

DRV

KOPFSACHE

Leitfaden für den Umgang mit leichten Schädel-Hirn-Traumata im Rugbysport

Herausgeber:
Deutscher Rugby-Verband

Version 2022



WIR LIEBEN RUGBY!

HANDLUNGSEMPFEHLUNG



WIR LIEBEN RUGBY!

IMPRESSUM

Herausgeber

Rugby Deutschland

Im Neuenheimer Feld 710

69120 Heidelberg

Colin Grzanna

Cheftrainer Athletik und Medizin

Inhaltsverzeichnis

EINLEITUNG.....	5
DIE „FESTPLATTE“ GEHIRN	9
„WAS PASSIERT, WENN DAS HIRN GESCHÜTTELT WIRD?“	11
CHRONISCHE ERKRANKUNG UND KATASTROPHALE AKUTFOLGEN.....	13
ERKENNEN ENTFERNEN ERHOLEN	16
ERKENNEN.....	18
ENTFERNEN.....	26
GET-APP.....	28
ERHOLEN	30
RETURN-TO-PLAY NACH MEHRFACHEN GEHIRNERSCHÜTTERUNGEN ODER VERLÄNGERTEN SYMPTOMEN:.....	31
PRÄVENTION VON GEHIRNERSCHÜTTERUNGEN	35
INDIVIDUELLE VERANTWORTUNG	35

Einleitung

Rugby ist eine komplexe, schnelle und harte Sportart. Die Sportart verlangt ein hohes Maß an athletischer Vorbereitung, mentaler Stärke sowie technische und taktische Fähigkeiten. Rugby ist aber auch eine der attraktivsten und fairsten Sportarten. Trotzdem besteht wie in jeder Sportart auch ein Verletzungsrisiko und insbesondere Gehirnerschütterungen haben in den letzten Jahren dazu geführt, dass die Sicherheit der Sportart in Frage gestellt wurde.

World Rugby ist in der Forschung rund um die Erkennung und den Umgang mit Gehirnerschütterungen führend im weltweiten sportlichen Vergleich und die ständigen Anstrengungen haben in den letzten Jahren zu einschneidenden Regeländerungen und Strafen für Fehlverhalten geführt.

„Player Welfare“, also die Spielergesundheit, wird von World Rugby und Rugby Europe priorisiert. Auch Rugby Deutschland möchte gemeinsam mit den Vereinen, Trainer:innen und Spieler:innen die Sicherheit der Spieler:innen in den Mittelpunkt rücken. Eines der wichtigsten Themen darin ist das Thema „Gehirnerschütterungen“. Mit der Herausgabe dieser Handlungsempfehlung will der Verband für mehr Klarheit in Bezug auf ein komplexes Krankheitsbild Sorge tragen.

Allgemeines

Gehirnerschütterungen werden in der Fachwelt den sogenannten leichten Schädel-Hirn-Traumata zugeordnet. Insbesondere in Kontaktsportarten wurden diese lange bagatellisiert und verharmlost. „Sei ein Mann und keine Memme“ oder ein gut gemeinter Klapps auf den Hinterkopf eines leicht benommenen Spielers waren keine Seltenheit. Die Dunkelziffer von Gehirnerschütterungen ist vor allem im Amateur- und Breitensport hoch. Hier liegen bis dato (sportartübergreifend) kaum zufriedenstellende und flächendeckende Daten vor.

Aufklärung, stetiger Informationsfluss und Fortbildungen im Rahmen des FAIR-Kurses und C-Trainer-Lizenz sollen neueste wissenschaftliche Erkenntnisse zukünftig effektiver verbreiten. Dabei sollen die Erkenntnisse aus dem Profibereich auch im Amateursport Anwendung finden.

Im Profisport können die körperlichen Belastungen durch technische Hilfsmittel sehr genau aufgezeichnet werden. Durch moderne GPS-Technik und Beschleunigungssensoren (z.B. im Zahnschutz) können heute Beschleunigungen (insbesondere auch negative Beschleunigungen in Form von Abbremsungen) gemessen werden.

Die zuletzt durchgeführte ORCHID-Studie der Universität Otago zeigte, dass 80% der Kopfbeschleunigungen (Head Acceleration Events [HAE]) unter 20g sind. Hierzu gehören die allermeisten Kontaktsituationen wie zum Beispiel einfache Tackles, ein Cleanout oder auch der Sprung in der Gasse und die anschließende Landung.

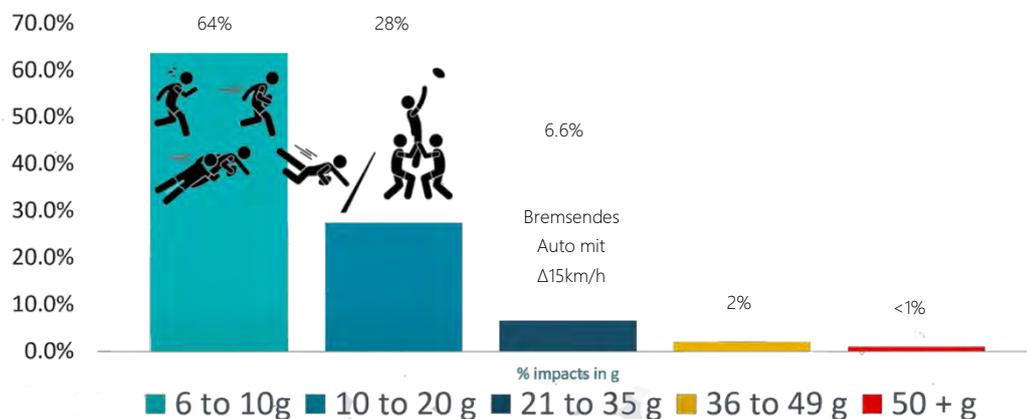


Abbildung 1: Beschleunigungen bestimmter Aktivitätsmuster aus Orchid Study (Melanie Bussey et al, Otago Universität)

Beschleunigungen von 21-35g werden zum Beispiel beim Abbremsen im Auto gemessen, wenn ein Auto in einem kurzem Zeitraum ein Geschwindigkeitsveränderung von >15km/h aufweist, heißt, schnell abbremst oder stark beschleunigt. 6-10G findet man zum Beispiel beim Achterbahnfahren. 10-20g werden beim Trampolinspringen gemessen.

Obwohl man annehmen könnte, dass bei diesen Geschwindigkeiten der/ die Angreifer:in ein erhöhtes Risiko hat, sich zu verletzen, betreffen >60% aller Gehirnerschütterungen den/die Verteidiger:in. Dabei treten 65-75% (je nach Liga) aller Gehirnerschütterungen im Rahmen des Tackles auf. Tacklehöhe, Müdigkeit und schlechte Technik aber auch die Geschwindigkeit der aufprallenden Körper tragen zum Verletzungsrisiko bei.

Auffällig in der Studie war, dass es geschlechterspezifische Unterschiede gab und die Beschleunigungen des Kopfes bei Frauen im Tackle (Tacklerin/ Getackelte) häufiger höhere Werte aufzeigten als bei gleichaltrigen Männern. Es zeigt sich, dass Muskelkraft im Schulter-Nacken-Bereich ein Faktor für diese Ergebnisse sind und es hier gute Interventionsmöglichkeiten gibt.

Verletzungsinzidenz in Zahlen

Weltweit ist durch die Überwachung der Spieler:innen durch moderne Kamertechnik und standardisierte Testverfahren die Zahl der diagnostizierten Gehirnerschütterungen bis vor wenigen Jahren stetig gestiegen. Seit einigen Saisons stagniert die Rate auf einem konstanten Level und ist während der Rugby-Weltmeisterschaft und den internationalen Ligen 2019 erstmalig leicht rückläufig.

Die in den Profiligen stark angestiegene Zahl an Gehirnerschütterung stellt wahrscheinlich eine realistischere Inzidenz dieser Verletzung da und wird auch durch neue Überwachungstechniken, strikteren Umgang und bessere diagnostische Tools begünstigt.

Ein Beitrag zur Reduktion der Verletzungsraten sind neben Regeländerungen in Bezug auf hohe Tackles mit entsprechenden Sanktionen vor allem auch die geringe Toleranz bei Symptomen einer Kopfverletzung. Modernste Überwachungstechniken (Fernsehbilder, multiple Kamerablickwinkel, Head-Injury-Assessments, Apps) haben zu einer signifikant erhöhten Erkennungsrate geführt. Durch besseres Verständnis im Umgang mit den „neuen“ Erkennungstools können diese nun auch im Amateursport effektiv und sicher eingesetzt werden.

Rugby Deutschland wird in seinem Handlungsleitfaden die GET-App vorstellen und die Empfehlung zur flächendeckenden, alters- und geschlechterübergreifenden Nutzung aussprechen. Die GET-App ist ein kostenfreies, benutzerfreundliches - und enorm effektives Erkennungstool, das jedem, nicht nur medizinisch geschultem Personal, die Möglichkeit einräumt, Gehirnerschütterungen zu vermuten, zu erkennen, gezielte Schritte einzuleiten und damit die Spieler:innen zu schützen.

Rugby Deutschland sieht die medizinische Ausbildung und Schulung in Bezug auf Gehirnerschütterungen als ein zentraler Baustein in jeder Trainerausbildung. Der stete Informationsfluss wird zu einer Sensibilisierung aller im Sport tätigen Akteure führen.

Bis wir den Weg zum Head Injury Assessment (HIA-Prozess) deutschlandweit einschlagen können, wird „**ERKENNEN & ENTFERNEN**“ in allen Alters- und Spielklassen der konsequente Weg im Umgang mit potenziellen Schädel-Hirn-Traumata bleiben.

Ziele der strikten Herangehensweise ist es, schwere Langzeitfolgen wie die „chronische traumatische Enzephalopathie“ (CTE) oder tödliche Zweitverletzungen wie das Second-Impact-Syndrom (SIS) durch bessere Früherkennung zu vermeiden.

KOPFSACHE soll allen im Rugbysport Beteiligten die Möglichkeit geben, sich über die Anatomie und die pathophysiologische Entstehung von Gehirnerschütterungen zu informieren. **KOPFSACHE** stellt weltweit etablierte Erkennungstools vor, um Gehirnerschütterungen bereits am Platz zu erkennen

und richtig zu handeln. Der Wiedereinstieg in den aktiven Alltag und anschließenden Spielbetrieb soll durch das 6-stufige „Return-to-Play Protokoll“ erleichtert werden.

Nicht jede Kopfverletzung ist auch eine Gehirnerschütterung und so soll **KOPFSACHE** auch die zunehmende Angst vor bleibenden Schäden mindern und Rugby zu einem sicheren und weiterhin attraktiven Sport für Kinder, Jugendliche und Erwachsene machen.

Rugby Deutschland möchte der von World Rugby ausgegebenen Direktive des „Player Welfare“ gerecht werden und proaktiv die Gesundheit der Spieler schützen. Diese steht im Zentrum aller unserer Bemühungen.

Colin Grzanna

Cheftrainer Athletik/ Medizin

Rugby Deutschland

Die „Festplatte“ Gehirn

Unser Gehirn stellt die funktionelle Schaltzentrale des Körpers da. Jegliche Informationen werden hierhin gesendet, verarbeitet und interpretiert. Das Gehirn generiert weitestgehend unterbewusst die notwendigen „Reaktionen“ auf die wahrgenommenen Reize. Diese tägliche Informationsverarbeitung macht unser Leben erst möglich und gibt dem Gehirn die übergeordnete Rolle in der Aufrechterhaltung des körperlichen Gleichgewichts (Homöostase).

Anatomische Grundlagen

Das Gehirn wird von Kopfhaut, dem knöchernen Schädel, sowie den Hirnhäuten straff ummantelt und liegt in einer geringen Menge Flüssigkeit (Liquor cerebralis) eingebettet. Die Hirnhäute und der Liquor fungieren wie eine Art Wasserbett und lassen dem Gehirn, bei normalen Beschleunigungen, ausreichend Platz, um gut gedämpft zu werden.

Die Blutversorgung von Gehirn und Hirnhäuten erfolgt über zwei paarige Arterien. Diese werden aus zentralen Gefäßen aus dem Aortenbogen kurz nach dem Herzen gespeist, da eine konstante Blutversorgung des Gehirns notwendig ist.

Die konstante Blutversorgung muss gewährleistet sein, damit unser Gehirn mit notwendiger Energie und Sauerstoff versorgt wird. Wie jede Computerfestplatte Strom benötigt, so verbraucht unser Gehirn Sauerstoff und Nährstoffe, um als Verschaltungs- und Verwaltungsorgan optimal zu funktionieren. Bereits kurze Unterbrechungen der Blutversorgung führen zu Ohnmacht. Länger anhaltende Durchblutungsstörungen im Bereich weniger Minuten können bereits irreversible Schädigungen der Hirnsubstanz hervorrufen.

Unser Gehirn arbeitet ununterbrochen und verbringt die meiste Zeit mit der unterbewussten Filtrierung sensorischer Reize und Informationen zur Aufrechterhaltung des inneren Gleichgewichtes. Diese Informationen werden aus jeder Region des Körpers gesammelt und verarbeitet.

Im Kleinhirn werden beispielsweise die Informationen aus Gleichgewichtsorgan, Gelenken (Tiefensensibilität) und audiovisuellem System (räumliches Hören und Sehen) gesammelt und verarbeitet. Die eingehenden Informationen werden an die Großhirnrinde geleitet, interpretiert und anschließend durch entsprechende motorische Schritte „beantwortet“. Durch ständige Stellungskontrollen wird der aufrechte Gang und Aufrechterhaltung des Gleichgewichts ermöglicht.

Jegliche Bewegungsform, so gezielt sie erscheinen mag, ist eine Reaktion auf Informationen, die unser Gehirn von den Sinnesorganen erhält, verarbeitet und entsprechend interpretiert.

Das Gehirn wird in unterschiedliche Abschnitte eingeteilt, die Informationen verarbeiten. Entwicklungsgeschichtlich sind - stark vereinfacht - die älteren Abschnitte für autonome Prozesse zuständig. Die neueren Abschnitte sind zum Beispiel für Emotionen und Bewertung von Impulsen und Informationen zuständig.

Großhirn

Das Großhirn wird in zwei Hemisphären (Halbkugeln) geteilt, die von einem breiten Balken (Corpus callosum) aus Nervenverbindungen verbunden wird. Die Großhirnrinde fasst ca. 16 Milliarden Nervenzellen aus denen die Nervenfasern (Neurone) entspringen.

Die Großhirnrinde wird in unterschiedliche Felder eingeteilt, die definierten Qualitäten und Aufgaben nachkommen. So gibt es primäre Felder, die bestimmte sensorische Informationen oder Bewegungen wahrnehmen und assoziierte Felder (Assoziationsfelder), die bestimmte Funktionen aufeinander abstimmen.

Primäre Rindenfelder sind zum Beispiel der visuelle Cortex, der im hinteren Bereich des Gehirns liegt. Die Verarbeitung von akustischen Reizen liegt im Bereich der Schläfe. Motorische Impulse und Sensorik werden im Bereich hinter der Schläfe verarbeitet (Temporallappen).

Assoziative Felder sind zum Beispiel im Vorderlappen des Gehirns angeordnet. Diese Region ist für das höhere Denkvermögen, das Gedächtnis sowie die Zuordnung bestimmter Bewertungen zu aufgenommenen Sinneseindrücken zuständig.

Zwischenhirn

Zum Zwischenhirn gehören vier Teile:

1. Thalamus (oberer Teil)
2. Hypothalamus und Hypophyse
3. Subthalamus
4. Epithalamus

Das Zwischenhirn ist die zentrale Vermittlungsregion aller sensorischen und motorischen Signale. Hier werden aber auch der Schlaf-Wach-Rhythmus und die Körpertemperatur geregelt.

Kleinhirn

Das Kleinhirn ist Hauptgleichgewichtsorgan. Es koordiniert Bewegungen und das Gleichgewicht.

Hirnstamm

Die ontogenetische älteste Region des Gehirns bildet der Hirnstamm. Es ist der Übergang zwischen Großhirn, verlängertem Mark (Medulla oblongata) und dem Rückenmark. Als entwicklungsgeschichtlich älteste Region liegen hier auch die Zentren für autonom-ablaufende und -regulierte Funktionen wie Herzschlag, Atmung und Stoffwechsel. Ebenfalls werden hier viele der unbewusst ablaufenden Reflexe gesteuert (Husten- oder Schluckreflex).

Diese ausführliche Beschreibung des Hirns soll die unterschiedlichen Symptome verständlicher machen. Denn in Abhängigkeit des Schädigungsortes können die Symptome sehr unterschiedlich ausfallen und den Patienten auf verschiedene Weise belasten.

„Was passiert, wenn das Hirn geschüttelt wird?“

Das leichte Schädel-Hirn-Trauma – Was ist das genau?

Das Gehirn besteht aus ca. 100.000.000.000 Zellen (100 Milliarden Zellen) mit ca. 1.000 Quervernetzungen pro Zelle. Dies ermöglicht eine unvorstellbare Rechenleistung. Das Gehirn ist unsere elektrische, chemische und physikalische Schaltzentrale und fungiert wie eine Festplatte, auf der lebenswichtige Prozesse abgespeichert sind.

Eine Gehirnerschütterung ist ein komplexer pathophysiologischer Prozess am Gehirn, bei dem einwirkende, mechanische Kräfte direkt oder indirekt auf das Gehirn übertragen werden können. Bei dieser Energieübertragung kommt es zu Verletzung an den Nervenendigungen (den Axonen), so dass die Schaltkreise nicht mehr funktionieren. Neuropathophysiologisch und pathobiochemisch scheint es zu einer Fehlverarbeitung von Informationen im synaptischen Spalt und zu Dehnungen bis hin zum Zerreißen/ Abknicken von Nervenfasern zu kommen. Gehirnerschütterungen sind stark vereinfacht eine Kommunikationsstörung zwischen Nervenzellen.

Die Gehirnzellen verbleiben in den darauffolgenden Tagen nach der Verletzung in einem vulnerablen Zustand. Anders als bei höhergradigen, traumatischen Gehirnverletzungen, wie zum Beispiel einer Hirnblutung, die von den leichten Schädel-Hirn-Verletzungen abgegrenzt werden, sind die Veränderungen auf zellulärer und axonaler Ebene noch nicht auf radiologischen bildgebenden Verfahren (CT, MRT) darstellbar.

Es gibt bis dato noch keine ausreichend sensiblen und signifikant spezifischen Blutuntersuchungen, die eine Diagnostik von Gehirnerschütterungen zulassen. Ein Speichelschnelltest ist aktuell in der Erprobung und hat bereits vielversprechende Ergebnisse gezeigt.

Die Diagnose „GEHIRNERSCHÜTTERUNG“ ist eine klinische Diagnose. Es zählt, was man **sieht** und wie der Spieler/ die Spielerin sich **fühlt!**

Pathomechanismus

Meist sind geradlinige oder Rotationsbeschleunigungen des Kopfes ursächlich für eine Gehirnerschütterung und lassen sich in drei unterschiedliche Formen der Kopfbeschleunigungen (KB) einteilen:

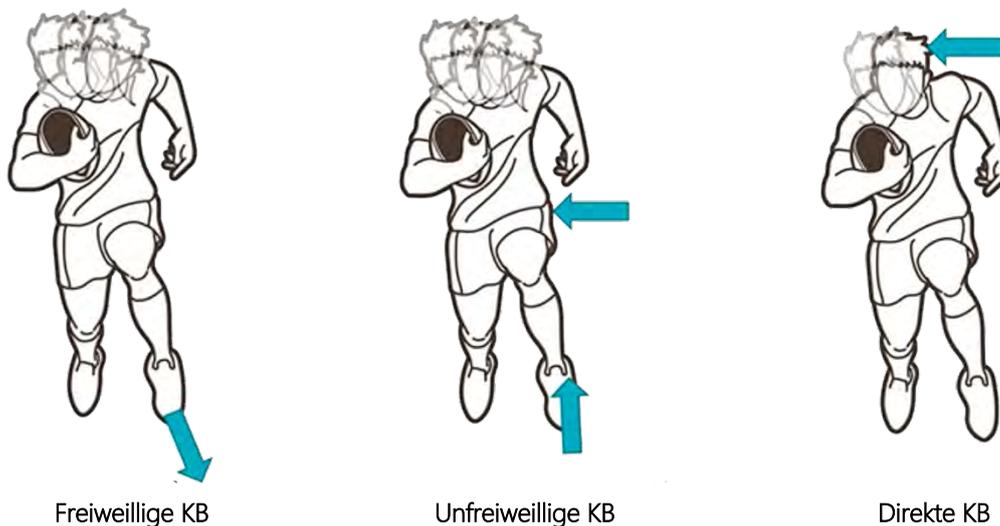


Abbildung 2: aus Orchid Study (Melanie Bussey et al, Otago University)

Head Acceleration Events (**Links:** Beschleunigung des Kopfes beim Sprinten, Stoppen, Springen. **Mitte:** Indirekte Beschleunigung des Kopfes durch Kraftübertragung durch Kollisionen (ungewollt/ gewollt). **Rechts:** Direkte Kräfteinwirkung)

Die **freiwilligen** müssen von den **unfreiwilligen** Kopfbeschleunigungen und **direkten Anpralltraumata** unterschieden werden. Die freiwilligen Beschleunigungen treten bei alltäglichen Aktivitäten wie Laufen, Gehen, Springen aber auch anderen kontrollierten Bewegungsformen auf.

Die Unfreiwilligen wie zum Beispiel ein Tackle bergen die Gefahr, dass der Körper die Beschleunigung weder koordinativ noch muskulär entschleunigen kann und die Fortleitung kinetischer Energie den Kopfes und die damit verbundene Kraftübertragung auf das Gehirn ursächlich für die Schädigung sind.

Was im Gehirn auf biochemischer und neuropathophysiologischer Ebene passiert, bleibt weiterhin Gegenstand intensiver Forschungen.

Alltägliche Gefahren

Das leichte Schädel-Hirn-Trauma tritt in Deutschland in ca. 40.000 – 120.000 Fällen im Jahr auf. Gehirnerschütterungen sind in der Statistik von World Rugby seit ca. 5 Jahren eine der häufigsten Verletzungen im Profisport.

Hierzu sei angemerkt, dass Gehirnerschütterungen bei Kindern und Jugendlichen auch im Alltag auftreten und Aktivitäten wie Fahrradstürze und Skateboarden in diesen Altersgruppen ein ähnliches Verletzungsrisiko wie im Rugby-Sport aufweisen.

Trotz aller alltäglichen Gefahren wirkt sich ein aktiver Lebensstil positiv auf die allgemeine Gesundheit von Kindern und Jugendlichen aus. Gleiches gilt für das Ausüben eines Mannschaftssports in Bezug auf die soziale Entwicklung.

Abschließend bleibt festzustellen, dass Gehirnerschütterungen, was den Krankheitsverlauf angeht, in den allermeisten Fällen prognostisch günstig sind. Fast alle Gehirnerschütterungen – ob in der Freizeit oder im Sport – klingen innerhalb weniger Tage (7-10 Tage bei Erwachsenen und zwischen 14-28 Tagen bei Jugendlichen) ab und heilen sehr gut aus.

In einigen wenigen Fällen kann die Genesung mehrere Wochen, gar Monate dauern. Hier ist das Aufsuchen eines Spezialisten nicht nur ratsam, sondern dringend empfohlen. Die Durchführung spezieller Tests und spezieller physiotherapeutischer Begleitung und mentalem Training ist vor Wiedereintritt in den aktiven Sport sinnvoll.

Chronische Erkrankung und katastrophale Akutfolgen

Chronisch-traumatische Enzephalopathie

Es besteht der Verdacht, dass nicht ausgeheilte, wiederholte Gehirnerschütterungen zu einer neurodegenerativen Erkrankung namens **chronisch-traumatischer Enzephalopathie (CTE)** führen. Das Krankheitsbild wird durch frühdementielle Symptome, Depression aber auch untypischen Wesensveränderungen bis hin zu auto- oder fremd-aggressivem Verhalten charakterisiert. Erstmals bekannt wurde die Krankheit durch Autopsien an NFL-Spielern. Zuletzt kamen auch namenhafte

Rugby-Spieler in den letzten Jahren in die Öffentlichkeit und berichten über Ihre Beschwerden in Zusammenhang mit frühdementiellen Symptomen.

Neueste Erkenntnisse der Forschung relativieren zwar den direkten und ausschließlich monokausalen Zusammenhang zwischen Gehirnerschütterungen und der CTE. Es wird vermutet, dass vorhandene Co-Faktoren die Entstehung begünstigen.

Solange eine vollständige Aufklärung bezüglich der Entstehung und damit verbundenen frühzeitigen Erkennung des Krankheitsbildes auch schon zu Lebzeiten vorliegen, nehmen präventive Maßnahmen, Informationsverteilung und Schulung in Bezug auf den Umgang mit Gehirnerschütterungen sowie Technik- und Athletiktraining einen übergeordneten Stellenwert ein.

Second-Impact-Syndrom

Das sogenannte **Second-Impact-Syndrom** beschreibt den akuten Zusammenhang zwischen einer zweiten Hirnverletzung während einer noch nicht vollständig ausgeheilten Gehirnerschütterung. Diese zweiten „Einschläge“ führen nicht selten zum Tod oder hinterlassen bei Betroffenen, die das Second-Impact-Syndrom überleben, meist lebenslange Einschränkungen. Ursächlich scheinen hier Mikroblutungen durch Gefäßverletzungen zu sein, die zu plötzlichen, lebensbedrohlichen Blutungen und Druckerhöhungen im Hirn führen können.

DIES SIND EXTREMFÄLLE.

Andere Kontakt- und Kollisions-Sportarten haben das Second-Impact-Syndrom beschrieben (Boxen). Derzeit gibt es sehr wenige Fälle im Rugby-Sport. Da in diesen Fällen aber vor allem Jugendliche betroffen waren, möchte **Rugby Deutschland** diese Information über das akut lebensbedrohliche Syndrom – wenngleich sehr selten - aus Gründen des Schutzes und der Transparenz verbreiten und nicht vorenthalten.

Das Risiko von Gehirnerschütterungen und Verletzungen werden wir nicht vollständig aus dem Alltag oder der vom Körperkontakt lebenden Sportart wie Rugby entfernen können. Vielmehr soll der Schutz der Spieler durch eine bestmögliche Erkennung und Erholung nach einer Verletzung erfolgen.

Deshalb soll im Folgenden das Protokoll **„ERKENNEN – ENTFERNEN - ERHOLEN“** präsentiert werden.

CHECKLISTE & FAKTEN

Wichtige "Take homes" und Empfehlungen

- GEHIRNERSCHÜTTERUNGEN SIND GEHIRNVERLETZUNGEN UND MÜSSEN ALLE ERNST GENOMMEN WERDEN.
- ATHLETEN/ ATHLETINNEN MIT V.A. EINE GEHIRNERSCHÜTTERUNG MÜSSEN VOM SPIELFELD ENTFERNT WERDEN
- KEINE TEILNAHME AN TRAININGS- ODER SPIELBETRIEB BIS ERREICHEN DER SYMPTOMFREIHEIT
- EINHALTUNG DES RTP-PROTOKOLL
- 85% ALLER GEHIRNERSCHÜTTERUNGEN HEILEN INNERHALB VON 7-10 TAGEN SYMPTOMFREI AUS.
- DER RICHTIGE UMGANG IN DER ERKENNUNG SCHAFFT SICHERHEIT UND NIMMT ÄNGSTE.
- ES BESTEHT GRUND ZUR AUFMERKSAM- UND ACHTSAMKEIT, ABER NICHT ZUR PANIK!

ERKENNEN ENTFERNEN ERHOLEN

Eine Gehirnerschütterung zu **ERKENNEN** ist nicht immer einfach, da die ersten Zeichen und Symptome nicht zwingend stark ausgeprägt sein müssen und sich erst innerhalb Minuten, Tagen, Wochen oder sogar Monaten ausbilden können. Entgegen dem allgemein angenommenen Mythos geht die Gehirnerschütterung nicht immer mit einem Verlust des Bewusstseins einher. Vielmehr sind Spieler mit einer leichten Gehirnerschütterung häufig ansprechbar und orientiert und entwickeln erst im späteren Verlauf die klassischen Symptome.

Deshalb ist es umso wichtiger, an eine mögliche Kopf-Hals-Verletzung („Bei unklaren Verletzungen: Denk Kopf & Hals“) zu vermuten, wenn ein adäquates Trauma – also ein entsprechender Verletzungsmechanismus – vorliegt oder sich der Spieler auffällig verhält. Der Spieler ist vom Spielfeld bei Verdacht zu **ENTFERNEN**.

Sollte eine Gehirnerschütterung vermutet werden oder die Symptome auf eine Gehirnerschütterung hinweisen, muss sich der Spieler davon **ERHOLEN** und schrittweise an Belastungen des Alltages und des Sportes herangeführt werden.

„Wie erkenne ich eine Gehirnerschütterung?“

Im deutschen Amateursport gilt das **„ERKENNEN & ENTFERNEN“-PROTOKOLL**

und ist bindend für alle Alters- und Spielklassen.

Während jeglicher Hilfestellung (ob in der Freizeit oder auf dem Sportplatz) gelten die allgemeinen Regeln der Ersten Hilfe.

„Die eigene Sicherheit geht vor“ – Unfallort sichern und an den Spieler von der Kopfseite herantreten. Ist der Unfallort nicht sicher, muss man sich zunächst selbst vor weiteren Gefahren schützen.

„Ansprechen!“ – Erkennen ob der Spieler ansprechbar ist, normal reagiert oder ob er bewusstlos ist. Ein wacher, sprechender Spieler atmet.

„Atemwege sichern.“ – Sicherstellen, dass die Atemwege frei sind.

„Atmung!“ – Atmet der Spieler und wenn ja, wie?

„Kreislauf!“ – Ohne Atmung und Sauerstoff kein Kreislauf!

„Was ist mit dem Hals?“ – Kann es durch den Aufprall und Unfallmechanismus zu einer Halsverletzung gekommen sein? Insbesondere bei Stürzen aus größerer Höhe mit oder ohne Bewusstseinsverlust sollte immer an eine Halswirbelsäulenverletzung gedacht werden.

A photograph of a man with a beard and dark hair, wearing a red and black sports jersey, holding a green and white ball. He is looking down at the ball with a focused expression. The background is a blurred outdoor sports field. The word "ERKENNEN" is overlaid in large, bold, red capital letters across the center of the image.

ERKENNEN

ERKENNEN

Gehirnerschütterungen müssen **NICHT** mit Bewusstseins-**VERLUST** einhergehen. Ganz im Gegenteil können auch wache, ansprechbare Spieler:innen eine Gehirnerschütterung erlitten haben. Es lassen sich körperliche von kognitiven Störungen unterscheiden und auch der Zeitpunkt von Erstsymptomen kann variieren.

GEHIRNERSCHÜTTERUNGEN UNTERSCHIEDEN SICH JE NACH BETROFFENEM HIRNAREAL VONEINANDER:

KÖRPERLICHE SYMPTOME

Kopfschmerzen (in 70% aller Gehirnerschütterungen vorhanden)

Schwindel (in 30-50% aller Gehirnerschütterungen vorhanden)

Folgende Symptome müssen häufig erfragt werden:

Übelkeit (mit/ ohne Erbrechen)

Nackenschmerzen

Verschwommenes Sehen

Blitze

Doppelbilder

Licht- und Lärmempfindlichkeit

Gleichgewichtsstörungen

Kribbelgefühl der Haut

KOGNITIVE SYMPTOME

Störungen des Denkprozesses

(Geistige und/ oder körperliche) Müdigkeit

Verlangsamung des Denkprozesses und Reaktionsschnelligkeit

Aufmerksamkeits- und Konzentrationsstörungen

Erinnerungsstörungen

Fehlende Orientierung zu Zeit, Ort, Person, Gegner, Spielstand oder Zeitpunkt des Spiels

Gedächtnislücken

Hauben- und Wattegefühl („Wie im Nebel“/ „Fühle mich nicht richtig“)

Störungen der Persönlichkeit („... ist anders als vorher“)

Vermehrte Emotionalität (Depressiv/ Labil)

Vermehrte Gereiztheit

„Die Lichter sind an, aber niemand ist zu Hause.“ – Leerer, glasiger Blick.

Fragen wie: „Wo bin ich?“ oder „Was ist passiert?“ sind immer verdächtig.

SCHLAFSTÖRUNGEN

Ein- und Durchschlafstörungen

Die Symptome einer Gehirnerschütterung können sich sofort, innerhalb von Sekunden, Minuten, aber auch erst innerhalb von Tagen, Wochen gar Monaten abzeichnen. Meist präsentieren sich später auftretende Symptome 24-48 Stunden nach dem Trauma.

AKUTE ZEICHEN

- Kopfschmerzen
- Schwindel
- Aufmerksamkeitsstörung oder Beeinträchtigung
- Leerer Blick
- Verzögerte Reaktion
- Unfähigkeit sich zu konzentrieren
- Verwaschene Sprache
- Koordinationsstörung
- Desorientierung
- Unnatürliche emotionale Reaktionen
- Gedächtnisstörungen oder Störung des Bewusstseins

SPÄTE ZEICHEN

- Anhaltende vermehrte Kopfschmerzen
- Benommenheit
- Schwindel
- Schlechte Aufmerksamkeit
- Schlafstörungen
- Konzentrations- und Gedächtnisstörungen
- Anhaltende Übelkeit oder Erbrechen
- Reizbarkeit
- Licht- und Geräuschempfindlichkeit
- Angst/ Depression

CHECKLISTE: ERKENNEN

Bei Auftreten eines der unten genannten Symptome oder falscher Beantwortung einer Maddox-Frage ist der Spieler vom Spielfeld zu entfernen. Eine weitere Teilnahme am Spielbetrieb ist am selben Tag ausgeschlossen!

SICHTBARE ZEICHEN		
Bewusstlosigkeit oder verlangsamte Reaktion	Liegt bewegungslos am Boden für mehr als 5 Sekunden	Verlangsamt beim Aufstehen
Unsicherheit auf den Füßen	Gleichgewichtsprobleme oder Fallen	Koordinationsstörung
Sich an den Kopf fassen oder den Kopf mit den Händen stützen	Benommener, leerer oder ausdrucksloser Blick	Verwirrtheit/ sich nicht des Spiels oder der Geschehnisse bewusst
	Krampfanfall	

SYMPTOME, ÜBER DIE DER SPIELER KLAGT			
Übelkeit oder Erbrechen	Benommenheit/ Schläfrigkeit	Reizbarkeit	„Etwas stimmt mit mir nicht!“
Traurigkeit	Nackenschmerzen	Lichtempfindlichkeit	Erinnerungsschwierigkeiten
„Druck im Kopf“	Erinnerungsschwierigkeiten	Kopfschmerzen	Schwindel
Verschwommenes Sehen	Gedächtnislücken	Gefühl, verlangsamt / langsam zu sein	Verwirrtheit
Geräuschempfindlichkeit	Erschöpfung, Ermüdung und/oder wenig Energie	Nervös oder ängstlich	Schwierigkeiten, sich zu konzentrieren

Symptome können sehr unterschiedlich und subtil sein.

PRÜFUNG DER GEDÄCHTNISFUNKTIONEN

(MADDOX-FRAGEN)

„An welchem Spielort befinden wir uns heute?“

„Welche Halbzeit ist jetzt?“

„Wer hat in diesem Spiel zuletzt Punkte gemacht?“

„Gegen welche Mannschaft habt ihr letzte Woche gespielt?“

„Hat Deine Mannschaft letzte Woche gewonnen?“

AUFFÄLLIGKEITEN IM GESPRÄCH MIT DEM SPIELER

Orientierungslosigkeit	Gibt oben genannte Symptome an	Der Spieler wirkt „nicht normal“	Verwirrtheit
------------------------	--------------------------------	----------------------------------	--------------

WARNZEICHEN

Nackenschmerzen	Verschlechterung des Bewusstseinszustands	Wiederholtes Erbrechen
Zunehmende Reizbarkeit/ Verwirrtheit	Schwere/ zunehmende Kopfschmerzen	Ungewöhnliches Verhalten
Krampfanfälle	Schwäche/ Kribbeln in den Extremitäten (Beine/Arme)	Doppelbilder

BEI AUFTRETEN EINES WARNZEICHENS IST DIE SOFORTIGE ÄRZTLICHE VORSTELLUNG DRINGEND EMPFOHLEN!!



SPÄTE ZEICHEN (NACH 24-48 Stunden)

Amnesie – Gedächtnisverlust	Kopfschmerzen	Übelkeit/ Erbrechen	Schläfrigkeit
Gleichgewichtsstörungen	Einschlafstörungen	Vermehrte Emotionalität	Konzentrationschwierigkeiten
Verlangsamte Reaktionszeiten	Gefühl, verlangsamt zu sein	Sich nicht „richtig“ oder wie „im Nebel“ fühlen	Müdigkeit oder Energiemangel

SCHWERWIEGENDE KOPFVERLETZUNGEN ERKENNEN!

„Wann muss die Feuerwehr gerufen werden?“

Bei unten genannten Symptomen sollte umgehend die Feuerwehr alarmiert werden (112) und die Vorstellung in einer Rettungsstelle erfolgen.

- ANHALTENDE BEWUSSTLOSIGKEIT NACH INITIALER VERLETZUNG
- KRAFTVERLUST, TAUBHEIT ODER KRIBBELN DER EXTREMITÄTEN
 - VERLUST VON KOORDINATION UND GLEICHGEWICHT
 - WIEDERHOLTES ERBRECHEN ODER STARKE ÜBELKEIT
 - SPRACHSTÖRUNG ODER VERWASCHENE SPRACH
 - SEHSTÖRUNGEN, WIE DOPPELSEHEN
 - VERSTÄNDNISPROBLEME
- KLARE FLÜSSIGKEIT AUS NASE ODER OHREN (VERLUST VON HIRNWASSER)
 - BLUTUNGEN AUS EINEM ODER BEIDEN OHREN
 - PLÖTZLICH TAUBHEIT AUF EINEM ODER BEIDEN OHREN
 - SCHWIERIGKEITEN WACH ZU BLEIBEN –
- STÄRKSTE MÜDIGKEIT ÜBER STUNDEN NACH DER VERLETZUNG
- STÄRKSTE, SICH VERSCHLIMMERNDE KOPFSCHMERZEN
 - VERWIRRTHEIT UND INNERE UNRUHE

In sehr seltenen Fällen kann es durch Schläge gegen den Kopf oder indirekte Kraftübertragung zu schwerwiegenden Verletzungen des Gehirns und der Strukturen im Kopf kommen. Neben schweren Gehirnerschütterungen werden diese strukturellen Verletzungen den höhergradigen Schädel-Hirn-Traumata zugeordnet und ihr Verdacht bedarf umgehender Handlung.

TRAUMATISCHE SCHÄDEL-HIRN-VERLETZUNGEN

Im Rahmen von Kopfverletzungen können kleine Blutgefäße zerreißen und zu relevanten Blutungen führen. Obwohl die Inzidenz, also die Häufigkeit des Auftretens, im Sport glücklicherweise sehr gering ist, muss man von ihnen gehört haben.

Da das Gehirn deutlich weicher ist als unsere Schädeldecke, führen diese Blutungen nicht selten zu Verdrängungen des Gehirns mit anschließendem Ödem (Ansammlungen von Gewebsflüssigkeit im Bereich der Blutung). Diese Verdrängung des Gehirns kann zu schwerwiegenden Ausfällen, komplexen Folgeerkrankungen und sogar lebensbedrohlichen Zuständen führen.

Diese Blutgerinnsel können sich auch verspätet entwickeln, weshalb eine fachneurologische Untersuchung und Überwachung im Krankenhaus mit engmaschigen Vigilanzkontrollen, d.h. Tests der Aufmerksamkeit und Wachheit, bei entsprechendem Trauma angemessen ist.

Sollte der Verdacht auf eine intrakranielle Blutung (ICB) bestehen, so kann diese durch eine Computertomographie bereits nach wenigen Stunden nachgewiesen und/ oder ausgeschlossen werden.

Es ist aber nochmal darauf hinzuweisen, dass die CT-Untersuchung zwar eine Blutung oder eine strukturelle Hirn- und Schädelverletzung wie eine Fraktur nachweisen kann, eine Gehirnerschütterung und die damit zusammenhängenden zellulären Verletzungen aber nicht.

ALARMZEICHEN: SCHWERWIEGENDE HIRNVERLETZUNGEN

Nicht alle Kopfverletzungen sind Gehirnerschütterungen. Die Alarmzeichen einer schweren Hirnverletzung sind:



Fehlende
Ansprechbarkeit &
Zunehmende Eintrübung

Mehrfaches (unstilbares)
Erbrechen

Deutliche Verschlechterung
eines/ mehrerer
Symptome



- **Sofortige Alarmierung** der Feuerwehr (112 - Rettungsdienst)
- Bewusstlose bis zum Eintreffen des medizinischen Fachpersonals nicht mehr bewegen!

ALARMZEICHEN: HALS-WIRBELSÄULEN-VERLETZUNG (HWS)

Ein Rasantrauma, wie es beim Sturz auf großer Höhe entsteht, ein Tackle oder auch ein zusammenbrechendes Gedränge, können zu Verletzungen der HWS führen.



Fehlende
Ansprechbarkeit

Stärkste
Nackenschmerzen

Keine vorhandene
Motorik und/ oder Sensi-
bilitätsstörung



- Sofortige Ruhigstellung der HWS bei Verdacht auf eine Halswirbelsäulen-Verletzung
- Alarmierung der Feuerwehr (112)
- Abtransport des Spieler nur von medizinisch qualifiziertem Personal
- Umgehende ärztliche Vorstellung



ENTFERNEN

ENTFERNEN

Die Entscheidung, einen Spieler vom Spielfeld zu entfernen, ist nicht immer einfach und manchmal sogar kontrovers. Zur leichten Entscheidungsfindung wurde die Taschenkarte des Concussion-Recognition-Tools entwickelt und sollte in jedem Club ausliegen und ständig zugänglich sein.

CONCUSSION RECOGNITION TOOL™ Taschenkarte

Hilfe für das Erkennen einer Gehirnerschütterung bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen

ERKENNEN UND HANDELN

Eine Gehirnerschütterung sollte bei Vorliegen **eines oder mehrerer** der im Folgenden unter Punkt 1 bis 3 genannten sichtbaren Hinweise, Zeichen, Symptome oder bei falschen Antworten auf die Gedächtnisfragen vermutet werden.

1. Sichtbare Hinweise für den Verdacht auf eine Gehirnerschütterung

Jeder der folgenden sichtbaren Hinweise kann auf eine Gehirnerschütterung hinweisen:

Bewusstseinsverlust oder verlangsamte Reaktion
Liegt bewegungslos auf dem Boden/ verlangsamt beim Aufstehen
Unsicherheit auf den Füßen/ Gleichgewichtsprobleme oder Fallen/Koordinationsstörungen
Sich an den Kopf fassen/den Kopf mit den Händen stützen
Benommener, leerer oder ausdrucksloser Blick
Verwirrtheit/ nicht des Spiels oder der Geschehnisse bewusst

2. Zeichen und Symptome für eine mögliche Gehirnerschütterung

Jedes der folgenden Zeichen und Symptome kann eine Gehirnerschütterung anzeigen:

- Bewusstseinsverlust	- Kopfschmerzen
- Krampfanfall	- Schwindelgefühl
- Gleichgewichtsprobleme	- Verwirrtheit
- Übelkeit oder Erbrechen	- Gefühl „verlangsamt/ langsam zu sein“
- Benommenheit/Schläfrigkeit	- „Druck im Kopf“
- Emotionaler als gewohnt	- Verschwommenes Sehen
- Reizbarkeit	- Lichtempfindlichkeit
- Traurigkeit	- Gedächtnislücke
- Erschöpfung/Ermüdung oder wenig Energie	- Gefühl „wie im Nebel/benebelt zu sein“
- Nervös oder ängstlich	- Nackenschmerzen
- „Etwas stimmt nicht mit mir“	- Geräuschempfindlichkeit
- Schwierigkeiten, sich zu erinnern	- Schwierigkeiten, sich zu konzentrieren

3. Gedächtnisfunktion

Wenn eine Frage nicht richtig beantwortet wird, besteht der Verdacht auf eine Gehirnerschütterung.

„An welchem Spieltag sind wir heute?“
„Welche Halbzeit ist jetzt?“
„Wer hat in diesem Spiel zuletzt ein Tor erzielt?“
„Gegen welches Team haben Sie letzte Woche im letzten Spiel gespielt?“
„Hat Ihre Mannschaft das letzte Spiel gewonnen?“

Jeder(r) Sportlerin/Sportler mit Verdacht auf eine Gehirnerschütterung ist UMGEHEND AUS DEM SPIEL ZU NEHMEN und darf nicht zur Aktivität zurückkehren, bevor sie/er medizinisch untersucht worden ist. Sportlerinnen/Sportler mit Verdacht auf eine Gehirnerschütterung dürfen nicht allein gelassen werden und kein Fahrzeug führen.

Bei Verdacht auf eine Gehirnerschütterung ist empfohlen, dass die Spielerin/der Spieler an eine medizinische Fachperson zur Diagnosestellung, Betreuung und Rückkehr zum Spiel-Entscheid überwiesen wird, auch wenn die Symptome abgeklungen sind.

WARZEICHEN

Bei JEDEM der unten aufgeführten Warnzeichen ist die Spielerin/der Spieler sicher und umgehend aus dem Spiel zu nehmen. Wenn keine medizinische Fachperson verfügbar ist, sollte ein Notfalltransport in das nächstliegende Krankenhaus zur umgehenden ärztlichen Untersuchung erwogen werden.

- Sportler(in) klagt über Nackenschmerzen	- Verschlechterung des Bewusstseinszustandes
- Zunehmende Verwirrtheit/Reizbarkeit	- Schwere oder zunehmende Kopfschmerzen
- Wiederholtes Erbrechen	- Ungewöhnliche Verhaltensänderung
- Krampfanfälle	- Doppelbilder
- Schwäche oder Brennen/Kribbeln in Armen oder Beinen	

Wichtig:

- In allen Fällen müssen die grundlegenden Prinzipien der Ersten Hilfe (Gefahr erkennen, Reaktion prüfen, stabile Seitenlage, Atmung und Kreislauf stabilisieren) befolgt werden
- Nicht versuchen, die Sportlerin/den Sportler zu bewegen (ausser, um sie/ihn in die stabile Seitenlage zu bringen), wenn keine spezifische Ausbildung besteht
- Einen (evtl. vorhandenen) Helm nicht abnehmen, wenn keine spezifische Ausbildung besteht.

aus: McCrory et. al, Consensus Statement on Concussion in Sport. Br J Sports Med 47 (5), 2013
© 2013 Concussion in Sport Group

Abbildung 4 Pocket Card des Concussion

Die Taschenkarte leitet den Tester bei dem Verdacht auf eine Gehirnerschütterung durch die Diagnosesicherung. Sollte die Diagnose unklar sein, empfiehlt sich ein konservatives Vorgehen. Das heißt, eine Entscheidung zugunsten der Gesundheit und Sicherheit des Spielers zu treffen. Insbesondere Schüler- und Jugendliche gilt es vor einer weiteren Teilnahme und etwaigen Folgeverletzungen zu schützen.



IM ZWEIFEL MUSS DER/ DIE SPIELER:IN ENTFERNT WERDEN.
If in doubt, sit them out!

Eine/ Einen vom Spielbetrieb entfernte:n Spieler:in darf am selben Tag nicht mehr spielen und sollte NICHT alleine gelassen werden.

Auf folgende Maßnahmen ist zu achten:

- Überwachung in einem abgedunkelten Raum mit Begleitung gewährleisten
- Beruhigung der gestörten Gehirnfunktion durch Vermeiden von zu vielen audiovisuellen Reizen (kein Handy, keine Videospiele, keine laute Musik, abgedunkelte Umgebung)
- Anwendung kühlender Kompressen (Stirn/ Nacken)
- Kein Essen und nur geringe Mengen klarer Flüssigkeiten (zur Vermeidung von Erbrechen)
- Kein Alkohol
- Auf klinische Symptome achten und bei Verschlechterung ärztliche Hilfe umgehend aufsuchen (Verschlechterung der Vigilanz oder häufiges Erbrechen)
- Keine unnötigen Fragen stellen oder den/ die Verletzte(n) unnötig aufregen (Denkprozesse nicht unnötig fordern).
- Verbot, Auto zu fahren

Bei zunächst fehlenden Symptomen sollte der Spieler im zeitlichen Intervall nach der Verletzung (Training oder auch Spiel) aufmerksam beobachtet werden. Bei dem Verdacht auf eine höhergradige Verletzung oder einer Verschlechterung der Symptome des Spielers muss eine umgehende ärztliche Vorstellung erfolgen. Transport mit Notarzt kann in Erwägung gezogen werden.



GET-App

Gehirn erschüttert? – Am Platz testen und entscheiden!

Die neue Version der **GET-App** richtet sich gezielt an Trainer:Innen und Betreuer:Innen im Mannschaftssport - auch und gerade im Breiten- und Jugendsport. Die Erweiterung erlaubt es erstmals, Baseline-Werte für ein gesamtes Team zu speichern, um im Notfall sofort darauf zurückgreifen und Veränderungen erkennen zu können. Baseline ist ein Ruhewert, der vor der Saison erhoben wird. Durch einfach anzuwendende Tests unterstützt diese App Sportler:innen, Trainer:innen, Lehrer:innen, Physiotherapeut:innen, Betreuer:innen und Eltern bei der Früherkennung von Gehirnerschütterungen im Sport und bietet Informationen rund um die Problematik. Innerhalb von wenigen Minuten kann die Möglichkeit einer [Gehirnerschütterung](#) ermittelt werden mittels folgender Kriterien:

- Symptomerfassung
- Gedächtnistest
- Reaktionstest
- Testung der Augenfunktion
- Gleichgewichtstest

Durch das Anlegen einer Baseline können für die Testung im Notfall individuelle Vergleichswerte gespeichert werden. Zur Verbesserung dieser Beta-Version können Sie innerhalb dieser App der Übermittlung Ihrer anonymisierten Daten auf einen Server der ZNS - Hannelore Kohl Stiftung einwilligen.

Im Rahmen der medizinischen Ausbildung (Von F.A.I.R. bis World Rugby Educator) werden Details im Umgang mit Gehirnerschütterungen den Auszubildenden näher gebracht. Hier soll auch zukünftig ein großer Fokus liegen, um das Spiel sicher zu halten.



Apps wie CSx werden von World Rugby in Wettkämpfen wie der Weltmeisterschaft, der World Series aber auch in nationalen Wettkämpfen eingesetzt und sind derzeit Weltmarktführer.

Die App ist sehr benutzerfreundlich, ist aber entgegen der GET-App nicht kostenfrei.

Angebote können unter <https://csx.co.nz/get-in-touch/> eingeholt werden.

A photograph of a soccer player in a red jersey being examined by a medical professional in a black vest on a field. The player is leaning forward, and the medical professional is holding his back. The background is a blurred stadium setting.

ERHOLEN

GRADUATED RETURN TO PLAY-PROTOKOLL

ERHOLEN

Vor dem Wiedereintritt in den aktiven Spielbetrieb werden Kinder und Jugendliche zunächst an einen Wiedereintritt in das normale, aktive Leben herangeführt. Das bedeutet zunächst eine Rückkehr in den schulischen Alltag. Dabei gilt folgendes Stufenprinzip:

Phase	Inhalt	Mögliche Aktivitäten	Zielsetzung
0	RUHE UND ERHOLUNG Dauer: 24-48h	Vollständige körperliche und mentale Ruhe. Meiden von audiovisuellen Reizen	Erholung und Rückgang der klinischen Symptome
1	ALLTÄGLICHE, KINDSGERECHTE AKTIVITÄTEN (alle Aktivitäten, die KEINE Symptome machen)	Typische kindgerechte Aktivitäten in der häuslichen Umgebung: Spielen, Lesen, aber auch Zeit am Rechner und Handy sind möglich	Gradueller Aufbau mentaler und körperlicher Belastung mit mentalen Belastungen, die zunächst 5-15 Minuten lang sind
2	SCHULISCHE AKTIVITÄTEN	Durchführung von schulischen Hausaufgaben wie Rechnen, Lesen, Schreiben außerhalb des Klassenzimmers	Langsames Heranführen an geistige Arbeit
3	RÜCKKEHR IN DIE SCHULE (Teilzeit)	Einführung in schulische Aktivitäten (in der Schule) unter Berücksichtigung längerer Pausenzeiten. Rückkehr in Teilzeit ist denkbar	Erhöhung der akademischen und damit mentalen Belastung
4	VOLLSTÄNDIGE AUFNAHME AKADEMISCHER AKTIVITÄTEN	Langsamer Wiedereinstieg in den vollen Schulalltag	Vollständige akademische und damit mentale Belastung

Abbildung 5 Tabelle aus der Konsenserklärung über Gehirnerschütterungen im Sport - 5. internationale Konferenz über Gehirnerschütterungen im Sport, Oktober 2016, Berlin; McCrory P, et al. Br J Sports Med 2017

„Wann darf wieder Rugby gespielt werden?“

Vor der Wiederaufnahme der sportlichen Aktivitäten soll sich das Gehirn **ERHOLEN**. Bei Kindern sollte bei Symptombefreiheit zunächst die Rückkehr in den schulischen Alltag angestrebt werden.

Rugby Deutschland arbeitet derzeit an einem Return to Train-Konzept, das Übungen und Trainingsempfehlen für die einzelnen Stufen erklärt. Hierzu gehören in den ersten zwei Wochen Atem-

und Entspannungsübungen aber auch Übungen aus dem Bereich der Neuroathletik und einfaches Gehirnjogging.

Fazit:

Während der Rekonvaleszenzzeit ist das Gehirn anfälliger für weitere Verletzungen. Sollte ein Spieler zu früh wieder in den aktiven Spielbetrieb mit einsteigen, so besteht die Gefahr für folgende Komplikationen:

- Verlängerter Krankheitsverlauf
- Längerfristige Krankheitssymptome und Spätfolgen, beispielsweise psychologische Veränderungen oder sogar strukturelle Veränderungen
- Folge-Gehirnerschütterungen, potenziell lebensbedrohlich (Siehe SECOND-IMPACT-SYNDROM)

Gehirnerschütterungen sind ernstzunehmende Krankheitsbilder. Die unterschiedlichen Symptome der meisten Gehirnerschütterungen heilen bei richtigem Umgang in den meisten Fällen innerhalb von 7-10 Tagen bei Erwachsenen und zwischen 14-28 Tagen bei Kindern/ Jugendlichen vollständig aus.

Return-to-Play nach mehrfachen Gehirnerschütterungen oder verlängerten Symptomen:

Bei zwei (2) Gehirnerschütterungen innerhalb von drei Monaten, sollte nach der zweiten Erschütterung mindestens sechs (6) Wochen kein Kontakttraining und Vorstellung bei einem/ einer fachärztlichen Kollegen oder Kollegin erfolgen.

Bei drei Gehirnerschütterungen innerhalb eines Jahres ist eine Kontaktpause von mindestens drei Monaten dringend angeraten. Eine Vorstellung zur weiteren fachärztlichen Beratung bestenfalls in einem Concussion-Zentrum wird empfohlen.

Empfehlungen zu Gehirnerschütterungen

Graduated Return to Play (Amateurrugby)

Phase der Erholung		Minimale Zeit		
		U19	Ü19	
Fortschritt zur nächsten Stufe erst, wenn 24h (-48) absolute Symptommfreiheit in der Stufe besteht.				
0	Völlige körperliche und mentale Ruhe		24h	24h
1	SYMPTOMFREIE AKTIVITÄTEN Tägliche Aktivitäten, die keine Symptome hervorrufen. (z.B. Gehen in einem angenehmen Tempo mit leicht erhöhter Atmung.)	SYMPTOMFREIE ÜBUNGEN Langsamer Aufbau der Intensität (z.B. Gehen oder Joggen im Rhythmus, um leichtes Schwitzen hervorzurufen, trotz erhöhter Atemfrequenz ist eine Unterhaltung möglich.)	14 Tage Inklusive einer 24h stündigen absoluten körperlichen/ mentalen Erholungsphase	14 Tage Inklusive einer 24h stündigen absoluten körperlichen/ mentalen Erholungsphase
2	STEIGERUNG DER AEROBEN BELASTUNG Fahrradfahren auf Ergometer (gesteigertem Schwitzen, höhere Atemfrequenz, eingeschränkte Fähigkeit, Gespräche zu führen), Kontaktfreie Übungen		48h Diese Phase kann frühestens am 15. Tag begonnen werden	24h Diese Phase kann frühestens am 8. Tag begonnen werden
3	SPORTARTSPEZIFISCHES TRAINING Lauftraining (Intervalltraining), leichtes Techniktraining, Aktivitäten ohne Gefahr des Kopfkontaktes Kein Kontakt- oder Krafttraining		48h	24h
4	KONTAKTLOSES TRAINING komplexere Trainingsinhalte (Passen/ Fangen), Beginn des progressiven Krafttrainings Aufstieg in Stufe 5 erst möglich, wenn die Rückkehr zur Schule/ Arbeitsstelle zu diesem Zeitpunkt erfolgte Kein Kontaktraining		48h	24h
5	KONTAKTTRAINING Empfehlung zur ärztliche Freigabe durch einen Facharzt oder Spezialisten für Gehirnerschütterungen Teilnahme an normalen Trainingsaktivitäten		48h	24h
6	RETURN TO PLAY			
Zusammenfassung			U19	Ü19
Frühester Wiedereinstieg in kontaktloses Training (Mannschaft)			Tag 17d	Tag 16d
Frühester Wiedereinstieg in Kontakt-Training			Tag 21	Tag 18
Frühestes Return to Play - Wiedereinstieg in den vollen Spielbetrieb			Tag 23	Tag 19

Deutsche Übersetzung/Anpassung nach World Rugby

RETURN-TO-PLAY NACH SHT I°

Einstieg nach einer Gehirnerschütterung

Gehirnerschütterungen müssen in jeder Alterstufe ernstgenommen werden. Sie stellen eine große Herausforderung für Athleten:innen, Eltern, Trainer:innen und Betreuer:inne da. Das Gehirn braucht nach einer Verletzung, wie jedes andere Organ auch zunächst eines: **RUHE!** Mit dem richtigen Umgang und konsequenter Behandlung heilen Gehirnerschütterungen in der Mehrzahl gut aus. Gehirnerschütterungen können viele unterschiedliche Symptome aufweisen, weshalb der Umgang mit ihnen erschwert sein kann. Sind Kopfschmerz und Übelkeit bei einer Mehrzahl (70%) der Betroffenen vorhanden, so reichen weitere Anzeichen von kognitiven Ausfällen zu Lern- und Konzentrationsstörungen, von Seh- und Hörstörungen zu vermehrter Emotionalität oder Gereiztheit, von vermehrter Müdigkeit zu Koordinationsstörungen.

Daher empfehlen wir auch ähnlich einem Behandlungsplan bei anderen Verletzungen ein Return-to-Play-Protokoll, die graduelle Belastungssteigerungen sowohl kognitiv als auch körperlich anstrebt. Dabei ist absolut essentiell, dass jede Belastungsstufe absolut beschwerde- und symptomfrei durchschritten wird. Dabei muss jedes körperliche Empfinden, das außerhalb der individuellen Norm liegt als ein mögliches Symptom verstanden werden und auch als solches interpretiert werden. Bei der Gehirnerschütterung ist es empfehlenswert auf der sicheren Seite zu bleiben. Es gilt die Folgeverletzungen und -erkrankungen zu meiden. Das Second Impact-Syndrom kann durch konsequente Handlung vermieden werden. Daher sollte eine weitere Verletzung des Gehirn während der Rekonvaleszenzphase (Erholungsphase) vermieden werden. Das bedarf häufig Geduld und Selbstverantwortung, Symptome einzugestehen, aber **KEINE GEHIRNERSCHÜTTERUNG DARF UNBEMERKT BLEIBEN.**

Name, Vorname:

Geburtsdatum:

Datum der Himerschütterung:

Anzahl Gehirnerschütterungen:

Letzte Gehirnerschütterung (Datum):

STUFE 0	RUHE UND ERHOLUNG Das Gehirn braucht direkt nach der Verletzung absolute Ruhe und Erholung. Bestenfalls bedeutet dies Schlaf in einem abgedunkeltem Raum, um dem Gehirn möglichst wenig Reize zuzumuten, die es zur Arbeit zwingen. Insbesondere audio-visuelle Reize oder blaues Licht von digitalen Medien müssen gemieden werden. Schulbesuche oder Alltagsaktivitäten sollten eingeschränkt oder ganz entfallen. Für Erwachsene gilt: KEIN AUTOFAHREN!! Stufe 0 wird erst bei vollständiger Beschwerdefreiheit verlassen.	Symptomfreiheit am: Unterschrift/ Datum:
STUFE 1	SYMPTOMFREIE AKTIVITÄTEN Tägliche Aktivitäten, die keine Symptome hervorrufen. (z.B. Gehen in einem angenehmen Tempo mit leicht erhöhter Atmung.) Langsamer Aufbau der Intensität (z.B. schnelles Gehen, leichtes Schwitzen, leicht erhöhte Atemfrequenz möglich, bei Jugendlichen alltägliche körperliche Aktivitäten. Kognitive Belastungen steigern (Spiele spielen). Digitalen Medien in Maßen konsumieren. Stufe 1 wird erst bei vollständiger Beschwerdefreiheit verlassen.	Symptomfreiheit am: Unterschrift/ Datum:
STUFE 2	LEICHTES, KURZES AEROBES TRAINING: ERHÖHUNG DER HERZFREQUENZ Leichte Herz-Kreislaufbelastung mit gesteigerter Herzfrequenz (Puls bis 125 pro Min) und Atemfrequenz. Eher stationäres Training wie Fahrradfahren ohne Stoßbelastungen. Stufe 2 wird erst bei vollständiger Beschwerdefreiheit verlassen.	Symptomfreiheit am: Unterschrift/ Datum:
STUFE 3	SPORTSPEZIFISCHES INTERVALLTRAINING Rugbyspezifisches Intervalltraining/ leichtes Techniktraining, leichtes Krafttraining. Stufe 3 wird erst bei vollständiger Beschwerdefreiheit verlassen.	Symptomfreiheit am: Unterschrift/ Datum:
STUFE 4	MANNSCHAFTSTRAINING OHNE KÖRPERKONTAKT Einstieg in das Mannschaftstraining. Kein Kontakt. Progressives Widerstandstraining. Erhöhte Denkaufgaben während körperlicher Aktivität. Stufe 4 wird erst bei vollständiger Beschwerdefreiheit verlassen.	Symptomfreiheit am: Unterschrift/ Datum:
STUFE 5	NORMALES MANNSCHAFTSTRAINING Aufnahme des Kontakttrainings in vollem Umfang. Teilnahme in vollem Umfang an allen Trainingsaktivitäten. Stufe 5 wird erst bei vollständiger Beschwerdefreiheit verlassen.	Symptomfreiheit am: Unterschrift/ Datum:
STUFE 6	SPIEL Eingliederung in den Spielbetrieb.	Symptomfreiheit am: Unterschrift/ Datum:



CHECKLISTE **GRTP**

Wiedereinstieg in den (sportlichen) Alltag

- Keine Teilnahme an organisiertem Training für 14 Tage nach Verletzung
- Spieler:innen können erst dann zur **Stufe 1** übergehen, wenn sie **symptomfrei** sind.
- Erwachsene Spieler** müssen mindestens **24 Stunden** in jeder Phase verbringen
- Personen unter 19 Jahren** mindestens **48 Stunden** in jeder Phase verbringen.
- Krafttraining** sollte nur in den **späteren Phasen** (frühestens Phase 4) hinzugefügt werden.
- Kein **Kontakt** bis **Stufe 5**.
- Symptome, die länger als einen Monat** bei Kindern und **zwei Wochen bei Erwachsenen** anhalten, sollten fachärztlich vorgestellt werden.
- Eine **spezielle physiotherapeutische Betreuung** mit Übungen für die **HWS** ist in einigen Fällen sinnvoll.

PRÄVENTION VON GEHIRNERSCHÜTTERUNGEN

Eine vollständige Verletzungsfreiheit ist im Sport und Alltag nicht vorstellbar oder erreichbar. Das mit der Ausführung einer Sportart verbundene Risiko lässt sich aber durch gute Vorbereitung (Aufwärmen, spezifisches Training) und die Einhaltung von Richtlinien und Regeln erheblich einschränken.

- Das World Rugby Activate Programm (in Deutsch erhältlich) ist ein strukturiertes Aufwärmen vor Spielen und Training reduziert die Verletzungsrate signifikant.
- Das World Rugby Tackle Ready Programm stellt Ressourcen bereit, um die Phasen des Tackles zu trainieren und durch verbesserte Technik das Verletzungsrisiko zu senken.
- Sportärztliche Eignungsprüfung für Sportler:innen mit ggfs. sportmedizinischer Diagnostik.
- Sicherstellung einer ausreichenden körperlichen Fitness durch Kraft- und Athletiktraining macht Spieler robuster und resilienter.
- Koordinationsübungen, Neuroathletiktraining und Gleichgewichtsübungen, sowie die Stärkung und Stabilisierung der Schulter-Nacken-Muskulatur haben einen positiven Effekt.
- Protektive Hilfsmittel wie der Kopfschutz haben sich in Studien als nicht wirksam gegen Gehirnerschütterungen bewiesen. Vielmehr tragen sie zu einer Minderung der Hemmschwelle bei, da sich die Träger solcher protektiven Kappen häufig in falscher Sicherheit wägen und riskantere Tackelmanöver wagen.
- Das Tragen eines Mundschutzes (maßgefertigt) ist unerlässlich für den Schutz vor Zahn- und Mittelgesichtsverletzungen und kann eine gewisse Schutzwirkung bei der Vorbeugung einer Gehirnerschütterung haben.
- Strikte Ahndung von Regelverstößen in Bezug auf Tacklehöhe mit Aushändigung von Strafen zur Sicherstellung eines fairen und sicheren Ablaufs des Rugbyspiels führen zu Verhaltensänderungen der Spieler.

INDIVIDUELLE VERANTWORTUNG

Spieler:in

Sollte der Spieler nach einem Spiel Zeichen einer Gehirnerschütterung merken, so sollten diese an den Trainer, Erziehungsberechtigten oder Mitspieler mitgeteilt werden. Eine weitere Teilnahme am Spielbetrieb sollte abgelehnt werden.

Trainer:in

Häufig kennen Trainer ihre Spieler sehr gut. Deshalb ist es wichtig das Verhaltensauffälligkeiten ernstgenommen werden. Zum Schutz des Spielers sollten alle Symptome ernstgenommen werden und entsprechende Schritte eingeleitet werden.

Eine Meldung der Verletzung an einen Erziehungsberechtigten ist notwendig.

Sollte der Verdacht auf eine schwere Verletzung bestehen, muss sofort die Feuerwehr/Rettungsdienst (112) alarmiert werden.

Schiedsrichter:in

Schiedsrichter sollten die Zeichen von Gehirnerschütterungen gut kennen. Sollten keine Physiotherapeuten oder medizinisches Personal anwesend sein, so kann der Schiedsrichter laut „**ERKENNEN & ENTFERNEN**“-Protokoll Spieler bei dem Verdacht auf eine Gehirnerschütterung vom Spielfeld entfernen.

Eltern

Sollte man als Elternteil wahrnehmen, dass sich das eigene Kind anders verhält als sonst, dann ist dies an den Trainer oder Physiotherapeuten mitzuteilen. Das Kind sollte vom Spielfeld entfernt und untersucht werden.

Im Falle einer Gehirnerschütterung muss das Kind überwacht werden und bei Verschlechterung einem Arzt umgehend vorgestellt werden.

Mitspieler:innen

Insbesondere Mitspieler haben eine besondere Verantwortung, da sie direkten Kontakt zu ihren Freunden haben. Wenn der Verdacht besteht, so sollte dieser dem Trainer mitgeteilt werden und der Mitspieler bestärkt werden, ehrlich zu sein und das Spielfeld zu verlassen.

Literaturverzeichnis

- ATLS (2012). *Advanced Trauma Life Support for Doctors - Student Course Manual*. American College of Surgeons.
- Belanger, H.G. & Vanderploeg, R.D. (2005). The neuropsychological impact of sports-related concussion: a meta-analysis. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 11, 345-357.
- Benson, B.W., Hamilton, G.M., Meeuwisse, W.H., McCrory, P., Dvorak, J: Is protective equipment useful in preventing concussion? A systematic review of the literature, *A systematic review of the literature, British Journal of Sports Medicine* 2009;43:i56-i67.
- Bey, T. & Ostick, B. (2009). Second impact syndrome. *Western journal of emergency medicine*, 10, 6-10.
- Borg, J., Holm, L., Cassidy, J.D., Peloso, P.M., Carroll, L.J., von Holst, H. & Ericson, K. (2004). WHO Collaborating Centre Task Force on Mild Traumatic Brain Injury: Diagnostic procedures in mild traumatic brain injury: results of the WHO Collaborating Centre Task Force on Mild Traumatic Brain Injury. *Journal of rehabilitation medicine*, 43, 61-75.
- Cantu, R.C. (2001). Posttraumatic Retrograde and Anterograde Amnesia: Pathophysiology and Implications in Grading and Safe Return to Play. *Journal of athletic training*, 36, 244-248.
- Castile, L., Collins, C.L., McIlvain, N.M. & Comstock, R.D. (2012). The epidemiology of new versus recurrent sports concussions among high school athletes, 2005-2010. *British journal of sports medicine*, 46, 603-610.
- Coppel, D.B., Herring, S.A.: *Traumatic Brain Injury: Sports Concussions*,
- Cross MJ, Tucker R, Raftery M, et al Tackling concussion in professional rugby union: a case-control study of tackle-based risk factors and recommendations for primary prevention
British Journal of Sports Medicine Published Online First: 11 October 2017. doi: 10.1136/bjsports-2017-097912
- Daneshvar, D.H., Nowinski, C.J., McKee, A.C. & Cantu, R.C. (2011). The Epidemiology of Sport-Related Concussion. *Clinical sports medicine*, 30, 1-17.
- Davis, G.A., Iverson, G.L., Guskiewicz, K.M., Ptito, A. & Johnston, K.M. (2009). Contributions of neuroimaging, balance testing, electrophysiology and blood markers to the assessment of sport-related concussion. *British journal of sports medicine*, 43 (1), i36-45.
- Echemendia RJ, Meeuwisse W, McCrory P, et al. The sport concussion assessment tool 5th edition (SCAT5). *Br J Sports Med*. 2017;51:848-50.
- Field, M., Collins, M.W., Lovell, M.R. & Maroon, J. (2003). Does age play a role in recovery from sports-related concussion? A comparison of high school and collegiate athletes. *Journal of pediatrics*, 142, 546-553.
- Gavett, B.E., Stern, R.A. & McKee, A.C. (2011). Chronic traumatic encephalopathy: A potential late effect of sport-related concussive and subconcussive head trauma. *Clinics in sports medicine*, 30, 179-188.
- Giza, C.C. & Hovda, D.A. (2001). The neurometabolic cascade of concussion. *Journal of athletic training*, 36, 228-235.
- Guskiewicz, K.M., Marshall, S.W., Bales, J., McCrea, M., Harding, H.P., Matthews, A., Mihalik, J.G. & Cantu, R.C. (2007). Recurrent Concussion and risk of depression in retired professional football players. *Medicine and science in sports and exercise*, 39 (6), 903-909.
- Knapik, J.J., Hoedebecke, B.L., et al: Effectiveness of Mouthguards for the Prevention of Orofacial Injuries and Concussions in Sports: Systematic Review and Meta-Analysis; 05/2019, *Sports medicine*, pp 1-16
- Kristman, V.L., Borg, J. et al: Methodological Issues and Research Recommendations for Prognosis After Mild Traumatic Brain Injury: Results of the International Collaboration on Mild Traumatic Brain Injury Prognosis; *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*; volume 95, Issue 3, Supplement, March 2014, Pages S265-S277
- Jones, R., Greig, M.: In-vivo measurement of tri-axial loading at the head during the rugby tackle; *Research in Sports medicine*, Jan. 2017, 437-450.
- Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Neurologie (2008). *Leitlinie Leichtes Schädel-Hirn-Trauma. Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie* (4. überarbeitete Auflage, S. 654 ff). ISBN 978-3-13-132414-6. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.

- Len, T.K. & Neary, J.P. (2011). Cerebrovascular pathophysiology following mild traumatic brain injury. *Clinical physiology and functional imaging*, 31, 85-93.
- Makdissi, M., Darby, D., Maruff, P., Ugoni, A., Brukner, P. & McCrory, P.R. (2010). Natural history of concussion in sport: markers of severity and implications for management. *American journal of sports medicine*, 38, 464-471.
- Marshall, S.W., Spencer, R.J.; Concussion in Rugby: The Hidden Epidemic; *Journal of Athletic Training*. 2001 Jul-Sep; 36(3): 334-338.
- McCrea, M., Guskiewicz, K.M., Marshall, S.W., Barr, W., Randolph, C., Cantu, R.C., Onate, J.A., Yang, J. & Kelly, J.P. ((2003). Acute Effects and Recovery Time Following Concussion in Collegiate Football Players. The NCAA Concussion Study. *Journal of the American Medical Association*, 290, 2556-2563.
- McCrea, M., Hammeke, T., Olsen, G., Leo, P. & Guskiewicz, K. (2004). Unreported Concussion in High School Football Players. Implications for Prevention.
- McCrory, P; Davis, G.; Makdissi, M.; Second Impact Syndrome or Cerebral Swelling after Sporting Head Injury, *Current Sports Medicine Reports*: January/February 2012 - Volume 11 - Issue 1 - p 21-23
- McCrory P. Does second impact syndrome exist? *Clin J Sport Med*. 2001;11:144-9.
- McCrory, P., Meeuwisse, W.H., Aubry, et al (2013) Consensus statement on concussion in sport: the 4th International Conference on Concussion in Sport held in Zurich, November 2012. *British journal of sports medicine*, 47 (5), 250-258.
- Patricios J: Tackles, tears and troubles... a South African Sports Medicine Association perspective; *British Journal of Sports Medicine* 2016;50:893.
- Piggin J, Bairner A: What counts as 'the evidence'? A need for an urgent review of injury risk in school rugby; *British Journal of Sports Medicine* 2019;53:10-11.
- Purcell, L. (2009). What are the most appropriate return-to-play guidelines for concussed child athletes? *British journal of sports medicine*, 43 (1), i51-55.
- Provencher, M.T., Frank, R.M., et al: Concussions in Sports; *Orthopedics*. 2019;42(1):12-21
- Putukian M, Raftery M, Guskiewicz K, et al: Onfield assessment of concussion in the adult athlete; *British Journal of Sports Medicine* 2013;47:285-288.
- Rickels, E., von Wild, K., Wenzlaff, P. & Bock, W.J. (Hrsg.) (2006). *Schädel-Hirn-Verletzung*. München: Zuckschwerdt Verlag.
- Rickels, E. (2009). Diagnostik und Therapie von Schädel-Hirn-Traumen. *Chirurg*, 80, 153-163.
- Ruhe, A., Fejer, R., Gänsölen, A. & Klein, W. (2014). Assessing postural stability in the concussed athlete: what to do, what to expect, and when. *Sports health*, 6 (5), 427-433.
- Stern, R.A., Riley, D.O., Daneshvar, D.H., Nowinski, C.J., Cantu, R.C. & McKee, A.C. (2011). Long-term consequences of repetitive brain trauma: chronic traumatic encephalopathy. *PM & R: the journal of injury, function and rehabilitation*, 3 (10 Suppl. 2), S460-467.
- Thomas D, Apps J, Hoffman R, McCrea M, Hammeke T. Benefits of strict rest after acute concussion: a randomized controlled trial. *Pediatrics*. 2015;135(2):213-23.
- Torres, A.R., Shaikh, Z.I., et al: Brain MRI in Children with Mild Traumatic Brain Injury and Persistent Symptoms in Both Sports- and Non-sports-related Concussion; *Cureus*. 2019 Jan; 11(1): e3937.; Published online 2019 Jan 22
- Tucker R, Raftery M, Kemp S, et al: Risk factors for head injury events in professional rugby union: a video analysis of 464 head injury events to inform proposed injury prevention strategies, *British Journal of Sports Medicine* 2017;51:1152-1157.
- Tucker R, Raftery M, Fuller GW, et al: A video analysis of head injuries satisfying the criteria for a head injury assessment in professional Rugby Union: a prospective cohort study, *British Journal of Sports Medicine* 2017;51:1147-1151.
- Tucker R, Raftery M, Verhagen E: Injury risk and a tackle ban in youth Rugby Union: reviewing the evidence and searching for targeted, effective interventions. A critical review, *British Journal of Sports Medicine* 2016;50:921-925.
- Toth, C., McNeil, S., Feasby, T.: Central Nervous System Injuries in Sport and Recreation; *Sports Medicine*; August 2005, Volume 35, Issue 8, pp 685-715

- Vagnozzi, R., Signoretti, S., et al: Assessment of metabolic brain damage and recovery following mild traumatic brain injury: a multicentre, proton magnetic resonance spectroscopic study in concussed patients, *Brain*, Volume 133, Issue 11, November 2010, Pages 3232–3242
- Willer, B. & Leddy, J.J. (2006). Management of concussion and post-concussion syndrome. *Current treatment options in neurology*, 8, 415-426.
- William, R.M., Puetz, T.W. et al: Concussion Recovery Time Among High School and Collegiate Athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis; March 2018; *Sports medicine*, Volume 45, Issue 6, 893-903
- Zhang, L., Yang, K.H. & King, A.I. (2004). A proposed injury threshold for mild traumatic brain injury. *Journal of biomechanical engineering*, 126, 226-236.