



Sportbedingte Gehirnerschütterungen: neue diagnostische Möglichkeiten

Text Ingo Helmich *Fotos* Julia Neuburg, LSB

Einleitung

Sportbedingte Gehirnerschütterungen (GE) oder leichte Schädel-Hirn-Traumata (LSHT) sind häufig im Sport und es gibt eine Vielzahl an Sportlern, die nach einem LSHT nicht nur lange Zeit auf Sport verzichten, sondern sogar ihre Karriere dadurch beenden mussten. Prominente Beispiele sind u.a. Stefan Ustorf und Christoph Kramer.

Christoph Kramer wurde in der 17. Minute des Fußball-Weltmeisterschaftsfinals von Rio de Janeiro 2014 von seinem Gegenspieler mit der Schulter am Kopf getroffen und erlitt eine Gehirnerschütterung. Es dauerte jedoch bis zur 32. Minute bis Christoph Kramer vom Schiedsrichter des Finales, Nicola Rizzo-

li, ausgewechselt wurde (man beachte: der Spieler wurde nicht von der medizinischen Abteilung ausgewechselt). Der Schiedsrichter berichtete später in einem Interview mit der *Gazzetta dello Sport*, dass Christoph Kramer die Orientierung verloren habe und ihn gefragt habe „ob das hier das Finale sei“ (Flohr, 2014). Tatsächlich kann sich der Spieler bis heute nicht an die erste Hälfte des Spiels erinnern (Seldorf, 2014).

Ein Sportler, der seine Karriere aufgrund eines wiederholten Ereignisses beenden musste, ist der Eishockeyspieler Stefan Ustorf. Der ehemalige Weltklassespieler im Eishockey erlitt am 6. Dezember 2011

Wie oft kommen Gehirnerschütterungen in den verschiedenen Sportarten vor?

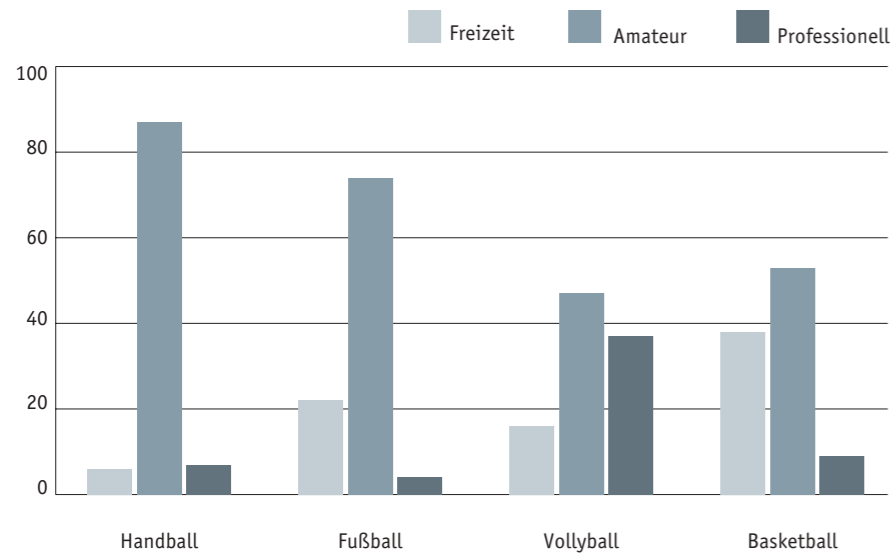


Abb. 1 Vorkommen von Gehirnerschütterungen im Fußball, Handball, Basketball und Volleyball abhängig vom Spielniveau (in %).

eine (zweite) Gehirnerschütterung. Das Problem: Er litt noch an Symptomen einer vorherigen GE aus einem Spiel einige Tage zuvor. Die (noch nicht-abgeklungenen) Symptome beim darauffolgenden Spiel beschreibt Stefan Ustorf im Interview mit dem Nachrichtenmagazin Spiegel (Hamann, 2013) wie folgt: „Ich hatte Probleme mit den Augen. [...] Ich dachte, der Spieler kam von hinten. Er kam aber von vorne, war genau vor mir. Ich habe ihn einfach nicht gesehen. Meine Augen waren durch die erste Gehirnerschütterung so schlecht, dass sie bei der Drehung nicht mitgekommen sind. Daher konnte ich nicht mehr reagieren“ (Hamann, 2013). Zum Zeitpunkt des Interviews, fast eineinhalb Jahre später, hat Stefan Ustorf seine Karriere beendet und leidet noch immer unter Folgen: „Seitdem sind die Kopfschmerzen nie wieder verschwunden. Ustorf leidet an Schlaflosigkeit, fernsehen und lesen kann er nur für kurze Zeit. Besucht er ein Eishockeyspiel, muss er immer wieder die Halle verlassen, weil er die laute Musik und die Lichtblitze nicht erträgt“ (Hamann, 2013).

Sowohl Christoph Kramer als auch Stefan Ustorf haben trotz bestehender Symptomatik nach einer GE wieder gespielt. Dadurch wird deutlich, dass die Diagnose einer sportbedingten Gehirnerschütterung nicht in genügendem Maße stattfindet bzw. funktioniert, um Sportler vor potentiellen Schäden einer Gehirnerschütterung zu schützen.

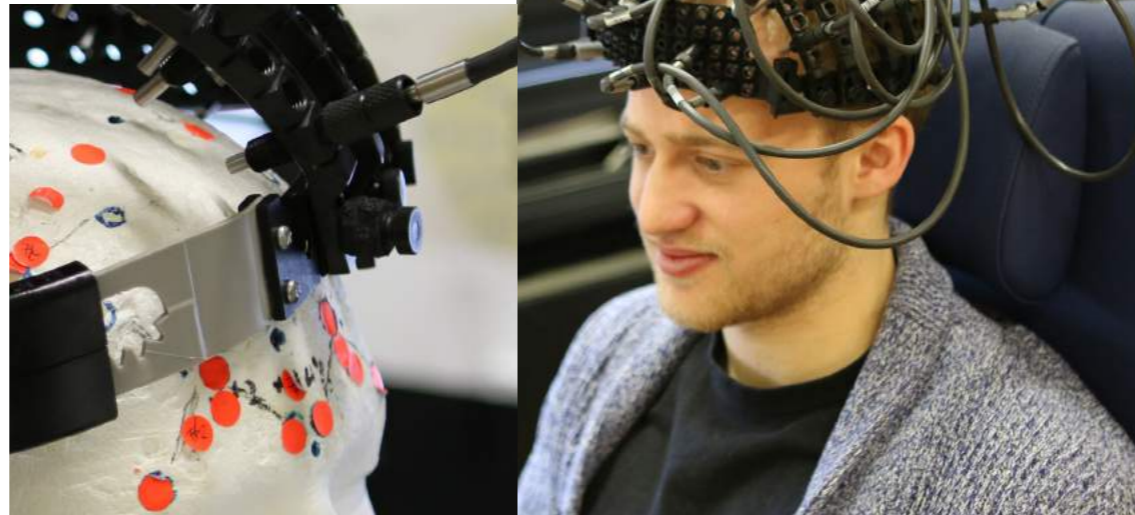
Definition

Die Task Force für Neurotrauma der Weltgesundheitsorganisation (WHO) (Holm et al., 2005) definiert Gehirnerschütterungen wie folgt: Es handelt sich um einen komplexen pathophysiologischen Prozess am Gehirn, der durch die Einwirkung mechanischer Kräfte auf das Gehirn ausgelöst wird. Kriterien zur klinischen Identifikation: (i) Verwirrung/Desorientierung, Bewusstseinsverlust für 30 Minuten oder weniger, post-traumatische Amnesie für weniger als 24 Stunden und/oder flüchtige neurologische Auffälligkeiten (man beachte: in etwa 90% der sportbezogenen Gehirnerschütterungen liegt keine Bewusstlosigkeit vor (McCrea et al., 2003)); (ii) einen Score auf der Glasgow-Koma-Skala von 13-15 ca. 30 Minuten nach dem Ereignis. Diese Manifestationen dürfen nicht aufgrund von Drogen, Alkohol, Medikation oder anderen Verletzungen oder Problemen vorliegen.

Vorkommen im Sport

Schätzungen des „Centers for Disease Control and Prevention“ (CDC) beziffern 1,6 bis 3,0 Millionen sportbedingte GE pro Jahr in den USA (CDC, 2006), mit zunehmender Inzidenz (Gessel et al., 2007). Die Dunkelziffer von sportbedingten GE liegt vermutlich weitaus höher, da viele ihre ISHT nicht berichten (McCrea et al., 2004). Höchste Inzidenzraten finden sich in den Sportarten Boxen, American Football, Eishockey, Rugby, Fußball und Basketball (Har-

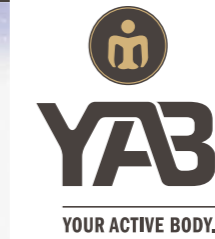
Abb. 2 Das Setup der funktionellen NahInfrarot-Spektroskopie, einer relativ neuen, optischen Methode zur Untersuchung der Gehirnoxxygenierung nach einer Gehirnerschütterung.



mon et al., 2013). Jedoch sind auch Sportarten wie Skifahren, Snowboarden, Cheerleading, Wasserpolo, Wrestling, Volleyball, Handball oder Martial Arts betroffen (z.B. Webbe, 2010). Studien zu Verletzungen bei Weltmeisterschaften im Fußball sowie Handball zeigen, dass Kopf- und Nackenverletzungen die zweithäufigsten Körperregionen aller Verletzungen ausmachen (Junge & Dvořák, 2015; Langevoort et al., 2007). Da in Deutschland noch keine Daten zur Verbreitung von sportbedingten Gehirnerschütterungen vorliegen (Gänslen & Schmehl, 2015), war das Ziel der Abteilung Neurologie, Psychosomatik und Psychiatrie der Deutschen Sporthochschule Köln, Daten zur Verbreitung von sportbedingten GE in den deutschlandtypischen Sportarten zu erheben und unterschiedliche Charakteristiken (z.B. Taktik, Spielposition, etc.) zu erhöhtem Vorkommen auszumachen (Helmich, 2016).

Helmich (2016), Game-specific characteristics of sport-related concussions. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness.

Mittels einer Online-Befragung wurden 3.001 Sportler hinsichtlich der Verbreitung von GE in den Sportarten Fußball, Handball, Basketball und Volleyball untersucht (vgl. Abb 1). Die Resultate ergaben, dass insgesamt 18% der Teilnehmer bereits eine GE in ihrer jeweiligen Sportart erfahren haben. Jedoch un-



YAB.FITNESS PRESENTS: YAB.YOUR ACTIVE BODY

NEW EQUIPMENT – NEW WORKOUT – NEW FITNESS

YABs – NEUE TRAININGSREIZE DURCH ZAHLEICHE MÖGLICHKEITEN.



Pro Größe Gewichtsbelastungen von 120% bis zu 80% – ohne Unterbrechung des Trainings.

- + **langer Hebel:** zusätzlicher Reiz mit sofortigem Feedback aufgrund Griffhaltung
- + **zentrischer Hebel:** Basisgewicht für intensives Training durch eigene Gewichtsform
- + **kurzer Hebel:** stabilisiert und entlastet zugleich das Handgelenk

Weitere Vorteile:

- + geführte Unterstützung, ähnlich dem Training an der Maschine
- + Minimierung von Fehlhaltungen
- + Minderung des Verletzungsrisikos – auch bei komplexen Bewegungsabläufen

YABs – sogar für Beine, Gesäß und mehr!

Eine Spanne von 1,3 kg bis 18,7 kg – mit nur 9 Größen. Mit den zusätzlichen Haltevarianten entstehen so zahlreiche Intensitätsstufen.



Mit dem **YAB.Pad** immer sicher auf dem Step und am Boden trainieren – ohne Umbau. Spart Platz und Zeit!



Passend für jeden – YAB.Workout:

- + Group Fitness, powered by YAB.Beats
- + innovatives Functional Training
- + neuartiges Krafttraining



Schulungen und Ausbildungen für Kursleiter und Trainer in der YAB.Academy oder bei einem der Partner.

Mehr unter www.yab.fitness oder einfach anfragen [ask-for@yab.fitness!](mailto:ask-for@yab.fitness)

Gehirnoxxygenierung der untersuchten Gruppen im dorsolateralen präfrontalen Kortex

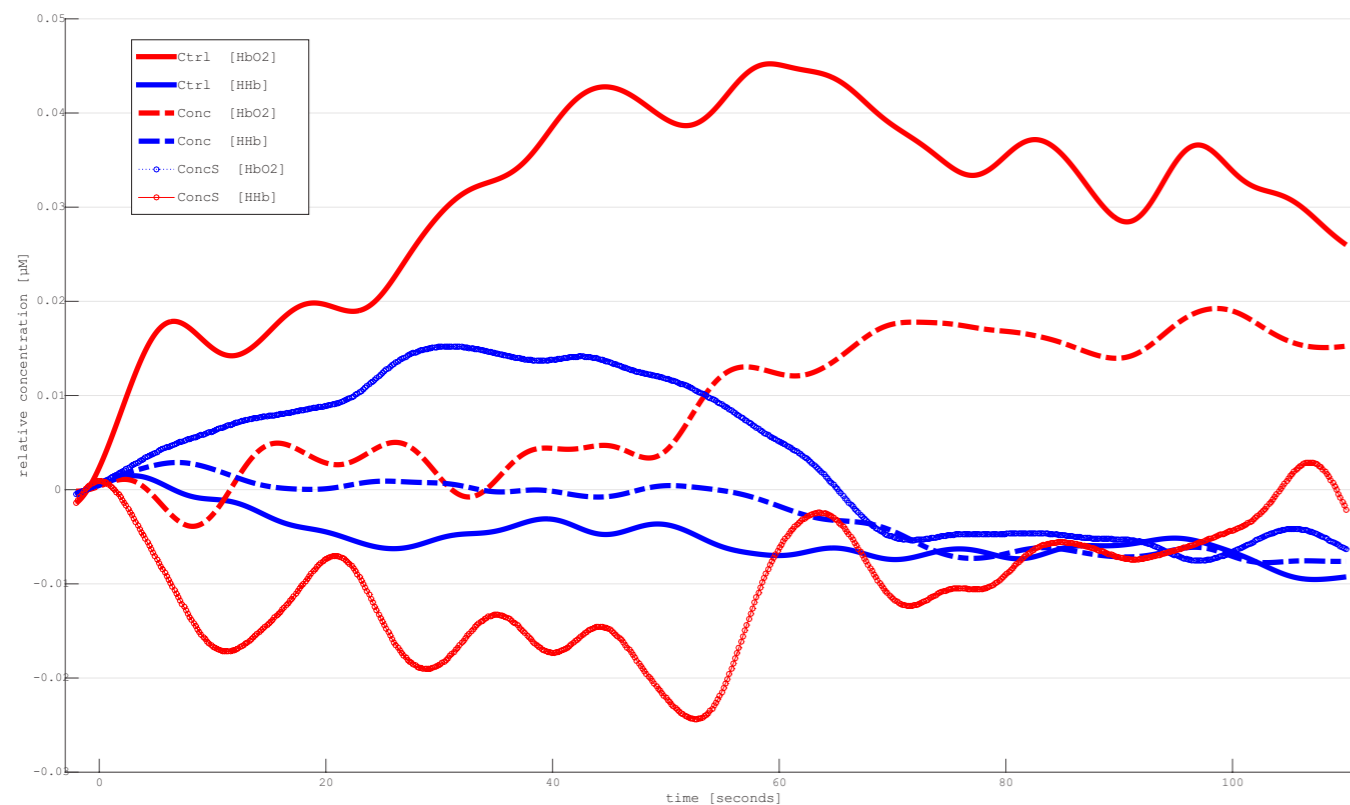


Abb. 3 Gehirnoxxygenierung im dorsolateralen präfrontalen Kortex während einer Gedächtnisleistung; ConcS: Probanden mit Gehirnerschütterung und bestehender Symptomatik; Conc: Probanden mit Gehirnerschütterung aber ohne bestehende Symptomatik; Ctrl: gesunde Kontrollgruppe.

terscheidet sich die Verbreitung signifikant zwischen den Sportarten: Fußball 25 %, Handball 24 %, Basketball 15 % und Volleyball 13 %. Wohingegen Fußballer und Handballer die meisten Gehirnerschütterungen im Amateursportbereich erfahren, passieren die meisten ISHT beim Volleyball auf professionellem Niveau; im Basketball hingegen im Freizeitspiel. Wohingegen Fußballer die meisten GE durch Kollisionen mit einem anderen Spieler erfahren, ereignen sich im Volleyball die meisten Ereignisse durch Kopftreffer mit dem Ball. Im Fußball sind Torhüter und defensive Mittelfeldspieler am häufigsten betroffen, im Volleyball die Libero- und die Außen-Positionen. Die Resultate dieser Studie zeigen, dass unterschiedliche Faktoren das Vorkommen von Gehirnerschütterungen im Sport bedingen (Helmich, 2016).

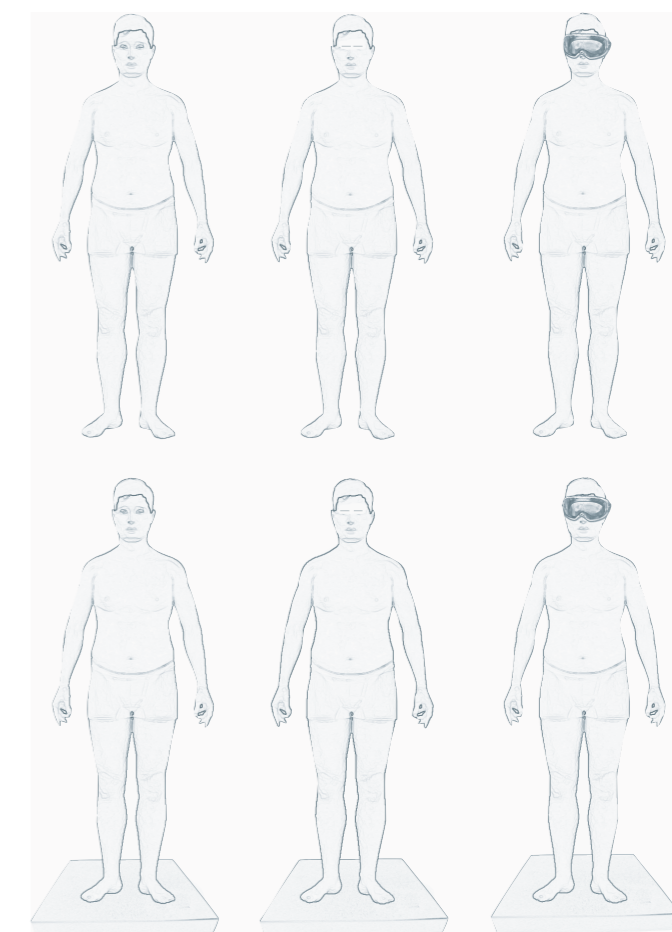
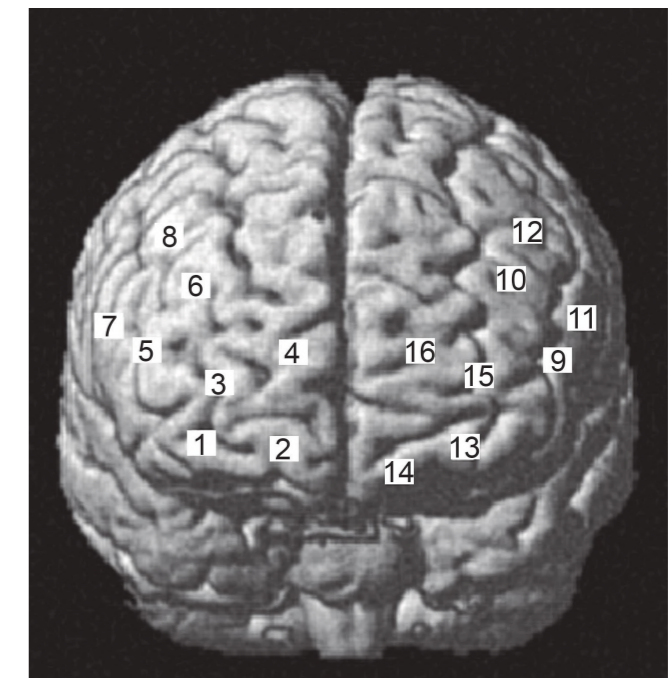
Die Problematik

Trotz der Vielzahl an u.a. prominenten Fällen wird in der Welt des Sports das ISHT nach wie vor bagatellisiert. Das Problem ist, dass es sich um eine Verletzung handelt, die auf den ersten Blick keine sichtbaren Spuren hinterlässt. Im Sport herrscht gegenüber der GE eine Attitüde, die eher als ‚herablassend‘ als ‚besorgt‘ beschrieben werden muss. Tat-

sächlich nahmen 43 % der American Football Spieler mit einer GE noch am selben Tag das Spiel wieder auf (McCrory et al., 2000). Betreten Spieler jedoch nach einem ISHT wieder das Spielfeld, erhöht sich die Gefahr einer weiteren Verletzung. Wiederholte Ereignisse führen zu länger anhaltender Symptomatik (Stern et al., 2011). 10-15 % der Individuen mit einem ISHT entwickeln ein postkotionelles Syndrom (Comper et al., 2005). Eine chronische traumatische Hirnschädigung tritt in 20 % aller professionellen Boxer auf (Jordan, 2000). Außerdem berichteten ein Viertel der Spieler, dass Druck von Trainern, Funktionären, Fans oder Eltern nach einer GE erzeugt wurde, um weiterzuspielen (Kroshus et al., 2015). Die beschriebenen sportspezifischen Probleme führen dazu, dass Spieler ihre Symptome dissimulieren, weiterspielen und sich letztendlich der Gefahr eines wiederholten Ereignisses aussetzen. Im schwersten Fall kann es aufgrund einer erhöhten Vulnerabilität zu einem „Second-Impact Syndrom“ (SIS) kommen (Cantu, 1998). Das zweite SHT kann ein Bagateltrauma sein (Ettlín et al., 1992), jedoch zu einer gestörten Blutversorgung des Gehirns mit der Ausbildung eines Hirnödems und einer unkontrollierbaren intrakraniellen Hypertension führen

Abb. 4 Kombination von fNIRS und Druckmessplatte

Experimenteller Aufbau zur Messung neuronaler und biomechanischer Korrelate der Balancefähigkeit bei Probanden mit/ohne Gehirnerschütterung.



Signifikante Unterschiede zwischen den untersuchten Gruppen

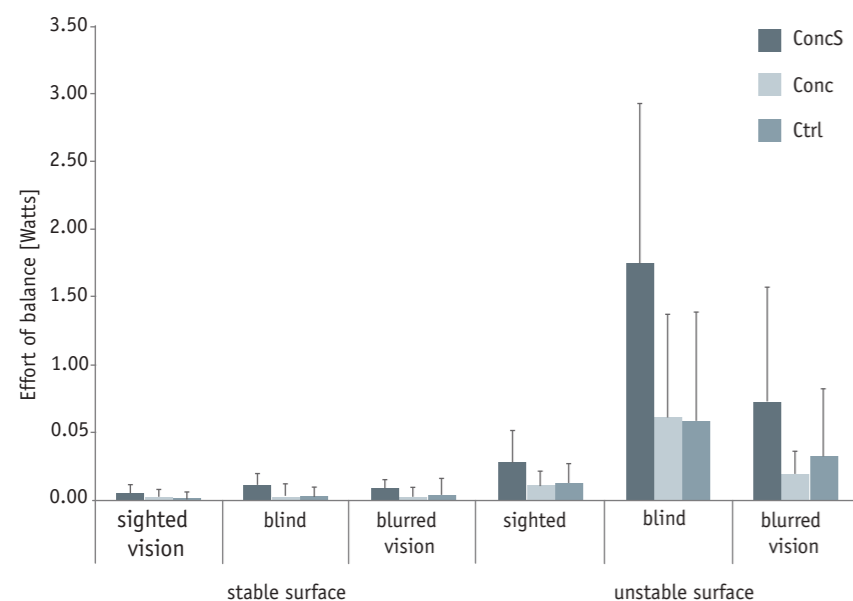


Abb. 5 Signifikante Gruppenunterschiede hinsichtlich der posturalen Kontrolle (gemessen mit einer Druckmessplatte).

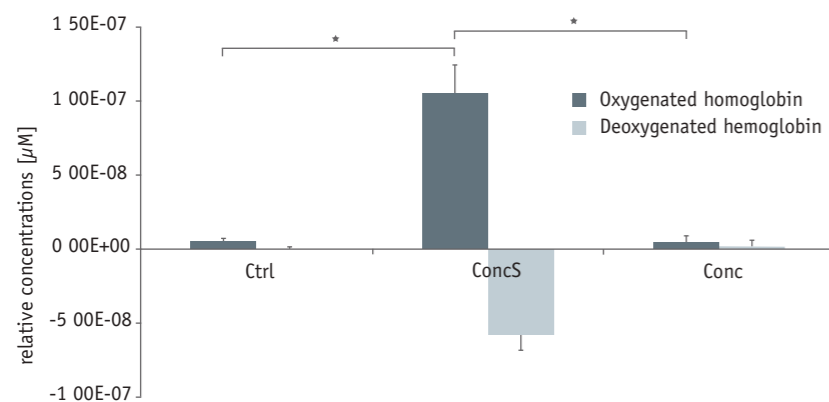


Abb. 6 Signifikant erhöhte Gehirnoxygenierung bei Individuen mit anhaltender Symptomatik nach einer Gehirnerschütterung während der posturalen Kontrolle auf instabiler Standfläche mit geschlossenen Augen in frontopolen und orbitofrontalen Gehirnarealen der rechten Hemisphäre.

(Kelly et al., 1991). Beim Auftreten eines SIS wird der Athlet innerhalb kurzer Zeit komatös (Bailes & Cantu, 2001). Daher ist es wichtig, eine Gehirnerschütterung im Sport (1.) zu erkennen und (2.) für einen optimalen Genesungsprozess richtig zu diagnostizieren.

Diagnose

Aufgrund der beschriebenen Problematik sportbedingter Gehirnerschütterungen ist es notwendig, dass sensitive diagnostische Messmethoden im Sport eingesetzt werden. Die erste Diagnose sollte noch auf dem Spielfeld stattfinden. Daher sind portable, einfach einzusetzende Methoden für die Diagnose wichtig. Es sollte dabei erkannt werden, ob ein LSHT vorliegt und ob der Spieler in eine medizinische Einrichtung gebracht werden muss (Bailes & Hudson, 2001). Oft ist es schwierig zu beurteilen, ob ein möglicher Schlag auf den Kopf ausreichend war, um eine Gehirnerschütterung herbeizuführen (Barr & McCrea, 2010). Deshalb sollte die Diagnose am Spielfeldrand von geschultem Personal stattfinden. Neuropsychologische Messmethoden, die am Spielfeldrand eingesetzt werden können und relevante Symptome (Schwindel, Kopfschmerzen, Konzentrationsschwierigkeiten, etc.) abfragen, haben in den letzten Jahren die Diagnose von sportbedingten Gehirnerschütterungen verbessert.

Kliniker und Wissenschaftler benötigen jedoch weitere objektive Marker, um verlässliche Aussagen hinsichtlich dem Gesundheitszustand nach einer GE und Vorhersagen zum Wiedereinstieg in den Sport treffen zu können. Daher werden zunehmend Methoden der Neurobiologie in Betracht gezogen. Die hierbei meist verwendete Methode stellt die Computertomographie (CT) dar. Die CT dient dazu, Notfälle aufzuklären, hat jedoch nicht die ausreichende Sensitivität, um ein LSHT zu diagnostizieren (Barr & McCrea, 2010). Studien mit funktioneller Neurobiologie (Magnetresonanztomographie (MRT)) konnten dagegen nachweisen, dass noch Monate nach einem Ereignis Gehirnerschütterter hinsichtlich ihrer Gehirnaktivierung zu gesunden Kontrollprobanden unterschieden werden können (z.B. Chen et al., 2004). Ein MRT ist jedoch teuer, benötigt Fachpersonal und ist daher relativ unpraktikabel für die Diagnose einer sportbedingten GE.

Eine günstigere, praktikablere Alternative zum MRT stellt die funktionelle NahInfrarot-Spektroskopie (fNIRS) dar. Die fNIRS ist eine relativ neue, optische Methode zur Untersuchung der Gehirnoxygenierung (Fallgatter et al., 2004). Da aber die fNIRS bisher nicht zur Diagnose sportbedingter Gehirnerschütterungen eingesetzt wurde, fand in der Abteilung Neurologie, Psychosomatik und Psychiatrie der Deut-

schen Sporthochschule Köln eine kontrollierte Studie hinsichtlich dem Vergleich von Athleten mit einer Gehirnerschütterung und vorhandener Symptomatik zu gesunden Kontrollprobanden und deren Gehirnoxygenierung mit fNIRS statt (Helmich et al., 2015).

Helmich et al. (2015), Persistent Postconcussive Symptoms Are Accompanied by Decreased Functional Brain Oxygenation. The Journal of Neuropsychiatry & Clinical Neurosciences.

Die Ergebnisse zeigen, dass Probanden mit einer Gehirnerschütterung und vorliegender Symptomatik weniger korrekte Antworten in Gedächtnisaufgaben erzielen, das mit verringerter Gehirnoxygenierung in frontalen Kortizes einhergeht (vgl. Abb. 3). Im dorso-lateralen präfrontalen Kortex der linken Hemisphäre zeigt sich überdies eine negative Korrelation zwischen (höheren) Symptomscores und der (verringerten) Gehirnoxygenierung während Arbeitsgedächtnisaufgaben. Die vorliegenden Daten bestätigen damit Befunde aus vorherigen Studien mit fMRT (Chen et al., 2004) und belegen, dass fNIRS eine neue diagnostische Möglichkeit für sportbedingte Gehirnerschütterungen bietet (Helmich et al., 2015).

Posturale Kontrolle

Ein relevanter Parameter bei von einer Gehirnerschütterung betroffenen Personen ist ein positives Romberg-Zeichen (=Störungen des Gleichgewichtsinnes). Tatsächlich zeigen zwei Drittel aller Gehirnerschütterter Probleme bei der posturalen Kontrolle (Guskiewicz et al., 2000). Jedoch gibt es wenig geeignete neurobildgebende Verfahren, womit die Gehirnoxygenierung im aufrechten Stand objektiv gemessen werden kann. fNIRS hingegen wurde bereits für Messungen der Gehirnoxygenierung während der Balance beim Menschen verwendet (z.B. Karim et al., 2013). Daher war das Ziel einer weiteren Untersuchung der Abteilung Neurologie, Psychosomatik und Psychiatrie der Deutschen Sporthochschule Köln neuronale Korrelate der posturalen Kontrolle von Probanden mit einer GE abzuleiten (vgl. Abb. 4) und dadurch weitere diagnostizierbare Kennzeichen eines LSHT zu gewinnen (Helmich et al., 2016).

Helmich, Berger & Lausberg (2016), Neural control of posture in individuals with persisting post-concussion symptoms. Medicine & Science in Sports & Exercise.

Es zeigte sich in allen Gruppen, dass es bei der „schwierigsten“ Balanceaufgabe (Kombination aus geschlossenen Augen und instabiler Standfläche) zu einer erhöhten Gehirnoxygenierung in präfrontalen

Gehirnarealen kommt. Jedoch zeigte sich nur in der Gruppe mit einer GE und vorhandener Symptomatik, dass schwierigste Balanceaufgaben mit einer signifikant erhöhten Körperschwankung (gemessen mit einer Druckmessplatte) und einer signifikant erhöhten Gehirnoxygenierung in frontopolen / orbitofrontalen Arealen der rechten Hemisphäre einhergehen (vgl. Abb. 5 und Abb. 6). Dadurch kann geschlossen werden, dass Probanden mit vorliegender Symptomatik nach einer Gehirnerschütterung erhöhten zerebralen und motorischen Aufwand betreiben müssen, um dieselbe posturale Leistung wie gesunde Kontrollprobanden zu erreichen (Helmich et al., 2016).

Ausblick

Die vorliegenden Studien zeigen, dass Gehirnerschütterungen im Sport häufig, aber unterschiedlich verbreitet sind. Insbesondere Amateure scheinen im Fußball und Handball der erhöhten Gefahr einer Gehirnerschütterung ausgesetzt zu sein. Dies ist deshalb als kritisch zu erachten, da im Amateurbereich selten medizinisches Fachpersonal vorhanden ist und betroffene Athleten damit meist „sich selbst“ überlassen sind, im schlimmsten Fall (häufig) sogar weiterspielen. Anhand dieser Daten sollten präventive Maßnahmen eingeleitet und Spieler, Trainer sowie weitere Verantwortliche im Sport geschult bzw. für das Thema sensibilisiert werden.

Die neurobildgebenden Studien mit der fNIRS konnten überdies zeigen, dass neue diagnostische Möglichkeiten bestehen, um sportbedingte Gehirnerschütterungen messbar und die Gehirnaktivität Betroffener differenzierbar zu machen. Dadurch können Entscheidungen über den Gesundheitszustand und Entscheidungen, wann ein Spieler „das Spiel“ wieder aufnehmen kann, objektiviert werden. Durch diese Ergebnisse können weitere Studien geplant werden, um die Problematik sportbedingter Gehirnerschütterungen für Sportler zu reduzieren und langfristig objektive Diagnosen hinsichtlich dem Gesundheitszustand und der Wiedereingliederung in den Sport zu gewährleisten. Ziel der Abteilung für Neurologie, Psychosomatik und Psychiatrie der Deutschen Sporthochschule Köln ist es daher, durch weitere Studien die Diagnose sportbedingter Gehirnerschütterungen zu verbessern und letztendlich den Sport sicher zu gestalten.

Literatur beim Autor



Dr. Ingo Helmich, geboren 1977 in Illertissen; Diplomstudium der Sportwissenschaften mit den Schwerpunkten Prävention und Rehabilitation an der Humboldt Universität zu Berlin. Seit 2009 wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung für Neurologie, Psychosomatik und Psychiatrie der Sporthochschule Köln und seit 2014 technischer Leiter des Labors für funktionelle Bildgebung mit der NahInfrarot-Spektroskopie (fNIRS). 2015 beendete er dort seine Promotion. Von 2013 bis 2014 absolvierte er einen von der Heinrich Hertz Stiftung geförderten Forschungsaufenthalt am Neurologischen Institut der McGill Universität, Montreal, Kanada. » i.helmich@dshs-koeln.de