



Zusammenfassung

Kopfverletzungen sind im Fußball wie auch in anderen Sportarten ein viel diskutiertes und wichtiges Thema in der Sportmedizin. Gerade in der letzten Zeit wurden viele wissenschaftliche Arbeiten über fußballspezifische Kopfverletzungen publiziert. Dabei ist auch immer mehr in den Fokus der Diskussion gerückt, inwieweit Kopfbälle Verletzungen des Gehirns verursachen können oder in den typischen Fußballsituationen zu Kopfverletzungen führen. In solchen Diskussionen werden diese beiden Thematiken oft miteinander vermischt oder sogar verwechselt, was zu Missverständnissen führen kann. Der Kopf ist mit ca. 7 % aller Verletzungen eine im Fußball regelmäßig betroffene Körperregion, jedoch deutlich seltener als Regionen der unteren Extremität. Ein typischer Verletzungsmechanismus ist der direkte Kontakt mit einem Gegen- oder Mitspieler, wenn eine Kollision, ein Kopf gegen Kopf- oder ein Kopf gegen Arm-Mechanismus entsteht. Diese Übersichtsarbeit dient zur Einnordung der aktuellen Literatur zu Kopfverletzungen und der Einflüsse des Kopfballspiels im Fußball, zeigt deren Unterscheidungsmerkmale auf und nennt mögliche und etablierte Präventionsmaßnahmen.

Schlüsselwörter

Fußball – Sportmedizin – Kopfball – Kopfverletzung – Verletzungsprävention

L. Huber et al.

Heading and head injuries in football – The big differences and possible prevention

Summary

Head injuries in football, as in other sports, are a much-discussed and important topic in sports medicine. Especially in recent times, a lot of

REVIEW / SPECIAL ISSUE

Kopfballspiel und Kopfverletzungen im Fußball—große Unterschiede und Präventionsmöglichkeiten

Lorenz Huber^{a,*}, Claus Reinsberger^{b,c}, Dominik Szymiski^a, Johannes Weber^a, Clemens Memmel^d, Volker Alt^a und Werner Krutsch^{a,e}

^a Abteilung für Unfallchirurgie, Universitätsklinikum Regensburg, Deutschland

^b Institut für Sportmedizin, Universität Paderborn, Deutschland

^c Division of Sports Neurology & Neurosciences, Department of Neurology, Mass General Brigham, Harvard Medical School, Boston, MA, USA

^d Abteilung für Kinderchirurgie und Orthopädie, Klinik St. Hedwig – Barmherzige Brüder Regensburg, KUNO Kinder- und Jugendmedizin, Universitätsklinikum Regensburg, Deutschland

^e SportDocs Franken, Nürnberg, Deutschland

Eingegangen/submitted: 16.6.2024; überarbeitet/revised 15.9.2024; akzeptiert/accepted: 23.9.2024
Online verfügbar seit/Available online: 13 November 2024

Einleitung

Das Thema der Kopfverletzungen ist im Fußball wie in allen anderen Sportarten ein wichtiges Thema der Sportmedizin. Besonders die Möglichkeiten der Prävention von Kopfverletzungen und der Transfer von wichtigen Informationen über Langzeitfolgen von Kopfverletzungen sind in der modernen Sportmedizin diejenigen Themen, welche wissenschaftlich und in der praktischen Routine am häufigsten thematisiert werden [21]. Beim sportartspezifischen Verständnis über Kopfverletzungen müssen die Sportarten mit dem Ziel eines Kopftreffers zur erfolgreichen Beendigung eines Wettkampfes (z.B. Boxen) von denjenigen Sportarten unterschieden werden, bei denen

Kopfverletzungen aufgrund des Charakters der Sportart zwar auftreten können, aber im besten Fall verhindert werden sollten (z.B. Ballsportarten). Bei den zuerst genannten Sportarten des Kampfsports bzw. Martial Arts sind Kopfverletzungen im Sinne einer gezielten Bewegung zum Kopf das direkte Ziel der Sportart, um den Gegner zu bezwingen und somit muss mit Kopfverletzungen im normalen Verlauf der Sportausübung gerechnet werden. Ein präventiver Ansatz zur Verhinderung von schweren Verletzungen können in solchen Sportarten das Tragen eines Kopfschutzes oder die Einführung bestimmter Verhaltensregeln im Rahmen des Regelwerks sein [11]. Anders ist dies bei den Kontaktsportarten, bei denen es nur im Rahmen von

scientific work has been published on football-specific head injuries. The discussion has increasingly focused on how much headers can cause brain or head injuries in typical football situations. In these discussions, heading and head injuries are often mixed up or even confused, which can lead to misunderstandings. The head is a regularly affected body region in football, accounting for around 7% of all injuries, but significantly less frequently than regions of the lower extremities. A typical mechanism of head injury is direct contact with an opponent or teammate when a collision, head to head or head to arm mechanism occurs. This review shows the current literature on head injuries and the influence of heading in football, shows their distinguishing features and identifies possible and established preventive measures.

Keywords

Football – Soccer – Sports medicine – Heading – Head injuries – Injury prevention

Zweikämpfen zu Körperkontakt und dabei auch zu Interaktionen mit dem Kopf eines der Sportler kommen kann. Hierbei sind besonders Eishockey oder Handball hervorzuheben, wo es in den verschiedenen Situationen auf dem Spielfeld zu Kopftreffern und somit auch zu Kopfverletzungen kommen kann [25]. Präventive Maßnahmen in diesen Sportarten sind beispielsweise das Tragen von Helmen im Eishockey oder das Sanktionieren von Würfen des Balles aus kurzer Nähe auf den Kopf des Torhüters im Handball.

In Deutschlands Sportart Nummer 1, dem Fußball, sind Kopfverletzungen ebenfalls regelmäßig zu finden, wenn auch seltener als in anderen Team sporten wie Eishockey oder Handball [15,25]. Allerdings ist der Fußball in der medialen Öffentlichkeit bzw. daraus folgend auch in der medizinischen Wissenschaft immer wieder diejenige herausgehobene Sportart, an der exemplarisch das Thema der Kopfverletzungen kontrovers diskutiert wird. Gründe für den besonderen Fokus der Kopfverletzungen im Fußball sind sicherlich das mediale Interesse der Öffentlichkeit am Fußball generell und die Tatsache, dass in der ähnlich genannten Sportart (American) Football oder im Rugby die häufigsten und bekanntesten Studien und Medienberichte zu den Folgen von Kopfverletzungen zu finden sind. Anders als im American Football muss beim Fußball weder ein Helm getragen werden, noch sind Zusammenstöße des Kopfes Inhalt eines jeden Spielzugs [5]. Bei der Betrachtung des sportart-spezifischen Risikos von Kopfverletzungen im Fußball ist besonders eine integrale Eigenschaft des Fuß-

balls immer wieder Thema, welches mit den Kopfverletzungen vermischt und nicht immer differenziert betrachtet wird, und zwar das Kopfballspiel. Fußball ist die einzige Sportart weltweit, bei der die Spieler regelmäßig und gezielt mit dem Kopf auf das Spielgerät (den Ball) treffen, sodass es in gewissem Rahmen auch nachvollziehbar ist, dass diese Thematiken im gleichen Zusammenhang diskutiert werden. Die gravierenden Unterschiede zwischen Kopfball und Kopfverletzungen im Fußball werden in dieser Arbeit differenziert dargestellt. Das Kopfballspiel als typische Eigenschaft im Fußball und wichtige Möglichkeit, ein Tor zu erzielen, bringt auch eine kontroverse Diskussion mit, inwieweit Kopfbälle auch Verletzungen des Gehirns direkt verursachen können oder inwiefern Kopfbälle in den typischen Situationen im Spiel zu Kopfverletzungen beitragen können.

Unterschiede zwischen Kopfball und Kopfverletzungen

Nicht zu selten wird in der öffentlichen Diskussion und selbst in der Forschung keine klare Unterscheidung zwischen dem Kopfballspiel als Spielvariante im Fußball an sich und den tatsächlichen Verletzungen am Kopf als Trauma gemacht. Eine typische Kopfverletzung im Fußball entsteht durch den direkten Kontakt des Kopfes mit einem weiteren Spieler, dem Boden oder einem Gegenstand (beispielsweise dem Torpfosten) [1]. Akute Kopfverletzungen, die durch das aktive und freiwillige bloße Spielen des Balles mit dem Kopf auftreten, werden so gut wie nie

dokumentiert [26]. Die Kräfte, die bei einem Kopfball auf das Gehirn wirken, liegen in der Regel unterhalb der Schwelle einer Gehirnerschütterung, wo sowohl Impulskraft als auch Rotationskräfte deutlich höher sind [23,24]. Davon abzugrenzen sind ungewollte Schüsse des Balles an den Kopf eines Spielers auf dem Spielfeld, welche sehr wohl gerade aus kurzer Nähe als Trauma bezeichnet werden können. Die Anzahl an gespielten Kopfbällen im professionellen Fußball der Männer liegt bei etwa 6 pro Spieler und Spiel mit einer Streubreite von 0 bis 19 Kopfbällen [26], sodass auch die niedrige Zahl pro Spiel nicht eindeutig für die Argumentation sprechen, dass ein Aufsummieren von einzelnen normalen Kopfbällen im Spiel zu einem Problem werden kann. Die Anzahl an Kopfbällen ist jedoch auch abhängig vom Spielniveau, dem Geschlecht sowie dem Alter der Spieler, wobei selten Kopfballfrequenzen pro Spiel von deutlich über 10 Kopfbällen auftreten. Es zeigte sich, dass mit steigendem Spielniveau die Frequenz an gespielten Kopfbällen abnimmt [10]. Es konnte außerdem gezeigt werden, dass Frauen insgesamt deutlich weniger Kopfbälle spielen als Männer [17]. Auch im Vergleich des Kinder- und Jugendfußballs mit dem Erwachsenenfußball zeigen sich deutliche Unterschiede. Während bei den Kindern unter 13 Jahren die Anzahl an gespielten Kopfbällen verschwindend gering ist (eine Vielzahl der Spieler köpft den Ball pro Spiel nur maximal 1 Mal), nimmt sie mit steigendem Juniorenalter zu [3]. Untersuchungen zum Kopfballsport während Trainingseinheiten sind selten, insgesamt lässt sich aber festhalten,

dass die Frequenz an gespielten Kopfbällen in den Trainingseinheiten etwas geringer ist als während der Spiele, wobei gerade in Trainingseinheiten im Sinne der Trainingssteuerung durch die Trainer auch das Kopfballtraining und einzelne Kopfbälle in ihrer Dosis pro Trainingseinheit adäquat angepasst werden können? [22].

Bei den klassischen Verletzungen ist der Kopf mit ca. 7% aller Verletzungen zwar eine regelmäßig betroffene Körperregion, jedoch deutlich nach den Regionen der unteren Extremität [25]. Kopfverletzungen werden durch Kollisionen mit einem anderen Spieler, durch Kontakt von Ellenbogen gegen den Kopf oder Kopf gegen Kopf verursacht [6]. Verletzungen des Kopfes entstehen in gewisser Häufigkeit auch in Kopfballduellen zwischen 2 Spielern. Die häufigsten damit vergesellschafteten Diagnosen bei Kopfverletzungen sind Kontusionen, Frakturen der Gesichtsknochen und Platzwunden. Gehirnerschütterungen haben einen Anteil von 8-10% aller Kopfverletzungen [15]. Das Thema der „repetitive head impacts“ im Sport ist aus der neurologischen Literatur als diejenige Problematik bekannt, bei der sich schwerwiegende Folgen nach wiederholten Kopftreffern zeigen können [15]. Diese Thematik ist allerdings aus anderen Sportarten mit wiederholten Kopfverletzungen und Gehirnerschütterungen beschrieben, und dabei auch noch selten im Fußball beschrieben. Grund hierfür ist, dass der Fußball zwar schon Kopfverletzungen aufzeigt, aber es gibt eben keine wissenschaftlichen Berichte im Fußball über regelmäßige rezidivierende Kopfverletzungen pro Spieler und pro Spiel. Dass aber gerade beim

Stichwort der „repetitive head impacts“ das Thema Kopfballsport mit wiederholten Kopfbällen ins Spiel gebracht wird, ist aus aktueller wissenschaftlicher Sicht und der praktischen Erfahrung im Fußball nicht nachvollziehbar [21]. Ein aktiv, freiwillig und korrekt durchgeführter Kopfball hat fundamental andere Eigenschaften und Kräfte auf den Kopf des Spielers als klassische Kopfverletzungen und dies kann die aktuelle Literatur auch gut darstellen.

Risiken im Kopfballsport

Seit der Entstehung des Fußballs ist das Kopfballsport ein wichtiger Bestandteil. Die Verwendung des Kopfes wurde ausgelöst durch das Verbot der Verwendung der oberen Extremität, da dies im Fußball als „Handspiel“ geahndet wird. Dies stellt einen entscheidenden Unterschied zu anderen Ballsportarten dar, da es einen Vorteil erbringt, den Ball mit dem Kopf zu spielen [16]. Obwohl in den letzten Jahren vermehrt wissenschaftliche Arbeiten publiziert wurden, die potentielle Auswirkungen von Kopfbällen auf die Gehirngesundheit, einschließlich kognitiver, verhaltens- und neuromotorischer Funktionen, aber auch struktureller Schäden vermuten ließen, konnten Metaanalysen zu diesem Thema keine direkte kausale Verbindung zwischen dem Kopfballsport und langfristigen neurodegenerativen Schäden darstellen [13]. Es werden in den nächsten Jahren die Ergebnisse weiterer aktuell laufender großer Studienprojekte aus dem deutschsprachigen Raum erwartet, in denen weiter differenziert werden wird, ob sich

der Verdacht einer nachhaltigen „Kopfball-Gefahr“ im Fußball erhärtet oder ob streichen anfangs erkannte Veränderungen der Gehirnstruktur bei Fußballspielern eher Anpassungen und eine reversible Adaptation des Gewebes sind, wie es an anderen Körperregionen im Sport auch bekannt ist.

In der Regel wird ein Kopfball mit der Stirn korrekt ausgeführt, indem die einwirkende Kraft vom Os frontale übernommen wird. Darüber hinaus gibt es viele Kopfballsituationen, bei denen der Ball beim Weiterleiten nicht frontal sondern nur parietal auf den Kopf auftrifft, eher abgelenkt und dabei deutlich weniger Kraft auf den Kopf ausgeübt wird [26]. Hierbei ist die einwirkende Kraft auf den Kopf abhängig von der durchgeführten Kopfballtechnik. Die Kraft, die vom Ball auf den Kopf übertragen wird, hängt neben dem Aufprallwinkel und der Geschwindigkeitsänderung von dessen Masse, Größe und Ballinnendruck ab. Deshalb ist es wichtig, dass gerade im Juniorenfußball die für das jeweilige Alter passenden Bälle mit dem richtigen Ballinnendruck verwendet werden [16]. Eine andere wichtige Tatsache ist, dass ein Kopfball unter vorheriger Vorspannung der Hals- und Rumpfmuskulatur durchgeführt wird um ruckartige Rotationskräfte auf dem Kopf zu vermeiden. Diese Muskulatur kann und sollte deshalb, genauso wie die richtige Kopfballtechnik, trainiert werden.

Nicht alle Fußballspieler haben die gleichen Kopfballfrequenzen, es können positionsspezifische Unterschiede festgestellt werden. Die Innenverteidigung ist diejenige Position, die über eine Saison die höchste Frequenz an Kopfbällen

aufweist und auch diejenigen Kopfballsituationen zeigt, bei denen lange, hochgeschlagene Bälle mit größerer Geschwindigkeit und Höhe auf den Kopf treffen. Auch wenn mit dem aktuellen Wissen aus der vorhandenen Literatur keine klaren Hinweise auf die Entstehung von neurologischen Schäden durch das Kopfballspiel vorhanden sind, kann im Sinne einer Belastungssteuerung darauf geachtet werden, die Anzahl an Kopfbällen mit hohem Impact für diese Spieler im Training möglichst zu reduzieren.

Risiken bei Kopfverletzungen

Die im Fußball typischen Situationen mit Risiko für Verletzungen des Kopfes sind in erster Linie Kontaktsituationen zu Mit- oder Gegenspielern im Rahmen von Zweikämpfen, in seltenen Fällen auch Kontakte des Kopfes mit dem Pfosten oder dem Ball [1]. Bei den Kopfverletzungen verursachenden Situationen zwischen 2 Spielern ist besonders der Kopf-an-Kopf-Mechanismus hervorzuheben, welcher sowohl im Rahmen von Kopfballduellen als auch bei Kollisionen im Rahmen anderer Zweikämpfe auf dem Spielfeld auftreten kann und bei dem beide Zweikampfteilnehmer bezüglich eines Kopftraumas gefährdet sind [14]. Weitere Mechanismen für Kopfverletzungen sind Stürze zu Boden oder das Berühren des Kopfes mit den Extremitäten anderer Spieler. Erwähnenswert ist hierbei vor allem der Verletzungsmechanismus des Schlags mit dem Ellenbogen, der in Vorstudien als wichtige Verletzungsursache identifiziert wurde und im Rahmen von Regelwerksänderungen im Fußball nun mit gelber oder roter Karte sanktioniert wird

[2]. Weber et al. (2022) konnten zudem für den Profi-Fußball in Deutschland nachweisen, dass neben dem Kontakt mit einem Gegenspieler und das Anheben des Ellenbogens im Zweikampf auch das Hinzukommen einer 3. Person im Kopfballduell einen Risikofaktor für die Entstehung einer Kopfverletzung darstellt [26].

Delaney et al. (2006) beschrieben den Verletzungsmechanismus einer Kopfverletzung rein durch den Ball mit nur 11,1% und somit als die fünfthäufigste Verletzungsursache [6], wobei bei Frauen Ball-zu-Kopf-Kontakte als Ursachen für Kopfverletzungen häufiger vorkommen als bei Männern. Dass jeder Treffer des Balles auf den Kopf eines Fußballers gleich automatisch als Verletzung identifiziert werden kann, ist nach Vorliegen bisheriger Studien und Experten aus dem praktischen Fußball nicht nachweisbar, denn in großer Mehrheit sind diese Kopftreffer harmlose Kopfbälle, die von den Spielern freiwillig und problemlos durchgeführt werden. Großteile dieser sogenannten Kopftreffer durch Kopfbälle sind keine Situationen, in denen der Fußball beim Aufprall den Spieler einschränkt oder klinische Symptome auslöst, weil die mechanischen Eigenschaften der Kopfbälle für eine Verletzung nicht ausreichen. Bisherige Studien haben in diesem Zusammenhang auf histologischer und neuroradiologischer Ebene auch nur Veränderungen und eine Adaptation des Gehirns auf mögliche Kopfballsituationen feststellen können [12], richtige Nachweise für strukturelle irreparable Schäden oder Langzeitfolgen konnten in diesem Zusammenhang nicht gefunden werden. Es ist sogar so, dass in

detaillierten Videoanalysen aus dem Profifußball deutlich ersichtlich ist, dass Großteile der Kopfbälle im Spiel aus kurzer Distanz und mit wenig Fluggeschwindigkeit durchgeführt werden [26].

Die Vermeidung der oben beschriebenen, gefährlichen Situationen beim Kopfballsport und der Kopfverletzungen im Allgemeinen haben deshalb eine besonders hohe Wichtigkeit, weil die Folgen von Kopfverletzungen nicht nur kurz- sondern auch langfristig negativ sein können. Bei den kurzfristigen Folgen ist vor allem eine längere Ausfallzeit nach Kopftrauma gemeint, welche besonders bei länger anhaltenden Symptomen, bei (zu) spät erkannter Gehirnerschütterung oder bei rezidivierenden Kopfverletzungen zu finden ist [19]. Besonders der als „second hit“ bekannte, innerhalb von kurzer Zeit erneut erhaltene Kopftreffer nach einer Gehirnerschütterung oder einer Hirnblutung sollte durch adaptierte Ruhe, konsequente Rehabilitation und einen stadien-gerechten Wiedereinstieg in den Sport verhindert werden. Beim „second hit“ sollte ausdrücklich nicht nur eine zweite Verletzung am Kopf verhindert werden, sondern ausdrücklich auch leichte Kopftreffer wie sie bei Kopfbällen entstehen. Diese sind hier deshalb relevant, da eine vulnerable Phase der Gehirnheilung besteht und zumindest anfangs eine Ruhe eingehalten werden sollte.

Die Langzeitfolgen der traumatischen Kopfverletzungen sind typischerweise Schädigungen mit neurologischen Störungen und in schwerwiegenden Fällen auch das Zugrundegehen von Hirngewebe mit entsprechenden klinischen Demenzsyndromen [18]. Auch

wenn die zuletzt genannten Verletzungstypen und schweren Folgen im Fußball kaum bekannt sind, so müssen die Themen der Prävention von Kopfverletzungen oder einer konsequenten Ausheilung von bereits entstandenen Kopfverletzungen stets diskutiert und das im Fußball tätige Personal regelmäßig geschult werden [26]. Die Diskussion um die Ursachenforschung von Demenz-Syndromen bei ehemaligen Profisportlern wird zusätzlich noch erschwert, da es auch andere, nicht-sportspezifische Faktoren gibt, die im Rahmen eines Sportlerlebens zu Demenz führen können, auch wenn diese teilweise reversibel sind. Hierzu gehören neben anderen Vorerkrankungen auch Konsum von Alkohol oder Drogen, sowie Exposition zu potenziell toxischen Substanzen im Rahmen weiterer Lebensabschnitte außerhalb des Fußballs.

Prävention beim Kopfballsport

Gerade im Kinder- und Jugendfußball ist ein verantwortungsvoller Umgang mit dem Kopfballsport wichtig. Während der US-amerikanische und der englische Verband dazu übergegangen sind, Kopfbälle für Kinder unter 13 Jahren gänzlich zu verbieten, setzt der Deutsche Fußball-Bund (DFB) auf altersgerechte Regelungen beim Kopfballsport. Im Zentrum steht das möglichst schonende Erlernen einer richtigen Kopfballtechnik, nur so kann ein Kopfball korrekt und sicher ausgeführt werden. Ein generelles Verbot würde eher zu einem unsicheren und gefährlicheren Kopfballsport in späteren Altersklassen führen [9] und

hat in den USA auch zu keiner Reduzierung von Kopfverletzungen an sich geführt. Konkret wird empfohlen, dass Kopfball-Einheiten langsam aufgebaut werden und bei ungünstigen äußeren Umständen (bspw. bei Regen) vom Trainingsplan gestrichen werden. Die Bälle sollen beim Training mit der Hand hochgeworfen und bei längeren Distanzen auf eine geringe Anzahl an Wiederholungen geachtet werden. Kompletzt zu vermeiden sind Schwerpunkteinheiten von Kopfbällen mit vielen Wiederholungen [8]. Zudem soll gezielt die Muskulatur des Halses und Nackens trainiert werden, denn Studien zeigen, dass eine Kräftigung in diesem Bereich eine Verminderung der auf das Gehirn wirkenden Kräfte zur Folge hat [4]. Zusätzlich wurden neue Spielformen für den Altersbereich der E- bis G-Jugend, also für die Kinder unter elf Jahren, beschlossen. Hierbei werden die Spielfelder deutlich verkleinert und es wird teilweise auf vier Mini-Tore ohne Torwart gespielt. Obendrein wird die Verwendung der altersgerechten Ballgrößen strenger gehandhabt (Tabelle 1) [7]. Darüber hinaus wird die Thematik eines verantwortungsvollen Umgangs mit dem Kopfballsport in die Trainerausbildung verstärkt integriert, ein neu eingeführtes Zertifikat für Kindertrainer erreicht speziell die Betreuer in diesem wichtigen Altersbereich, um auch hier verstärkt für das Thema zu sensibilisieren.

Prävention für Kopfverletzungen

Die Prävention von Kopfverletzungen beinhaltet verschiedene Prinzi-

Tabelle 1. Neue Spielformen des DFB und altersgerechte Ballgrößen (zusammengefügt aus [7,9]).

	Teamstärke	Spielfeld	Ballgrösse
Jugend groß (U6/U7)	2 vs. 2 / 3 vs. 3 ohne Torwart	20–28 × 16–22 m vier Mini-Tore	Gr. 3 S-Light (290g)
F-Jugend (U8/U9)	3 vs. 3 / 5 vs. 5 teilw. ohne Torwart	26–28 × 20–22 m (3 vs. 3) 40 × 20–22 m (5 vs. 5) Empfehlung: vier Mini-Tore	Gr. 3/4 S-Light (290g)
E-Jugend (U10/U11)	5 vs. 5 / 7 vs. 7 teilw. mit Torwart	40 × 20–22 m (5 vs. 5) vier Mini-Tore 55 × 35 m (7 vs. 7) Kleinfeldtore	Gr. 4 S-Light (290g) oder Light (350g)

pien der primären, sekundären und tertiären Prävention und ist im Detail von Krutsch V. et al. (2017) für den deutschsprachigen Raum bereits grundsätzlich beschrieben worden [16]. In erster Linie ist ein korrektes Erlernen von Zweikampfsituationen wichtig, bei denen es zu Kopfverletzungen kommen kann. Hierbei gilt sowohl in Duellen um den Ball als auch in anderen Zweikämpfen auf dem Platz, neben dem Fair Play groß auf einen Eigenschutz für den Kopf zu achten, auch wenn in manchen Situationen kompetitiv um den Ball gekämpft wird und Risiken am Gegner und einem selbst in Kauf genommen werden [16]. Eine entscheidende Strategie zur Vermeidung von Kopfverletzungen im Fußball ist die Einhaltung des Regelwerks durch die Spieler und die Schiedsrichter. Besonders die immer öfter zu sehende Verwendung des Kopfes bei Foulspielen in Kopfballsituationen müsste im Fußball in Zukunft näher betrachtet werden. Hier gibt es noch deutlich zu wenige Sanktionierungen für gefährliches Einsetzen des eigenen Kopfes gegen den Kopf des Gegners, vor allem, wenn man in Kopfballsituationen deutlich zu spät an den

Ball kommt und stattdessen den Kopf des Gegners trifft.

Sobald eine Kopfverletzung entstanden ist, sollte der erste Schritt sein, eine adäquate Entscheidung auf dem Spielfeld bezüglich des Weiterspielens des Spielers zu treffen. Sollten sich Zweifel über die Spielfähigkeit ergeben, sollte eine Auswechslung erfolgen („If in doubt, sit them out.“). Nach einer weiteren, suffizienten Diagnostik mit Hilfe von klinisch-neurologischen Tests und ggf. auch bildgebenden Verfahren sollte sich eine stufenweise Rehabilitation anschließen, damit der Spieler nach Wiedererlangen des prämorbidem Gesundheitsstatus ohne Residuen wieder sicher und erfolgreich auf den Platz zurückkehren kann. Dies sollte Teil einer umfassenden Ausbildung von am Spielfeldrand und in Kliniken tätigen Medizinern und Physiotherapeuten sein. Zusammenfassend sind folgende Aspekte der Prävention von Kopfverletzungen zu berücksichtigen:

1. Primäre Prävention:

- Adäquater Ball (richtige Größe/Luftdruck, keine Oberflächenschäden, etc.)

- Angepasstes Verhalten (Fair Play, Eigenschutz, Vermeidung Ellenbogen-Check)
- Korrekte Regel-Auslegung durch Schiedsrichter (Klärung/Vermeidung von gefährlichem Spiel, insbesondere auch Sanktionierung von Foulspiel unter Verwendung des eigenen Kopfes)
- Neurologische Pre-season-Testung (im Profifußball Pflicht)

2. Sekundäre Prävention:

- 3-Minuten-Regel (Zeit zur Akut-Entscheidung über Spielfähigkeit auf dem Spielfeld)
- Adäquate Notfall-Diagnostik und erweiterte Diagnostik von Kopfverletzungen (SCAT6, SCOAT6, weitere neurologische Tests, bildgebende Verfahren falls notwendig)
- Zeitnahe Diagnosestellung und symptom-orientierte Behandlung von Kopfverletzungen
- Stufenweises Return to play-Protokoll (beginnend mit einer Pause und einer Vermeidung eines „second hit“ in der vulnerablen Heilungsphase des Gehirns)
- Return-to-play-Testung (u.a. funktionell, neurologisch, neuropsychologisch)

3. Tertiäre Diagnostik:

- Schulung über Verhalten auf dem Spielfeld (Erkennen von Risikosituationen)
- Kopfschutz (nur in Einzelfällen sinnvoll und genutzt)

Seit der Saison 2022/23 existieren für den Deutschen Lizenzfußball schriftliche Empfehlungen für ein standardisiertes Vorgehen bei Kopfverletzungen. In einer Zusammenarbeit von Deutscher Fußball Liga (DFL) und Deutschem Fußball-Bund (DFB) haben die AG Medizin der DFL und die Medizinische Kommission des DFB verschiedene Maßnahmen zum korrekten Management von Kopfverletzungen für die Vereine und handelnden Personen zusammengefasst. Ziel ist es dabei, eine Standardisierung der Präventions- und Handlungsstrategien für die Situation einer Kopfverletzung auf dem Spielfeld zu erreichen [20]. Die wichtigsten Themen in diesem Leitfaden sind:

1. Einführung eines neurologischen Baseline-Screenings zu Saisonbeginn (seit 2019/20 möglich)
2. Ausreichende Behandlungs- und Beurteilungszeit einer Kopfverletzung auf dem Spielfeld (Stichwort: „3-Minuten-Regel“)
3. Verwendung technischer Hilfsmittel am Spielfeldrand zur Analyse der Spielszenen der Kopfverletzung (seit 2018/19 möglich)
4. Jährliche verpflichtende Notfallschulung für medizinisches Personal der Teams (seit 2022/23 eingeführt)
5. Verwendung des „DFL-Protokoll-Kopfverletzungen“ zur jährlichen

Kenntnisnahme und Unterschrift an den Sportlichen Leiter, den Cheftrainer und den Mannschaftsarzt eines jeden Teams (seit 2023)

6. Empfehlung der Verwendung standardisierter Protokolle beim Management von Kopfverletzungen:
 - Liste an Symptomen bei einer Gehirnerschütterung
 - Medizinisches Dokumentationsformular bei einer Gehirnerschütterung
 - Medizinisches Dokumentationsformular bei einer Gehirnerschütterung
 - Return-to-sport-Protokoll nach Gehirnerschütterung

Fazit

Bei Diskussionen über die Folgen von Kopfverletzungen kommt nicht nur bei Fußball-Laien und medizinischen Laien das Problem auf, dass die Thematik rund um Kopfverletzungen im Fußball mit dem Kopfballspiel verwechselt oder pauschal in einer Diskussion zusammengelegt wird. Das Wichtigste in dieser Thematik ist das Verständnis, dass das reine Kopfballspiel im Fußball nicht mit einer Kopfverletzung gleichzusetzen ist und diese Tatsache auch durch Studien in den Themen der klinischen Symptome, radiologischen Befunde, Spielfähigkeit und mittelfristigen und Langzeitfolgen bereits beschrieben wurde. Die Diskussion, ob das Kopfballspiel gerade im Juniorenfußball unter präventiver Sicht in Hinblick auf das wachsende Skelett und das

sich entwickelnde Gehirn reglementiert werden soll, muss unabhängig von den Unfallmechanismen rund um die Kopfverletzungen erfolgen, wobei im deutschen Juniorenfußball Kopfbälle kaum vorkommen und zum modernen Kleinfeld-Spiel nicht dazugehören. Sowohl bei der Prävention von Kopfverletzungen als auch beim angepassten Kopfballspiel im Juniorenfußball sind in den letzten Jahren basierend auf Studien im deutschen Fußball erhebliche Entwicklungen im medizinischen Bereich der Fußballverbände vorangetrieben worden, die nun in der Breite der Öffentlichkeit und im praktischen Alltag des Fußballs implementiert werden müssen.

Conflict of Interest

C.R. is head of UEFA's Expert Working Group on Heading and member of the Medical Committees of the German FA (DFB) and the European Football Confederation (UEFA). W. K. is member of the Medical Committee of the German FA (DFB). All other authors state that they have no Conflict of Interest.

CRediT authorship contribution statement

Lorenz Huber: Conceptualization, Writing – original draft. **Claus Reinsberger:** Writing – review & editing. **Dominik Szymski:** Writing – review & editing. **Johannes Weber:** Writing – review & editing. **Clemens Memmel:** Writing – review

& editing. **Volker Alt:** Supervision. **Werner Krutsch:** Conceptualization, Writing – original draft.

Appendix A. Supplementary data

Supplementary data to this article can be found online at <https://doi.org/10.1016/j.orthtr.2024.09.004>.

Literatur

- [1] T.E. Andersen, A. Arnason, L. Engebretsen, R. Bahr, Mechanisms of head injuries in elite football, *Br. J. Sports Med.* 38 (2004) 690–699.
- [2] F. Beaudouin, K. aus der Fütten, T. TröB, C. Reinsberger, T. Meyer, Head injuries in professional male football (soccer) over 13 years: 29% lower incidence rates after a rule change (red card), *Br. J. Sports Med.* (2017).
- [3] F. Beaudouin, A. Gioftsidou, M.N. Larsen, et al., The UEFA Heading Study: heading incidence in children's and youth' football (soccer) in eight European countries, *Scand. J. Med. Sci. Sports* (2020) 1506–1517.
- [4] J.B. Caccese, T.W. Kaminski, Minimizing head acceleration in soccer: a review of the literature, *Sports Med.* 46 (2016) 1591–1604.
- [5] J.S. Delaney, V.J. Lacroix, S. Leclerc, K.M. Johnston, Concussions among university football and soccer players, *Clin. J. Sport Med.* 12 (2002) 331–338.
- [6] J.S. Delaney, V. Puni, F. Rouah, Mechanisms of injury for concussions in university football, ice hockey, and soccer, *Clin. J. Sport Med.* 16 (2006) 162–165.
- [7] Deutscher Fußball-Bund: FAQ zu den neuen Spielformen; 2023. <https://www.dfb.de/neue-spielformen-im-kinderfussball/faq-zu-den-neuen-spielformen/> (09.06.2024).
- [8] Deutscher Fußball-Bund: FAQ: Kopfballspiel im Kinderfußball; 2022. <https://www.dfb.de/news/detail/faq-kopfballspiel-im-kinderfussball-236524/> (09.06.2024).
- [9] Deutscher Fußball-Bund: Nachwuchs und Kopfball: DFB beschließt altersgemäÙe Richtlinien; 2022. <https://www.dfb.de/news/detail/nachwuchs-und-kopfball-dfb-beschliesst-altersgemae-richtlinien-236483/> (09.06.2024).
- [10] L. Huber, D. Szymiski, W. Krutsch, V. Alt, J. Weber, Video analysis of heading and risk of head injury situations in elite international men's football: does the frequency of headers increase with the level of play?, *Eur. J. Sport Sci.* 24 (2024) 518–524.
- [11] M. Klügl, I. Shrier, K. McBain, R. Shultz, W. Meeuwisse, The prevention of sport injury: an analysis of 12,000 published manuscripts, *Clin. J. Sport Med.* 20 (2010) 407–412.
- [12] I.K. Koerte, M. Mayinger, M. Muehlmann, et al., Cortical thinning in former professional soccer players, *Brain Imaging Behav.* 10 (2016) 792–798.
- [13] A.P. Kontos, R. Braithwaite, S.P.D. Chrisman, et al., Systematic review and meta-analysis of the effects of football heading, *Br. J. Sports Med.* 51 (2017) 1118–1124.
- [14] V. Krutsch, M. Gesslein, O. Loose, et al., Injury mechanism of midfacial fractures in football causes in over 40% typical neurological symptoms of minor brain injuries, *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 26 (2018) 1295–1302.
- [15] V. Krutsch, W. Krutsch, J. Härtl, et al., Head injuries in professional football (soccer): results of video analysis verified by an accident insurance registry, *PLoS One* 16 (2021) e0255695.
- [16] V. Krutsch, W. Krutsch, P. Jansen, et al., Prävention von Gehirnerschütterungen im Juniorenfußball – Ist eine Abschaffung des Kopfballspiels notwendig?, *Sport-verletz Sportschaden* 31 (2017) 143–153.
- [17] S. Langdon, E. Goedhart, J. Oosterlaan, M. Koenigs, Heading exposure in elite football (soccer): a study in adolescent, young adult, and adult male and female players, *Med. Sci. Sports Exerc.* 54 (2022) 1459–1465.
- [18] D.F. Mackay, E.R. Russell, K. Stewart, J.A. MacLean, J.P. Pell, W. Stewart, Neurodegenerative disease mortality among former professional soccer players, *N. Engl. J. Med.* 381 (2019) 1801–1808.
- [19] M. Makdissi, R.C. Cantu, K.M. Johnston, P. McCrory, W.H. Meeuwisse, The difficult concussion patient: what is the best approach to investigation and management of persistent (10 days) postconcussive symptoms?, *Br. J. Sports Med.* 47 (2013) 308–313.
- [20] T. Meyer, C. Reinsberger, A. Schwenken, A. Nagel, M. Friederich, T. Hackbarth, Kopfverletzungen – Eine Übersicht und konkrete medizinische Empfehlungen mit Blick auf den deutschen Lizenzfußball, 2023. https://media.dfl.de/sites/2/2023/03/DFL_Broschuere_Kopfverletzungen.pdf (13.06.2024).
- [21] K. Peek, R. Duffield, R. Cairns, et al., Where are we headed? Evidence to inform future football heading guidelines, *Sports Med.* 53 (2023) 1335–1358.
- [22] R. Reeschke, F.K. Haase, L. Dautzenberg, W. Krutsch, C. Reinsberger, Training matters: heading incidence and characteristics in children's and youth football (soccer) players, *Scand. J. Med. Sci. Sports* (2023) 1821–1830.
- [23] N. Shewchenko, C. Withnall, M. Keown, R. Gittens, J. Dvorak, Heading in football. Part 2: biomechanics of ball heading and head response, *Br. J. Sports Med.* 39 (Suppl 1) (2005) i26–i32.
- [24] N. Shewchenko, C. Withnall, M. Keown, R. Gittens, J. Dvorak, Heading in Football. Part 3: effect of ball properties on head response, *Br. J. Sports Med.* 39 (Suppl 1) (2005) i33–i39.
- [25] Verwaltungsberufsgenossenschaft: VBG-Sportreport 2021 2021: 1–124.

[26] J. Weber, C. Reinsberger, V. Krutsch, et al., Heading and risk of injury situations for the head in professional German football: a video analysis of over 150,000 headers in 110,000 match minutes, *Sci. Med. Footb.* (2022) 1–8.

Korrespondenzadresse:

Dr. Lorenz Huber,
Klinik für Unfallchirurgie,
Universitätsklinikum Regensburg,
Deutschland.
E-Mail: Lorenz1.huber@ukr.de

Available online at: www.sciencedirect.com

ScienceDirect