

Diplomarbeit

**Management von Gehirnerschütterungen im
Eishockeysport –
Eine Option für die österreichische Eishockeyliga**

eingereicht von

Jessica Schödinger, BSc

zur Erlangung des akademischen Grades

**Doktorin der gesamten Heilkunde
(Dr.ⁱⁿ med. univ.)**

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt am

AUVA - Unfallkrankenhaus (UKH) Steiermark | Standort Graz

unter der Anleitung von

Priv.-Doz. Dr. med. univ. Maximilian Zacherl

Dr.ⁱⁿ med. univ. Angelika Schwarz

Dr. med. univ. Philipp Hofer

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am 07.04.2020

Jessica Schödinger eh.

Danksagungen

Ich möchte mich an dieser Stelle bei allen Menschen bedanken, die mich in den letzten Jahren unterstützt haben.

Zuallererst möchte ich mich bei meiner Mama, meiner Oma, Gerald und meiner restlichen Familie bedanken, ohne die das Medizinstudium nicht möglich gewesen wäre. Danke für eure Unterstützung und danke, dass ihr mich in schwierigen Situationen immer ermutigt habt.

Danke an L, dass du immer zu mir stehst und an mich glaubst. Aloha au iā 'oe.

Einen großen Dank an meine außergewöhnlich tollen Freunde, die immer an meiner Seite waren. Danke an meine Liebsten in Linz und Graz, thank you to my canadian girls und ein großes ευχαριστώ an mein geliebtes Griechenland.

#nurliebe geht raus an meine Medimeisterschaften-Familie.

Danke an diejenigen, die mich nach meinem Radiologietechnologie-Studium in meinem Wunsch bestärkt haben noch Humanmedizin zu studieren, unter anderem mein Bachelorarbeits-Betreuer Dr. med. univ. Markus Klinger.

Tack und Kiitos an Johan Undén und Teemu Luoto für unzählige Studien und Inputs durch die inspirierende und motivierende Neurotrauma Konferenz in Lund, Schweden.

Bedanken möchte ich mich auch bei der gesamten Eishockey-Familie, durch die ich einen Einblick in die Welt dieses Sports erfahren durfte. Diese Arbeit soll ein kleines Dankeschön an Euch sein, damit ihr diesen Sport lange gesund ausüben könnt.

Last, but not least: Ein großer Dank gebührt Priv.-Doz. Dr. med. univ. Maximilian Zacherl, Dr.in med. univ. Angelika Schwarz und Dr. med. univ. Philipp Hofer, die es mir ermöglicht haben, diese Diplomarbeit zu verfassen.

Zusammenfassung

Einleitung Das Ziel dieser Diplomarbeit ist es, die Sicherheit der Athletinnen und Athleten durch Etablieren eines Baseline Testings, einer Verbesserung der klinischen Untersuchung, sowie der Handhabung von akuten Gehirnerschütterungen im Eishockey durch eine Analyse der Literatur und durch Festlegung eines Algorithmus in der Diagnostik und Therapie, zu gewährleisten und zu steigern.

Material and Methoden Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde eine detaillierte Literaturrecherche durchgeführt, um einen Algorithmus für Gehirnerschütterungen im Eishockey auszuarbeiten, welcher in der Zukunft prä- und innerklinisch etabliert werden soll, sowie um eine fundierte Basis für weitere Studien aufzuweisen. Verwendet werden soll dieser vor allem von medizinischem Personal, jedoch auch von nicht-medizinischem Personal rund um den Eishockeysport. Inkludiert wurden authentische Studienergebnisse aus qualitativ hochwertigen Quellen, die bei der Problemlösung förderlich waren und in der Praxis durchführbar sind.

Ergebnisse Das Verletzungsregister der IIHF (International Ice Hockey Federation) wurde herangezogen, um die Inzidenz und Charakteristika von Gehirnerschütterungen im Eishockey zu analysieren. In 3293 NHL Spielen wurden 160 Gehirnerschütterungen gemeldet, mit einem Mittelwert von 7 Gehirnerschütterungen in 100 Spielen bei männlichen Athleten, meist durch einen Kontakt gegen den Kopf durch einen anderen Spieler und 50% der Gehirnerschütterungen in Nähe der Bande. In den meisten Fällen wurden die Gehirnerschütterungen mit deutlicher Verzögerung gemeldet. Diese Ergebnisse unterstreichen die Wichtigkeit einer adäquaten Anpassung der Handhabung von Gehirnerschütterungen. Im ersten Schritt wurde die Wichtigkeit eines Baseline Testings vor der Saison festgestellt. Der zweite Schritt hat seinen Fokus auf einer verbesserten Sicherheit der Spielerinnen und Spieler, mit Einführung des CRT (Concussion Recognition Tool) und SCAT (Sport Concussion Assessment Test), beides sind standardisierte Instrumente zur Evaluierung von Gehirnerschütterungen. Weiters wird die Verwendung von S100b, einem wertvollen und kostensparenden Biomarker für traumatische Hirnverletzungen, wie auch T-

Tau und Neurofilament Light eingeführt, gemeinsam mit der Bildgebung und der klinischen Evaluierung. Der letzte Schritt zielt auf die Verbesserung der Therapie und das Return-to-Play, der Rückkehr zum Sport, sowie das Return-to-School, der Rückkehr in die Schule, ab, welche beide durch eine stufenweise Strategie erreicht werden sollen, besonders in Hinblick auf die Prävention von chronischen Hirnschäden im Langzeitverlauf.

Diskussion Da im österreichischen Eishockey noch keine offizielle oder einheitliche Richtlinie zum Management von Gehirnerschütterungen vorliegt, wäre eine Implementation der genannten Maßnahmen als idealer Algorithmus bei Gehirnerschütterungen in der österreichischen Eishockeyliga und dem medizinischen Setting folglich erstrebenswert.

Abstract

Introduction The main goal of this thesis was to ensure athlete's safety by introducing baseline testing, improving the clinical assessment and management of acute hockey-related concussion via analysis of literature as well as defining an algorithm for diagnosis and therapy.

Material and Methods For this thesis, a detailed literature review was conducted. The goal was to develop an algorithm for concussions in hockey which should be established in the future in the preclinical and clinical setting. Furthermore, it is a sound professional basis for forthcoming studies. The target group includes medical professions as well as non-medical staff in the hockey community. Merely authentic research results from high-quality sources that guarantee a targeted problem solution and are feasible in practice have been implemented.

Results The injury registry of the IIHF (International Ice Hockey Federation) was used to analyze the incidence and characteristics of hockey-related concussions. In 3293 NHL games 160 concussions were reported, indicating an average of 7 concussions per 100 games in male athletes, mainly by a check to the head by another player being the main cause and 50% of concussions occurring near the boards. In most cases, concussions were reported with a severe delay. These results underline the importance of adjusting adequate handling of concussions. The first step was to emphasize the importance of pre-season baseline testing. The second step has its focus on an improved player safety, introducing the CRT (Concussion Recognition Tool) and SCAT (Sport Concussion Assessment Test), standardized tools to evaluate concussions. Furthermore, it introduces the use of S100b, a valuable and cost-saving biomarker for TBI (traumatic brain injury), as well as T-Tau and Neurofilament Light, along with imaging and clinical assessment. The last step is aimed at the improvement of therapy and Return-to-Play as well as Return-to-School, which is attained by a graduated strategy, with regard to the prevention of chronic brain damage in the long-term.

Discussion As there is no official or standardized guideline for the management of concussions in hockey in Austria, an implementation of mentioned measures as an ideal algorithm for concussions in the Austrian hockey league and the medical setting would be desirable.

Inhaltsverzeichnis

DANKSAGUNGEN	II
ZUSAMMENFASSUNG	III
ABSTRACT	V
INHALTSVERZEICHNIS	VII
GLOSSAR UND ABKÜRZUNGEN	VIII
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	IX
1 EINLEITUNG	10
1.1 DEFINITION	13
1.2 PATHOPHYSIOLOGIE	13
1.3 ÜBER EISHOCKEY	16
1.4 EPIDEMIOLOGIE DER GEHIRNERSCHÜTTERUNGEN IM EISHOCKEY	17
1.5 TYPISCHE MERKMALE DER GEHIRNERSCHÜTTERUNGEN IM EISHOCKEY.....	18
1.6 KLINIK UND SYMPTOME	21
1.7 EINFLUSS VON PSYCHISCHEN FAKTOREN	25
1.8 PSYCHOLOGISCHE KOMPONENTE DER GEHIRNERSCHÜTTERUNG	27
1.9 LANGZEIT AUSWIRKUNGEN UND -SCHÄDEN	29
1.9.1 <i>Post-concussion-syndrome</i>	31
1.9.2 <i>Second-impact-syndrome</i>	32
1.9.3 <i>Chronisch traumatische Encephalopathie</i>	33
1.10 LAST BUT DEFINITELY NOT LEAST: PRÄVENTION	35
2 MATERIAL UND METHODEN	37
2.1 ZIELSETZUNG	37
2.2 ZIELGRUPPEN	38
2.3 KONZEPT.....	38
3 ERGEBNISSE – RESULTATE	39
3.1 BASELINE TESTING	39
3.2 DIAGNOSTIK	40
3.2.1 <i>On-Ice-Testing mittels Concussion Recognition Tool (CRT) und Maddocks Fragen für nicht-medizinisches Fachpersonal</i>	41
3.2.2 <i>Sport Concussion Assessment Tool (SCAT) für medizinisches Fachpersonal</i>	45
3.2.2.1 The Child Sport Concussion Assessment Tool (Child SCAT) für medizinisches Fachpersonal	46
3.2.3 <i>Vorstellung im Krankenhaus</i>	47
3.2.3.1 Biomarker.....	51
3.2.3.1.1 S100b.....	51
3.2.3.1.2 T-Tau.....	52
3.2.3.1.3 Neurofilament Light (NFL).....	53
3.2.3.2 Bildgebung.....	53
3.2.3.2.1 Computertomographie	53
3.2.3.2.2 Magnetresonanztomographie.....	54
3.2.3.3 Beurteilung des Gleichgewichts und der Haltungsstabilität.....	55
3.3 THERAPIE UND RETURN-TO-PLAY / RETURN-TO-SCHOOL.....	55
4 DISKUSSION	59
5 LITERATURVERZEICHNIS	63
ANHANG	71

Glossar und Abkürzungen

ADHD	Attention Deficit Hyperactivity Disorder
CRT	Concussion Recognition Tool
CT	Computertomographie
CTE	Chronisch Traumatische Encephalitis
Child SCAT	Child Sport Concussion Assessment Tool
DTI	Diffusion Tensor Imaging
EBEL	Erste Bank Eishockey Liga
fMRI	funktionelle Magnetresonanztomographie
GCS	Glasgow Coma Scale
IIHF	International Ice Hockey Federation
IR	Injury Rate
mBess	Modified Balance Error Scoring System
MR	Magnetresonanztomographie
mTBI	Mild Traumatic Brain Injury
NFL	Neurofilament Light
NHL	National Hockey League
PCS	Post-Concussion Syndrome
SCAT	Sport Concussion Assessment Tool
SIS	Second-Impact Syndrome
SWI	Susceptibility Weighted Imaging

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1. Hypothetisierter molekularer Weg der Gehirnerschütterung (17)

Abbildung 2. Verletzungsmechanismen der Gehirnerschütterungen im Eishockey (24)

Abbildung 3 und 4. Eisfläche im Eishockey (44)

Abbildung 5. Symptome bei Schädelhirntrauma (3,4,5,6)

Abbildung 6. Häufigkeit der Symptome bei Schädelhirntrauma (2,3,4,6)

Abbildung 7. Anzahl der vorbekannten Gehirnerschütterungen (46)

Abbildung 8. Akkumulierender psychologischer Krankheitswert (11)

Abbildung 9. Vorgehen bei psychologisch negativem Stress (11)

Abbildung 10. Vergleich der Taupathologie in den verschiedenen CTE Graden (111)

Abbildung 11. Möglichkeiten zur Reduktion von Gehirnerschütterungen (4,6)

Abbildung 12. Maddocks Fragen (11)

Abbildung 13. Vorgehen bei Gehirnerschütterung am Eis (1,2,3,4,5,6,9)

Abbildung 14. Glasgow Coma Scale (74)

Abbildung 15. Skandinavische Neurotrauma Guidelines (63)

Abbildung 16. Skandinavische Neurotrauma Guidelines für Kinder (64)

Abbildung 17. Stufenweises „Return-To-Play“ (5,6)

Abbildung 18. Stufenweises „Return-To-School“ (59)

1 Einleitung

Eishockey ist ein rasanter Sport, der den Spielerinnen und Spielern durch seine schnellen Richtungsänderungen ein hohes Level an dynamischer Gleichgewichtskontrolle und Haltungsstabilität abverlangt. Durch diesen Sport werden weiters die visuomotorischen Fähigkeiten wie auch der Aufmerksamkeitsfokus verbessert. Abgesehen von dem körperlichen Benefit hat Eishockey auch positive Auswirkungen auf mentale und kognitive Fähigkeiten, wie auf das räumliche Vorstellungsvermögen. Obwohl es viele gesundheitliche Vorteile durch diesen Sport gibt, birgt Eishockey auch ein hohes Verletzungsrisiko.

Trotz intakter Ausrüstung und Regelungen, die das Fair Play sichern, gehören Schädelhirntraumen zu den häufigsten, jedoch auch zu den am meisten unterschätzten Verletzungen im Eishockey. Vor allem leichte Schädelhirntraumen (mild traumatic brain injury = mTBI) wie Gehirnerschütterungen (Comotio cerebri) werden oft als Bagatelle behandelt, da sie schwer eindeutig zu diagnostizieren sind. Definiert wird sie als eine diffuse, meist reversible Verletzung des Gehirns durch eine externe Krafteinwirkung (1). Strukturelle Veränderungen sind hierbei nicht obligatorisch ersichtlich (1,2,3).

Folglich werden Schädelhirntraumen oft nicht erfasst und somit nicht adäquat therapiert, betroffene Spielerinnen und Spieler werden nicht aus dem Spiel genommen oder zu früh wieder in den Spieleralltag eingebettet. Für einige Athletinnen und Athleten bedeuten die etwaigen und partiell schwerwiegenden Langzeitschäden möglicherweise das Karriereende, insbesondere wenn die Traumen rezidivieren oder unzureichend therapiert werden (1,2,3).

Im Rahmen dieser Arbeit soll die Aufmerksamkeit und das Bewusstsein erhöht werden, dass es einer Festlegung einer Richtlinie bedarf, um die Sportlerinnen und Sportler zu schützen und ihre Sicherheit zu erhöhen. Immerhin beträgt die Inzidenz von Gehirnerschütterungen im Eishockey zwischen 6-8 pro 100 Saisonspielen in der NHL (24,25).

Der typische Mechanismus bei männlichen Athleten hierbei ist meist ein Spieler-zu-Spieler Kontakt, wobei der größere und schwerere Gegner meist den lateralen Teil des Kopfes des betroffenen Spielers trifft (38).

Aufgrund der verschiedenen Übertragungsarten der kinetischen Energie auf das Gehirn ist jedoch jede Gehirnerschütterung einzigartig (2). Pathophysiologisch werden mehrere Theorien diskutiert, wie die Entstehung von diffusen axonalen Verletzungen durch Scherkräfte, jedoch auch eine Schwerpunktsetzung auf akute neurologische Dysfunktion anstelle von signifikanten mikrostrukturellen Schäden (2,13,14,15,16,17,18). Eine Fokussierung der Therapie auf die klinischen Eigenschaften der jeweiligen Gehirnerschütterung ist daher unerlässlich.

Hierbei ist die Klinik jedoch sehr vielfältig und die Symptome sind breitgefächert. Am meisten genannt wird ein „wie im Nebel sein“ (46), sowie Kopfschmerz und Schwindel (2,3,46). Immer mehr Spielerinnen und Spieler, knapp ein Drittel, berichten zudem über bereits erlittene Gehirnerschütterungen (46). Diese haben einen gravierenden Einfluss auf die Erholungszeit und die Anfälligkeit für weitere Gehirnerschütterungen. Auch psychische Faktoren vor und während einer Gehirnerschütterung haben einen akkumulierenden psychologischen Krankheitswert (11) und es kommt vermehrt zu posttraumatischen Belastungsstörungen (53).

Sowohl Diagnostik als auch Therapie bedürfen einer Standardisierung.

Optimalerweise gibt es vor Saisonstart für jede Spielerin und jeden Spieler ein Baseline Testing (8,47), wodurch kognitive und mentale Fähigkeiten vor Auftreten einer Gehirnerschütterung festgestellt werden können und somit ein Ausgangspunkt für die jeweilige Athletin oder den jeweiligen Athleten vorliegt, von dem aus Veränderungen beobachtet und erkannt werden können. Das medizinische und nicht-medizinische Personal im Eishockey und im Umkreis erfordert eine breitere und elaboriertere Schulung, aber auch Spielerinnen, Spieler und Nachwuchs gehören besser über die Gefahren aufgeklärt und dem Thema gegenüber sensibilisiert (1-3).

Für nicht-medizinisches Personal wird die Abklärung einer eventuellen Gehirnerschütterung mittels CRT (Concussion Recognition Tool) und den Maddocks Fragen empfohlen (3,61). Medizinisches Personal kann mittels dem SCAT (Sport Concussion Assessment Tool) eine detailliertere Anamnese erheben (59). Für Kinder zwischen fünf und zwölf Jahren wurde ein Child SCAT (Child Sport Concussion Assessment Tool) entwickelt (60). Im Krankenhaus sollte den Skandinavischen Neurotrauma Leitlinien Folge geleistet werden, die mittels GCS (Glasgow Coma Scale) und dem Biomarker S100b einem Schema folgen, welches die Strahlenbelastung und Kosten einer Computertomographie (CT) um bis zu einem Drittel senken könnten (63) und trotzdem eine sichere Entscheidung gewährleisten kann, ob Patientinnen und Patienten zur Beobachtung im Krankenhaus bleiben müssen. Im weiteren Verlauf können auch das Gleichgewicht und die Haltungsstabilität im Krankenhaus überprüft werden (5,6).

Eine Therapie, egal ob im Bezug auf die Rückkehr zum Sport, oder die Rückkehr zur Schule / die Universität oder ähnliches, folgt idealerweise einem mehrstufigem Stufenschema (5,6,59), das auf einer sukzessiven Besserung der neuropsychologischen Defizite pro Stufe beruht. Ein Überspringen von Stufen ist nicht sinnvoll, da sich Langzeitschäden manifestieren können. Diese können negative Auswirkungen auf akademische Leistungen (47) aber auch auf das restliche Leben haben. Kopfschmerzen und Müdigkeit nach Gehirnerschütterung führen oft zu Konzentrationsschwierigkeiten. Das Ergebnis von organischen und psychologischen Faktoren nach Gehirnerschütterung, wie auch eine Interaktion der beiden, werden gerne als post-concussive symptoms, also Symptome nach Gehirnerschütterung zusammengefasst (49).

Präventiv gehören Fairplay, bestmögliche Schutzausrüstung, ein Regelwerk, bei dem die Sicherheit der Spielerinnen und Spieler im Mittelpunkt steht, sowie die verbesserte Aufklärung und Bildung der Athletinnen, Athleten und deren Umfeld fokussiert (4,5). Nach einer Gehirnerschütterung braucht es Adaptionmöglichkeiten und -strategien, um den Verletzten ein Eingliedern in den Alltag als auch bei Jüngeren in die Schule (54,57,58) zu ermöglichen.

1.1 Definition

Laut Definition ist eine Gehirnerschütterung (Commotio cerebri) ein leichtes Schädelhirntrauma. Verursacht wird diese durch eine diffuse, meist reversible Verletzung des Gehirns durch eine externe Krafteinwirkung (1). Durch traumatische biomechanische Kräfte wirken komplexe pathophysiologische Prozesse auf das Gehirn (4).

Nach dem Vorfall kann dies rasch zu neurologischen und neurokognitiven Symptomen führen. Die Krafteinwirkung kann direkt oder indirekt auftreten, dies bedeutet entweder direkt gegen Kopf oder Hals oder durch einen Stoß auf ein anderes Körperteil mit Übertragung auf das Gehirn (1,4).

Klassisch zeigt sich eine Gehirnerschütterung mit einem rasch auftretenden Beginn und vorübergehender Beeinträchtigung neurologischer Funktionen, die spontan wiederhergestellt werden. Sie kann sich durch neuropathologische Veränderungen auszeichnen, statt strukturellen Auswirkungen bestehen jedoch größtenteils funktionelle Störungen. Eine Reihe klinischer Symptome können den Verlust des Bewusstseins inkludieren, die Behandlung folgt einem bestimmten Schema (4).

In manchen Fällen können posttraumatische Symptome verlängert oder persistierend auftreten (5). Mit 85% der Gehirnerschütterungen limitiert sich der Großteil innerhalb von 7-10 Tagen, obwohl sich die Rehabilitationszeit bei Kindern und Jugendlichen deutlich verzögern kann (6). In neueren Definitionen wurde festgelegt, dass der rasche Beginn von Symptomen auch einige Minuten bis Stunden betragen kann und die Symptome verlängert auftreten können (7).

1.2 Pathophysiologie

Die Pathophysiologie von Gehirnerschütterungen unterscheidet sich je nach Art der Übertragung der kinetischen Energie auf das Gehirn. Hierbei ist jede Gehirnerschütterung anders, da sie sich durch Geschwindigkeit, Ausgangsstellung des Kopfes, Halses oder Körpers, Richtung und Größe der Krafteinwirkung, sowie

Voraktivierung beteiligter Halsmuskeln und weiteren individuellen Faktoren unterscheidet. Als „Coup-Contrecoup-Verletzung“ bezeichnet man hierbei eine direkte Kopfverletzung durch einen Stoß inklusive indirekter Verletzung durch die Rückschlagbewegung des Gehirns. Der Contrecoup ist meist intensiver als der primäre Stoß (2). Der Liquor, der das Gehirn umgibt, soll bei Krafteinwirkung auf den Kopf dafür sorgen, dass die Energie abgedämpft wird und das Gehirn nicht verletzt wird. Dies kann bei entsprechend großer Kraft jedoch nicht verhindert werden (3).

Durch Scherkräfte entstehen diffuse axonale Verletzungen. Axone zerreißen mit oder ohne Zellkernbeteiligung anfangs unbemerkt. Dadurch kommt es zu einem veränderten axonalen Transport und einer Schwellung, die zu erhöhtem Hirndruck und Durchblutungsstörungen führt. Weiters kommt es zur Zelldysfunktion und Apoptose, sowie zur Störung der Plastizität der Zellnetzwerke. Wirken die Scherkräfte besonders schnell auf das Gehirn ein, kann sich das gesamte Hirngewebe verformen. Dies führt zu einer Veränderung der Hirnaktivität und einer neurometabolischen Kaskade. Nervenzellkörper, Axone, Dendriten, Gliazellen und Blutgefäße werden hierbei beschädigt und bewirken eine neurale Depolarisation, eine veränderte Durchblutung und Nervenfunktion, sowie eine Ausschüttung von erregenden Neurotransmittern und andere metabolische Aktivitäten durch die plötzliche Dehnung der Axone und die Deformation der neuronalen Membranen. Durch letzteres kommt es auch zu einem veränderten Ionenshift, welcher eine Calcium-gesteuerten neuronale und axonale Ionen-Imbalance auslöst. Dadurch ist die Gehirnfunktion rigoros gestört, welches sich zum Beispiel beim Glukosestoffwechsel zeigt. Anfangs kommt es zu einem enormen Anstieg, da die Zelle versucht die Homöostase wiederherzustellen, da durch die cerebrale Dysautoregulation der cerebrale Blutfluss gestört ist und es zu einer inadäquaten Glukoseversorgung kommt. Nach 12-24 Stunden fällt der Wert unter die Norm. Erst 7-10 Tage danach normalisiert sich der Stoffwechsel wieder. Durch den Einfluss von Calcium in das zelluläre Mitochondrium kommt es zu einem verminderten oxidativen Metabolismus und Energiebereitstellung. Akkumuliert Calcium in der Zelle, bewirkt dies vermutlich auch eine Störung in der neuronalen Konnektivität durch eine Disruption der axonalen Neurofilamente und Mikrotubuli (2,13,16,17,18).

Weiters sind die Produktion von Laktat und freien Radikalen, vermindertes intrazelluläres Magnesium, sowie entzündliche Prozesse verantwortliche Komponenten der postkommotionellen Pathophysiologie. Alle oben genannten Veränderungen können zwischen Stunden bis Wochen anhalten und zu Symptomen führen. Je nach Position und Stärke der Krafteinwirkung resultiert eine variable Hirnreaktion zur Einwirkung, weshalb jede Gehirnerschütterung einzigartig ist und eine weite Bandbreite an Symptomen und Klinik, inklusive diffuser und fluktuierender Manifestation, umfassen kann (2,13,16,17,18).

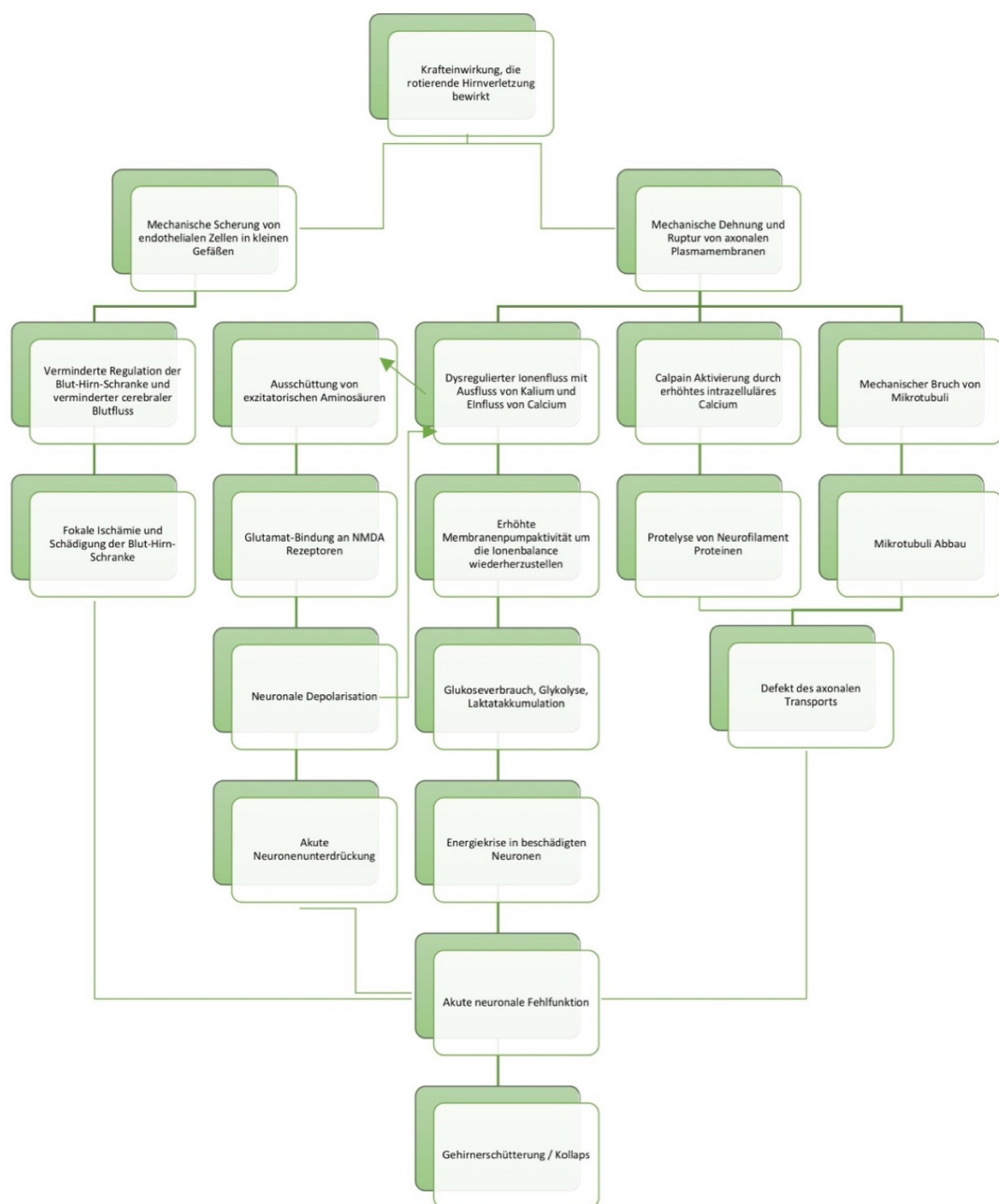


Abbildung 1. Hypothesierter molekularer Weg der Gehirnerschütterung (17)

Derzeitige Theorien über die Pathophysiologie von Gehirnerschütterungen setzen den Fokus jedoch auf akute neurologische Dysfunktion anstelle eines signifikanten mikrostrukturellen Schadens (13,14,15).

1.3 Über Eishockey

Eishockey ist ein Mannschafts-Kontaktsport, der auf einer 60 Meter langen und 30 Meter breiten, mit Holz- oder Plastikbanden (inklusive schützendem Plexiglas oder ähnlichem Material) geschützten Eisfläche gespielt wird. Die Ecken der Spielfläche sind abgerundet. Jedes Team spielt mit fünf Feldspielern (davon meist zwei Flügel, ein Center, zwei in der Verteidigung) und einem Torwart. Ziel ist es den Puck (eine Spielscheibe aus Hartgummi) in das gegnerische Tor zu befördern. Die aktive Spielzeit beträgt drei Perioden zu je 20 Minuten. Bei jeder Spielunterbrechung wird die Uhr angehalten (19).

Die Ausrüstung ist für alle Spielerinnen und Spieler ähnlich, ausgenommen des Gesichtsschutzes. Ein Vollvisier ist für alle Athletinnen und Athleten unter 18 Jahren sowie für Damen verpflichtend, wodurch Augen- und Gesichtsverletzungen vermindert werden konnten (20). Ab dem 18. Lebensjahr ist ein Halbvisier erlaubt. Der größte geschlechtsspezifische Unterschied im Regelwerk ist, dass das Bodychecken bei Dameneishockey verboten ist. Bei Vorliegen eines Verbots von Bodychecken im Jugendeishockey wäre dies eine effektive Regel, um das Risiko von Gehirnerschütterungen zu vermindern (21,22). In Österreich ist das aktive Checken von unter 14-Jährigen verboten. Das Bodychecken von Hinten verstößt gegen die Regeln, da hier ein massives Risiko für Kopf- und Nackenverletzungen besteht (23).

Organisiert ist Eishockey international durch die Internationale Eishockey Föderation (International Ice Hockey Federation), mit 81 Mitgliedsverbänden und ungefähr 1,8 Millionen Spielerinnen und Spielern. Spielerisch als beste Eishockeyliga der Welt gilt die nordamerikanische National Hockey League (NHL), in Österreich ist die spielerisch beste Liga die Erste Bank Eishockey Liga (EBEL). Im Allgemeinen wird das österreichische Eishockey über den Österreichischen Eishockeyverband organisiert (19).

1.4 Epidemiologie der Gehirnerschütterungen im Eishockey

In 3293 NHL Spielen wurden 160 Gehirnerschütterungen gemeldet. Die Inzidenz von Gehirnerschütterungen im Eishockey beläuft sich auf 6-8 pro 100 Saisonspielen in der NHL (24,25). Aufgrund von inkonstanten Forschungsmethoden ist es sehr schwierig die Verletzungsraten verschiedener Studien zu vergleichen. Besonders Diagnostikkriterien, Techniken und Länge der Datensammlung sowie die Auswertung variieren weitgehend. Um die Studien vergleichen zu können wurde eine Verletzungsrate = Injury rate (IR) eingeführt, die die Anzahl von Verletzungen pro 100 Spielen berechnet (Anzahl der Verletzungen dividiert durch die Anzahl der Spiele, multipliziert mit 100). Verletzungen im Training wurden viel seltener gemeldet als bei Spielen (26,27,28,29). In einer Studie, in der alle Verletzungen aller NHL Teams dokumentiert wurden und die mittels dem Consensus Statement on Concussion in Sport von Teamärztinnen und Teamärzten diagnostiziert wurden, betrug die IR 5.9 in den Saisonen 2002-2003, 2003-2004 (30), jedoch 6.1 in den Saisonen 2006-2007 bis Ende Dezember 2009 und 8.2 in den Saisonen 2013-2014 und 2014-2015 (24,25) und zeigt somit eine steigende Tendenz. Verwertet man jedoch Medienreporthe als Datenquelle, so sinkt die IR deutlich (31).

In der NHL sind grundsätzlich höhere Verletzungsraten zu beobachten, welches sich durch die kleinere Eisfläche und ein körperbetonteres Spiel begründen lässt (36,37). In einer Kohortenstudie eines schwedischen Elite-Teams lässt sich eine Variabilität der IR von 4 bis 18 (Durchschnitt: 11) in den Saisonen 2006-2007 bis 2012-2013 beobachten, obwohl jeweils derselbe Teamarzt die Diagnose stellte (32). Ähnlich festgestellt wurde dies bei einem japanischen Elite-Team mit einem Großteil an Amateuspielern, hier betrug die IR 3 in den Saisonen 2002-2003, 2003-2004 und 2004-2005 (27).

Individuelle Faktoren wie Geschlecht (33), könnten eine Rolle bei der Entstehung von Gehirnerschütterungen spielen, begründet durch das Regelwerk (19), jedoch haben neuere Studien eine insignifikante Assoziation festgestellt (28,34,35). In Bezug auf die Jugend weisen High School und College Spielerinnen und Spieler ähnliche Verletzungsraten auf (29), teilweise jedoch höhere als in der NHL (Männer IR 9, Frauen IR 10) (24,28,34).

1.5 Typische Merkmale der Gehirnerschütterungen im Eishockey

Das Auftreten von Gehirnerschütterungen im Eishockey wurde in mehreren Studien erforscht, um typische Merkmale im Entstehungsmuster zu finden. Dies wurde unter anderem mittels Videoanalysen durchgeführt (24,39).

Spieler-zu-Spieler Kontakt mit einem größeren und schwereren Gegner, bei dem der laterale Teil des Kopfes getroffen wird, ist der typische Mechanismus für die Entstehung einer Gehirnerschütterung bei männlichen Eishockeyspielern (38).

In zwei Studien (24,39) wurden mittels Videoanalyse die Verletzungsmechanismen von Gehirnerschütterungen untersucht. 197 diagnostizierte Gehirnerschütterungen in der NHL wurden erforscht, hierbei wurden die Kampf-assoziierten exkludiert (16 Fälle von 197). 87% der Gehirnerschütterungen (158 Fälle von 181) entstanden durch direkten Kontakt mit einem Gegner, hiervon war in 108 Fällen ein initialer Kontakt gegen den Kopf involviert, vor allem gegen die laterale Seite des Kopfes (74 Fälle). In 62 Fällen schlug der Kopf des Spielers in sowohl die sagittale, als auch die transversale Achse. In 66 Fällen wurde die Gehirnerschütterung durch einen Kontakt mit der Schulter des Gegners verursacht. Im Durchschnitt waren die Gegner 1,3cm größer und 3,6kg schwerer als der Spieler, der die Gehirnerschütterung erlitt (24). In der Fallstudie offenbarte sich, dass 52% der verletzten Spieler kleiner und 65% leichter waren als ihre Gegner.

Auch in einer weiteren Studie (40), in der der Verletzungsmechanismus von allen Fällen mit sichtbaren Zeichen einer Gehirnerschütterung der NHL Spielen der Saisonen 2013-2014 und 2014-2015 untersucht wurden, zeigte sich, dass der initiale Kontakt gegen den Kopf durch die Schulter des Gegners eine hohe Assoziation mit einer Gehirnerschütterungs-Diagnose hat. Weiters ist der sekundäre Kontakt des Kopfes des Spielers mit dem Eis ein hoher Risikofaktor für eine Gehirnerschütterung.

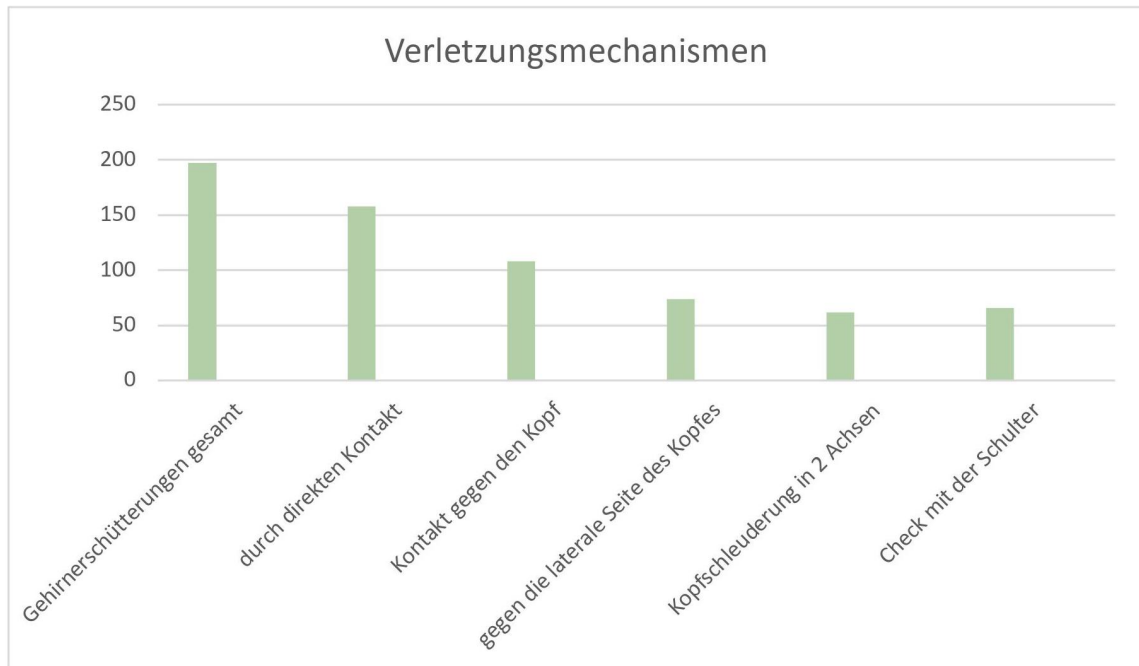


Abbildung 2. Verletzungsmechanismen der Gehirnerschütterungen im Eishockey (24)

Die Spielerposition hat einen wesentlichen Einfluss auf das Risiko eine Gehirnerschütterung zu erleiden, hierbei haben Torhüterinnen und Torhüter das geringste Risiko (24,28,30,42), das höchste Risiko haben die Stürmerinnen und Stürmer (26,28,32,42). Besonders die Center haben eine relativ hohe Inzidenz (30).

Eine andere Studie (41) hat keine signifikanten Unterschiede zwischen Sturm und Verteidigung gefunden.

Weiters ließen sich keine gravierenden Differenzen in der Lokalisation auf dem Eis finden, sowohl mitten auf der Eisfläche als an der Bande entstanden ähnlich viele Gehirnerschütterungen, jedoch waren mit 45% fast die Hälfte aller Gehirnerschütterungen bei Verteidigern in der defensiven Zone, besonders wenn der Puck hinter dem Netz zurückgewonnen wurde. Im Gegensatz dazu hatten die Stürmer relativ gleichmäßige Verletzungsraten quer über das Eis verteilt und wurden vor allem verletzt, wenn sie mit hoher Geschwindigkeit unterwegs waren. Nur 21% aller Verletzungen entstanden zwischen den blue lines in der neutralen Zone (24).

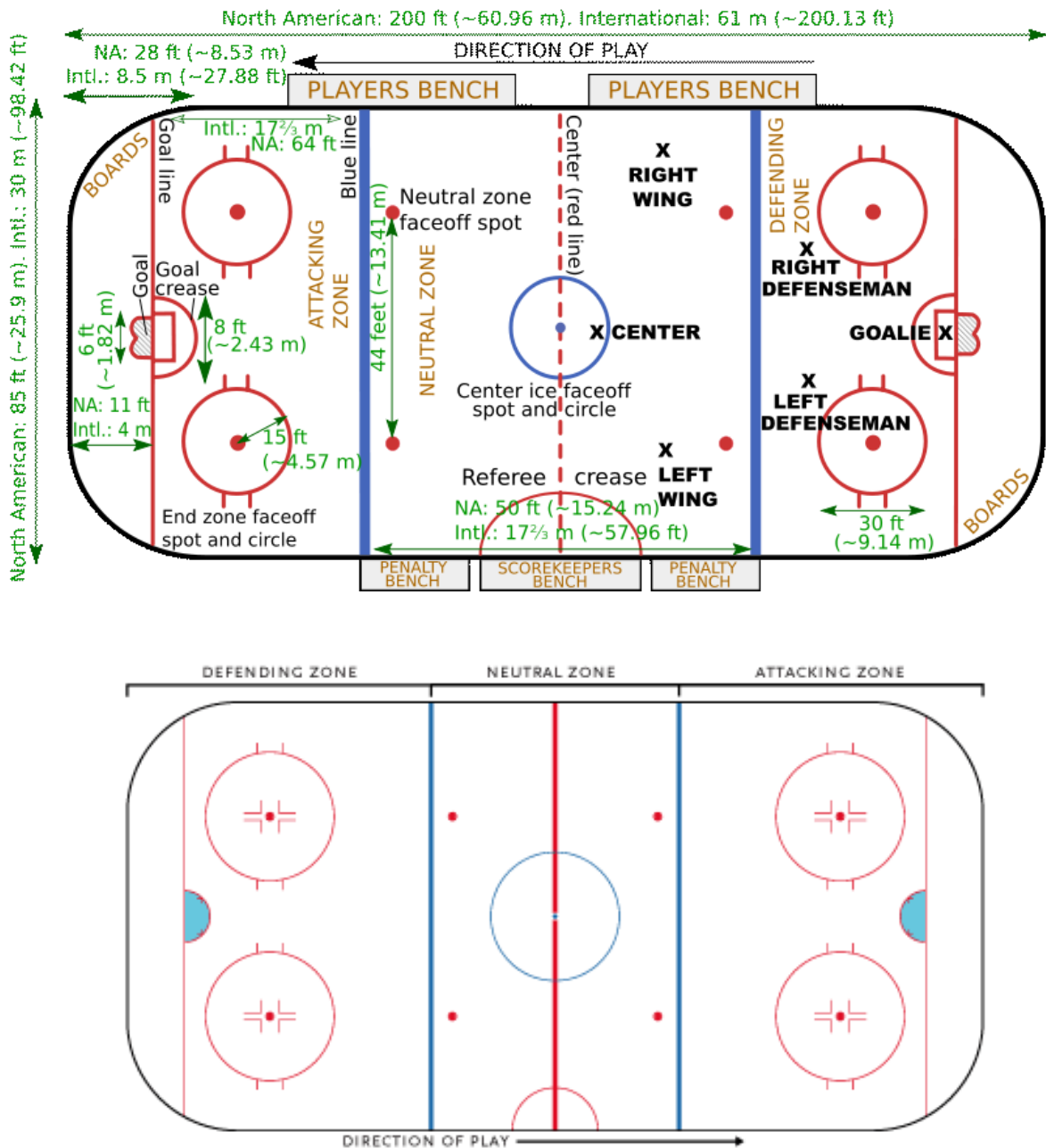


Abbildung 3 und 4. Eisfläche im Eishockey (44)

In einer Studie (45) wurde eine Korrelation zwischen Gehirnerschütterung und Eiszeit (= die Zeit, die eine Spielerin oder ein Spieler auf dem Eis aktiv verbringt) pro Spiel festgestellt. Spielerinnen und Spieler, die im Durchschnitt mehr als 15,22 Minuten auf dem Eis verbrachten, hatten ein höheres Risiko. Die totale Eiszeit für die gesamte Saison war jedoch kein Prädiktor für eine Gehirnerschütterung.

Eine andere Arbeit (41) zeigte genauso, dass 15 bis 20 Minuten Eiszeit ein signifikanter Prädiktor ist, wobei die meisten NHL Spieler diese Minuten Eiszeit pro Spiel verbringen, wodurch gezeigt wird, dass die Fähigkeiten und das Spielerprofil eng mit dem Risiko einer Gehirnerschütterung verbunden sind. Im Gegensatz zu anderen Verletzungsmustern, die aufgrund von Müdigkeit meist im 2. Drittel entstehen (43), resultieren mit 47% die meisten Gehirnerschütterungen in der ersten Spielperiode (24).

1.6 Klinik und Symptome

Die Klinik und Symptomatik bei Gehirnerschütterungen ist sehr breit gefächert und unterscheidet sich von Patientin zu Patientin, beziehungsweise von Patient zu Patient, daher gleicht keine Gehirnerschütterung der anderen. Die Klinik von Betroffenen umfasst sowohl kognitive, somatische, physische, wie auch emotionale Symptome.

Zu den häufigsten zählen Kopfschmerz, Druck im Kopf, Gleichgewichtsprobleme, Übelkeit oder Erbrechen, Schwindel, Verschwommen Sehen, Lichtsensitivität, Lärmsensitivität, Müdigkeit, „Sich-nicht-gut-fühlen“, Emotionalität, Irritabilität, Traurigkeit, Nervosität, Angst, Nackenschmerz, Konzentrationsschwierigkeiten, Erinnerungsschwierigkeiten, „Sich-langsam-fühlen“ oder „Wie-im-Nebel-fühlen“ (61).

Ein Bewusstseinsverlust besteht nur in etwa 10% der Fälle (2) oder weniger (46) und korreliert nicht unbedingt mit dem Schweregrad der Gehirnerschütterung, sondern mit spezifischen frühen Defiziten (4,5).

Präsentiert sich eines der nachstehend aufgelisteten Symptome ist der Verdacht auf Schädelhirntrauma zu stellen und adäquat zu handeln (4,6).

Kognitiv

- Unwissen in welcher Spielperiode sich die Spielerin oder der Spieler befindet, gegen welche Mannschaft gespielt wird und/oder wie der Spielstand steht
- Confusion (Verwirrtheit)
- Amnesie
- Bewusstseinsverlust
- Zeitlich und/oder örtlich nicht orientiert (4)
- Verlangsamte Reaktionszeiten (6)
- Verlangsamtes Denken
- Subjektive geistige Ermüdung/ Müdigkeit
- Aufmerksamkeits- und Konzentrationsstörungen
- Erinnerungsstörungen
- Gedächtnislücken (3)

Somatisch

- Cephalaea (Kopfschmerz)
- Vertigo (Schwindel)
- Nausea (Übelkeit)
- Unsicherheit auf den Beinen/ Gleichgewichtsverlust
- Benommenheitsgefühl
- Hördefizite wie Klingeln in den Ohren („Jetzt hat es aber geklingelt“)
- Visuelle Defizite wie Diplopie (Doppelbilder) oder Sternesehen (4), verschwommenes Sehen (3)
- Schläfrigkeit, Schlafstörungen, Subjektives Gefühl des Verlangsamtsein und/oder der Trägheit (4,5)
- Nackenschmerzen
- Licht- und/oder Lärmempfindlichkeit

Physisch

- Bewusstseinsverlust oder vermindertes Bewusstsein
- Schlechte Koordination oder schlechtes Gleichgewicht
- Krampfanfälle
- Gangschwierigkeiten / Gleichgewichtsverlust
- Verlangsamte Beantwortung von Fragen / Befolgung von Anweisungen
- Konzentrationsschwierigkeiten / Lässt sich leicht ablenken
- Zeigt unübliche oder unangebrachte Emotionen (wie Lachen oder Weinen)
- Übelkeit, Erbrechen
- Ausdrucksloser starrer Blick / glasige Augen
- Undeutliche Aussprache
- Persönlichkeitsveränderungen
- Unangebrachtes Spielverhalten (beispielsweise Eislaufen in die falsche Richtung)
- Verschlechterte Spielqualität (4)

Emotional

- Affektlabilität
- Reizbarkeit (6)

Abbildung 5. Symptome bei Schädelhirntrauma (3,4,5,6)

Die Schwere der Gehirnerschütterung kann nur retrospektiv geklärt werden, nachdem alle Symptome abgeklungen sind, die neurologische Untersuchung physiologisch ist und die kognitiven Funktionen wieder dem Baseline Testing entsprechen. Krampfanfälle und andere motorische Phänomene können als Begleiterscheinung bei Gehirnerschütterungen auftreten. Diese sind jedoch meist benigne und erfordern keine spezielle Therapie abseits der Behandlung des Schädelhirntraumas (5).

Wichtig ist, dass sich die klinischen Zeichen und Symptome nicht durch Drogen, Alkohol, Medikamente oder andere Verletzungen (wie Rückenmarksverletzungen oder Vertigo, sowie anderen Komorbiditäten (wie psychologische Faktoren oder koexistierende medizinische Beschwerden)) erklären lassen (8).

Je nach Studie werden am häufigsten Kopfschmerzen angegeben (70%), gefolgt von Schwindel (30-50%). Zeichen wie Licht- oder Lärmempfindlichkeit werden selten von selbst angegeben und müssen daher speziell erfragt werden (3). In einer multiinstitutionellen Longitudinalstudie, in der „wie-im-Nebel-sein“ und mentale Verlangsamung als Symptom angegeben werden, ist dieses mit 75% auf Platz 1, gefolgt von Kopfschmerz (60%) und Schwindel (39%) (46). In derselben Studie wurden an 450 Athletinnen und Athleten im Bereich Football und Eishockey innerhalb von vier Jahren 486.594 Kopfaufprälle festgestellt, hierbei erlitten 44 Individuen 48 Gehirnerschütterungen. In 31 Fällen konnte ein spezifisches Event verantwortlich gemacht werden (66%), hiervon in mehr als Hälfte der Fälle mit einem sofortigen Beginn der Symptome; in 17 Fällen konnte keine spezifische Ursache gestellt werden. Die Diagnose wurde nur in 8 Fällen (17%) sofort gestellt, der Großteil wurde jedoch erst mit durchschnittlich 17 Stunden Verzögerung erkannt (46).

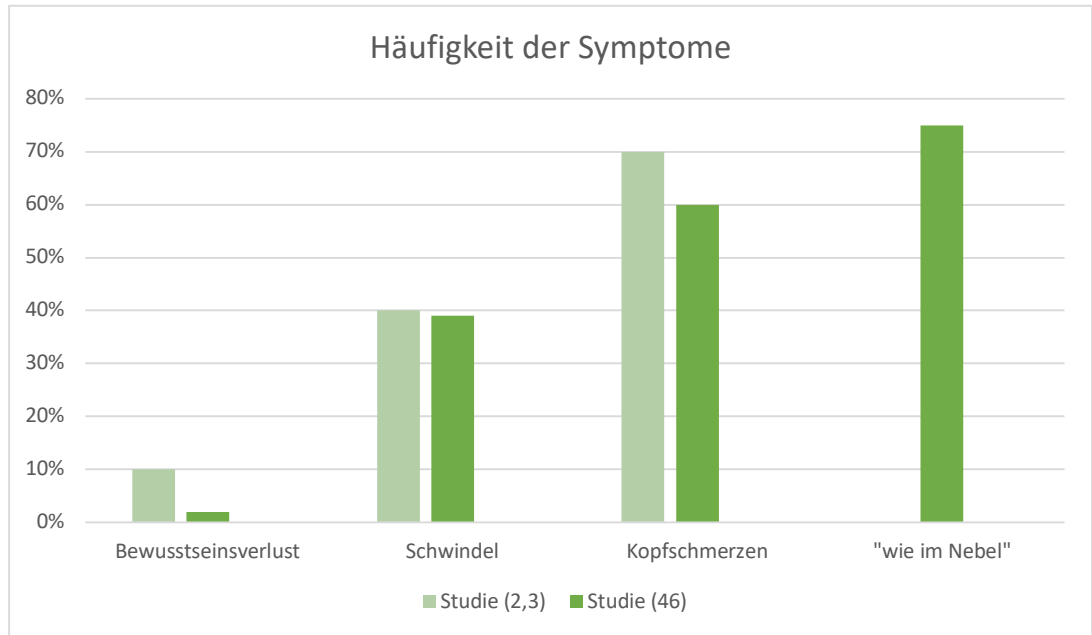


Abbildung 6. Häufigkeit der Symptome bei Schädelhirntrauma (2,3,46)

Von den 48 Sportlerinnen und Sportlern mit Gehirnerschütterung hatten 15 Individuen, somit knapp ein Drittel der Athletinnen und Athleten, bereits zuvor eine Gehirnerschütterung, 13 davon eine, vier Personen bereits zwei und eine Person drei. Das zweite Drittel hatte keine bekannten Gehirnerschütterungen und mit 15 Personen war sich knapp ein weiteres Drittel unklar, ob sie schon eine Gehirnerschütterung hatten (46).

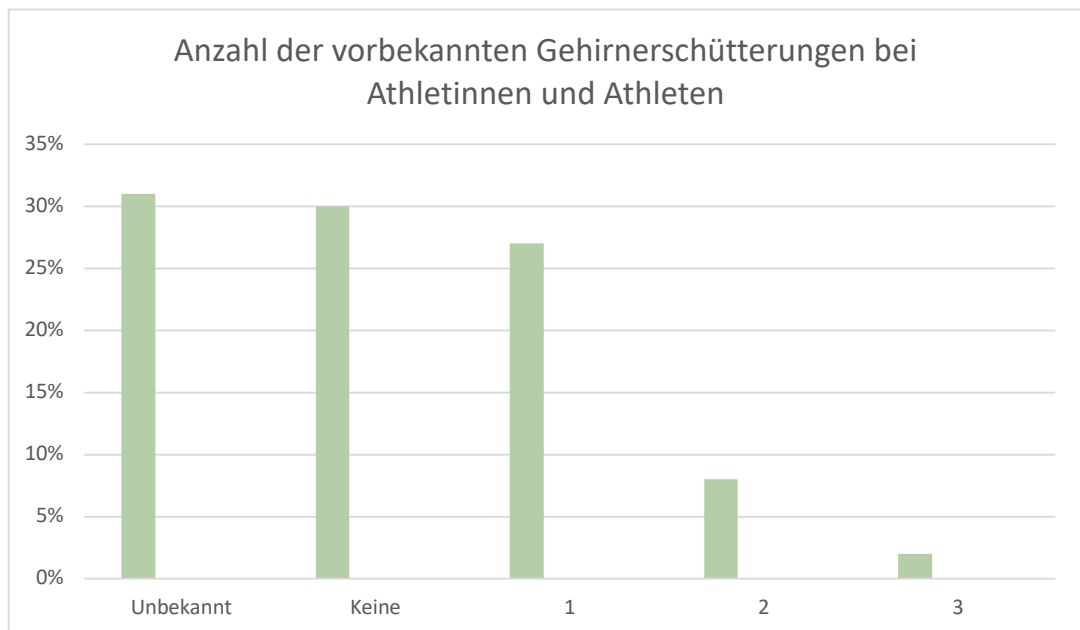


Abbildung 7. Anzahl der vorbekannten Gehirnerschütterungen (46)

In einer Querschnittstudie wurde festgestellt, dass Sportlerinnen und Sportler mit Gehirnerschütterung(en) in der Vorgeschichte schlechtere Ergebnisse bei der Baseline Testung erzielten, Symptome bis weit nach der akuten Phase verspürten und prädisponiert für weitere Gehirnerschütterungen sind (47).

1.7 Einfluss von psychischen Faktoren

In einer Studie mit studierenden Athletinnen und Athleten mit bekannten Angstzuständen, Depressionen oder einer Kombination von beidem wurde nachgewiesen, dass bereits bei der Testung vor der Saison (= Baseline Testing, siehe 3.1) eine größere Anzahl und Schwere von Symptomen vorlag. Besonders in solchen Fällen ist es wichtig ein Baseline Testing durchzuführen, da ohne dieses die Ergebnisse nach Gehirnerschütterung mit normativen Daten verglichen werden, die von betroffenen Personen nie erreicht werden können (11,47).

Mit einer Vorgeschichte von psychischen Störungen und dem Fund von Depression beim Baseline Testing wurde nachgewiesen, dass diese Symptome sich nach Gehirnerschütterung als depressive und ängstliche Symptome präsentieren. Eine große Krankheitslast und psychische Störungen sind die beständigsten Prädiktoren für eine verzögerte Erholung. Bei Angstzuständen des Studierenden oder auch bei Angstzuständen in der Familie sind die Sportlerinnen und Sportler für eine verlängerte Genesungszeit prädisponiert. Athletinnen und Athleten, die bereits Gehirnerschütterungen erlitten, zeigen ein höheres Risiko eine Depression zu entwickeln. Auch wurden vermehrt Angstzustände und Somatisierung bekundet. Daher sollten diese Sportlerinnen und Sportler auf psychologischen Stress gescreent werden (11).

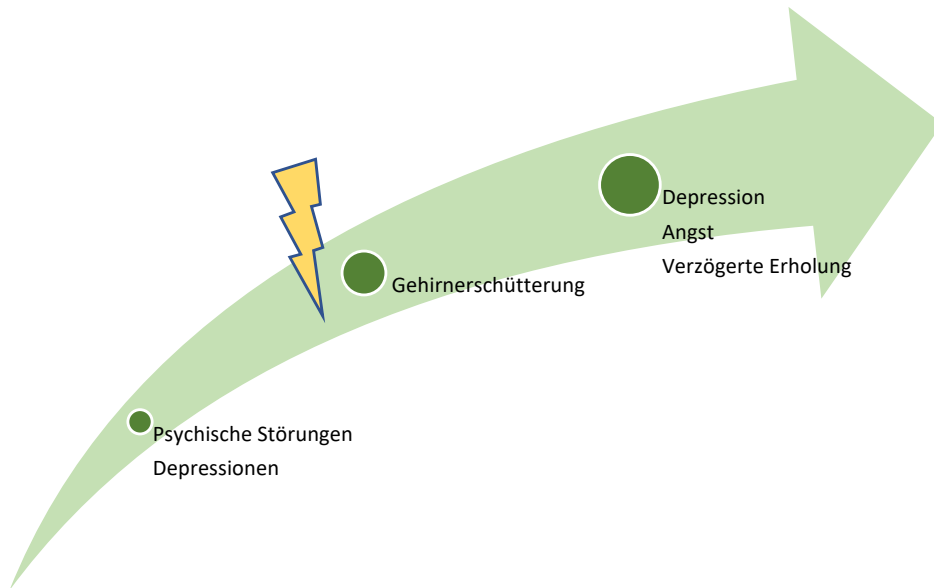


Abbildung 8. Akkumulierender psychologischer Krankheitswert (11)

Biologische Modelle führen dies auf einen fundamentalen Mechanismus in unserem Gehirn zurück, wobei die Amygdala vermehrt auf die Gehirnerschütterung reagiert und der mediale präfrontale Cortex vermindert reguliert wird. Die Amygdala ist das zentrale Element für die Entwicklung und Expression von Angstreaktionen. Studien konnten nachweisen, dass die Inhibierung durch den medialen präfrontalen Cortex wesentlich für die Unterdrückung dieser ist. Kohärent zu diesen Studien weisen Patientinnen und Patienten mit posttraumatischer Belastungsstörung eine verminderte Aktivierung des medialen präfrontalen Cortex nach (51). Da durch Scherkräfte oft die frontalen Regionen gegen den Schädelknochen prallen entstehen Schäden am präfrontalen Cortex, weswegen die neuronalen Netzwerke, die in der Regulation von Angst involviert sind, mitverletzt werden (52).

Posttraumatische Belastungsstörungen persistieren, wenn Patientinnen und Patienten inadäquate kognitive Ressourcen besitzen, um die traumatischen Erinnerungen zu verarbeiten oder keine kognitiven Strategien adaptieren können, um die Erlebnisse zu bewältigen (53). Weiters kann eine Gehirnerschütterung die kognitiven Ressourcen beeinträchtigen, wodurch die Kapazität sich mit kognitiven Strategien zu beschäftigen weiter vermindert (54). Dadurch kommt es zu einer größeren Inzidenz von posttraumatischen Belastungsstörungen (53).

Wie auch psychische Störungen kann ein psychologisch negativer Stress Auswirkungen auf das Baseline Testing haben. Hierzu zählen, abgesehen von Ängstlichkeit und Depression, auch Drogenabusus und Suizidgedanken. Diese emotionalen Zustände wirken sich negativ auf das Baseline Testing aus, da Erwartungen nicht voll erfüllt werden können. Weiters zeigt dieses Patientenkollektiv eine vermehrte Anzahl und Schwere von Symptomen. In diesem Fall wäre es legitim die Untersuchung zu einem Zeitpunkt durchzuführen, wenn die Ursache angesprochen und behandelt wurde, da die Werte sonst suboptimal verglichen werden können und dadurch einen ungünstigen Einfluss auf klinische Entscheidungen haben (11).

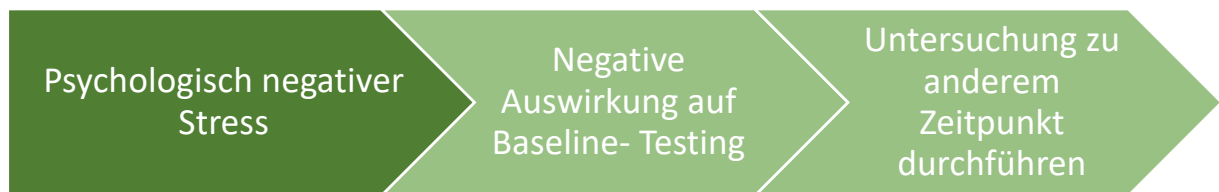


Abbildung 9. Vorgehen bei psychologisch negativem Stress (11)

1.8 Psychologische Komponente der Gehirnerschütterung

Im Rahmen einer Gehirnerschütterung sollen die Spielerinnen und Spieler auf affektive Symptome wie Depressionen (6) und Angstzustände untersucht werden, da diese häufig bei jeder Form von Schädelhirntraumen auftreten (7).

Sportlerinnen und Sportler mit Gehirnerschütterungen sind anfällig Isolation, Einsamkeit, Schmerz, Ängstlichkeit und Unterbrechungen des Alltags zu erleben. Verstärkt wird dies durch Spielkolleginnen und Spielkollegen, die der verletzten Person versehentlich Druck machen zum Spiel zurückzukehren. Athletinnen und Athleten, die nicht mehr an ihrem Sport teilnehmen können, verlieren den Kontakt zu ihrem Team, Trainerin oder Trainer und Freundinnen und Freunden. Emotionale Antworten hierauf sind Wut, Verleugnung, Depression, negativer Stress, Handeln, Schock und Schuldgefühle. Diese treten besonders bei karriereendenden Verletzungen auf. Die Nebeneffekte von psychologisch negativem Stress sind

Bewegungssucht, Gewichtsprobleme, Familienadaptierung und Drogenmissbrauch. Diese können einzeln oder in Kombination mit Depression und Angstzuständen auftreten und führen zu schwerwiegenden Gesundheitsproblemen (10).

Verletzte Spielerinnen und Spieler berichten von verschiedenen Zufriedenheitsgraden der erhaltenen sozialen Unterstützung nach einer Verletzung. Teamkolleginnen und Teamkollegen zeigten eine größere Betroffenheit als Trainerinnen/ Trainer und das medizinische Personal. Dies spricht dafür, dass individuelle Sportlerinnen und Sportler verschiedene Anpassungsschwierigkeiten im Verlauf der Genesung zeigen. Verletzte Personen in einem Teamsport zeigen weniger Langzeitprobleme, wie persistierende Symptome nach Gehirnerschütterung. Erlebten Teamkolleginnen und Teamkollegen ähnliche Verletzungen, so ist eine größere gemeinsame Reminiszenz für das Trauma vorhanden. Dadurch kann die oder der Verletzte mehr beruhigt werden, wenn es sich um den Rehabilitationszeitraum und die Bestätigung der erlebten Symptome handelt (10).

Da Gehirnerschütterungen „unsichtbare“ Verletzungen sind, ist es oft schwer für Außenstehende, eine Person mit *Comotio cerebri* als verletzt anzusehen. Im professionellen Sport belastet die erbarmungslose Medienpräsenz Sportlerinnen und Sportler zusätzlich und setzt sie unter Zugzwang. Besonders im Langzeitverlauf fehlt das Verständnis für eine verlängerte Erholungsperiode und resultiert oft in mehr Sorge und Frustration, sowohl für die verletzte Person, als auch Trainerin oder Trainer. Durch das Schädelhirntrauma überlappen sich die Symptome nach Gehirnerschütterung mit psychologischen Faktoren. Auch die körperliche Fitness der Athletinnen und Athleten wird durch Verlust von Ausdauer- und Krafttraining limitiert, besonders wenn die Symptome persistieren. Um die Rehabilitation zu fördern gibt es diverse Bewältigungsstrategien. Zu diesen zählen Selbsthilfegruppen und Peer-Modelling (eine Technik basierend auf Vorbildfunktionen von Gleichgestellten) (10).

Selbsthilfegruppen wurden entwickelt, um Isolation vorzubeugen, bei der Bewältigung der Verletzung zu helfen und um zu schulen. Verletzte Sportlerinnen

und Sportler kommen zusammen, um ihre Sorgen auszusprechen, Ideen zur Bewältigung auszutauschen, wichtige Leistungsverbesserungsstrategien zu erlernen und um zu erkennen, dass sie nicht alleine sind. Das Ziel ist eine gegenseitige physische und psychologische Unterstützung bei den Anforderungen der Genesung und der Last nicht am Sport teilnehmen zu können. Studien hierzu zeigen als Folge eine gebesserte emotionale Stimmung sowie reduzierte Wut, Verwirrtheit, Frustration, Ängstlichkeit, Depression und Isolation. Interventionsstrategien und psychologische Rehabilitationstechniken inkludieren bildliche Vorstellung, Relaxation, Modelllernen, Zielsetzung, positive Selbstbestätigung, soziale Unterstützung, Schmerzmanagement, Simulationstraining, Ausbildung, Stressmanagement und kognitive Umstrukturierung. Da die soziale Unterstützung und Kommunikation die am meisten empfohlenen Genesungsstrategien sind, sollen die Athletinnen und Athleten ermutigt werden ihre Erfahrungen mit anderen zu teilen.

Weiters hat die soziale Unterstützung erhebliche positive Auswirkungen auf die Compliance (Therapietreue), das Motivationslevel und das Leistungsziel. Sportpsychologische Techniken können somit sowohl Symptome nach Gehirnerschütterungen reduzieren, wie auch den Einfluss von Angstzuständen reduzieren und weiters einen Einfluss auf die Folgen der Verletzung nehmen (10).

1.9 Langzeitauswirkungen und -schäden

In den vergangenen Jahren haben viele professionelle Athletinnen und Athleten aufgrund von chronischen Symptomen nach wiederholten Gehirnerschütterungen ihre Karriere beendet. Einer von ihnen ist der ehemalige NHL Spieler Daniel Carcillo. Er sprach in einem Interview offen über seine Gehirnerschütterungen und dass er noch immer an Sprachstörungen, Lichtsensitivität, Kopfschmerzen, Schlafstörungen, Affektstörungen, sowie Depression leide. Carcillo bestätigte er würde ohne zu zögern sein gesamtes Gehalt sowie seine Stanley Cup Siege zurückgeben, da er es sich nicht vorstellen kann so weiterzuleben. Die meisten Gehirnerschütterungen heilen innerhalb von Tagen bis Wochen aus, in 10-15% der Fälle besteht eine Symptomatik jedoch auch noch nach über einem Jahr nach der Verletzung. Wiederholte Gehirnerschütterungen bevor

das Hirn sich vollständig erholen konnte bergen die Gefahr von chronischen oder sogar progressiven Symptomen (75).

Da das Erlebnis einer Gehirnerschütterung ein traumatisches Event ist, dürfen Depression und posttraumatische Belastungsstörung nicht außer Acht gelassen werden. Sie sind oft die primäre Ursache für andauernde Beschwerden (48). Auch post-concussive symptoms, also Symptome nach Gehirnerschütterung, können sowohl das Ergebnis zwischen organischen und psychologischen Faktoren, als auch eine Interaktion der beiden sein (49). Eine Teilnahme an edukativen Programmen, wie sie auch bei posttraumatischen Belastungsstörungen und Depression eingesetzt werden, kann diese Symptome erleichtern (50).

In einer Studie wurde an High School und College Athletinnen und Athleten nachgewiesen, dass diese durch Gehirnerschütterungen an Kopfschmerzen und Müdigkeit litten, welche sich mit einer hohen Prävalenz an Konzentrationsschwierigkeiten decken und somit negative Auswirkungen auf ihre akademischen Leistungen hat (47).

In einer Studie (81) wurde gezeigt, dass die Symptome, die vor der Baseline Untersuchung bestehen, sich signifikant von denen unterscheiden, die sie nach Gehirnerschütterung zeigen. Auch unterscheiden sie sich je nach Alter und Geschlecht. Hierbei präsentieren sich dieselben Ergebnisse, wie im oberen Paragraphen, dass College Athletinnen und Athleten eher Fatigue und Müdigkeit zeigen. Weiters zeigen Frauen eine größere Anzahl an Symptomen (81,82) sowie mehr Affekt-bezogene Symptome nach Gehirnerschütterung (81).

Ein wichtiger Punkt bei Gehirnerschütterungen ist die Anfälligkeit für weitere Gehirnerschütterungen. Sidney Crosby, einer der besten NHL Spieler der heutigen Zeit, ist ein aktuelles Beispiel für die Fragilität nach Gehirnerschütterungen. Er erlitt im Jänner 2011 innerhalb von vier Tagen zwei Gehirnerschütterungen. Nach der ersten Gehirnerschütterung wurde die Erholungsphase nicht eingehalten und nach der zweiten Gehirnerschütterung fiel Crosby die ganze restliche Saison aus. 11 Monate nach seiner ersten Gehirnerschütterung und nach 8 Spielen seit seiner Rückkehr in die NHL erlitt er eine dritte Gehirnerschütterung. Er fiel wieder für 40

Spiele aus und kehrte im März 2012 zurück in die NHL. Im März 2013 frakturierte er nach einem Slapshot ins Gesicht sein Kiefer, wobei die axonale Wirkung aufs Gehirn nicht außer Acht gelassen werden darf. Diese Gehirnerschütterung wurde jedoch nie diagnostiziert. Im Training vor der Saison 2016/2017 erlitt er kurz danach seine vierte Gehirnerschütterung und fiel wieder aus. Im Mai 2017 erlitt er seine fünfte Gehirnerschütterung. Seitdem wurde die Gefahr einer Gehirnerschütterung mehrfach in den Medien thematisiert (112).

1.9.1 Post-concussion-syndrome

Postkommotionell zeigen sich in der ersten Woche vorrangig folgende drei Symptome: Konzentrationsschwierigkeiten, Müdigkeit und Kopfschmerz, welche als globaler Faktor zusammengefasst werden, der Kognitiv-Fatigue-Migräne-Faktor. Dieser Faktor in der ersten Woche nach Gehirnerschütterung forciert die Wichtigkeit der physischen und kognitiven Rast in dieser eher generalisierten Periode der Verletzung (81).

Klinische Kriterien für das Postkommotionelle Syndrom (post-concussion-syndrome, PCS) sind der enge zeitliche Zusammenhang mit der Gehirnerschütterung, meist einseitigen Kopfschmerzen, Sehstörungen mit Flimmern vor den Augen, Schwindel oder Übelkeit, Apathie, Erschöpfung, Reizbarkeit, Konzentrations- oder Gedächtnisstörungen (83).

Eine Diagnosestellung erfolgt bei Persistenz der Symptome über drei Monate (84,85). Es gibt keine spezifische Therapie für PCS, jedoch können die Symptome mit schmerzstillenden und antidepressiven Medikamenten, sowie mittels Verhaltenstherapie gebessert werden. Der Großteil der PCS Fälle heilen nach einer Zeit ab (83).

Die Prognose bei PCS ist generell positiv, mit totaler Abheilung in einem Großteil der Fälle. 50% der Patientinnen und Patienten sind innerhalb Tagen bis Wochen beschwerdefrei, andere nach drei bis sechs Monaten (86). Nach sechs Monaten ist der Großteil geheilt (87).

1.9.2 Second-impact-syndrome

Bei einer weiteren Verletzung des Hirns nach Gehirnerschütterung, aber vor Symptombefreiheit, kann es zu einem Second-impact-syndrome (SIS) kommen (88,89). Hierbei schwillt das Gehirn katastrophal rasch an und es kommt zu einem erhöhten Hirndruck (88). Dies kann Minuten, Tage oder Wochen nach der primären Gehirnerschütterung sein (91) und auch die mildeste Form einer Gehirnerschütterung kann zum SIS führen (92).

Second-impact-syndrome ist oft fatal, diejenigen die nicht an SIS sterben, sind meist schwerst körperlich und geistig beeinträchtigt und leiden an persistierenden Muskelspasmen, emotionaler Instabilität, Halluzinationen, post-traumatischer Epilepsie, mentaler Beeinträchtigung, Paralyse, Koma oder Hirntod. Die Mortalität beträgt 50%, die Morbidität annähernd 100% (99).

Pathophysiologisch besteht ein Verlust der Autoregulation der cerebralen Blutgefäße (93,94,95), wodurch sie verstopfen (93,96). Die Gefäße dilatieren, vergrößern so ihren Durchmesser und den cerebralen Blutfluss (91). Weiters kommt es zu einem cerebralen Ödem (94,98). Durch das erhöhte Hirnvolumen erhöht sich der cerebrale Druck und es kommt zu einer Einklemmung des Kleinhirns (93).

Der Tod von Bill Masterton in 1968 ist der einzige, der durch eine Verletzung am Eis in der NHL verursacht wurde. Primär als Folge eines Bodychecks mit fataler Hirnverletzung vermutet, zeigte eine spätere Analyse, dass Masterton bereits davor eine oder mehrere Gehirnerschütterungen erlitten hatte und am Second-impact syndrome verstorben ist. Die Helmpflicht in der NHL wurde trotz diesem tragischen Tod erst in der Saison 1979-1980 eingeführt, wobei hier nur neue Spieler einen Helm tragen mussten. Spieler, die schon in der Vergangenheit ohne Helm spielten, wurde dies auch weiterhin gestattet (100).

1.9.3 Chronisch traumatische Encephalopathie

Bei repetitiven milden Hirnverletzungen über einen längeren Zeitraum kann es zur chronisch traumatischen Encephalopathie (CTE) kommen (90). Die CTE ist eine neurodegenerative Erkrankung mit Taupathologie (101,103) und inkludiert Verhaltensschwierigkeiten, Affektstörungen und Probleme im Denkprozess (101).

Bei CTE Grad I treten ADHD, sowie Verwirrtheit, Desorientiertheit, Schwindel und Kopfschmerz auf. Bei Grad II kommt es zum Gedächtnisverlust, sozialer Instabilität, impulsivem Verhalten und schlechtem Urteilsvermögen. Bei Grad III und IV kommt es zur progressiven Demenz, Bewegungsstörungen, Hypomimie, Sprachstörungen, Tremor, Taubheit, Depression und Suizidalität (104). Die Symptome treten meist Jahre nach den Gehirnerschütterungen auf und verschlechtern sich im Laufe der Zeit, weiters können sie zur Demenz führen (102).

In einer Studie (103) wurde mittels MR der Verdacht auf chronischen Hirnschaden bei männlichen Fußballspielern in 13% der Fälle gestellt, durch neuropsychologische Testungen sogar bei 24,4% der Spieler. Eine definitive Diagnose kann jedoch erst nach einer Autopsie erfolgen (101). In einem Autopsiebericht von 35 pensionierten männlichen Fußballspielern (103) wurde CTE in 34 von 35 Spielern festgestellt.

Pathophysiologisch korrelieren die Grade mit der Taupathologie im Hirngewebe, die von fokalen perivaskulären Epizentren mit neurofibrillären Bündeln im frontalen Neocortex bis hin zu schwerwiegender Taupathologie in fast allen Hirnregionen reichen können (105). Primär manifestiert sich CTE in einem verminderten Hirngewebe durch Atrophie des frontalen und temporalen Cortex, sowie des medialen Temporallappen. Die lateralen und der dritte Ventrikel sind meist dilatiert, selten ist auch der vierte Ventrikel betroffen (106). Im weiteren Verlauf kann das anteriore Cavum septi pellucidi betroffen sein, wie auch die Substantia nigra und der Locus ceruleus. Auch Bulbus olfactorius, Thalamus, Corpus mamillare, Hirnstamm und Kleinhirn sind in weiterer Folge betroffen. Bei weiterem Fortschritt der CTE können Hippocampus, der entorhinale Cortex und die Amygdala atrophieren (107).

Grad I

Isolierte perivaskuläre Zentren, Prädilektion für tiefe Sulci im superioren, dorsolateralen und inferior frontalen Cortex, Locus coeruleus

Grad II

Multiple Zentren im frontalen, temporalen und parietalen Neocortex, Diencephalon, Nucleus basalis von Meynert

Grad III

Neocortex, Hippocampus, Amygdala, Basalganglien

Grad IV

Medulla, Cerebellum, Cervikales Rückenmark

Abbildung 10. Vergleich der Taupathologie in den verschiedenen CTE Graden (111)

Einige NHL Spieler haben ihr Hirn postmortem der CTE Forschung zur Verfügung gestellt, darunter Pat LaFontaine, Noah Welch (108,109) und der verstorbene Bob Probert (110), letzterer war der zweite NHL Spieler, der postmortem mit CTE diagnostiziert wurde. Neben Bob Probert wurden durch eine Autopsie ihrer Hirne an den NHL Spielern Jeff Parker, Reggie Fleming, Rick Martin, Derek Boogaard, Larry Zeidel, Steve Montador und Stan Mikita CTE festgestellt (110).

1.10 Last but definitely not least: Prävention

Details, welche Art von protektiver Ausrüstung zum Zeitpunkt der Verletzung getragen wurde, sollen als Teil der klinischen Vorgeschichte erhoben werden. Diese tragen zur Optimierung des Schutzverhaltens bei und sind ein ausgezeichneter Ansatzpunkt für die Bildung und Aufklärung der Spielerinnen und Spieler. Da das Gehirn nicht konditioniert werden kann Verletzungen standzuhalten, ist es auf extrinsische Schutzmechanismen angewiesen, wobei hier nur relativ wenige vorhanden sind (4). Beim Eishockey treten oft Stürze auf eine harte Oberfläche auf, spezielle Helme reduzieren hierbei Kopfverletzungen (4) und die Aufprallkraft auf das Gehirn (6). Die Verwendung von einem Mundschutz sollte obligat sein, da dadurch die Wahrscheinlichkeit einer Gehirnerschütterung gesenkt werden kann (113).

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Art der Bande, wenn ein Aufprall einer Spielerin oder eines Spielers gegen diese stattfindet. Flexible Bandendesigns erlauben mehr Deformation der Bande und somit eine geringere Verletzungsrate (114).

Die Veränderung und Durchsetzung von Regeln spielt eine Schlüsselrolle in der Prävention und Reduktion von Gehirnerschütterungen. Hierbei ist vor allem der Regelverstoß „Check zum Kopf“ zu erwähnen. Die Schiedsrichterinnen und Schiedsrichter spielen hierbei eine essentielle Rolle (4).

Eine Veränderung des Regelwerks spielt besonders in Hinsicht auf die Sicherheit der Spielerin oder des Spielers eine Rolle, da eine effektive medizinische On-Ice und Off-Ice Untersuchung gewährleistet werden soll, ohne dass das Wohlergehen der Sportlerin oder des Sportlers darunter leidet, der Spielfluss tangiert wird, oder das Team übermäßig bestraft wird (6).

Die Effekte nach Gehirnerschütterung können nur geringfügig behandelt und reduziert werden, weshalb die Bildung und Aufklärung von Athletinnen und Athleten, sowie dem gesamten Umfeld, unabdingbar ist. Essentiell sind Punkte wie das Erkennen von Gehirnerschütterungen, klinische Kennzeichen,

Untersuchungstechniken und die Prinzipien von einer gefahrlosen Rückkehr zum Sport. Ethische Werte wie Fair Play und Respekt für den Gegner spielen eine bedeutende Rolle für ein sicheres Spiel. Trainerinnen und Trainer, Managerinnen und Manager, sowie Eltern sind ein wichtiger Bestandteil, damit diese Werte auch durchgesetzt werden (4). Die kompetitiv-aggressive Natur des Eishockeys, die den Reiz dieses Sportes ausmacht, soll nicht verhindert werden, aber Sportorganisationen sollen verstärkt gegen Gewalt, die das Risiko für Gehirnerschütterungen erhöht, vorgehen (6).

Im Nachwuchssport ist es besonders wichtig, dass Lehrerinnen und Lehrer über Gehirnerschütterungen und ihre Auswirkungen aufgeklärt sind, da sie eine Schlüsselrolle für ihre Schülerinnen und Schüler in Bezug auf unterstützende Maßnahmen spielen (54). Die Teilnahme am Sport ist mit erhöhter Fitness und akademischen Leistungen assoziiert (56), jedoch birgt sie auch das Risiko von Sportverletzungen — Gehirnerschütterungen eingeschlossen. In einer Querschnittsstudie bestätigten Unterrichtende mit 99,1%, dass eine Gehirnerschütterungen Auswirkungen auf die akademische Performance hat und 71,6% arbeiteten mit Schülerinnen und Schüler, die akademische Anpassungen als Unterstützung erhielten. Die Lehrerinnen und Lehrer, die über Gehirnerschütterungen im Bilde waren und einen Abfall von akademischen Leistungen beobachteten, wussten über die akademischen Anpassungen besser Bescheid und empfahlen diese weit öfter (54). Ähnlich zum Return-To-Play gibt es Empfehlungen für ein Return-To-School, um eine Symptomexazerbation zu verhindern (8).

In einer Studie an Schülerinnen und Schülern mit Gehirnerschütterung gaben 38.5% Schwierigkeiten bei der Rückkehr in die Schule an, 57% brauchten mehr als 10 Tage um sich zu erholen (57). Akademische Anpassungen, wie beispielsweise eine nur partiale Teilnahme am Schulalltag, oder kurzzeitige Interventionen im Klassenzimmer, sollen die Heilung unterstützen, Abwesenheiten verkürzen und somit verhindern, dass die Schülerinnen und Schüler zu weit zurückfallen (54). Eine vollständige Teilnahme am Schulalltag ist hingegen mit einer erhöhten Symptomatik verbunden (58). Eine Optimierung für die Rückkehr zur Schule ist noch notwendig, da in einer Studie nachgewiesen wurde, dass nur wenige Schulen ein etabliertes

Team oder System für verletzte Schüler haben (27%). Von der Schule angestellte Diplomkrankenschwestern oder -pfleger sind oft bei verletzten Schülerinnen und Schülern involviert und berichten über fehlende Kommunikation zwischen diagnostizierender Medizinerin oder Mediziner und Schuleinrichtung (54).



Abbildung 11. Möglichkeiten zur Reduktion von Gehirnerschütterungen (4,6)

2 Material und Methoden

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde eine detaillierte systematische Literaturrecherche durchgeführt, um eine fundierte Basis für weitere Studien aufzuweisen. Verwendet wurden PubMed und Researchgate unter der Eingabe von den Keywords concussion, hockey, baseline testing, CRT, SCAT und therapy.

2.1 Zielsetzung

Das Ziel dieser Diplomarbeit war es, ein Management für Gehirnerschütterungen im Eishockeysport auszuarbeiten und in der Zukunft prä- und innerklinisch zu etablieren. Dieser Algorithmus kann auch für andere Sportarten, insbesondere Kontaktsportarten, verwendet werden. Somit kann die Sicherheit für Spielerinnen und Spieler erhöht und gewährleistet werden.

2.2 Zielgruppen

Das erstellte Management richtet sich in erster Linie an alle Personen, die mit Eishockeyspielerinnen und -spielern zusammenarbeiten. Abgesehen von Teamärztinnen und -ärzten, sowie dem medizinischen Personal im Krankenhaus, ist das Informationsmaterial auch relevant für medizinisches und nicht-medizinisches Personal rund um den Eishockeysport, seien es Physiotherapeutinnen und Physiotherapeuten, (Heil)Masseurinnen und -masseur, Athletik-Coaches, Trainerinnen und Trainer oder ähnliche. Die vorliegenden Informationen sind jedoch auch für die Spielerinnen und Spieler von großem Interesse, besonders auch im Bereich des Nachwuchssports. Sie liefern auch den Eltern und Angehörigen der Athletinnen und Athleten eine Sammlung von Fakten und Wissen rund um das Thema Gehirnerschütterungen.

2.3 Konzept

Bei der Entwicklung des Konzeptes standen die Bedürfnisse der Zielgruppe nach aktuellen, praxisrelevanten und implementierbaren Informationen im Vordergrund. Entsprechend der Einschluss- und Ausschlusskriterien wurde die Literatur ausgewählt.

Als Einschlusskriterium wurden Basisinformation (Titel, Angaben zum Autor sowie zur Quelle, qualitativ hochwertige Journals und Verlagswesen) gefordert. Die Bewertbarkeit wurde durch die Form der Diagnostik oder der Therapie, sowie durch die Ergebnisse, festgestellt. Eingeschlossen wurden Veröffentlichungen in deutscher und englischer Sprache.

Ausschlusskriterien waren das fehlende Vorliegen von Ergebnissen, unzureichende Quellenangaben innerhalb der Publikation, sowie inkohärente Schlussfolgerungen.

Bei der Bewertung der Literatur wurden folgende Leitfragen bedacht: Helfen die Informationen bei der Problemlösung? Sind die Informationen authentisch und qualitativ hochwertig? Ist das empfohlene Management durchführbar?

3 Ergebnisse – Resultate

Bislang gibt es keine exakten epidemiologischen Daten über die Häufigkeit von Schädelhirntraumen im Eishockey. Die Inzidenz im Sport divergiert stark, sie ist in den Kontaktsportarten wie Eishockey jedoch deutlich höher gegenüber Sportarten ohne Körperkontakt. Laut Schätzungen treten in den USA jährlich 3,8 Millionen Gehirnerschütterungen beim professionellen Sport oder in der Freizeit auf, davon werden ungefähr die Hälfte nicht registriert (1) In Österreich entspräche dies knapp 100.000 pro Jahr.

Etwa 15% Sportlerinnen und Sportler erlitten bereits mindestens eine Gehirnerschütterung in ihrer Karriere. Bemerkenswert ist, dass es in vielen Sportarten, sowohl einen permanenten Anstieg der Anzahl wie auch der Schwere der Gehirnerschütterungen gibt. Letzteres wird durch eine verlängerte Rehabilitationsphase repräsentiert. Unklar ist, ob tatsächlich mehr Gehirnerschütterungen auftreten oder es am verbesserten Verständnis der Läsion liegt. Auf alle erlittenen Verletzungen bezogen rechnet man bei Kontaktsportarten damit, dass 5-15% davon Gehirnerschütterungen sind. Deutlich höher schätzt man jedoch die Dunkelziffer. 75% von befragten Athletinnen und Athleten geben an in der Vorsaison an Symptomen einer Gehirnerschütterung gelitten zu haben. Eine definitive Gehirnerschütterung gehabt zu haben geben subjektiv nur etwa 25% an. Besonders im Spitzensport wird die Ernsthaftigkeit der Verletzung jedoch verkannt, da Sportlerinnen und Sportler entweder das Ausmaß nicht richtig interpretieren oder aus Angst ausgegliedert zu werden die Verletzung verharmlosen (3).

Um Gehirnerschütterungen adäquat beurteilen zu können, bedarf es einer einheitlichen Richtlinie, entsprechend dem folgenden Algorithmus.

3.1 Baseline Testing

Als Baseline Testing bezeichnet man die Durchführung eines Gehirnerschütterung-Protokolls vor dem Start der Saison, um die „Baseline“, also die Ausgangswerte vor Verletzungen zu dokumentieren. Bei Verdacht auf Gehirnerschütterung wird dieselbe Testung durchgeführt und mit den Baseline

Werten verglichen. Das Ziel der Testung ist es kognitive Differenzen vor und nach Verletzung zu erkennen. Es gibt mehrere Möglichkeiten der Baseline Testung, es ist jedoch empfehlenswert ähnliche Tests wie bei den Verletzungsprotokollen zu verwenden, um diese gut vergleichen zu können (8).

Da die Symptome bei Gehirnerschütterungen teilweise sehr unspezifisch sind und auch häufig bei gesunden Individuen auftreten können ist es außerordentlich wichtig, dass sowohl Baseline Testungen vor Verletzung als auch regelmäßige Kontrollen nach Abklingen von Symptomen durchgeführt werden. Das Baseline Testing soll sehr ernst genommen werden, da eine Über- oder Unterrepräsentation von Symptomen die Interpretation der Ergebnisse nach Gehirnerschütterung verfälschen kann. Weiters ist die Akkuratess des Baseline Testings entscheidend um den richtigen Zeitpunkt für die Rückkehr zum Sport zu finden (47).

Speziell bei Athletinnen und Athleten mit einer Vorgeschichte von Gehirnerschütterungen ist das Baseline Testing außerordentlich wichtig, besonders wenn sie drei oder mehr Gehirnerschütterungen in der Vorgeschichte hatten, da sie signifikant mehr Symptome verspüren und für weitere Gehirnerschütterungen gefährdet sind (47).

Auch für junge Sportlerinnen und Sportler ist das Baseline Testing besonders wichtig, da es hier eine hohe Variabilität in der Performance und der Entwicklung gibt, welche sich besonders bei Spielerinnen und Spielern mit Lernschwäche zeigt (77).

3.2 Diagnostik

Eine Gehirnerschütterung wird zuerst klinisch aus den Ergebnissen der Anamnese, neurologischen und neuropsychologischen Untersuchungen und der Überprüfung des Gleichgewichts und der Halswirbelsäule diagnostiziert. Der Ausschluss von strukturellen Schädigungen und die Unterscheidung von einer primär zentralen Funktionsstörung (im Rahmen einer Gehirnerschütterung), sowie einer peripheren Störung im Bereich des Vestibularorgans oder der Halswirbelsäule ist essenziell (1).

Primär ist der Verdacht einer Gehirnerschütterung von Anwesenden zu stellen, die sich des Concussion Recognition Tools (CRT) und den Maddocks Fragen bedienen können. Medizinisches Personal kann mit dem Sport Concussion Assessment Tool (SCAT) die suspektierte Gehirnerschütterung weiter evaluieren. Innerklinisch wendet man sich oft an die Radiologie zur Bildgebung, laborchemisch lassen sich Biomarker wie S100b, T-Tau und Neurofilament Light erheben. Weiterführend lassen sich Gleichgewicht und Haltungsvermögen untersuchen (2,3,4,6,61,75,76).

Besonders bedenklich ist die verzögerte Diagnose der Gehirnerschütterung, die im Durchschnitt mehr als 17 Stunden beträgt, in knapp einem Fünftel der Fälle sogar 2-4 Tage. Hierfür können abgesehen von dem verspäteten Beginn von Symptomen auch fehlende einheitliche Diagnosekriterien und -möglichkeiten verantwortlich gemacht werden (46).

3.2.1 On-Ice-Testing mittels Concussion Recognition Tool (CRT) und Maddocks Fragen für nicht-medizinisches Fachpersonal

Wenn eine Spielerin oder ein Spieler jegliche Symptome zeigt sollte er noch On-Ice medizinisch evaluiert werden (6). Meist geschieht dies durch den Mannschaftsarzt mittels standardisierter Notfall-Management-Protokolle und entsprechendem Vorgehen (3). Besonderes Augenmerk sollte auf eine etwaige Verletzung des Rückenmarks gelegt werden (6). Sollte kein medizinisches Fachpersonal anwesend sein, ist die Athletin oder der Athlet nach einer On-Ice-Testung mittels Maddocks Fragen und Concussion Recognition Tool (CRT) sicher aus dem Training oder dem Spiel an eine Medizinerin oder einen Mediziner zu transferieren (6).

Das On-Ice oder Sideline-Testing der kognitiven Funktionen ist eine essentielle Komponente für die Beurteilung von Gehirnerschütterungen. Um die Aufmerksamkeit und die Gedächtnisfunktion zu testen werden die Maddocks Fragen, sowie die standardisierte Bewertung von Gehirnerschütterungen verwendet. Standardisierte Orientierungsfragen nach Zeit, Datum und Ort haben

sich als unzuverlässig in Sportsituationen gezeigt. Abgekürzte Testparadigmen sind nur für eine schnelle Evaluation gedacht und ersetzen keine umfassende neuropsychologische Untersuchung, welche sensitiv genug ist, um etwaige subtile Defizite aufzuzeigen, die möglicherweise länger als auftreten als in der Akutepisode. Des Weiteren sollten sie nicht als einziges Mittel für das laufende Management der Verletzung verwendet werden (5).

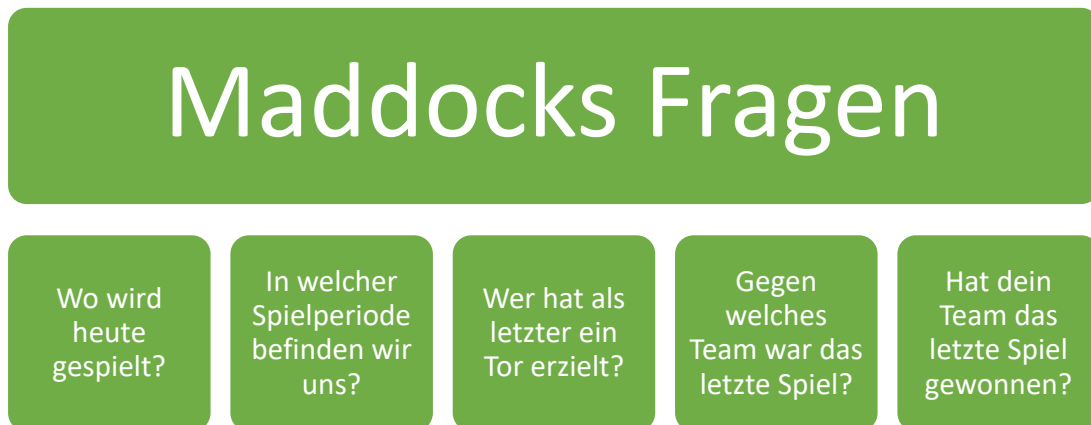


Abbildung 12. Maddocks Fragen (11)

On-Ice steht weiters das Concussion Recognition Tool (CRT) zur Verfügung. Hierbei wird die Athletin oder der Athlet von nicht-medizinischem Personal wie Trainerin, Trainer oder natürlich auch medizinischem Personal wie Physiotherapeutin oder Physiotherapeut vor Ort auf Symptome und Warnzeichen untersucht, als auch die Gedächtnisfunktion überprüft. Durch die subjektive Einschätzung der Spielerin oder des Spielers kann eine grobe Einschätzung des akuten Zustands erfolgen (3).

Das Concussion Recognition Tool 5 (CRT5) ist die aktuelle Edition und besteht aus vier Schritten. Im ersten Schritt werden Red Flags erkannt und bei Bedarf die Rettung verständigt. Zu den Red Flags zählen Nackenschmerzen, Nackensteife, Doppeltsehen, Schwäche / Kribbeln / Brennen in Armen oder Beinen, starke oder zunehmende Kopfschmerzen, Krampfanfälle, Bewusstseinsverlust, verschlechternder Allgemeinzustand, Erbrechen und eine zunehmende Unruhe. Wird eines dieser Zeichen beobachtet oder durch die Athletin oder den Athleten angegeben, muss sie oder er sofort und sicher aus dem Training oder Spiel genommen werden. Wichtig hierbei ist, dass die Basisregeln der Erste Hilfe

beachtet werden. Etwaige Verletzungen des Rückenmarks müssen sofort erhoben werden. Ein Bewegen der Spielerin oder des Spielers, sowie eine Helmabnahme oder Abnahme anderer Teile der Schutzausrüstung darf nur durch geschulte Personen erfolgen (mit Ausnahme zur Sicherung der Atemwege). Bestehen keine Red Flags fährt man mit dem zweiten Schritt fort. Hier werden beobachtbare Zeichen der Gehirnerschütterung erfasst. Dazu zählen ein bewegungsloses Liegen auf dem Spielfeld, ein langsames Aufstehen nach einem direkten oder indirekten Kontakt gegen den Kopf, Desorientiertheit oder Verwirrung, Unfähigkeit adäquat auf Fragen zu antworten, leerer Blick, Gleichgewichtsschwierigkeiten, motorische Koordinationsprobleme, Stolpern, langsame und mühsame Bewegung, sowie Gesichtsverletzungen nach dem Schädeltrauma. Im dritten Schritt werden Symptome (Kopfschmerz, Druck im Kopf, Gleichgewichtsprobleme, Übelkeit oder Erbrechen, Schwindel, Verschwommen Sehen, Lichtsensitivität, Lärmsensitivität, Müdigkeit, „Nicht-gut-fühlen“, Emotionalität, Irritabilität, Traurigkeit, Nervosität, Nackenschmerz, Konzentrationsschwierigkeiten, Erinnerungsschwierigkeiten, Angst, „Sich-langsam-oder-wie-im-Nebel-fühlen“) erhoben. Der vierte Schritt wird nur bei Athletinnen und Athleten über 12 Jahren durchgeführt, hierbei wird die Erinnerung mit Fragen getestet, welche je nach Sport angepasst werden können und Fragen zum Spielort, Spielperiode, dem letzten erzielten Tor, dem letzten Spielgegner und ob das letzte Spiel gewonnen wurde, enthalten (61).

Das vollständige CRT kann dem Anhang entnommen werden.

Bei Verdacht auf Gehirnerschütterung ist die Sportlerin oder der Sportler nach dem Prinzip „When in Doubt - Take them Out“ aus dem Spiel zu nehmen. Ist dies der Fall, so sollte die Athletin oder der Athlet in einem möglichst ruhigen, abgedunkelten Raum in leichter Kopfhochlage und für die ersten ein bis zwei Stunden unter ständiger Beobachtung untergebracht werden, um die gestörte Gehirnfunktion zu beruhigen, weiteren Schaden zu vermeiden und die Erholung zu initiieren. Als Sofortmaßnahmen können kühlende Kompressen an Kopf und Nacken angebracht werden. Die Nahrungsaufnahme ist zu vermeiden, das Trinken sollte nur in kleinen Mengen erfolgen. Der Bewusstseinszustand soll regelmäßig überprüft werden und auf Symptome wie Verwirrtheit und Somnolenz geachtet werden. Irrelevante Fragen sollen dabei jedoch vermieden werden (3,61). Weiters

darf kein Alkohol getrunken, keine Medikamente eingenommen und nicht aktiv am Straßenverkehr teilgenommen werden, bis dies von einer Medizinerin oder einem Mediziner wieder freigegeben wurde. Auch dürfen Sportlerinnen und Sportler mit Gehirnerschütterung nicht alleine nach Hause geschickt werden, sondern müssen unter Aufsicht einer verantwortungsvollen erwachsenen Person sein (61).

Nach der Verletzung muss die Spielerin oder der Spieler medizinisch untersucht werden und die Rückkehr zum Spiel nach einem medizinisch überwachten Stufenprozess erfolgen. Solange Symptome bestehen darf eine Athletin oder ein Athlet nie zum Spiel zurückkehren (4). In manchen Fällen bei erwachsenen Sportlerinnen und Sportlern ist ein „Same day Return-To-Play“ möglich (6).

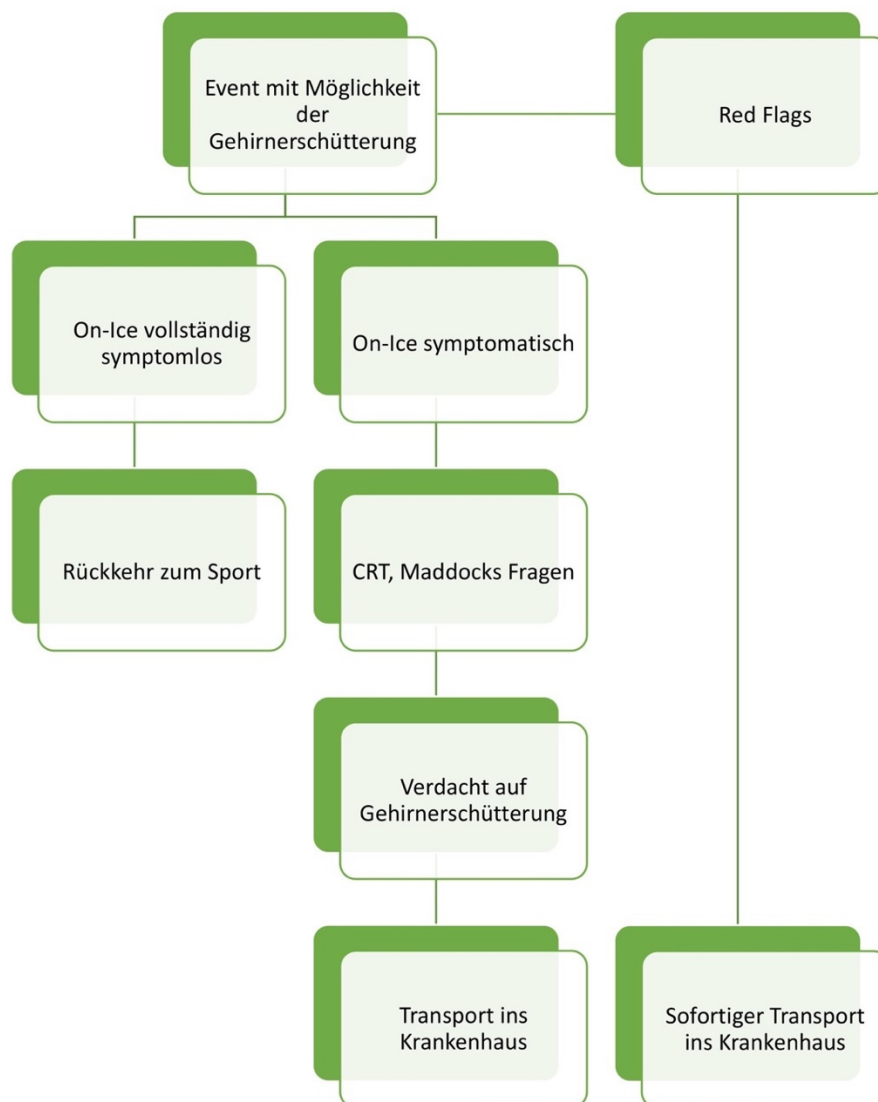


Abbildung 13. Vorgehen bei Gehirnerschütterung am Eis (1,2,3,4,5,6,9)

3.2.2 Sport Concussion Assessment Tool (SCAT) für medizinisches Fachpersonal

Frühestmöglich sollte durch medizinisches Fachpersonal eine medizinische Evaluation mittels Sport Concussion Assessment Tool (SCAT) erfolgen. Hierbei entscheidet sich dann, ob die Spielerin oder der Spieler zum Sport zurückkehren darf oder an einen Facharzt überwiesen werden muss.

Bei definitiv gestellter Diagnose Gehirnerschütterung ist eine Abklärung im Krankenhaus obligat (3).

Ein „normaler“ SCAT schließt eine Gehirnerschütterung jedoch nicht aus (59).

Das Sport Concussion Assessment Tool wird ab dem 13. Lebensjahr eingesetzt, bei Kindern zwischen 5 und 12 Jahren gibt es eine an Kinder adaptierte Version namens Child-SCAT (2).

Das SCAT besteht aus zwei Teilen, einer davon On-Ice, der andere Off-Ice (59).

Der erste Teil, der On-Ice durchgeführt wird, besteht aus vier Schritten, wobei die ersten zwei Schritte dem des CRT gleichen. Im dritten Schritt wird die Erinnerung mittels den Maddocks Fragen überprüft. Im vierten Schritt wird der Patient mittels der Glasgow Coma Scale (GCS) beurteilt. Weiters wird die Halswirbelsäule überprüft. Hierbei wird dokumentiert, ob die Athletin oder der Athlet in Ruhe schmerzfrei ist, wenn ja, ob sie oder er diese vollständig schmerzfrei bewegen kann und ob die Extremitäten einen physiologischen Kraftgrad und eine physiologische Sensibilität aufweisen. Bei Patientinnen und Patienten, die nicht vollkommen bei Bewusstsein sind, wird eine Verletzung der Halswirbelsäule angenommen, bis das Gegenteil bewiesen worden ist (59).

Der zweite Teil, der Off-Ice durchgeführt wird, besteht aus sechs Schritten. Im ersten Schritt wird der Hintergrund der Sportlerin oder des Sportlers dokumentiert (Team, Datum der Verletzung, absolvierte Ausbildungsjahre, Alter, Geschlecht, dominante Hand, vorbekannte Gehirnerschütterungen, Datum der letzten Gehirnerschütterung, Dauer der letzten Gehirnerschütterung,

Krankenhauseinweisung aufgrund von Kopfverletzung, bekannte Kopfschmerzen oder Migräne, bekannte Lernschwäche oder Dyslexie, bekannte ADHD, bekannte Depression / Angststörung / andere psychiatrische Erkrankungen, Medikamente). Im zweiten Schritt werden die Symptome wie beim CRT evaluiert. Zusätzlich wird die oder der Betroffene gefragt, ob sich die Symptome bei physischer oder mentaler Aktivität verschlechtern, sowie eine Angabe über das „normal fühlen“ erfragt, wenn auf einer Skala von 0% bis 100%, 100% der Normalzustand ist. Falls nicht 100% angegeben wird, wird nach dem Warum gefragt. Im dritten Schritt wird die kognitive Kapazität mittels Orientierungsfragen und Kurzzeitgedächtnisfragen, sowie die Konzentration mittels Rückwärtszählen und Monate des Jahres verkehrt herum aufsagen, geprüft. Im vierten Schritt werden Neurologie (Lautes Vorlesen und Anweisungen befolgen ohne Schwierigkeiten, schmerzfreie passive Bewegung der Halswirbelsäule, Augenmotilität ohne Doppelbilder, Finger-Nase-Testung, Seiltänzergang) und Gleichgewicht (mittels mBess = Modified Balance Error Scoring System, hier werden Ganzbeinstand, Einbeinstand, sowie Seiltänzerstand überprüft). Im fünften Schritt wird die Wortliste aus der Kurzzeitgedächtnis-Testung erneut wiederholt. Im sechsten und letzten Schritt wird die Entscheidung getroffen, ob eine Gehirnerschütterung vorliegen könnte. Das SCAT sollte jedoch nicht als einzige Methode verwendet werden, um eine Gehirnerschütterung zu diagnostizieren, die Erholung zu messen oder Entscheidungen über die Rückkehr zum Sport zu treffen. Weiters gibt es einen abtrennbaren Abschnitt mit Kontaktinformationen und Empfehlungen über das weitere Prozedere, welcher der Person mitgegeben wird, der die verletzte Person überwacht (59).

Das vollständige SCAT kann dem Anhang entnommen werden.

3.2.2.1 The Child Sport Concussion Assessment Tool (Child SCAT) für medizinisches Fachpersonal

Für Kinder zwischen fünf und zwölf Jahren wurde das Child SCAT entwickelt. Hier wurden die Maddocks Fragen kindgerecht angepasst und die Symptom-Evaluierung in eine, sowohl von verletztem Kind, als auch von Eltern berichtete Gesundheits- und Verhaltensbestandsaufnahme umgewandelt (60).

Die Zeitfragen bei der Orientierungsevaluierung wurden gestrichen, da viele Kinder diese nicht beantworten können. Genauso wurden die Zahlenfolgen, die rückwärts aufgesagt werden müssen, von drei auf zwei Zahlen gekürzt und der Teil, in dem die Monate rückwärts aufgesagt werden auf die Wochentage geändert. In der Gleichgewichtsüberprüfung wurde der Einbeinstand gestrichen. Weiters wird ein Fokus auf Informationen für die Rückkehr in die Schule gesetzt (60).

Das vollständige Child SCAT kann dem Anhang entnommen werden.

3.2.3 Vorstellung im Krankenhaus

Eine obligatorische Krankenhausvorstellung muss bei jeglichen Red Flags wie Bewusstseinsverlust, aber auch Nackenschmerzen, Nackensteife, Doppeltsehen, Schwäche / Kribbeln / Brennen in Armen oder Beinen, starken oder zunehmenden Kopfschmerzen, Krampfanfälle, verschlechterndem Allgemeinzustand, Erbrechen oder zunehmender Unruhe (61), wie auch bei bestehenden oder verstärkten, sowie verzögert eintretenden Symptomen und bei Verdacht auf Halswirbelsäulenverletzung erfolgen. Typischerweise findet eine 24-stündige medizinische Überwachung statt, um im Verlauf kleinste Blutungen und erhöhten Hirndruck ausschließen zu können (3).

In den skandinavischen Leitlinien (62,63) wurde bei erwachsenen Patientinnen und Patienten die Verwendung des Biomarkers S100b schon fest etabliert, bevor eine Bildgebung mittels CT in manchen Fällen erfolgt. Dies wird bei einem GCS von 14 oder GCS von 15 und (suspekt) Bewusstseinsverlust oder ≥ 2 Erbrechen-Episoden innerhalb von sechs Stunden nach Verletzung aus dem Serum mittels venöser Blutabnahme gewonnen. Bei einem Wert $<0.1\mu\text{g/L}$ kann auf eine Bildgebung verzichtet werden, bei einem Wert $\geq 0.1\mu\text{g/L}$, oder wenn S100b nicht verfügbar ist, sowie bei extrakraniellen Verletzungen wird ein CT durchgeführt (63).

In einer prospektiven Validierung der skandinavischen Leitlinien (65) konnte festgestellt werden, dass ein Anwenden der Guidelines durch Inkorporierung des Biomarkers S100b innerhalb der ersten 24 Stunden nach Schädelhirntrauma sicher ist.

Die Glasgow Coma Scale wird durch das Bewerten von Augenöffnen, motorischen Reaktionen sowie sprachliche Reaktionen überprüft. Maximal sind 15 Punkte zu erreichen, minimal 3 Punkte. Für spontanes Augenöffnen werden vier Punkte vergeben, bei Öffnen auf Akustische Stimuli drei, bei Öffnen auf Schmerzreize zwei und bei fehlender Augenöffnung einer. Bei den motorischen Reaktionen werden bei Befolgen von Aufforderungen sechs Punkte, bei Lokalisierung eines Stimulus fünf Punkte, bei Rückziehen der Extremitäten vier Punkte, bei Flexionshaltung drei Punkte, bei Extensionshaltung zwei Punkte und bei fehlender Bewegung ein Punkt vergeben. Die sprachlichen Reaktionen sind je nach Orientierung zu vergeben, bei vollständiger Orientiertheit werden fünf Punkte vergeben, bei Verwirrung vier Punkte, werden nur einzelne Wörter gesprochen drei Punkte, bei unartikulierten Lauten zwei Punkte und bei Fehlen von sprachlichen Reaktionen ein Punkt (74).

Der folgenden Abbildung kann die Glasgow Coma Scale entnommen werden.

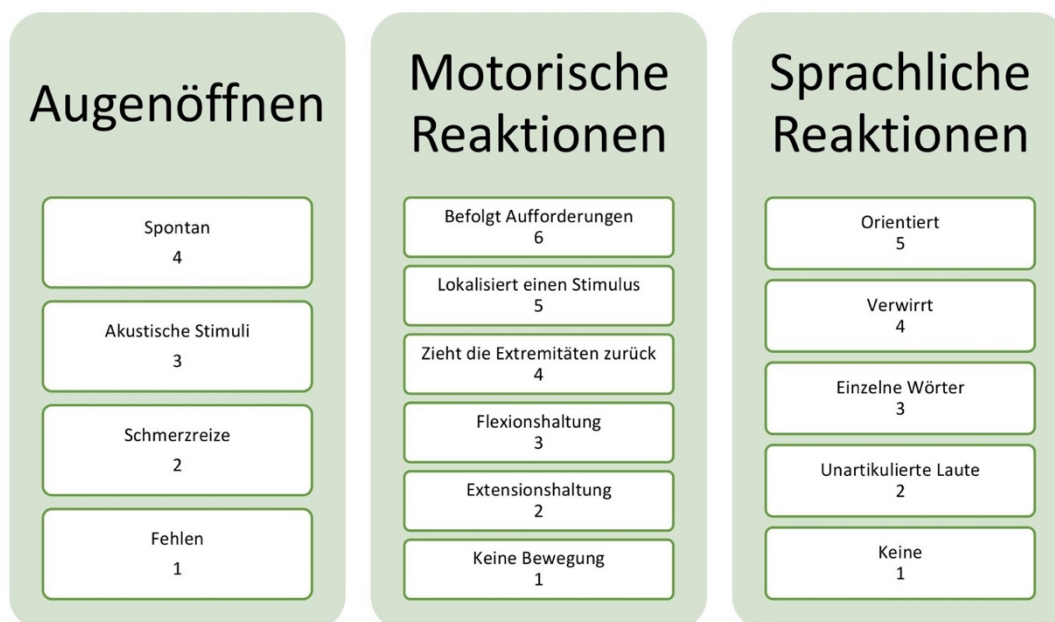


Abbildung 14. Glasgow Coma Scale (74)

Je nach Glasgow Coma Scale wird entweder sofort ein CT veranlasst oder zuvor der Biomarker S100b bestimmt, um die Strahlenbelastung für die Patientinnen und Patienten zu vermindern. Der Entscheidungsbaum kann der nächsten Abbildung entnommen werden.

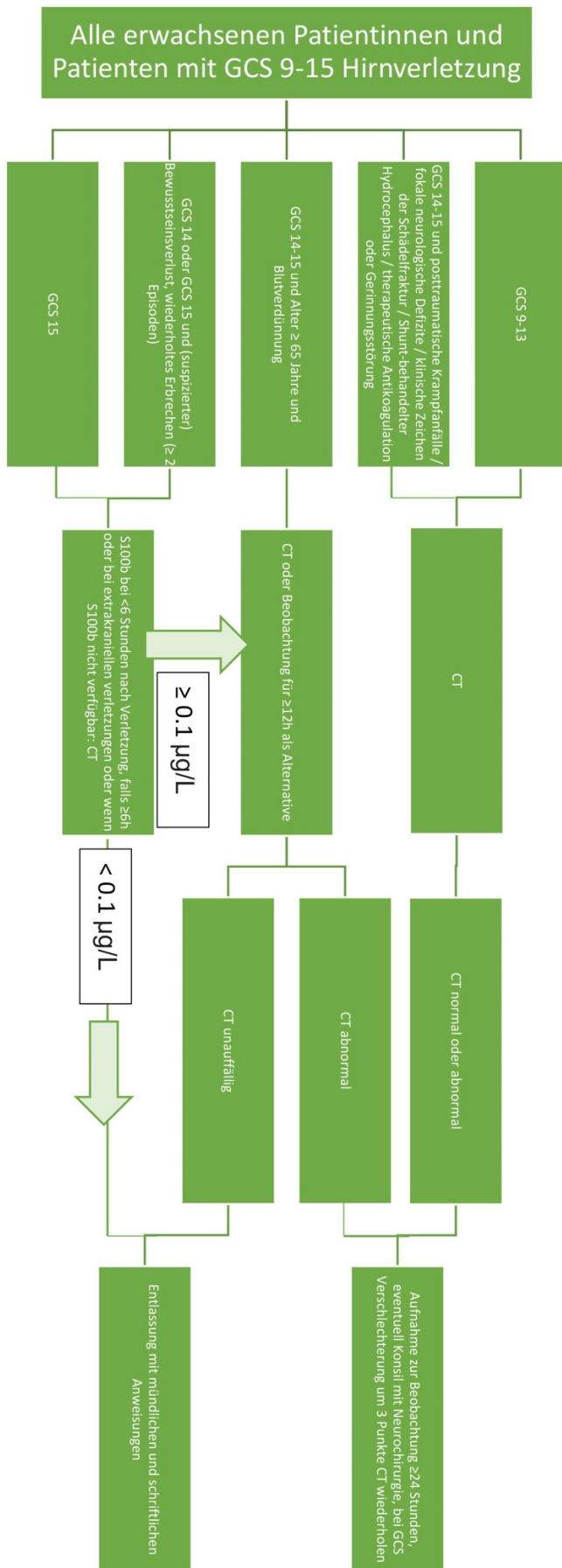


Abbildung 15. Skandinavische Neurotrauma Guidelines (63)

Für Kinder unter 18 Jahren gibt es eigene Skandinavische Neurotrauma Guidelines (64).

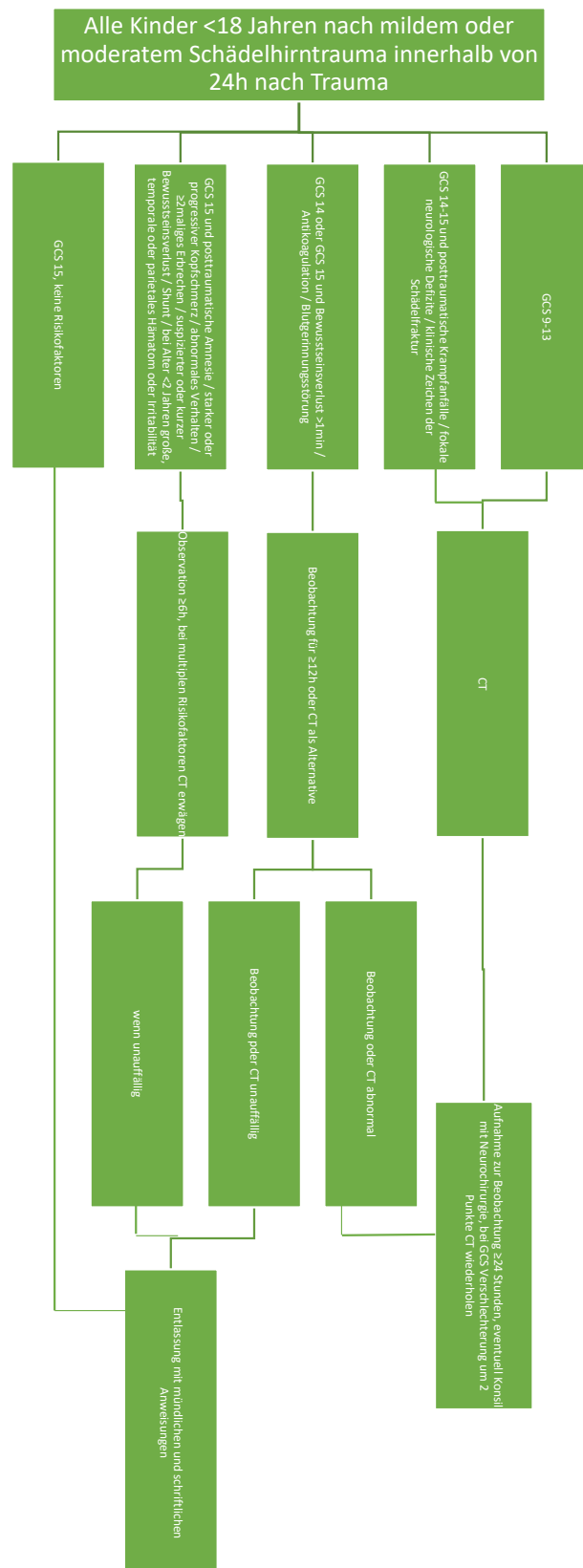


Abbildung 16. Skandinavische Neurotrauma Guidelines für Kinder (64)

3.2.3.1 Biomarker

Aktuell gibt es keine valide Bildgebung oder Biomarker für milde traumatische Hirnverletzungen. Die Diagnose einer Gehirnerschütterung wird großteils anhand von selbst berichteten Symptomen nach stumpfen Hirntrauma gestellt. Biomarker, die nach venöser Blutabnahme im Labor untersucht werden, sind hochsensitiv und stellen eine verlässliche Methode dar, um eine Gehirnerschütterung zu diagnostizieren, Schweregrad und Prognose einschätzen zu können, sowie das klinische Handling zu bestimmen. Weiters dienen sie dem Monitoring für therapeutische Interventionen und für die Entscheidungsfindung für den richtigen Zeitpunkt für eine Rückkehr zum Sport. Diese wurden bereits in mehreren Studien untersucht (67,68,70,71,72,73,75,76) und als Alternative zur Bildgebung mittels CT eingeführt (63). Eine Etablierung der Messung der Biomarker im klinischen Alltag wäre ein Benefit für Patientinnen und Patienten durch Einsparung der Strahlenbelastung, jedoch auch für die Institute durch den ökonomischen Aspekt der Forcierung einer Laboruntersuchung, anstelle einer Bildgebung, wenn nach der Labormessung keine Indikation für ein CT besteht (63).

3.2.3.1.1 S100b

S100b ist ein Kalzium-bindendes Protein, welches von Astrozyten ausgeschüttet wird und von verletzten Zellen in den extrazellulären Raum oder den Blutstrom gelangt (67). Es ist somit ein Ausdruck von astroglialer Verletzung. Studien haben gezeigt, dass es mit dem Score auf der Glasgow Coma Scale, wie auch mit neuroradiologischen Untersuchungsergebnissen, korreliert (75). In den letzten Jahren hat es eine erhöhte Aufmerksamkeit als möglicher Biomarker für neurologische Erkrankungen und neurologische Schäden erhalten. Durch seine hohe Sensitivität für Hirnschäden, möglicherweise sogar sensitiver als ein CT, hat es einen hohen negativen Vorhersagewert (67). Limitiert wird die Bedeutsamkeit des Wertes dadurch, dass S100b nicht sehr spezifisch ist, da es auch von extracerebralen Zelltypen exprimiert wird, jedoch kann es bei reiner neurologischer Verletzung sehr gut zur Einschätzung der Symptombdauer verwendet werden, da diese mit der Höhe des Wertes korreliert. Der Peak des Werts ist hierbei eine Stunde nach Verletzung erreicht (75).

In diversen Studien konnte ein negativer Vorhersagewert von 99% für intrakranielle Komplikationen und fast 100% für neurochirurgische Läsionen nach milden Kopfverletzungen gezeigt werden (69,70,71,72,73). Ein erhöhtes S100b korreliert proportional mit der Schwere des Hirnschadens, ein normales S100b ($<0,1\mu\text{g/L}$) schließt eine signifikante intrakranielle Komplikation aus (67).

Erwachsene Patientinnen und Patienten nach milder Kopfverletzung, ohne Risikofaktoren und normalem S100b Level innerhalb von 3 Stunden nach der Verletzung, können somit sicher aus dem Krankenhaus entlassen werden. Dies würde zusätzlich eine Reduktion von ungefähr 30% der CTs in dieser Patientengruppe ermöglichen (67). Dies hat auch einen ökonomischen Aspekt, da die Über-Triage von Patientinnen und Patienten mit milder traumatischer Hirnverletzung trotz validierten Entscheidungsregeln zu vermehrten CT Scans und somit vermehrten Kosten führt. Eine Reduktion unnötiger CTs kann somit sowohl Strahlenbelastung der Patientinnen und Patienten vermindern als auch Kosten senken, besonders wenn die Richtlinien-Compliance erhöht werden würden (68).

3.2.3.1.2 T-Tau

T-Tau ist im Gegensatz zu S100b ein hoch ZNS-spezifisches Protein und somit ein vielversprechender Biomarker für die Diagnose der Gehirnerschütterung, wie auch für die Entscheidungsfindung, ob eine Athletin oder ein Athlet als fit genug für die Rückkehr zum Sport eingestuft wird. Es befindet sich in unmyelinisierten corticalen Axonen und wird bei axonaler Verletzung exprimiert. T-Tau hat zwei Peaks, der erste Peak tritt nach einer Stunde auf, der zweite nach 12-36 Stunden. T-Tau bleibt auch nach 144 Stunden noch erhöht, wodurch eine spätere Diagnosestellung ermöglicht wird. Ein starker Anstieg des T-Taus tritt oft bei einer Symptomatik länger als 10 Tage, sowie bei Bewusstseinsverlust, aufs. Somit kann T-Tau auch als prognostischer Marker verwendet werden. Ebenso korreliert es nach einer Stunde wie das S100b mit der Symptomdauer (75).

3.2.3.1.3 Neurofilament Light (NFL)

Neurofilament Light (NFL) ist ein Protein, welches vorrangig in den langen myelinisierten subcorticalen Axonen im zentralen Nervensystem vorkommt. Eine Umverteilung des NFL nach axonaler Verletzung mit zytoskelettaler Schädigung wird als primäre Determinante für das Outcome nach milden Hirnverletzungen hypothetisiert. Messungen des Neurofilament Light nach Boxkämpfen korrelierten in der Höhe des NFL mit dem Schweregrad der Hirnverletzung. In einer Studie zeigten sich erhöhte NFL Werte im Serum für 7-10 Tage nach Boxkämpfen im Vergleich zu den Werten nach dreimonatiger Pause. Auch nach dreimonatiger Pause waren die Werte im Vergleich zur Kontrollgruppe erhöht. Gleichfalls erhöhte sich das NFL in Eishockeyspielerinnen und Eishockeyspielern mit der Zeit, wobei die Höchstwerte nach 144 Stunden erreicht wurden. Somit zeigt sich NFL als hochsensitiver Biomarker für Gehirnerschütterungen. Neurofilament Light könnte weiters Spielerinnen und Spieler, die sich rasch von den postkommotionellen Symptomen erholen, von denen trennen, die an verlängerter postkommotioneller Symptomatik leiden (76).

3.2.3.2 Bildgebung

3.2.3.2.1 Computertomographie

Bei erwachsenen Patientinnen und Patienten mit Verdacht auf Gehirnerschütterung innerhalb von 24 Stunden nach Auftreten der Verletzung wird bei einem GCS von 9-13, GCS 14-14 und posttraumatischen Krampfanfällen / fokalen neurologischen Defiziten / klinischen Zeichen einer Schädelfraktur / Antikoagulation oder Gerinnungsstörungen, sowie bei GCS 14-15 und einem Alter über 65 Jahren, sowie Blutverdünnung ein CT angefertigt. Bei einem GCS von 14 oder GCS von 15 und (suspekt) Bewusstseinsverlust oderwiederholtem Erbrechen (≥ 2 Episoden) wird optimalerweise zuerst der S100b Wert bestimmt und erst ab einem Wert von $\geq 0.1 \mu\text{g/L}$ ein CT zugewiesen (63).

Die weitere Bildgebung spielt eher in der Entscheidung für die Rückkehr zum Sport bei moderaten bis schweren Schädelhirntraumen eine Rolle.

Bei unkomplizierten Gehirnerschütterungen ist sie nicht obligat, da sie nur wenig zur Evaluation der Verletzung beiträgt (4). Eine Computertomographie sollte bei Verdacht auf intracerebralen (5) oder strukturellen Läsionen wie Schädelfrakturen verwendet werden (6). Dies ist der Fall bei verlängertem Bewusstseinsverlust, fokalen neurologischen Defiziten, Krampfanfällen, persistierenden klinischen oder kognitiven Symptomen (4), sowie Zustandsverschlechterung der Fall (5).

3.2.3.2 Magnetresonanztomographie

Neue Magnetresonanztomographie Modalitäten wie Perfusion, Diffusion und Gradientenecho sind sensitiver für strukturelle Abnormitäten (6). In T2-gewichteten Magnetresonanztomographie Bildern, sowie mittels Diffusion Tensor Imaging (DTI) und 3D Gradientenecho-Sequenzen wie Susceptibility Weighted Imaging (SWI) können axonale Schädigungen nachgewiesen werden (9). Der Nutzen dieser Modalitäten ist jedoch beschränkt, da meist keine Bildgebung vor der Verletzung vorhanden ist (4). Die funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRI) ist nicht Bestandteil der Routineuntersuchungen, gibt aber zusätzliche Informationen über die pathophysiologischen Mechanismen, da die Aktivitätsmuster mit der Schwere der Symptome und der Rehabilitation korrelieren (6). Besonders interessant ist die fMRI für das Verständnis von Gehirnerschütterungen, sowie um Sportlerinnen und Sportler, die Probleme haben zum Sport zurückzukehren, zu helfen (80).

In einer Studie (80) konnte gezeigt werden, dass die Schwere der Symptome mit einer wesentlich anderen Hirnaktivierung vergesellschaftet ist und dass schwerere Fälle während der akuten Erholungsphase additive kognitive Ressourcen im Hirn aktivierten. Die Hypothese dazu ist, dass diese Patientinnen und Patienten die Aufgabenstellungen schwieriger fanden und dadurch mehr Ressourcen aktivieren mussten, um die Aufgabe bewältigen zu können. Weiters wurde festgestellt, dass eine vermehrte Aktivierung der bilateralen präfrontalen und parietalen corticalen Region mit erhöhten Symptomen einhergeht. Diese Erkenntnisse könnten eines Tages als sensitiver Biomarker für Gehirnerschütterung dienen, sind aus ökonomischer Sicht jedoch nicht tragbar. Daher wird diese Modalität vermutlich der Forschung vorbehalten werden.

3.2.3.3 Beurteilung des Gleichgewichts und der Haltungsstabilität

Computergestützte oder klinisch durchgeführte Gleichgewichtsbeurteilung gibt zusätzliche Auskunft über den Zustand der verletzten Athletin oder des verletzten Athleten, besonders wenn die Symptome eine Beeinträchtigung im Bereich des Gleichgewichts aufzeigen (5). Defizite in der Haltungsstabilität zeigen sich ungefähr 72 Stunden nach einer sportbedingten Gehirnerschütterung (6).

3.3 Therapie und Return-To-Play / Return-To-School

Um eine Spielerin oder einen Spieler wieder zum Spiel zurückkehren zu lassen gibt es diverse Return-To-Play-Protokolle. Die neuropsychologische Beurteilung nimmt einen bedeutsamen Stellenwert in jedem Return-To-Play-Protokoll ein (4). Die neuropsychologische Beurteilung kann von medizinischen Fachpersonen durchgeführt werden, die Entscheidung, ob die Athletinnen und Athleten wieder zum Sport zurückkehren dürfen, obliegt jedoch der Ärztin oder dem Arzt. Hierbei ist ein interdisziplinäres Vorgehen profitabel. Eine neuropsychologische Beurteilung bei symptomatischen Athletinnen und Athleten ist nicht zielführend, da es keinen Einfluss auf die Rückkehr in den Sport hat, jedoch eventuell zu kontaminierten Testergebnissen führen kann, wenn ein Lerneffekt auftritt. Als Follow Up ist sie jedoch wertvoll, da es zu einer erhöhten Compliance der oder des Verletzten führt und es als Vergleich der Ergebnisse dient (5). In speziellen Fällen, wie bei Kindern und Jugendlichen, werden die Untersuchungen eventuell auch bei Symptomatik noch durchgeführt, um das weitere Vorgehen besser entscheiden zu können. In diesen Fällen wird dies am besten in Zusammenarbeit mit einer erfahrenen Neuropsychologin oder Neuropsychologen entschieden (6).

Großteils deckt sich die Erholungszeit, in der kognitive Funktionen wiederhergestellt und die Symptomatik verschwindet, jedoch kann es sein, dass die kognitiven Funktionen bereits vor der Symptomatik beeinträchtigt sind, oder länger beeinträchtigt bleiben. Daher sollte die neuropsychologische Beurteilung in jedem Return-To-Play Protokoll enthalten sein (6). Es soll jedoch nicht die einzige Entscheidungsbasis sein, um festzustellen, ob die Sportlerin oder der Sportler zum

Sport zurückkehren darf, sondern eher als Hilfsmittel angesehen werden, um eine klinische Entscheidung zu treffen (5). Die neuropsychologische Beurteilung ist nicht in jedem Fall obligatorisch, jedoch enthält sie wertvolle Informationen, um alle Tests interpretieren zu können. Weiters gibt es der Ärztin oder dem Arzt die Möglichkeit die Signifikanz der Verletzung mit der Spielerin oder dem Spieler zu diskutieren und eruieren (7). Um den klinischen Benefit zu maximieren wird bei jeder Spielerin und jedem Spieler ein Baseline-Testing, sowie ein regelmäßiges Follow Up, empfohlen. Akute Gehirnerschütterungen können jedoch auch ohne Baseline Testing aufgezeigt werden, sofern eine Leistungsvariabilität vorliegt (4).

Jede der Teststrategien, egal ob Paper-and-Pencil Test oder computergestützte Tests muss folgende Kriterien umfassen: Informationsverarbeitung, Planungsfunktion, Gedächtnisfunktion und das Übergehen zu einer anderen geistigen Einstellung. Computergestützte Tests können aufgrund unendlich vieler verschiedener Testparadigmen den Übungs- und Lerneffekt, der bei Paper-and-Pencil Tests gerne auftritt, vermindern. Weiters wurde bei Paper-and-Pencil-Tests teilweise beobachtet, dass Spielerinnen und Spieler zurück zur Baseline kehrten, obwohl sie noch eine Symptomatik zeigten (4).

Neuropsychologinnen und Neuropsychologen sind aufgrund ihrer Ausbildung und Erfahrung in der besten Position, um neuropsychologische Untersuchungen auszuwerten, diese sind jedoch nicht immer verfügbar (5). Daher können diese Tests von der Teamärztin oder dem Teamarzt ausgegeben werden, ohne dass eine Neuropsychologin oder ein Neuropsychologe angestellt werden muss, um eine formale Untersuchung durchzuführen (5).

In den ersten Tagen nach einer Gehirnerschütterung soll sich die Athletin oder der Athlet weder physisch noch kognitiv anstrengen. Auch Aktivitäten, die Konzentration und Aufmerksamkeit erfordern, können die Symptome verstärken und die Rehabilitation verzögern. Die Rückkehr zum Sport erfolgt nach einem Stufenprotokoll. Sobald die verletzte Person in der derzeitigen Stufe asymptotisch ist kann sie in die nächste Stufe aufsteigen. Treten Symptome auf, so ist in die vorherige Stufe zurückzugehen. Nach 24 Stunden kann ein erneutes Aufsteigen versucht werden (5).

Im Allgemeinen dauert jede Stufe 24 Stunden, so dass die Spielerin oder der Spieler im besten Fall nach einer Woche das gesamte Rehabilitationsprogramm durchlaufen hat und wieder einsatzbereit ist (6).

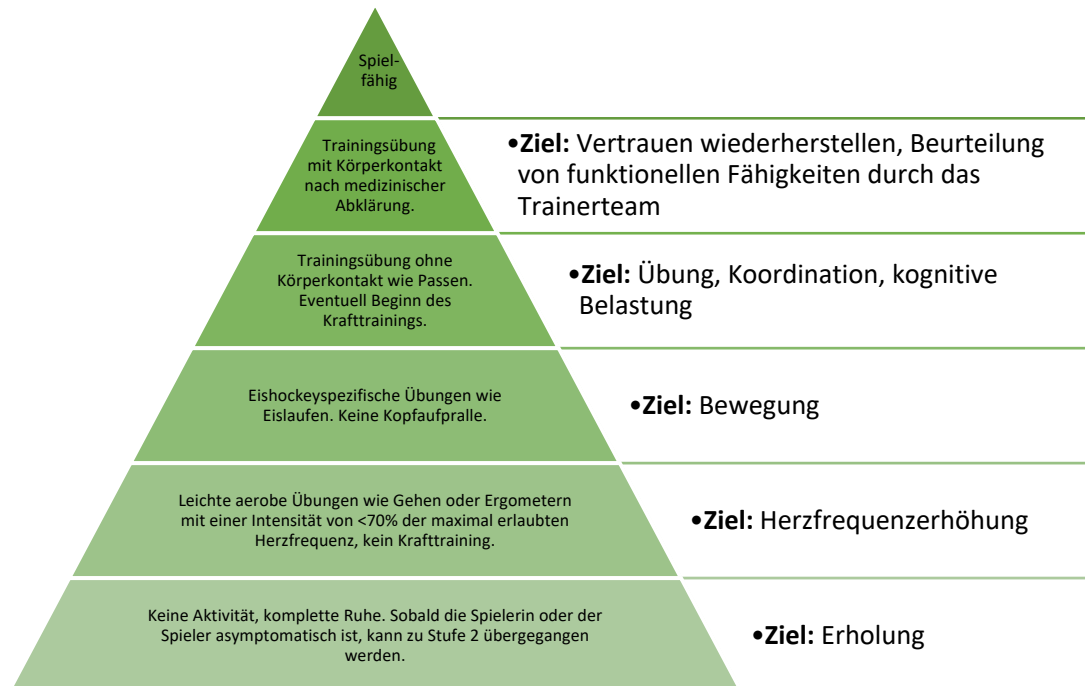


Abbildung 17. Stufenweises „Return-To-Play“ (5,6)

Aufgrund von Daten von Athletinnen und Athleten, die am selben Tag zum Sport zurückkehrten und danach neuropsychologische Defizite aufwiesen, die On-Ice noch nicht so präsent waren und erst verspätet auftraten, sollte keine Spielerin und kein Spieler jemals am selben Tag zum Sport zurückkehren (7).

In einer Studie (79) wurde gezeigt, dass Spielerinnen und Spieler, die asymptotisch waren, bessere neurokognitive Testungen hatten als symptomatische Spielerinnen und Spieler. Jedoch waren sie trotzdem signifikant schlechter gegenüber einer gesunden Kontrollgruppe, weswegen eine Überprüfung der Symptomatik alleine nicht ausreichend ist, sondern unbedingt eine neurokognitive Testung durchgeführt werden muss, bevor die Sportlerinnen und Sportler zum Sport zurückkehren.

Ähnlich zum Return-To-Play gibt es eine Return-To-School Strategie. Hier kann es sein, dass die Athletin oder der Athlet einige Tage der Schule fernbleiben muss und/oder nur stufenweise wieder am Schulalltag teilnimmt, damit die Symptome nicht schlimmer werden. Wenn eine bestimmte Aktivität die Symptome verschlimmert sollte diese pausiert werden. Alle betroffenen Personen (medizinisches Fachpersonal, Eltern, Erziehungsbeauftragte sowie Lehrerinnen und Lehrer) sollten unterrichtet werden, wie das weitere Vorgehen geplant ist (56).

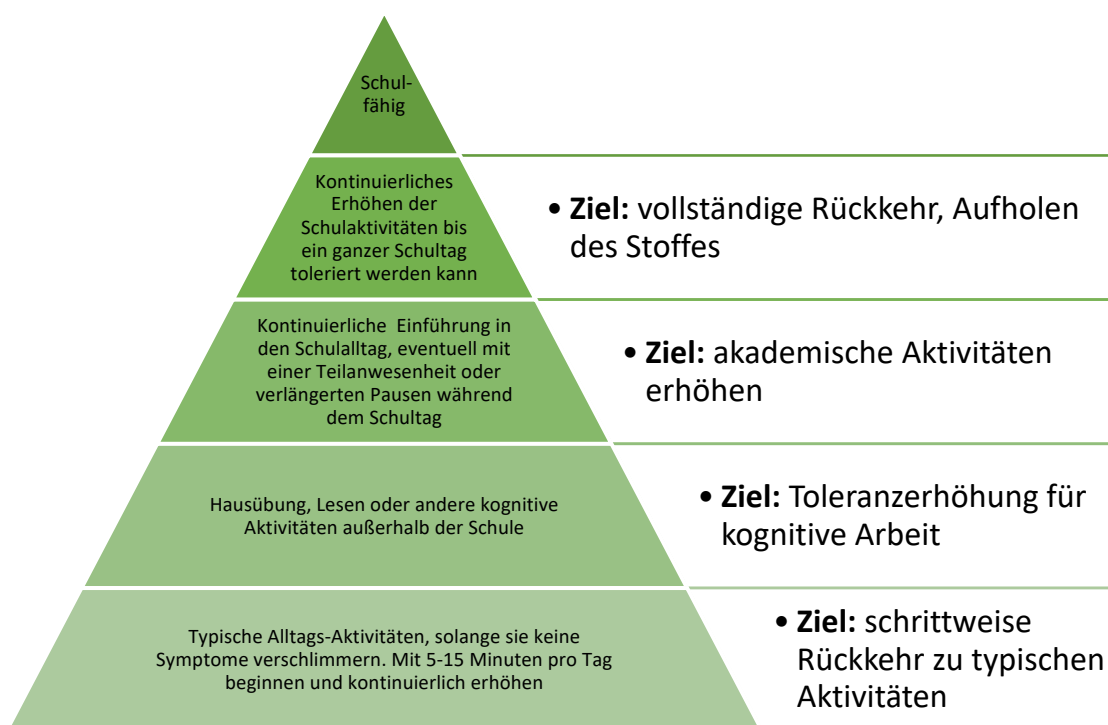


Abbildung 18. Stufenweises „Return-To-School“ (59)

In einer Studie (78) wurde gezeigt, dass die kognitive Erholung eventuell länger dauert als gedacht. Das visuelle Gedächtnis, Geschwindigkeitsverarbeitung, Reaktionszeit sowie Symptomatik verbessert sich meist innerhalb von 8-14 Tagen, das verbale Gedächtnis braucht mit mindestens 14 Tagen am längsten.

Falls die Sportlerin oder der Sportler weiterhin bei mentaler Aktivität Symptome zeigt, können folgende Strategien helfen: Den Schulalltag später starten oder nur halbtags zur Schule gehen, nur an bestimmten Fächern teilnehmen, mehr Zeit für Aufgaben haben, eine leise Atmosphäre schaffen, um Aufgaben bewältigen zu können, laute Atmosphären wie Kantinen / Aula / Sportveranstaltungen /

Musikunterricht vermeiden, viele Pausen einlegen, maximal eine Prüfung pro Tag absolvieren, kürzere Aufgaben, Eselsbrücken, Nachhilfe / Tutoren und vor allem die Bestätigung durch Lehrerinnen und Lehrer, dass das Kind ausreichend unterstützt wird (59).

Eine Rückkehr zum Sport ist erst dann erlaubt, wenn eine Rückkehr in die Schule ohne signifikante Symptomverschlechterung möglich ist und der Stundenplan nicht mehr angepasst werden muss (59).

Egal in welcher Alterskategorie, Eishockeyspielerinnen und -spieler mit Gehirnerschütterungen sollen sowohl symptomfrei sein, als auch keine Pharmaka zu sich nehmen, die die Symptome der Gehirnerschütterung beeinflussen oder verändern können (5).

4 Diskussion

Untersuchungen zu Gehirnerschütterungen im österreichischen Eishockey wurden bislang nicht durchgeführt oder publiziert, obwohl sich der Sport immer mehr an Popularität erfreut. Besonders junge Athletinnen und Athleten sind oft nicht ausreichend informiert, wie auch die Eltern, aber auch erfahrenere Spielerinnen und Spieler sowie Trainerinnen und Trainer. Eine Aufklärung über die gefährlichen Folgen bei Missachtung der Erholungsperiode ist essenziell, um sowohl eine längst mögliche Karriere in neuropsychologischer Gesundheit zu gewährleisten, als auch abseits des Eises ein normales Leben zu protegiere (4,6,8,54,56,57).

Studien in anderen Kontaktsportarten zeigten eine verlängerte Reaktionszeit nach Gehirnerschütterung (sowohl symptomfrei als mit Symptomen), sowie dass die neurokognitive Leistung besonders in den Bereichen von verbalem und visuellem Gedächtnis und der Verarbeitungsgeschwindigkeit abnahm. Dies wirkt sich auch auf das Leben der Athletinnen und Athleten abseits des Sports aus (6,78).

Um sich lange am Eishockeysport erfreuen, eine Karriere anstreben und ein neurokognitiv-gesundes Leben führen zu können ist es wichtig sich mit dem Thema Gehirnerschütterung auseinander zu setzen.

Die Biomechanik und Pathophysiologie hinter Gehirnerschütterungen zu verstehen ist ein essenzieller Punkt, genauso wie die Erkenntnis um die Individualität jeder Gehirnerschütterung. Auch die Epidemiologie ist ein interessanter Punkt, sind doch Gehirnerschütterungen die häufigste Verletzung im Eishockey. Sie entstehen meist durch einen Aufprall von zwei Spielerinnen oder Spielern mit hoher Geschwindigkeit und involviert oft die Schulter des Gegners sowie die Bande oder, als Zweitkontakt, die Eisfläche (2,13,14,15,16,17,18).

Klinik und Symptomatik sind je nach Spielerin oder Spieler individuell, welches die Notwendigkeit des Baseline Testings unterstreicht. Hierbei darf der Einfluss von psychischen Faktoren nicht außer Acht gelassen werden, welche das Baseline Testing verzerren können (3,4,5,6).

Diagnostisch sind das CRT (Concussion Recognition Tool) sowie die Maddocks-Fragen die wichtigsten Instrumente für nicht-medizinisches Fachpersonal. Medizinisches Fachpersonal kann sich dem SCAT (Sport Concussion Assessment Tool) bedienen. Letzteres ist auch für Kinder als Child SCAT (The Child Sport Concussion Assessment Tool) verfügbar (2,3,5,6,59,60,61)

Innerklinisch sind die Biomarker auf dem Vormarsch, besondere Hoffnung wird auf S100b, jedoch auch T-Tau und Neurofilament Light gelegt (67,68,70,71,72,73,75,76). Sie könnten eine Reduktion der Strahlenbelastung, wie auch ökonomische Vorteile, durch verminderte Anzahl von Computertomographien (CT) bewirken. Magnetresonanztomographie (MR), besonders funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRI), wird vermutlich der Forschung vorbehalten bleiben (4,6,9,80).

Letztendlich ist das Return-to-Play Protokoll, beziehungsweise beim Nachwuchs auch das Return-to-School Protokoll, der entscheidende Punkt, damit sich eine Eishockeyspielerin oder ein Eishockeyspieler lange an diesem schnellen Spiel erfreuen kann und eine lange, gesunde Karriere erleben darf. Hierbei wird ein siebenstufiges Programm durchlaufen, wobei sich die Athletin oder der Athlet bei Asymptomatik eine Stufe nach oben bewegen darf, bei Symptomatik muss auf die

vorherige Stufe zurückgegangen werden und man kann nach 24 Stunden erneut versuchen aufzusteigen (5,6).

Besonders wichtig ist es auch, dass der psychologische Effekt Gehirnerschütterung nicht unterschätzt wird und erkannt wird, dass dieser durch verschiedenste Arten von Therapien minimiert werden kann (6,7,10).

Vor allem im Hinblick auf die Langzeitauswirkungen, hierzu zählen das Postkommotionelle Syndrom, das meist fatale Second-impact-syndrome und die chronisch traumatische Encephalopathie (47-50,81,83,87,88-99), sind das Stufenprogramm der Therapie und die psychologische Komponente von Gehirnerschütterungen Punkte, denen ausreichend Beachtung geschenkt werden muss.

Um die Gefahren von Gehirnerschütterungen mehr publik zu machen, damit diese Verletzung endlich als ernst anerkannt wird, ist es an der Zeit vermehrt insbesondere prospektive Studien im europäischen und besonders im deutschsprachigen Raum durchzuführen. Präventive Maßnahmen wie Ausbildung und Wissen über die Gefahren im Falle einer Gehirnerschütterung, adäquate Schutzausrüstung, ein die Spielerin/ den Spieler protektives Regelwerk, sowie moralische Herangehensweise der Athletinnen und Athleten und Fair Play sind essenziell um den Schaden des Traumas so gering wie möglich zu halten und gehören vermehrt forciert.

Im österreichischen Eishockey liegt noch keine offizielle oder einheitliche Richtlinie vor, welche Maßnahmen und Testungen vor, sowie während, der Saison im Bezug auf Gehirnerschütterungen ergriffen werden sollen. Empfehlenswert wäre es, bei jeder Spielerin beziehungsweise jedem Spieler ein Baseline Testing durchzuführen. Weiters sollte jede mögliche Ursache für eine Gehirnerschütterung dokumentiert werden, hierzu zählen auch Bodychecks im Training. Eine medizinische Fachkraft sollte sowohl während dem Training, wie auch bei jedem Spiel, anwesend sein, wie auch fachlich auf das Management bei Gehirnerschütterungen geschult sein, inklusive der Beurteilung der Athletin oder des Athleten On-Ice und Off-Ice durch CRT, SCAT und GCS. Der unmittelbare

Transfer ins Krankenhaus muss bei jeglichen Red Flags erfolgen. Innerklinisch sollte den skandinavischen Leitlinien für minimale, milde und moderate Schädelhirntraumen (62,63,64) entsprechend je nach Biomarker S100b und/oder Bildgebung mittels CT über eine stationäre Aufnahme oder Entlassung entschieden werden. Ein Fokus sollte auch auf das schrittweise Wiedereinsteigen in den Sport (5,6) gelegt werden, um Folgeschäden zu vermeiden. Eine Optimierung der Spielregeln zum Schutz der Eishockeyspielerinnen und -spieler ist obligat. Letztlich ist eine Aufklärung und Bildung der Sportlerinnen und Sportler, insbesondere des Nachwuchts, jedoch auch allen Beteiligten rund ums Eishockey unerlässlich.

Eine Implementation der genannten Maßnahmen als ideales Management bei Gehirnerschütterungen in der österreichischen Eishockeyliga und dem medizinischen Setting wäre folglich erstrebenswert.

5 Literaturverzeichnis

1. Feddermann-Demont N, Bizzini M, Junge A. Gehirnerschütterung im Sport. Sportphysio. 2017 Vol 5, 103-112
2. Sutor V, Unterschätzte Gefahr. Physiopraxis. 2017; 7-8. 22-27.
3. Bundesinstitut für Sportwissenschaft, Gässlen A, Schmehl I. Leichtes Schädel-Hirn-Trauma im Sport. Handlungsempfehlungen [Internet] 30.03.2015 [zitiert am 16.04.2018]. URL:https://www.bisp.de/SharedDocs/Downloads/Publikationen/Athletenbroschüren/LSHT_Schaedel_Hirn_Trauma_Sport.pdf
4. Aubry M, Cantu R, Dvorak J, Graf-Baumann T, Johnston K, Kelly J, Lovell M, McCrory P, Meeuwisse W, Schamasch P (the Concussion in Sport (CIS) Group). Summary and agreement statement of the first International Conference on Concussion in Sport, Vienna 2001. British Journal of Sports Medicine 2002; Februar. 6-10.
5. McCrory P, Johnston K, Meeuwisse W, Aubry M, Cantu R, Dvorak J, Graf-Baumann T, Kelly J, Lovell M, Schmasch P. Summary and agreement statement of the 2nd International Conference on Concussion in Sport, Prague 2004. British Journal of Sports Medicine 2005; März. 196-204.
6. McCrory, Meeuwisse W, Johnston K, Dvorak J, Aubry M, Molloy M, Cantu R. Consensus Statement on Concussion in Sport: the 3rd International Conference on Concussion in Sport held in Zurich, November 2008. British Journal of Sports Medicine 2009; Mai. 76-84.
7. McCrory P, Meeuwisse W, Aubry M, Cantu B, Dvorak J, Echemendia R, Engebretsen L, Johnston K, Kutcher J, Raftery M, Sills A, Benson B, Davis G, Ellenbogen R, Guskiewicz K, Herring S, Iverson G, Jordan B, Kissick J, McCrea M, McIntosh A, Maddocks D, Makdissi M, Purcell L, Putukian M, Schneider K, Tator C, Turner M. Consensus statement on concussion in sport: the 4th International Conference on Concussion in Sport held in Zurich, November 2012. British Journal of Sports Medicine 2013, Februar. 250-258.
8. McCrory P, Meeuwisse W, Dvorak J, Aubry M, Bailes J, Broglio S, Cantu R, Cassidy D, Echemendia R, Castellani R, Davis G, Ellenbogen R, Emery C, Engebretsen L, Feddermann-Demont N, Giza C, Guskiewicz K, Herring S, Iverson G, Johnston K, Kissick J, Kutcher J, Leddy K, Maddocks D, Makdissi M, Manley G, McCrea M, Meehan W, Nagahiro S, Patricios J, Putukian M, Schneider K, Sills A, Tator C, Turner M, Vos P. Consensus statement on concussion in sport- the 5th international conference on concussion in sport held in Berlin, October 2016. British Journal of Sports Medicine 2017, März. 838-847.
9. Mattle H, Mumenthaler M. Neurologie. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2006. 2. Auflage. 125-126.
10. Bloom G, Horton A, McCrory P, Johnston K. Sport psychology and concussion: new impacts to explore. British Journal of Sports Medicine, 2004, Mai, 519–52.
11. Weber M, Dean J-H, Hoffman, N, Broglio S, McCrea M, McAllister T, Schmidt J. Influences of Mental Illness, Current Psychological State, and Concussion History on Baseline Concussion Assessment Performance. The American Journal of Sports Medicine 2018, 1-10

12. Fazio V, Lovell M, Pardini J, Collins M,.The relation between post concussion symptoms and neurocognitive performance in concussed athletes. *Neurohabilitation* 2007, 22
13. Giza C, Hovda D. The New Neurometabolic Cascade of Concussion 2014. *Neurosurgery* Vol 75, 23-33
14. King D, Brughelli M, Hume P, Gissane C. Assessment, management and knowledge of sport-related concussions: systematic review. *Sports Medicine* 2014 (Auckland, NZ) Vol 44, 499-471
15. McCrory P, Berkovic S. Concussion: The history of clinical and pathophysiological concepts and misconceptions, *Neurology* 2001 Vol 57, 2283-2289
16. Giza C, Hovda D. The Neurometabolic Cascade of Concussion, *Journal of athletic training* 2001 Vol 36, 228-235
17. Blennow K, Hardy J, Zetterberg H. The neuropathology and neurobiology of traumatic brain injury, *Neuron* 2012 Vol 76, 886-899
18. Barkhoudarian G, Hovda D, Giza C. The Molecular Pathophysiology of Concussive Brain Injury – an Update, *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North america* 2016 Vol 27, 373-393
19. IIHF Official Rulebook 2018-2022 [Internet] [zitiert am 06.01.2020]
URL:http://webarchive.iihf.com/fileadmin/user_upload/PDF/Sport/IIHF_Official_Rule_Book_2018.pdf
20. Stuart M, Smit A, Malo-Ortiguera S, Fischer T, Larson D. A comparison of facial protection and the incidence of head, neck, and facial injuries in Junior A hockey players. A function of individual playing time. *The American Journal of Sports Medicine* 2002 Vol 30, 39-44
21. Emery C, Kang J, Shrier I, Goulet C, Hagel B, Benson B, Nettel-Aguirre a, McAllister J, Hamilton G, Meeuwisse W. Risk of injury associated with body checking among youth ice hockey players. *Jama* 2010 Vol 303, 2265-2272
22. Emery C, Kang J, Schneider K, Meeuwisse W. Risk of injury and concussion associated with team performance and penalty minutes in competitive youth ice hockey. *British Journal of Sports Medicine* 2011 Vol 45, 1289-1293
23. Watson R, Singer C, Sproule J. Checking from behind in ice hockey: a study of injury and penalty data in the Ontario University Athletic Association Hockey League, *Clinical journal of sports medicine: official journal of the Canadian Academy of Sports Medicine* 1996 Vol 6, 108-111
24. Hutchison M, Comper P, Meeuwisse W, Echemendia R. A systematic video analysis of National Hockey League (NHL) concussions, part I: who, when, where and what?, *British journal of sports medicine* 2015 Vol 49, 547-551
25. Echemendia R, Bruce J, Meeuwisse W, Hutchinson M, Comper P, Aubry M. Can visible signs predict concussion diagnosis in the National Hockey League? *British journal of sports medicine* 2017
26. Flik K, Lyman S, Marx R. American collegiate men's ice hockey: an analysis of injuries, *The American Journal of Sports Medicine* 2005 Vol 33, 183-187

27. Kuzuhara K, Shimamoto H, Mase Y. Ice hockey injuries in a Japanese elite team: a 3-year prospective study, *Journal of athletic training* 2009 Vol 44, 208-214
28. Agel J, Harvey E. A 7-year review of men's and women's ice hockey injuries in the NCAA. *Canadian Journal of surgery, Journal canadien de chirurgie* 2010 Vol 53, 319-323
29. Marar M, McIlvain N, Fields S, Comstock R. Epidemiology of concussions among United States high school athletes in 20 sports, *The American Journal of Sports Medicine* 2012 Vol 40, 747-755
30. Benson B, Meeuwisse W, Rizos J, Kang J, Burke C. A prospective study of concussions among National Hockey League players during regular season games: the NHL-NHLPA Concussion Program, *CMAJ: Canadian Medical Association journal = journal de l'Association medicale canadienne* 2011 Vol 183, 905-911
31. Wennberg R, Tator C. Concussion incidence and time lost from play in the NHL during the past ten years, *The Canadian journal of neurological sciences. Le journal canadien des sciences neurologiques* 2008 Vol 31, 647-651
32. Pauelsen M, Nyberg G, Tegner C, Tegner Y. Concussion in Ice Hockey – A Cohort Study across 29 Seasons, *Clinical journal of sport medicine: official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine* 2017 Vol 27, 283-287
33. Schick D, Meeuwisse W. Injury rates and profiles in female ice hockey players, *The American Journal of Sports Medicine* 2003 Vol 31, 47-52
34. Kerr Z, Roos K, Djoko A, Dalton S, Broglio S, Marshall S, Dompier T. Epidemiologic Measures for Quantifying the Incidence of Concussion in National Collegiate Athletic Association Sports, *Journal of athletic training* 2016 Vol 52, 167-174
35. Zuckerman S, Kerr Z, Yengo-Kahn A, Wasserman E, Covassin T, Solomon G. Corrigendum. Epidemiology of sports-related concussions in NCAA athletes from 2009-2010 to 2013-2014: incidence, recurrence, and mechanisms, *The American Journal of Sports Medicine* 2016 Vol 44
36. Wennberg R. Collision frequency in elite hockey on North America versus international size rinks, *The Canadian journal of neurological sciences. Le journal canadien des sciences neurologiques* 2004 Vol 31, 373-377
37. Ruhe A, Gansslen A, Klein W. The incidence of concussion in professional and collegiate ice hockey: are we making progress? A systematic review of the literature, *British journal of sports medicine* 2014 Vol 48, 102-106
38. Hutchison M, Thesis: Concussions in the National Hockey League (NHL): The Video Analysis Project, University of Toronto
39. Hutchison M, Comper P, Meeuwisse W, Echemendia R. A systematic video analysis of National Hockey League (NHL) concussions, part II: how concussions occur in the NHL, *British Journal of Sports medicine* 2015 Vol 49 552-555
40. Bruce J, Echemendia R, Meeuwisse W, Hutchison M, Aubry M, Comper P. Development of a risk prediction model among professional hockey players with visible signs of concussion, *British journal of sports medicine* 2017

41. Izraelski J, Thesis: Concussion Incidence and Risk Factors in the National Hockey League between the 2005-2006 and 2011-2012 Season, York University, Toronto Ontario
42. Goodman D, Gaetz M, Meichenbaum D. Concussions in hockey: there is cause for concern, *Medicine and science in sports and exercise* 2001 Vol 33, 2004-2009
43. Tuominen M, Stuart M, Aubry M, Kannus P, Parkkari J. Injuries in men's international ice hockey: a 7-year study of the International Ice Hockey Federation Adult World Championship Tournaments and Olympic Winter Games, *British Journal of sports medicine* 2015 Vol 49, 30-36
44. Ice hockey layout [Internet] [zitiert am 06.01.2020] URL: https://www.wikiwand.com/en/Ice_hockey_rink
45. Stevens S, Lassonde M, de Beaumont, Keenan J. In-game fatigue influences concussions in national hockey league players, *research in sports medicine* 2008 Vol 16, 68-74
46. Duhaime A, Beckwith J, Maerlender A, McAllister T, Crisco J, Duma S, Brolinson P, Rowson S, Flashman L, Chu J, Greenwald R. Spectrum of acute clinical characteristics of diagnosed concussions in college athletes wearing instrumented helmets, *Journal of Neurosurgery* 2012 Vol 117, 1092-1099
47. Register-Mihalik J, Mikalik J, Guskiewicz K. Association between previous concussion history and symptom endorsement during preseason baseline testing in high school and collegiate athletes, *Sports Health – A multidisciplinary Approach* 2009 Vol 1, 61-65
48. Bryant R. Disentangling Mild Traumatic Brain Injury and Stress Reactions, *New England Journal of Medicine* 2008, 525-527
49. Bryant R. Posttraumatic stress disorder and traumatic brain injury: can they co-exist? *Clinical Psychological Review* 2001 Vol 21, 931-945
50. Mittenberg W, Tremont G, Zielinski R, Fichera S, Rayls K. Cognitive-behavioural prevention of postconcussion syndrome. *Archives of Clinical Neuropsychology* 1996 Vol 11, 139-145
51. Lanius R, Bluhm R, Lanius U, Pain C. A review of neuroimaging studies in PTSD: heterogeneity of response to symptom provocation. *Journal of Psychiatric Research* 2006 Vol 40, 709-729
52. Kennedy J, Jaffee M, Leskin G, Stokes J, Leal F, Fitzpatrick P. Posttraumatic stress disorder and posttraumatic stress disorder-like symptoms and mild traumatic brain injury. *Journal of Rehabilitation Research & Development* 2007 Vol 44, 895-920
53. Ehlers, A, Clark D. A cognitive model of posttraumatic stress disorder. *Behavioural Research Therapy* 2000, Vol 38, 319-345
54. Landre N, Poppe C, Davis N, Schmaus B, Hobbs S. Cognitive functioning and postconcussive symptoms in trauma patients with and without mild TBI. *Archives of Clinical Neuropsychology* 2006 Vol 21, 255-273
55. Kasamatsu T, Valovich McLeod T, Register-Mihalik J, Welch Bacon C. Teachers' beliefs and practices regarding academic support following concussion, *Teaching and Teacher Education* 2017 Vol 68, 181-189

56. Chomitz V, Slining M, McGowan R, Mitchell S, Dawson G, Hacker K. Is there a relationship between physical fitness and academic achievement? Positive results from public school children in the northeastern United States. *Journal of School health* 2009 Vol 79, 30-37
57. Baker J, Leddy J, Darling S, Rieger B, Mashtare T, Sharma T. Factors associated with problems for adolescents returning to the classroom after sport-related concussion. *Clinical pediatrics* 2015 Vol 54, 961-968
58. Makki A, Leddy J, Hinds Am Baker J, Paluch R, Shucard J. School attendance and symptoms in adolescents after sport-related concussion. *Global Pediatric Health* 2016 Vol 3, 1-3
59. Echemendia R, Meeuwisse W, McCrory P, Davis G, Putukian M, Leddy J, Makdissi M, Sullivan S, Broglio S, Raftery M, Schneider K, Kissick J, McCrea M, Dvorak J, Sills A, Aubry M, Engebretsen L, Lossemore M, Fuller G, Kutcher J, Ellenbogen R, Guskiewicz K, Patricios, Herring S. The Sport Concussion Assessment Tool – 5th Edition, *British Journal of Sports Medicine* 2017, 1-3
60. Davis G, Purcell L, Schneider K, yeates K, Gioia G, Anderson V, Ellenbogen R, Echemendia R, Makdissi M, Sills A, Iverson G, Dvorak J, McCrory P, Meeuwisse W, Patricios J, Giza C, Kutcher J. The Child Sport Concussion Assessment Tool – 5th Edition, *British Journal of Sports Medicine* 2017, 1-3
61. Echemendia R, Meeuwisse W, McCrory P, Davis G, Putukian M, Leddy J, Makdissi M, Sullivan S, Broglio S, Raftery M, Schneider K, Kissick J, McCrea M, Dvorak J, Sills A, Aubry M, Engebretsen L, Loosemore M, Fuller G, Kutcher J, Ellenbogen R, Guskiewicz K, Patricios J, Herring S. Concussion Recognition Tool 5, *British Journal of Sports Medicine* 2017, Vol 51, 872
62. Uden J, Ingebritsen T, Romner B. Scandinavian guidelines for initial management of minimal, mild and moderate head injuries in adults: an evidence and consensus-based update, *BMC Medicine* 2013 Vol 11, 1-13
63. Uden L., Calcagnile O, Uden J, Reinstrup P, Bazarian J. Validation of the Scandinavian guidelines for initial management of minimal, mild and moderate traumatic brain injury in adults, *BMC Medicine* 2015 Vol 13, 1-9
64. Astrand R, Rosenlund C, Uden J. Scandinavian guidelines for initial management of minor and moderate head trauma in children, *BMC Medicine* 2016 Vol 14, 1-19
65. Minkinen M, Iverson G, Kotilainen A, Pauniahio S, Mattila V, Lehtimäki T, Berghem K, Posti J, Luoto T. Prospective Validation of the Scandinavian Guidelines for Initial Management of Minimal, Mild, and Moderate Head Injuries in Adults, *Journal of Neurotrauma* 2019, 1-30
66. IIHF Medical Care Guide [Internet] [zitiert am 16.01.2020]. URL:<https://www.iihf.com/en/static/5070/medical>
67. Calcagnile O, Uden L, Uden J. Clinical validation of S100b use in management of mild head injury, *BMC Emergency Medicine* 2012 Vol 12, 1-6
68. Calcagnile O, Anell A, Uden K. The addition of S100b to guidelines for management of mild head injury is potentially cost saving, *BMC Neurology* 2016, Vol 16, 1-7

69. Biberthaler P, Mussack T, Wiedemann E, Gilg T, Soyka M, Koller G. Elevated Serum levels of S100b reflect the extent of brain injury in alcohol intoxicated patients after mild head trauma, *Shock* 2001 Vol 16, 97-101
70. Muller K, Townend W, Biasca N, Uden J, Waterloo K, Romner B. S100b serum level predicts computed tomography findings after minor head injury, *The Journal of Trauma and Acute Care Surgery* 2007 Vol 62, 1452-1456
71. Zongo D, Ribereau-Gayon R, Masson F, Laborey M, Conrand B, Salmi L. S100b protein as a screening tool for the early assessment of minor head injury. *Annals of Emergency Medicine* 2012 Vol 59, 209-218
72. Bouvier D, Oddeze C, Ben Haim D, Moustafa F, Legrand A, Alazia M, Interest of S100b protein blood level determination for the management of patients with minor head trauma, *Annales de biologie clinique* 2009 Vol 67, 425-431
73. Uden J, Romner B. Can low serum levels of S100b predict normal CT findings after minor head injury in adults?: an evidence-based review and meta-analysis. *Journal of Head Trauma Rehabilitation* 2010 Vol 25, 228-240
74. Poeck K, Hacke W. *Neurologie*. Heidelberg: Springer Medizin Verlag, 2006. 12. Auflage, 79
75. Shahim P, Tegner Y, Wilson D, Randall J, Skillbäck T, Pazooki D, Kallberg B, Blennow K, Zetterberg H. Blood Biomarkers for Brain Injury in Concussed Professional Ice Hockey Players, *JAMA Neurology* 2014, 1-9
76. Shahim P, Zetterberg H, Tegner Y, Blennow K. Serum neurofilament light as a biomarker for mild traumatic brain injury in contact sports, *Neurology* 2017, Vol 88, 1788-1794
77. Peltonen K, Vartiainen M, Laitala-Leinonen T, Koskinen S, Luoto T, Pertab J, Hokkanen L. Adolescent athletes with learning disability display atypical maturational trajectories on concussion baseline testing: Implications based on a Finnish sample, *Child Neuropsychology* 2018, 1744-4316
78. McClincy M, Lovell M, Pardini J, Collins M, Spore M. Recovery from sports concussion in high school and collegiate athletes, *Brain Injury* 2006, Vol 20, 33-39
79. Fazio V, Lovell M, Pardini J, Collins M. The relation between post concussion symptoms and neurocognitive performance in concussed athletes, *NeuroRehabilitation* 2007, Vol 22, 207-216
80. Pardini J, Pardini D, Becker J, Dunfee K, Eddy W, Lovell M, Welling J. Postconcussive Symptoms Are Associated With Compensatory Cortical Recruitment During a Working Memory Task, *Neurosurgery* 2010, Vol 67, 1020-1028
81. Kontos A, Elbin R, Schatz P, Covassin T, Henry L, Pardini J, Collins M. A Revised Factor Structure for the Post-Concussion Symptom Scale: Baseline and Postconcussion Factors, *The American Journal of Sports Medicine* 2012, Vol 40, 2375-2384
82. Lovell M, Iverson G, Collins M, Podell K, Johnston K, Pardini D, Pardini J, Norwig J, Maroon J. Measurement of Symptoms Following Sports-Related Concussion: Reliability and Normative Data for the Post-Concussion Scale, *Applied Neuropsychology* 2006, Vol 13, 166-174

83. Paulus W, Reimers C, Steinhoff B. Postkommotionelles Syndrom, Neurologie. Empfehlungen zur Patienteninformation. Steinkopff, Heidelberg 2000. 77-78
84. McHugh T, Laforce R, Gallagher P, Quinn S, Diggle P, Buchanan L. Natural history of the long-term cognitive, affective, and physical sequelae of a minor traumatic brain injury, *Brain and Cognition* 2006, Vol 60, 209-11
85. Bigler E. Neuropsychology and clinical neuroscience of persistent post-concussive syndrome, *Journal of the International Neuropsychological Society* 2008, Vol 14, 1-22
86. Evans R. The postconcussion syndrome and the sequelae of mild head injury, *Neurologic Clinics* 1992, Vol 10, 815-847
87. Hall R, Hall R, Chapman M. Definition, diagnosis, and forensic implications of postconcussional syndrome, *Psychosomatics* 2005, Vol 46, 195-202
88. Signoretti S, Lazzarino G, Tavazzi B, Vagnozzi R. The pathophysiology of concussion, *PM&R* 2011, Vol 3, 359-368
89. Wetjen N, Pichelmann M, Atkinson J. Second impact syndrome: concussion and second injury brain complications, *Journal of the American College of Surgeons* 2010, Vol 211, 553-557
90. Saulle M, Greenwald B. Chronic traumatic encephalopathy: a review, *Rehabilitation Research and Practice* 2012, 1-9
91. Cifu D, Drake D. Repetitive head injury syndrome, 2006. [Internet] [zitiert am 08.02.2020]. URL: www.emedicine.com
92. Cantu R. Second-impact syndrome, *Clinics in Sports Medicine* 1998, Vol 17, 37-44
93. LeBlanc C, Coombs J, Davis R. The management of minor closed head injury in children, *Pediatrics* 2000, Vol 106, 1524-1525
94. Kushner D. Mild traumatic brain injury: Toward understanding manifestations and treatment, *Archives of Internal Medicine* 1998, Vol 158, 1617-1624.
95. Kirkwood M, Yeates K, Wilson P. Pediatric sport-related concussion: A review of the clinical management of an oft-neglected population, *Pediatrics* 2006, Vol 117, 1359-1371
96. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Sports-related recurrent brain injuries - United States. *Morbidity and Mortality Weekly Report* 1997, Vol 46, 224-227
97. Smith J, Tjandra J, Clunie G, Kaye A. *Textbook of Surgery*, Wiley-Blackwell 2006, 446
98. Kushner D. Concussion in sports: Minimizing the risk for complications, *American Family Physician* 2001, Vol 64, 1007-1014
99. Martineau C, Kingma J, Bank L, Valovich McLeod T. Guidelines for treatment of sport-related concussions: Proper recognition, initial management, and long-term clinical decision making are important aspects of treating concussive injury and allowing for a safe return to play, *Journal of the American Academy of Physician Assistants* 2007
100. Bonfield C, Kondziolka D. Beyond the game: the legacy of Bill Masterton, *Neurosurgical Focus* 2016, Vol 41

101. Asken B, Sullan M, DeKosky S, Jaffee M, Bauer R. Research Gaps and Controversies in Chronic Traumatic Encephalopathy: A Review, *JAMA Neurology* 2017, Vol 74, 1255-1262
102. Stein T, Alvarez V, McKee A. Chronic traumatic encephalopathy: a spectrum of neuropathological changes following repetitive brain trauma in athletes and military personnel, *Alzheimer's Research & Therapy* 2014, Vol 6, 4
103. Vasson I, Viano D, Haacke E, Kou Z, LeStrange D. Is There Chronic Brain Damage in Retired NFL Players? *Neuroradiology, Neuropsychology, and Neurology Examinations of 45 Retired Players, Sports Health* 2014, 384-395
104. Corsellis J, Bruton C, Freeman-Browne D. The Aftermath of Boxing, *Psychological Medicine* 1973, Vol 3, 270-303
105. McKee A, Stern R, Nowinski C, Stein T, Alvarez V, Daneshvar D, Lee H, Wojtowicz S, Hall G, Baugh C, Riley D, Kubilus C, Cormier K, Jacobs M, Martin B, Abraham C, Ikezu T, Reichard R, Wolozin B, Budson A, Goldstein L, Kowall N, Cantu R. The spectrum of disease in chronic traumatic encephalopathy, *Brain* 2013, Vol 136, 43-64
106. Baugh C, Stamm J, Riley D, Gavett B, Shenton M, Lin A, Nowinski C, Cantu R, McKee A, Stern R. Chronic traumatic encephalopathy: neurodegeneration following repetitive concussive and subconcussive brain trauma, *Brain Imaging Behavior* 2012, Vol 6, 244-254
107. McKee A, Cantu R, Nowinski C, Hedley-Whyte E, Gavett B, Budson A, Santini V, Lee H, Kubilus C, Stern R. Chronic traumatic encephalopathy in athletes: progressive tauopathy after repetitive head injury, *Journal of Neuropathology and Experimental Neurology* 2009, Vol 68, 709-735
108. Digravio G, Rubin A. New pathology findings show significant brain degeneration in professional athletes with history of repetitive concussions, *Center for the Study of Traumatic Encephalopathy* 2008
109. Matheson J. Welch to donate brain for concussion study, *The Edmonton Journal* 2006
110. Schwarz A. Hockey Brawler Paid Price, With Brain Trauma, *The New York Times* 2011
111. Montenegro P, Corp D, Stein T, Cantu R, Stern R. Chronic Traumatic Encephalopathy: Historical Origins and Current perspective, *Annual Review of Clinical Psychology*, 2015, 309-330
112. Haase T. Crosby historically strong in comeback games, *DK Pittsburgh Sports* 2020 [Internet] [zitiert am 09.02.2020]. URL: <https://www.dkpittsburghsports.com/2020/01/14/sidney-crosby-injury-history-timeline-concussion-surgery-return-update-tlh/>
113. Chisholm D, Black A, Palacios-Derflinger L, Eliason P, Schneider K, Emery C, Hagel B. Mouthguard use in youth ice hockey and the risk of concussion: nested case-control study of 315 cases, *British Journal of Sports Medicine* 2020
114. Schmitt K, Muser M, Thueller H, Brügger O. Impact testing of different ice hockey board designs, *British Journal of Sports Medicine* 2017, Vol 51, 383

Anhang

A. Concussion Recognition Tool 5 (CRT5)

Sullivan S, Broglio S, Raftery M, Schneider K, Kissick J, McCrea M, Dvorak J, Sills A, Aubry M, Engebretsen L, Loosemore M, Fuller G, Kutcher J, Ellenbogen R, Guskiewicz K, Patricios J, Herring S. Concussion Recognition Tool 5, British Journal of Sports Medicine 2017, Vol 51, 872

B. Sport Concussion Assessment Tool (SCAT5)

Echemendia R, Meeuwisse W, McCrory P, Davis G, Putukian M, Leddy J, Makdissi M, Sullivan S, Broglio S, Raftery M, Schneider K, Kissick J, McCrea M, Dvorak J, Sills A, Aubry M, Engebretsen L, Loosemore M, Fuller G, Kutcher J, Ellenbogen R, Guskiewicz K, Patricios, Herring S. The Sport Concussion Assessment Tool – 5th Edition, British Journal of Sports Medicine 2017, 1-3

C. Child Sport Concussion Assessment Tool (Child SCAT5)

Davis G, Purcell L, Schneider K, yeates K, Gioia G, Anderson V, Ellenbogen R, Echemendia R, Makdissi M, Sills A, Iverson G, Dvorak J, McCrory P, Meeuwisse W, Patricios J, Giza C, Kutcher J. The Child Sport Concussion Assessment Tool – 5th Edition, British Journal of Sports Medicine 2017, 1-3

D. IIHF Daily Injury Report Form

IIHF Medical Care Guide [Internet] [zitiert am 16.01.2020].
URL:<https://www.iihf.com/en/static/5070/medical>

E. IIHF Injury Report System Form

IIHF Medical Care Guide [Internet] [zitiert am 16.01.2020].
URL:<https://www.iihf.com/en/static/5070/medical>

F. IIHF Concussion Protocol

IIHF Medical Care Guide [Internet] [zitiert am 16.01.2020].
URL:<https://www.iihf.com/en/static/5070/medical>

Alle Anhänge sind in ihrer vorliegenden Form von den Autorinnen und Autoren für die Distribution an Individuen, Teams, Gruppen und Organisationen vorgesehen und zugelassen.

A. Concussion Recognition Tool 5 (CRT5)

Sullivan S, Broglio S, Raftery M, Schneider K, Kissick J, McCrea M, Dvorak J, Sills A, Aubry M, Engebretsen L, Loosemore M, Fuller G, Kutcher J, Ellenbogen R, Guskiewicz K, Patricios J, Herring S. Concussion Recognition Tool 5, *British Journal of Sports Medicine* 2017, Vol 51, 872

CONCUSSION RECOGNITION TOOL 5 ©

To help identify concussion in children, adolescents and adults



RECOGNISE & REMOVE

Head impacts can be associated with serious and potentially fatal brain injuries. The Concussion Recognition Tool 5 (CRT5) is to be used for the identification of suspected concussion. It is not designed to diagnose concussion.

STEP 1: RED FLAGS — CALL AN AMBULANCE

If there is concern after an injury including whether ANY of the following signs are observed or complaints are reported then the player should be safely and immediately removed from play/game/activity. If no licensed healthcare professional is available, call an ambulance for urgent medical assessment:

- Neck pain or tenderness
- Double vision
- Weakness or tingling/numbing in arms or legs
- Severe or increasing headache
- Seizure or convulsion
- Loss of consciousness
- Deteriorating conscious state
- Vomiting
- Increasingly restless, agitated or combative

Remember:

- In all cases, the basic principles of first aid (danger, response, airway, breathing, circulation) should be followed.
- Assessment for a spinal cord injury is critical.
- Do not attempt to move the player (other than required for airway support) unless trained to do so.
- Do not remove a helmet or any other equipment unless trained to do so safely.

If there are no Red Flags, identification of possible concussion should proceed to the following steps:

STEP 2: OBSERVABLE SIGNS

Visual clues that suggest possible concussion include:

- Lying motionless on the playing surface
- Slow to get up after a direct or indirect hit to the head
- Disorientation or confusion, or an inability to respond appropriately to questions
- Balance, gait difficulties, motor incoordination, stumbling, slow laboured movements
- Blank or vacant look
- Facial injury after head trauma

© Concussion in Sport Group 2017

STEP 3: SYMPTOMS

- Headache
- "Pressure in head"
- Balance problems
- Nausea or vomiting
- Drowsiness
- Dizziness
- Blurred vision
- Sensitivity to light
- Sensitivity to noise
- Fatigue or low energy
- "Don't feel right"
- More emotional
- More Irritable
- Sadness
- Nervous or anxious
- Neck Pain
- Difficulty concentrating
- Difficulty remembering
- Feeling slowed down
- Feeling like "in a fog"

STEP 4: MEMORY ASSESSMENT

(IN ATHLETES OLDER THAN 12 YEARS)

Failure to answer any of these questions (modified appropriately for each sport) correctly may suggest a concussion:

- "What venue are we at today?"
- "Which half is it now?"
- "Who scored last in this game?"
- "What team did you play last week/game?"
- "Did your team win the last game?"

Athletes with suspected concussion should:

- Not be left alone initially (at least for the first 1-2 hours).
- Not drink alcohol.
- Not use recreational/ prescription drugs.
- Not be sent home by themselves. They need to be with a responsible adult.
- Not drive a motor vehicle until cleared to do so by a healthcare professional.

The CRT5 may be freely copied in its current form for distribution to individuals, teams, groups and organisations. Any revision and any reproduction in a digital form requires approval by the Concussion in Sport Group. It should not be altered in any way, rebranded or sold for commercial gain.

ANY ATHLETE WITH A SUSPECTED CONCUSSION SHOULD BE IMMEDIATELY REMOVED FROM PRACTICE OR PLAY AND SHOULD NOT RETURN TO ACTIVITY UNTIL ASSESSED MEDICALLY, EVEN IF THE SYMPTOMS RESOLVE

© Concussion in Sport Group 2017

B. Sport Concussion Assessment Tool (SCAT5)

Echemendia R, Meeuwisse W, McCrory P, Davis G, Putukian M, Leddy J, Makdissi M, Sullivan S, Broglio S, Raftery M, Schneider K, Kissick J, McCrea M, Dvorak J, Sills A, Aubry M, Engebretsen L, Lossemore M, Fuller G, Kutcher J, Ellenbogen R, Guskiewicz K, Patricios, Herring S. The Sport Concussion Assessment Tool – 5th Edition, *British Journal of Sports Medicine* 2017, 1-3

SCAT5[®]

SPORT CONCUSSION ASSESSMENT TOOL – 5TH EDITION

DEVELOPED BY THE CONCUSSION IN SPORT GROUP
FOR USE BY MEDICAL PROFESSIONALS ONLY

supported by



FIFA[®]



FEI

Patient details

Name: _____

DOB: _____

Address: _____

ID number: _____

Examiner: _____

Date of Injury: _____ Time: _____

WHAT IS THE SCAT5?

The SCAT5 is a standardized tool for evaluating concussions designed for use by physicians and licensed healthcare professionals¹. The SCAT5 cannot be performed correctly in less than 10 minutes.

If you are not a physician or licensed healthcare professional, please use the Concussion Recognition Tool 5 (CRT5). The SCAT5 is to be used for evaluating athletes aged 13 years and older. For children aged 12 years or younger, please use the Child SCAT5.

Preseason SCAT5 baseline testing can be useful for interpreting post-injury test scores, but is not required for that purpose. Detailed instructions for use of the SCAT5 are provided on page 7. Please read through these instructions carefully before testing the athlete. Brief verbal instructions for each test are given in italics. The only equipment required for the tester is a watch or timer.

This tool may be freely copied in its current form for distribution to individuals, teams, groups and organizations. It should not be altered in any way, re-branded or sold for commercial gain. Any revision, translation or reproduction in a digital form requires specific approval by the Concussion in Sport Group.

Recognise and Remove

A head impact by either a direct blow or indirect transmission of force can be associated with a serious and potentially fatal brain injury. If there are significant concerns, including any of the red flags listed in Box 1, then activation of emergency procedures and urgent transport to the nearest hospital should be arranged.

Key points

- Any athlete with suspected concussion should be **REMOVED FROM PLAY**, medically assessed and monitored for deterioration. No athlete diagnosed with concussion should be returned to play on the day of injury.
- If an athlete is suspected of having a concussion and medical personnel are not immediately available, the athlete should be referred to a medical facility for urgent assessment.
- Athletes with suspected concussion should not drink alcohol, use recreational drugs and should not drive a motor vehicle until cleared to do so by a medical professional.
- Concussion signs and symptoms evolve over time and it is important to consider repeat evaluation in the assessment of concussion.
- The diagnosis of a concussion is a clinical judgment, made by a medical professional. The SCAT5 should **NOT** be used by itself to make, or exclude, the diagnosis of concussion. An athlete may have a concussion even if their SCAT5 is “normal”.

Remember:

- The basic principles of first aid (danger, response, airway, breathing, circulation) should be followed.
- Do not attempt to move the athlete (other than that required for airway management) unless trained to do so.
- Assessment for a spinal cord injury is a critical part of the initial on-field assessment.
- Do not remove a helmet or any other equipment unless trained to do so safely.

IMMEDIATE OR ON-FIELD ASSESSMENT

The following elements should be assessed for all athletes who are suspected of having a concussion prior to proceeding to the neurocognitive assessment and ideally should be done on-field after the first first aid / emergency care priorities are completed.

If any of the "Red Flags" or observable signs are noted after a direct or indirect blow to the head, the athlete should be immediately and safely removed from participation and evaluated by a physician or licensed healthcare professional.

Consideration of transportation to a medical facility should be at the discretion of the physician or licensed healthcare professional.

The GCS is important as a standard measure for all patients and can be done serially if necessary in the event of deterioration in conscious state. The Maddocks questions and cervical spine exam are critical steps of the immediate assessment; however, these do not need to be done serially.

STEP 1: RED FLAGS

RED FLAGS:

- Neck pain or tenderness
- Double vision
- Weakness or tingling/ burning in arms or legs
- Severe or increasing headache
- Seizure or convulsion
- Loss of consciousness
- Deteriorating conscious state
- Vomiting
- Increasingly restless, agitated or combative

STEP 2: OBSERVABLE SIGNS

Witnessed Observed on Video

Lying motionless on the playing surface	Y	N
Balance / gait difficulties / motor incoordination: stumbling, slow / laboured movements	Y	N
Disorientation or confusion, or an inability to respond appropriately to questions	Y	N
Blank or vacant look	Y	N
Facial injury after head trauma	Y	N

STEP 3: MEMORY ASSESSMENT MADDOCKS QUESTIONS²

"I am going to ask you a few questions, please listen carefully and give your best effort. First, tell me what happened?"

Mark Y for correct answer / N for incorrect

What venue are we at today?	Y	N
Which half is it now?	Y	N
Who scored last in this match?	Y	N
What team did you play last week / game?	Y	N
Did your team win the last game?	Y	N

Note: Appropriate sport-specific questions may be substituted.

Name: _____

DOB: _____

Address: _____

ID number: _____

Examiner: _____

Date: _____

STEP 4: EXAMINATION GLASGOW COMA SCALE (GCS)³

Time of assessment _____

Date of assessment _____

Best eye response (E)

No eye opening	1	1	1
Eye opening in response to pain	2	2	2
Eye opening to speech	3	3	3
Eyes opening spontaneously	4	4	4

Best verbal response (V)

No verbal response	1	1	1
Incomprehensible sounds	2	2	2
Inappropriate words	3	3	3
Confused	4	4	4
Oriented	5	5	5

Best motor response (M)

No motor response	1	1	1
Extension to pain	2	2	2
Abnormal flexion to pain	3	3	3
Flexion / Withdrawal to pain	4	4	4
Localizes to pain	5	5	5
Obeys commands	6	6	6

Glasgow Coma score (E + V + M)

CERVICAL SPINE ASSESSMENT

Does the athlete report that their neck is pain free at rest? Y N

If there is **NO neck pain at rest**, does the athlete have a full range of ACTIVE pain free movement? Y N

Is the limb strength and sensation normal? Y N

In a patient who is not lucid or fully conscious, a cervical spine injury should be assumed until proven otherwise.

OFFICE OR OFF-FIELD ASSESSMENT

Please note that the neurocognitive assessment should be done in a distraction-free environment with the athlete in a resting state.

STEP 1: ATHLETE BACKGROUND

Sport / team / school: _____

Date / time of injury: _____

Years of education completed: _____

Age: _____

Gender: M / F / Other

Dominant hand: left / neither / right

How many diagnosed concussions has the athlete had in the past?: _____

When was the most recent concussion?: _____

How long was the recovery (time to being cleared to play) from the most recent concussion?: _____ (days)

Has the athlete ever been:

	Yes	No
Hospitalized for a head injury?		
Diagnosed / treated for headache disorder or migraines?		
Diagnosed with a learning disability / dyslexia?		
Diagnosed with ADD / ADHD?		
Diagnosed with depression, anxiety or other psychiatric disorder?		

Current medications? If yes, please list:

Name: _____

DOB: _____

Address: _____

ID number: _____

Examiner: _____

Date: _____

2

STEP 2: SYMPTOM EVALUATION

The athlete should be given the symptom form and asked to read this instruction paragraph out loud then complete the symptom scale. For the baseline assessment, the athlete should rate his/her symptoms based on how he/she typically feels and for the post injury assessment the athlete should rate their symptoms at this point in time.

Please Check: Baseline Post-Injury

Please hand the form to the athlete

	none	mild	moderate	severe			
Headache	0	1	2	3	4	5	6
"Pressure in head"	0	1	2	3	4	5	6
Neck Pain	0	1	2	3	4	5	6
Nausea or vomiting	0	1	2	3	4	5	6
Dizziness	0	1	2	3	4	5	6
Blurred vision	0	1	2	3	4	5	6
Balance problems	0	1	2	3	4	5	6
Sensitivity to light	0	1	2	3	4	5	6
Sensitivity to noise	0	1	2	3	4	5	6
Feeling slowed down	0	1	2	3	4	5	6
Feeling like "in a fog"	0	1	2	3	4	5	6
"Don't feel right"	0	1	2	3	4	5	6
Difficulty concentrating	0	1	2	3	4	5	6
Difficulty remembering	0	1	2	3	4	5	6
Fatigue or low energy	0	1	2	3	4	5	6
Confusion	0	1	2	3	4	5	6
Drowsiness	0	1	2	3	4	5	6
More emotional	0	1	2	3	4	5	6
Irritability	0	1	2	3	4	5	6
Sadness	0	1	2	3	4	5	6
Nervous or Anxious	0	1	2	3	4	5	6
Trouble falling asleep (if applicable)	0	1	2	3	4	5	6

Total number of symptoms: _____ of 22

Symptom severity score: _____ of 132

Do your symptoms get worse with physical activity? Y N

Do your symptoms get worse with mental activity? Y N

If 100% is feeling perfectly normal, what percent of normal do you feel?

If not 100%, why?

Please hand form back to examiner

STEP 3: COGNITIVE SCREENING

Standardised Assessment of Concussion (SAC)⁴

ORIENTATION

What month is it?	0	1
What is the date today?	0	1
What is the day of the week?	0	1
What year is it?	0	1
What time is it right now? (within 1 hour)	0	1
Orientation score	of 5	

IMMEDIATE MEMORY

The Immediate Memory component can be completed using the traditional 5-word per trial list or optionally using 10-words per trial to minimise any ceiling effect. All 3 trials must be administered irrespective of the number correct on the first trial. Administer at the rate of one word per second.

Please choose EITHER the 5 or 10 word list groups and circle the specific word list chosen for this test.

I am going to test your memory. I will read you a list of words and when I am done, repeat back as many words as you can remember, in any order. For Trials 2 & 3: I am going to repeat the same list again. Repeat back as many words as you can remember in any order, even if you said the word before.

List	Alternate 5 word lists					Score (of 5)		
						Trial 1	Trial 2	Trial 3
A	Finger	Penny	Blanket	Lemon	Insect			
B	Candle	Paper	Sugar	Sandwich	Wagon			
C	Baby	Monkey	Perfume	Sunset	Iron			
D	Elbow	Apple	Carpet	Saddle	Bubble			
E	Jacket	Arrow	Pepper	Cotton	Movie			
F	Dollar	Honey	Mirror	Saddle	Anchor			
Immediate Memory Score						of 15		
Time that last trial was completed								

List	Alternate 10 word lists					Score (of 10)		
						Trial 1	Trial 2	Trial 3
G	Finger	Penny	Blanket	Lemon	Insect			
	Candle	Paper	Sugar	Sandwich	Wagon			
H	Baby	Monkey	Perfume	Sunset	Iron			
	Elbow	Apple	Carpet	Saddle	Bubble			
I	Jacket	Arrow	Pepper	Cotton	Movie			
	Dollar	Honey	Mirror	Saddle	Anchor			
Immediate Memory Score						of 30		
Time that last trial was completed								

Name: _____
 DOB: _____
 Address: _____
 ID number: _____
 Examiner: _____
 Date: _____

CONCENTRATION

DIGITS BACKWARDS

Please circle the Digit list chosen (A, B, C, D, E, F). Administer at the rate of one digit per second reading DOWN the selected column.

I am going to read a string of numbers and when I am done, you repeat them back to me in reverse order of how I read them to you. For example, if I say 7-1-9, you would say 9-1-7.

Concentration Number Lists (circle one)					
List A	List B	List C			
4-9-3	5-2-6	1-4-2	Y	N	0
6-2-9	4-1-5	6-5-8	Y	N	1
3-8-1-4	1-7-9-5	6-8-3-1	Y	N	0
3-2-7-9	4-9-6-8	3-4-8-1	Y	N	1
6-2-9-7-1	4-8-5-2-7	4-9-1-5-3	Y	N	0
1-5-2-8-6	6-1-8-4-3	6-8-2-5-1	Y	N	1
7-1-8-4-6-2	8-3-1-9-6-4	3-7-6-5-1-9	Y	N	0
5-3-9-1-4-8	7-2-4-8-5-6	9-2-6-5-1-4	Y	N	1
List D	List E	List F			
7-8-2	3-8-2	2-7-1	Y	N	0
9-2-6	5-1-8	4-7-9	Y	N	1
4-1-8-3	2-7-9-3	1-6-8-3	Y	N	0
9-7-2-3	2-1-6-9	3-9-2-4	Y	N	1
1-7-9-2-6	4-1-8-6-9	2-4-7-5-8	Y	N	0
4-1-7-5-2	9-4-1-7-5	8-3-9-6-4	Y	N	1
2-6-4-8-1-7	6-9-7-3-8-2	5-8-6-2-4-9	Y	N	0
8-4-1-9-3-5	4-2-7-9-3-8	3-1-7-8-2-6	Y	N	1
Digits Score:					of 4

MONTHS IN REVERSE ORDER

Now tell me the months of the year in reverse order. Start with the last month and go backward. So you'll say December, November. Go ahead.

Dec - Nov - Oct - Sept - Aug - Jul - Jun - May - Apr - Mar - Feb - Jan	0	1
Months Score	of 1	
Concentration Total Score (Digits + Months)	of 5	

4

STEP 4: NEUROLOGICAL SCREEN

See the instruction sheet (page 7) for details of test administration and scoring of the tests.

Can the patient read aloud (e.g. symptom checklist) and follow instructions without difficulty?	Y	N
Does the patient have a full range of pain-free PASSIVE cervical spine movement?	Y	N
Without moving their head or neck, can the patient look side-to-side and up-and-down without double vision?	Y	N
Can the patient perform the finger nose coordination test normally?	Y	N
Can the patient perform tandem gait normally?	Y	N

BALANCE EXAMINATION

Modified Balance Error Scoring System (mBESS) testing⁵

Which foot was tested (i.e. which is the non-dominant foot) Left Right

Testing surface (hard floor, field, etc.) _____

Footwear (shoes, barefoot, braces, tape, etc.) _____

Condition	Errors
Double leg stance	of 10
Single leg stance (non-dominant foot)	of 10
Tandem stance (non-dominant foot at the back)	of 10
Total Errors	of 30

Name: _____
 DOB: _____
 Address: _____
 ID number: _____
 Examiner: _____
 Date: _____

5

STEP 5: DELAYED RECALL:

The delayed recall should be performed after 5 minutes have elapsed since the end of the Immediate Recall section. Score 1 pt. for each correct response.

Do you remember that list of words I read a few times earlier? Tell me as many words from the list as you can remember in any order.

Time Started

Please record each word correctly recalled. Total score equals number of words recalled.

Total number of words recalled accurately: of 5 or of 10

6

STEP 6: DECISION

Domain	Date & time of assessment:		
Symptom number (of 22)			
Symptom severity score (of 132)			
Orientation (of 5)			
Immediate memory	of 15 of 30	of 15 of 30	of 15 of 30
Concentration (of 5)			
Neuro exam	Normal Abnormal	Normal Abnormal	Normal Abnormal
Balance errors (of 30)			
Delayed Recall	of 5 of 10	of 5 of 10	of 5 of 10

Date and time of injury: _____

If the athlete is known to you prior to their injury, are they different from their usual self?
 Yes No Unsure Not Applicable
 (If different, describe why in the clinical notes section)

Concussion Diagnosed?
 Yes No Unsure Not Applicable

If re-testing, has the athlete improved?
 Yes No Unsure Not Applicable

I am a physician or licensed healthcare professional and I have personally administered or supervised the administration of this SCAT5.

Signature: _____

Name: _____

Title: _____

Registration number (if applicable): _____

Date: _____

SCORING ON THE SCAT5 SHOULD NOT BE USED AS A STAND-ALONE METHOD TO DIAGNOSE CONCUSSION, MEASURE RECOVERY OR MAKE DECISIONS ABOUT AN ATHLETE'S READINESS TO RETURN TO COMPETITION AFTER CONCUSSION.

CLINICAL NOTES:

Name: _____
 DOB: _____
 Address: _____
 ID number: _____
 Examiner: _____
 Date: _____



CONCUSSION INJURY ADVICE

(To be given to the person monitoring the concussed athlete)

This patient has received an injury to the head. A careful medical examination has been carried out and no sign of any serious complications has been found. Recovery time is variable across individuals and the patient will need monitoring for a further period by a responsible adult. Your treating physician will provide guidance as to this timeframe.

If you notice any change in behaviour, vomiting, worsening headache, double vision or excessive drowsiness, please telephone your doctor or the nearest hospital emergency department immediately.

Other important points:

Initial rest: Limit physical activity to routine daily activities (avoid exercise, training, sports) and limit activities such as school, work, and screen time to a level that does not worsen symptoms.

- 1) Avoid alcohol
- 2) Avoid prescription or non-prescription drugs without medical supervision. Specifically:
 - a) Avoid sleeping tablets
 - b) Do not use aspirin, anti-inflammatory medication or stronger pain medications such as narcotics
- 3) Do not drive until cleared by a healthcare professional.
- 4) Return to play/sport requires clearance by a healthcare professional.

Clinic phone number: _____

Patient's name: _____

Date / time of injury: _____

Date / time of medical review: _____

Healthcare Provider: _____

© Concussion in Sport Group 2017

Contact details or stamp

INSTRUCTIONS

Words in *italics* throughout the SCAT5 are the instructions given to the athlete by the clinician

Symptom Scale

The time frame for symptoms should be based on the type of test being administered. At baseline it is advantageous to assess how an athlete "typically" feels whereas during the acute/post-acute stage it is best to ask how the athlete feels at the time of testing.

The symptom scale should be completed by the athlete, not by the examiner. In situations where the symptom scale is being completed after exercise, it should be done in a resting state, generally by approximating his/her resting heart rate.

For total number of symptoms, maximum possible is 22 except immediately post injury, if sleep item is omitted, which then creates a maximum of 21.

For Symptom severity score, add all scores in table, maximum possible is 22 x 6 = 132, except immediately post injury if sleep item is omitted, which then creates a maximum of 21x6=126.

Immediate Memory

The Immediate Memory component can be completed using the traditional 5-word per trial list or, optionally, using 10-words per trial. The literature suggests that the Immediate Memory has a notable ceiling effect when a 5-word list is used. In settings where this ceiling is prominent, the examiner may wish to make the task more difficult by incorporating two 5-word groups for a total of 10 words per trial. In this case, the maximum score per trial is 10 with a total trial maximum of 30.

Choose one of the word lists (either 5 or 10). Then perform 3 trials of immediate memory using this list.

Complete all 3 trials regardless of score on previous trials.

"I am going to test your memory. I will read you a list of words and when I am done, repeat back as many words as you can remember, in any order." The words must be read at a rate of one word per second.

Trials 2 & 3 MUST be completed regardless of score on trial 1 & 2.

Trials 2 & 3:

"I am going to repeat the same list again. Repeat back as many words as you can remember in any order, even if you said the word before."

Score 1 pt. for each correct response. Total score equals sum across all 3 trials. Do NOT inform the athlete that delayed recall will be tested.

Concentration

Digits backward

Choose one column of digits from lists A, B, C, D, E or F and administer those digits as follows:

Say: *"I am going to read a string of numbers and when I am done, you repeat them back to me in reverse order of how I read them to you. For example, if I say 7-1-9, you would say 9-1-7."*

Begin with first 3 digit string.

If correct, circle "Y" for correct and go to next string length. If incorrect, circle "N" for the first string length and read trial 2 in the same string length. One point possible for each string length. Stop after incorrect on both trials (2 N's) in a string length. The digits should be read at the rate of one per second.

Months in reverse order

"Now tell me the months of the year in reverse order. Start with the last month and go backward. So you'll say December, November ... Go ahead"

1 pt. for entire sequence correct

Delayed Recall

The delayed recall should be performed after 5 minutes have elapsed since the end of the Immediate Recall section.

"Do you remember that list of words I read a few times earlier? Tell me as many words from the list as you can remember in any order."

Score 1 pt. for each correct response

Modified Balance Error Scoring System (mBESS)⁵ testing

This balance testing is based on a modified version of the Balance Error Scoring System (BESS)⁵. A timing device is required for this testing.

Each of 20-second trial/stance is scored by counting the number of errors. The examiner will begin counting errors only after the athlete has assumed the proper start position. The modified BESS is calculated by adding one error point for each error during the three 20-second tests. The maximum number of errors for any single condition is 10. If the athlete commits multiple errors simultaneously, only

one error is recorded but the athlete should quickly return to the testing position, and counting should resume once the athlete is set. Athletes that are unable to maintain the testing procedure for a minimum of five seconds at the start are assigned the highest possible score, ten, for that testing condition.

OPTION: For further assessment, the same 3 stances can be performed on a surface of medium density foam (e.g., approximately 50cm x 40cm x 6cm).

Balance testing – types of errors

- | | | |
|---------------------------------|---|---|
| 1. Hands lifted off iliac crest | 3. Step, stumble, or fall | 5. Lifting forefoot or heel |
| 2. Opening eyes | 4. Moving hip into > 30 degrees abduction | 6. Remaining out of test position > 5 sec |

"I am now going to test your balance. Please take your shoes off (if applicable), roll up your pant legs above ankle (if applicable), and remove any ankle taping (if applicable). This test will consist of three twenty second tests with different stances."

(a) Double leg stance:

"The first stance is standing with your feet together with your hands on your hips and with your eyes closed. You should try to maintain stability in that position for 20 seconds. I will be counting the number of times you move out of this position. I will start timing when you are set and have closed your eyes."

(b) Single leg stance:

"If you were to kick a ball, which foot would you use? [This will be the dominant foot] Now stand on your non-dominant foot. The dominant leg should be held in approximately 30 degrees of hip flexion and 45 degrees of knee flexion. Again, you should try to maintain stability for 20 seconds with your hands on your hips and your eyes closed. I will be counting the number of times you move out of this position. If you stumble out of this position, open your eyes and return to the start position and continue balancing. I will start timing when you are set and have closed your eyes."

(c) Tandem stance:

"Now stand heel-to-toe with your non-dominant foot in back. Your weight should be evenly distributed across both feet. Again, you should try to maintain stability for 20 seconds with your hands on your hips and your eyes closed. I will be counting the number of times you move out of this position. If you stumble out of this position, open your eyes and return to the start position and continue balancing. I will start timing when you are set and have closed your eyes."

Tandem Gait

Participants are instructed to stand with their feet together behind a starting line (the test is best done with footwear removed). Then, they walk in a forward direction as quickly and as accurately as possible along a 38mm wide (sports tape), 3 metre line with an alternate foot heel-to-toe gait ensuring that they approximate their heel and toe on each step. Once they cross the end of the 3m line, they turn 180 degrees and return to the starting point using the same gait. Athletes fail the test if they step off the line, have a separation between their heel and toe, or if they touch or grab the examiner or an object.

Finger to Nose

"I am going to test your coordination now. Please sit comfortably on the chair with your eyes open and your arm (either right or left) outstretched (shoulder flexed to 90 degrees and elbow and fingers extended), pointing in front of you. When I give a start signal, I would like you to perform five successive finger to nose repetitions using your index finger to touch the tip of the nose, and then return to the starting position, as quickly and as accurately as possible."

References

1. McCrory et al. Consensus Statement On Concussion In Sport – The 5th International Conference On Concussion In Sport Held In Berlin, October 2016. British Journal of Sports Medicine 2017 (available at www.bjbm.bmj.com)
2. Maddocks, DL; Dicker, GD; Saling, MM. The assessment of orientation following concussion in athletes. Clinical Journal of Sport Medicine 1995; 5: 32-33
3. Jennett, B., Bond, M. Assessment of outcome after severe brain damage: a practical scale. Lancet 1975; i: 480-484
4. McCrea M. Standardized mental status testing of acute concussion. Clinical Journal of Sport Medicine. 2001; 11: 176-181
5. Guskiewicz KM. Assessment of postural stability following sport-related concussion. Current Sports Medicine Reports. 2003; 2: 24-30

CONCUSSION INFORMATION

Any athlete suspected of having a concussion should be removed from play and seek medical evaluation.

Signs to watch for

Problems could arise over the first 24-48 hours. The athlete should not be left alone and must go to a hospital at once if they experience:

- Worsening headache
- Drowsiness or inability to be awakened
- Inability to recognize people or places
- Repeated vomiting
- Unusual behaviour or confusion or irritable
- Seizures (arms and legs jerk uncontrollably)
- Weakness or numbness in arms or legs
- Unsteadiness on their feet.
- Slurred speech

Consult your physician or licensed healthcare professional after a suspected concussion. Remember, it is better to be safe.

Rest & Rehabilitation

After a concussion, the athlete should have physical rest and relative cognitive rest for a few days to allow their symptoms to improve. In most cases, after no more than a few days of rest, the athlete should gradually increase their daily activity level as long as their symptoms do not worsen. Once the athlete is able to complete their usual daily activities without concussion-related symptoms, the second step of the return to play/sport progression can be started. The athlete should not return to play/sport until their concussion-related symptoms have resolved and the athlete has successfully returned to full school/learning activities.

When returning to play/sport, the athlete should follow a stepwise, **medically managed exercise progression, with increasing amounts of exercise.** For example:

Graduated Return to Sport Strategy

Exercise step	Functional exercise at each step	Goal of each step
1. Symptom-limited activity	Daily activities that do not provoke symptoms.	Gradual reintroduction of work/school activities.
2. Light aerobic exercise	Walking or stationary cycling at slow to medium pace. No resistance training.	Increase heart rate.
3. Sport-specific exercise	Running or skating drills. No head impact activities.	Add movement.
4. Non-contact training drills	Harder training drills, e.g., passing drills. May start progressive resistance training.	Exercise, coordination, and increased thinking.
5. Full contact practice	Following medical clearance, participate in normal training activities.	Restore confidence and assess functional skills by coaching staff.
6. Return to play/sport	Normal game play.	

In this example, it would be typical to have 24 hours (or longer) for each step of the progression. If any symptoms worsen while exercising, the athlete should go back to the previous step. Resistance training should be added only in the later stages (Stage 3 or 4 at the earliest).

Written clearance should be provided by a healthcare professional before return to play/sport as directed by local laws and regulations.

Graduated Return to School Strategy

Concussion may affect the ability to learn at school. The athlete may need to miss a few days of school after a concussion. When going back to school, some athletes may need to go back gradually and may need to have some changes made to their schedule so that concussion symptoms do not get worse. If a particular activity makes symptoms worse, then the athlete should stop that activity and rest until symptoms get better. To make sure that the athlete can get back to school without problems, it is important that the healthcare provider, parents, caregivers and teachers talk to each other so that everyone knows what the plan is for the athlete to go back to school.

Note: If mental activity does not cause any symptoms, the athlete may be able to skip step 2 and return to school part-time before doing school activities at home first.

Mental Activity	Activity at each step	Goal of each step
1. Daily activities that do not give the athlete symptoms	Typical activities that the athlete does during the day as long as they do not increase symptoms (e.g. reading, texting, screen time). Start with 5-15 minutes at a time and gradually build up.	Gradual return to typical activities.
2. School activities	Homework, reading or other cognitive activities outside of the classroom.	Increase tolerance to cognitive work.
3. Return to school part-time	Gradual introduction of school-work. May need to start with a partial school day or with increased breaks during the day.	Increase academic activities.
4. Return to school full-time	Gradually progress school activities until a full day can be tolerated.	Return to full academic activities and catch up on missed work.

If the athlete continues to have symptoms with mental activity, some other accommodations that can help with return to school may include:

- Starting school later, only going for half days, or going only to certain classes
- More time to finish assignments/tests
- Quiet room to finish assignments/tests
- Not going to noisy areas like the cafeteria, assembly halls, sporting events, music class, shop class, etc.
- Taking lots of breaks during class, homework, tests
- No more than one exam/day
- Shorter assignments
- Repetition/memory cues
- Use of a student helper/tutor
- Reassurance from teachers that the child will be supported while getting better

The athlete should not go back to sports until they are back to school/learning, without symptoms getting significantly worse and no longer needing any changes to their schedule.

C. Child Sport Concussion Assessment Tool (Child SCAT5)

Davis G, Purcell L, Schneider K, yeates K, Gioia G, Anderson V, Ellenbogen R, Echemendia R, Makdissi M, Sills A, Iverson G, Dvorak J, McCrory P, Meeuwisse W, Patricios J, Giza C, Kutcher J. The Child Sport Concussion Assessment Tool – 5th Edition, British Journal of Sports Medicine 2017, 1-3

Child SCAT5[®]

SPORT CONCUSSION ASSESSMENT TOOL

FOR CHILDREN AGES 5 TO 12 YEARS

FOR USE BY MEDICAL PROFESSIONALS ONLY

supported by



Patient details

Name: _____

DOB: _____

Address: _____

ID number: _____

Examiner: _____

Date of Injury: _____ Time: _____

WHAT IS THE CHILD SCAT5?

The Child SCAT5 is a standardized tool for evaluating concussions designed for use by physicians and licensed healthcare professionals¹.

If you are not a physician or licensed healthcare professional, please use the Concussion Recognition Tool 5 (CRT5). The Child SCAT5 is to be used for evaluating Children aged 5 to 12 years. For athletes aged 13 years and older, please use the SCAT5.

Preseason Child SCAT5 baseline testing can be useful for interpreting post-injury test scores, but not required for that purpose. Detailed instructions for use of the Child SCAT5 are provided on page 7. Please read through these instructions carefully before testing the athlete. Brief verbal instructions for each test are given in italics. The only equipment required for the tester is a watch or timer.

This tool may be freely copied in its current form for distribution to individuals, teams, groups and organizations. It should not be altered in any way, re-branded or sold for commercial gain. Any revision, translation or reproduction in a digital form requires specific approval by the Concussion in Sport Group.

Recognise and Remove

A head impact by either a direct blow or indirect transmission of force can be associated with a serious and potentially fatal brain injury. If there are significant concerns, including any of the red flags listed in Box 1, then activation of emergency procedures and urgent transport to the nearest hospital should be arranged.

Key points

- Any athlete with suspected concussion should be **REMOVED FROM PLAY**, medically assessed and monitored for deterioration. No athlete diagnosed with concussion should be returned to play on the day of injury.
- If the child is suspected of having a concussion and medical personnel are not immediately available, the child should be referred to a medical facility for urgent assessment.
- Concussion signs and symptoms evolve over time and it is important to consider repeat evaluation in the assessment of concussion.
- The diagnosis of a concussion is a clinical judgment, made by a medical professional. The Child SCAT5 should **NOT** be used by itself to make, or exclude, the diagnosis of concussion. An athlete may have a concussion even if their Child SCAT5 is "normal".

Remember:

- The basic principles of first aid (danger, response, airway, breathing, circulation) should be followed.
- Do not attempt to move the athlete (other than that required for airway management) unless trained to do so.
- Assessment for a spinal cord injury is a critical part of the initial on-field assessment.
- Do not remove a helmet or any other equipment unless trained to do so safely.

IMMEDIATE OR ON-FIELD ASSESSMENT

The following elements should be assessed for all athletes who are suspected of having a concussion prior to proceeding to the neurocognitive assessment and ideally should be done on-field after the first first aid / emergency care priorities are completed.

If any of the "Red Flags" or observable signs are noted after a direct or indirect blow to the head, the athlete should be immediately and safely removed from participation and evaluated by a physician or licensed healthcare professional.

Consideration of transportation to a medical facility should be at the discretion of the physician or licensed healthcare professional.

The GCS is important as a standard measure for all patients and can be done serially if necessary in the event of deterioration in conscious state. The cervical spine exam is a critical step of the immediate assessment, however, it does not need to be done serially.

STEP 1: RED FLAGS

RED FLAGS:

- Neck pain or tenderness
- Double vision
- Weakness or tingling/burning in arms or legs
- Severe or increasing headache
- Seizure or convulsion
- Loss of consciousness
- Deteriorating conscious state
- Vomiting
- Increasingly restless, agitated or combative

STEP 2: OBSERVABLE SIGNS

Witnessed Observed on Video

Lying motionless on the playing surface	Y	N
Balance / gait difficulties / motor incoordination: stumbling, slow / laboured movements	Y	N
Disorientation or confusion, or an inability to respond appropriately to questions	Y	N
Blank or vacant look	Y	N
Facial injury after head trauma	Y	N

STEP 3: EXAMINATION GLASGOW COMA SCALE (GCS)²

Time of assessment			
Date of assessment			
Best eye response (E)			
No eye opening	1	1	1
Eye opening in response to pain	2	2	2
Eye opening to speech	3	3	3
Eyes opening spontaneously	4	4	4
Best verbal response (V)			
No verbal response	1	1	1

Name: _____
 DOB: _____
 Address: _____
 ID number: _____
 Examiner: _____
 Date: _____

Incomprehensible sounds	2	2	2
Inappropriate words	3	3	3
Confused	4	4	4
Oriented	5	5	5
Best motor response (M)			
No motor response	1	1	1
Extension to pain	2	2	2
Abnormal flexion to pain	3	3	3
Flexion / Withdrawal to pain	4	4	4
Localizes to pain	5	5	5
Obeys commands	6	6	6
Glasgow Coma score (E + V + M)			

CERVICAL SPINE ASSESSMENT

Does the athlete report that their neck is pain free at rest?	Y	N
If there is NO neck pain at rest, does the athlete have a full range of ACTIVE pain free movement?	Y	N
Is the limb strength and sensation normal?	Y	N

In a patient who is not lucid or fully conscious, a cervical spine injury should be assumed until proven otherwise.

OFFICE OR OFF-FIELD ASSESSMENT STEP 1: ATHLETE BACKGROUND

Please note that the neurocognitive assessment should be done in a distraction-free environment with the athlete in a resting state.

Sport / team / school: _____
 Date / time of injury: _____
 Years of education completed: _____
 Age: _____

Gender: M / F / Other

Dominant hand: left / neither / right

How many diagnosed concussions has the athlete had in the past?: _____

When was the most recent concussion?: _____
 How long was the recovery (time to being cleared to play) from the most recent concussion?: _____ (days)

Has the athlete ever been:

Hospitalized for a head injury?	Yes	No
Diagnosed / treated for headache disorder or migraines?	Yes	No
Diagnosed with a learning disability / dyslexia?	Yes	No
Diagnosed with ADD / ADHD?	Yes	No
Diagnosed with depression, anxiety or other psychiatric disorder?	Yes	No

Current medications? If yes, please list: _____

STEP 2: SYMPTOM EVALUATION

The athlete should be given the symptom form and asked to read this instruction paragraph out loud then complete the symptom scale. For the baseline assessment, the athlete should rate his/her symptoms based on how he/she typically feels and for the post injury assessment the athlete should rate their symptoms at this point in time.

To be done in a resting state

Please Check: Baseline Post-Injury

2

Child Report³

	Not at all/ Never	A little/ Rarely	Somewhat/ Sometimes	A lot/ Often
I have headaches	0	1	2	3
I feel dizzy	0	1	2	3
I feel like the room is spinning	0	1	2	3
I feel like I'm going to faint	0	1	2	3
Things are blurry when I look at them	0	1	2	3
I see double	0	1	2	3
I feel sick to my stomach	0	1	2	3
My neck hurts	0	1	2	3
I get tired a lot	0	1	2	3
I get tired easily	0	1	2	3
I have trouble paying attention	0	1	2	3
I get distracted easily	0	1	2	3
I have a hard time concentrating	0	1	2	3
I have problems remembering what people tell me	0	1	2	3
I have problems following directions	0	1	2	3
I daydream too much	0	1	2	3
I get confused	0	1	2	3
I forget things	0	1	2	3
I have problems finishing things	0	1	2	3
I have trouble figuring things out	0	1	2	3
It's hard for me to learn new things	0	1	2	3
Total number of symptoms:				of 21
Symptom severity score:				of 63
Do the symptoms get worse with physical activity?			Y	N
Do the symptoms get worse with trying to think?			Y	N

Overall rating for child to answer:

	Very bad	Very good
On a scale of 0 to 10 (where 10 is normal), how do you feel now?	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	

If not 10, in what way do you feel different?

Name: _____
 DOB: _____
 Address: _____
 ID number: _____
 Examiner: _____
 Date: _____

Parent Report

The child:

	Not at all/ Never	A little/ Rarely	Somewhat/ Sometimes	A lot/ Often
has headaches	0	1	2	3
feels dizzy	0	1	2	3
has a feeling that the room is spinning	0	1	2	3
feels faint	0	1	2	3
has blurred vision	0	1	2	3
has double vision	0	1	2	3
experiences nausea	0	1	2	3
has a sore neck	0	1	2	3
gets tired a lot	0	1	2	3
gets tired easily	0	1	2	3
has trouble sustaining attention	0	1	2	3
is easily distracted	0	1	2	3
has difficulty concentrating	0	1	2	3
has problems remembering what he/she is told	0	1	2	3
has difficulty following directions	0	1	2	3
tends to daydream	0	1	2	3
gets confused	0	1	2	3
is forgetful	0	1	2	3
has difficulty completing tasks	0	1	2	3
has poor problem solving skills	0	1	2	3
has problems learning	0	1	2	3
Total number of symptoms:				of 21
Symptom severity score:				of 63
Do the symptoms get worse with physical activity?			Y	N
Do the symptoms get worse with mental activity?			Y	N

Overall rating for parent/teacher/coach/carer to answer

On a scale of 0 to 100% (where 100% is normal), how would you rate the child now?

If not 100%, in what way does the child seem different?

STEP 3: COGNITIVE SCREENING

Standardized Assessment of Concussion - Child Version (SAC-C)⁴

IMMEDIATE MEMORY

The Immediate Memory component can be completed using the traditional 5-word per trial list or optionally using 10-words per trial to minimise any ceiling effect. All 3 trials must be administered irrespective of the number correct on the first trial. Administer at the rate of one word per second.

Please choose EITHER the 5 or 10 word list groups and circle the specific word list chosen for this test.

I am going to test your memory. I will read you a list of words and when I am done, repeat back as many words as you can remember, in any order. For Trials 2 & 3: I am going to repeat the same list again. Repeat back as many words as you can remember in any order, even if you said the word before.

List	Alternate 5 word lists					Score (of 5)		
						Trial 1	Trial 2	Trial 3
A	Finger	Penny	Blanket	Lemon	Insect			
B	Candle	Paper	Sugar	Sandwich	Wagon			
C	Baby	Monkey	Perfume	Sunset	Iron			
D	Elbow	Apple	Carpet	Saddle	Bubble			
E	Jacket	Arrow	Pepper	Cotton	Movie			
F	Dollar	Honey	Mirror	Saddle	Anchor			
Immediate Memory Score						of 15		
Time that last trial was completed								

List	Alternate 10 word lists					Score (of 10)		
						Trial 1	Trial 2	Trial 3
G	Finger	Penny	Blanket	Lemon	Insect			
	Candle	Paper	Sugar	Sandwich	Wagon			
H	Baby	Monkey	Perfume	Sunset	Iron			
	Elbow	Apple	Carpet	Saddle	Bubble			
I	Jacket	Arrow	Pepper	Cotton	Movie			
	Dollar	Honey	Mirror	Saddle	Anchor			
Immediate Memory Score						of 30		
Time that last trial was completed								

Name: _____
 DOB: _____
 Address: _____
 ID number: _____
 Examiner: _____
 Date: _____

CONCENTRATION

DIGITS BACKWARDS

Please circle the Digit list chosen (A, B, C, D, E, F). Administer at the rate of one digit per second reading DOWN the selected column.

I am going to read a string of numbers and when I am done, you repeat them back to me in reverse order of how I read them to you. For example, if I say 7-1-9, you would say 9-1-7.

Concentration Number Lists (circle one)					
List A	List B	List C			
5-2	4-1	4-9	Y	N	0
4-1	9-4	6-2	Y	N	1
4-9-3	5-2-6	1-4-2	Y	N	0
6-2-9	4-1-5	6-5-8	Y	N	1
3-8-1-4	1-7-9-5	6-8-3-1	Y	N	0
3-2-7-9	4-9-6-8	3-4-8-1	Y	N	1
6-2-9-7-1	4-8-5-2-7	4-9-1-5-3	Y	N	0
1-5-2-8-6	6-1-8-4-3	6-8-2-5-1	Y	N	1
7-1-8-4-6-2	8-3-1-9-6-4	3-7-6-5-1-9	Y	N	0
5-3-9-1-4-8	7-2-4-8-5-6	9-2-6-5-1-4	Y	N	1
List D	List E	List F			
2-7	9-2	7-8	Y	N	0
5-9	6-1	5-1	Y	N	1
7-8-2	3-8-2	2-7-1	Y	N	0
9-2-6	5-1-8	4-7-9	Y	N	1
4-1-8-3	2-7-9-3	1-6-8-3	Y	N	0
9-7-2-3	2-1-6-9-	3-9-2-4	Y	N	1
1-7-9-2-6	4-1-8-6-9	2-4-7-5-8	Y	N	0
4-1-7-5-2	9-4-1-7-5	8-3-9-6-4	Y	N	1
2-6-4-8-1-7	6-9-7-3-8-2	5-8-6-2-4-9	Y	N	0
8-4-1-9-3-5	4-2-7-3-9-8	3-1-7-8-2-6	Y	N	1
Digits Score:					of 5

DAYS IN REVERSE ORDER

Now tell me the days of the week in reverse order. Start with the last day and go backward. So you'll say Sunday, Saturday. Go ahead.

Sunday - Saturday - Friday - Thursday - Wednesday - Tuesday - Monday	0	1
Days Score	of 1	
Concentration Total Score (Digits + Days)	of 6	

4

STEP 4: NEUROLOGICAL SCREEN

See the instruction sheet (page 7) for details of test administration and scoring of the tests.

Can the patient read aloud (e.g. symptom checklist) and follow instructions without difficulty?	Y	N
Does the patient have a full range of pain-free PASSIVE cervical spine movement?	Y	N
Without moving their head or neck, can the patient look side-to-side and up-and-down without double vision?	Y	N
Can the patient perform the finger nose coordination test normally?	Y	N
Can the patient perform tandem gait normally?	Y	N

BALANCE EXAMINATION

Modified Balance Error Scoring System (BESS) testing⁵

Which foot was tested (i.e. which is the non-dominant foot) Left Right

Testing surface (hard floor, field, etc.) _____

Footwear (shoes, barefoot, braces, tape, etc.) _____

Condition	Errors
Double leg stance	_____ of 10
Single leg stance (non-dominant foot, 10-12 y/o only)	_____ of 10
Tandem stance (non-dominant foot at back)	_____ of 10
Total Errors	5-9 y/o of 20 10-12 y/o of 30

Name: _____

DOB: _____

Address: _____

ID number: _____

Examiner: _____

Date: _____

5

STEP 5: DELAYED RECALL:

The delayed recall should be performed after 5 minutes have elapsed since the end of the Immediate Recall section. Score 1 pt. for each correct response.

Do you remember that list of words I read a few times earlier? Tell me as many words from the list as you can remember in any order.

Time Started

Please record each word correctly recalled. Total score equals number of words recalled.

Total number of words recalled accurately: of 5 or of 10

6

STEP 6: DECISION

Domain	Date & time of assessment:		
Symptom number Child report (of 21) Parent report (of 21)			
Symptom severity score Child report (of 63) Parent report (of 63)			
Immediate memory	of 15 of 30	of 15 of 30	of 15 of 30
Concentration (of 6)			
Neuro exam	Normal Abnormal	Normal Abnormal	Normal Abnormal
Balance errors (5-9 y/o of 20) (10-12 y/o of 30)			
Delayed Recall	of 5 of 10	of 5 of 10	of 5 of 10

Date and time of injury: _____

If the athlete is known to you prior to their injury, are they different from their usual self?

Yes No Unsure Not Applicable

(If different, describe why in the clinical notes section)

Concussion Diagnosed?

Yes No Unsure Not Applicable

If re-testing, has the athlete improved?

Yes No Unsure Not Applicable

I am a physician or licensed healthcare professional and I have personally administered or supervised the administration of this Child SCAT5.

Signature: _____

Name: _____

Title: _____

Registration number (if applicable): _____

Date: _____

SCORING ON THE CHILD SCAT5 SHOULD NOT BE USED AS A STAND-ALONE METHOD TO DIAGNOSE CONCUSSION, MEASURE RECOVERY OR MAKE DECISIONS ABOUT AN ATHLETE'S READINESS TO RETURN TO COMPETITION AFTER CONCUSSION.



Name: _____
DOB: _____
Address: _____
ID number: _____
Examiner: _____
Date: _____

For the Neurological Screen (page 5), if the child cannot read, ask him/her to describe what they see in this picture.

CLINICAL NOTES:



Concussion injury advice for the child and parents/caregivers

(To be given to the person monitoring the concussed child)

This child has had an injury to the head and needs to be carefully watched for the next 24 hours by a responsible adult.

If you notice any change in behavior, vomiting, dizziness, worsening headache, double vision or excessive drowsiness, please call an ambulance to take the child to hospital immediately.

Other important points:

Following concussion, the child should rest for at least 24 hours.

- The child should not use a computer, internet or play video games if these activities make symptoms worse.
- The child should not be given any medications, including pain killers, unless prescribed by a medical doctor.
- The child should not go back to school until symptoms are improving.
- The child should not go back to sport or play until a doctor gives permission.

Clinic phone number: _____

Patient's name: _____

Date / time of injury: _____

Date / time of medical review: _____

Healthcare Provider: _____

© Concussion in Sport Group 2017

Contact details or stamp

INSTRUCTIONS

Words in *Italics* throughout the Child SCAT5 are the instructions given to the athlete by the clinician

Symptom Scale

In situations where the symptom scale is being completed after exercise, it should still be done in a resting state, at least 10 minutes post exercise.

At Baseline	On the day of injury	On all subsequent days
<ul style="list-style-type: none">The child is to complete the Child Report, according to how he/she feels today, andThe parent/carer is to complete the Parent Report according to how the child has been over the previous week.	<ul style="list-style-type: none">The child is to complete the Child Report, according to how he/she feels now.If the parent is present, and has had time to assess the child on the day of injury, the parent completes the Parent Report according to how the child appears now.	<ul style="list-style-type: none">The child is to complete the Child Report, according to how he/she feels today, andThe parent/carer is to complete the Parent Report according to how the child has been over the previous 24 hours.

For Total number of symptoms, maximum possible is 21

For Symptom severity score, add all scores in table, maximum possible is $21 \times 3 = 63$

Standardized Assessment of Concussion Child Version (SAC-C)

Immediate Memory

Choose one of the 5-word lists. Then perform 3 trials of immediate memory using this list.

Complete all 3 trials regardless of score on previous trials.

"I am going to test your memory. I will read you a list of words and when I am done, repeat back as many words as you can remember, in any order." The words must be read at a rate of one word per second.

OPTION: The literature suggests that the Immediate Memory has a notable ceiling effect when a 5-word list is used. (In younger children, use the 5-word list). In settings where this ceiling is prominent the examiner may wish to make the task more difficult by incorporating two 5-word groups for a total of 10 words per trial. In this case the maximum score per trial is 10 with a total trial maximum of 30.

Trials 2 & 3 MUST be completed regardless of score on trial 1 & 2.

Trials 2 & 3: *"I am going to repeat the same list again. Repeat back as many words as you can remember in any order, even if you said the word before."*

Score 1 pt. for each correct response. Total score equals sum across all 3 trials. Do NOT inform the athlete that delayed recall will be tested.

Concentration

Digits backward

Choose one column only, from List A, B, C, D, E or F, and administer those digits as follows:

"I am going to read you some numbers and when I am done, you say them back to me backwards, in reverse order of how I read them to you. For example, if I say 7-1, you would say 1-7."

If correct, circle "Y" for correct and go to next string length. If incorrect, circle "N" for the first string length and read trial 2 in the same string length. One point possible for each string length. Stop after incorrect on both trials (2 N's) in a string length. The digits should be read at the rate of one per second.

Days of the week in reverse order

"Now tell me the days of the week in reverse order. Start with Sunday and go backward. So you'll say Sunday, Saturday ... Go ahead"

1 pt. for entire sequence correct

Delayed Recall

The delayed recall should be performed after at least 5 minutes have elapsed since the end of the Immediate Recall section.

"Do you remember that list of words I read a few times earlier? Tell me as many words from the list as you can remember in any order."

Circle each word correctly recalled. Total score equals number of words recalled.

Neurological Screen

Reading

The child is asked to read a paragraph of text from the instructions in the Child SCAT5. For children who can not read, they are asked to describe what they see in a photograph or picture, such as that on page 6 of the Child SCAT5.

Modified Balance Error Scoring System (mBESS)⁵ testing

These instructions are to be read by the person administering the Child SCAT5, and each balance task should be demonstrated to the child. The child should then be asked to copy what the examiner demonstrated.

Each of 20-second trial/stance is scored by counting the number of errors. The This balance testing is based on a modified version of the Balance Error Scoring System (BESS)⁵.

A stopwatch or watch with a second hand is required for this testing.

"I am now going to test your balance. Please take your shoes off, roll up your pants above your ankle (if applicable), and remove any ankle taping (if applicable). This test will consist of two different parts."

OPTION: For further assessment, the same 3 stances can be performed on a surface of medium density foam (e.g., approximately 50cm x 40cm x 6cm).

(a) Double leg stance:

The first stance is standing with the feet together with hands on hips and with eyes closed. The child should try to maintain stability in that position for 20 seconds. You should inform the child that you will be counting the number of times the child moves out of this position. You should start timing when the child is set and the eyes are closed.

(b) Tandem stance:

Instruct or show the child how to stand heel-to-toe with the non-dominant foot in the back. Weight should be evenly distributed across both feet. Again, the child should try to maintain stability for 20 seconds with hands on hips and eyes closed. You should inform the child that you will be counting the number of times the child moves out of this position. If the child stumbles out of this position, instruct him/her to open the eyes and return to the start position and continue balancing. You should start timing when the child is set and the eyes are closed.

(c) Single leg stance (10-12 year olds only):

"If you were to kick a ball, which foot would you use? [This will be the dominant foot] Now stand on your other foot. You should bend your other leg and hold it up (show the child). Again, try to stay in that position for 20 seconds with your hands on your hips and your eyes closed. I will be counting the number of times you move out of this position. If you move out of this position, open your eyes and return to the start position and keep balancing. I will start timing when you are set and have closed your eyes."

Balance testing – types of errors

- | | | |
|---------------------------------|---|---|
| 1. Hands lifted off iliac crest | 3. Step, stumble, or fall | 5. Lifting forefoot or heel |
| 2. Opening eyes | 4. Moving hip into > 30 degrees abduction | 6. Remaining out of test position > 5 sec |

Each of the 20-second trials is scored by counting the errors, or deviations from the proper stance, accumulated by the child. The examiner will begin counting errors only after the child has assumed the proper start position. The modified BESS is calculated by adding one error point for each error during the 20-second tests. The maximum total number of errors for any single condition is 10. If a child commits multiple errors simultaneously, only one error is recorded but the child should quickly return to the testing position, and counting should resume once subject is set. Children who are unable to maintain the testing procedure for a minimum of five seconds at the start are assigned the highest possible score, ten, for that testing condition.

Tandem Gait

Instruction for the examiner - Demonstrate the following to the child:

The child is instructed to stand with their feet together behind a starting line (the test is best done with footwear removed). Then, they walk in a forward direction as quickly and as accurately as possible along a 38mm wide (sports tape), 3 metre line with an alternate foot heel-to-toe gait ensuring that they approximate their heel and toe on each step. Once they cross the end of the 3m line, they turn 180 degrees and return to the starting point using the same gait. Children fail the test if they step off the line, have a separation between their heel and toe, or if they touch or grab the examiner or an object.

Finger to Nose

The tester should demonstrate it to the child.

"I am going to test your coordination now. Please sit comfortably on the chair with your eyes open and your arm (either right or left) outstretched (shoulder flexed to 90 degrees and elbow and fingers extended). When I give a start signal, I would like you to perform five successive finger to nose repetitions using your index finger to touch the tip of the nose as quickly and as accurately as possible."

Scoring: 5 correct repetitions in < 4 seconds = 1

Note for testers: Children fail the test if they do not touch their nose, do not fully extend their elbow or do not perform five repetitions.

References

- McCroly et al. Consensus Statement On Concussion In Sport – The 5th International Conference On Concussion In Sport Held In Berlin, October 2016. British Journal of Sports Medicine 2017 (available at www.bjism.bmj.com)
- Jennett, B., Bond, M. Assessment of outcome after severe brain damage: a practical scale. Lancet 1975; i: 480-484
- Ayr, L.K., Yeates, K.O., Taylor, H.G., Brown, M. Dimensions of postconcussive symptoms in children with mild traumatic brain injuries. Journal of the International Neuropsychological Society. 2009; 15:19-30
- McCrea M. Standardized mental status testing of acute concussion. Clinical Journal of Sports Medicine. 2001; 11: 176-181
- Guskiewicz KM. Assessment of postural stability following sport-related concussion. Current Sports Medicine Reports. 2003; 2: 24-30

CONCUSSION INFORMATION

If you think you or a teammate has a concussion, tell your coach/trainer/parent right away so that you can be taken out of the game. You or your teammate should be seen by a doctor as soon as possible. YOU OR YOUR TEAMMATE SHOULD NOT GO BACK TO PLAY/SPORT THAT DAY.

Signs to watch for

Problems can happen over the first 24-48 hours. You or your teammate should not be left alone and must go to a hospital right away if any of the following happens:

- New headache, or headache gets worse
- Neck pain that gets worse
- Becomes sleepy/drowsy or can't be woken up
- Cannot recognise people or places
- Feeling sick to your stomach or vomiting
- Acting weird/strange, seems/feels confused, or is irritable
- Has any seizures (arms and/or legs jerk uncontrollably)
- Has weakness, numbness or tingling (arms, legs or face)
- Is unsteady walking or standing
- Talking is slurred
- Cannot understand what someone is saying or directions

Consult your physician or licensed healthcare professional after a suspected concussion. Remember, it is better to be safe.

Graduated Return to Sport Strategy

After a concussion, the child should rest physically and mentally for a few days to allow symptoms to get better. In most cases, after a few days of rest, they can gradually increase their daily activity level as long as symptoms don't get worse. Once they are able to do their usual daily activities without symptoms, the child should gradually increase exercise in steps, guided by the healthcare professional (see below).

The athlete should not return to play/sport the day of injury.

NOTE: An initial period of a few days of both cognitive ("thinking") and physical rest is recommended before beginning the Return to Sport progression.

Exercise step	Functional exercise at each step	Goal of each step
1. Symptom-limited activity	Daily activities that do not provoke symptoms.	Gradual reintroduction of work/school activities.
2. Light aerobic exercise	Walking or stationary cycling at slow to medium pace. No resistance training.	Increase heart rate.
3. Sport-specific exercise	Running or skating drills. No head impact activities.	Add movement.
4. Non-contact training drills	Harder training drills, e.g., passing drills. May start progressive resistance training.	Exercise, coordination, and increased thinking.
5. Full contact practice	Following medical clearance, participate in normal training activities.	Restore confidence and assess functional skills by coaching staff.
6. Return to play/sport	Normal game play.	

There should be at least 24 hours (or longer) for each step of the progression. If any symptoms worsen while exercising, the athlete should go back to the previous step. Resistance training should be added only in the later stages (Stage 3 or 4 at the earliest). The athlete should not return to sport until the concussion symptoms have gone, they have successfully returned to full school/learning activities, and the healthcare professional has given the child written permission to return to sport.

If the child has symptoms for more than a month, they should ask to be referred to a healthcare professional who is an expert in the management of concussion.

Graduated Return to School Strategy

Concussion may affect the ability to learn at school. The child may need to miss a few days of school after a concussion, but the child's doctor should help them get back to school after a few days. When going back to school, some children may need to go back gradually and may need to have some changes made to their schedule so that concussion symptoms don't get a lot worse. If a particular activity makes symptoms a lot worse, then the child should stop that activity and rest until symptoms get better. To make sure that the child can get back to school without problems, it is important that the health care provider, parents/caregivers and teachers talk to each other so that everyone knows what the plan is for the child to go back to school.

Note: If mental activity does not cause any symptoms, the child may be able to return to school part-time without doing school activities at home first.

Mental Activity	Activity at each step	Goal of each step
1. Daily activities that do not give the child symptoms	Typical activities that the child does during the day as long as they do not increase symptoms (e.g. reading, texting, screen time). Start with 5-15 minutes at a time and gradually build up.	Gradual return to typical activities.
2. School activities	Homework, reading or other cognitive activities outside of the classroom.	Increase tolerance to cognitive work.
3. Return to school part-time	Gradual introduction of school-work. May need to start with a partial school day or with increased breaks during the day.	Increase academic activities.
4. Return to school full-time	Gradually progress school activities until a full day can be tolerated.	Return to full academic activities and catch up on missed work.

If the child continues to have symptoms with mental activity, some other things that can be done to help with return to school may include:

- Starting school later, only going for half days, or going only to certain classes
- More time to finish assignments/tests
- Quiet room to finish assignments/tests
- Not going to noisy areas like the cafeteria, assembly halls, sporting events, music class, shop class, etc.
- Taking lots of breaks during class, homework, tests
- No more than one exam/day
- Shorter assignments
- Repetition/memory cues
- Use of a student helper/tutor
- Reassurance from teachers that the child will be supported while getting better

The child should not go back to sports until they are back to school/learning, without symptoms getting significantly worse and no longer needing any changes to their schedule.

D. IIHF Daily Injury Report Form

IIHF Medical Care Guide [Internet] [zitiert am 16.01.2020].
URL:<https://www.iihf.com/en/static/5070/medical>



IIHF Daily Injury Report Form

IIHF Championship: _____

National Association: _____

Date: _____ / _____ / _____ (dd/mm/yy)

Using this form, please report if there were any injuries sustained by any player on your team during the above-mentioned day during this IIHF Championship. We would ask that you also report if there were no injuries sustained by players on your team during this day of this IIHF Championship. If an injury was sustained during this day then an IIHF Injury Report Form must be completed and submitted to the IIHF Medical Supervisor or, in his absence, to the IIHF Directorate Chairman providing the details of the injury sustained.

The definition of an injury used by the IIHF for reporting purposes is as follows:

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1. An injury is considered reportable if a player misses a practice or a game because of an injury sustained during a practice or a game2. The player does not return to the play for the remainder of the game following an injury3. All concussions4. All dental injuries5. Any laceration which requires medical attention6. All fractures |
|--|

Please check (✓) the appropriate box below. Please provide the number of injuries sustained if you check article 'A'.

Injury Report	(✓)
A. During this day there were _____ injuries sustained by our team. (number)	<input type="checkbox"/>
B. During this day there were no injuries sustained by our team	<input type="checkbox"/>

Team Physician/Medical Representative: _____
(print name)

Signature: _____

Date: _____

E. IIHF Injury Report System Form

IIHF Medical Care Guide [Internet] [zitiert am 16.01.2020].
URL:<https://www.iihf.com/en/static/5070/medical>



Injury Report System/IRS

(only one injury/form)

Injury Definition

The definition of an injury in the IIHF Injury Reporting System is as follows

1. An injury is considered reportable if a player misses a practice or a game because of an injury sustained during a practice or a game
2. The player doesn't return to the play for the remainder of the game following an injury
3. All concussions
4. Any dental injury
5. Any laceration which requires medical attention
6. All fractures

Country: _____ IIHF Championship: _____ Date of injury: D _____ M _____ Y _____

<p>Zone of Injury A</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. No contact with boards 2. Contact with boards 	<p>Zone of Injury B</p> <p>Mark the area on the ice surface where the injury occurred.</p> <p>Note that Home and Visitor ends are marked to identify offensive and defensive activity</p>	
<p>Game / Period</p> <p>1. warm up off-ice on-ice off-ice on-ice</p> <p>2. 1st 4. 3rd 5. Ot</p> <p>3. 2nd</p>		
<p>Situation</p> <p>Even Strength 5/5 Penalty Killing 4/5</p> <p> 4/4 3/5</p> <p> 3/3 3/4</p>		
<p>Power Play</p> <p>5/4 Goalie</p> <p>5/3 1. Yes</p> <p>4/3 2. No</p>		
<p>Player information:</p> <p>1. Age _____</p> <p>2. Height (cm) _____</p> <p>3. Weight (kg) _____</p> <p>Position:</p> <p>1. Centre</p> <p>2. Wing</p> <p>3. Defence</p> <p>4. Goalie</p> <p>Nature of injury:</p> <p>1. Acute 2. Recurrent:</p> <p> a. this season</p> <p> b. last season</p> <p>Diagnosis:</p> <p>ICD-code _____ DG: _____</p> <p>PF= Patellofemoral, Kneecap AC= Acromioclavicular Joint</p> <p>SC= Sternoclavicular Joint</p>		
<p>Source of Diagnosis</p> <p>1. Medical Doctor 2. Physiotherapist 3. Other _____</p>		
<p>Side / Body part:</p> <p>1. N/A 2. Left 3. Right 4. Both</p> <p>1. Head 28. Genitals</p> <p>2. Face 29. Hip</p> <p>3. Neck 30. Thigh</p> <p>4. Throat 31. Knee</p> <p>5. Jaw/Chin 32. Leg</p> <p>6. Teeth/Mouth 33. Ankle</p> <p>7. Eye 34. Foot</p> <p>8. Ear 35. Toes</p> <p>9. Clavicle 36. Other: _____</p> <p>Dental:</p> <p>Mouthguard? 1. Yes 2. No</p> <p>Custom made? 1. Yes 2. No</p> <p>Knee:</p> <p>Circle the appropriate structure involved:</p> <p>1. ACL 2. PCL 3. MCL 4. LCL 5. Meniscus 6. PF*</p> <p>Grade: 1. _____ 2. _____ 3. _____</p> <p>Shoulder:</p> <p>Circle the appropriate structure involved:</p> <p>1. AC* 2. SC* 3. Glenohumeral</p> <p>Grade: 1. _____ 2. _____ 3. _____</p>		
<p>Box/assessment:</p> <p>1. Contusion</p> <p>2. Sprain (Ligament)</p> <p>3. Strain (Muscle-Tendon)</p> <p>4. Laceration</p> <p>5. Dislocation/Subluxation</p> <p>6. Fracture</p> <p>7. Neurotrauma/Concussion</p> <p>8. Other: _____</p> <p>Time Lost:</p> <p>The amount of time player is expected to be out of play</p> <p>1. Return same day</p> <p>2. Less than 1 week</p> <p>3. 1 to 3 weeks</p> <p>4. More than 3 weeks</p> <p>Was a penalty called on the play?</p> <p>1. Yes 1. 2 min.</p> <p>2. No 2. 2+2 min</p> <p> 3. 2+10 min</p> <p> 4. 5+20 min</p> <p> 5. Other: _____</p> <p>Equipment:</p> <p>1. Full Face mask</p> <p> a. shield _____</p> <p> b. cage _____</p> <p>2. Visor _____</p> <p>3. None _____</p>		
<p>Cause of injury:</p> <p>1. Type of Check</p> <p> a. Body Check</p> <p> b. Check from Behind</p> <p> c. Check to the Head</p> <p>2. Stick Contact</p> <p>3. Puck Contact</p> <p>4. Unintended Collision</p> <p>5. Fighting</p> <p>6. Non-Contact</p> <p>7. Skate</p> <p>8. Other: _____</p>		

F. IIHF Concussion Protocol

IIHF Medical Care Guide [Internet] [zitiert am 16.01.2020].
URL:<https://www.iihf.com/en/static/5070/medical>



INTERNATIONAL ICE HOCKEY FEDERATION CONCUSSION PROTOCOL

Introduction

The IIHF concussion protocol has been updated using data and research from recent symposia to ensure the safety and health of the players competing in the IIHF Championship Program, IIHF Club Competitions and Olympic Winter Games competitions.

Acute Evaluation/Management

Concussion symptoms may occur quickly after a blow to the head or body, or may evolve over time (hours or days). Consequently, players diagnosed with a concussion, and those who are suspected of having a concussion, should be monitored and evaluated over time.

Any player (including goaltenders) who displays one or more of the concussion signs outlined below, or who exhibits/reports one or more of the concussion symptoms outlined below, either on the ice or at any subsequent time after direct or indirect contact, shall be removed as soon as possible from the playing environment by the team medical personnel. Team personnel observing the signs and symptoms below shall report their observations to their medical staff. The IIHF Medical Supervisor is entitled to request a medical examination in the dressing room from the team if he observes visible signs of Concussion.

Players suspected of having a concussion or who exhibit one or more of the concussion signs or report one or more of the concussion symptoms listed below shall be evaluated by a Team Physician (and Athletic Trainer/Therapist when reasonably possible) in a distraction-free environment. In all circumstances, the Team Physician shall assess the player in person and be solely responsible for determining whether the player is diagnosed as having a concussion. If no Team Physician is available, the Event Chief Medical Officer (ECMO) shall take over that role.

Concussion Signs (Visible)

- Any loss of consciousness;
- Motor incoordination/balance problems (stumbles, "rubber legs", trips/falls, slow/labored skating);
- Disorientation (e.g., unsure of where he is on the ice or location of player bench);



Concussion Symptoms (Player reported)

- Headache;
- Dizziness;
- Balance or coordination difficulties;
- Nausea;
- Amnesia for the circumstances surrounding the injury (i.e., retrograde/anterograde amnesia);
- Cognitive slowness;
- Light/sound sensitivity;
- Disorientation;
- Visual disturbance;
- Tinnitus.

Please note that the signs and symptoms of concussion listed above, although frequently observed or reported, are not an exhaustive list.

Return to Play

If, after the evaluation noted above the Team Physician determines that the **player is not diagnosed with a concussion**, the player may return to play.

A player with a suspected concussion shall not return to play and will be reevaluated on the next day.

A player with a diagnosed concussion **shall be immediately removed from play**.

After a brief period of rest (24 to 48 hours after injury), patients can be encouraged to become gradually and progressively more active as long as these activities do not bring-on or worsen their symptoms.

There should be at least 24 hours (or longer) for each step of the progression that follows. If any symptoms worsen during exercise, the athlete should go back to the previous step.

<u>Stage</u>	<u>Aim</u>	<u>Activity</u>	<u>Goal of each step</u>
1	Symptom-limited activity	Daily activities that do not provoke symptoms.	Gradual reintroduction of work/school activities
2	Light aerobic exercise	Walking or stationary cycling at slow to medium pace. No resistance training.	Increase heart rate



3	Sport specific exercise	Running or skating drills. No head impact activities.	Add movement
4	Non-contact training drills	Harder training drills, eg. passing drills. The player may start progressive resistance training.	Exercise, coordination and increased thinking
5	Full contact practice	Following medical clearance, participate in normal training activities.	Restore confidence and assess functional skills by coaching staff
6	Return to Play	Normal game play.	

The athlete may return to play when the Team Physician or ECMO/Host Physician (if no Team Physician present) verifies normal neurocognitive function and successful completion of the graduated return to play strategy.

The Team Physician may consult with the IIHF Medical Supervisor, if present, but the Team Physician will make the final decision on return to play. **If the IIHF Medical Supervisor does not agree with the decision of the Team Physician, he will communicate with the Directorate Chairman.**