten

Tabelle 14: Anthropometrische Daten der Spieler mit Sprunggelenksverletzungen

Tabelle 15: Zeitverlust von Sprunggelenksverletzungen in Tagen

Tabelle 16: Anthropometrische Daten der Spieler mit Muskelverletzungen der unteren Extremitäten

Tabelle 17: Nachwuchsleistungsfußball vs. professioneller Erwachsenenfußball

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Klassifikation von Muskelverletzungen

Abbildung 2: Verletzungsfragebogen Seite 1

Abbildung 3: Verletzungsfragebogen Seite 2

Abbildung 4: Verteilung der 181 Spieler auf die Spielpositionen

Abbildung 5: Gesamtbelastung pro Spieler in den verschiedenen Jahrgangsligen

Abbildung 6: n Verletzungen je Altersgruppen

Abbildung 7: Absolutes Risiko für eine Verletzung je Altersgruppe

Abbildung 8: Absolutes Risiko für eine Verletzung unter Berücksichtigung der individuellen Belastung je Altersgruppe

Abbildung 9: Absolutes Risiko eines Spielers für eine Verletzung in Abhängigkeit der Spielposition

Abbildung 10: Verletzungslokalisation nach Untergruppen und Art der Belastung

Abbildung 11: Zeitverlust von Verletzungen im Jugendprofifußball

Abbildung 12: Verletzungen eingeteilt in Schweregrade

Abbildung 13: Verletzungsschweregrad nach Position

Abbildung 14: Saisonale Verteilung von Verletzungen

Abbildung 15: Kontakt- vs. Kein-Kontaktverletzungen

Abbildung 16: Kontaktverletzungen mit und ohne Regelverstoß

Abbildung 17: MOS in Abhängigkeit des Alters der Spieler

Abbildung 18: Fälle von MOS in Abhängigkeit von der Spielerposition

Abbildung 19: Zeitverlust bei MOS

Abbildung 20: MOS in Abhängigkeit vom Spielbein im Vergleich zu allen Verletzungen

Abbildung 21: MOS nach Quartal

Abbildung 22: Sprunggelenksverletzungen im Vergleich zu allen Verletzungen in Abhängigkeit vom Spielbein

Abbildung 23: Sprunggelenksverletzungen in Abhängigkeit vom Alter der Spieler

Abbildung 24: Sprunggelenksverletzungen nach Art der Pathologie

Abbildung 25: Sprunggelenksverletzungen im saisonalen Verlauf und Zeitpunkt der Sprunggelenksverletzung in Abhängigkeit von Training und Spiel

Abbildung 26: Muskelverletzungen der UE nach Art des Verletzungsmechanismus

Abbildung 27: Zeitpunkt von Muskelverletzungen der unteren Extremität in Abhängigkeit von Training und Spiel

Abbildung 28: Risiko von Muskelverletzungen der UE in Abhängigkeit von der Spielposition

Abbildung 29: Muskelverletzungen der unteren Extremität vs. alle Verletzungen in Abhängigkeit vom Spielbein

Abbildung 30: Auftreten von Muskelverletzungen der UE nach Quartal

KAPITEL 1:

EINLEITUNG

1 Einleitung

Fußball ist der beliebteste Sport weltweit [1], die Anzahl der praktizierenden Spieler beläuft sich auf über 200 Millionen Spieler. [2] In Deutschland ist Fußball mit knapp über sieben Millionen aktiven Spielern im Deutschen Fußball-Bund (DFB), die mit Abstand populärste Sportart. [3] Viele dieser Spieler haben schon mal von einer Profifußballkarriere geträumt, aber nur für wenige wird dies Realität. Zur Förderung und Entwicklung von talentierten jungen Fußballspielern nutzen Fußballvereine weltweit Nachwuchsleistungszentren (NLZ) um diesen Traum möglich zu machen. Das Ziel dieser Nachwuchsleistungszentren ist es, diese auserlesene Gruppe von Spitzentalenten auf die Qualitätsanforderungen im Lizenzfußball vorzubereiten. [4] Sowohl die Federation Internationale de Football Association (FIFA) als auch die Union of European Football Associations (UEFA) haben ihre Besorgnis über die hohen Anforderungen und das damit einhergehende Verletzungsrisiko geäußert, die der Lizenzfußball für Erwachsene mit sich bringt. [5, 6] Doch nicht nur der Erwachsenenfußball verlangt Beachtung, sondern auch gerade die Nachwuchsleistungszentren, welche sich durch hohe Belastungszeiten bei einem noch entwickelndem Muskelskelettsystem auszeichnen, und gleichzeitig versuchen die Topathleten der Zukunft hervorzubringen. [7, 8] Neben den positiven Gesundheitseffekten, die die Teilnahme an Sport mit sich bringt, birgt Sport auch immer das Risiko für Verletzungen. Verletzungen stellen ein konstantes Risiko für die Gesundheit und Leistungsfähigkeit der Athleten dar. [9] Während andere Sportarten mit einer vergleichbar geringen Verletzungsrate einhergehen, zeigt Fußball sowohl im professionellen [10] als auch im Amateurbereich [11] eine hohe Verletzungsrate. Nach den Forschungsergebnissen von Hawkins et al. haben Berufsfußballer ein circa tausendfach höheres Risiko eine Verletzung zu erleiden als Arbeiter in der Hochrisikoindustrie. [10] Verschärft wird die Situation, vor allem in Profiteams, in denen ein immer enger getakteter Spielplan zu Überlastungen führen kann und folglich mit einer höheren Verletzungsrate einhergeht. [12, 13] Wenn sich ein Spieler verletzt, kann dies zu „Time-Loss/Zeitverlust“ führen. Die daraus resultierende Abwesenheit von Training oder Spiel kann negative Auswirkungen auf die Leistung der Spieler haben [14] und somit auch, sowohl in kurzer als auch in langer Hinsicht, auf die Performance des Vereins. [15] In kurzer Hinsicht, da der Spieler unmittelbar ausfällt und gegebenenfalls nicht am entscheidenden Spiel teilnehmen kann und in langer Hinsicht, da wertvolle Trainingszeit und damit Förderung verloren geht. Jedoch stellt eine Verletzung nicht nur einen Einschnitt in die Performance des Vereines dar, sondern

kann auch mit erheblichen finanziellen Verlusten für den Verein einhergehen. Bei internationalen Topvereinen liegen die Gesamtkosten für einen Spieler pro Ausfallsmonat bei circa 500.000 Euro. [16] Der Druck, der dadurch auf das medizinische Personal ausgeübt wird, ist enorm. Das Return-to-play, insbesondere der Stammspieler, soll möglichst gering sein, damit diese einsatzbereit ihre Schlüsselrollen in den entscheidenden Spielen erfüllen können. Gleichzeitig besteht jedoch die ärztliche Pflicht einen Patienten bzw. Spieler vor einem zu frühen und damit gegebenenfalls gesundheitsgefährdenden Wiedereinstieg in den Sport, auch Return-to-play (RTP) genannt, zu schützen. [17] Die Aufgabe des Arztes sollte in erster Linie darin bestehen, die Gesundheit der Spieler zu bewahren und diese auch vor Spätschäden zu schützen. [18, 19] Um die Gesundheit und Leistungsfähigkeit von diesen heranwachsenden und schützenswerten Talenten zu erhalten, bedarf es der Behandlung und vor allem der Prävention von Verletzungen. Den Trainern, Ärzten und Physiotherapeuten ist hier eine große Aufgabe mit hoher Verantwortung zugetragen. Durch das stetig steigende Niveau, gerade im Profifußball und immer größeren physischen und kognitiven Leistungsanforderungen an die Athleten, müssen sich diese Teambegleiter immer höheren Herausforderungen stellen. [20, 21]
Um ein geeignetes Präventionsprogramm zu entwickeln, bedarf es der Kenntnis über den Charakter, die Natur und die Inzidenz einer Verletzung. Zur Identifikation dieser Verletzungscharakteristika und deren Umstände können epidemiologische Studien helfen. [22] Hieraus ergibt sich ein großes Interesse zur Identifizierung von typischen Verletzungen im professionellen Nachwuchsleistungsfußball. Mit der Identifizierung und Analyse dieser Verletzungen soll sich die nachfolgende Arbeit beschäftigen und so durch die deskriptive Darstellung, die Entwicklung von Präventionsprogrammen erleichtern.
Verletzungen kann man in akut traumatische und chronische Überlastungsverletzungen einteilen. Allgemein versteht man unter einer akut traumatischen Verletzung, eine Verletzung, die durch eine plötzliche Gewalteinwirkung von außen hervorgerufen wird. Wohingegen man unter einer chronischen Überlastungsverletzung, eine Verletzung versteht, welche durch eine länger anhaltende Überlastung z.B. des Bewegungsapparates entsteht. Die Belastung im Sport kann man wiederum in Trainings- und Spielbelastung einteilen. Während das Training mit gezielten Übungen, verschiedenen Trainingseinheiten und Spielsimulationen den Spieler auf das Spiel bestmöglich vorbereiten soll, stellt das Spiel den kompetitiven Wettkampf zweier rivalisierender Teams dar. Die vorliegende

Arbeit beschäftigt sich mit der Inzidenz von akut traumatischen und chronischen Überlastungsverletzungen im Nachwuchsleistungsfußball, welche im Zusammenhang mit der Belastung von Training und Spiel entstehen. Diese Arbeit soll einen Beitrag zu der bisher unterrepräsentierten Datenlage im Nachwuchsleistungsfußball leisten. Dabei möchten wir die Besonderheiten des Nachwuchsleistungsfußballs im Vergleich zum Erwachsenenprofifußball darstellen. Es wird angenommen, das heranwachsende Fußballspieler ein höheres Risiko an Überlastungsverletzungen aufgrund ihres noch nicht vollständig entwickeltem Muskelskelettsystem tragen könnten. [23] Wir gehen davon aus, dass spezifische Altersgruppen auch immer mit spezifischen Erkrankungen einhergehen. Eine genaue wissenschaftliche Untersuchung der Inzidenzen zur Verifizierung dieser Hypothese ist daher von entscheidender Bedeutung. Auch Diskussionen über die Aufnahme von 16-Jährigen in die Nationalmannschaft zeigen die starke Relevanz dieser Thematik. Verdeutlicht wird dies durch den jüngst am 02.04.2020 verabschiedeten Beschluss der DFL, 16-Jährige in der Bundesliga spielen zu lassen. Auch in der EM 2021, wurde die Relevanz des Nachwuchsleistungsfußball bewusst, als Jamal Musiala in der 82. Minute eingewechselt wurde und nach seinen ersten Minuten im Spiel mit einer hervorragenden Einzelleistung das 2:2 vorbereitete und damit Deutschland ins Achtelfinale verhalf. Er löste mit seiner Einwechslung keinen geringeren als Lukas Podolski als jüngsten deutschen Turnier-Spieler aller Zeiten ab. Dieser spielte mit 19 Jahren sein Debüt am 6.Juni 2004 gegen Ungarn. Auch zu erwähnen ist der jüngste Spieler der Bundesliga-Geschichte Youssoufa Moukoko, der 16 Jahre und 1 Tag alt, debütierte und von Bundestrainer Joachim Löw als „eine Granate“ bezeichnet wurde und nicht nur jüngster Spieler der Bundesliga, sondern auch der Champions-League-Geschichte ist.

Zusammengefasst ist es uns ein Anliegen, die Wichtigkeit des Nachwuchsleistungsfußballs herauszuarbeiten, die Frage nach dem Charakter und der Inzidenz von Verletzungen im Nachwuchsleistungsfußball zu klären und hiermit einen grundlegenden Beitrag zu der Verletzungsforschung im Nachwuchsleistungsfußball zu leisten.

KAPITEL 2:

LITERATURDISKUSSION

2 Literaturdiskussion

2.1 Verletzungen im Fußball

Fußball ist aufgrund seiner Aggressivität und der hohen Anzahl an Kontakten mit Gegenspielern eine Hoch-Risiko-Sportart. Gepaart mit den hohen Anforderungen der komplexen Bewegungsabläufe wie Richtungswechsel, Sprünge, Sprinten, Dribbling und Abbremsen, weist Fußball historisch eine hohen Verletzungsinzidenz auf. Bei den Verletzungen unterscheidet man zwischen akut traumatischen Verletzungen und chronischen Überlastungsverletzungen, wie beispielsweise vorzeitiger Arthrose. [10, 24, 25]

2.1.1 Verletzungsdefinitionen

In der Literatur finden sich verschiedene Definitionen von Verletzungen. Zu den gebräuchlichsten zählen die Definition nach Zeitverlust („time-loss“), nach medizinischem Bedarf („medical attention“) und/oder die Kombination aus beiden. [26] Gemäß der Zeitverlust-Definition sind Verletzungen definiert, als Zustände, den Spieler zum Abbruch und/oder zur Nicht-Teilnahme an weiteren Trainingseinheiten oder Spielen zwingen. Erstmals verwendet wurde sie durch Ekstrand 1982. [27]
Hingegen werden bei der Definition nach medizinischem Bedarf, alle Verletzungen berücksichtigt, welche im Zusammenhang mit der Belastung von Training oder Spiel stehen und zudem zur Inanspruchnahme von medizinischer Hilfe durch den Spieler führten. [28]

2.1.2 Schweregrad von Verletzungen

Zur Objektivierung und besseren Vergleichbarkeit werden Verletzungen nach Schweregrad eingeteilt. Der Verletzungsschweregrad wird in der Literatur als Sportzeitverlust („Sports time loss“) bemessen. [22] Eine weit verbreitete Einteilung erfolgt nach Verletzungen in „geringfügig/leicht“ (Sportzeitverlust von 1 bis 7 Tagen), „moderat“ (8 bis 28 Tage) und „schwer“ (mehr als 28 Tage). [26] Fuller et al. diskutierten die Möglichkeit Verletzungen, welche zum Trainings- oder Spielabbruch führen, den Spieler aber nicht am nächsten Tag hindern an Training oder Spiel teilzunehmen als Null-Verlust („zero-loss) Verletzung zu definieren. [28]

2.2 Morbus Osgood-Schlatter

Bei Morbus Osgood-Schlatter (MOS) handelt es sich um eine Überlastungsreaktion im Bereich der Apophyse der am Kniegelenk beteiligten Tibia.[29]

2.2.1 Epidemiologie

Als wachstumsbedingte Verletzung betrifft MOS vor allem männliche Jugendliche im Alter zwischen 10 bis 15 Jahren [30] und spielt daher vorrangig im Nachwuchsleistungsfußball eine Rolle. Das mittlere Alter liegt bei 13,2 +/- 2,2 Jahre. [31]

2.2.2 Aktueller Stand der Forschung

Die Datenlage zu MOS im professionalen Fußball ist spärlich, da sich die Forschung vermehrt auf Erwachsene beschränkt.

Nichtsdestotrotz konnte der aktuelle Stand der Forschung bereits die Relevanz von wachstumsbedingten Verletzungen im Nachwuchsleistungsfußball aufzeigen. So beschreibt Price et al. einen Anteil von 5% wachstumsbedingter Verletzungen im Nachwuchsleistungsfußball. Hiervon fallen 3% auf MOS und 2% auf Morbus Sever-Hagglund.

Morbus Sever-Hagglund, auch Apophysitis calcanei, ist eine schmerzhafte Überlastung der Calcaneus Apophyse. Klinisch imponiert die Erkrankung mit Fersenschmerzen vor allem bei Belastung. Gehäuft tritt Sie bei fußbetonten Sportarten unter anderem bei Fußballspielern auf. Am häufigsten betroffen sind Spieler im Alter von 11 Jahren. [8, 32, 33]

2.2.3 Häufigkeit

Im Alter zwischen 11 und 13 Jahren beträgt der Anteil von MOS an allen wachstumsbedingten Verletzungen 13,8%. Am häufigsten sind die Spieler im Alter zwischen 13 und 14 Jahren betroffen. [8] Deehan et al. zeigen mit 3,3% Fällen von MOS ähnliche Ergebnisse. Hierbei machte MOS 20% aller Verletzungen im Bereich der Knieregion aus. [34]

2.2.4 Schweregrad

MOS gehört im Nachwuchsleistungsfußball jedoch nicht nur zu den häufigsten, sondern stellt auch eine der Verletzungen im Nachwuchsleistungsfußball dar, die zu den längsten Ausfallzeiten führen. Materne et al. zeigen, dass neben Verstauchungen und Meniskusverletzungen, MOS der häufigste Grund für eine Ausfallzeit über 28 Tage ist. [35] Im Durchschnitt führt die Erkrankung bei Athleten zu einer Ausfallzeit von 3,2 Monaten. Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass die Effektivität des Trainings durch Restbeschwerden im Durchschnitt über 7,3 Monate beeinflusst wurde. [36]

2.2.5 Genese

Die Ätiologie und Physiopathologie von MOS ist noch nicht vollständig verstanden. Im Gegensatz zur Epiphysiolysis capitis femoris, welche typischerweise im gleichen Alter auftritt, konnte gezeigt werden, dass anlagebedingte physische Abnormalitäten oder skelettale Entwicklungsabnormalitäten bei MOS keine Rolle spielen. MOS betrifft regelrecht entwickelte Kinder im dafür typischen Alter von 13,2 +/- 2,2 Jahren. [31]

Im Gegensatz dazu werden in anderen Studien muskuläre Faktoren wie ein verkürzter M. rectus femoris im Gegensatz zu gut gedehnter und flexibler Muskulatur [37-39], eine geringere Elastizität der Patellasehne [40], anatomische Veränderungen der Tibia, wie ein erhöhter posteriorer tibialer Slope [41], limitierte Dorsalflexion im Sprunggelenk [42] und auch psychiatrische Erkrankungen wie ADHS diskutiert. [43]

In einem ist sich die aktuelle Literatur jedoch einig. Als auslösender Faktor wird eine körperliche Überlastung angesehen, welche zu Mikrofrakturen an der Tuberositas tibiae, dem Ansatz der Patellasehne, führt. [29, 44] Nachwuchsleistungsfußball, welcher typischerweise mit extrem hoher Belastung der unteren Extremitäten einhergeht, kann somit als Risikofaktor gewertet werden.

Da MOS eine Überlastungsverletzung ist, lässt sich ein kausaler Zusammenhang zwischen Training und Spiel nur schwer nachvollziehen. Nichtsdestotrotz zeigen Price et al., dass es in 80% der Fälle zu einer Erstmanifestation bzw. Diagnose nach einer Trainingseinheit und zu 20% nach einem Spiel kommt. [8] Bedenken sollte man hier, dass Trainingseinheiten typischerweise wesentlich häufiger stattfinden als Spiele.

2.2.6 Risikofaktor

Als größter Risikofaktor wird das Alter angesehen. MOS tritt bei heranwachsenden Männern im Alter zwischen 10 bis 15 Jahren auf. [30] Bei Price et al. kam es im Alter von 13 und 14 zu Inzidenzspitzen. [8]

Neben dem Alter werden in der Literatur noch regelmäßige sportliche Aktivität, Muskelstärke während der Knieextension und Muskelspannung des M. quadriceps femoris als weitere Risikofaktoren für das Entstehen von MOS angesehen. [45, 46]

2.2.7 Klassifikation

Klinisch wird MOS anhand der Schmerzen in 3 Grade eingeteilt. (siehe Tabelle 1) [47]

Tabelle 1: Klinische Einteilung von MOS

	Schmerzen	Schmerzrückbildung	sportliche Limitierung
Grad I	nach Belastung	innerhalb von 24 h	nein
Grad II	während und nach Belastung	innerhalb von 24 h	nein
Grad III	konstant		ja

Eine weitere Einteilung kann anhand der Röntgenbilder erfolgen: [48]

Grad I: leichte Tuberositas Elevation

Grad II: Radiologisch leere Tuberositas

Grad III: Fragmentierung der Tuberositas

2.2.8 Diagnostik

Klinisch zeigt sich MOS durch Schmerzen im Bereich des Kniegelenks, vor allem bei Druckausübung auf das Gelenk, wie sie z.B. dem Knien entstehen. [49] Darüber hinaus kann man eine Entzündung, Schwellung und Hypersensibilität im Bereich der anterioren Tuberositas tibiae, welche den Ansatz der Patellasehne darstellt, vorfinden. Besonders ausgeprägt sind diese Symptome während physischer und sportlicher Betätigung. Der Schmerz steigert sich dann typischerweise von leichtem zu starkem und kontinuierlichem Schmerz. [30, 45]

Bei MOS handelt es sich um eine klinische Diagnose. [50] Bei prolongierten Verläufen sollten radiologische Untersuchungen wie Röntgen, Ultraschall und MRT durchgeführt werden um MOS von anderen Pathologien wie Frakturen, Tumoren, Infektionen, Tendinitis oder Hoffa-Kastert-Syndrom (Hoffaitis) zu unterscheiden. [51-53]

2.2.8.1 Röntgen

Eine seitliche Röntgenaufnahme des Kniegelenkes erlaubt die Identifikation von Abnormalitäten wie Strukturauflockerung der Apophysis im Bereich der Tuberositas tibiae und in fortgeschrittenen Stadien eine Fragmentierung dieser. [42]

2.2.8.2 Ultraschall

Die Ultraschalluntersuchung ist ein schnell verfügbares, nicht-invasives und kostengünstiges Diagnostikum. Es ermöglicht die Darstellung der knöchernen Fragmentierung, Verletzungen der Patellasehne, Ödemen, Neovaskularisationen und einer reaktiven Bursitis. [53-55]

2.2.8.3 MRT

Die MRT ist eine teure und nicht überall verfügbare Untersuchung. Durch die sensitive Darstellung von Knorpel, Band-, Sehnenstrukturen und Ödemen spielt die MRT jedoch eine wichtige Rolle zur differentialdiagnostischen Abklärung bei auf die Therapie nicht ansprechenden Verläufen. [29, 56] Fehlen radiologische Zeichen (knöcherne Abnormalitäten wie Strukturauflockerung oder Fragmentierung der Apophysis) stellt die MRT eine wichtige Untersuchung zur Komplettierung der Diagnostik dar. In einer sagittalen Spin-Echo-Sequenz kann man eine erhöhte Signalintensität in der Patellasehne und eine reduzierte Signalintensität im Bereich der Tuberositas tibiae beobachten. [57]

2.2.9 Therapie

Der Umfang der Therapie hängt von der Beschwerdesymptomatik ab. Hilfreich hierfür kann die obengenannte klinische Einteilung sein.

2.2.9.1 Konservative Therapie

Die konservative Therapie stützt sich auf eine Kombination aus medikamentöser, physikalischer und krankengymnastischer Behandlung. [58, 59]

Bei Grad 1 und 2 kann eine schmerzadaptierte Reduktion des Belastungsumfangs und das Meiden von direkten Kompressionsbelastungen durch Knien zielführend sein. Schmerzlindernd können bedarfsgerecht, Schmerzmittel und Eisbehandlungen eingesetzt werden. [48] Auch eine Dehnung der Hamstrings kann nach Abklingen des Akutstadiums zur Symptomlinderung beitragen. [60] Bei Grad 3 kann eine Belastungspause und eine kurzfristige Ruhigstellung in einer geeigneten Orthese erfolgen. [61]

2.2.9.2 Komplikationen und operative Therapie

Eine ausreichende Rehabilitation ist wichtig, da es zu chronischen Verläufen und Komplikationen kommen kann. Komplikationen sind unter anderem Pseudarthrosen, Genu recurvatum (abnorm überstreckbares Knie), Patella alta (abnormer Patellahochstand), Fragmentation und Migration von Knochenfragmenten, reduzierte Knieflexion und Osteochondromatose. [62, 63]

In 5-10% der Fälle kommt es zu persistierenden Beschwerden. [30] Bei persistierenden Beschwerden und nachgewiesenen freien Ossikeln kann nach Abschluss des Wachstums zurückhaltend über eine OP-Indikation diskutiert werden. Postoperativ werden als sekundäre Komplikation noch leichte Schmerzen durch das Narbengewebe angegeben. Zur Vermeidung dieser Komplikation kann eine arthroskopische Operation sinnvoll sein. [48, 56]

2.2.10 Prognose

Trotz oben beschriebener langer Ausfallzeit von durchschnittlich 3,2 Monaten zeigt sich im Rahmen der konservativen Therapie meist ein selbstlimitierender Verlauf. In 90% der Fälle kommt es zu einer vollständigen Symptomrückbildung. [30]

2.3 Muskelverletzungen

Verletzungen der Muskulatur gehören im Fußball zu den häufigsten Verletzungen. 30-35% aller Verletzungen im Fußball haben eine muskuläre Ursache. [64]

2.3.1 Häufigkeit und Lokalisation

2.3.1.1 Oberschenkel

Mit einem Anteil von 25% ist der Oberschenkel, gefolgt von Knie- und Sprunggelenk (jeweils 14%), Fuß (11,6%) und Unterschenkel (11,2%) die am häufigsten verletzte Region im Fußball. Zu den häufigsten Einzeldiagnosen, zählen Zerrungen und Muskelfaserrisse der Oberschenkelmuskulatur, betroffen hierbei sind vor allem Hüftextensoren, Hüftflexoren, Hüftadduktoren und Knieextensoren. [65] Je nach Definition machen Zerrungen oder Rupturen der Oberschenkelmuskulatur einen Anteil von 46 bis 70% aller Muskelverletzungen aus. [66-68]

2.3.1.2 Hintere vs. vordere Oberschenkelmuskulatur

Im Erwachsenenprofifußball ist die hintere Oberschenkelmuskulatur (ischiocrurale Muskulatur) mit 37% häufiger betroffen als die vordere Oberschenkelmuskulatur (M. quadriceps femoris) mit 19 %. [67] Auch in anderen Studien konnte gezeigt werden, dass die hintere Oberschenkelmuskulatur häufiger von einer Verletzung betroffen ist als die vordere Oberschenkelmuskulatur. [5, 15, 69] Weitere typische Lokalisationen sind die Adduktoren (23%) und die Wadenmuskulatur (13%). [67]

Auch im Nachwuchsleistungsfußball zählen Muskelverletzungen mit 46% zu den häufigsten Verletzungen, am häufigsten ist hier jedoch die vordere Oberschenkelmuskulatur betroffen. [68]

2.3.1.3 Hintere Oberschenkelmuskulatur

Pro Saison verletzt sich etwa jeder fünfte Spieler die ischiocrurale Muskulatur. [70] Im Bereich der ischiocruralen Muskulatur ist mit 84% der M. biceps femoris am häufigsten betroffen. Weniger häufig sind der M. semitendinosus (12%) und der M. semimembranosus (4%) betroffen. [71]

2.3.1.4 Vordere Oberschenkelmuskulatur

Verletzungen der vorderen Oberschenkelmuskulatur verursachen häufig eine längere Ausfallzeit als die der ischiocruralen Muskulatur. Auch die Wahrscheinlichkeit zur Entwicklung eines Rezidivs scheint hier mit 17% erhöht zu sein. [72] Im Bereich des M. quadrizeps femoris ist mit 88% der M. rectus femoris am häufigsten betroffen. [71] Ursächlich hierfür ist der hohe Anteil an Typ II – Fasern (ca. 65%), der ihn besonders verletzungsanfällig macht. [73] Der häufigste Verletzungsmechanismus im Bereich des M. rectus femoris stellt der Schuss im Fußball dar. Dabei kommt es vor allem zu Verletzungen des Schussbeins. [72]

2.3.1.5 Leiste

Neben den Oberschenkelverletzungen gehören auch Leistenverletzungen zu den häufigsten Verletzungen im Fußball. Betroffen sind hierbei in 2/3 der Fälle die Hüftadduktoren. Meist ist isoliert ein einzelner Muskel betroffen. [74]

Am häufigsten betroffen ist der M. adductor longus. In absteigender Häufigkeit folgen der M. adductor brevis, M. pectineus und M obturatorius externus. [75]

2.3.2 Verletzungsmechanismus

In 90% der Fälle führen sogenannte Kein-Kontakt-Verletzungen zur Entstehung einer Verletzung. [69] Als Auslöser bzw. Verletzungsmechanismus ist meist eine Überlastung, eingeleitet durch einen schnellen Richtungswechsel oder Maximalsprint, zu beobachten. [76]

Insbesondere Verletzungen der hinteren Oberschenkelmuskulatur kommen vermehrt bei Überlastungen während Sprint- oder Laufbewegungen vor. [71] Beim Sprinten kommt es vor allem zu Verletzungen des Caput longum des M. biceps femoris. Zu Verletzungen des M. semimembranosus kommt es gehäuft nach Schussbewegungen, also eine Kombination aus starker Hüftflexion und Knieextension bis -hyperextension. [77] Ursächlich für die Verletzungsanfälligkeit der Hamstrings ist nach Chumanov et al. am ehesten die aktive Verlängerung der Muskulatur am Ende der Schwungphase. [78] Mann und Sprague beschreiben als mögliche Ursache die großen Kräfte während einer Bewegungsrichtungsänderung zu Beginn der Standbeinphase. [79]

Auch die meisten Verletzungen des häufig betroffenen M. adductor longus treten ohne Fremdkontakt auf. Als möglicher Verletzungsmechanismus scheint eine schnelle Muskelaktivierung in Kombination mit einem gestreckten Muskel wahrscheinlich. [80]

Da Muskelverletzungen in der Regel während der exzentrischen Muskelarbeit auftreten, kommt es üblicherweise beim Sprinten oder Schießen zu Verletzungen des M. rectus femoris, da dieser hier exzentrisch arbeitet. [72]

2.3.3 Risikofaktoren und Rezidive

Am häufigsten kommt es während eines Matches zu einer Verletzung (8,4 vs. 0,8 Verletzungen pro 1.000 h Match- vs. Trainingsbelastung). Dies entspricht einem 10-fach höheren Risiko während eines Spiels. [81] Bei Ekstrand et al. ist das Risiko pro Zeiteinheit während eines Spiels mit 6-fach höherem Risiko ebenfalls deutlich erhöht. [82]

Innerhalb eines Spiels nimmt das Risiko für eine muskuläre Verletzung der unteren Extremität mit der Dauer des Spiels zu. [83] Ein signifikanter Anstieg der Verletzungen ist in zwischen der 75. und 90. Einsatzminute zu beobachten. [65] Die Ermüdung der Muskulatur könnte somit ursächlich als ein Risikofaktor für eine Muskelverletzung betrachtet werden.

Als weitere Risikofaktor für Muskelverletzungen gelten Alter und Vorverletzungen. [81, 84] Rezidive machen hierbei einen Anteil von 16% aller Muskelverletzungen aus. Am häufigsten scheint die Hüft- und Leistenregion von einem Rezidiv betroffen zu sein. [85]

Die größte Gefahr zur Entwicklung eines Rezidivs besteht in den ersten zwei Monaten nach dem RTP. Als Risikofaktor für ein Rezidiv wird die zu frühe Rückkehr zum Sport und die konsekutiv nicht ausreichende bzw. inadäquate Rehabilitation angesehen. [65] Eine ausreichende Rehabilitation und damit die Risikoreduktion von Rezidiven ist insofern wichtig, da bei Rezidivverletzungen mit einer 30% längeren Rehabilitation und Ausfallzeit zu rechnen ist. [85]

Ekstrand et al. beschrieben auch eine geringe ROM im Bereich der Hüftadduktion als Risikofaktor für muskuläre Verletzungen. Ein Grund hierfür könnte die geringere Flexibilität und Verkürzung der Hüftadduktoren und -extensoren sein, verursacht durch die charakteristischen hoch-intensiven, plötzlichen Richtungswechsel, Sprints und Stoppbewegungen. [64] In anderen Studien konnte kein signifikanter Unterschied zwischen ROM und Muskelverletzungen festgestellt werden. [86, 87]

Auch werden eine falsche Lauftechnik, die plötzliche Intensivierung des Trainings, ein Trainerwechsel und insuffizientes Aufwärmprogramm als Risikofaktoren diskutiert. Insuffizientes Aufwärmen kann hierbei mit einer geringeren Flexibilität der Muskulatur in Zusammenhang gebracht werden, welche bereits in anderen Studien als Risikofaktor gewertet wurde. [64, 88]

2.3.4 Relevanz und Ausfallzeit

Die Relevanz von Verletzungen wird häufig anhand der Ausfallzeit bemessen. [22] Verletzungen der Oberschenkelmuskulatur nehmen hierbei über ein Drittel der Ausfallzeit aller Verletzungen ein. Ein Spieler weist hierbei im Durchschnitt einen Sportzeitverlust von 18 Tagen und 3 Spielen auf. [69] In 12% kommt es zu Rezidiven. [66]

2.3.5 Prävention

Als präventive Maßnahmen werden unter anderem die exzentrische Kräftigung der Oberschenkelmuskulatur („Nordic Hamstring Exercise“) empfohlen. Im Trainingsalltag haben sich hier spezielle Aufwärmprogramme etabliert. Ein von der FIFA entwickeltes multimodales Aufwärmprogramm "FIFA 11+", bestehend aus Lauf-, plyometrischen und Kräftigungsübungen, senkt bei guter Compliance die Inzidenz von Verletzungen um 35%. [89-92]

Woods et al. diskutierten, dass eine erhöhte Belastung von Rennen und Schießen, bei welcher der M. rectus femoris stark belastet wird, zu einer erhöhten Inzidenz führen könnte und empfehlen daher zur Prävention gezieltes Konditionstraining dieser Muskelregion während der Winterpause. [66]

2.3.6 Klassifikation von Muskelverletzungen

Sowohl für Spieler als auch für Vereine stellt sich nach einer Verletzung immer wieder die Frage nach dem Wiedereinstieg in den Sport. Klassifikationen können bei der Beantwortung dieser Frage helfen. Der Grad einer Verletzung wird häufig mit der Schwere einer Verletzung gleichgesetzt und kann somit als prognostischer Marker dienen. Durch die Graduierung kann es so zum Beispiel möglich sein, die voraussichtliche Ausfallzeit bei einer Verletzung zu bestimmen. Die Graduierung von Verletzungen spielt somit eine wichtige Rolle im leistungsorientieren Sport.

Zu den geläufigsten Klassifikationssystemen gehören die von O´Donoghue (1962), Ryan (1969), Takebayashi et al. (1995) und Stoller (2007) (siehe Tabelle 2). [93]

Das von O´Donoghue 1962 verwendete System basiert auf den klinischen Beschwerden des Spielers bzw. Patienten. Die Einteilung erfolgte anhand der Schwere einer Verletzung basierend auf Gewebeschaden und Funktionsverlust. [94]

Ryan publizierte 1969 ebenfalls eine auf Beschwerden basierende Einteilung. Er konzentrierte sich hierbei auf die Einteilung von Verletzungen des M. quadriceps femoris. Diese lässt sich jedoch auch auf andere Muskulatur anwenden. Die Einteilung von Ryan erfolgt anhand des klinisch bewertbaren strukturellen Schadens von Fasern und Faszie. [95]

Jüngere Systeme basieren auf bildgebenden Verfahren. So publizierte Takebayashi 1995 eine Ultraschall-basierte Einteilung von Muskelverletzungen. [96] Eine ähnliche Ultraschall-basierte Einteilung fand auch durch Peetrons 2002 statt. [97]

Eine der neueren Einteilungen, ist die auf MRT-Scans beruhende Klassifikation publiziert 2007 von Stoller, welche durch die zunehmende Erreichbarkeit von MRT-Untersuchungen im klinischen Alltag viel Bedeutung gewinnen konnte. [98]

Tabelle 2: Klassifikationssysteme von Muskelverletzungen

	O´Donoghue 1962	Ryan 1969	Takebayashi et al. 1995 (Ultraschall-basierend)	Stoller 2007 (MRT-basierend)
Grad I	Keine nennenswerten Geweberisse; Kein Verlust von Kraft oder Funktion; Geringfügige Entzündungs-reaktion	Riss weniger Muskelfasern; Muskelfaszie intakt	Keine Anomalien oder diffusen Hämorrhagien mit/ohne fokale Faserrupturen von weniger als 5% des Muskels	MRT-negativ = 0% struktureller Schaden; Hyperintensive Ödeme mit oder ohne Hämorrhagie
Grad II	Gewebeschaden; Kraftverlust der Muskelsehnen-einheit; Noch Restfunktion vorhanden	Riss einiger Muskelfasern; Muskelfaszie intakt	Partielle Ruptur, bzw. fokaler Faserriss von mehr als 5% des Muskels mit/ohne Faszienverletzung	MRT-positiv mit Muskelfaserriss-Anteil von bis zu 50%; Möglicher hyperintenser fokaler Defekt und partielle Verkürzung von Muskelfasern
Grad III	Vollständiger Riss der Muskelsehnen-einheit; Vollständiger Funktionsverlust	Riss vieler Muskelfasern; Partielle Unterbrechung der Muskelfaszie	Vollständige Muskelruptur mit Verkürzung und Faszienverletzung	Muskelriss = 100% struktureller Schaden; Vollständiger Muskelriss mit oder ohne Verkürzung
Grad IV	X	Vollständige Muskel- und Faszienunter-brechung der Muskelsehnen-einheit	X	X

Angelehnt an Tabelle 1 "Overview of previous muscle injury classification systems" von Mueller-Wohlfahrt H-W, et al. 2013 [93]

Die oben aufgeführten Klassifikationen orientieren sich größtenteils am strukturellen Schaden einer Muskelverletzung. Ekstrand et al. konnte 2012 in einer 4-jährigen Studie zu Muskelverletzungen, welcher MRT-Untersuchungen unterlagen, zeigen, dass 70% aller Muskelverletzungen ohne einen strukturellen Schaden auftraten. Der Anteil der Muskelverletzungen ohne strukturellen Schaden war für 50% der Ausfallzeit verantwortlich.

Durch die Einteilung von Muskelverletzungen nach dem Münchner Konsensus kann auch auf diesen Anteil an Muskelverletzungen eingegangen werden. [93]

Die Münchener Konsensuserklärung [93] geht auf die Ätiologie ein und unterscheidet zwischen direkten und indirekten Muskelverletzungen. Direkte Muskelverletzungen sind Verletzungen, die durch eine direkte äußere Krafteinwirkung z.B. Gegnerkontakt („Eisbein“) verursacht werden. Indirekte Muskelverletzungen sind wesentlich häufiger und werden in strukturelle und funktionelle Muskelverletzungen unterteilt.

Strukturelle Muskelverletzungen zeichnen sich durch makroskopische Verletzungsmuster aus, wohin gegen sich funktionelle Muskelverletzungen ohne makroskopische Verletzungsmuster präsentieren.

Die Gruppe der funktionellen Muskelverletzungen wird weiter in überlastungsbedingte Muskelläsionen (Typ 1A u. 1B) und neuromuskuläre Muskelläsionen (Typ 2A u. 2B) unterteilt.
Die Gruppe der strukturellen Muskelverletzungen wird anhand der Anatomie in partielle Risse (Typ 3A und 3B) und vollständige Unterbrechungen der Muskelsehneneinheit (Typ 4) unterteilt. Eine Übersicht bietet Abbildung 1:

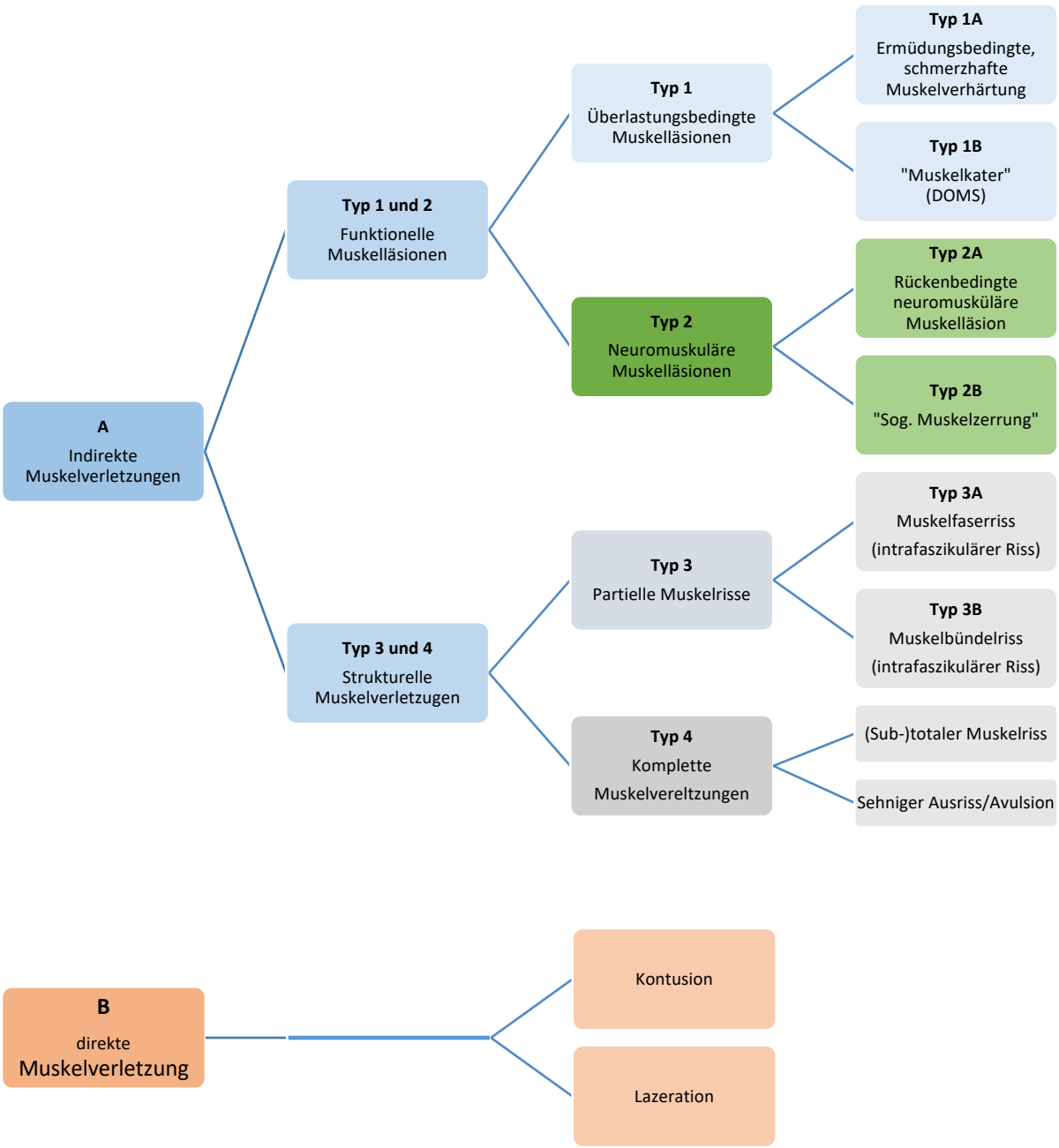


Abbildung 1 angelehnt an Tabelle 2 „Klassifikation von akuten Muskelerkrankungen und -verletzungen“ von Müller-Wohlfahrt et al. [93]

2.3.7 Diagnostik

Neben der klinischen Untersuchung spielen in der Diagnostik und Klassifizierung von Muskelverletzungen, die Sonographie und die MRT eine wichtige Rolle.

2.3.7.1 Sonographie

Die Sonographie stellt ein gut erreichbares und kostengünstiges Diagnoseverfahren von Muskelverletzungen dar. Nachteil der Sonographie ist, dass es sich hierbei um ein untersucherabhängiges Verfahren handelt.

Die Sonographie bietet die Möglichkeit zur Differenzierung zwischen einer strukturellen und nicht-strukturellen Muskelverletzung. Auch das Abgrenzen von Hämatomen ist möglich.

Sonographisch stellen sich Muskelfasern hypoechogen und das Perimysium (intramuskuläres Bindegewebe) hyperechogen dar. Im Längsschnitt lässt sich dadurch die typische Fiederung der Muskulatur darstellen. Die Primärbündel der Muskulatur sind hierbei parallel in Form von 1 – 2 mm breiten Bändern angeordnet. [99]

Nach der Münchener Konsensuserklärung liegt bei einer Typ 1 A Verletzung sonographisch kein Anhalt für eine strukturelle Schädigung vor. [93]

Bei Typ 1 B Verletzungen bzw. Muskelkater kann sich bei entstandener Ödembildung im Seitenvergleich ein hypoechogener Muskel abbilden. [100]

Aufgrund der vegetativen Beteiligung bei Typ 2A Verletzungen kann sich ein intramuskulärer Saum darstellen lassen. [101]

Bei Typ 2B Verletzungen, also sogenannten Muskelzerrungen, zeigen sich in der Ultraschalluntersuchung keine Hinweise auf strukturelle Schädigung.

Die sonographische Diagnostik einer Typ 3A Verletzung, sprich Musekelfaserriss, wird in der Literatur umstritten diskutiert, da die Darstellung von 10-100 µm großen Muskelfasern isoliert nicht möglich ist. [102]

Ein Muskelbündelriss (Typ 3B) lässt sich hingegen gut sonographisch durch die deutliche Strukturunterbrechung und das intramuskuläre Hämatom diagnostizieren.

Bei den sehr seltenen Typ 4 Verletzungen, also sub- bis totale Muskelrisse oder sehnige Ausrisse kann die Sonographie orientierend dienen, die Diagnostik sollte jedoch durch andere Verfahren wie z.B. die MRT ergänzt werden. Meist entstehen sehnige Ausrisse in der Wachstumsphase in Kombination mit hoher körperlicher Belastung wie z.B. im Nachwuchsleistungsfußball. [103]

2.3.7.2 Magnetresonanztomographie

Neben der Sonographie stellt die MRT das Verfahren der Wahl bei der Diagnostik von Muskelverletzungen dar. Neben der genaueren Beurteilung von Muskelgewebe, lassen sich auch Aussagen über Knochen und Weichteilgewebe treffen. [104]

Unterscheiden kann man bei der MRT verschiedene Sequenzen, zu den geläufigsten gehört die T1 und T2 Wichtung. Bei der T1 gewichteten Aufnahme wird fetthaltiges Gewebe hell und wasserhaltiges dunkel dargestellt. Bei der T2 Wichtung wird wasserhaltiges Gewebe hell und fetthaltiges weniger hell dargestellt. Gesunde Muskulatur stellt sich daher im MRT weitgehend homogen dunkel dar. Einzelne Muskelfasern lassen sich nicht eindeutig abgrenzen. Eine Hyperintensität (Aufhellung) in der T2 Wichtung sprich für ein Ödem im Bereich des Muskels. [101]

2.4 Sprunggelenksverletzungen

Verletzungen des Sprunggelenks stellen eine der häufigsten Verletzungslokalisationen im Fußball [105] und Nachwuchsleistungsfußball [106, 107] dar.

2.4.1 Häufigkeit

Während des FIFA-Worldcups 2010 stellten Sprunggelenksverletzungen zusammen mit Verletzungen des Fußes mit insgesamt 12% die am häufigsten verletzte Körperregion dar. Bei Price et al. entfielen sogar 19% der Verletzungen auf die Sprunggelenksregion. [8] In einer Studie über vier Saisons der englischen Premier League konnten ähnliche Ergebnisse mit 20% gezeigt werden. [108]
Mit 56% ist der Außenknöchel am häufigsten von einer Verletzung betroffen. [11] In anderen Studien betrafen bereits 60% der Verletzungen das LFTA. [8] Das LFTA stellte auch in anderen Studien eine häufige Verletzung dar. Hawkins et al. zeigten, dass im Bereich des Knöchels zu 80 % eines der Außenbänder betroffen ist. [67] Ähnliche Ergebnisse mit 74% Außenbandbeteiligung vs. 21% Innenbandbeteiligung lieferte Woods et al.. [66] In einer Studie des Amateurfußballs zeigte sich, dass Sprunggelenksverletzungen vor allem am Anfang der Saison auftreten. [11] Auch kann es zu einer Fraktur im Bereich der unteren Extremität kommen. Bei Vanlommel et al. kam es bei 3% aller Verletzungen zu einer Fraktur der unteren Extremität. Sprunggelenksfrakturen nahmen hiervon einen Anteil von 37% ein, gefolgt von Frakturen des Fußes mit 33% und Frakturen der Tibia mit 22%. [109]

2.4.2 Verletzungsmechanismus

Anders als bei Muskelverletzungen, bei denen Kein-Kontakt-Verletzungen mit 90% im Vordergrund standen, stellt der Kontakt mit einem Gegenspieler das größte Risiko für Sprunggelenksverletzungen dar. [66]

Als typischer Verletzungsmechanismus wird eine laterale oder mediale Gewalteinwirkung gesehen, welche zu einer Eversion oder Inversion des Sprunggelenkes führt. Hierbei kann es zur Zerrung oder Ruptur eines oder mehrerer Bänder kommen, [110] bis hin zu einer Fraktur.

2.4.3 Risikofaktoren

Als Risikofaktoren für eine Sprunggelenksverletzung wird eine Vorverletzung gesehen. [81] Ursache hierfür ist die biomechanisch schlechtere Qualität des narbig ausgeheilten Ligaments, wodurch es zu einem strukturellen Stabilitätsverlust kommt. [111] Auch Alter und Geschlecht werden diskutiert. So konnte in mehreren Studien gezeigt werden, dass in der Altersklasse der U15 ein signifikant höheres Verletzungsrisiko vorliegt als in anderen Altersklassen. [5, 10, 15, 68, 112, 113] und die Verletzungsinzidenz pro 1.000 h im professionellem Frauenfußball mit 1,93 niedriger ist als im professionellem Männerfußball mit 6,2. [114] Verletzungen des Sprunggelenkes zeigten eine hohe Rezidivrate von 56% bis 75% [64, 87, 115], wodurch sich die Wichtigkeit einer vollständigen Rehabilitation und geeigneten Präventionsprogrammen aufzeigt.

2.4.4 Schweregrad

Durch die erforderliche langwierige Rehabilitation führen Verletzungen des Sprunggelenks zu langen Ausfallzeiten. Der durchschnittliche Sportzeitverlust liegt bei 54 Tagen. [108] In einer anderen Studie kehrten 83% der Spieler innerhalb eines Monats zum Training oder Spiel zurück. [10]

2.4.5 Rezidive

In vielen Fällen findet das RTP eines Spielers zu früh statt. Es konnte gezeigt werden, dass eine insuffiziente Rehabilitation zu Rezidiven, Chronifizierung und dem erhöhten Risiko für Arthrose führen kann. [116-118] So klagen 74% der Spieler noch nach einem Jahr über Symptome und bei 33% konnte nach einem medianen Nachbeobachtungszeitraum von 25 Jahren Anzeichen einer Arthrose röntgenologisch nachgewiesen werden. [119, 120]

2.4.6 Klassifikation

Auf strukturellem Niveau kann eine Einteilung wie nachfolgend erfolgen: [94]

1: Zerrung/Distorsion (mikrostrukturelle Verletzung eines oder mehrerer Bänder)

2: Partialruptur

3: Ruptur

Die gebräuchlichen Klassifikationssysteme orientieren sich an der Klinik und Stabilitätskriterien (siehe Tabelle 3). [121, 122]

Tabelle 3: Klassifikation von ligamentären Verletzungen des OSG [121]

	Verletzungsmuster	Klinik und Stabilität
Grad I	Mikrostrukturelle Verletzung des LFTA	dezente Schwellung/Hämatom, uneingeschränkte Beweglichkeit, DS über LFTA
Grad II	Teilruptur/Ruptur des LFTA und LFC	Schwellung/Hämatom, schmerzhafte Bewegungs- und Belastungseinschränkung, DS am lat. Rückfuß
Grad III	Ruptur des LFTA und LFC, ggf. auch der Gelenkkapsel und des LFTP	Schwellung/Hämatom, schmerzhafte Bewegungs- und Belastungseinschränkung, DS am lat. Rückfuß, Instabilität
Grad IV	Lat. Verletzung Grad III und zusätzlicher DS/Hämatom über Lig. deltoideum	

2.4.7 Diagnostik

Neben der klinischen Untersuchung und Anamnese dient die Bildgebung zur Sicherung der Diagnose und Ausschluss einer Fraktur.

2.4.7.1 Sonographie

Wie auch bei der Diagnostik von Muskelverletzungen stellt die Sonographie bei der Diagnostik von Sprunggelenksverletzungen ein schnell verfügbares und kostengünstiges Diagnostikum dar. Der Untersucher kann die Stabilität bzw. Kontinuität der Bänder oder auch ein Hämarthros darstellen. Der Nachteil der Sonographie liegt in der Untersucherabhängigkeit des Verfahrens.

2.4.7.2 Röntgen

Zur Abgrenzung von Distorsionen/Bandverletzungen von Frakturen eignet sich als das Mittel der Wahl das Röntgen. Mit dem Röntgen kann der Ausschluss einer Fraktur oder Sub- und Luxation des Sprunggelenkes erfolgen.

Die „Ottawa Ankle Rules“ dienen in vielen Kliniken zur Entscheidungsfindung, ob die Röntgenuntersuchung indiziert ist. [123] Die Indikation zum Röntgen sollte jedoch großzügig gestellt werden. Derksen et al. zeigten, dass erfahrenes und spezialisiertes Personal der Notaufnahme nur eine Sensitivität von 0,93 erreichen. [124]

2.4.7.3 MRT

Besonders im wettbewerbsorientierten Leistungssport empfiehlt sich zur Komplettierung der Diagnostik das MRT. Mit dem MRT können Verletzungen des Kapsel-Bandapparates und Begleitverletzungen wie osteochondrale Läsionen dargestellt werden. Das MRT zeigt hierbei eine gute Korrelation zu den arthroskopischen Ergebnissen. [125]

KAPITEL 3:

MATERIAL UND METHODEN

3 Material und Methoden

3.1 Allgemeines

3.1.1 Studienzeitraum

Es erfolgte die retrospektive Auswertung der Verletzungsdaten der Saison 2018/2019. Die Saison startete am 1. Juli 2018 und endete am 20. Juni 2019. Die Studie inkludierte sowohl Vorbereitungs- als auch Wettkampfphase. Verletzungen, die am Ende der Saison erfolgten, wurde über die Saison hinaus, bis zur vollständigen Rehabilitation verfolgt.

3.1.2 Studienpopulation / Probandenkollektiv

An der Studie nahmen alle Spieler des Nachwuchsleistungszentrums (NLZ) eines deutschen Bundesligavereins teil. Alle Spieler, die in der Saison 2018/2019 Teil des NLZ waren wurden in die Studie aufgenommen, sodass ein Selektionsbias vermieden werden konnte. [26]

3.1.2.1 Einschlusskriterien

Die Studienpopulation beschränkte sich auf Spieler des Nachwuchsleistungszentrums eines deutschen Bundesligavereins. Eingeschlossen wurden ausschließlich männliche Spieler der Altersligen U9-U19 (U, unter), im Alter zwischen 7 und 18 Jahren. Nur Spieler mit regelhafter Teilnahme am Mannschaftstraining und vollständiger Dokumentation von Belastung und Verletzung wurden berücksichtigt. Ausnahme stellten jene Spieler dar, welche aufgrund einer Verletzung und der daraus resultierenden Ausfallzeit nicht regelmäßig am Training teilnahmen, dies jedoch vor und nach der Verletzung taten. Wir haben nur Spieler mit regelhafter Teilnahme am Mannschaftstraining und vollständiger Dokumentation von Belastung und Verletzung berücksichtigt, da es sich bei dieser Studie gezielt um Verletzungen im Nachwuchsleistungsfußball handelt, welcher definitionsgemäß durch eine hohe zeitliche und physische Trainingsintensivität charakterisiert ist. Des Weiteren wurden

nur Spieler berücksichtigt, welche von Anfang (1. Juli 2018) bis zum Ende (20 Juni 2019), Teil des NLZ waren.

3.1.2.2 Ausschlusskriterien

Spieler der Altersligen <U9 und >U19 wurden ausgeschlossen. Ebenfalls ausgeschlossen wurden Spieler auf die ein Alter <7 und >18 zu Beginn der Studie zutraf. Auch Spieler, die aus nicht-Krankheitsgründen, nicht regelmäßig am Training teilnahmen wurden ausgeschlossen. Spieler, die im Verlauf der Saison zum Verein wechselten oder den Verein vorzeitig verlassen haben, wurden nicht berücksichtigt. Ein Beispiel hierfür sind Perspektivspieler, welche nur im Trainingslager bzw. während der Vorbereitungsphase im Mannschaftstraining inkludiert waren. Ein weiteres Ausschlusskriterium war das weibliche Geschlecht.

Tabelle 4: Auswahlkriterien der Studienpopulation

	Einschlusskriterien	Ausschlusskriterien
Geschlecht	männlich	weiblich
Alter	Alter zwischen 7 und 18 Jahren	Alter unter 7 und über 18 Jahre
Altersliga	U9 - U19	unter U9 und über U19
Teilnahme am Training	regelmäßig	unregelmäßig
Studienteilnahme	von Anfang bis Ende	Vereinsbeitritt oder -austritt im Verlauf der Saison

3.1.2.3 Anthropometrische Daten

Das Spieleralter wurde zum Zeitpunkt 01.01.2019, Mitte der Saison 2018/19 erfasst. Geburtstage, Jahrgang und Positionen (Torwart, Verteidigung, Mittelfeld und Sturm) wurden den Kaderlisten des Vereins entnommen. Die Daten über Schuss- und Standbein wurden aus Fragebogen und einer vereinsinternen Datenbank bezogen. Körpergröße und Körpergewicht wurden der jährlichen

Sporttauglichkeitsuntersuchungen, wie sie von der DFL empfohlen ist, entnommen. Die Tauglichkeitsuntersuchungen fanden vom 02.07.2018 bis zum 08.08.2018 statt. Aus Körpergröße und Körpergewicht wurde nach allgemein bekannter Formel der BMI berechnet.

$$BMI = \frac{Körpergewicht\ (in\ kg)}{Körpergröße^2\ (in\ m)}$$

Zur Berechnung der Mittelwerte der anthropometrischen Daten (Alter, Körpergröße, Gewicht und BMI) der Probanden wurde folgende Formel verwendet:

$$Mittelwert = \frac{a1\ +\ a2 + \ldots + an}{n}$$

3.1.2.4 Spielpositionen

In dieser Studie wurde eine Einteilung der Spielpositionen auf Torwart, Verteidigung, Mittelfeld und Sturm vorgenommen.

3.2 Datenerfassung / Epidemiologische Verletzungsanalyse

Beim Studiendesign handelte es sich um eine retrospektive Case-Series. Die Datenerhebung erfolgte, nach Vorbild des „Consensus Statement of Injury Definitions and Data Collection Procedures in Studies of Football (Soccer) Injuries“ (Fuller et al., 2006) [28] und “Methods for epidemiological study of injuries to professional football players: developing the UEFA model” (Hagglund et al.) [26], während der laufenden Saison durch Ärzte, Physiotherapeuten und dem Mannschaftspersonal.

3.2.1 Verletzungsdokumentation

Wichtiger Teil der Datenerhebung stellte die einmal wöchentlich stattfindende, ärztliche Sprechstunde dar, in welcher die verletzten Spieler behandelt wurden. Die Sprechstunde generierte primär durch Anamnese und klinische Untersuchung und sekundär durch externe Befunde und Arztbriefe (z.B., wenn eine akute Verletzung an einem Spieltag in Krankenhäusern oder Arztpraxen behandelt wurde) Daten zur Verletzung.

Ergänzend dazu wurde ein eigens erstellter anamnestischer Fragebogen (siehe Abbildung 2 und 3, Seite 31 und 32), jedem vorstelligen Spieler zum Ausfüllen

vorgelegt. Es wurde Wert auf vollständiges Ausfüllen des Fragebogens gelegt. Weitere Grundlage der Datenerhebung stellte eine vereinsinterne Datenbank dar, in welcher Daten zu Spielern, Verletzungen, Befunden, Diagnosen und Therapien gesammelt wurden.

Verletzungen die am Ende der Saison auftraten wurden bis zur finalen Rehabilitation (siehe 3.2.1.2) verfolgt, selbst wenn diese nicht mehr in der Saison 18/19 abgeschlossen werden konnte. [26]

3.2.1.1 Konzeptionierung des Verletzungsfragebogens

Ein Kernstück der Datenerfassung stellte der Verletzungsfragebogen der ärztlichen Sprechstunde dar. Der Fragebogen bestand aus zwei DINA4 Seiten.

Die erste Seite war obligat vom Spieler auszufüllen und umfasste Fragen zur Anthropometrik, Verletzung und äußeren Umständen (siehe Abbildung 2 und 3, Seite 31 und 32). Zur Anthropometrik wurde der Name, das Geburtsdatum, die Position und das Schussbein des Spielers erfragt, dies ermöglichte einen direkten Vergleich mit den Daten der Studienpopulation. Die Fragen zur Verletzung umfassten den Zeitpunkt der Verletzung, die Körperregion, die Körperseite und die Verletzungsursache. Zu den äußeren Ursachen zählten Regelverstöße, Bodenbeschaffenheit, Wetterbedingungen, Charakteristika des Schuhwerks und Rezidive. Die zweite Seite des Fragebogens war ausschließlich von ärztlicher Seite auszufüllen. Sie umfasste die genaue Diagnose, Diagnosestellung (klinisch oder bildgebend), Rückkehrdatum (Return-to-play), die Verletzungsschwere, Ausfalldauer, chronische Beschwerden und die Therapie. Grundlage hierfür stellten die Ergebnisse der Anamnese und klinischen Untersuchung, die sich aus der ärztlichen Sprechstunde ergaben, dar. Weitere Informationen konnten, aufgrund von unterschiedlich langen Krankheitsverläufen erst im Verlauf eruiert werden und wurden in einer vereinsinternen Datenbank gesammelt.

Abbildung 2: Verletzungsfragebogen Seite 1

VERLETZUNGSBOGEN NLZ 1.FSV MAINZ 05

Spielername: _____ Geburtsdatum: _____ Position: _____ Schussbein: _____

1. **Datum der Verletzung:** _____

2. **Wann trat die Verletzung auf?**
   - ☐ Training ☐ Kraftraum ☐ Sonstiges: _____
     - ☐ 1. Viertel ☐ 2. Viertel ☐ 3. Viertel ☐ 4. Viertel
   - ☐ Spiel
     - ☐ 1. Halbzeit: _____ Minute ☐ 2. Halbzeit: _____ Minute

3. **Verletze Körperregion:**

☐ Kopf/Gesicht	☐ Nacken/HWS	☐ Sternum/Rippen
☐ Abdomen	☐ Rücken	☐ Becken
☐ Schulter	☐ Oberarm	☐ Ellenbogen
☐ Unterarm	☐ Handgelenk	☐ Hand/Finger
☐ Hüfte/Leiste	☐ Oberschenkel	☐ Knie
☐ Unterschenkel	☐ Sprunggelenk	☐ Fuß/Zehe

4. **Körperseite:**
   ☐ rechts ☐ links ☐ beidseits

5. **Verletzungsursache:**
   - ☐ **OHNE** Kontakt mit einem anderen Spieler/Überbeanspruchung
     - ☐ Richtungswechsel ☐ Sprinten
     - ☐ Dribbling ☐ Laufen
     - ☐ Pass ☐ Schuss
     - ☐ Stretching ☐ Sprung
     - ☐ Landung ☐ Sonstiges: _____
   - ☐ Trauma/Kollision/Kontakt
     - ☐ Foulspiel des Verletzten ☐ Foulspiel eines Anderen

6. **Bestand ein Regelverstoß bei Kontaktverletzung?**
   - ☐ nein
   - ☐ ja, mit welcher Konsequenz?
     - ☐ Elfmeter/Freistoß ☐ gelbe Karte ☐ rote Karte

7. **Auf welchem Boden geschah das Ereignis?**
   ☐ Naturrasen ☐ Kunstrasen ☐ Halle

8. **Wetterbedingungen zum Zeitpunkt des Unfallereignisses**
   ☐ trocken ☐ nass ☐ gefroren ☐ Hitze

9. **Welche Art von Schuhen wurde getragen?**
   - ☐ Stollenschuhe ☐ Hallenschuhe ☐ Laufschuhe
   - ☐ Andere: _____

   Falls Stollenschuhe getragen wurden, bitte präzisieren
   - a. ☐ Hartgummistollen ☐ Eisenstollen ☐ Tausendfüßler
   - b. ☐ längliche Stollen ☐ runde Stollen

10. **Bestand eine frühere Verletzung am betroffenen Körperteil?**
    ☐ ja ☐ nein
    falls ja: a. Diagnose? _____
    b. Wie lange war die Ausfallzeit? _____
    c. Wann erfolgte die Freigabe? _____

© Dr.med. Frédéric Abel, Dr.med. Philipp Appelmann, Dr.med. Patrick Belikan und PD Dr.med. Stefan Mattyasovszky im Mai 2018

Abbildung 3: Verletzungsfragebogen Seite 2

VERLETZUNGSBOGEN NLZ 1.FSV MAINZ 05

Folgende Punkte sind <u>nur durch den Arzt</u> auszufüllen:

1. Genaue Diagnose und Lokalisation:
   _____
2. Wie wurde die Diagnose gestellt?
   ☐ klinisch ☐ Bildgebung, welche: _____
3. Fand im Verlauf Bildgebung statt?
   ☐ ja, wenn ja genaue Diagnose? ☐ nein
   ☐ _____
4. Datum der **Freigabe** nach der aktuellen Verletzung:
   _____
5. Ausfallzeit aufgrund der aktuellen Verletzung:
   ☐ geringfügig (1 - 7 Tage)
   ☐ moderat (7 - 28 Tage)
   ☐ lange (> 28 Tage)
6. Ausfalldauer in Tagen: _____
7. Chronische Beschwerden?
   ☐ ja ☐ nein
8. Behandlung:
   ☐ konservativ
   Therapie: _____
   ☐ operativ
   Operation: _____

<u>Erläuterungen zum Ausfüllen des Verletzungsbogen NLZ</u>

Zu Punkt 1:
- bitte Datum, ggf. auch Uhrzeit eintragen

Zu Punkt 2:
- bitte ankreuzen, ggf. unterstreichen
- **Training**: alle praktischen Trainingseinheiten unter Anleitung des Trainers, auch spielähnliche Trainingssituationen, außerdem die „Warm-Up"- und „Cool-down"-Phasen vor jedem Spiel
- **Spiel**: alle Spiele gegen andere Mannschaften, Freundschaftsspiele und Wettkampfspiele

Zu Punkt 3 und 4:
- bitte ankreuzen, ggf. unterstreichen

Zu Punkt 5:
- bitte ankreuzen, ggf. unterstreichen
- **Trauma/Kollision/Kontakt**: klar umschriebenes, akut aufgetretenes Verletzungsereignis

Zu Punkt 6:
- bitte ankreuzen, ggf. unterstreichen
- kam es bei einer Kontaktverletzung zu einem Regelverstoß? Bitte Konsequenz ankreuzen

Zu Punkt 7, 8 und 9:
- bitte ankreuzen, ggf. unterstreichen

Zu Punkt 10:
- bitte ankreuzen, ggf. unterstreichen
- bei einer früher stattgehabten Verletzung bitte handschriftlich Diagnose, Ausfallzeit und Freigabe ergänzen
- Ausfallzeit bitte in Wochen oder Monaten angeben
- C. hier sollte die Zeitspanne von der damaligen Freigabe bis zur aktuellen Verletzung in Wochen, Monaten oder Jahren angegeben werden

© Dr.med. Frédéric Abel, Dr.med. Philipp Appelmann, Dr.med. Patrick Belikan und PD Dr.med. Stefan Mattyasovszky im August 2018

3.2.1.2 Verletzungsdefinition

Es wurden nur Verletzungen, die in der ärztlichen Sprechstunde vorstellig wurden in die Studie miteingeschlossen. Definiert wurden die Verletzungen nach der „time-loss“ Definition von Verletzungen („Zeitverlust“ Definition) wie sie bei “Methods for epidemiological study of injuries to professional football players: developing the UEFA model” (Hagglund et al.) [26] aufgeführt wird. Dabei handelt es sich um eine, beim Training oder Spiel auftretende Verletzung, die zu dessen Abbruch und oder zum Verlust zukünftiger Trainingseinheiten oder Spielen führte. Diese fand erstmals Verwendung durch Ekstrand. [27]

Verletzungen, die nur zum Abbruch des Trainings oder Spiels führten, ein Return-to-play innerhalb von 24 h jedoch möglich war, wurden als „zero-day-loss“ definiert. Ein Spieler galt erst als final rehabilitiert, wenn aus der Sicht des ärztlichen Teams, eine vollständige sportspezifische Belastung für den individuellen Spieler wieder möglich war, um an Trainingseinheiten und Spielen teilnehmen zu können. [17]

Tabelle 5: Ein- und Ausschlusskriterien von Verletzungen

Einschlusskriterien	**Ausschlusskriterien**
Verletzungen die in Verbindung zu der Belastung im Training oder Spiel stehen	Verletzungen die keinen Bezug zu der Belastung im Training oder Spiel haben [Fuller Consensus Statement]
Verletzungen die von einem Arzt gesehen und diagnostiziert wurden	Verletzungen die von keinem Arzt gesehen wurden
Verletzungen nach „Zeitverlust“ Definition	"medizinischer Bedarf" Verletzungen (Verletzungen die medizinische Behandlung benötigten) die zu keinem „Zeitverlust“ führten
	"Gewebe" Verletzungen die zu keinem „Zeitverlust“ führten
	Internistische Verletzungen / Krankheiten

Angelehnt an Fuller et al. [28] und Hagglund et al. [26]

3.2.1.3 Verletzungsschweregrad

Die Verletzungen wurden hinsichtlich ihres Schweregrades in „geringfügig/leicht“ (Ausfallzeit 1 – 7 Tage), moderat (Ausfallzeit 8 bis 28 Tage) und schwer (Ausfallzeit >28 Tage) klassifiziert (siehe hierzu Kapitel 2.2.4).

3.2.1.4 Verletzungslokalisation

Die Verletzungslokalisation fand nach Körperseite und Körperregion statt. Bei der Körperseite wurde zwischen „rechts“, „links“ und „beidseits“ differenziert. Die Einteilung nach Körperregionen fand nach Vorbild von Orchard [126] (siehe Tabelle 6) in vier Hauptgruppen und 17 Untergruppen statt.

Tabelle 6: Körperregionen: Hauptgruppen und Untergruppen

Hauptgruppen	**Untergruppe**
Kopf und Nacken	Kopf/Gesicht
	Nacken/HWS
Obere Extremitäten	Schulter/Clavicula
	Oberarm
	Ellenbogen
	Unterarm
	Handgelenk
	Hand/Finger/Daumen
Stamm	Sternum/Rippen/oberer Rücken
	Abdomen
	Unterer Rücken/Becken/Sakrum
Untere Extremitäten	Hüfte/Leiste
	Oberschenkel
	Knie
	Unterschenkel/Achillessehne
	Sprunggelenk
	Fuß/Zehen

Angelehnt an OSICS, Orchard sports injury classification system, 1993 [126]

3.2.1.5 Verletzungsdifferenzierung / Art der Verletzung

Für die genaue Diagnose stand ein Freitext auf der zweiten Seite des Fragebogens zur Verfügung. Die Diagnose wurde vom ärztlichen Team gestellt und beruhte auf

Anamnese, klinischer Untersuchung und falls nötig bildgebenden Verfahren. Sobald diese Informationen eruiert wurden, wurde die Diagnose auf dem Fragbogen notiert (siehe Abbildung 2 und 3, Seite 31 und 32).

3.2.1.5.1 Akute/Traumatische Verletzung vs. Überlastungsverletzung

Es erfolgte eine Einteilung in akute und Überlastungsverletzungen. Akute Verletzungen wurden definiert als Verletzungen mit einem klaren Ereignis als Auslöser der Verletzung. Darunter fielen zum Beispiel Richtungswechsel, Sprint, Schuss oder Kontakt. Überlastungsverletzungen wurden definiert als Verletzungen, denen kein konkretes Ereignis zuzuordnen war und deren Natur eher einem schleichenden Prozess mit steigernder Intensität und Unwohlsein entsprach. [28, 127]

3.2.1.5.2 Nach Gewebe und Pathologie

Des Weiteren erfolgte eine Einteilung der Verletzung in fünf verschiedene Gewebe Typen. Falls dies nicht möglich war, standen die Optionen „Nicht spezifisches Gewebe“ und „Andere“ zur Verfügung. Nachfolgend wurde die Verletzung nach ihrer gewebsspezifischen Pathologie eingeteilt (siehe Tabelle 7). Für die Einteilung wurde das Sport Medicine Diagnostic Coding System (SMDCS v2.0) zurate gezogen. [128]

Tabelle 7: Verletzungsdifferenzierung / -klassifizierung

Gewebe	Pathologie	Beispiele
Knochen	Fraktur	traumatische Frakturen, Avulsionsfrakturen
	Bone stress injury	Periostitis, Osteitis pubis
	Wachstumsfugen- / Apophysenverletzungen	Apophysenverletzungen, z.b. Apophysenavulsionen oder -irritationen
	Bone bruise	
	Andere Knochenverletzungen	subperiostales Hämatom
Gelenk und Knorpel	Luxation / Subluxation	
	Distorsion bzw. Verstauchung	
	Bandverletzung	
	Knorpel / Meniscus	Verletzungen von Meniskus, Labrum und Knorpel, osteochondrale Verletzungen
Muskel und Sehnen	Muskelverletzung	Muskelriss / -faserriss / -zerrung (Verhärtung) / -krämpfe
	Sehnenriss / Tendinopathien / Bursitis	
	Muskelprellung	
Oberflächliches Gewebe / Haut	Kontusion / Hämatom	
	Abrasion	
	Lazeration	Riss-, Schnitt- und Platzwunde
Zentrales und peripheres NS	Commotio cerebri	
	Nervenschädigung	
Nicht spezifisches Gewebe	Verletzungen ohne einen spezifischen Gewebetyp	unspezifische Schmerzen
Andere	Zahnverletzungen	
	Andere	

Angelehnt an Orchard [126] und Orchard et al. [128]

3.2.1.5.3 Kontakt- vs. Kein-Kontaktverletzungen

Eine weitere Klassifizierung der Verletzungen fand in Kontakt- und Kein-Kontaktverletzungen statt (siehe Abbildung 2 und 3, Seite 31 und 32). Zur Kontrolle wurden wie immer die Angaben des Fragebogens, mit den eruierten Informationen aus Anamnese und klinischer Untersuchung der Sprechstunde verglichen.

3.2.1.6 Muskelverletzungen

Es erfolgte eine Unterscheidung in direkte und indirekte Muskelverletzungen. [93] Direkte oder auch extrinsische Muskelverletzungen genannt, entstehen durch äußere Gewalteinwirkung, wie zum Beispiel einem Schlag. Indirekte (intrinsische) Muskelverletzungen hingegen entstehen durch eine Überlastung des Muskels, wie dies zum Beispiel bei einem Richtungswechsel oder Sprint der Fall sein kann.

3.2.1.7 Rezidive

Rezidive, also Re-Verletzungen, sind der wichtigste Risikofaktor von Verletzungen im Fußball. [81] Ein Rezidiv lag definitionsgemäß immer dann vor, wenn eine Verletzung mit der Art und Lage (u.a. Körperseite) einer vorherigen Verletzung übereinstimmte. Als zweites Kriterium für die Definition eines Rezidivs galt, dass ein Rezidiv nur dann vorlag, wenn eine neue Verletzung innerhalb von 2 Monaten nach dem „Return-to-play“ auftrat. [26]

3.2.2 Belastungsdokumentation

Die Belastungsdokumentation erfolgte durch die jeweiligen Mannschaftstrainer. Nach Vorbild von “Methods for epidemiological study of injuries to professional football players: developing the UEFA model” (Hagglund et al.) [26] konnte anhand der genauen Belastungsdaten die Inzidenz pro 1.000 Spiel- und Trainingsstunden berechnet werden. [22, 28] Unterschieden wurde zwischen Gesamt-, Trainings- und Spielbelastung.

3.2.2.1 Belastung – Training

Die Trainingsbelastung wurde nach Vorbild von [26, 28] als mannschaftsbasierte oder individuelle körperliche Aktivität, unter der Leitung oder Kontrolle des Mannschaftspersonals, mit dem Ziel der Steigerung fußballerischer Fähigkeiten oder körperlicher Aktivität eines Spielers, definiert.

In der U9-U15 dokumentierte das Vereinspersonal zu jedem Spieler individuell die Anzahl der teilgenommenen Trainingseinheiten. Eine Trainingseinheit umfasste immer 90 Minuten, wodurch eine Hochrechnung möglich war.

In der U16-19 wurde zu jedem Spieler individuell und im Anschluss an jede Einheit die Belastungszeit im Training durch das Mannschaftspersonal bzw. die Trainer minutengenau dokumentiert.

3.2.2.2 Belastung – Spiel

Die Spielbelastung wurde nach [28] als Spiel zwischen verschiedenen Vereinen definiert. Die Belastung eines Spiels variierte aufgrund von Auswechslungen. Daher wurde zu jedem Spieler die individuelle Belastungszeit gemessen und minutengenau in der vereinsinternen Datenbank dokumentiert.

Nicht zur Belastung zählten, individuelle ohne Trainer stattfindende Aktivitäten der einzelnen Spieler, Theorietraining und Rehabilitationstraining nach einer Verletzung. [28]

3.2.3 Platzbeschaffenheit

Die Platzverhältnisse wurden durch das Mannschaftspersonal in der Datenbank dokumentiert.

3.3 Statistische Auswertung

Statistisch ausgewertet wurde die Studie in Zusammenarbeit mit dem Institut für Medizinische Biometrie und Epidemiologie und Informatik (IMBEI) der Universitätsmedizin Mainz. Die Daten wurden durch die Nutzung der Software SPSS analysiert.

Zur Berechnung der Verletzungsinzidenz pro 1.000 h Belastung wurde folgende Formel verwendet:

$$x = \frac{n_{Verletzungen}}{(Belastung\ in\ h/1.000\ h)}$$

Die Einteilung in Trainings-, Spiel- und Gesamtbelastung machte es möglich auch bei der Inzidenz zwischen Trainings-, Spiel- und Gesamtinzidenz pro 1.000 h Belastung zu unterscheiden.

Beispiel: Inzidenz der Verletzungen im Training pro 1.000 h Belastung

$$x = \frac{n_{Verletzungen\ im\ Training}}{(Trainingsbelastung\ in\ h/1.000\ h)}$$

Durch die minutengenaue Dokumentation der Belastung für den individuellen Spieler, und dessen Einteilung in Altersligen (siehe Tabelle 8) und Spielposition konnte darüber hinaus auch eine individuelle Verletzungsinzidenz für den einzelnen Spieler ausgerechnet werden.

Beispiel: Inzidenz der Verletzungen von Torhütern pro 1.000 h Spielbelastung

$$x = \frac{n_{Verletzungen\ von\ Torh\ddot{u}tern}}{(Matchbelastung\ der\ Torh\ddot{u}ter\ in\ h/1.000\ h)}$$

Die genaue Diagnosestellung der Verletzungen in der ärztlichen Sprechstunde und die Verletzungsklassifizierung (siehe Tabelle 7) machten es möglich die Inzidenz für z.B. MOS oder Sprunggelenksverletzungen zu berechnen.

$$x = \frac{n_{Verletzungen}}{(Belastung\ in\ h/1.000\ h)}$$

Eine Differenzierung der Inzidenz von Verletzungen pro 1.000 h Belastung auf bestimmten Platzverhältnissen (Naturrasen, Kunstrasen und Hallenboden) war möglich.

Beispiel:

$$x = \frac{n_{Verletzungen\ auf\ Naturrasen}}{(Belastung\ auf\ Naturrasen\ in\ h/1.000\ h)}$$

Die Verletzungsprävalenz wurde nach allgemein bekannter Formel aus der Anzahl (n) der Verletzungen und der Anzahl (n) der Spieler der Studienpopulation berechnet.

$$Prävalenz = \frac{n_{Verletzungen}}{n_{Spieler\ der\ Studienpopulation}}$$

3.3.1 Weitere Formeln

Folgend aufgelistet werden weitere Formeln, die in dieser Arbeit Verwendung fanden:

Korrelationskoeffizient (r):

$$r_{xy} = \frac{n \times \sum_{i=1}^{n}(x_i \times y_i) - (\sum_{i=1}^{n} x_i) \times (\sum_{i=1}^{n} y_i)}{\sqrt{\left[n \sum_{i=1}^{n} {x^2}_i - (\sum_{i=1}^{n} x_i)^2\right] \times \left[n \sum_{i=1}^{n} {y^2}_i - (\sum_{i=1}^{n} y_i)^2\right]}}$$

Absolutes Risiko (AR):

$$AR = \frac{Anzahl\ der\ interessierenden\ Ereignisse\ in\ der\ Untergruppe}{Gesamtzahl\ der\ Ereignisse\ in\ der\ Untergruppe}$$

Beispiel:

AR von Torhütern sich während einer Saison eine Verletzung zuzuziehen:

$$AR = \frac{n\ Verletzungen\ Torh\ddot{u}ter}{n\ Anzahl\ Torh\ddot{u}ter} = \frac{16}{19} = 84{,}2\ \%$$

Relatives Risiko:

$$RR = \frac{AR_{der\ Exponierten}}{AR_{der\ Nicht-Exponierten}} = \frac{AR_1}{AR_2}$$

Beispiel:

RR von Torhütern und Stürmern gegenüber Verteidigern und Mittelfeldspielern:

$$RR = \frac{AR_{(AR\ Torh\ddot{u}ter+\ AR\ St\ddot{u}rmer)/2}}{AR_{(AR\ Verteidiger+AR\ Mittelfeldspieler)/2}} = \frac{(84{,}21\% + 91{,}43\%)/2}{(42{,}37\% + 45{,}59\%)/2} = 2{,}0$$

KAPITEL 4:

ERGEBNISSE

4 Ergebnisse

In der vorliegenden Arbeit soll eine epidemiologische Verletzungsanalyse im Nachwuchsleistungsfußball erfolgen. Der ausgewählte Beobachtungszeitraum stellte die Saison 2018/2019 dar. Bei 181 Spielern eines deutschen Fußball-Nachwuchsleistungszentrums konnten 107, im Rahmen der ärztlichen Sprechstunden festgestellte Verletzungen dokumentiert werden. Hiervon erfüllten 3 Verletzungen die Einschlusskriterien nicht. Unter den drei von der Studie ausgeschlossenen Verletzungen befand sich ein allgemeinchirurgisches Krankheitsbild und zwei der drei Verletzungen standen in keiner Relation zu der aus Training oder Spiel resultierenden Belastung. Entsprechend wurden 104 Verletzungen zur Auswertung in die Studie aufgenommen.

4.1 Studienpopulation / Probandenkollektiv

In die Studie wurden unter der Berücksichtigung der Ein- und Ausschlusskriterien alle Spieler eines Nachwuchsleistungszentrum aufgenommen, welche in der Saison 2018/2019 regelmäßig am Trainings- und Spielbetrieb teilnahmen (n = 181). Hierbei handelte es sich ausschließlich um männliche Spieler. Zu den berücksichtigten Altersgruppen zählten die Mannschaften der U9 bis zur U19. Die Verteilung der Spieler auf die entsprechenden Mannschaften zeigt die Tabelle 8. Alle 181 Spieler waren über die gesamte Saison Teil des Nachwuchsleistungszentrums, sodass kein Athlet aus der Studie ausgeschlossen werden musste.

Tabelle 8: Anzahl Spieler nach Altersliga

Altersliga	U9	U10	U11	U12	U13	U14	U15	U16	U17	U19
n Spieler	10	13	17	17	19	20	19	20	21	25

4.1.1 Anthropometrische Daten

Die anthropometrischen Daten Alter, Körpergröße, Gewicht und BMI der 181 Spieler werden in Tabelle 9 aufgelistet.

Tabelle 9: Anthropometrische Daten der 181 Spieler

	MW+/-SD	Median	Minimum	Maximum
Alter [Jahre] am 1.1.2019	13,11 +/- 2,85	13,00	7,00	18,00
Körpergröße [m]	1,62 +/- 0,16	1,64	1,25	1,92
Gewicht [kg]	52,42 +/- 16,58	52,00	23,10	92,70
BMI [kg/m²]	19,27 +/- 2,80	19,20	14,00	25,60

4.1.2 Spielpositionen

Die Verteilung der Spieler auf die vier Spielpositionen (Torhüter, Verteidigung, Mittelfeld und Sturm), wird in Abbildung 4 dargestellt.

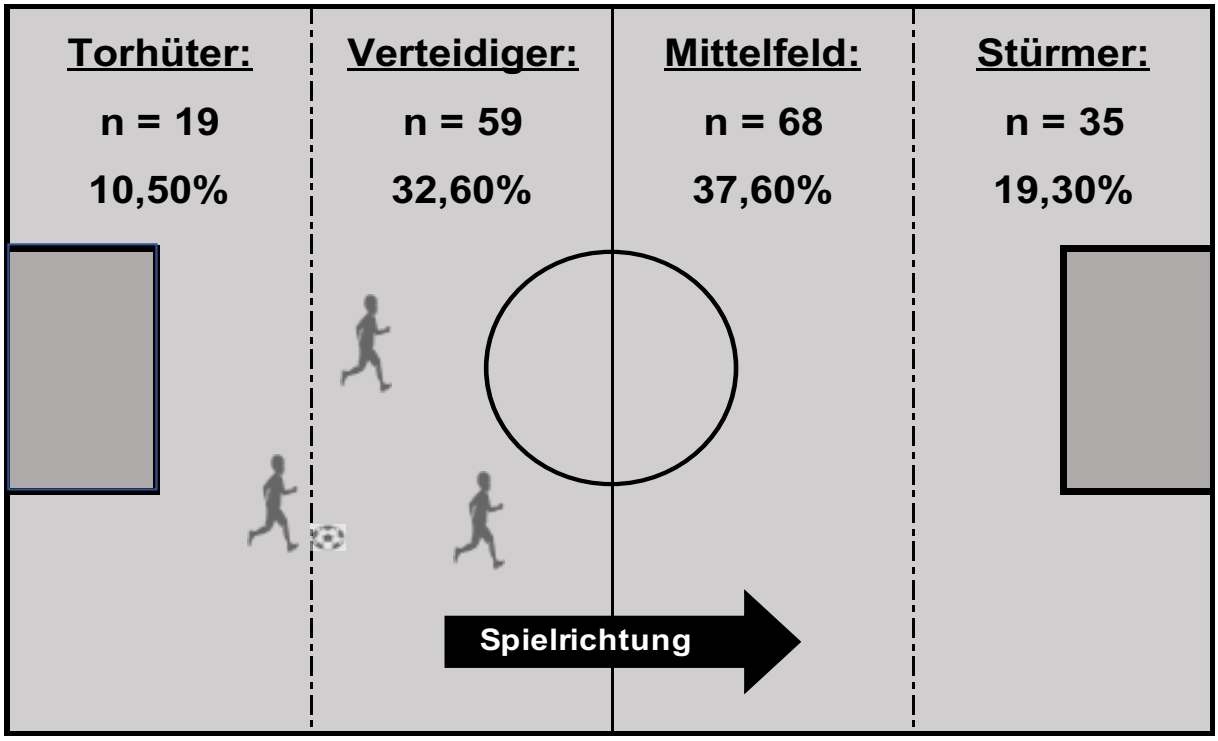


Abbildung 4: Verteilung der 181 Spieler auf die Spielpositionen

4.2 Belastungsdokumentation

In der Saison 2018/2019 wurde eine Gesamtbelastung aller Spieler im Trainings- und Spielbetrieb von 33.693,08 h dokumentiert. Die Spielbelastung (match exposure) belief sich auf insgesamt 4.346,92 h und die Trainingsbelastung (training exposure) insgesamt auf 29.344,50 h. Die durchschnittliche Belastung pro Spieler ergab somit 24,02 h Spielbelastung und 162,12 h Trainingsbelastung.

Es zeigte sich ein Zusammenhang von zunehmender Belastung und Fortschreiten des Ausbildungsstandes (r = 0,98). Während in der Altersgruppe U9 eine Gesamtbelastung von 1.281,07 h dokumentiert wurde, zeigte sich in der U19 eine Belastung von insgesamt 5.984,30 h. Zur besseren Vergleichbarkeit der Belastung pro Altersgruppe, bei einer in den Altersgruppen unterschiedlichen Anzahl an Athleten, berechneten wir die Belastungen pro Spieler pro Jahrgangsstufe (siehe Abbildung 5). Auch hier ließ sich ein stark positiver Zusammenhang (r = 0,94) zwischen Belastung und Altersliga feststellen.

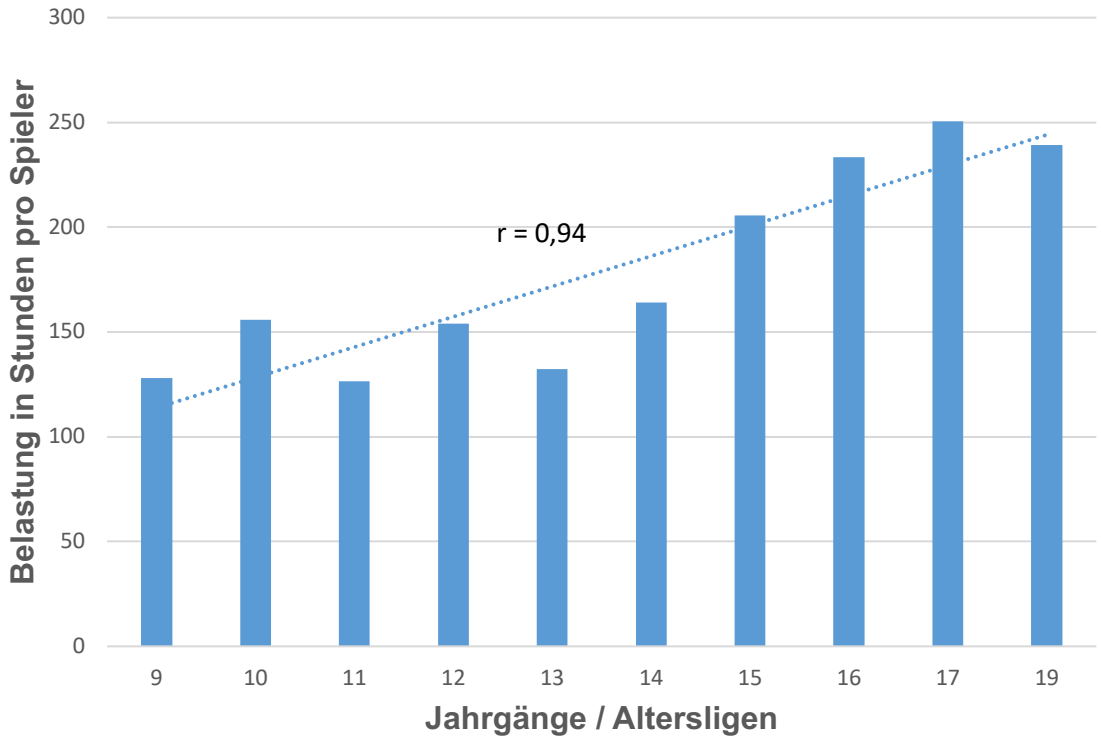


Abbildung 5: Gesamtbelastung pro Spieler in den verschiedenen Jahrgangsligen

4.3 Verletzungen

Im Beobachtungszeitraum der Saison 2018/19 wurden innerhalb der gesamten Studienpopulation 104 Verletzungen (nach der in 3.2.2.2 aufgeführten Verletzungsdefinition) registriert.

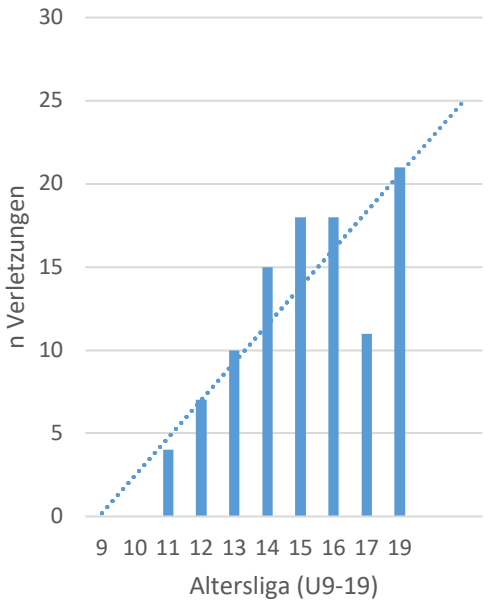
Die Gesamtverletzungsprävalenz für Training und Spiel lag bei 0,57 Verletzungen pro Spieler. Unter den 181 Studienteilnehmern zogen sich 43,09% (n = 78) der Spieler eine oder mehrere Verletzungen zu. 56,91% (n = 103) der Spieler blieben über die Saison verletzungsfrei. Das absolute Risiko sich eine oder mehrere sporttraumatische oder eine chronische Überlastungsverletzung zuzuziehen beträgt 43,09%. 59 Verletzungen (56,70%) manifestierten sich beim Training und 45 Verletzungen (43,30%) beim Spiel. Die Gesamtverletzungsinzidenz betrug 3,09 Verletzungen pro 1.000 h Trainings- und Spielbelastung. Im Spiel treten 5,15-mal so viele Verletzungen pro 1.000 Belastungsstunden auf als im Training (10,35 vs. 2,01 Verletzungen pro 1.000 h Belastung). Das absolute Risiko sich während einer Saison im Training zu verletzen, lag bei 24,86% (n = 45) und im Spiel bei 20,99% (n = 38). Das relative Risiko (RR) einer Verletzung im Spiel im Vergleich zu einer Trainingsverletzung betrug 0,84. Insgesamt führten die Verletzungen zu 3285 Ausfalltagen.

4.3.1 Verletzungen der unterschiedlichen Altersgruppen

In der U9 und der U10 zeigten sich während der ausgewerteten Saison keine Verletzungen. In der U11 traten vier, in der U12 7, in der U13 10, in der U14 15, in der U15 18, in der U16 18, in der U 17 11 und in der U19 21 Verletzungen auf. Abbildung 6 zeigt grafisch den Zusammenhang zwischen der Anzahl auftretender Verletzungen und zunehmendem Alter (r = 0,903).

Im Vergleich des absoluten Verletzungsrisikos zwischen den einzelnen Altersgruppen zeigt sich eine stetige Zunahme von der U 9 (0,00%) bis zur U 15 (90,00%). Danach sinkt das absolute Verletzungsrisiko wieder leicht (siehe Abbildung 7).

Das absolute Risiko für das Auftreten einer Verletzung in Bezug auf eine Belastung von 1.000 h zeigt Abbildung 8.



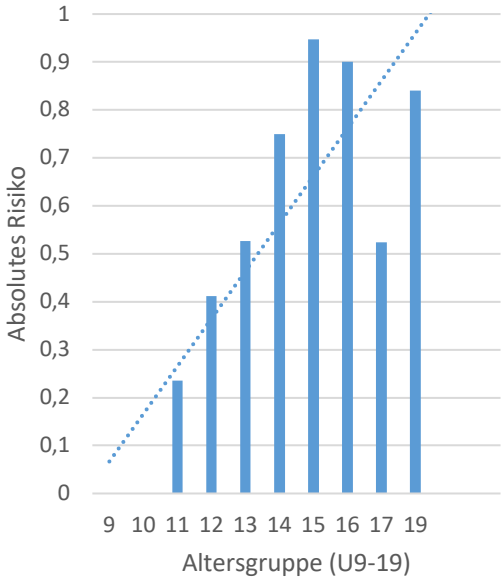


Abbildung 6 und 7: n Verletzungen je Altersgruppen und Absolutes Risiko für eine Verletzung je Altersgruppe

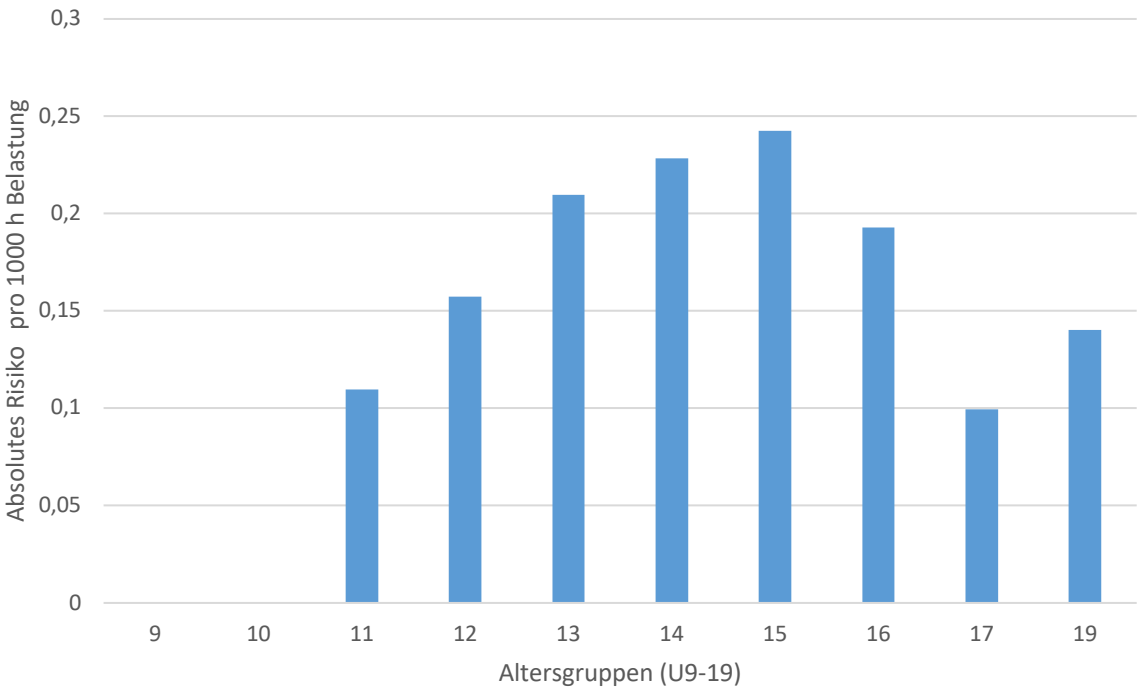


Abbildung 8: Absolutes Risiko für eine Verletzung unter Berücksichtigung der individuellen Belastung je Altersgruppe

4.3.2 Korrelation von Verletzung mit Spielpositionen

Die Anzahl an Verletzungen je Spielposition wird durch die blaue Linie in Abbildung 9 dargestellt. Bei Torhütern (n= 16; 15,38%) traten weniger Verletzungen als bei Verteidigern (n = 25; 24,04%), Mittelfeldspielern (n = 31; 29,81%) und Stürmern (n = 32; 30,77%) auf. Unter Berücksichtigung der Anzahl der Spieler auf den verschiedenen Positionen (dargestellt durch die graue Linie in Abbildung 9) zeigte sich, dass das absolute Risiko eines Torhüters oder eines Stürmers eine Verletzung zu erleiden mit 84,21 % bzw. 91,43 % annähernd doppelt so hoch war wie bei Verteidigern (42,37 %) oder Mittelfeldspielern (45,59 %) (siehe rote Balken Abbildung 9). Das relative Risiko sich eine Verletzung zuzuziehen lag bei den Torhütern und Stürmern gegenüber den jeweils anderen Positionen doppelt so hoch. Daraus folgt, dass das Risiko sich während einer Saison zu verletzen, bei Torhütern und Stürmern doppelt so hoch ist.

Die Verletzungsinzidenz pro 1.000 h Belastung lag bei den Stürmern höher (4,91) als bei den Torhütern (4,52), den Mittelfeldspielern (2,45) und den Abwehrspielern (2,28).

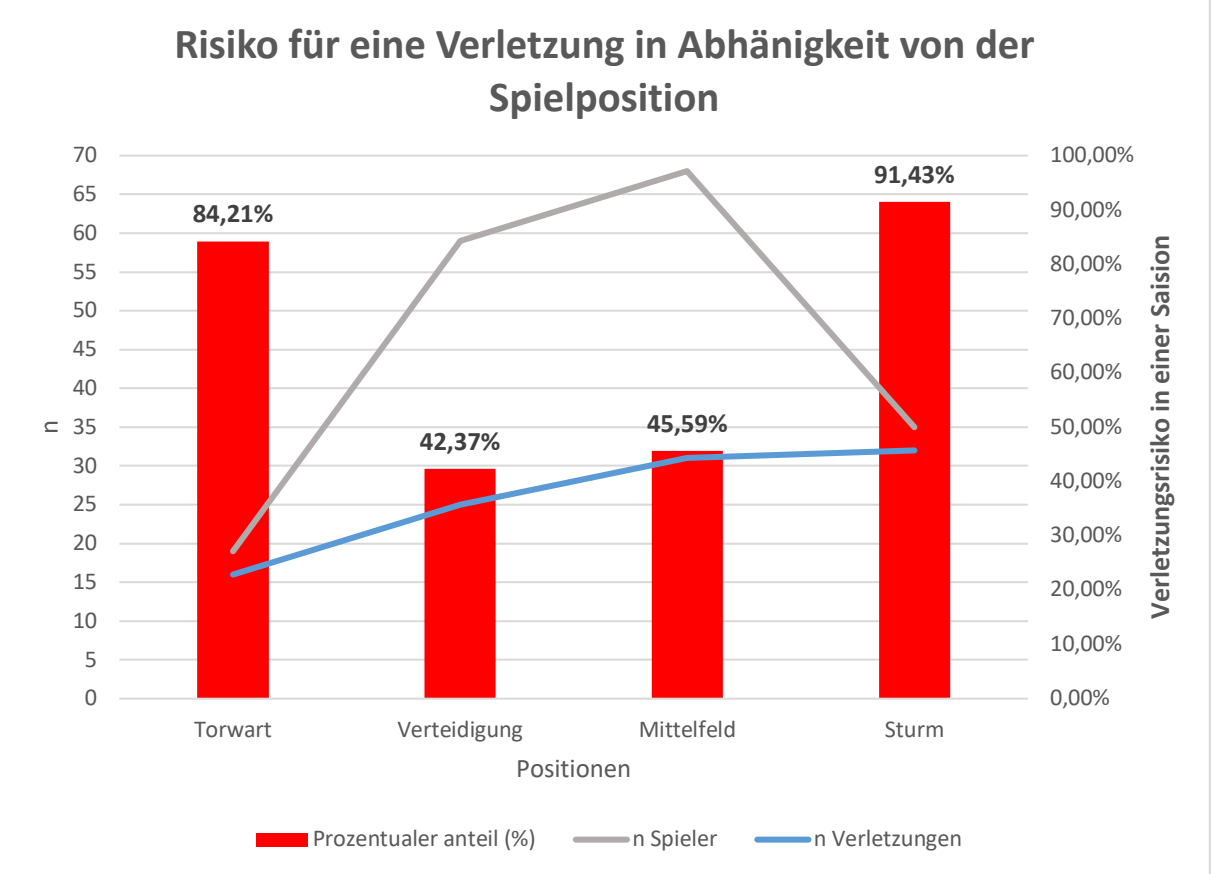


Abbildung 9: Absolutes Risiko eines Spielers für eine Verletzung in Abhängigkeit der Spielposition

4.3.3 Verletzungen in Abhängigkeit von Schuss- und Standbein

Durch statistische Auswertung der Fragebögen und Datenbank konnte festgestellt werden, dass das Standbein mit 56,70% der Verletzungen (n = 55) häufiger betroffen ist als das Schussbein mit 43,30% (n = 42).

4.3.4 Verletzungslokalisation

4.3.4.1 Nach Hauptgruppen und Untergruppen

Zur genauen Beurteilung der Verletzungslokalisation wurden nach Vorbild von Orchard [126] vier Hauptgruppen und 17 Untergruppen definiert, die eine Einteilung der Verletzungen nach Lokalisation möglich machten (vgl. 3.2.1.4 Verletzungslokalisation). Kopf und Nacken wiesen 6 (5,70%) Verletzungen auf, die oberen Extremitäten 8 (7,60%), Stamm 6 (5,70%) und die unteren Extremitäten 85 (81,73%). Tabelle 10 zeigt die statistische Verteilung von Verletzungen auf die Hauptgruppen.

Verletzungen der Kopf-/Nackenregion, der oberen Extremität und am Stamm treten mit einem Verhältnis von 1,86/1,00 deutlich häufiger im Spiel (65,00%; n = 4) als im Training (35,00%; n = 2) auf, wohingegen es zu Verletzungen der unteren Extremität mit einem Verhältnis von 1,62/1,00 wesentlich häufiger während des Trainings (61,90%; n = 52) als im Spiel (38,10%; n = 32) kommt.

Tabelle 10 : Verletzungslokalisation (Hauptgruppen)

	Spiel			Training			Gesamt		
	n	%	Inzid.	n	%	Inzid.	n	%	Inzid.
Kopf und Nacken	⇧4	8,89%	0,92	⇩2	3,39%	0,07	6	5,77%	0,18
Obere Extremitäten	⇧5	11,11%	1,15	⇩3	5,08%	0,1	8	7,69%	0,24
Stamm	⇧4	8,89%	0,92	⇩2	3,39%	0,07	6	5,77%	0,18
Untere Extremitäten	⇩32	71,11%	7,36	⇧52	88,14%	1,77	84	80,77%	2,52
Gesamt	*45*	*100,00%*	*10,35*	*59*	*100,00%*	*2,01*	*104*	*######*	*3,09*

Legende: n = Anzahl der Verletzungen; Inzidenz = Verletzungsinzidenz pro 1000 h Belastung

Eine detailliertere Darstellung der Verletzungslokalisation anhand der Kategorien ist Abbildung 10 zu entnehmen. Verletzungen des Sprunggelenkes wiesen die größte Differenz von Verletzungen im Spiel oder Training zu Gunsten von Verletzungen im Training auf. 75,00% (n = 9) der Sprunggelenksverletzungen ereigneten sich während des Trainings und 25,00% (n = 3) während im Spiel. Verletzungen der Hand/Finger/Daumen wiesen die größte Differenz zu Gunsten von Verletzungen im Spiel auf. 75,00% (n = 3) der Hand/Finger/Daumenverletzungen traten während der Spiele auf und 25,00% (n = 1) während des Trainings. Deutlich wird auch, dass die unteren Extremitäten mit 80,77% der Gesamtverletzungen den Hauptanteil an Verletzungen im Nachwuchsleistungsfußball ausmachen.

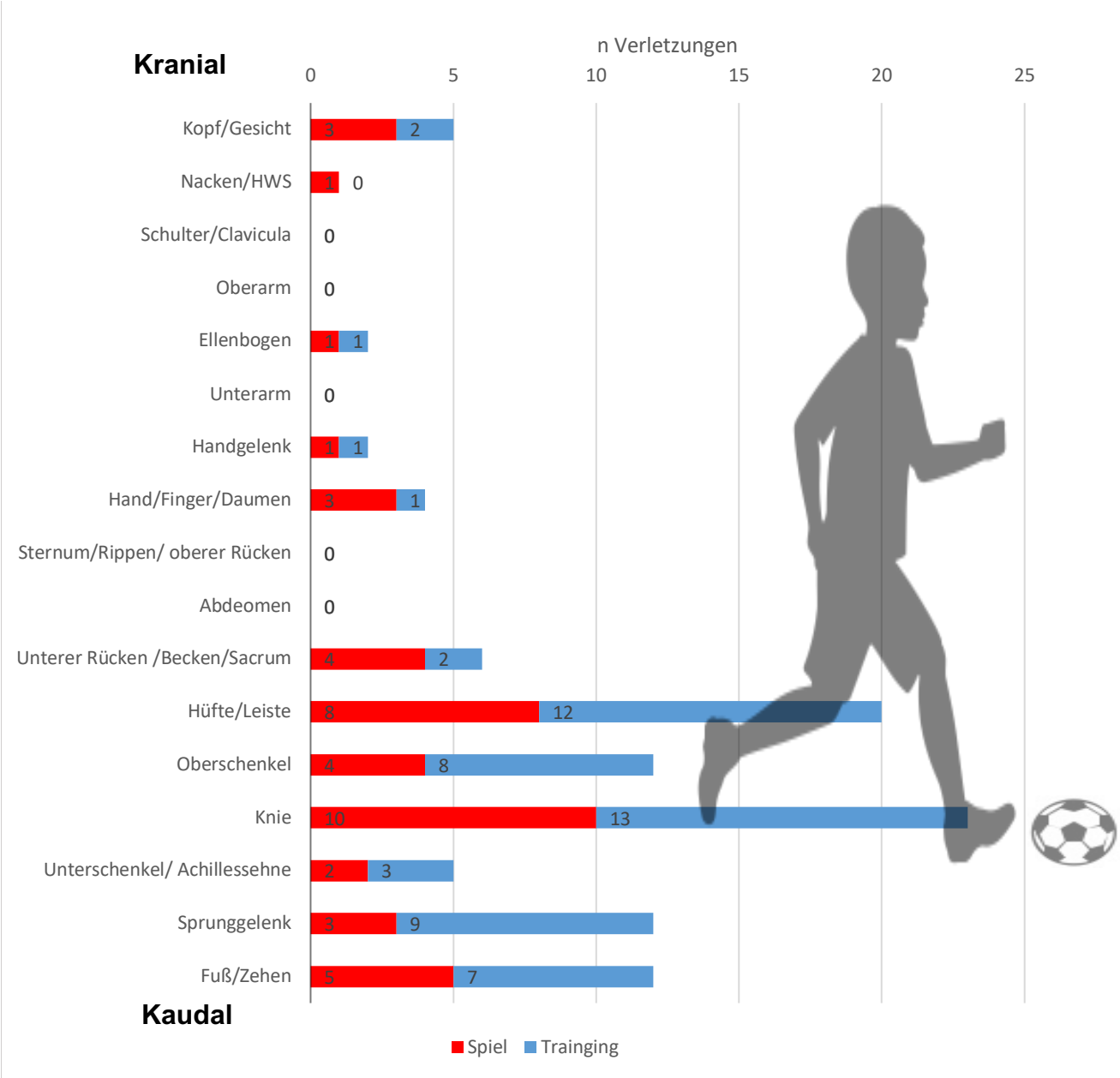


Abbildung 10: Verletzungslokalisation nach Untergruppen und Art der Belastung

4.3.4.2 Nach Art des Gewebes und Art der Pathologie

Gemäß des Sport Medicine Diagnostic Coding System (SMDCS v2.0) wurden die Verletzungen in sieben Gewebetypen und zwanzig Pathologieformen eingeteilt (siehe Tabelle 11). [128] Verletzungen von Muskeln und Sehnen nahmen mit 29,81% (n = 31) der Verletzungen den größten Anteil ein, darauf folgten Verletzungen des Knochens mit 25,96% (n = 27) und Verletzungen der Gelenke und des Knorpels mit 20,19% (n = 21). Weniger häufig zeigten sich Verletzungen des oberflächlichen Gewebes / Haut mit 10,58% (n = 11), nicht-spezifisches Gewebe mit 7,69% (n = 8), und anderes mit 0,96% (n = 1).

Tabelle 11 : Verletzungen nach Art des Gewebes und Art der Pathologie

Gewebe	Pathologie	n Verletzungen
Knochen	Fraktur	7
	Bone stress injury	3
	Physis injury	13
	Bone bruise (Knochenprellung)	3
	Andere Knochenverletzungen	1
Gelenk und Cartilago	Disluxation / Subluxation	0
	Distorsion	7
	Bandverletzung	11
	Cartilago/Meniscus	3
Muskel und Sehnen	Muskelverletzung	28
	Sehnenriss / Tendinosis /Bursitis	3
	Muskelprellung	0
Oberflächliches Gewebe / Haut	Contusion / Haematom	10
	Abrasion	0
	Lazeration	1
Zentrales und peripheres NS	Commotio cerebri	5
	Nervenschädigung	0
Nicht spezifisches Gewebe	Verletzung ohne spezifischen Gewebetyp	8
Andere	Zanhverletzungen	0
	Andere	1

4.3.5 Zeitverlust und Verletzungen nach Schweregrad

Die Anzahl der Tage, die ein Spieler aufgrund einer Verletzung nicht an Training oder Spiel teilnehmen kann, werden auch als „Time-Loss“ („Zeitverlust“) bezeichnet [26]. Insgesamt kam es während der Saison 2018/2019 bei allen 181 Spielern zu einem „Zeitverlust“ von einer Summe von 3.285 Tagen. Davon waren 1.920 Ausfalltage durch Verletzungen während des Trainings und 1365 Tage durch Verletzungen während des Spiels bedingt. Die minimale Ausfallzeit lag bei 0 Tagen, die maximale Ausfallzeit bei 235 Tagen. Die mittlere Ausfallzeit aller Verletzungen beträgt 31,59 (SD = 33,56) Tage. Die mittlere Ausfallzeit, durch Trainingsverletzungen betrug 32,54 (SD = 38,98) und durch Spielverletzungen 30,33 (SD = 25,14) Tage. Es zeigt sich kein wesentlicher Unterschied zwischen dem „Zeitverlust“ bei Verletzungen im Spiel oder Training. Grafisch wird dies in Abbildung 11 dargestellt.

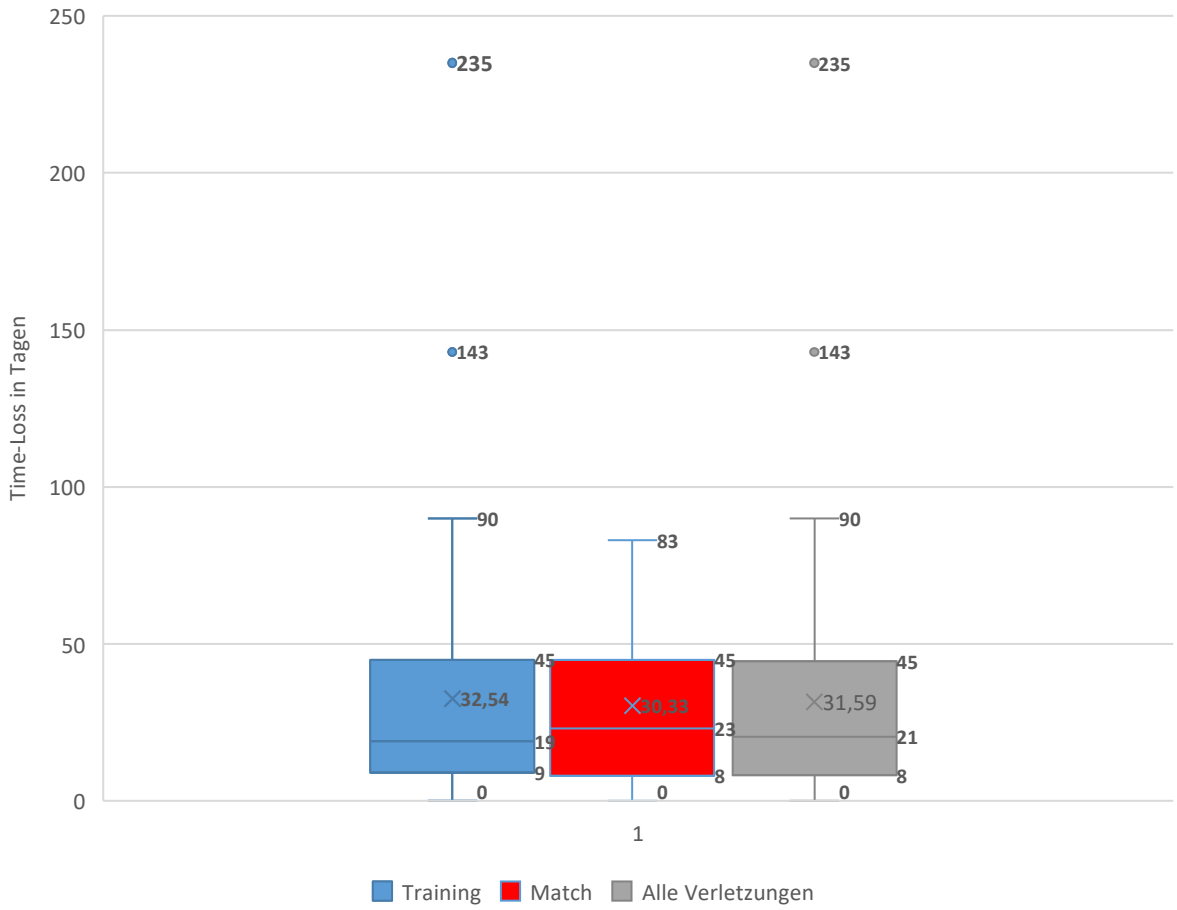


Abbildung 11: Zeitverlust von Verletzungen im Jugendprofifußball

Bei der Einteilung der beobachteten Verletzungen gemäß Van Mechelen et al. [22] und Hagglund et al. [26] verteilen sich die Verletzungen im beobachteten Kollektiv zu 20,19% (n = 21) auf geringfügig/leichte Verletzungen (1–7 Tage abwesend), zu 42,31% (n = 44) auf moderate Verletzungen (8–28 Tage abwesend) und zu 37,50% (n = 39) auf schwere Verletzungen (28 Tage abwesend) (siehe Abbildung 12).

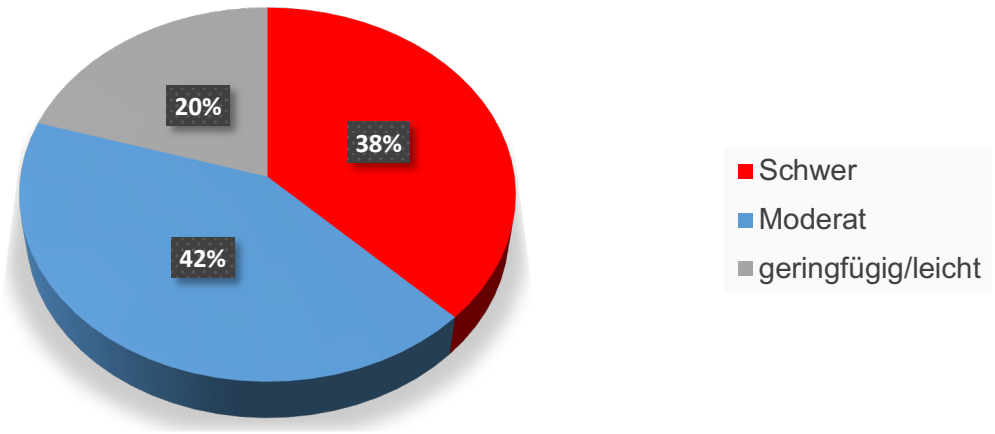


Abbildung 12: Verletzungen eingeteilt in Schweregrade

4.3.5.1 Zusammenhang zwischen Verletzungsschweregrad und der Position

Im Hinblick auf den Schweregrad einer Verletzung konnten Unterschiede zwischen den einzelnen Spielpositionen festgestellt werden (siehe Abbildung 13). „Geringfügige“ und „leichte“ Verletzungen bildeten in allen Gruppen den am wenigsten häufig vertretenen Schweregrad mit 20,19% aller Verletzungen. In der Gruppe der Torhüter liegt der Anteil von „geringfügigen“ und „leichten“ Verletzungen nur bei 6,25% und weicht damit deutlich vom Durchschnittswert ab. Gleiches gilt für den Anteil an „moderaten“ (Torhüter 68,75%; Alle 42,31%) und „schweren Verletzungen“ (Torhüter 25,00%; Alle 37,50%).

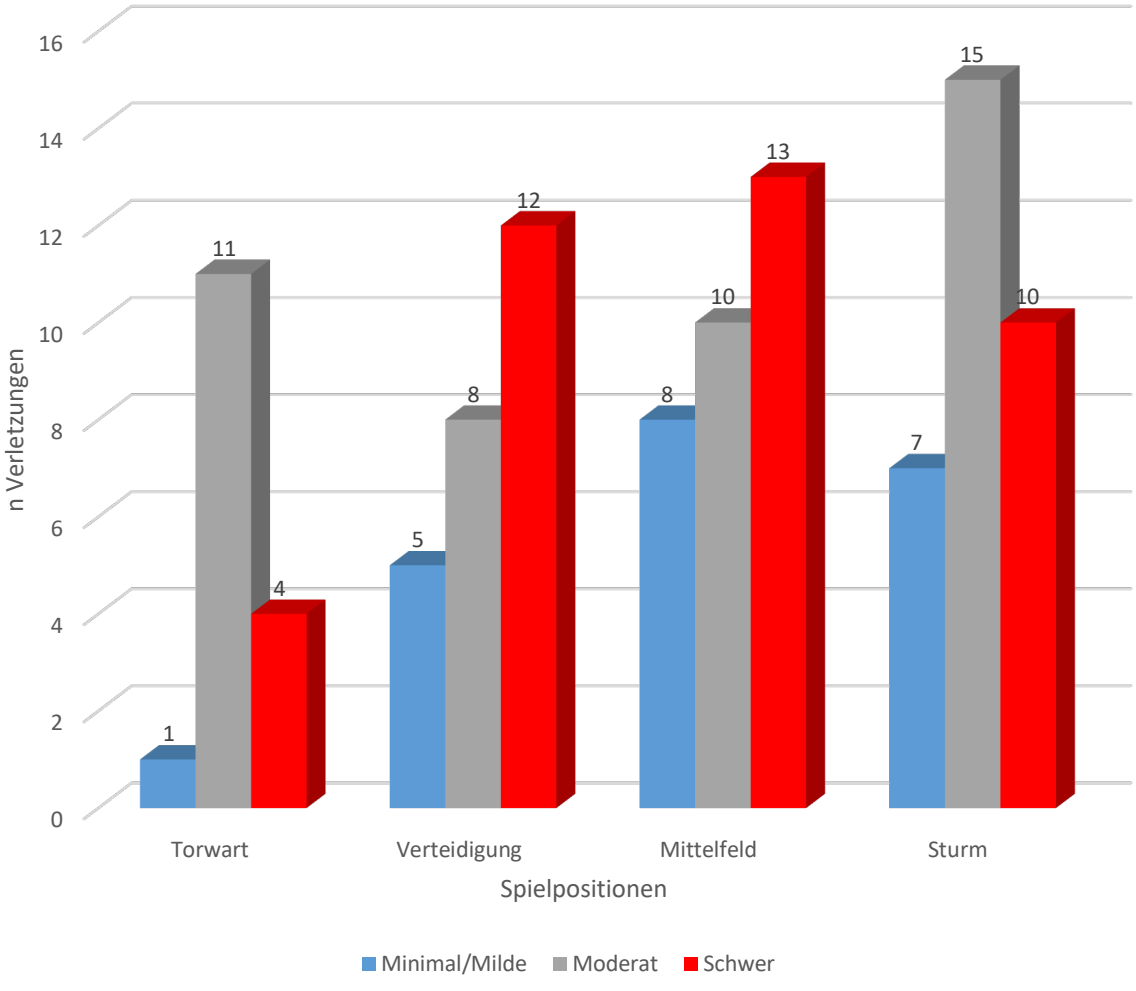


Abbildung 13: Verletzungsschweregrad nach Position

4.3.6 Verteilung der Verletzungen innerhalb der Saison

Im Rahmen der Studie wurde ebenfalls die Verteilung von Verletzungen im saisonalen Verlauf beurteilt. Hierfür wurde die Saison chronologisch in 4 Quartale unterteilt. Das erste Quartal entsprach den Monaten Juli, August und September. Das zweite Quartal den Monaten Oktober, November und Dezember. Das dritte Quartal den Monaten Januar, Februar und März. Das vierte Quartal den Monaten April, Mai und Juni. Im Verlauf der Saison lässt sich ein Abwärtstrend von Verletzungsereignissen feststellen (r = -0,8). Auffallend sind die beiden Inzidenzspitzen zu Beginn der jeweils ersten und zweiten Saisonhälfte. Die Anzahl an Verletzungen in den jeweiligen Quartalen wird in Abbildung 14 dargestellt.

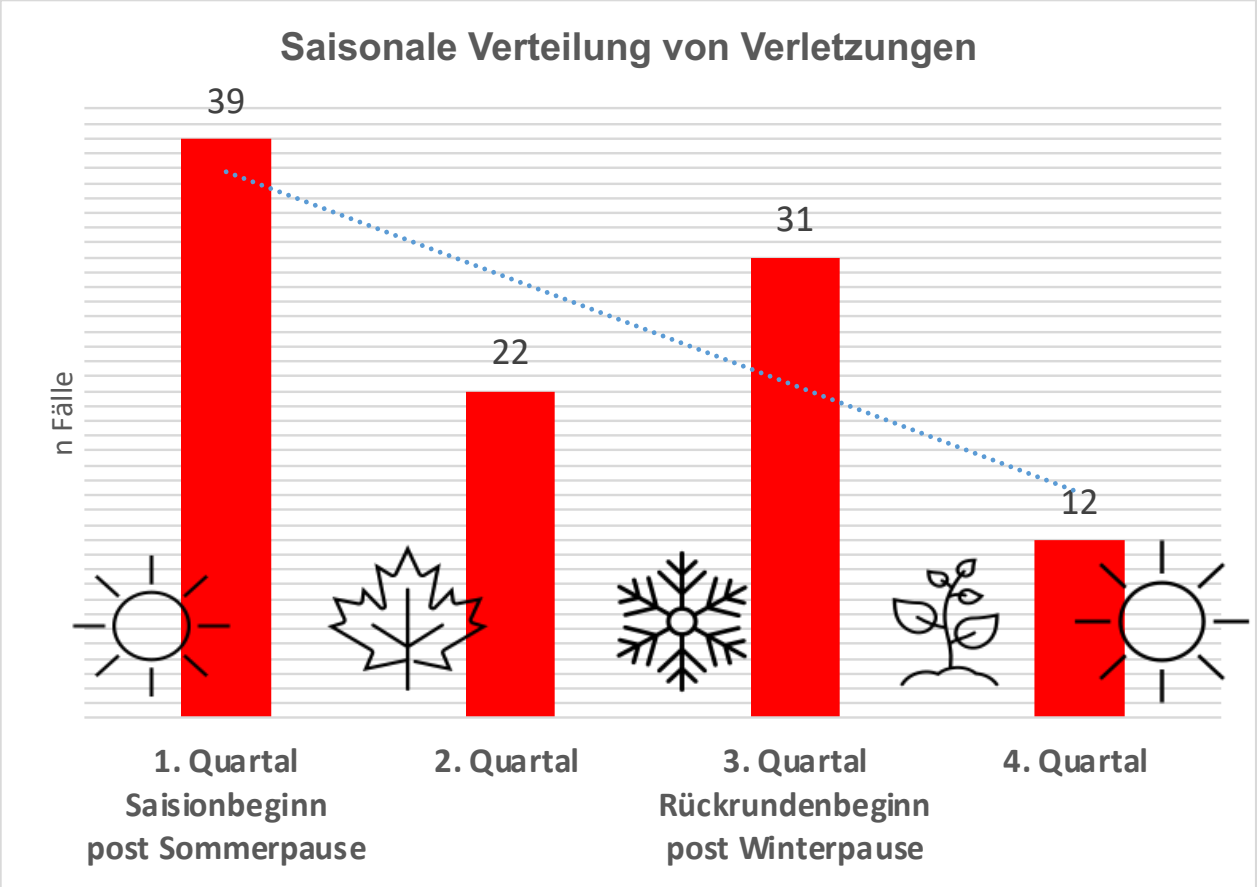


Abbildung 14: Saisonale Verteilung von Verletzungen

4.3.7 Ausfallgrund: Überlastung vs. akute Verletzung

Bei Analyse des Ausfallgrundes zeigte sich eine homogene Verteilung auf die beiden Einteilungsmöglichkeiten „Überlastung“ und „akute Verletzung“. Der Anteil der akuten Verletzungen betrug 52,88% (n = 55), der der chronischen Überlastungsverletzungen lag bei 44,23% (n = 46). 2,89% (n = 3) der Verletzungen ließen sich nicht klar zuordnen.

4.3.8 Korrelationen mit äußeren Verletzungsumständen

4.3.8.1 Kontaktverletzungen vs. Kein-Kontaktverletzungen

Bei Bewertung der Kontakt- vs. Kein-Kontaktverletzungen überwiegt der Anteil der Kein-Kontaktverletzungen (60,58% (n = 63)) den der Kontaktverletzungen (37,50% (n = 39)). Bei zwei Verletzungen (1,92%) blieb der Verletzungshergang aufgrund fehlender Angabe im Fragebogen unbekannt (siehe Abbildung 15),

4.3.8.1.1 Kontaktverletzungen

Bei genauerer Untersuchung der Kontaktverletzungen zeigten sich 32 (82,05%) Verletzungen durch Kontakt mit dem Gegenspieler, 7 (17,95%) Verletzungen bei Kontakt mit Ball und keine Verletzungen (0,00 %) bei Kontakt mit Mitspieler und Tor (siehe Abbildung 15).

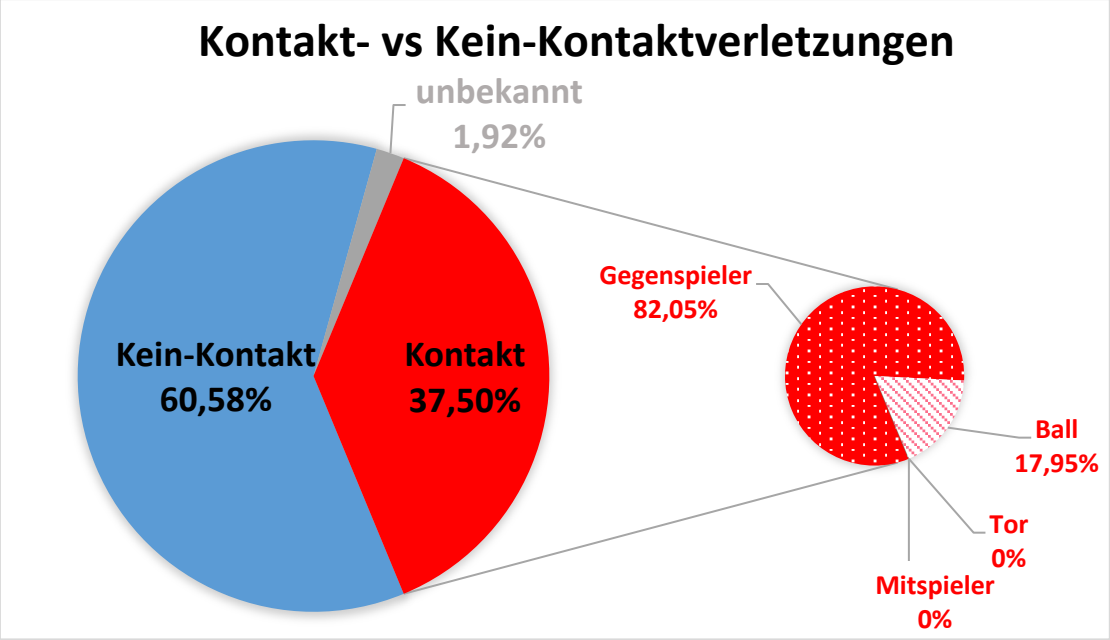


Abbildung 15: Kontakt- vs. Kein-Kontaktverletzungen

4.3.8.1.2 Kontaktverletzungen mit und ohne Regelverstoß

Die Analyse der 32 Verletzungen, bei denen es zu Kontakt mit Gegenspielern kam, zeigte, dass 28,13% (n = 9) dieser Verletzungen im Zusammenhang mit einem Foul des Gegenspielers stattfinden. 6,25% (n = 2) dieser Verletzungen traten durch ein vom Verletzten selbst provoziertes Foul auf. 43,75% (n = 14) dieser Verletzungen wiesen Kontakt mit einem Gegenspieler auf bei welchem es von keiner Seite zu einem Foul kam. Bei 21,88% (n = 7) der Kontaktverletzungen war eine genauere Einteilung in Regelverstöße nicht möglich. Das Verhältnis von Verletzungen durch „Foul durch Gegenspieler“, „Foul durch Verletzten“ und „kein Foul“ wird in Abbildung 16 dargestellt.

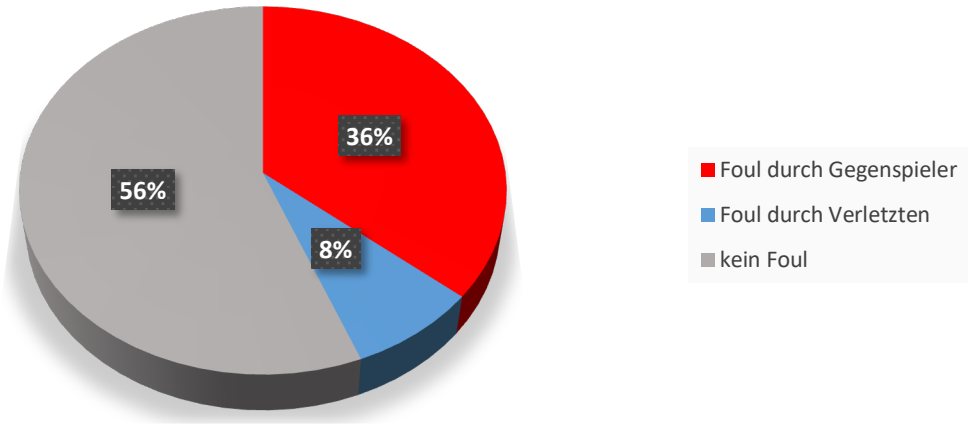


Abbildung 16: Kontaktverletzungen mit und ohne Regelverstoß

4.3.8.2 Platzbeschaffenheit

4.3.8.2.1 Platzbeschaffenheit bei Training und Spielen

Die Analyse der Platzbeschaffenheit ergab, dass 80% der Gesamt-Belastung auf Kunstrasen, 19% auf Rasen und 1% auf Hallenboden stattfand.

Tabelle 12: Verletzungsrisiko auf Naturrasen, Kunstrasen und Hallenboden

Boden	**Naturrasen**				**Kunstrasen**				**Halle**				**Gesamt**
Belastung in %	↓ 19%				↑ 80%				↓ 1%				
Belastung in h	6401,69				26954,47				336,93				**33693,08**
Verletzungen	**Gesamt**	Schwer	Moderat	Leicht	**Gesamt**	Schwer	Moderat	Leicht	**Gesamt**	Schwer	Moderat	Leicht	
n Verletzungen	↓ **14**	7	5	2	↑ **42**	17	19	6	↓ **2**	1	0	1	**58 von 104**
% Verletzungen	**24,14%**	12,07%	8,62%	3,45%	**72,41%**	29,31%	32,76%	10,34%	**3,45%**	1,72%	0,00%	1,72%	**100,00%**
Verletzungsinzidenz pro 1000 h Belastung	↑ **2,19**	1,09	0,78	0,31	↓ **1,56**	0,63	0,7049	0,2226	↑ **5,94**	2,97	0	2,968	**3,09**

4.3.8.2.2 Platzbeschaffenheit bei Verletzungen

Von 104 Verletzungen konnten ca. 50% (n = 46) aufgrund von mangelnder Dokumentation nicht gezählt werden. Bei den restlichen 58 Verletzungen verhielt sich die Verteilung der Verletzungen auf die verschiedenen Böden wie folgt: 24,14% (n = 14) der Verletzungen geschahen auf Naturrasen, 72,41% (n = 42) auf Kunstrasen und 3,45% (n = 2) auf Hallenboden. Naturrasen weist mit einer Verletzungsinzidenz von 2,19 Verletzungen pro 1.000 h Belastung eine höhere Inzidenz auf als Kunstrasen mit 1,56 Verletzungen pro 1.000 h Belastung. Daraus ergibt sich ein 1,4-fach höheres Risiko für Verletzungen auf Naturrasen. Mit deutlich höherer Inzidenz von 5,94 Verletzungen pro 1.000 h Belastung hebt sich der Hallenboden bezüglich des Verletzungsrisikos deutlich von den anderen beiden ab. Von Interesse sind auch die Verletzungen, die nach Schweregrad in die Kategorie „schwer“ klassifiziert werden konnten. Hier zeigte sich, dass 28,00% (n = 7) der schweren Verletzungen auf Naturrasen, 68,00% (n = 17) auf Kunstrasen und 4,00% (n = 1) auf Hallenboden geschahen. Bei genauerer Analyse und Berücksichtigung der Belastung ergab sich hierbei ein 1,7-fach erhöhtes Verletzungsrisiko für „schwere“ Verletzungen auf Naturrasen im Vergleich zum Kunstrasen auf (1,09 vs. 0,63 pro 1.000 h Belastung).

4.3.9 Rezidive

Während des Beobachtungszeitraums verletzten sich 15 Spieler mehrfach. 9 dieser Verletzungen (60,00%) entsprachen Rezidiven einer bereits in der beobachteten Saison stattgehabten identischen Verletzung. Vier dieser Verletzungen (26,67%) traten innerhalb von 2 Monaten nach finaler Rehabilitation der vorherigen Verletzung statt.

4.4 Spezielle Verletzungen

Die Krankheitsbilder MOS, Sprunggelenksverletzungen und Muskelverletzungen der Oberschenkel- und Hüftregion zeigten in dieser Studienpopulation ein besonders häufiges Vorkommen. Eine genaue deskriptive Betrachtung dieser Krankheitsbilder und deren Verletzungscharakteristika, war daher von besonderem Interesse.

4.4.1 Morbus Osgood-Schlatter

4.4.1.1 Inzidenz und Charakterisierung der Verletztenpopulation

Im Beobachtungszeitraum wurde 10-mal die Diagnose MOS gestellt. Dies entspricht einem Anteil von 9,62% aller Verletzungen und 0,30 Verletzungen pro 1.000 Stunden Belastung. Die Verletztenpopulation der betroffenen Spieler wird in Tabelle 13 dargestellt.

Tabelle 13: Anthropometrische Daten der MOS-Erkrankten

	MW+/-SD	Median	Minimum	Maximum
Alter [Jahre] am 1.1.2019	12,20 +/- 1,60	11,50	10,00	15,00
Körpergröße [m]	1,59 +/- 0,10	1,60	1,44	1,72
Gewicht [kg]	46,76 +/- 9,02	49,45	30,90	62,30
BMI [kg/m²]	18,41 +/- 1,91	18,90	14,90	21,30

Die Verteilung des MOS in den verschiedenen Altersgruppen dieser Spielerpopulation legt nahe, dass dieses Krankheitsbild eine Verletzung des frühpubertären Fußballspielers ist (siehe Abbildung 17). Das Durchschnittsalter beträgt 12,2 Jahre. Spieler unter 10 Jahren und über 15 Jahren waren nicht betroffen.

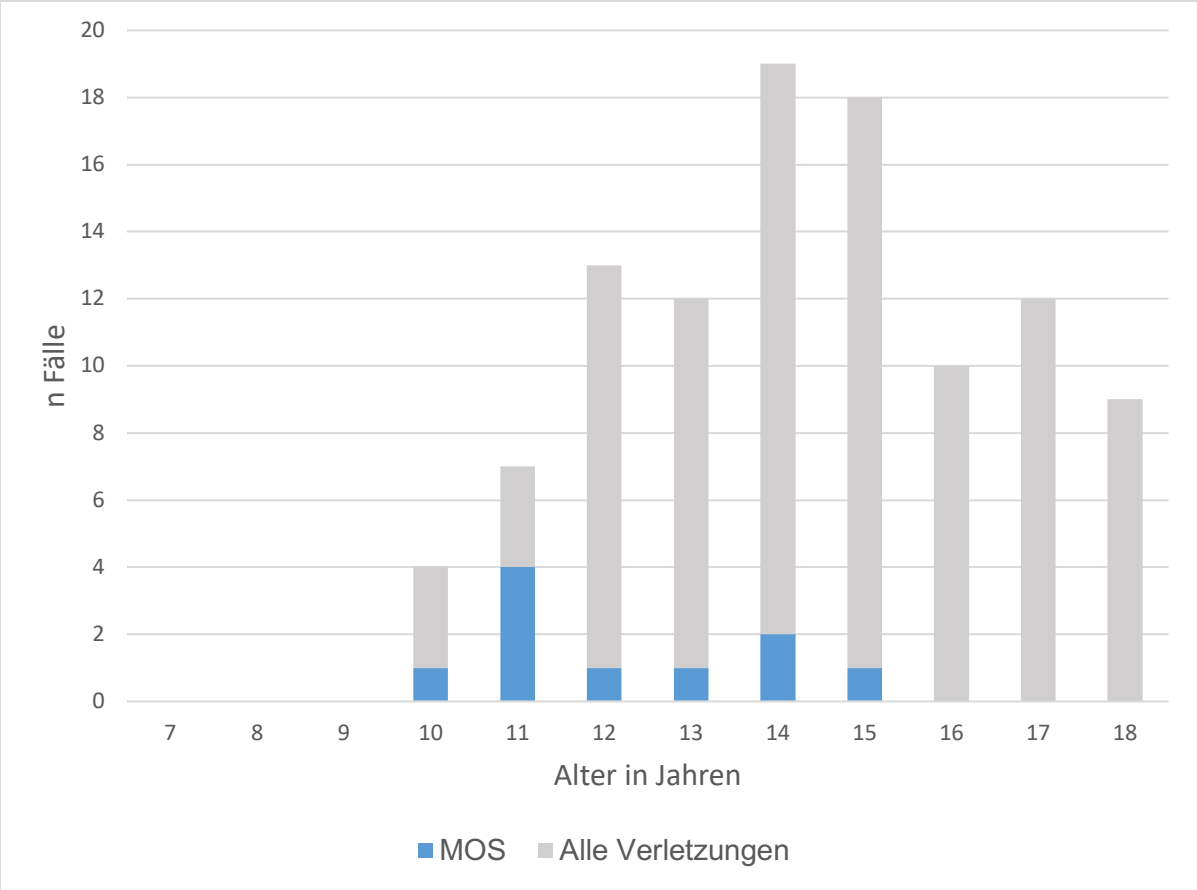


Abbildung 17: MOS in Abhängigkeit des Alters der Spieler

Bei den Spielpositionen zeigte sich, dass Stürmer mit vier Fällen am meisten betroffen waren, gefolgt von Verteidigern und Mittelfeldspielern mit jeweils drei Fällen. Von den insgesamt 19 Torhütern dieser Studienpopulation, erkrankte keiner an MOS. Unter Berücksichtigung der ungleichen Anzahl an Stürmern, Mittelfeldspielern, Verteidigern und Torhütern in dieser Studienpopulation, haben wir das absolute und relative Risiko an MOS zu erkranken, für die jeweiligen Positionen ausgerechnet. Das absolute Risiko wird in Abbildung 18 dargestellt. Hier zeigt sich, dass im Vergleich zu der absoluten Anzahl an Fällen, die unter Stürmern (n = 4), Verteidigern (n = 3) und Mittelfeldspielern (n = 3) ähnlich ist, das absolute Risiko für Stürmer deutlich höher ist. Das relative Risiko für Stürmer während einer Saison an MOS zu erkranken beträgt 2,78. Stürmer haben demnach ein beinah 3-Mal so hohes Risiko an MOS zu erkranken wie andere Spieler.

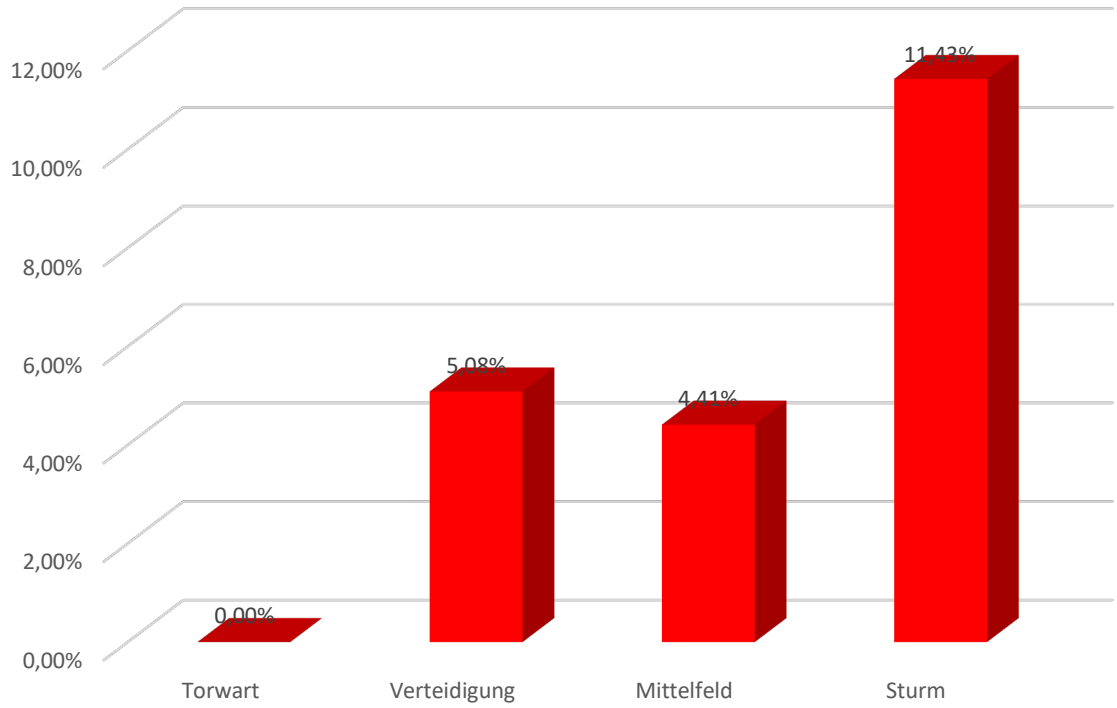


Abbildung 18: Absolutes Risiko für das Auftreten eines MOS bezogen auf die einzelnen Spielpositionen

Spieler mit der Diagnose MOS fielen im Mittel für 43,60 (SD = 14,32) Tage aus. Nach Einteilung in Schweregrade lassen sich 80,00% (n = 8) der Fälle von MOS als schwer klassifizieren, 20,00% (n = 2) als moderat und kein Fall als minimal/milde. Die kürzeste Zeit, die ein Spieler brauchte, bis er wieder am Training teilnehmen konnte betrug 19 Tage, die maximale Anzahl betrug 62 Tage.

Beim Vergleich des Zeitverlustes von MOS mit dem Zeitverlust aller Verletzungen fällt auf, dass der Median mit 45 Tagen mehr als doppelt so hoch ist wie der Median aller Verletzungen mit 21 Tagen.

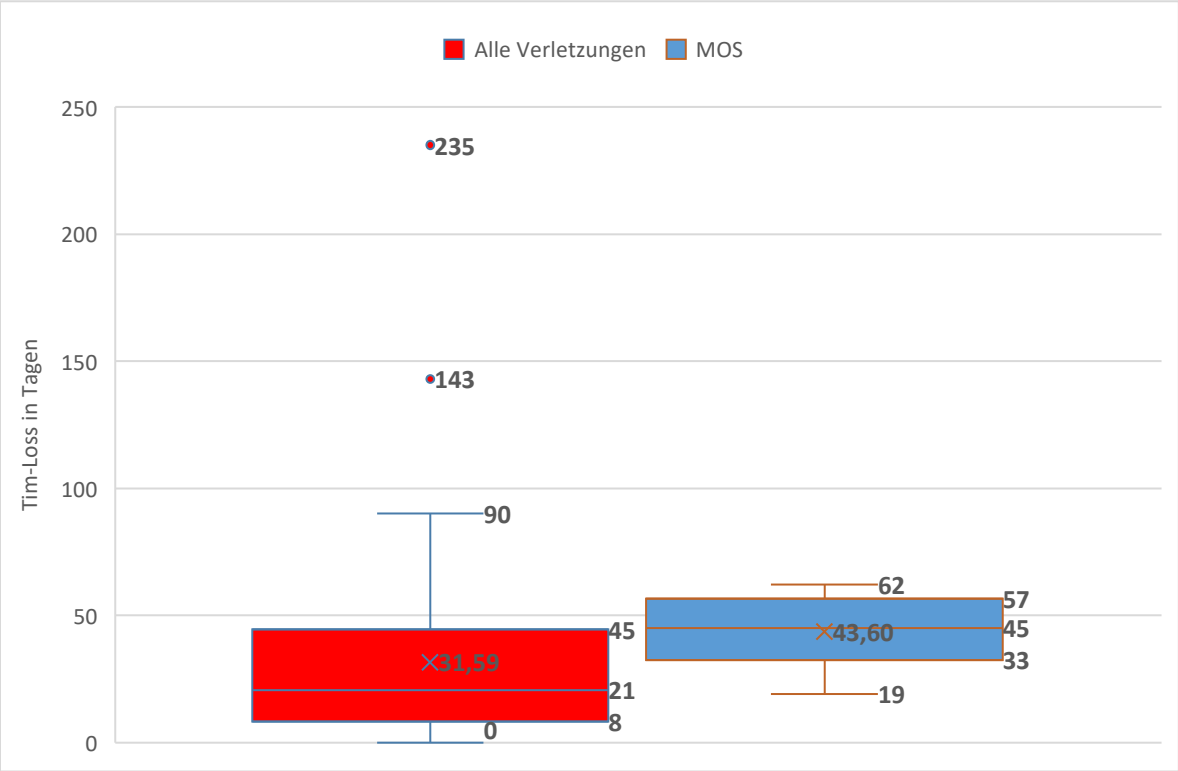


Abbildung 19: Zeitverlust bei MOS

Das Auftreten von MOS zeigt mit 71,42% (n = 5) eine stärkere Verletzungsanfälligkeit des Standbeins der Spieler. Zwei der Verletzungen konnten dem Schussbein zugeordnet werden. Im Vergleich mit dem Verletzungsverhältnis zwischen Stand- und Schussbein der gesamten Studienpopulation (56,70% vs. 43,30), stellt sich ein deutlicher Unterschied dar. Verdeutlicht wird dies in Abbildung 20. Auch bei der Ausfallzeit zeigt sich das Schussbein mit 51,5 Tagen einen schwerwiegenderen Verlauf als das Standbein mit 39 Tage.

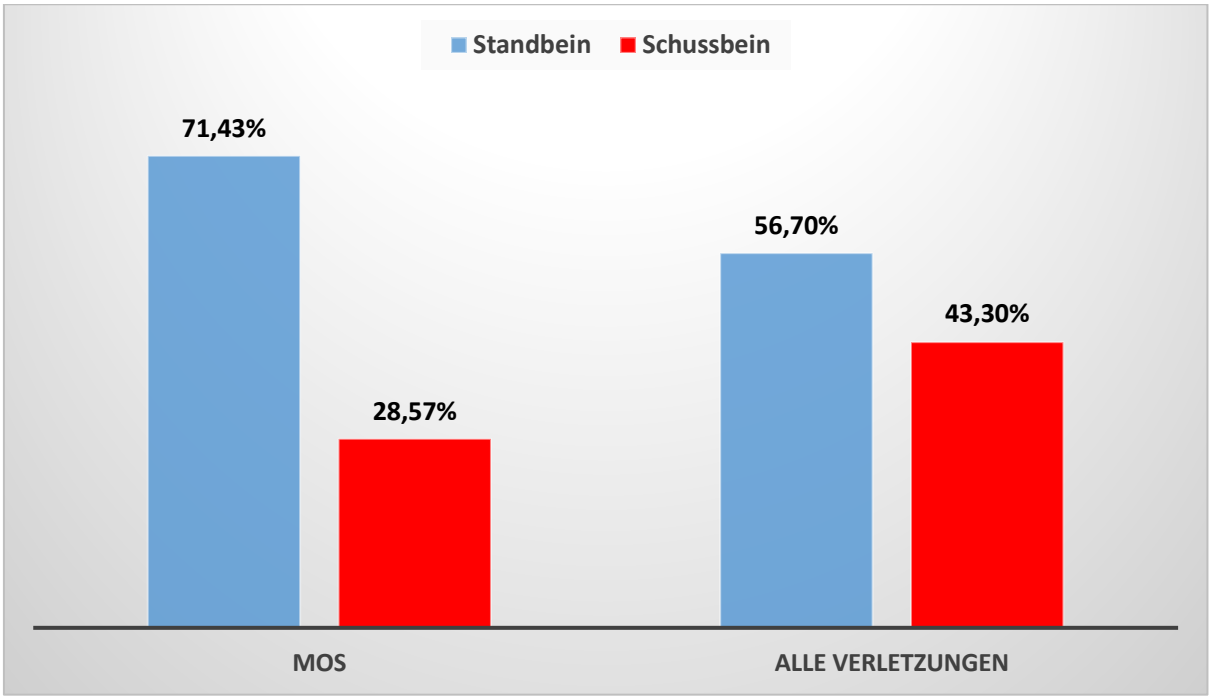


Abbildung 20: MOS in Abhängigkeit vom Spielbein im Vergleich zu allen Verletzungen

Der BMI der Spieler die an MOS erkrankten betrug im Durchschnitt 18,40, das Minimum 14,90 und das Maximum 20,78. Es ließ sich keine Korrelation zwischen BMI und Zeitverlust bei MOS feststellen (r =0,07).

Die zeitliche Verteilung der Erkrankungen an MOS nimmt im Verlauf der Saison zu. Im vierten Quartal fällt die Inzidenz wieder ab (siehe Abbildung 21).

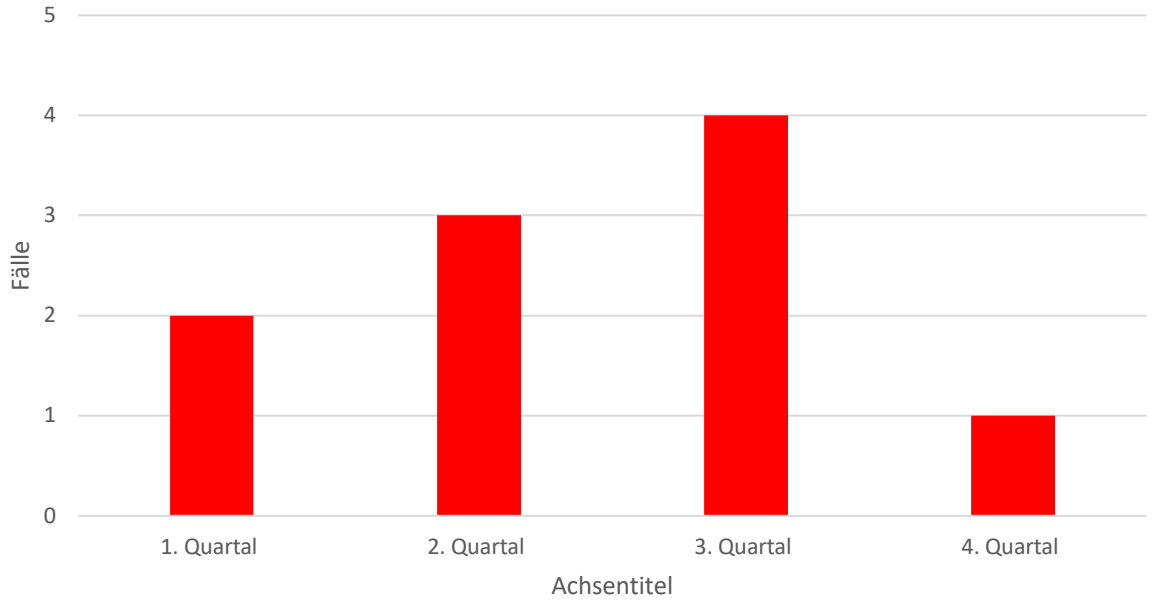


Abbildung 21: MOS nach Quartal

4.4.2 Verletzungscharakteristika des Sprunggelenks

4.4.2.1 Inzidenz von Verletzungen des Sprunggelenks

In unserer Studie zeigte sich, dass Sprunggelenksverletzungen mit 12 Fällen (11,45%) häufig auftreten. Eine Beschreibung der Population der Sprunggelenksverletzten findet sich in Tabelle 14.

Insgesamt gliederten sich die Sprunggelenksverletzungen in 6 Bandrupturen (50,00 % der Sprunggelenksverletzungen), vier Distorsionen (33,33%), eine „Wachstumsfugen-/Apophysenverletzung“ (8,33%) und eine „andere Knochenverletzung“ (8,33%). Bei den Bandverletzungen zeigte sich vor allem das Lig. fibulotalare anterius betroffen (n = 6; 100 %), gefolgt von Lig. fibulocalcaneare (n = 2; 33,33%), welches in unserer Studienpopulation nur in Kombination mit dem Lig. fibulotalare anterius riss. Neun der Sprunggelenksverletzungen (75,00%) traten während des Trainings und drei (25,00%) im Spiel auf. Bei der Betrachtung der Inzidenz bezogen auf die Belastung, konnte eine Inzidenz pro 1.000 h im Training von 0,31 und im Spiel von 0,69 festgestellt werden.

Tabelle 14: Anthropometrische Daten der Spieler mit Sprunggelenksverletzungen

	MW+/-SD	Median	Minimum	Maximum
Alter [Jahre] am 1.1.2019	18,60 +/- 1,32	15,00	13,00	18,00
Körpergröße [m]	2,13 +/- 0,07	1,79	1,61	1,89
Gewicht [kg]	78,58 +/- 8,51	68,10	44,30	75,20
BMI [kg/m²]	24,77 +/- 1,75	20,80	17,10	23,70

4.4.2.2 Spielerprofil der Sprunggelenksverletzung

Die Sprunggelenksverletzungen trafen in einem Fall (8,33 %) die Torhüter, in 5 Fällen (41,67%) die Verteidiger, in 4 Fällen (33,33%) die Mittelfeldspieler und in 2 Fällen (16,67%) die Stürmer. Das absolute Risiko einer Sprunggelenksverletzung war für Verteidiger am größten (8,47%), gefolgt von den Mittelfeldspielern (5,88%), den Stürmern (5,71%) und den Torhütern (5,26%). Das relative Risiko einer Sprunggelenksverletzung lag mit 1,48 für Verteidiger etwa doppelt so hoch wie für andere Spielpositionen.

Die Betrachtung von Sprunggelenksverletzungen in Abhängigkeit des Spielbeins zeigt, dass zu mehr als Zweidritteln das Schussbein betroffen ist. Dies ist insofern interessant, da bei allen akuttraumatischen oder chronischen Überlastungsverletzungen im Durchschnitt öfter das Standbein betroffen ist. Verdeutlicht wird dies in Abbildung 22.

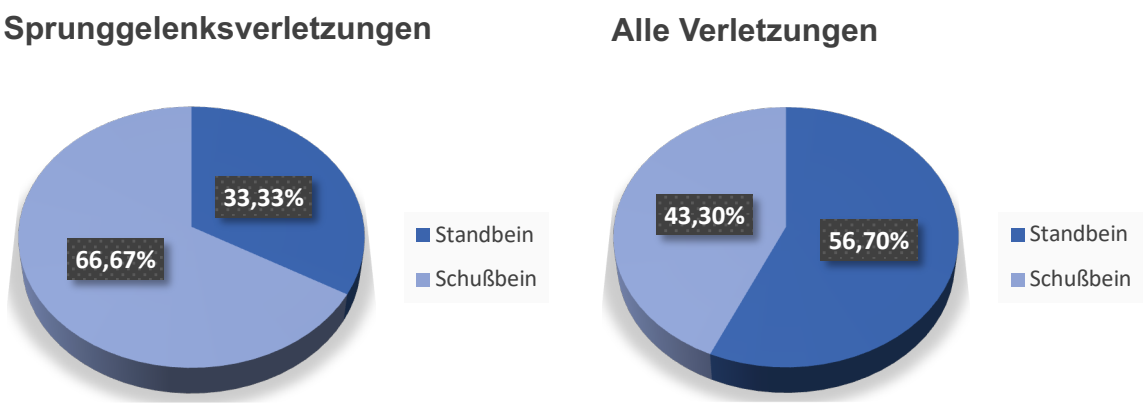


Abbildung 22: Sprunggelenksverletzungen im Vergleich zu allen Verletzungen in Abhängigkeit vom Spielbein

Von Sprunggelenksverletzungen sind vor allem Spieler über 15 Jahren betroffen. 83% aller Sprunggelenksverletzungen (n = 10) ereignen sich erst nach dem 15. Lebensjahr (siehe Abbildung 23).

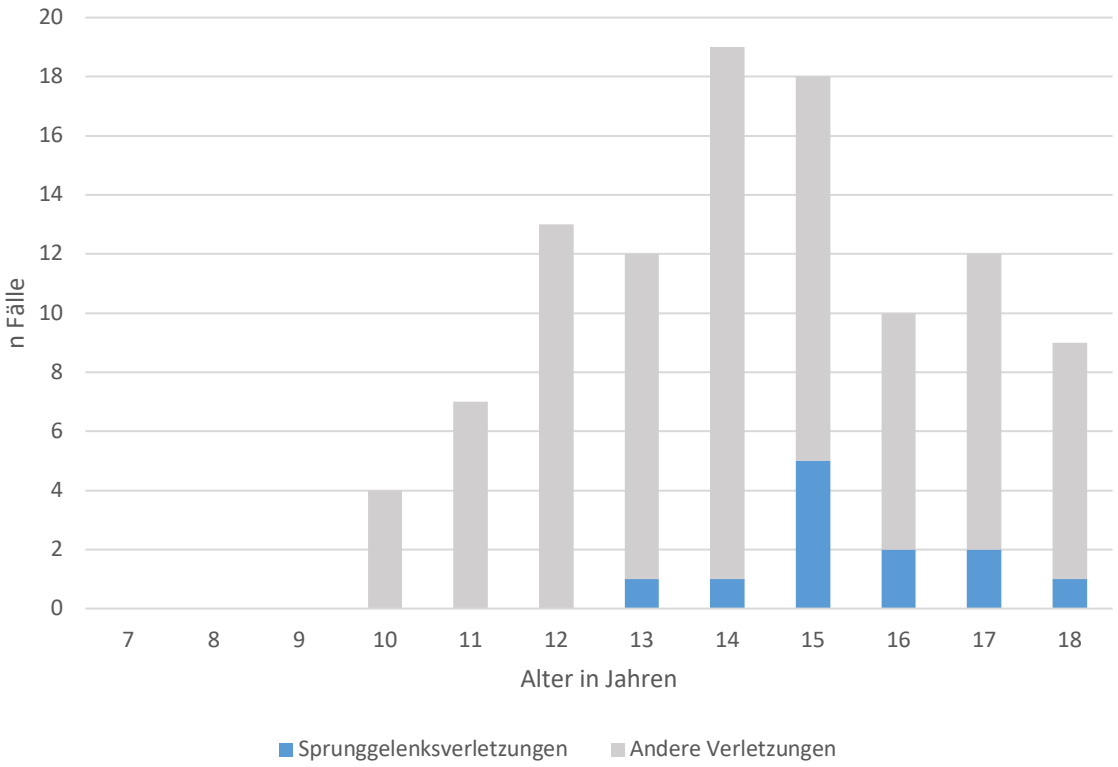


Abbildung 23: Sprunggelenksverletzungen in Abhängigkeit vom Alter der Spieler

Abbildung 24 stellt grafisch die Verteilung der Sprunggelenksverletzungen nach Art der Patholgie dar. Unterschieden wurde zwischen Bandverletzungen, Distorsionen, Wachstumsfugen-/Apophysenverletzungen und anderen Kochenverletzungen im Bereich des Sprunggelenks. Bandverletzungen traten mit Abstand am häufigsten auf.

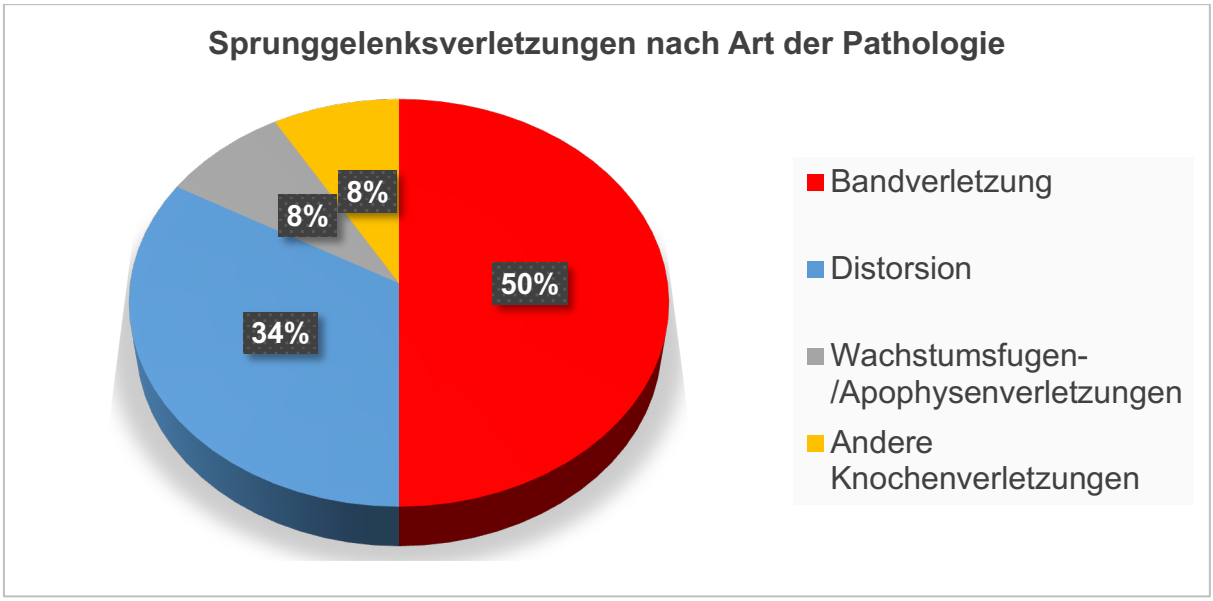
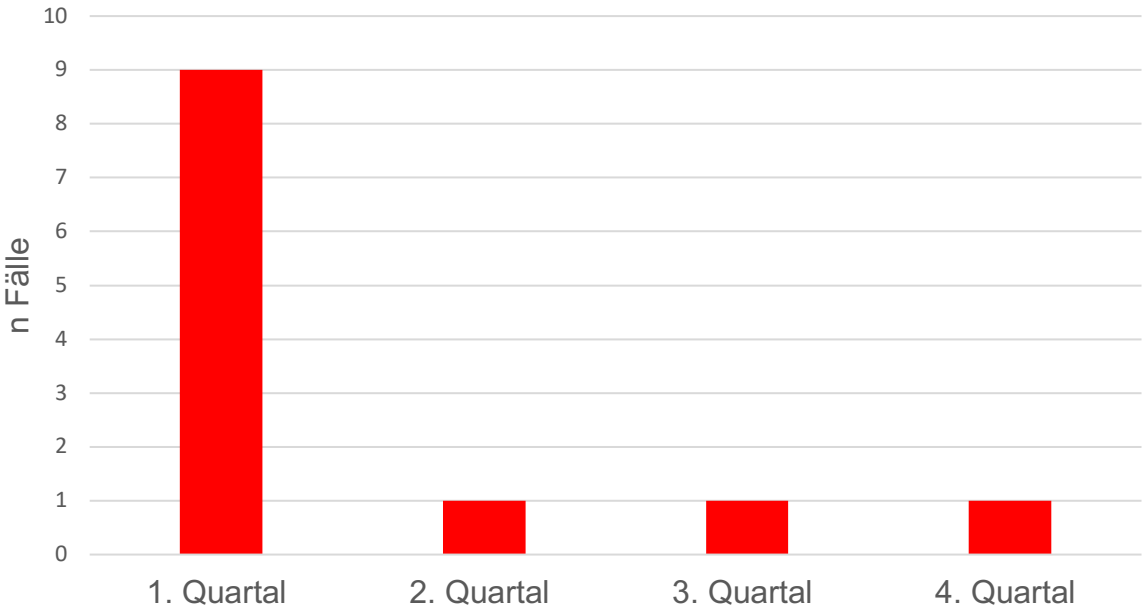


Abbildung 24: Sprunggelenksverletzungen nach Art der Pathologie

4.4.2.3 Zeitliches Auftreten von Sprunggelenksverletzungen

Sprunggelenksverletzungen traten mit 75,00% vor allem im 1. Quartal der Saison auf. In absoluten Zahlen fanden sich 9 Sprunggelenksverletzungen im Training und drei im Spiel. Bezogen auf eine 1.000-stündige Belastung zeigten sich 0,31 Sprunggelenksverletzungen im Training und 0,69 im Spiel (siehe Abbildung 25).



Abbildungen 25: Sprunggelenksverletzungen im saisonalen Verlauf und Zeitpunkt der Sprunggelenksverletzung in Abhängigkeit von Training und Spiel

4.4.2.4 Schweregrad und Zeitverlust bei Sprunggelenksverletzungen

Die dokumentierten Sprunggelenksverletzungen zeigten zusammen eine mittlere Ausfallzeit von 35 (SD = 24,54) Tagen. Der Zeitverlust der einzelnen detaillierten Diagnosen findet sich in Tabelle 15. Nach Einteilung in Schweregrade lassen sich 58,33% (n = 7) der Sprunggelenksverletzungen als schwer klassifizieren, 25,00% (n = 3) als moderat und 16,66% (n = 2) als minimal/milde. Die kürzeste Zeit, die ein Spieler brauchte, bis er wieder vollständig am Training teilnehmen konnte betrug 6 Tage, die längste 83 Tage.

Tabelle 15: Zeitverlust von Sprunggelenksverletzungen in Tagen

	MW+/-SD	Median	Minimum	Maximum
Alle Sprunggelenks-verletzungen	35,00 +/- 24,53	35,50	6,00	83,00
Bandverletzungen	45,67 +/- 12,64	44,00	29,00	68,00
Distorsionen	9,00 +/- 4,76	7,00	6,00	16,00
Alle Verletzungen	31,59 +/- 33,56	20,50	0,00	235,00

4.4.3 Charakteristika von Muskelverletzungen der unteren Extremität

4.4.3.1 Inzidenz von Muskelverletzungen der unteren Extremität

Muskelverletzungen der unteren Extremität (UE) stellten mit 26,92 % (n = 28) die häufigste Verletzungsart in der Studie dar. Der Großteil der muskulären Verletzungen der unteren Extremitäten beruhen auf Nichtkontakt-Verletzungen (n = 24; 85,71%) und in lediglich 14,29% der Fälle (n = 4) war der Verletzungsmechanismus auf einen Kontakt zurückzuführen (siehe Abbildung 26). Die Populationscharakteristiken der Spieler mit Muskelverletzungen zeigt Tabelle 16.

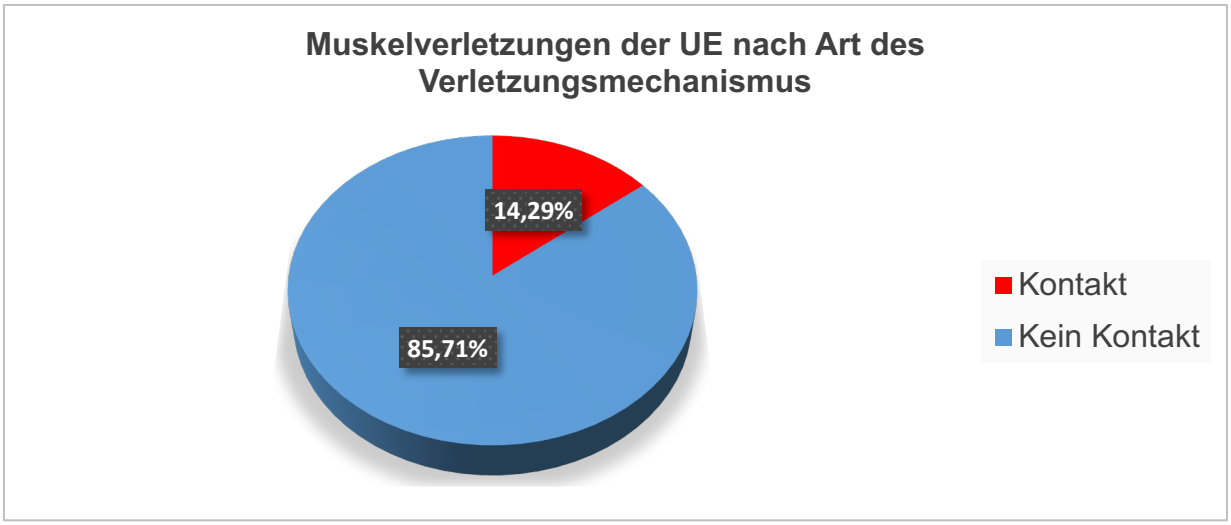


Abbildung 26: Muskelverletzungen der UE nach Art des Verletzungsmechanismus

Tabelle 16: Anthropometrische Daten der Spieler mit Muskelverletzungen der unteren Extremitäten

	MW+/-SD	Median	Minimum	Maximum
Alter [Jahre] am 1.1.2019	14,71 +/- 2,21	14,00	10,00	18,00
Körpergröße [m]	1,72 +/- 0,09	1,74	1,52	1,87
Gewicht [kg]	62,45 +/- 11,54	65,45	35,50	80,80
BMI [kg/m²]	20,82 +/- 2,30	21,25	5,40	24,70

Insgesamt zeigten sie eine Inzidenz von 0,83 Verletzungen pro 1.000 h Belastung. Die Verletzungsinzidenz pro 1.000 h Belastung Training beträgt 0,65 (n =19) und im Spiel 2,07 (n = 9). Abbildung 27 verdeutlicht, dass sich der Großteil der muskulären Verletzungen der unteren Extremitäten während des Trainings ereignen.

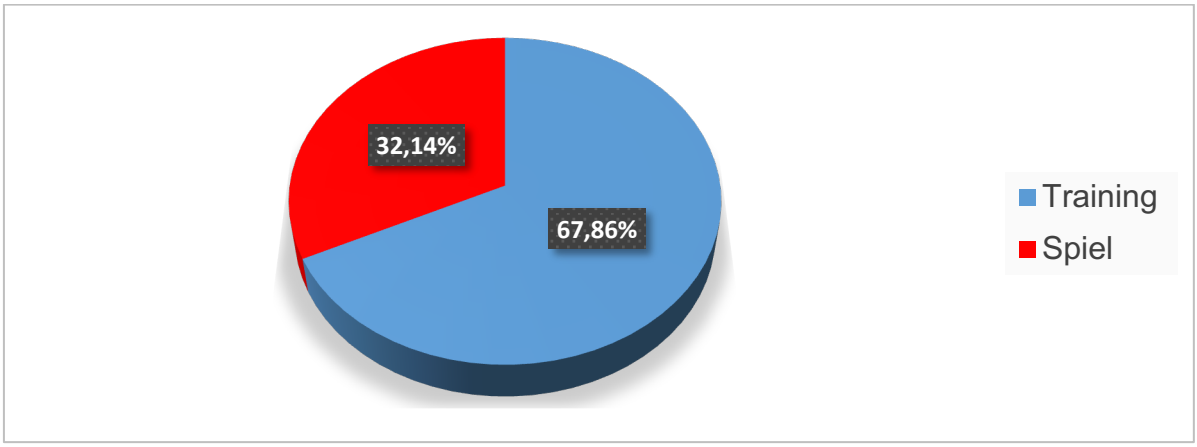


Abbildung 27: Auftreten von Muskelverletzungen der unteren Extremität in Abhängigkeit von Training und Spiel

4.4.3.2 Schweregrad und Zeitverlust bei Muskelverletzungen der UE

Muskelverletzungen der unteren Extremität führen zu einer durchschnittlichen Ausfallzeit von 24,04 (SD = 31,16) Tagen. Mit einem Zeitverlust von ein bis 143 Tagen ist bei Muskelverletzungen der unteren Extremitäten mit sehr variablen Ausfallzeiten zu rechnen. 57,14 % der Verletzungen lassen sich aufgrund des Zeitverlustes in moderate Verletzungen einteilen. Zudem zeigen sich 17,86% schwere und 25,00% milde Muskelverletzungen. Bei isolierter Betrachtung des Zeitverlustes von Muskelverletzungen des Oberschenkels im Vergleich zu Muskelverletzungen der Hüfte fällt auf, dass die muskulären Verletzungen des Oberschenkels mit einem durchschnittlichen Zeitverlust von 24,91 (SD = 29,58), leicht weniger schwer sind als die der Hüfte mit einem durchschnittlichen Zeitverlust von 26,69 (SD = 37,41) Tagen. Zu der geringsten Ausfallzeit führten die muskulären Verletzungen des Unterschenkels mit einem durchschnittlichen Zeitverlust von 12,33 (SD = 5,60) Tagen.

4.4.3.3 Positionen und Muskelverletzungen der unteren Extremitäten

Von den Muskelverletzungen der unteren Extremität entfielen 32,14 % (n = 9) auf die Stürmer, 25,00% (n = 7) auf die Verteidiger, 25,00% (n = 7) auf die Mittelfeldspieler und 17,86% (n = 5) auf die Torhüter. Das absolute Risiko an einer Muskelverletzung der unteren Extremität zu erkranken ist für Stürmer mit 26,32 % am größten, gefolgt von Torwärtern mit 25,71%, Verteidigern mit 11,86% und Mittelfeldspielern mit 10,29%. Das Risiko für eine Stürmer und Torhüter eine muskuläre Verletzung der unteren Extremität zu erleiden ist 2,35-fach höher als das für andere Spieler (siehe Abbildung 28).

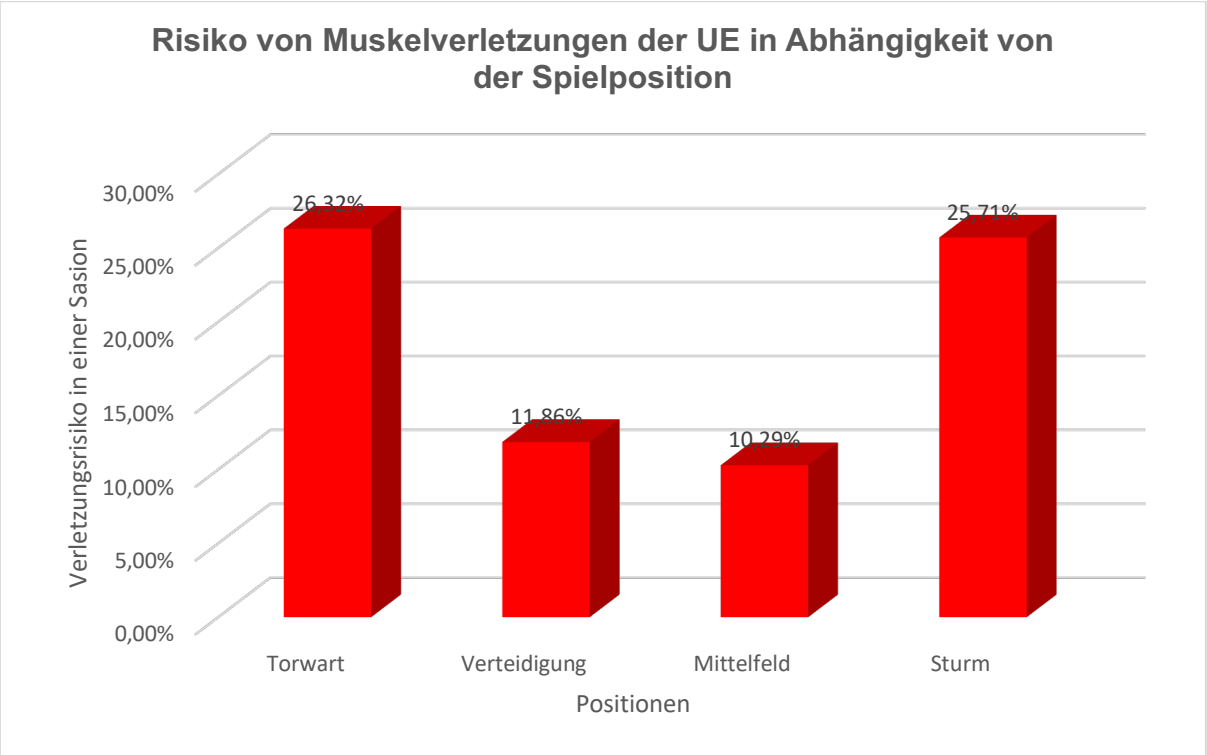


Abbildung 28: Risiko von Muskelverletzungen der UE in Abhängigkeit von der Spielposition

4.4.3.4 Muskelverletzungen der UE in Abhängigkeit vom Spielbein

In Abbildung 29 wird deutlich, dass muskuläre Verletzungen der unteren Extremität mit 82,14% (n = 23) hauptsächlich auf der Standbeinseite vorkommen. Das Schussbein ist mit 17,86% (n = 5) deutlich weniger betroffen.

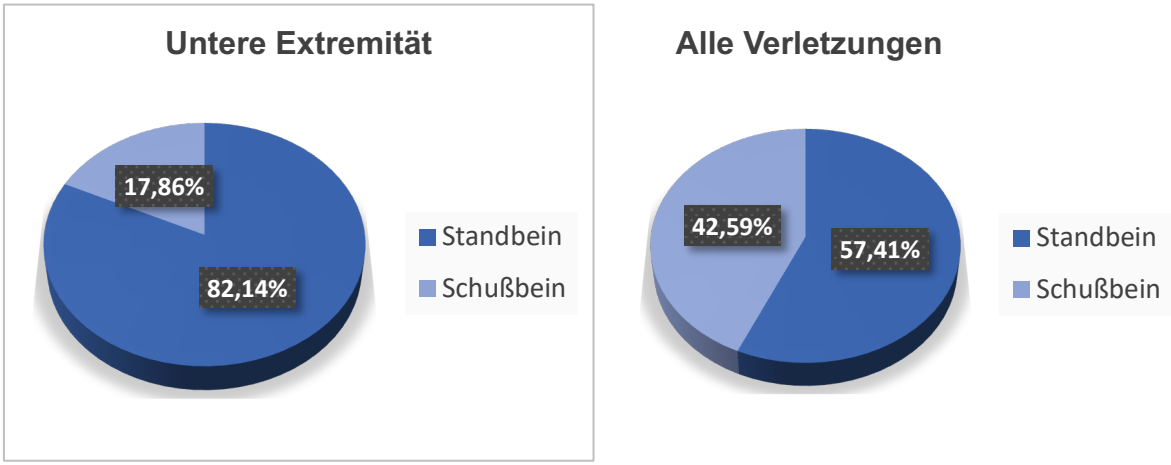


Abbildung 29: Muskelverletzungen der unteren Extremität vs. alle Verletzungen in Abhängigkeit vom Spielbein

4.4.3.5 Zeitliches Auftreten von Muskelverletzungen der unteren Extremität

Die Muskelverletzungen der UE verteilen sich mit 8 Fällen (28,57%) auf das erste Quartal, mit 11 Fällen (39,29%) auf das zweite Quartal, mit 7 Fällen (25,00%) auf das dritte Quartal und mit zwei Fällen (7,14%) auf das vierte Quartal (siehe Abbildung 30).

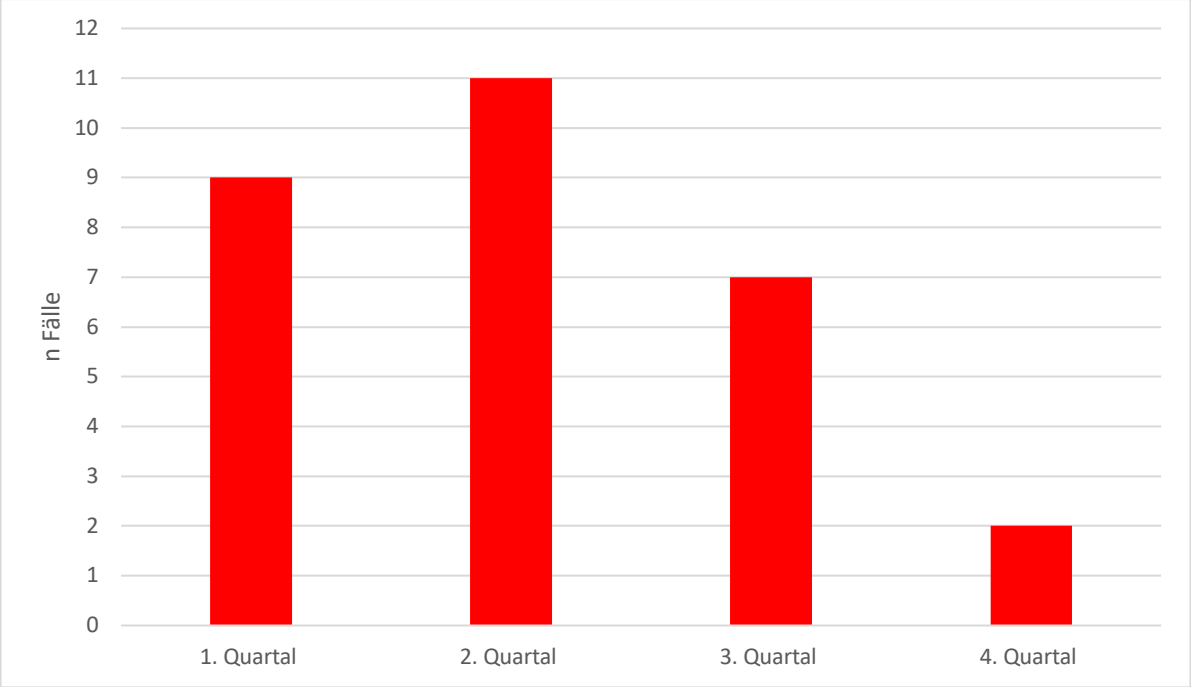


Abbildung 30: Auftreten von Muskelverletzungen der UE nach Quartal

KAPITEL 5:

DISKUSSION

5 Diskussion

5.1 Ziel und Fragestellung der Arbeit

Ziel der Dissertation war es, die Inzidenz, Natur und Charakteristika von Verletzungen im Nachwuchsleistungsfußball darzustellen und hierdurch einen Beitrag zur bisher unterrepräsentierten Verletzungsforschung im Nachwuchsleistungsfußball zu leisten. Im Fokus dieser Arbeit standen hierbei die Inzidenzen von akuten Traumata und chronischen Überlastungsverletzungen, welche im Zusammenhang mit der Belastung von Training und Spiel standen. Ein besonderes Augenmerk galt dabei dem MOS, Verletzungen des Sprunggelenks und Muskelverletzungen.

In der Literatur zeigten sich verschiedene Methoden der Datenanalyse. In der folgenden Diskussion sollen die Vor- und Nachteile dieser Methoden Platz finden und gezeigt werden, warum die von uns gewählte Methodik gut geeignet war, um die Inzidenz und Charakteristik von schweren und moderaten Verletzungen, darzustellen. Im Bereich der geringfügigen/leichten Verletzungen ist es fraglich inwieweit die Methodik geeignet gewesen ist mit einer hohen Validität die Messgröße zu bestimmen. Bei der Methodik orientierten wir uns an dem „Consensus Statement of Injury Definitions and Data Collection Procedures in Studies of Football (Soccer) Injuries“ (Fuller et al., 2006) [28] und “Methods for epidemiological study of injuries to professional football players: developing the UEFA model” (Hagglund et al.) [26] ein Vergleich mit Studien die sich ebenfalls an diesen Handlungsempfehlungen orientierten bietet sich daher an.

Durch die in dieser Arbeit gewählte Methodik, konnten Inzidenzen von Verletzungen im Nachwuchsleistungsfußball und die Wahrscheinlichkeit sich eine dieser Verletzungen während einer Saison zuzuziehen, dargestellt werden. Als Verletzung definierten wir nur solche, die in der ärztlichen Sprechstunde behandelt wurden. Im Bereich der geringfügigen/leichten Verletzungen (1 – 7 Tage abwesend) könnte es daher zu ungenauen Messungen gekommen sein (siehe 5.3.3.1 Einfluss der Definition von „Verletzung“ auf die Studienergebnisse).

Das Sekundärziel Korrelationen mit äußeren Umständen zu evaluieren konnte nur zum Teil erreicht werden. Die Korrelationen von Verletzungen zu Platzverhältnissen gelang gut, da hier eine Dokumentation zur Platzbeschaffenheit bei Training und Spielen erfolgte. Die Korrelationen von Verletzungen zu Wetterverhältnisse oder Schuh- und Stollenwahl konnte nicht berechnet werden, da das Wetter bei Training und Spiel, und

die Schuh bzw. die Stollenart der gesamten Studienpopulation nicht dokumentiert wurden. Die Verletzungen bezogen auf das Wetter oder die Schuhe bzw. Stollenart waren dadurch nicht mit der generellen Exposition in ein Verhältnis zusetzen, eine retrospektive Auswertung schien uns daher nicht geeignet.
In der Arbeit konnten wir die zu Anfang gestellte Hypothese, das heranwachsende Fußballspieler ein höheres Risiko an Überlastungsverletzungen im Vergleich zum Erwachsenenprofifußball aufweisen bestätigen. Ein Grund hierfür könnte das noch nicht vollständig entwickelte Muskelskelettsystem darstellen. [23]
Darüber hinaus konnten wir unsere Annahme bestätigen, dass Verletzungen spezifische Altersgruppen zugeordnet werden können. Unsere Arbeit legt nahe, dass es sich bei MOS um eine vor allem den frühpubertären Fußballspieler betreffende Verletzung handelt.

5.2 Bedeutung der Thematik

Die Verletzungsforschung im Fußball nimmt eine besondere Wichtigkeit ein, da es sich um die beliebteste und meistpraktizierte Sportart weltweit handelt. [1, 5] Die Nachwuchsleistungszentren bereiten hierbei eine auserlesene Gruppe von Spitzentalenten auf die Qualitätsanforderungen im Lizenzfußball vor. [4] Dieser geht mit hohen Anforderungen und einem hohen Verletzungsrisiko einher. [5, 6] Das Aufzeigen von Verletzungen in dieser Hoch-Risiko-Sportart im Nachwuchsleistungsfußball ist von höchstem Interesse, da diese auf ein noch nicht vollständig entwickeltes Muskelskelettsystem trifft. [7, 8] Denn Verletzungen gehen mit Zeitverlust/Ausfallzeit einher und im schlimmsten Fall mit dem Karriereende. Das Ziel der Forschung muss es sein, das Risiko dieser schützenswerten Talente trotz stetig steigender Belastung [20, 21] so gering wie möglich zu halten. Verletzungen können durch mehr Prävention in diesem Bereich verhindert werden. Um gezielte präventive Maßnahmen erarbeiten zu können, ist das Wissen um Verletzungsinzidenzen essenziell. Hier ist es nicht ausreichend die wissenschaftlichen Erkenntnisse aus dem Erwachsenenfußball auf Nachwuchsleistungszentren zu übertragen, da angenommen wird, dass sich Krankheitsbilder im Erwachsenen und Nachwuchsleistungsfußball unterscheiden können. [23] Die Frage nach dem Charakter und der Inzidenz von Verletzungen ist folglich der entscheidende Grundpfeiler der Verletzungsforschung, aus der eine bessere Prävention und Therapie entwickelt werden kann.

5.3 Methoden

5.3.1 Studienzeitraum

Als Studienzeitraum wählten wir bewusst eine gesamte Saison. Im Verlauf einer Saison variiert das Verletzungsrisiko. [67, 82, 129, 130] Die Ergebnisse unserer Studie stimmen mit dieser Hypothese überein. Hier zeigte sich ein Abwärtstrend von Verletzungen im Verlauf der Saison mit einem Korrelationskoeffizienten von -0,8 (siehe Kapitel 4.3.6).

Wichtig zu erwähnen ist ebenfalls, dass wir Verletzungen, die kurz vor dem Ende der Saison auftraten, bis zur finalen Rehabilitation verfolgt haben. Dies wird in „Methods for epidemiological study of injuries to professional football players: developing the UEFA model" (Hagglund et al.) empfohlen. So war es möglich den gesamten „Zeitverlust" jeder Verletzung bis zur finalen Rehabilitation zu dokumentieren. Dies ist insofern wichtig, da der „Zeitverlust" entscheidend für die Einteilung in den Verletzungsschweregrad (3.2.1.3) ist. Auch Arnason et al. [81] diskutierten bereits, dass Verletzungen, die am Ende einer Saison auftreten und nur bis Saison Ende dokumentiert werden, einen zu niedrig geschätzten Verletzungsschweregrad verursachen könnten.

5.3.2 Studienpopulation

Das Alter in unserer Studie reicht von Kleinkindern bis zu jungen Erwachsenen. Das individuelle Risiko sollte daher separat evaluiert werden.
In unserer Studie wurden alle Spieler eingeschlossen, welche im Untersuchungszeitraum Teil des NLZ waren. Im Vergleich dazu wurden in anderen Studien zum Beispiel nur die „besten" 15 oder 18 Spieler eines Teams miteingeschlossen. [81, 131, 132] In professionellen Teams, wie auch in unserer Studie, ist die Anzahl an Spielern jedoch in der Regel wesentlich höher. Ein Ausschluss von Spielern hätte zu einem Selektionsbias führen können. [26] Nachwuchsleistungsfußball zeichnet sich durch eine hohe zeitliche und physische Trainingsintensivität aus, wir schlossen daher nur Spieler mit regelhafter Teilnahme am Mannschaftstraining und vollständiger Dokumentation von Belastung und Verletzung ein. Spieler, die dieser Definition nicht gerecht wurden, hätten sonst bei Inkludierung zu einer Verzerrung des Verhältnisses von Verletzungsinzidenz zu Belastung beitragen können.

5.3.3 Verletzungsdokumentation

Retrospektiv zeigte sich, dass es im NLZ keine geeignete Methode ist einen selbstständig auszufüllenden Fragebogen vorzulegen. Da es sich bei den Spielern teilweise um Kinder handelte, wäre ein betreutes Ausfüllen des Fragebogens geeigneter gewesen, um eine lückenlose Dokumentation der Fragebögen zu garantieren. Es zeigte sich, dass Erklärungen auf Nachfragen und die Anweisung den Fragebogen lückenlos auszufüllen nicht reichten. Eine retrospektive Ausfüllung der Lücken, schlossen wir aufgrund von Recall-Bias bei einer zu langen Zeit nach Ereignis aus.

Da Recall-Bias jedoch immer beim Ausfüllen eines Fragebogens in Betracht gezogen werden sollte, schließen wir dies in unserer Studie nicht aus. [133] Der kürzeste Abstand zwischen Verletzung und Ausfüllen des Fragebogens betraf Spieler, die sich an einem Montag verletzen. Der längste Abstand betraf Spieler, die sich an einem Dienstag verletzten und am folgenden Montag in der ärztlichen Sprechstunde den Fragebogen vorgelegt bekamen. Hieraus ergibt sich ein variabler Abstand von 0 bis 6 Tagen.

5.3.3.1 Einfluss der Definition von „Verletzung“ auf die Studienergebnisse

Die Frage, was eine Verletzung ist bzw. wie eine Verletzung definiert wird, ist essenziell für den Vergleich von Inzidenzen. Unterschiedliche Definitionen können zu einer großen Varianz der Verletzungsinzidenz führen. Beispielsweise könnte ein Team, Verletzungen als einen erhöhten Bedarf an medizinischer Versorgung, durch das medizinische und physiotherapeutische Team definieren. Jede leichte Prellung würde aufgelistet werden und die Inzidenz von Verletzungen pro Spieler dementsprechend hoch ausfallen. Wenn hingegen ein anders Team eine Verletzung als den Bedarf nach medizinischer Versorgung in einem Krankenhaus oder anderen medizinischen Facheinrichtung definiert, wären deutlich niedrigere Verletzungsinzidenzen zu erwarten. Die Varianz, welche bei verschiedenen Inzidenzen anzutreffen sind, verdeutlichen die Wichtigkeit einer einheitlichen Definition von Verletzungen. [134]

Die gebräuchlichsten Definitionen sind die nach „Zeitverlust“ und „medizinischer Bedarf“, ebenfalls zu erwähnen sind die Definitionen nach „Gewebeverletzung“ und/oder eine Kombination dieser Definitionen. [26] In der vorliegenden Studie haben wir uns für eine Kombination aus „medizinischer Bedarf“ und „Zeitverlust“ als Definition

entschieden. Es wurden hierbei nur Verletzungen, die in der ärztlichen Sprechstunde vorstellig wurden („medizinischer Bedarf“) und die Kriterien des „Zeitverlustes“ erfüllten (siehe Kap. 3.2.1.2) in die Studie inkludiert. All diese Definitionen haben gewisse Einschränkungen. Bei der „Zeitverlust“ Definition wäre einerseits zu bedenken, dass das individuelle Krankheitsempfinden von Spieler zu Spieler unterschiedlich sein kann. Dieselbe Verletzung mag bei einem Spieler zu einem Zeitverlust/Ausfallzeit führen, wohingegen sie bei einem anderen Spieler keine Einschränkungen verursacht. Ein weiterer möglicher Bias kann auf der individuellen Entscheidung von Trainern und Ärzten beruhen, welche über das RTP nach einer Verletzung entscheiden. Hier können in verschiedenen Teams unterschiedliche Standards vorliegen. [134]
Wir haben uns jedoch bewusst für die „Zeitverlust“ und gegen die „Gewebeverletzung“ Definition entschieden. Gewebeverletzungen stellen zwar möglicherweise die objektivste Messmethode dar [26, 135, 136], jedoch sollte in Betracht gezogen werden, dass die Relevanz von Verletzungen, die zu einer Ausfallzeit führen zu einer Beeinflussung von der Gesundheit und Leistungsfähigkeit der Spieler führen [14] und sich daher auch auf die Leistungsfähigkeit des Vereines auswirken. [26] Gewebeverletzungen müssen hingegen per Definition nicht mit einer Ausfallzeit einhergehen. Man könnte daher diskutieren, dass aus Vereinssicht ein höheres Interesse an „Zeitverlust“ Verletzungen bestehen könnte.
Damit die „Zeitverlust“ Definition eine geeignete Messmethode darstellt, sollten regelmäßige, bestenfalls tägliche Belastungseinheiten vorliegen, da ansonsten die Möglichkeit besteht, dass „geringfügige/leichte“ Verletzungen übersehen werden [26] (Hagglund UEFA). In der U16-U19 herrschte eine Belastung von 5 Tagen die Woche. Die „Zeitverlust“ Definition schien uns hier geeignet.
Aber auch der Zeitverlust wird nicht immer einheitlich definiert. So wird „Zeitverlust“ zum Teil als die Nicht-Teilnahme am Training oder Spiel für mindestens einen Tag [10, 137], zwei Tage [67, 129] oder eine Woche nach einer Verletzung gesehen. [138] Aufgrund dieser Varianz entschieden wir für diese Studie zur Verwendung der „Zeitverlust“ Defintion entsprechend der Empfehlung von Haglund et al. zu einheitlichen Auswertung von Inzidenzen im Fußball. [26]
Auch bei der „medizinischer Bedarf“ Definition gibt es Einschränkungen der Vergleichbarkeit. Aufgrund der unterschiedlich intensiven medizinischen Betreuung verschiedener Mannschaften ist bei dieser Definition insbesondere bei den weniger schweren Verletzungen ein Bias möglich. [81] Auch in unserer Studie könnten geringfügige Verletzungen nicht erfasst worden sein, wenn diese kurz nach der

einmalig wöchentlich stattfindenden Sprechstunde auftraten. Dies könnte zu einem Bias im Bereich der geringfügigen und leichten Verletzungen geführt haben. Durch die Kombination von „medizinischer Bedarf und „Zeitverlust“ konnten in unserer Studie garantiert werden, dass auch kleinere Verletzungen dokumentiert und erfasst wurden. [81]

Generell stellt sich die Frage, ob zur Dokumentation von Verletzungen eine Erfassung durch die Trainer geeigneter wäre als durch niederfrequent anwesendes medizinisches Personal. Allerdings wären bei einer Erfassung durch die Trainer korrekte Diagnosen nicht zu erwarten, was dann auch zu falschen Ergebnissen führen würde. Zeitverlust, welcher durch z.B. eine internistische Erkrankung verursacht wurde, sollte nicht in die Studie miteingeschlossen werden. Der Vorteil dieser Studie stellt daher die hohe Validität unserer Methode dar, mit welcher die Verletzung durch einen erfahrenden Unfallchirurgen/Orthopäden exakt diagnostiziert werden konnte.

5.3.3.2 Verletzungsschweregrad

Der Schweregrad von Sportverletzungen kann auf der Basis von verschiedenen Kriterien beschrieben werden. Ein Kriterium stellt der von Van Mechelen et al. [22] beschriebene „Sports time lost“, übersetzt: „Sportzeitverlust“, dar. Der „Sportzeitverlust“ beschreibt die Zeitdauer, in welcher die Verletzten abwesend von Training oder Spiel nach ihrer Verletzung sind. Er stellt damit den präzisesten Indikator dar, welcher die Konsequenzen einer Verletzung für das Individuum spiegelt. Bei einer „Zeitverlust“ Definition von Verletzungen ist es daher von besonderer Bedeutung den Verletzungsschweregrad miteinzubeziehen. [22]

Wie schon in anderen Studien zuvor, entschieden wir uns, den Schweregrad anhand der Ausfallzeit zu kategorisieren. [10, 67, 81, 115, 138-141] Der Grenzwert zur Einteilung des Verletzungsschweregrades in konkrete Kategorien variiert zwischen verschiedenen Studien. [142] Gebräuchlich ist die Einteilung in „geringfügig/leicht“ (1–7 Tage Sportzeitverlust), „moderat“ (8–28 Tage Sportzeitverlust), und „schwer“ (28 Tage Sportzeitverlust) [26, 81]. Diese Einteilung wurde auch in unserer Studie verwendet.

In anderen Studien wird die erste Kategorie („geringfügig/leicht“) in zwei weitere unterteilt. In „geringfügig“ (1-3 Tage abwesend) und „leicht“ (4-7 Tage abwesend). [10, 27, 67, 115, 139] Wir haben uns jedoch bewusst für die erste Einteilung entscheiden,

da auf Grund nicht täglicher Trainingsfrequenz eine Unterteilung in geringfügige und leichte Verletzungen nicht verlässlich möglich gewesen wäre.

5.4 Ergebnisse

Dies ist die erste retrospektive Fallserie welche die Inzidenz und Epidemiologie von Verletzungen in einem deutschen Nachwuchsleistungszentrum über eine ganze Saison untersuchte. Insgesamt kam es zu 104 Verletzungen. Davon 59 (56,70%) während des Trainings und 45 (43,30%) während eines Spiels. Das absolute Risiko für eine oder mehrere Verletzungen in einer Saison betrug 43,09% (78 Verletzte von 181 Spielern). Die Gesamtverletzungsprävalenz lag bei 0,57 Verletzungen pro Spieler. Die Gesamtinzidenz betrug 3,09 Verletzungen pro 1.000 h Trainings- und Spielbelastung, mit einer Verteilung von 10,35 vs. 2,01 Verletzungen pro 1.000 h Belastung auf Spiel und Training. Pro 1.000 h Spielbelastung kommt es somit zu 5,15-mal mehr Verletzungen wie im Training. Insgesamt führten die Verletzungen zu 3.285 Ausfalltagen.

Ein Vergleich mit anderen Studien gestaltet sich mitunter schwierig, da die Definitionen, Diagnosen und Kategorisierungen von Verletzungen zwischen Studien variieren. [8] Bis heute existieren nur zwei systematische Reviews, die die Inzidenz von Verletzungen im männlichen Jugendprofifußball (NLZ) untersuchen. [143, 144] Auch die dort eingeschlossenen Studien variieren innerhalb der Studienkriterien und der Verletzungsdefinition.

Ein Vergleich mit dem systematischen Review „Analysis of injury incidences in male professional adult and elite youth soccer players: A systematic review“ (Pfirrmann et al., 2016) [143] scheint uns geeignet, da die darin eingeschlossenen Studien sehr ähnliche Ein- und Ausschlusskriterien verwendeten wie die hier vorliegende Arbeit. Als Beispiel wäre eine Studienzeit über mindestens sechs Monate und eine spielerindividuelle Belastungs- und Verletzungsdokumentation zu nennen. Die Gesamtverletzungsinzidenz im professionellen Jugendfußball variierte dort zwischen 2,0 bis 19,4 Verletzungen pro 1.000 h Belastung. Während des Trainings variierte sie zwischen 3,7 bis 11,4 Verletzungen pro 1.000 h Belastung und während des Spiels zwischen 9,5 bis 48,7 Verletzungen. [143] Die Verletzungsinzidenzen unserer Studie sind im Vergleich zu den Ergebnissen von Pfirrmann et al. im unteren Drittel anzuordnen (siehe Kap. 4.3). Dies entspricht unseren Erwartungen, da wir aufgrund unserer Methodik von einer eher niedrig gemessenen Inzidenz im Bereich der

„geringfügigen/leichten“ Verletzungen ausgehen (siehe Kapitel 3.2.1.2 Verletzungsdefinition).

Auch ein Vergleich mit dem systematischen Review „Injury Incidence, Prevalence and Severity in High-Level Male Youth Football: A Systematic Review” (Jones et al., 2019) [144] schien uns geeignet, da die Einschlusskriterien unserer Studie ähnelten. Die Gesamtverletzungsinzidenz im professionellem Jugendfußball variierte dort zwischen 1,28 [145] bis 21,1 [146] Verletzungen pro 1.000 h Belastung. Während des Trainings variierte sie zwischen 1,15 [145] bis 7,9 [113] Verletzungen pro 1.000 h Belastung und während des Spiels zwischen 2,84 [145] bis 37,2 [10] Verletzungen. Die große Spanne der Inzidenzen ist damit zu erklären, dass die miteingeschlossen Studien, zum größten Teil nur eine bestimmte Altersgruppe oder mehrere Altersgruppen untersuchten. Nur zwei der eingeschlossenen Studien untersuchten alle Altersgruppen zwischen U9 und U19. [8, 147] Dies ist insofern wichtig zu beachten, da die Inzidenz von Verletzungen in den verschiedenen Altersgruppen stark variiert. [8, 34, 147] Dies konnte auch in unserer Studie belegt werden. Es zeigte sich, dass die Anzahl an Verletzungen linear progredient in Richtung U19 mit einem r von 0,903 anstieg (siehe Abbildung 6). Eine Ausnahme bildet die U16 und die U17. Erklärungen für diese progrediente Entwicklung, könnte unter anderem der progrediente Anstieg der Gesamtbelastung (h) pro Spieler Richtung U19 sein (siehe Belastungsdokumentation Abbildung 5: Gesamtbelastung pro Spieler in den verschiedenen Jahrgangsligen), der Eintritt in die Pubertät [148] oder den steigenden Wettkampfcharakter und die steigende Professionalität mit zunehmendem Alter.

Ebenfalls geeignet schienen uns die Studien von Price et al. [8] Auch hier erwarteten wir eine geringere Wertung von „geringfügigen/leichten“ Verletzungen, da Price et al. Verletzungen als Ereignisse definierte, die eine Teilnahme des Spielers an Training oder Spiel für mindestens über 48h (nicht einschließend den Tag der Verletzung) verhinderten. Der Vergleich wurde erschwert, da Price et al. die Verletzungen nicht in pro 1.000 h Belastung angab. Jedoch gaben Price et al. eine durchschnittliche Verletzungsrate von 0,40 pro Spieler pro Saison an. Unsere Studie zeigte mit einem Wert von 0,43 vergleichbare Ergebnisse.

Durch eine sehr nah angelegte Methodik an das „Consensus Statement“ [28] schien uns auch ein Vergleich mit Renshaw et al. geeignet. [68] Parallelen wiesen Renshaw et al. auch in der Größe und dem Alter seiner Studienpopulation und im Studienzeitraum auf. Die 181 Spieler bei Renshaw et al. erlitten bei einer

Gesamtbelastung von 29.346 h, 127 Verletzungen. Daraus ergibt sich eine Gesamtverletzungsinzidenz von 4,33 pro 1.000 h Belastung. Die 181 Spieler in unserer Studie wiesen im Vergleich dazu mit 33.693 h eine etwa 10% höhere Belastung auf. Ebenfalls zeigte sich mit 104 Verletzungen ein etwa 20% geringerer Anteil. Die Gesamtverletzungsinzidenz in unserer Studie belief sich auf 3,09.

5.4.1 Analyse der Verletzungen in verschiedenen Altersgruppen

In der Literatur findet sich eine starke Varianz der Verletzungsinzidenz in verschiedenen Altersklassen. Das Alter der Athleten in unserer Studie reichte vom Kindesalter bis zur Volljährigkeit. Ein Vergleich der anthropometrischen Daten „Körpergröße“ und „Gewicht“ zwischen den verschiedenen Altersgruppen zeigte wie zu erwarten große Unterschiede. Die Werte unterschieden sich nicht nur im Vergleich der einzelnen Altersgruppen, sondern auch innerhalb der Altersgruppen war eine Varianz vorzufinden. Eine mögliche Ursache stellt die Differenz zwischen chronologischem und biologischem Alter, insbesondere im jugendlichen Alter, dar. [148] Auch bei der Belastung herrschte eine starke Varianz zwischen den Altersgruppen. Erwartungsgemäß stieg die Belastung über die Altersklassen hinweg bis zur U19 an.

Das absolute Risiko, stellt das Risiko eines Spielers dar, sich während einer Saison zu verletzen. Das höchste absolute Risiko für Verletzungen konnte in unserer Studie in der Altersklasse der U15 festgestellt werden. Auch in anderen Studien konnte gezeigt werden, dass in der Altersklasse der U15 ein signifikant höheres Verletzungsrisiko vorliegt. [5, 10, 15, 68, 112, 113] Im Vergleich zu der U11 liegt bei der U15 ein beinahe 5-fach höheres Risiko vor. Auch bei Betrachtung der Verletzungsinzidenz pro 1.000 h Belastung zeigte sich ein 2-fach so hohes Risiko für die U15 im Vergleich zur U11. Ursächlich für den Unterschied zwischen absolutem Risiko und absoluten Risiko pro 1.000 h Belastung scheint die geringere Belastung in den jüngeren, bzw. die höhere Belastung pro Spieler in den fortgeschritteneren Altersligen (siehe Kapitel 4.2 Abbildung 5).

5.4.2 Offensivspieler zeigen vermehrt Verletzungen

In unserer Studie bilden die Stürmer die Kohorte mit den meisten Verletzungen (30,77%). Es zeigt sich ein progredienter Anstieg an Verletzungen von Torhütern

(15,38%), über Verteidiger (24,04%) und Mittelfeld (29,81%), zu Stürmern (30,77%). In anderen Studien sind mit einer prozentualen Häufigkeit von jeweils 35-36% die Verteidiger und Mittelfeldspieler, die verletzungsanfälligsten Spieler. Die Stürmer machen 20% der Verletzten aus und die Torhüter bilden mit 8% das Schlusslicht. [8] Gründe für diesen Unterschied könnten zum Beispiel die in unserer Studie geringer gewichteten „geringen/leichten“ Verletzungen sein. Entscheidend ist jedoch, dass es uns im Vergleich zu Price et al., [8] möglich war durch die genaue Verteilung unserer Studienpopulation auf die Spielpositionen, das absolute Verletzungsrisiko der Spielpositionen zu berechnen. Hier zeigten sich signifikante Unterschiede zu der Anzahl an Verletzungen. Das absolute Risiko eine Verletzung zu erleiden, lag bei Stürmern bei 91,43%, Torhütern bei 84,22%, Mittelfeldspielern bei 45,59% und Verteidigern bei 42,37%. Daraus folgt, dass das Risiko sich während einer Saison zu verletzen, bei Torhütern und Stürmern doppelt so hoch liegt.
Man kann daraus folgern, dass das Verletzungsrisiko und die Anzahl an Verletzungen, aufgrund der inhomogenen Verteilung der Spieler auf die jeweiligen Positionen, stark variieren kann.

Unsere Studie hebt sich ebenfalls von den meisten anderen Studien ab, da es uns möglich war die Verletzungsinzidenz pro 1.000 h Belastung für die jeweiligen Positionen auszurechnen (siehe Kapitel 4.3.2). Jones et al. [4] wies nur auf eine Studie hin die die Inzidenz pro 1.000 h angab, diese Studie betrachtete jedoch lediglich Überlastungsverletzungen [149] und eignete sich daher nicht zum Vergleich.

5.4.3 Inzidenzspitzen zu Saisonbeginn und nach Winterpause

Die Inzidenz von Verletzungen im professionellen Fußball variiert im Laufe einer Saison. [67] Zu Inzidenzspitzen kommt es zu Saisonbeginn und nach der Winterpause (Rückrundenbeginn). [8, 10, 67, 129, 150] Auch in der vorliegenden Arbeit traten die meisten Verletzungen zum Saisonbeginn und nach Rückrundenbeginn auf. Fraglich ist jedoch der Grund der Inzidenzerhöhung zu Saisonbeginn und nach Winterpause. Unsere Daten lassen keine konkreten Schlüsse ziehen. Als Gründe denkbar wären unter anderem die erneute Aktivitätsaufnahme nach einer Sportpause, nach der sich der Körper erst wieder an die Belastung gewöhnen muss. Zudem ist die Trainingsintensität während der Vorbereitungsphasen deutlich erhöht, da hier auch die Grundlagen an Ausdauerfähigkeit speziell trainiert werden. Ebenfalls könnten Änderungen im Trainingspensum, an welches der Sportler nicht gewöhnt ist, die

häufigeren Verletzungen zu Beginn der Saison erklären. Hier seien im Besonderen die höheren Leistungsanforderungen erwähnt, welche beim Wechsel in eine höhere Altersliga auf die Spieler zukommen. Der Wechsel der Altersliga war in unserer Studienpopulation auch immer mit einem Trainerwechsel verbunden. In der Literatur wird der Einfluss einer Änderung im Trainerstab, auf die Verletzungshäufigkeit diskutiert. So zeigte Dvorak et al. (2009), dass die Verletzungsinzidenz bei einem Trainerwechsel um ca. 36% steigt. [118] Der Inzidenzanstieg scheint insgesamt am ehesten multifaktorieller Genese zu sein.

5.4.4 Muskelverletzungen der unteren Extremität im Training stark erhöht

Im Einklang mit anderen Studien im Nachwuchsleistungsfußball [68, 151, 152], aber auch im Erwachsenenfußball [113, 136, 153] zeigt sich kein wesentlicher Unterschied in der Häufigkeit des Auftretens von Verletzungen in Spiel oder Training. Unter den einzelnen Verletzungen zeigt sich jedoch eine Inhomogenität der Verteilung auf Training und Spiel. Auffallend war die starke Verteilung von Muskelverletzungen der unteren Extremität auf das Training (n = 19; 67,86%) im Vergleich zum Spiel (n = 9, 32,24%). Auch Ergün et al. konnten zeigen, dass Muskelverletzungen der unteren Extremitäten verstärkt im Training auftreten. [154] Muskelverletzungen der unteren Extremität machen einen Anteil von 32,20% aller Verletzungen im Training aus. Ein Verletzungsanteil von 32,20% potenziell vermeidbaren Verletzungen im Training rückt die Wichtigkeit von präventiven Maßnahmen in den Fokus.

5.4.5 Erhöhte Inzidenz von Überlastungsverletzungen im Nachwuchsleistungsfußball im Vergleich zum professionellen Erwachsenenfußball

In unserer Studie zeigte sich ein beinahe ausgewogenes Verhältnis von Akut- (n = 55; 54,46%) zu Überlastungsverletzungen (n = 46; 45,54%). Im Vergleich zu Studien des professionellen Erwachsenenfußballs, bei dem die Überlastungsverletzungen zwischen 6% [82] und 16% [81] ausmachen, zeigt sich beim Nachwuchsleistungsfußball eine deutlich höhere Gewichtung der Überlastungsverletzungen. Es wird davon ausgegangen, dass aufgrund des nicht ausgereiften Muskelskelettsystems der Spieler im Nachwuchsleistungsfußball ein höheres Risiko für Überlastungsverletzungen besteht. [23] Eines der häufigsten Krankheitsbilder unter den Überlastungsverletzungen ist der MOS [8, 35], welcher

auch in der vorliegenden Arbeit eine Inzidenz von 9,62% der Gesamtverletzungen aufweist.

Den Daten aus vergleichbaren Studien ist zu entnehmen, dass im Erwachsenenfußball die Verletzungsinzidenz während eines Spiels 6,35- bis 11,36-mal höher ist als im Training. Im Nachwuchsleistungsfußball ist die Verletzungsinzidenz während eines Spiels 2,47- bis 4,71-mal größer als im Training. [10, 15, 69, 113, 145, 155]

Hieraus folgern wir, dass erwachsene Fußballspieler verhältnismäßig zum Nachwuchsleistungsfußball, während eines Spiels ein höheres Risiko für eine Verletzung aufweisen.

Eine Gegenüberstellung der Verletzungsinzidenzen im Nachwuchsleistungsfußball und professionellem Erwachsenenfußball findet sich in Tabelle 17.

Tabelle 17: Nachwuchsleistungsfußball vs. professioneller Erwachsenenfußball

	Gesamtinzidenz	**Verletzungs-inzidenz Spiel**	**Verletzungs-inzidenz Training**	**Inzidenz Überlastungs-verletzungen**
NLZ	3,09	10,35	2,01	45,54%
Vergleichbare Studien aus anderen NLZ	1,28 [145] bis 21,1 [146]	2,84 [145] bis 37,2 [10]	1,15 [145] bis 7,9 [113]	1% [10] bis ein Drittel [156]
professioneller Erwachsenen-fußball	2,48 [69] bis 9,4 [15]	8,7 [69] bis 65,9 [155]	1,37 [69] bis 5,8 [15]	6% [82] und 16% [81]

Inzidenz pro 1.000 h Belastung

5.4.6 Analyse der Kontakt vs. Kein-Kontaktverletzungen

Übereinstimmend mit Ergebnissen aus der Literatur konnte in dieser Arbeit ein Überwiegen der Kein-Kontaktverletzungen (60,5%) gegenüber den Kontaktverletzungen (37,5%) festgestellt werden. Vergleichbare Studien aus dem Nachwuchsleistungsfußballs [8, 34, 68, 157, 158] zeigten eine Spanne der Kein-Kontaktverletzungen zwischen 54% [157] und 72% [68]. Eine hohe Rate an Kein-Kontaktverletzungen kann als insuffiziente Erholungsphasen der Spieler von Belastung und/oder Verletzungen interpretiert werden. [136, 153, 159] Insgesamt bedarf es hier sicherlich noch an weiteren Studien, welche insbesondere mögliche Risikofaktoren für Überlastungsverletzungen adressieren, um die große Zahl der vermutlich vermeidbaren Überlastungsverletzungen im Jugendalter zu reduzieren. Ein möglicher interessanter Parameter könnten Phasen des vermehrten Wachstums darstellen.

5.4.7 Analyse des Schweregrades von Verletzungen

Betrachtet man die Schweregrade der Verletzungen fällt eine starke Varianz in der Literatur auf. [8, 35, 68, 160] In der Literatur finden sich Häufigkeiten von 7% [68] bis 54,5% [35] für „geringfügige/leichte“ Verletzungen, 17% [35] bis 67% [68] für „moderate“ und 15% [160] bis 28,5% [35] für „schwere“ Verletzungen. Diese Varianz ist schwer zu erklären. In unserer Studie zeigte sich ein weitaus höherer Anteil an „schweren“ Verletzungen mit 38%. Im Vergleich zu den anderen Studien waren in unserer Arbeit die „geringfügigen/leichten“ Verletzungen mit 20% unterrepräsentiert. Als Ausnahme seien Renshaw et al. mit 7% “leichten“ Verletzungen zu erwähnen [68]. Ein möglicher Grund für die in unseren Daten geringere Häufigkeit von leichteren Verletzungen, könnte die nur einmal wöchentlich stattfindende Sprechstunde darstellen. Verletzungen mit Ausfallzeiten von nur wenigen Tagen könnten der Erfassung entgangen sein, wenn die Spieler bis zur Sprechstunde nach Auftreten der Verletzung wieder beschwerdefrei und im Training waren.
Unabhängig von dem möglichen Bias in unserer Studie, der zu einer höheren Gewichtung der „schweren“ Verletzungen geführt haben könnte, zeigt sich im Vergleich zum professionellem Erwachsenenfußball mit einem Anteil von nur 16% „schweren“ Verletzungen (Ekstrand et al.) [82] ein deutlicher Unterschied. Eine mögliche Ursache hierfür stellt die in der Regel sehr enge medizinische Betreuung im professionellem Erwachsenen Fußball dar. Dies könnte vermehrt zu einer Dokumentation auch der geringsten Verletzungen führen, mit der Folge eines konsekutiv geringen ausfallenden prozentualen Anteils an „schweren“ Verletzungen.

5.4.8 Rezidive

Die Analyse der Fragebögen zeigte, dass 15 Spieler angaben, ein Rezidiv in der Saison erlitten zu haben. Nur auf 9 Verletzungen traf zu, dass sie derselben Art und Körperseite entsprachen. Von diesen 9 traf nur auf 4 Verletzungen zu, dass diese sich 2 Monate nach finaler Rehabilitation der vorherigen Verletzung ereigneten.

Hier wird die Wichtigkeit deutlich, dass ein Arzt über das Vorliegen eines Rezidivs entscheiden sollte und nicht die Spieler selbst in anonymen Fragebögen. So könnte ein Recall Bias vermieden werden.

Hagglund et. al. empfehlen ein Rezidiv nicht nur als eine Verletzung derselben Art und Lage zu definieren, sondern auch, dass diese innerhalb von 2 Monaten nach dem „Return to play“ auftrat. [26] In einem Fragebogen könnte so ein Recall-Bias minimiert werden.

5.4.9 Naturrasen als Risikofaktor für schwere Verletzungen

Es zeigte sich, dass Naturrasen im Vergleich zu Kunstrasen ein höheres Risiko für Verletzungen, vor allem auch für schwere Verletzungen, aufwies. Mit 2,19 vs. 1,56 Verletzungen pro 1.000 h Belastung barg Naturrasen ein 1,4-fach höheres Verletzungsrisiko als Kunstrasen. Im Bereich der „schweren“ Verletzungen zeigte sich ein Verhältnis von 1,09 zu 0,63 Verletzungen pro 1.000 h Belastung, das entspricht einem 1,7-fach erhöhtem Risiko auf Naturrasen im Vergleich zu Kunstrasen. Da „schwere“ Verletzungen mit dem höchsten Zeitverlust definiert sind, sollte das Risiko von Naturrasen von besonderem Interesse für Vereine im Jugendleistungsfußball sein. Studien über den Spieluntergrund als Risikofaktor für Verletzungen, zeigten in der Vergangenheit inkonsistente Ergebnisse. Kunstrasen stelle mit einer höheren Verletzungsinzidenz ein höheres Risiko dar. [87, 161] Ein möglicher diskutierter Grund hierfür stellt der Unterschied zwischen 1., 2. und 3. Kunstrasengeneration dar. [162] Ekstrand et al. und Steffen et al. zeigten, dass kaum Unterschied zwischen der Verletzungsinzidenz von Naturrasen gegenüber der 3. Kunstrasengeneration besteht. [162, 163] Auch Fuller et al. zeigten, dass kein großer Unterschied zwischen den neueren Generationen von Kunstrasen und Naturrasen besteht. [164] In anderen Studien wurde festgestellt, dass eine hohe Wechselfrequenz zwischen verschiedenen Böden, mit einer höheren Verletzungsinzidenz einhergeht. [140, 161, 165, 166] Da unsere Studienpopulation zu 80% auf Kunstrasen dem Fußballsport nachging, könnte die geringere Exposition zu Naturrasen zu der höheren Verletzungsinzidenz geführt haben. Am seltensten wurde auf Hallenboden gespielt, hier zeigte sich die mit Abstand

höchste Verletzungsinzidenz. Dies unterstützt die Hypothesen, dass hoher Wechsel zu verstärkter Verletzungsinzidenz führen kann und je geringer die Exposition, und demnach auch Erfahrung mit dem Boden, desto höher die Verletzungsinzidenz. Auf Hallenboden zeigte sich mit 5,94 Verletzungen pro 1.000 h Belastung vs. 2,19 (Naturrasen) und vs. 1,56 (Kunstrasen), die mit Abstand höchste Inzidenz. In Gerald L. et al. zeigt sich mit einer Inzidenz von 10,11 vs. 5,06 Verletzungen pro 1.000 h Belastung ebenfalls eine erheblich höhere Inzidenz von Verletzungen auf Hallenboden. Gerald et al. diskutieren auf Grundlage von 70% Kontaktverletzungen auf Hallenboden das intensivere Spiel mit mehr physischen Kontakten unter den Spielern als weiteren möglichen Grund für die höhere Inzidenz. Im Vergleich dazu wird in der Literatur [8, 34, 68, 157, 158] auf Natur- und Kunstrasen eine Spanne von 28% [68] bis 46% [157] an Kontaktverletzungen angegeben. Man könnte also den Hallenboden als einen Risikofaktor für ein erhöhtes Vorkommen von physischem Kontakt unter den Spielern deuten, welcher so zu einem erhöhten Aufkommen an Verletzungen führen kann.

5.4.10 Verletzungslokalisation

Es zeigte sich, dass von den Hauptgruppen die unteren Extremitäten mit 81%, den größten Anteil an Verletzungen bildete. Dies zeigten auch andere Studien, aus dem Nachwuchsleistungsfußball und dem professionellen Frauenfußball, zuvor. [8, 35, 68, 107, 112, 167]

Der Stamm, die obere Extremität und Kopf/Nacken bildeten nur einen marginalen Anteil der Verletzungen.

In den Untergruppen wies das Knie mit einem Anteil von 22% die meisten Verletzungen auf. Gefolgt von Hüfte/Leiste, Oberschenkel und Sprunggelenk.

Im Vergleich dazu stellte in vergleichbaren Studien aus dem Nachwuchsleistungsfußball der Oberschenkel die meist verletzte Subgruppe dar [8, 68, 112], während in anderen Studien auch das Knie [113, 138], das Sprunggelenk [8] oder die Hüfte/Leiste [34, 154] die meist betroffene Region darstellten. Zusammenfassend kann man sagen, dass der Oberschenkel, das Knie, das Sprunggelenk und die Hüfte/Leiste zu den häufigsten Lokalisationen von Verletzungen im Jugendprofifußball gehören.

5.4.10.1 Analyse der Verletzungen nach Art des Gewebes und Art der Pathologie

Wir nutzten zur Differenzierung von Verletzungen das Sport Medicine Diagnostic Coding System (SMDCS v2.0) wie es von Orchard et al. empfohlen wurde. Dadurch war es möglich zwischen Muskelverletzungen (Muskelriss/-faserriss/-zerrung (Verhärtung)/-krämpfe), Sehnenverletzungen (Sehnenriss / Tendinopathien / Bursitis) und Muskelprellungen zu unterscheiden. Zusammengefasst wurden diese Verletzungen in der Kategorie Verletzungen von „Muskel und Sehnen“ und konnten so von anderen Gewebetypen wie „Knochen“, „Gelenk und Knorpel“, „Oberflächliches Gewebe / Haut“ und „Zentrales und peripheres NS“ abgegrenzt werden. Von Vorteil war, dass diese Einteilung die Muskelverletzungen, also Muskelriss/-faserriss/-zerrung (Verhärtung)/-krämpfe von Muskelprellungen und insbesondere von oberflächlichen Kontusionen oder Hämatomen der Haut klar abgrenzte.

In der Literatur ist diese Abgrenzung nicht immer klar. So unterscheidet Ergün et al. zwischen Muskelverletzungen (61 %) (davon Muskelzerrungen 82%) und Kontusionen (21%). [154] Deehan et al. zwischen Zerrungen (37%), Muskelprellungen (6%) und Gewebequetschungen (5%). [34] Materne et al. zwischen Kontusion/Quetschung/Hämatom (26%), funktionellen Muskelstörungen (15%) und Muskelzerrung/-riss (10%). [35] Ein Vergleich gestaltete sich daher schwierig. Der Bedarf an klarer Typisierung von Verletzungen nach Art des Gewebes und Pathologie wird hier deutlich.

5.4.11 Muskelverletzungen

Wir teilten Muskelverletzungen nach Vorbild des Sport Medicine Diagnostic Coding System (SMDCS v2.0) von Orchard et al. ein. Unterschieden haben wir hier zwischen Muskelriss, Muskelfaserriss, Muskelzerrung (Muskelverhärtung) und Muskelkrämpfen. Die Vorteile dieser Systematisierung werden im Abschnitt 5.4.10.1 erläutert.

In der vorliegenden Arbeit stellten Muskelverletzungen mit 26,92 % (n = 28) die häufigste Verletzungsart dar. Bei Ergün et al. machten Muskelverletzungen 61%, bei Deehan et al. 43% und bei Materne 25% aus. Die Ergebnisse unserer Studie lieferten abweichend von der Literatur keine einzige Muskelprellung unter unserem untersuchten Kollektiv. Es mag sein, dass aufgrund unserer Verletzungsdefinition zu einer unterrepräsentierten Anzahl an Muskelprellungen gekommen seien mag. Es traten 27% Muskelverletzungen in unserer Studie auf. Dies ist vergleichbar mit der

Anzahl an Verletzungen im Profifußball, dort machen Muskelverletzungen mit einem Anteil von mehr als 30 % einen Großteil der Verletzungen aus. [15, 159, 168]

Kontusionen demaskierten sich zu 70% als Kontaktverletzungen und traten mit 60% überwiegend im Spiel auf. Hingegen traf auf 85,71% (n = 24) der muskulären Verletzungen der unteren Extremität zu, dass es sich um eine Kein-Kontaktverletzung handelt und diese zu 63% im Training geschahen. Dieses Ergebnis ist vergleichbar mit Ergün et al. [154] Durch insuffiziente Erholungsphasen kann eine hohe Rate an Kein-Kontaktverletzungen erklärt werden. [136, 153]

Es gibt Spieler die anfälliger für Muskelverletzungen sind. [169, 170] Diese Aussage ließ sich in unserer Studie nicht bestätigen. Zur Verifizierung wäre ein Beobachtungszeitraum über mehrere Jahre des gleichen Kollektivs notwendig. Auf alle muskulären Verletzungen in unserer Studie traf zu, dass es sich um Muskelverletzungen der unteren Extremität handelt.

5.4.12 Morbus Osgood-Schlatter: Erkrankung des frühpupertären Nachwuchsleistungsspielers

MOS ist eine Überlastungsverletzung der Apophyse an der Tuberositas tibiae die man den Apophysenverletzungen zuordnen kann. Sie entsteht durch repetitiven Zug bzw. durch Mikrofakturen an der Tuberositas tibiae, dem Ansatz der Patellasehne. [29, 44] Die Inzidenz liegt mit 0,69 Fällen pro 1.000 Stunden Belastung beim Spiel fast dreimal so hoch wie die beim Training mit 0,24 Fällen pro 1.000 Stunden Belastung. MOS stellt einen der häufigsten Gründe für lange Ausfallzeiten im Jugendprofifußball dar. In der vorliegenden Studie beläuft sich die Inzidenz des MOS auf 9,62% aller Verletzungen. In 80% der Fälle handelt es sich um eine „schwere“ Verletzung mit einer Ausfallzeit von mehr als 28 Tagen. Mit 43,6 Tagen war die mittlere Ausfallzeit in unserer Studie nicht wesentlich unterschiedlich im Vergleich zu einer ähnlichen Studie mit 40 Tagen. [171] Andere Arbeiten zeigten, dass 16 % der Betroffenen nach 12 Wochen und 80% nach 12 Monaten wieder am Sport teilnahmen. [172] Im Leistungsfußball kommt hier sicherlich die regelmäßige physiotherapeutische Behandlung den Athleten zugute, welche zu einem rascheren RTP führt als in Studien, die den MOS nicht nur im Leistungssport evaluieren. Gerulis et al. konnten zeigen, dass die physiotherapeutische Behandlung von Patienten mit MOS zur schnelleren Schmerzfreiheit führte, im Vergleich zur reinen Reduzierung der physikalischen Belastung. Patienten die neben der Reduktion der physikalischen Belastung,

Physiotherapie erhielten waren im Durchschnitt nach 13 Monaten schmerzfrei, wohin gegen die Gruppe, die keine Physiotherapie erhielt, erst nach 15 Monaten schmerzfrei war. [173]

Eine „schwere“ Verletzung pro Saison bedeutet für einen Spieler des NLZ einen signifikanten Zeit- und damit auch potenziellen Entwicklungsverlust. Der Bedarf nach konsequenter und geeigneter Prävention für die jungen Topathleten wird hier deutlich. Nicht nur in Hinblick auf ihre Gesundheit, sondern auch auf die zukünftige Karriere. De Lucena et al. postulieren, dass Muskeldehnübungen vor der Ausführung der sportlichen Aktivität eine geeignete Prävention darstellen, könnte. [45] In unserer Studienpopulation manifestierte sich der MOS zu 71% am Standbein der Spieler. Ein möglicher Grund stellt das Zentrum der Schwerkraft eines Spielers da, welches sich bei einigen Spielern beim Schuss posterior des Standbeins verlagert. [39] Es wurde vermutet, dass ein nach hinten geneigtem Rumpf beim Schuss das Zentrum der Schwerkraft nach hinten verschiebt, wodurch die Quadrizepsmuskelaktivität und das Kniestreckungsmoment auf dem Standbein erhöht werden. [174] Watanabe et al. fanden heraus, dass die Spieler mit MOS, im Vergleich zu denen nicht an MOS-Erkrankten, eine erhöhte posteriore Verlagerung ihres Zentrums der Schwerkraft beim Schuss aufwiesen. Die Inzidenzrate von MOS stieg in der Studie um das 1,9-fache bei einer 1-cm-Verschiebung des Zentrums der Schwerkraft nach hinten. [39] Entsprechend kann das Training des Anteriorisierens des Körperschwerpunktes beim Flanken, Passen und Schießen als möglicher präventiver Ansatz des MOS gesehen werden. [39]

Denkbar ist auch, dass abrupte Stopp- und Wechselbewegungen häufiger mit dem Standbein, als mit dem Schussbein eingeleitet werden. Hierbei kann man vermuten, dass starke muskuläre Kraft vom M. quadrizeps femoris auf die Tuberositas tibiae ausgeübt wird und so das häufigere Auftreten des MOS am Standbein begünstigt.

5.4.13 Sprunggelenksverletzungen

Sprunggelenksverletzungen stellen ein sehr häufiges Krankheitsbild im Fußball [105] und Nachwuchsleistungsfußball [106, 107] dar. In unserer Studienpopulation waren Sprunggelenksverletzungen mit 11,45% der Verletzungen einer der häufigsten Gründe für einen „Zeitverlust“. In einer Studie von Price et al. mit vergleichbarem Patientenkollektiv und Methodik waren es sogar 19%. Von diesen 19% der

Verletzungen betrafen 60% das LFTA. [8] Unsere Studie lieferte mit 69% LFTA-Verletzungen einen sehr ähnlichen Wert.

Mit einem Anteil von 58,33 % schweren Verletzungen und einem durchschnittlichen Zeitverlust von 35 (SD = 24,54) Tagen stellen Sprunggelenksverletzungen eine zum größten Teil als „schwere“ zu definierende Verletzung dar.
Wir unterteilten die Sprunggelenksverletzungen in Bandverletzungen, Distorsionen, Wachstumsfugen-/Apophysenfugenverletzungen und andere knöcherne Verletzungen ein. Viele Studien unterscheiden bei Sprunggelenksverletzungen nicht zwischen Distorsionen und Bandverletzungen, sondern fassen diese unter dem Begriff „Distorsionen“ zusammen. [8, 66, 175] Distorsionen (Verstauchungen) können nach Schweregrad klassifiziert werden und bis zur vollständigen Ruptur eines Bandes reichen. [176] In diesen Studien machen „Distorsionen“ (Distorsionen inklusive Bandverletzungen) einen Großteil der Sprunggelenksverletzungen aus. Unsere Studie liefert mit einem Anteil von 84% „Distorsionen“ (Distorsionen inklusive Bandverletzungen) ähnliche Ergebnisse. Der durchschnittliche „Zeitverlust“ von „Distorsionen“ (Distorsionen inklusive Bandverletzungen) in unserer Studie liegt bei 31 (SD = 21,33) Tagen. Ähnlich unseren Ergebnissen kehrten in einer anderen Studie 83% der Spieler nach einer solchen Verletzung innerhalb eines Monats zu Training oder Spiel zurück. [10] Der besondere Schweregrad dieser Verletzungen wird jedoch nicht nur durch die lange Ausfallzeit klar, sondern auch dadurch, dass 74% der Spieler noch nach einem Jahr über Symptome klagen. [119] Auch zeigte eine weitere Studie, dass 33% der Sprunggelenksverletzungen (bei einem medianen Nachbeobachtungszeitraum von 25 Jahren) röntgenologische Anzeichen einer Sprunggelenksarthrose zeigten. [120]

Es scheint sinnvoll zwischen Distorsionen und Bandrupturen zu unterscheiden, da Bandverletzungen mit einem durchschnittlichen Zeitverlust von 46 (SD = 12,64) Tagen einhergehen, während Spieler mit Distorsionen bereits nach 9 (SD = 4,76) Tagen zum Spiel zurückkehrten.

Das höchste Risiko sich am Sprunggelenk zu verletzen, bestand bei den Verteidigern und im Alter von 15 Jahren.

In einer Studie des Amateurfußballs zeigte sich, dass Sprunggelenksverletzungen vor allem am Anfang der Saison auftreten. [11] Dies ist aufgrund der erhöhten Verletzungsinzidenz nach Saisonbeginn und Winterpause nicht verwunderlich. [8, 10,

67, 129] Interessant ist jedoch, dass in unserer Studie die Verteilung der Sprunggelenksverletzungen mit 75% im ersten Quartal (also nach Saisonbeginn) enorm erhöht ist, während sie nach der Winterpause dem Rest der Saison gleicht. Erwähnenswert ist, dass die Inzidenz der Sprunggelenksverletzung während eines Spieles zwar höher ist als im Training, jedoch 75% der Sprunggelenksverletzungen während des Trainings stattfinden und Sprunggelenksverletzungen damit als hauptsächlich während des Trainings auftretende Verletzung gewertet werden können.

5.5 Limitationen der Arbeit

Wir entschieden uns für eine Kombination aus „Zeitverlust“ und „medizinischer Bedarf“ zur Definition von Verletzungen. Bei der „Zeitverlust“ Definition empfehlen sich bestenfalls tägliche Belastungseinheiten um möglichst wenig geringfügige/leichte Verletzungen zu übersehen. [26] Geringfügige/leichte Verletzungen gehen mit einem Sportzeitverlust von ein bis sieben Tagen einher. [26] Wenn nicht täglich Trainingseinheiten erfolgen, können somit Verletzungen für die Statistik okkult bleiben. Ein Beispiel wäre eine Verletzung, die an einem Montag entsteht, Dienstag und Mittwoch zu einem Sportzeitverlust geführt hätte, die nächste Trainingseinheit aber an einem Donnerstag ist.

Aufgrund der geringeren Belastung vor allem in den jüngsten Jahrgängen könnte es hier zu einer geringeren Inzidenz der geringfügigen/leichten Verletzungen gekommen sein. In der U16-U19 fanden an durchschnittlich 5 Tagen der Woche Belastungseinheiten statt. Bei der geringen Belastung im Vergleich zu der U16-U19 muss vorerst davon ausgegangen werden, dass die Anzahl an Trainings- und Spieltagen in der U9-U15 geringer ausgefallen ist und es dementsprechend zu einer geringeren Messung der Inzidenz von geringfügigen/leichten Verletzungen im Bereich der U9-U15 gekommen sein könnte.

Daneben könnten durch die einmal wöchentlich stattfindende Sprechstunde geringfügige und leichte Verletzungen nicht in die Statistik mit aufgenommen worden sein, wenn die Spieler lediglich zwischen zwei Sprechstunden kurzzeitig Beschwerden beklagt hätten. Dadurch könnte eine höhere Gesamtverletzungsinzidenz verschleiert worden sein.

Außerdem kann es durch eine mangelnde Compliance seitens der Spieler zu einer Verfälschung der eigentlichen Inzidenz gekommen sein, wenn diese trotz

Beschwerden die Sprechstunde nicht aufsuchen und die Verletzungen dann nicht in die Datenbank/Statistik aufgenommen worden sein.

Auch zu spätes Melden einer Verletzung und unehrliches Ausfüllen des Fragebogens durch die Spieler können zur Interpretation zum Beispiel eines reduzierten RTP führen. Ebenfalls könnten Spieler statt in die Sprechstunde zu deren Hausarzt gegangen sein, was auch zu einer eigentlich höheren Inzidenz hätte führen können.

Das retrospektive Studiendesign mit potenziellem Datenverlust stellt ebenfalls eine Limitation dar. In unserer Studie wird die Compliance der Behandlung und die empfohlene Behandlung nicht bei der Berechnung des RTP berücksichtigt. Das RTP könnte sich bezogen auf die Compliance der Athleten unterscheiden, was dann vermutlich zu verminderten Ausfallzeiten führen würde. Eine weitere Limitation ist das die Dateninterpretationen nicht zwischen Spielern mit erwachsenem und kindlichem Phänotypen unterscheidet. So könnten Unterschiede in den Ergebnissen, die die eher älteren Spieler oder die eher jüngeren Spieler betreffen, maskiert werden.

5.6 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit untersucht die Verletzungsinzidenzen im Nachwuchsleistungsfußball. Im Fokus standen die Inzidenzen von akuten Traumata und chronischen Überlastungsverletzungen, welche im Zusammenhang mit der Belastung von Training und Spiel auftraten. Fußball gilt als eine Hoch-Risiko-Sportart und weist eine hohe Verletzungsrate auf. Die Besonderheit des Nachwuchsleistungsfußball ist, dass ähnlich hohe Anforderungen wie im Erwachsenenlizenzfußballs gepaart mit einem Hoch-Risiko-Sport auf ein noch nicht vollständig entwickeltes Muskelskelettsystem treffen. Verletzungen, die im Training oder Spiel entstehen, stellen ein kontinuierliches Risiko für die Gesundheit und Leistungsfähigkeit der Athleten dar und können zum Karriereende führen. Trotz der Verletzungsrisiken ist der Fußball mit 200 Millionen aktiven Spielern die beliebteste und meist praktizierte Sportart weltweit. Die Relevanz und der Nutzen von Verletzungsforschung im Fußball wird bei der hohen Anzahl an Spielern gepaart mit dem hohen Verletzungsrisiko deutlich.

Ziel der Verletzungsforschung im Fußball ist es geeignete Präventionsprogramme zu entwickeln, um das Verletzungsrisiko der Spieler zu reduzieren, um so nicht nur vor

Zeit- und Leistungsverlust zu schützen, sondern auch dauerhafte Gesundheitsschäden abzuwenden.

Um Präventionsprogramme entwickeln zu können muss man zunächst die Inzidenzen, die Natur und die Charakteristika von Verletzungen identifizieren. Grundlage der Verletzungsforschung stellt dabei die Definition einer Verletzung dar. Für unsere retrospektive Studie wählten wir eine Kombinations-Definition aus „medizinischem Bedarf“ und „Zeitverlust“. Hierdurch wurde ein klarer Fokus weg von Bagatellverletzungen hin zu relevanten Verletzungen gesetzt. Die Datenerhebung folgte gemäß des „Consensus Statement of Injury Definitions and Data Collection Procedures in Studies of Football (Soccer) Injuries und “Methods for epidemiological study of injuries to professional football players: developing the UEFA model”. Dadurch ist eine bessere Vergleichbarkeit zwischen Studien möglich. Neben dem Anspruch die Inzidenzen von akuten Traumata und chronischen Überlastungsverletzungen im Zusammenhang mit Training und Spiel darzustellen, stellten wir die Hypothese auf, dass sich Verletzungen im Nachwuchsleistungsfußball von Verletzungen im Erwachsenenlizenzfußball unterscheiden. Wir konnten zeigen, dass der Nachwuchsleistungsfußball mit einem Anteil von 45,54% mit deutlich mehr Überlastungsverletzungen einher geht als der professionelle Erwachsenenfußball mit 6 bis 16%.

Dies stellt die erste Untersuchung im Nachwuchsleistungsfußball dar, die minutengenau die Verletzungsinzidenz auf 1.000 Belastungsstunden darstellt. Die unteren Extremitäten stellten mit 81% die am häufigsten verletzte Körperregion dar. Zu den häufigsten Verletzungen zählten Muskelverletzungen der unteren Extremität, Sprunggelenksverletzungen und MOS. Es konnte gezeigt werden das Athleten im Nachwuchsleistungsfußball sich eher im Spiel als im Training verletzen. Stürmer waren im Vergleich zu den anderen Spielposition am häufigsten verletzt. Im zeitlichen Verlauf der Saison zeigte sich eine Häufung an Verletzungen nach den Pausenzeiten zu Saisonbeginn und nach der Winterpause. Darüber hinaus zeigte sich, dass Naturrasen im Vergleich zu Kunstrasen ein höheres Risiko für Verletzungen, vor allem auch für schwere Verletzungen aufwies. Im Vergleich zum Erwachsenenfußball konnte im Nachwuchsfußball ein deutlich häufigeres Auftreten von Überlastungsverletzungen festgestellt werden. Ein Großteil der Überlastungsschäden im Nachwuchsfußball fällt auf den MOS, einer Verletzung des frühpubertären Jugendlichen. Durch die Analyse von Daten eines Nachwuchsleistungszentrum eines Bundesliga Vereins über den

Zeitraum einer Saison gelang es uns die Inzidenzen und den Charakter von Verletzungen im Nachwuchsleistungsfußball darzustellen. Die vorliegenden Daten unserer Arbeit können somit einen Beitrag zur bisher unterrepräsentierten Verletzungsforschung im Nachwuchsleistungsfußball leisten und dazu dienen gezielte Präventionsprogramme zu entwickeln.

Verschiedene Faktoren wie Alter, Spielposition, Schussbein/Standbein, die zeitliche Achse der Saison, die Belastungsmenge, die Art der Belastung (Training vs. Spiel), Verletzungsrezidive und die Platzbeschaffenheit beeinflussen die Verletzungsinzidenz. Präventionsmaßnahmen, welche die genannten Faktoren berücksichtigen oder im besten Falle adressieren, sind notwendig, um die Verletzungsinzidenz zu reduzieren. So könnte zum Beispiel die Veränderung des Körperschwerpunktes beim Schießen zu einer Reduktion der Inzidenz des MOS führen. Anknüpfende Studien zum Vergleich der Effektivität verschiedener präventiver Maßnahmen auf die Inzidenz von Verletzungen sind hier gefordert.

Weitere Studien sind notwendig, um den Einfluss der Belastungsanforderungen des sich noch entwickelnden Bewegungsapparates zu beleuchten. Hier könnte die Belastungssteuerung in Phasen vermehrten Wachstums eine entscheidende Rolle bei der Reduktion des Verletzungsrisikos spielen. Allerdings sind hier weitere Arbeiten unabdingbar.

Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse die Inzidenz von Verletzungen, deren Ausfallzeit und einige beeinflussende Faktoren in einem deutschen Fußballnachwuchsleistungszentrum. Daneben können deutliche Unterschiede der Verletzungen im Nachwuchsleistungsfußball im Vergleich zum Erwachsenenfußball festgestellt werden.

LITERATURVERZEICHNIS

1. Hulteen, R.M., et al., Global participation in sport and leisure-time physical activities: A systematic review and meta-analysis. Prev Med, 2017. 95: p. 14-25.
2. Dvorak, J., et al., Football is the most popular sport worldwide. Am J Sports Med, 2004. 32(1 Suppl): p. 3s-4s.
3. Deutscher Fußball-Bund. Mitgliederstatistik 2020; Avalable from: https://www.dfb.de/fileadmin/_dfbdam/223584-Mitgliederstatistik.pdf; Zugeriffen am 20.03.2022
4. Jones, S., et al., Correction to: Injury Incidence, Prevalence and Severity in High-Level Male Youth Football: A Systematic Review. Sports Med, 2019.
5. Ekstrand, J., Epidemiology of football injuries. Science & sports, 2008. 23(2): p. 73-77.
6. Ekstrand, J. and J. Karlsson, The risk for injury in football. There is a need for a consensus about definition of the injury and the design of studies. Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports, 2003. 13(3): p. 147-149.
7. Hodson, A., Too much too soon? The risk of 'overuse'injuries in young football players. Journal of Bodywork and Movement Therapies, 1999. 3(2): p. 85-91.
8. Price, R., et al., The Football Association medical research programme: an audit of injuries in academy youth football. British journal of sports medicine, 2004. 38(4): p. 466-471.
9. Nilstad, A., R. Bahr, and T.E. Andersen, Text messaging as a new method for injury registration in sports: a methodological study in elite female football. Scand J Med Sci Sports, 2014. 24(1): p. 243-9.
10. Hawkins, R.D. and C.W. Fuller, A prospective epidemiological study of injuries in four English professional football clubs. British journal of sports medicine, 1999. 33(3): p. 196-203.
11. Kofotolis, N.D., E. Kellis, and S.P. Vlachopoulos, Ankle sprain injuries and risk factors in amateur soccer players during a 2-year period. The American Journal of Sports Medicine, 2007. 35(3): p. 458-466.

12. Dellal, A., et al., The effects of a congested fixture period on physical performance, technical activity and injury rate during matches in a professional soccer team. British journal of sports medicine, 2015. 49(6): p. 390-394.
13. Carling, C., et al., The impact of short periods of match congestion on injury risk and patterns in an elite football club. British journal of sports medicine, 2016. 50(12): p. 764-768.
14. Keller, C.S., F.R. Noyes, and C.R. Buncher, The Medical Aspects of Soccer Injury Epidemiology. The American Journal of Sports Medicine, 1988. 16(1_suppl): p. S-105-S-112.
15. Waldén, M., M. Hägglund, and J. Ekstrand, UEFA Champions League study: a prospective study of injuries in professional football during the 2001–2002 season. British journal of sports medicine, 2005. 39(8): p. 542-546.
16. Ekstrand, J., Keeping your top players on the pitch: the key to football medicine at a professional level. 2013, BMJ Publishing Group Ltd and British Association of Sport and Exercise Medicine.
17. Best, R., et al., Return to play decisions in professional soccer: a decision algorithm from a team physician's viewpoint. Zeitschrift fur Orthopadie und Unfallchirurgie, 2011. 149(5): p. 582-587.
18. Testoni, D., et al., Sports medicine and ethics. The American Journal of Bioethics, 2013. 13(10): p. 4-12.
19. Kuijt, M.-T.K., et al., Knee and ankle osteoarthritis in former elite soccer players: a systematic review of the recent literature. Journal of science and medicine in sport, 2012. 15(6): p. 480-487.
20. Bradley, P.S., et al., High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. Journal of sports sciences, 2009. 27(2): p. 159-168.
21. Barnes, C., et al., The evolution of physical and technical performance parameters in the English Premier League. International journal of sports medicine, 2014. 35(13): p. 1095-1100.
22. Van Mechelen, W., H. Hlobil, and H.C. Kemper, Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. Sports medicine, 1992. 14(2): p. 82-99.
23. Schmikli, S. and E. Bol, ACTIONS IN YOUTH SOCCER GAMES CAUSING INJURIES: 1274. Medicine & Science in Sports & Exercise, 1995. 27(5): p. S227.

24. Barenius, B., et al., Increased risk of osteoarthritis after anterior cruciate ligament reconstruction: a 14-year follow-up study of a randomized controlled trial. The American journal of sports medicine, 2014. 42(5): p. 1049-1057.
25. Gföller, P., et al., Non-operative treatment of ACL injury is associated with opposing subjective and objective outcomes over 20 years of follow-up. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 2019. 27: p. 2665-2671.
26. Hagglund, M., et al., Methods for epidemiological study of injuries to professional football players: developing the UEFA model. Br J Sports Med, 2005. 39(6): p. 340-6.
27. Ekstrand, J., Soccer injuries and their prevention. 1982: Department of Surgery, Linköping University.
28. Fuller, C.W., et al., Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. Br J Sports Med, 2006. 40(3): p. 193-201.
29. Czyrny, Z., Osgood-Schlatter disease in ultrasound diagnostics-a pictorial essay. Medical ultrasonography, 2010. 12(4): p. 323-335.
30. Gholve, P.A., et al., Osgood schlatter syndrome. Current opinion in pediatrics, 2007. 19(1): p. 44-50.
31. Yashar, A., R.T. Loder, and R.N. Hensinger, Determination of Skeletal Age in Children with Osgood—Schlatter Disease by Using Radiographs of the Knee. Journal of Pediatric Orthopaedics, 1995. 15(3): p. 298-301.
32. Kvist, M., et al., Osgood-Schlatter and Sever's disease in young athletes. Duodecim; laaketieteellinen aikakauskirja, 1984. 100(3): p. 142-150.
33. Belikan, P., et al., Incidence of calcaneal apophysitis (Sever's disease) and return-to-play in adolescent athletes of a German youth soccer academy: a retrospective study of 10 years. Journal of orthopaedic surgery and research, 2022. 17(1): p. 83.
34. Deehan, D.J., K. Bell, and A.W. McCaskie, Adolescent musculoskeletal injuries in a football academy. J Bone Joint Surg Br, 2007. 89(1): p. 5-8.
35. Materne, O., et al., Injury incidence and burden in a youth elite football academy: a four-season prospective study of 551 players aged from under 9 to under 19 years. British journal of sports medicine, 2021. 55(9): p. 493-500.
36. Kujala, U.M., M. Kvist, and O. Heinonen, Osgood-Schlatter's disease in adolescent athletes: Retrospective study of incidence and duration. The American Journal of Sports Medicine, 1985. 13(4): p. 236-241.

37. Nakase, J., et al., Relationship between the skeletal maturation of the distal attachment of the patellar tendon and physical features in preadolescent male football players. Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy, 2014. 22: p. 195-199.
38. Seyfettinoğlu, F., et al., Is there a relationship between patellofemoral alignment and Osgood–Schlatter disease? A case-control study. The Journal of Knee Surgery, 2020. 33(01): p. 067-072.
39. Watanabe, H., et al., Pathogenic Factors Associated With Osgood-Schlatter Disease in Adolescent Male Soccer Players: A Prospective Cohort Study. Orthopaedic Journal of Sports Medicine, 2018. 6(8): p. 2325967118792192.
40. Enomoto, S., et al., The passive mechanical properties of muscles and tendons in children affected by Osgood-Schlatter disease. Journal of Pediatric Orthopaedics, 2020. 40(4): p. e243-e247.
41. Green, D.W., et al., Increased posterior tibial slope in patients with Osgood-Schlatter disease: a new association. The American Journal of Sports Medicine, 2020. 48(3): p. 642-646.
42. Šarčević, Z., Limited ankle dorsiflexion: a predisposing factor to Morbus Osgood Schlatter? Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 2008. 16(8): p. 726-728.
43. Guler, F., et al., Is there a relationship between attention deficit/hyperactivity disorder and Osgood–Schlatter disease? Archives of orthopaedic and trauma surgery, 2013. 133: p. 1303-1307.
44. Hirano, A., et al., Magnetic resonance imaging of Osgood-Schlatter disease: the course of the disease. Skeletal radiology, 2002. 31(6): p. 334-342.
45. de Lucena, G.L., C. dos Santos Gomes, and R.O. Guerra, Prevalence and Associated Factors of Osgood-Schlatter Syndrome in a Population-Based Sample of Brazilian Adolescents. The American Journal of Sports Medicine, 2011. 39(2): p. 415-420.
46. Nakase, J., et al., Precise risk factors for Osgood–Schlatter disease. Archives of orthopaedic and trauma surgery, 2015. 135(9): p. 1277-1281.
47. Smith, A.D., Osgood-Schlatter Disorder and related extensor mechanism problems, in The Pediatric and Adolescent Knee. 2006, Elsevier. p. 198-214.
48. Circi, E., Y. Atalay, and T. Beyzadeoglu, Treatment of Osgood–Schlatter disease: review of the literature. Musculoskeletal surgery, 2017. 101: p. 195-200.

49. Suhaila, I.N., M.S. Suhaila, and W.W. Aireene, An active boy with bilateral knee pain. Malaysian family physician: the official Journal of the Academy of Family Physicians of Malaysia, 2019. 14(1): p. 26.
50. Ciatawi, K. and I.W.S. Dusak, Osgood-Schlatter disease: A review of current diagnosis and management. Current Orthopaedic Practice, 2022. 33(3): p. 294-298.
51. Blankstein, A., et al., Ultrasonography as a diagnostic modality in Osgood-Schlatter disease: a clinical study and review of the literature. Archives of orthopaedic and trauma surgery, 2001. 121: p. 536-539.
52. Vreju, F., P. Ciurea, and A. Rosu, Osgood-Schlatter disease-ultrasonographic diagnostic. Medical ultrasonography, 2010. 12(4): p. 336-339.
53. Kaneuchi, Y., et al., Bony maturity of the tibial tuberosity with regard to age and sex and its relationship to pathogenesis of Osgood-Schlatter disease: an ultrasonographic study. Orthopaedic journal of sports medicine, 2018. 6(1): p. 2325967117749184.
54. Yanagisawa, S., et al., Assessment of Osgood-Schlatter disease and the skeletal maturation of the distal attachment of the patellar tendon in preadolescent males. Orthopaedic journal of sports medicine, 2014. 2(7): p. 2325967114542084.
55. Mebis, W., T. Jager, and E. Van Hedent, Intratendinous patellar ganglion cyst with coexistant Osgood Schlatter Disease. Journal of the Belgian Society of Radiology, 2016. 100(1): p. 86-86.
56. Circi, E. and T. Beyzadeoglu, Results of arthroscopic treatment in unresolved Osgood-Schlatter disease in athletes. International orthopaedics, 2017. 41: p. 351-356.
57. Rosenberg, Z.S., et al., Osgood-Schlatter lesion: fracture or tendinitis? Scintigraphic, CT, and MR imaging features. Radiology, 1992. 185(3): p. 853-858.
58. Faigenbaum, A.D., et al., The effects of different resistance training protocols on muscular strength and endurance development in children. Pediatrics, 1999. 104(1): p. e5-e5.
59. Renstrˆm, P.A.F.H., Sportverletzungen und ‹berlastungssch‰den - Pr‰vention, Therapie, Rehabilitation. Dtsch Arztebl International, 1997. 94(46): p. A-3056.

60. Launay, F., Sports-related overuse injuries in children. Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research, 2015. 101(1): p. S139-S147.
61. Niethard, F.U., J. Pfeil, and P. Biberthaler, Orthopädie und Unfallchirurgie. 6., vollst. überarb. und erw. Aufl. 2009, Stuttgart: Thieme (Duale Reihe).
62. Baltaci, G., H. Özer, and V. Tunay, Rehabilitation of avulsion fracture of the tibial tuberosity following Osgood-Schlatter disease. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 2004. 12: p. 115-118.
63. Ishida, K., et al., Infrapatellar Bursal Osteochondromatosis Associated with Unresolved Osgood-Schlatter Disease: A case report. JBJS, 2005. 87(12): p. 2780-2783.
64. Ekstrand, J. and J. Gillquist, The avoidability of soccer injuries. International journal of sports medicine, 1983. 4(02): p. 124-128.
65. Klein, C., et al., VBG-Sportreport 2020 Analyse des Unfallgeschehens in den zwei höchsten Ligen der Männer: Basketball, Eishockey, Fußball, Handball. 2020.
66. Woods, C., et al., The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football: an analysis of ankle sprains. British journal of sports medicine, 2003. 37(3): p. 233-238.
67. Hawkins, R.D., et al., The association football medical research programme: an audit of injuries in professional football. British journal of sports medicine, 2001. 35(1): p. 43-47.
68. Renshaw, A. and P.C. Goodwin, Injury incidence in a Premier League youth soccer academy using the consensus statement: a prospective cohort study. BMJ open sport & exercise medicine, 2016. 2(1): p. e000132.
69. Ekstrand, J., M. Hägglund, and M. Waldén, Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). The American journal of sports medicine, 2011. 39(6): p. 1226-1232.
70. Ekstrand, J., M. Waldén, and M. Hägglund, Hamstring injuries have increased by 4% annually in men's professional football, since 2001: a 13-year longitudinal analysis of the UEFA Elite Club injury study. British journal of sports medicine, 2016. 50(12): p. 731-737.
71. Ueblacker, P., L. Hänsel, and H. Müller-Wohlfahrt, 17 Besondere Fälle aus dem Hochleistungssport. Muskelverletzungen im Sport, 2018: p. 446.

72. Mendiguchia, J., et al., Rectus femoris muscle injuries in football: a clinically relevant review of mechanisms of injury, risk factors and preventive strategies. British journal of sports medicine, 2013. 47(6): p. 359-366.
73. Johnson, M.A., et al., Data on the distribution of fibre types in thirty-six human muscles: an autopsy study. Journal of the neurological sciences, 1973. 18(1): p. 111-129.
74. Serner, A., et al., Mechanisms of acute adductor longus injuries in male football players: a systematic visual video analysis. British journal of sports medicine, 2019. 53(3): p. 158-164.
75. Serner, A., et al., Characteristics of acute groin injuries in the adductor muscles: a detailed MRI study in athletes. Scandinavian journal of medicine & science in sports, 2018. 28(2): p. 667-676.
76. Luig, P., et al., VBG-Sportreport 2017–Analyse des Unfallgesche-hens in den zwei höchsten Ligen der Männer: Basketball, Eishockey, Fußball und Handball [Internet]. 2017 [zitiert 3. November 2020]. Verfügbar unter: http://www. vbg. de/SharedDocs/Medien-Center/DE/Broschuere/Branchen/Sport/VBG-Sportreport. 202017.
77. Askling, C.M., N. Malliaropoulos, and J. Karlsson, High-speed running type or stretching-type of hamstring injuries makes a difference to treatment and prognosis. 2012, BMJ Publishing Group Ltd and British Association of Sport and Exercise Medicine. p. 86-87.
78. Chumanov, E.S., et al., Hamstrings are most susceptible to injury during the late swing phase of sprinting. 2012, BMJ publishing group ltd and British association of sport and exercise medicine. p. 90-90.
79. Mann, R. and P. Sprague, A kinetic analysis of the ground leg during sprint running. Research Quarterly for exercise and sport, 1980. 51(2): p. 334-348.
80. Tomasits, J. and P. Haber, Leistungsphysiologie: Lehrbuch für Sport-und Physiotherapeuten und Trainer. 2015: Springer-Verlag.
81. Arnason, A., et al., Risk factors for injuries in football. The American journal of sports medicine, 2004. 32(1_suppl): p. 5-16.
82. Ekstrand, J., M. Hägglund, and M. Waldén, Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study. British journal of sports medicine, 2011. 45(7): p. 553-558.

83. Andersen, T.E., L. Engebretsen, and R. Bahr, Rule violations as a cause of injuries in male norwegian professional football: are the referees doing their job? The American Journal of Sports Medicine, 2004. 32(1_suppl): p. 62-68.
84. Verrall, G., et al., Clinical risk factors for hamstring muscle strain injury: a prospective study with correlation of injury by magnetic resonance imaging. British journal of sports medicine, 2001. 35(6): p. 435-439.
85. Waldén, M., M. Hägglund, and J. Ekstrand, Football injuries during European championships 2004–2005. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 2007. 15: p. 1155-1162.
86. Watson, A.W.S., Sports injuries related to flexibility, posture, acceleration, clinical defects, and previous injury, in high-level players of body contact sports. International journal of sports medicine, 2001. 22(03): p. 222-225.
87. Arnason, A., et al., Soccer injuries in Iceland. Scandinavian journal of medicine & science in sports, 1996. 6(1): p. 40-45.
88. Dvorak, J., A. Junge, and K. Grimm, Football medicine manual. Zurich: F-MARC, 2005: p. 81-93.
89. Verrall, G.M., J.P. Slavotinek, and P. Barnes, The effect of sports specific training on reducing the incidence of hamstring injuries in professional Australian Rules football players. British journal of sports medicine, 2005. 39(6): p. 363-368.
90. Nouni-Garcia, R., et al., Clinical benefit of the FIFA 11 programme for the prevention of hamstring and lateral ankle ligament injuries among amateur soccer players. Injury Prevention, 2018. 24(2): p. 149-154.
91. Goode, A.P., et al., Eccentric training for prevention of hamstring injuries may depend on intervention compliance: a systematic review and meta-analysis. British journal of sports medicine, 2015. 49(6): p. 349-356.
92. Silvers-Granelli, H., et al., Efficacy of the FIFA 11+ injury prevention program in the collegiate male soccer player. The American journal of sports medicine, 2015. 43(11): p. 2628-2637.
93. Mueller-Wohlfahrt, H.-W., et al., Terminology and classification of muscle injuries in sport: The Munich consensus statement. British Journal of Sports Medicine, 2013. 47(6): p. 342-350.
94. O'Donoghue, D.H., Treatment of injuries to athletes. (No Title), 1962.
95. RYAN, A.J., Quadriceps strain, rupture and charlie horse. Medicine & Science in Sports & Exercise, 1969. 1(2): p. 106-111.

96. Takebayashi, S., et al., Sonographic findings in muscle strain injury: clinical and MR imaging correlation. Journal of Ultrasound in Medicine, 1995. 14(12): p. 899-905.
97. Peetrons, P., Ultrasound of muscles. European radiology, 2002. 12: p. 35-43.
98. Stoller, D.W., Magnetic resonance imaging in orthopaedics and sports medicine. Vol. 1. 2007: Lippincott Williams & Wilkins.
99. Yeh, H. and J. Rabinowitz, Ultrasonography of the extremities and pelvic girdle and correlation with computed tomography. Radiology, 1982. 143(2): p. 519-525.
100. Megliola, A., et al., Ultrasound and magnetic resonance imaging in sports-related muscle injuries. La radiologia medica, 2006. 111(6): p. 836-845.
101. Müller-Wohlfahrt, H.-W., et al., Muskelverletzungen im sport. 2010: Thieme Stuttgart.
102. Fornage, B.D. The case for ultrasound of muscles and tendons. in Seminars in musculoskeletal Radiology. 2000. Copyright© 2000 by Thieme Medical Publishers, Inc., 333 Seventh Avenue, New ….
103. Betthäuser, A. and T. Bartschat, DIE HüFTE IM SPORT: Wertigkeit bildgebender Verfahren am Hüftgelenk des Sportlers. Sports Orthopaedics and Traumatology Sport-Orthopädie-Sport-Traumatologie, 2003. 19(3): p. 175-182.
104. Lee, J., A. Mitchell, and J. Healy, Imaging of muscle injury in the elite athlete. The British journal of radiology, 2012. 85(1016): p. 1173-1185.
105. Pardon, E., Lower extremities are site of most soccer injuries. The Physician and Sportsmedicine, 1977. 5(6): p. 43-48.
106. Jackson, D.W., R.L. Ashley, and J.W. Powell, Ankle sprains in young athletes: relation of severity and disability. Clinical Orthopaedics and Related Research®, 1974. 101: p. 201-215.
107. Faude, O., R. Rößler, and A. Junge, Football injuries in children and adolescent players: are there clues for prevention? Sports medicine, 2013. 43(9): p. 819-837.
108. Jain, N., et al., Frequency and trends in foot and ankle injuries within an English Premier League Football Club using a new impact factor of injury to identify a focus for injury prevention. Foot and ankle surgery, 2014. 20(4): p. 237-240.

109. Vanlommel, L., et al., Incidence and risk factors of lower leg fractures in Belgian soccer players. Injury, 2013. 44(12): p. 1847-1850.
110. Giza, E., et al., Mechanisms of foot and ankle injuries in soccer. The American journal of sports medicine, 2003. 31(4): p. 550-554.
111. Engebretsen, A.H., et al., Intrinsic risk factors for acute ankle injuries among male soccer players: a prospective cohort study. Scandinavian journal of medicine & science in sports, 2010. 20(3): p. 403-410.
112. Le Gall, F., et al., Incidence of injuries in elite French youth soccer players: a 10-season study. The American journal of sports medicine, 2006. 34(6): p. 928-938.
113. Peterson, L., et al., Incidence of football injuries and complaints in different age groups and skill-level groups. Am J Sports Med, 2000. 28(5 Suppl): p. S51-7.
114. Giza, E., et al., Injuries in women's professional soccer. British journal of sports medicine, 2005. 39(4): p. 212-216.
115. Nielsen, A.B. and J. Yde, Epidemiology and traumatology of injuries in soccer. The American Journal of Sports Medicine, 1989. 17(6): p. 803-807.
116. Drawer, S. and C. Fuller, Propensity for osteoarthritis and lower limb joint pain in retired professional soccer players. British journal of sports medicine, 2001. 35(6): p. 402-408.
117. Salzmann, G.M., et al., Osteoarthritis in football: with a special focus on knee joint degeneration. Cartilage, 2017. 8(2): p. 162-172.
118. Dvorak, J., et al., Risk factor analysis for injuries in football players. Possibilities for a prevention program. Am J Sports Med, 2000. 28(5 Suppl): p. S69-74.
119. Anandacoomarasamy, A. and L. Barnsley, Long term outcomes of inversion ankle injuries. British journal of sports medicine, 2005. 39(3): p. e14-e14.
120. Larsen, E., P. Jensen, and P. Jensen, Long-term outcome of knee and ankle injuries in elite football. Scandinavian journal of medicine & science in sports, 1999. 9(5): p. 285-289.
121. Chorley, J.N. and A.C. Hergenroeder, Management of ankle sprains. Pediatric annals, 1997. 26(1): p. 56-64.
122. Malliaropoulos, N., et al., Reinjury after acute lateral ankle sprains in elite track and field athletes. The American journal of sports medicine, 2009. 37(9): p. 1755-1761.

123. Stiell, I.G., et al., A study to develop clinical decision rules for the use of radiography in acute ankle injuries. Annals of emergency medicine, 1992. 21(4): p. 384-390.
124. Derksen, R.-J., et al., Diagnostic accuracy and reproducibility in the interpretation of Ottawa ankle and foot rules by specialized emergency nurses. The American journal of emergency medicine, 2005. 23(6): p. 725-729.
125. Mintz, D.N., et al., Osteochondral lesions of the talus: a new magnetic resonance grading system with arthroscopic correlation. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery, 2003. 19(4): p. 353-359.
126. Orchard, J., Orchard sports injury classification system (OSICS). Sport Health, 1993. 11: p. 39-39.
127. Wikström, J. and C. Andersson, A prospective study of injuries in licensed floorball players. Scandinavian journal of medicine & science in sports, 1997. 7(1): p. 38-42.
128. Orchard, J.W., et al., Sport Medicine Diagnostic Coding System (SMDCS) and the Orchard Sports Injury and Illness Classification System (OSIICS): revised 2020 consensus versions. Br J Sports Med, 2020. 54(7): p. 397-401.
129. Lewin, G., The incidence of injury in an English professional soccer club during one competitive season. Physiotherapy, 1989. 75(10): p. 601-605.
130. Woods, C., et al., The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football-analysis of preseason injuries. Br J Sports Med, 2002. 36(6): p. 436-41; discussion 441.
131. Ekstrand, J., et al., Incidence of soccer injuries and their relation to training and team success. The American journal of sports medicine, 1983. 11(2): p. 63-67.
132. Ekstrand, J. and H. Tropp, The incidence of ankle sprains in soccer. Foot & ankle, 1990. 11(1): p. 41-44.
133. Coughlin, S.S., Recall bias in epidemiologic studies. Journal of clinical epidemiology, 1990. 43(1): p. 87-91.
134. Noyes, F.R., T.N. Lindenfeld, and M.T. Marshall, What determines an athletic injury (definition)? Who determines an injury (occurrence)? The American journal of sports medicine, 1988. 16(1_suppl): p. S-65-S-68.
135. Junge, A. and J. Dvorak, Influence of definition and data collection on the incidence of injuries in football. Am J Sports Med, 2000. 28(5 Suppl): p. S40-6.

136. Dvorak, J. and A. Junge, Football injuries and physical symptoms. A review of the literature. Am J Sports Med, 2000. 28(5 Suppl): p. S3-9.
137. Andersen, T.E., et al., Video analysis of the mechanisms for ankle injuries in football. The American journal of sports medicine, 2004. 32(1_suppl): p. 69-79.
138. Junge, A., J. Chomiak, and J. Dvorak, Incidence of football injuries in youth players. Comparison of players from two European regions. Am J Sports Med, 2000. 28(5 Suppl): p. S47-50.
139. Engström, B., et al., Does a major knee injury definitely sideline an elite soccer player? The American journal of sports medicine, 1990. 18(1): p. 101-105.
140. Ekstrand, J. and J. Gillquist, Soccer injuries and their mechanisms: a prospective study. Medicine and science in sports and exercise, 1983. 15(3): p. 267-270.
141. Lüthje, P., et al., Epidemiology and traumatology of injuries in elite soccer: a prospective study in Finland. Scandinavian journal of medicine & science in sports, 1996. 6(3): p. 180-185.
142. Junge, A. and J. Dvorak, Influence of definition and data collection on the incidence of injuries in football. The American Journal of Sports Medicine, 2000. 28(5_suppl): p. 40-46.
143. Pfirrmann, D., et al., Analysis of Injury Incidences in Male Professional Adult and Elite Youth Soccer Players: A Systematic Review. J Athl Train, 2016. 51(5): p. 410-24.
144. Jones, S., et al., Injury Incidence, Prevalence and Severity in High-Level Male Youth Football: A Systematic Review. Sports Med, 2019.
145. Bianco, A., et al., A prospective analysis of the injury incidence of young male professional football players on artificial turf. Asian journal of sports medicine, 2016. 7(1).
146. Bowen, L., et al., Accumulated workloads and the acute: chronic workload ratio relate to injury risk in elite youth football players. British journal of sports medicine, 2017. 51(5): p. 452-459.
147. Deehan, D., K. Bell, and A. McCaskie, Adolescent musculoskeletal injuries in a football academy. The Journal of bone and joint surgery. British volume, 2007. 89(1): p. 5-8.
148. Malina, R.M., C. Bouchard, and O. Bar-Or, Growth, maturation, and physical activity. 2004: Human kinetics.

149. Bacon, C.S. and A.R. Mauger, Prediction of overuse injuries in professional U18-U21 footballers using metrics of training distance and intensity. The Journal of Strength & Conditioning Research, 2017. 31(11): p. 3067-3076.
150. Aglietti, P., et al., Injuries in soccer: mechanism and epidemiology. Clinical practice of sports injury prevention and care, 1994. 5.
151. Sullivan, J.A., et al., Evaluation of injuries in youth soccer. The American Journal of Sports Medicine, 1980. 8(5): p. 325-327.
152. Yde, J. and A. Nielsen, Sports injuries in adolescents' ball games: soccer, handball and basketball. British journal of sports medicine, 1990. 24(1): p. 51-54.
153. Inklaar, H., Soccer injuries. Sports medicine, 1994. 18(1): p. 55-73.
154. Ergün, M., et al., Injuries in elite youth football players: a prospective three-year study. Acta Orthop Traumatol Turc, 2013. 47(5): p. 339-346.
155. Eirale, C., et al., Injury epidemiology in a national football team of the Middle East. Scandinavian journal of medicine & science in sports, 2012. 22(3): p. 323-329.
156. Inklaar, H., et al., Injuries in male soccer players: team risk analysis. International journal of sports medicine, 1996. 17(03): p. 229-234.
157. Tears, C., P. Chesterton, and M. Wijnbergen, The elite player performance plan: the impact of a new national youth development strategy on injury characteristics in a premier league football academy. Journal of sports sciences, 2018. 36(19): p. 2181-2188.
158. Read, P.J., et al., An audit of injuries in six English professional soccer academies. Journal of sports sciences, 2018. 36(13): p. 1542-1548.
159. Junge, A., J. Dvorak, and T. Graf-Baumann, Football injuries during the World Cup 2002. The American Journal of Sports Medicine, 2004. 32(1_suppl): p. 23-27.
160. Bult, H.J., M. Barendrecht, and I.J.R. Tak, Injury risk and injury burden are related to age group and peak height velocity among talented male youth soccer players. Orthopaedic journal of sports medicine, 2018. 6(12): p. 2325967118811042.
161. Engebretsen, L. and T. Kase, Soccer injuries and artificial turf. Tidsskrift for den Norske laegeforening: tidsskrift for praktisk medicin, ny raekke, 1987. 107(26): p. 2215-2217.

162. Steffen, K., T.E. Andersen, and R. Bahr, Risk of injury on artificial turf and natural grass in young female football players. British journal of sports medicine, 2007. 41(suppl 1): p. i33-i37.
163. Ekstrand, J., T. Timpka, and M. Hägglund, Risk of injury in elite football played on artificial turf versus natural grass: a prospective two-cohort study. British journal of sports medicine, 2006. 40(12): p. 975-980.
164. Fuller, C.W., et al., Comparison of the incidence, nature and cause of injuries sustained on grass and new generation artificial turf by male and female football players. Part 1: match injuries. British journal of sports medicine, 2007. 41(suppl 1): p. i20-i26.
165. Skovron, M.L., I.M. Levy, and J. Agel, Living with artificial grass: A knowledge update: Part 2: Epidemiology. The American journal of sports medicine, 1990. 18(5): p. 510-513.
166. Ekstrand, J. and B.M. Nigg, Surface-related injuries in soccer. Sports medicine, 1989. 8(1): p. 56-62.
167. Van der Sluis, A., et al., Importance of peak height velocity timing in terms of injuries in talented soccer players. International journal of sports medicine, 2015. 36(04): p. 327-332.
168. Junge, A., et al., Injuries in team sport tournaments during the 2004 Olympic Games. The American journal of sports medicine, 2006. 34(4): p. 565-576.
169. Hägglund, M., M. Waldén, and J. Ekstrand, Risk factors for lower extremity muscle injury in professional soccer: the UEFA Injury Study. The American journal of sports medicine, 2013. 41(2): p. 327-335.
170. Pruna, R., et al., Genetic biomarkers in non-contact muscle injuries in elite soccer players. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 2017. 25(10): p. 3311-3318.
171. Bezuglov, E., et al., The mid-term effect of Osgood-Schlatter disease on knee function in young players from elite soccer academies. The Physician and Sportsmedicine, 2023. 51(6): p. 590-595.
172. Corbi, F., et al. Osgood-Schlatter disease: appearance, diagnosis and treatment: a narrative review. in Healthcare. 2022. MDPI.
173. Gerulis, V., et al., Importance of conservative treatment and physical load restriction to the course of Osgood-Schlatter's disease. Medicina (Kaunas, Lithuania), 2004. 40(4): p. 363-369.

174. Lees, A., et al., The biomechanics of kicking in soccer: A review. Journal of sports sciences, 2010. 28(8): p. 805-817.
175. Cloke, D.J., et al., Ankle injuries in football academies: a three-centre prospective study. British journal of sports medicine, 2011. 45(9): p. 702-708.
176. "Sprains, Strains and Other Soft-Tissue Injuries - OrthoInfo - AAOS". www.orthoinfo.org. Retrieved 2020-04-14.

ERKLÄRUNG

Hiermit erkläre ich, dass ich die dem Fachbereich Medizin der Johannes Gutenberg Universität Mainz zur Erlangung der Promotion vorgelegten Dissertationsschrift mit dem Titel „Verletzungsinzidenzen im Nachwuchsleistungsfußball: eine retrospektive Datenerhebung im Nachwuchsleistungszentrum eines deutschen Fußballbundesligavereins über 1 Jahr“ aus dem Zentrum für Orthopädie und Unfallchirurgie der Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz unter Betreuung und Anleitung von PD Dr. med. T. Nowak und Dr. med. P. Belikan, ohne weitere Hilfen, außer die in der Promotionsschrift angegebenen Hilfsmittel und Literatur, bei der Abfassung meiner Arbeit genutzt habe. Ich habe bisher an keiner in- noch ausländischen Universität ein Gesuch um Zulassung der Promotionsarbeit erbeten. Die vorliegende Arbeit wurde bisher nicht als Dissertation eingereicht (weder durch mich noch andere).

Mainz den, 18.06.2024

Tim Engelmann

LEBENSLAUF