

# RehaTrain

Zeitschrift für Prävention, Rehabilitation und Trainingstherapie



---

## Wirbelsäule

- » Rezidivrate nach Bandscheibenvorfall
  - » Biomechanik der thorakalen Wirbelsäule
  - » Concussion
  - » McGill Test
-



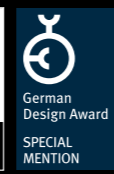
## DIVE INTO THE WORLD OF MIHA BODYTEC



### Wir besuchen Sie gerne!

Elektro-Muskel-Stimulation – eine Trainingsform ist auf dem Vormarsch! Der EMS-Markt wächst dynamisch und zeigt unterschiedliche Ausprägungen: Vom mobilen Personal-Trainer über das Zusatzangebot in bestehenden Einrichtungen bis hin zu reinen EMS-Studios.

Erleben Sie die Wirkungsweise hautnah! Einer unserer Mitarbeiter zeigt Ihnen gerne persönlich die Vorzüge des miha bodytec und informiert Sie über gewerbliche Umsetzungsmöglichkeiten. Mehr Infos finden Sie unter [miha-bodytec.com](http://miha-bodytec.com) oder Sie rufen uns an unter +49 821 45 54 92 - 0.



Lassen Sie unsere Anzeige zu einem multimedialen Erlebnis werden. Hierfür benötigen Sie ein Smartphone oder Tablet (iOS/Android) und die miha bodytec App. Starten Sie die App und wählen Sie „Interaktiv“ aus. Halten Sie nun die Kamera des Smartphone/Tablet möglichst gerade über die zu scannende Anzeigenseite und tauchen Sie in die Welt von miha bodytec ein!

[www.miha-bodytec.com](http://www.miha-bodytec.com)

# Inhaltsverzeichnis

<b>Editorial</b>		4
<b>Das Journal</b>	Frank Diemer	5
<b>Die Veranstaltung</b> Freiburger Knorpeltage	Frank Diemer	8
<b>Concussion</b>	Volker Sutor	10
<b>Biomechnaik der thorakalen Wirbelsäule</b>	Nedeljko Goreta	28
<b>Der Test</b> McGill Test	Frank Diemer	40
<b>Das Fobi-Zentrum</b> gomedis Physio Akademie Bornheim	Sabine Heimerdinger	52

# Editorial

Liebe Leserinnen und Leser,

die erste Ausgabe dieses Jahres handelt zum größten Teil von spezifischen Themen unserer Wirbelsäule.

Das Journal liefert uns zunächst aktuelle Daten zur Rezidivrate nach konservativen Behandlungen eines Bandscheibenvorfalles.

Frank besuchte und referierte bei den Freiburger Knorpeltagen und gibt einen Einblick über die behandelten Themen.

Der Hauptartikel Concussion als kleiner Exkurs knüpft an die App-Vorstellung der vergangenen Ausgabe an und beschreibt ausführlich die Definition einer Gehirnerschütterung, deren Pathophysiologie, Symptomatik, Diagnostik und verschiedene Therapieansätze. Da insbesondere die Auswirkungen bei Sportlern immens sein können, soll das Thema für den Umgang mit Betroffenen sensibilisieren.

Weiter geht es mit der Forschung über anatomische Strukturen der Brustwirbelsäule und deren Einfluss auf das Bewegungsverhalten im thorakalen Bereich, insbesondere der Biomechanik. Eine interdisziplinäre Studiengruppe des Uniklinikums Ulm widmet sich dieser noch recht unbekanntem Thematik.

In der Therapie fehlen uns oft gute und valide Tests, um die Kraft der Rumpfmuskulatur zu beurteilen. Der McGill Test bietet hierfür eine gute Möglichkeit und kann Aussagen über die Suffizienz der Rumpfmuskeln geben. In weit Rückenschmerzen mit geringen Testwerten korrelieren, wird zudem im Artikel diskutiert.

Anstelle der App stellen wir Euch unseren allgemeinen Anamnesebogen vor, der bei heutigem Zeitdruck bei der Anamnese enorm hilfreich ist. Er kann bereits im Vorfeld vom Patienten ausgefüllt werden, erspart bei vielen Punkten ein Abfragen und ermöglicht ein gezieltes Nachfragen zu auffälligen Antworten. Zu finden ist er unter [www.digotor.info](http://www.digotor.info) in der Rubrik „Downloads“.

Zu guter Letzt geben wir Euch Einblick in die Arbeit sowie Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten des Fortbildungszentrums „gomedis Physio Akademie“ in Bornheim.

Wir wünschen Euch einen schönen Start ins Frühjahr mit vielen Sonnenstunden!

**Viel Spaß beim Lesen!**

Euer Digotor-Team

# Das Journal

## Rezidivrate nach einer konservativen Behandlung eines Bandscheibenvorfalles

*Recurrence of pain after usual nonoperative care for symptomatic lumbar disc herniation: analysis of data from the spine patient outcome research trial. Suri P, Pearson AM, Scherer EA et al. PMR. 2016; 8: 405.*

Schon seit über einem Jahrzehnt läuft die sogenannte SPORT Untersuchung (Spine Patient Outcomes Research Trial). In dieser Studie erhielt eine große Kohorte von Patienten mit Bandscheibenpathologien eine konservative oder operative Behandlung. In regelmäßigen Abständen publizieren die Autoren hieraus nun aktuelle Daten.

### » Methode

Die SPORT-Studie inkludierte 1200 Patienten mit einer gesicherten Diskushernie (CT, MRT) und einer Radikulopathie (positiver neurodynamischer Spannungstests, motorischer, sensorischer Ausfall, länger als 6 Wochen Beschwerden). Ausgeschlossen wurden Patienten mit einem Cauda Equina Syndrom, einer progressiven Verschlechterung des neurologischen Befundes, malignen Tumorbefunden, Skoliosen oder vorherigen Operationen an der Wirbelsäule.

Die Patienten konnten entweder im randomisierten oder nicht randomisierten Studienarm teilnehmen. In beiden Teilen der Arbeit wurde die operative Therapie mit einem konservativen Therapieansatz verglichen. Die konservative Therapie beinhaltete:

- Edukation, Information
- Medikamentöse Therapie (NSAID, Opioide)
- Epidurale Injektionen
- Physiotherapie
- Individuelle therapeutische Interventionen (in Absprache mit dem behandelnden Therapeut)

In dieser Arbeit wurden nun alle konservativ versorgten Patienten (n=478, randomisierter und nicht randomisierter Arm) innerhalb eines Nachuntersuchungszeitraums von 4 Jahren bezüglich der Rezidivrate evaluiert. Rücken- und Beinschmerz wurden mit dem Sciatica-Related Bothersomeness Index

(SRBI) gemessen. Neben dem Wiederauftreten der Symptome wurden invasive Eingriffe (Operation, epidurale Injektion) als maßgeblich für ein Rezidiv erachtet.

Darüber hinaus wurden positive oder negative Prädiktoren für ein Rezidiv bestimmt.

### » Ergebnisse

Die Rezidivraten sind erstaunlich hoch und steigen innerhalb des Nachuntersuchungszeitraums progressiv an (siehe Tabelle 1).

Positive Prädiktoren (geringere Prävalenz von Rücken- und Beinschmerzen) waren eine vollständige Resolution der Beinschmerzen nach der konservativen Therapie und eine posterolaterale Diskushernie. Negative Prädiktoren (höhere Prävalenz) waren Rauchen und Beschwerden an anderen Gelenken.

### » Diskussion

Diese Daten zeigen sehr hohe Rezidivraten für eine konservative Behandlung. Problematisch ist in diesem Zusammenhang aber sicherlich, dass in keiner Weise ersichtlich ist, was unter dem Terminus konservative Therapie oder unter den Überschriften Edukation oder auch Physiotherapie wirklich verstanden wurde. Hinter dem

Tab. 1.: Rezidivraten nach konservativer Versorgung (unterschiedliche Zeitpunkte)

Follow-up/Rezidivrate	Rückenschmerz	Beinschmerz
1 Jahr	28%	23%
2 Jahre	58%	41%
3 Jahre	70%	51%
Durchschnittliche Zeit bis zum Rezidiv	1,71 Jahre	1,91 Jahre

Label „konservative Therapie“ können Manuelle Therapie, Training, motorische Kontrollübungen, Traktionen, Massage und vieles mehr stecken. Noch problematischer ist, dass nicht jeder Patient die gleichen Interventionen erhalten hat. Lediglich 43% der Kohorte erhielten überhaupt Physiotherapie. So wirkt diese unstrukturierte Therapie eigentlich nicht wie ein ernsthafter konservativer Ansatz, sondern gleicht eher einem klassischen „wait and see“ Versuch.

Diese Arbeit weist aber einen weiteren Wermutstropfen auf, der allerdings auch durch andere Studien mit einer vergleichbaren Patientengruppe hinreichend bekannt ist. Nach Lurie et al. (2013) wurden 48% der Patienten in der konservativen Gruppe letztendlich doch operiert. Im Gegensatz dazu wurden 40% der OP-Patienten nicht operativ versorgt und wählten eine konservative Therapie. Dieser extreme Cross-over wirft Fragen über die Indikationsstellung für eine konservative oder operative Therapie auf.

Interessant sind die ermittelten negativen Prädiktoren für das Endergebnis. Bezüglich des Nikotinabusus werden die Ergebnisse auch von anderen Arbeiten bestätigt. So zeigen Sigmundsson et al. (2017), Rundell et al. (2016) und Schmelzer et al. (2016) Zusammenhänge zwischen Rauchen und Rückenschmerzen. Es

scheint daher berechtigt zu sein, im Rahmen eines allgemeinen Patientenmanagements vom Rauchen abzuraten.

Die Komorbidität an angrenzenden Gelenken könnte auf mehreren Ebenen Einfluss auf die Rezidivrate haben. Einerseits führen Schmerzen an mehreren Gelenken zu einem größeren afferenten Input im nozizeptiven System und unterstützen zentrale Sensibilisierungsprozesse. Andererseits könnten zum Beispiel hypomobile Hüftgelenke Kompensationen und eine größere Belastung der Lendenregion bewirken. Eine Behandlung angrenzender Gelenke könnte daher im Rahmen einer konservativen Therapie Bedeutung haben.

### » Fazit

Die Rezidivrate nach einer konservativen Therapie eines Bandscheibenvorfalles mit neurologischer Beteiligung ist hoch. Es wäre wünschenswert, in zukünftigen Arbeiten einen besser strukturierten konservativen Therapieansatz mit einer operativen Versorgung zu vergleichen.

Frank Diemer  
frank.diemer@digotor.info

### » Literatur

Lurie JD, Tosteson TD, Tosteson ANA et al. Surgical versus nonoperative treatment for lumbar disc herniation. Spine. 2013; 39: 3.

Rundell SD, Sherman KJ, Heagerty PJ Predictors of Persistent Disability and Back Pain in Older Adults with a New Episode of Care for Back Pain. Pain Medicine. 2016 Sep 28. pii: pnw236. [Epub ahead of print]

Schmelzer AC, Salt E, Wiggins A, Crofford LJ, Bush H, Mannino DM. Role of Stress and Smoking as Modifiable Risk Factors for Nonpersistent and Persistent Back Pain in Women. Clinical Journal of Pain. 2016; 32: 232.

Sigmundsson FG, Jönsson B, Strömqvist B. Determinants of patient satisfaction after surgery for central spinal stenosis without concomitant spondylolisthesis: a register study of 5100 patients. European Spine Journal. 2017; 26: 47.

Suri P, Pearson AM, Scherer EA et al. Recurrence of pain after usual nonoperative care for symptomatic lumbar disc herniation: analysis of data from the spine patient outcome research trial. PMR. 2016; 8: 405.

# PIXFORMANCE:

INTELLIGENTES TRAINING.  
EINFACH. UNWIDERSTEHLICH.



#### EFFECTIV

Innovative und funktionelle Trainingselemente sorgen für optimale Ergebnisse und Erfolge.



#### INTERAKTIV

Durch direktes visuelles Feedback werden die Übungen korrekt ausgeführt. Ab dem ersten Training!



#### INDIVIDUELL

Das persönliche Ziel, die Leistungsfähigkeit und die Vorlieben definieren den individuellen Trainingsplan.



#### ABWECHSLUNGSREICH

Durch abwechslungsreiche Übungen wird der Körper vielseitig beansprucht. Von Eintönigkeit keine Spur!



#### SICHER

Jede Übung wird visuell demonstriert und ist dem Gesundheits- und Erfahrungslevel angepasst.



#### EINFACH

PIXFORMANCE ist intuitiv, motivierend und einfach. So macht effektives Training Spaß!



CONTACT@PIXFORMANCE.COM  
WWW.PIXFORMANCE.COM



PIXFORMANCE

# Die Veranstaltung

## Freiburger Knorpeltage

Am 20.01. und 21.01. 2017 war es wieder soweit: Ärzte und Physiotherapeuten trafen sich im Konzerthaus in Freiburg zu den Freiburger Knorpeltagen. Auch dieses Jahr hatten die Organisatoren Prof. Niemeyer, Prof. Südkamp, Prof. Mayr und Prof. Salzmann wieder ein spannendes Programm auf die Beine gestellt.

### » Das Wichtigste in Kürze

Der Freitag startete mit einer Session zum Thema „Kniegelenkerhalt“. Dr. Marquass bemerkte zunächst, dass über die Hälfte der Patienten, die durch eine Knorpelzelltransplantation behandelt werden, nicht der klassischen Indikationsstellung entsprechen, sondern eher degenerative Knorpelschäden aufweisen. Da die Ergebnisse bei diesen Patienten aber nicht schlechter sind als bei den Patienten, die der ursprünglichen Indikationsstellung entsprechen, sollte die Indikationsstellung zur Knorpelzelltransplantation überdacht und eventuell weiter gefasst werden.

Dr. Niethammer gab einen Überblick über die operativen Möglichkeiten der Knorpeltherapie. Die Mikrofraktur stellt dabei bei kleinen Läsionen nach wie vor eine gute Möglichkeit dar. Spannend sind in diesem Zusammenhang auch die ersten Berichte über die Nanofrakturierung, eine verfeinerte Form der Mikrofraktur (gleiches Prinzip, nur kleinerer Schaden).

Dr. Arnold stellte in seinem Vortrag die Beinachse in den Vordergrund. Insbesondere die dynamische Beinachsenmessung sollte dabei in der Zukunft einen größeren Stellenwert bekommen. Allgemein wird die Umstellungsosteotomie selbst bei sehr kleinen Achsabweichungen immer intensiver diskutiert und empfohlen.

Dr. Angele beleuchtete den patellofemorale Gelenkabschnitt und diskutierte die nach wie vor etwas schlechteren Ergebnisse der Therapie dieses Gelenks im Vergleich mit femorotibialen Knorpelschäden, konnte allerdings keine endgültige Lösung präsentieren.

Das etwas exotischere und rechtlich umstritte-

ne Thema Stammzellentherapie beackerte Prof. Niemeyer in gewohnt souveräner Manier. Interessant scheint in diesem Kontext insbesondere die anti-entzündliche und immunmodulierende Wirkung der Stammzellen zu sein – spannend für die Zukunft.

Dr. Beitzel referierte zur Thematik der Knorpel-supplementierung. Seinen Ausführungen konnte man entnehmen, dass die momentane Evidenz nicht seinen Empfehlungen entspricht, denn er verwies eindeutig auf die destruiende Wirkung von intraartikulären Kortisoninjektionen. Bezüglich der oralen Knorpeltherapie (Glukosaminsulfat und Chondroitinsulfat) sprach er von „vielversprechenden Ergebnissen ohne eine wirkliche Evidenz“. Es scheint aber trotzdem einen Versuch wert zu sein, auch wenn die Gesellschaften (OARSI) keine Empfehlung dafür aussprechen.

Zum Abschluss der Kniesession stellte Dr. Welsch, Mannschaftsarzt beim Hamburger Sportverein, klar, dass ein zeitliches Rehaschema nach Verletzung nicht mehr dem aktuellen Stand entspricht und funktionelle Testverfahren einen höheren Stellenwert einnehmen sollten.

Der Nachmittag gehörte dem Sprunggelenk. Dr. Galla, Dr. Walther und Dr. Aurich stellten dabei aktuelle Tendenzen in der Behandlung von Instabilitäten und Knorpelschäden dar. Am Ende der Versorgungskette steht die Sprunggelenkprothese oder auch die Versteifung. Spannend ist in diesem Zusammenhang, dass gerade in punkto Mobilität die Prothese im Vergleich zur Versteifung keine wirklichen Vorteile bietet. Des Weiteren spielt das Alignment des Fußes eine

große Rolle für das Endergebnis!

Mit den besten Vortrag hielt ein Physiotherapeut: M. Keller aus München. Er zeigte mit vielen Videos und praktischen Beispielen, wie eine moderne Physiotherapie aussehen könnte – sehr gelungen!

Der Samstag war wie in der Vergangenheit zweigeteilt. Für die Physiotherapeuten wurde ein Satellitensymposium abgehalten. Gleichzeitig fanden eine Hüft- und eine weitere Kniesession statt.

Das Satellitensymposium startete mit Vorträgen über aktuelle Tendenzen in der Chirurgie. Dr. Hausschild stellte Offset Korrekturen an der Hüfte per Videoeinspielungen sehr blutig und anschaulich dar. In gleicher Weise zeigte Prof. Niemeyer die Technik der Umstellungsosteotomie. Am Eindrücklichsten war allerdings die Darstellung einer neuen Operationsmethode von Prof. Salzmann. Er stellte eine sogenannte „Schnipseltechnik“ vor, die aus wirtschaftlichen Zwängen heraus entstand. Bei dieser knorpelregenerativen Maßnahme wird der gewonnene hyaline Gelenkknorpel nicht erst kultiviert und später in einer zweiten Operation implantiert, sondern die gewonnenen „Knorpelchips“ werden mehr oder weniger an Ort und Stelle zerkleinert (Skalpell), sofort in den Defekt eingesetzt und mit einem Fibrinkleber fixiert. Die Technik führt dazu, dass eine Operation weniger benötigt wird und dies eine massive Kostenreduktion mit sich bringt. Möglichweise wächst hier eine echte Alternative zur klassischen Knorpelzelltransplantation heran!

Mittags referierte ein Team von Physiotherapeuten. Vorsitzender Wolfgang Schoch beleuchtete den Zusammenhang von Sport und Arthrose. Die Zusammenhänge sind gering und bestehen

nur in extremen Fällen. Im Gegensatz dazu hat regelmäßige sportliche Belastung (selbst längere Distanzen beim Joggen) eher einen protektiven Effekt. Ein neuerlicher Appell an die Bewegung!

Christian Garlich referierte über das patellofemorale Schmerzsyndrom und stellte fest, dass trotz Forschung kein wirklich guter Test zur Verfügung steht. Stephanie Moers aus Freiburg hatte die schwierige Aufgabe, das Thema ICF aus der Theorie in die Praxis zu übertragen. Sie stellte anhand eines Fallbeispiels eindrucksvoll den Nutzen der Klassifikation dar. Oft vergessene oder unterbewertete Komponenten (zum Beispiel die Beachtung der Partizipationsebene und der Umweltfaktoren) können aus ihrer Erfahrung entscheidend für den Behandlungserfolg sein.

Die beiden letzten Vorträge wurden von Dr. Claus Beyerlein (Mobilisation mit Bewegung) und von Frank Diemer (FAI erkennen – Konsequenz für Sport und Training) gehalten und rundeten das Programm mit vielen praktischen Hinweisen für die Teilnehmer ab!

Die Freiburger Knorpeltage waren wieder eine Reise wert. Man kann in 2 Tagen mehr lernen und erfahren als in mehreren Wochen Literaturrecherche oder Ähnlichem. Die Frage ist leider nur: Warum kommen so wenig Physiotherapeuten zu solch einer Veranstaltung? 270 Ärzte und gerade mal 40 Physios: Das ist wirklich sehr schade und wird dieser Veranstaltung nicht gerecht. Also bitte merkt Euch den Termin im nächsten Jahr schon mal vor: 19.-20.01.2018!

Bis dann in Freiburg!

Frank Diemer  
frank.diemer@digotor.info

PHYSIOFOBI

# Concussion (Gehirnerschütterung)

## » Einleitung

In den letzten Jahren geriet das Thema Gehirnerschütterung (englisch: Concussion) vermehrt in den Fokus der Öffentlichkeit. 2014 erlitt der deutsche Fußballnationalspieler Christoph Kramer im WM-Finale ein solches Trauma. Die Schulter eines Gegenspielers traf ihn hart im Gesicht und er ging bewusstlos zu Boden. Als er wieder bei Bewusstsein war, musste er sich neu orientieren und den Schiedsrichter fragen, ob er sich im WM-Finale befinde. Daraufhin wurde er in der 31. Spielminute ausgewechselt.

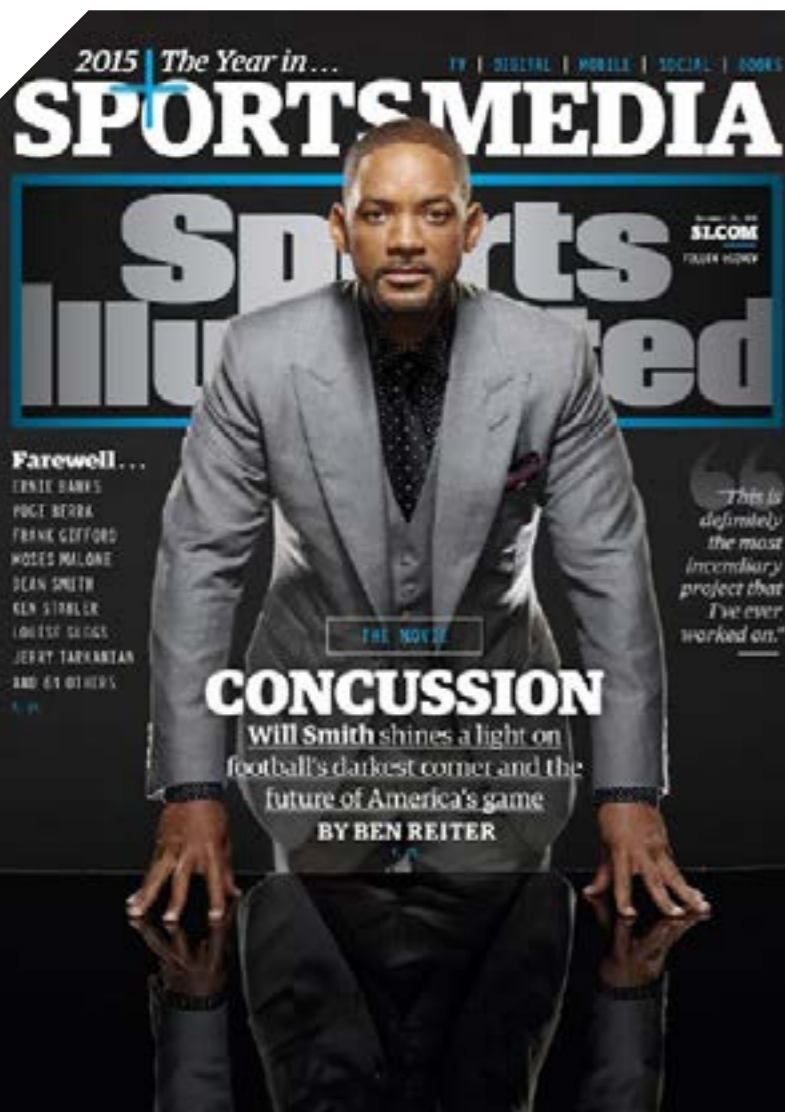


Abb. 1: Will Smith, der durch den Film „Erschütternde Wahrheit (Concussion)“ viel Aufmerksamkeit für das Thema Gehirnerschütterungen im Sport erreichte.

Abends bei der WM-Feier war er allerdings wieder voll orientiert und zeigte keinerlei Symptome mehr.

Auch der Film „Erschütternde Wahrheit“ (Original: Concussion) mit Will Smith, der 2016 ins Kino kam, trug dazu bei, das Thema weiter publik zu machen. Darin wird die autobiographische Geschichte des forensischen Pathologen Dr. Omalu erzählt, der die Gehirne zweier bekannter NFL-Profis nach ihrem Tode untersucht und Hinweise auf massive Neurodegenerationen durch multiple Gehirnerschütterungen festgestellt hatte.

Insbesondere in Amerika, wo Eishockey und American Football zu den Nationalsportarten gehören, gibt es immer wieder erschreckende Meldungen über die Auswirkungen einer Gehirnerschütterung. Daher ist die Concussion eine gefürchtete Diagnose. Insbesondere für Profisportler bedeutet sie eine schwierige Situation, da bis heute die Pathophysiologie, Diagnostik und Therapie nur zum Teil verstanden werden. Da meist keine objektiv nachvollziehbaren diagnostischen Kriterien (CT, MRT etc.) vorhanden sind, wird die Gehirnerschütterung oft bagatelisiert und unstrukturiert oder gar nicht therapiert. Diese Vorgehensweise kann zu schwerwiegenden Folgen bis zur Berufsunfähigkeit und dauerhaften kognitiven und physischen Einschränkungen führen.

Genaue Zahlen für Deutschland gibt es nicht. Man geht davon aus, dass ca. 40.000 - 120.000 Personen jährlich in den Notaufnahmen mit einer Gehirnerschütterung behandelt werden. Die Dunkelziffer dürfte um ein Vielfaches höher liegen (Gänsslen 2015).

In Amerika wird mit ca. 3,8 Millionen Betroffenen bei Freizeit- und Sportaktivitäten pro Jahr gerechnet (Langlois 2006, Harmon 2013). Die Dunkelziffer dürfte ebenfalls deutlich höher liegen.

In den letzten Jahren wurde ein deutlicher Anstieg der Häufigkeit und der Schwere festgestellt. Ob dies in Zusammenhang mit der verbesserten Diagnostik, der vermehrten Aufmerksamkeit oder mit anderen Gründen zu tun hat, ist unklar.

Das Erkennen und die Therapie der Gehirnerschütterung führen in der deutschen Sportphysiotherapie eher ein Schattendasein. Das Thema wird nur unzureichend behandelt und nur wenige Kollegen/innen sind ausreichend für die Diagnostik am Spielfeldrand qualifiziert. In Anbetracht der Gefahr, die durch eine solche Verletzung für den Sportler entstehen kann, ist diese Unkenntnis nicht akzeptabel und das Wissen über die Gehirnerschütterung sollte aktualisiert werden. Dieser Artikel soll eine kleine Hilfe im Verständnis und im praktischen Umgang mit Betroffenen darstellen.

## » Definition

Es gibt eine Vielzahl von Definitionen für die Gehirnerschütterung, die meistens auf Expertenmeinungen basieren. Teilweise unterscheiden sich die Definitionen erheblich.

Die am häufigsten benutzte Definition orientiert sich an der 2012 auf der „4th International Conference for Concussion in Sport“ in Zürich entworfenen Beschreibung (McCroly 2013).

Eine Gehirnerschütterung ist eine Veränderung der Hirnfunktion, ausgelöst durch eine biomechanische Kraft, die direkt oder indirekt auf den Kopf einwirkte. Der durch die Erschütterung schnell ausgelöster, komplexer pathophysiologischer Prozess im Gehirn kann zu einer meist kürzer, selten auch länger anhaltenden neurologischen Störung und/oder kognitiven Funktionsbeeinträchtigung führen. Gehirnerschütterungen verändern die Art und Weise, wie das Gehirn arbeitet.

Die Störungen oder Beeinträchtigungen können sofort, auf Nachfrage, durch eine Untersuchung oder auch mit einer zeitlichen Verzögerung er-

kennbar sein. Eine Bewusstlosigkeit kann, muss aber nicht folgen. Die Symptome sind in den meisten Fällen selbstlimitierend (Harmon 2013).

Eine Gehirnerschütterung wird zu den leichten Schädel-Hirn-Traumata (Mild Traumatic Brain Injuries) gezählt. Sie ist normalerweise keine lebensgefährliche Erkrankung. Da keine Hirnschwellung und -blutung entstehen, sind keine Notfallmaßnahmen notwendig. Bei Kindern und wiederholten Gehirnerschütterungen können aber lebensbedrohliche Situationen vorkommen, bei denen schnell gehandelt werden muss.

Die Gehirnerschütterung ist eine klinische Diagnose und bis heute durch übliche bildgebende Verfahren oder Laborwerte nicht erkennbar (Harmon 2013).



Abb. 2: Typischer Verletzungsmechanismus einer Gehirnerschütterung

## » Epidemiologie

Gehirnerschütterungen können durch verschiedene Beschleunigungen des Kopfes oder Körpers ausgelöst werden. Die häufigsten Unfallmechanismen und Situationen, die eine Verletzung verursachen, sind (Chapman 2014, Alexander 2007):

- Stürze
- Verkehrsunfälle
- Sport
- Kampfhandlungen von Soldaten

Dabei ist in ca. 20% der Fällen Alkohol im Spiel (Alexander 2007).

Sport ist für die größte Anzahl an Verletzungen verantwortlich (Alexander 2007).

Die häufigsten Fälle werden im American Football, Rugby, Eishockey, Fußball und Basketball gemeldet (Pfister 2016, Harmon 2013).

Dabei sind Frauen, wenn sie die gleichen Sportarten und Regeln durchführen, häufiger als Männer betroffen und zeigen andere Verletzungsmechanismen (Männer öfter bei Kontakt mit dem Gegner, Frauen öfter durch Ball- oder Bodenkontakt; Harmon 2013, Dick 2009). Gründe für diese Unterschiede könnten eine geringere Kraft und weniger Muskelmasse der Halswirbelsäule bei Frauen, eine andere Hirndurchblutung oder der Östrogenspiegel sein (Tierney 2005, Espo- sito 1996).

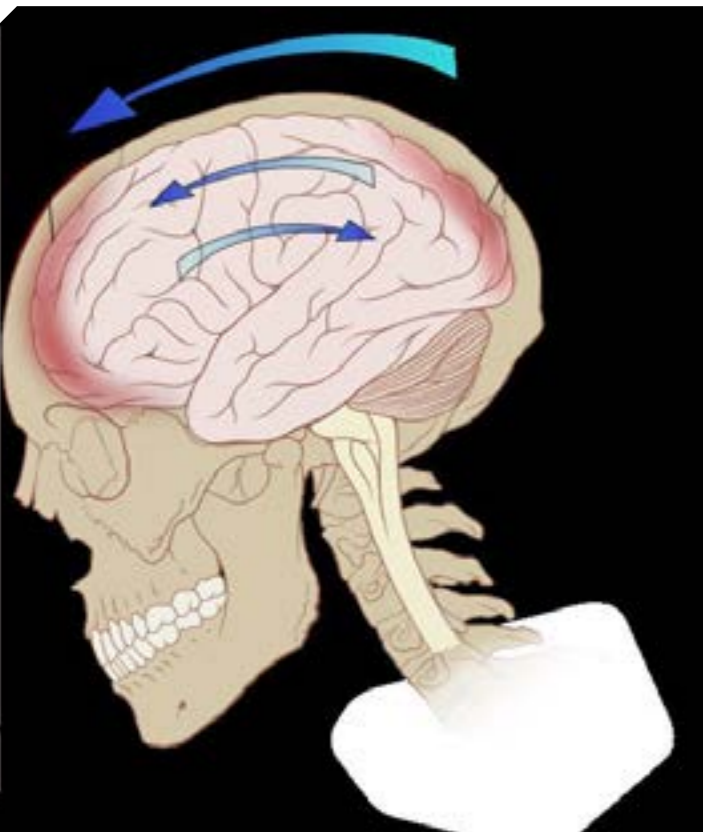


Abb. 3: Coup-Contrecoup Verletzung

Das Risiko, eine Gehirnerschütterung zu erleiden, erhöht sich, wenn der Verletzte vorher schon einmal eine erlitten hatte.

### » Biomechanik

Um das Phänomen Concussion besser verstehen zu können, ist ein Blick auf die Biomechanik dieser Verletzung sehr wichtig. Seit den 70er Jahren (Ommaya 1974) wird versucht, durch Untersuchungen an Tieren, Menschen und biomechanischen Modellen Erklärungsmodelle zu schaffen.

Es bleibt allerdings problematisch, dass man eigentlich kein Trauma mit einem anderen vergleichen kann. Jede Verletzung ist auf Grund der unterschiedlichen Geschwindigkeit, Ausgangsstellung des Körpers oder Kopfes, der Richtung und Größe der einwirkenden Kraft auf den Kopf, der Voraktivierung der Halsmuskulatur und diverser anderer Faktoren höchst individuell.

Die Kräfte, die auf den Kopf und das Gehirn wirken, werden in Beschleunigungs- und Kontaktkräfte unterschieden. Beide Kräfte können außerdem in lineare und rotatorische/anguläre Kräfte eingeteilt werden (Guskiewicz 2011). Im Gehirn selbst verursachen die einwirkenden Kräfte Druck- und Scherkräfte. Insbesondere anguläre Kräfte stehen in Zusammenhang mit Gehirnerschütterungen (McIntosh 2014).

Ein weiterer wichtiger Faktor scheint die Lokalisation der entstehenden Kräfte zu sein.

Es gibt keine genaue kritische Grenze, die für Kontaktkräfte definiert werden kann. Eine direkte Messung des Gehirns bei der Entstehung von diesen Kräften ist bis heute extrem schwierig (Guskiewicz 2011).

Durch die direkt oder indirekt einwirkende Kraft auf das Gehirn kommt es zu einer sogenannten Coup-Contrecoup Verletzung des Gehirns, wodurch das Gehirn schnellen Beschleunigungs-, Brems- und Rotationskräften ausgesetzt wird. Als Coup (französisch: Schlag) wird die direkte Verletzung des Kopfes bezeichnet. Der Contre-

coup ist die Rückschlagbewegung des Gehirns auf der Gegenseite. Oft ist diese Verletzung stärker als die eigentliche primäre Stoßverletzung.

Eine weitere wichtige Frage ist, wie die von außen eingebrachte mechanische Energie auf das Gehirn übertragen wird und dort zu Schädigungen oder Funktionsstörungen führt (Meaney 2011). Dem Verständnis dieser Problematik wird eine Schlüsselfunktion bei der Gehirnerschütterung zugeschrieben.

Gehirngewebe gehört zu den weichsten biologischen Materialien und besteht hauptsächlich aus Wasser (Meaney 2011). Es kann sich gut auf langsame und vorübergehende Drücke anpassen. Bei schnell einwirkenden Schwerkraften kann es allerdings zu Verformungen kommen (Meaney 2011).

### » Pathophysiologie

Die Pathophysiologie wird bis dato noch nicht gut verstanden. Die im Kapitel Biomechanik beschriebenen Kräfte führen zu relevanten Veränderungen der Hirnaktivität mit Verletzungen von Nervenzellkörpern, Axonen, Dendriten, Gliazellen und Blutgefäßen.

Insbesondere Dehnkräfte führen zu Schädigungen der Axone, auch wenn die Neurone unverseht bleiben.

Die Physiologie des Gehirns wird durch neurale Depolarisation, Ausschüttung von erregenden Neurotransmittern, veränderte Durchblutung und Nervenfunktion und andere metabolische Anpassungen massiv gestört (Giza 2001).

Bei der „diffuse axonal injury“, einer Verletzung der Axone durch Scherkräfte, kommt es zu einem Absterben des Axons mit oder ohne Zellkernbeteiligung. Die dadurch ausgelöste Veränderung des axonalen Transportes und die Schwellung können zu einem erhöhten Hirndruck mit Unterversorgung der Durchblutung

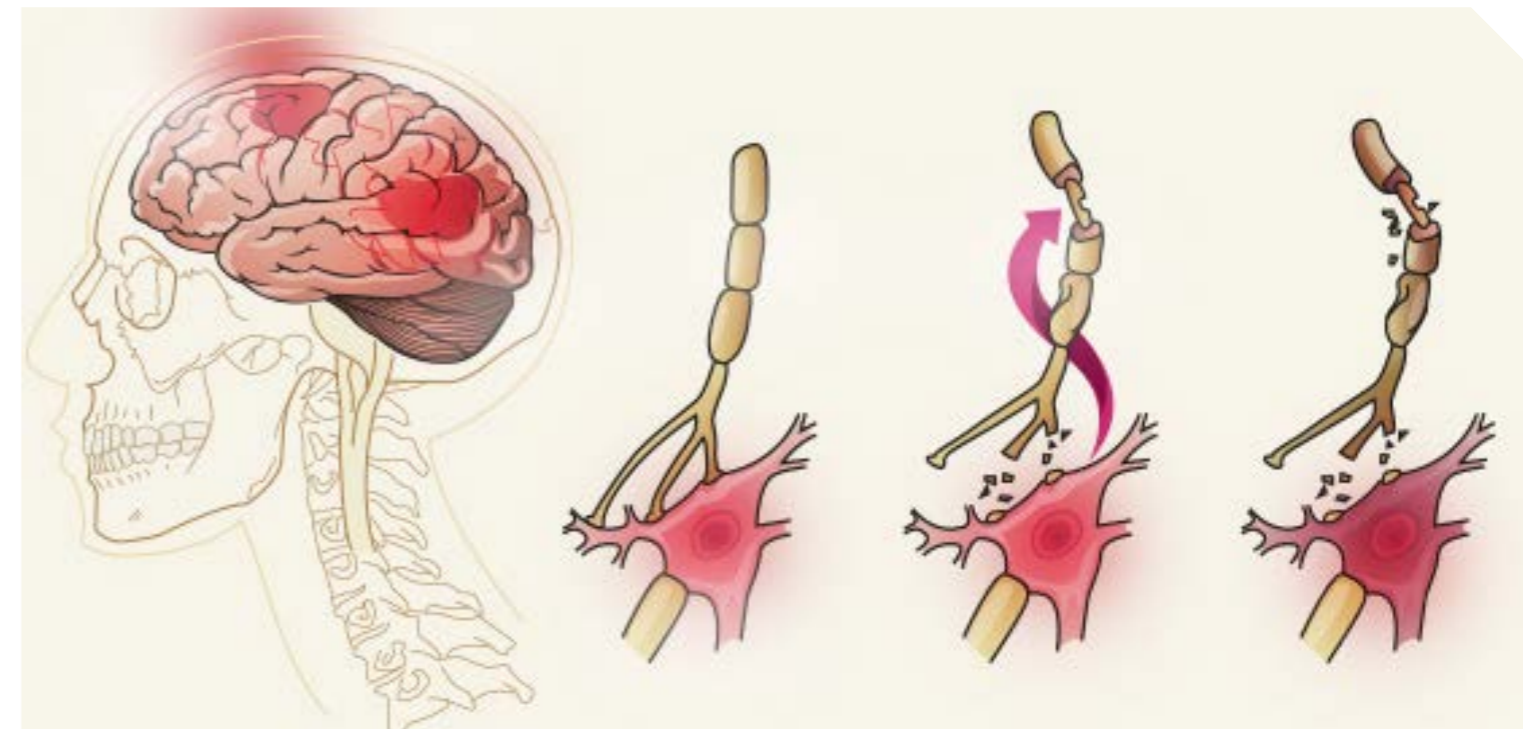


Abb. 4: Diffuse axonal injury

des Gehirns führen, was weitere Schäden nach sich ziehen kann (Hemphill 2011, Wang 2011, Toledo 2012).

Nach dem Trauma kommt es zu einer umfangreichen neurometabolischen Kaskade. Sie führt zur Störung und Unterbrechung von Axon- und Membranfunktionen, einer Veränderung der Durchblutung und des Glukosestoffwechsels. Diese Veränderungen können über Stunden, Tage und auch Wochen anhalten und zu den bekannten Symptomen führen.

Zum Beispiel steigt der Glukosestoffwechsel nach dem Trauma zuerst massiv an, um dann nach ca. 12-24 Stunden unter das normale Maß zu fallen. Erst nach ca. 7-10 Tagen kehrt er wieder auf den Ursprungswert zurück (Leddy 2012).

In der Magnetresonanzspektroskopie konnte nachgewiesen werden, dass Betroffene, obwohl

ihre Symptome nach 3-15 Tagen verschwunden waren, selbst nach durchschnittlich 30 Tagen noch Auffälligkeiten im Mitochondrienstoffwechsel des Gehirns zeigten (Vagnozzi 2010).

Langfristige Folgen:

Bei wiederholten Gehirnerschütterungen kann es zum sogenannten „Second Impact Syndrome (SIS)“ und zur chronisch-traumatischen Enzephalopathie (CTE) kommen (McLendon 2016, Quintana 2016). Von einem SIS spricht man, wenn eine erneute Gehirnerschütterung innerhalb weniger Wochen oder noch mit vorhandenen post-concussion Symptomen auftritt. Hierbei kann es innerhalb weniger Minuten auf Grund der Hirnschwellung und des intrakraniellen Hämatoms zum Tode oder zu Einklemmungen des Gehirns kommen.

Von einem CTE spricht man, wenn es durch viele Gehirnerschütterungen oder leichtere Hirn-

schädigungen auf Dauer zu chronischen neurodegenerativen Veränderungen kommt (wie zum Beispiel bei Muhammad Ali). Durch die traumatisch ausgelösten Mikroblutungen im Gehirn kommt es zu Ablagerungen von Tau-Proteinen (Tauopathien), die zum Absterben von Gehirnzellen mit Atrophien des Gehirns führen.

Besonders häufig wird diese Erkrankung bei Boxern, American-Football-Spielern und anderen Kontaktsportlern diagnostiziert (Omalu 2014, Pellman 2004).

### » Symptome

Die Symptome und Zeichen einer Gehirnerschütterung sind vielfältig (Purcell 2014, Marshall 2012, McCrory 2013, Harmon 2013) und nicht nur für Gehirnerschütterungen spezifisch (Harmon 2013). Dies macht eine Diagnosestellung teilweise sehr schwierig, da viele Symptome auch schon vor einer Gehirnerschütterung vorhanden oder Zeichen einer anderen Problematik (ADHD, Depressionen, Gastroenteritis etc.; Cook 2016, Harmon 2013) sein können und eine Fehleinschätzung unterstützen.

Aus diesem Grunde hilft es insbesondere bei Profisportlern ungemein, wenn man zu Beginn der Saison alle möglichen Symptome abfragt, um so einen besseren Vergleich prä- und post-traumatisch zu haben.

Die häufigsten Symptome werden in 4 Untergruppen eingeteilt (Harmon 2013). Diese sind in dieser Tabelle 1 aufgelistet.

Kopfschmerz ist das häufigste Symptom, gefolgt von Schwindel. Bewusstseinsverlust kommt nur in ca. 10% der Fälle vor. Bei einer Basisuntersuchung zeigten ca. 60% der Collegesportler Symptome ohne jegliches Kopftrauma in der Anamnese. Auch High-School Sportler berichteten bei Routineuntersuchungen in ca. 50-84% der Fälle über Symptome, die bei einer Gehirnerschütterung auftreten können (Mansell 2010, Jinguji 2012, McLeod 2012).

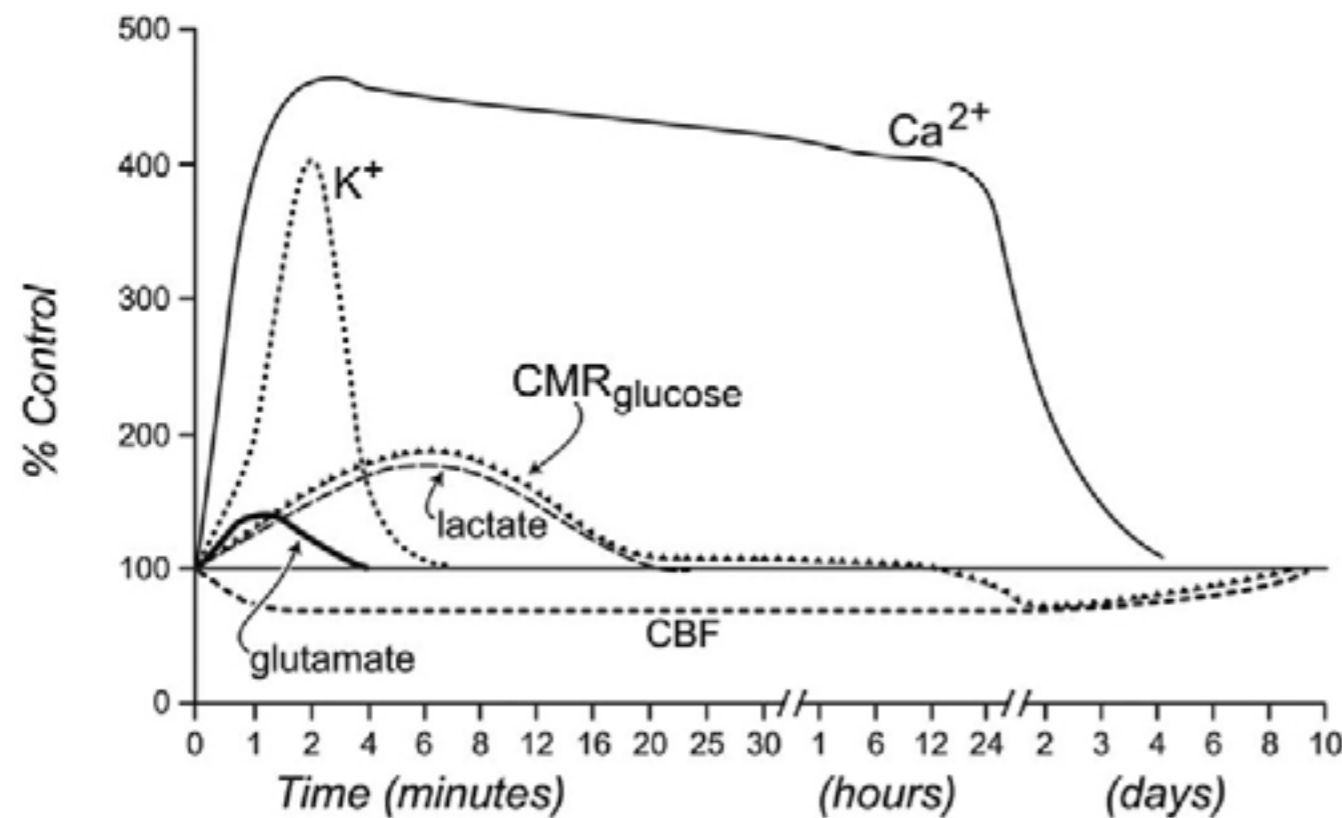


Abb. 5: Neurometabolische Kaskade nach einer Gehirnerschütterung; K+: Kalium, Ca<sup>2+</sup>: Calcium, CMR glucose: zerebraler Glukosestoffwechsel, CBF: Zerebrale Durchblutung, glutamate: Glutamat, lactate: Laktat (Leddy 2012)

Tab. 1: Die häufigsten Symptome bei einer Gehirnerschütterung

Kognitive Symptome	Physische Symptome	Emotionale Symptome	Schlafprobleme
Verlangsamung	Kopfschmerz, Schwindel, Visusbeeinträchtigung	Traurigkeit	Vermehrtes oder verringertes Schlafen
Merkfähigkeits-, Konzentrationsprobleme	Übelkeit, Erbrechen, Ohrgeräusche, Licht- und Geräuschempfindlichkeit	Verstärkte Emotionalität	Einschlafprobleme, Schläfrigkeit
Schwierigkeiten, klar zu denken	Müdigkeit, Energielosigkeit, Gleichgewichtsprobleme	Emotionale Irritierbarkeit	
Bewusstlosigkeit	Gleichgewichtsprobleme	Angst, Nervosität	



» Diagnostik

**Bildgebende Verfahren**

Bis heute sind klassisch angewandte bildgebende Verfahren (Röntgen, CT, MRT) nicht ausreichend oder meist ohne auffälligen Befund in der Diagnostik von Gehirnerschütterungen (Rose 2017).

Neuere Verfahren wie z.B. die DW-MRT (diffusionsgewichtete Magnetresonanztomografie) oder fMRT (funktionelle Magnetresonanztomographie) können Veränderungen im Gehirn besser nachweisen (Mayinger 2017, Yuh 2014).

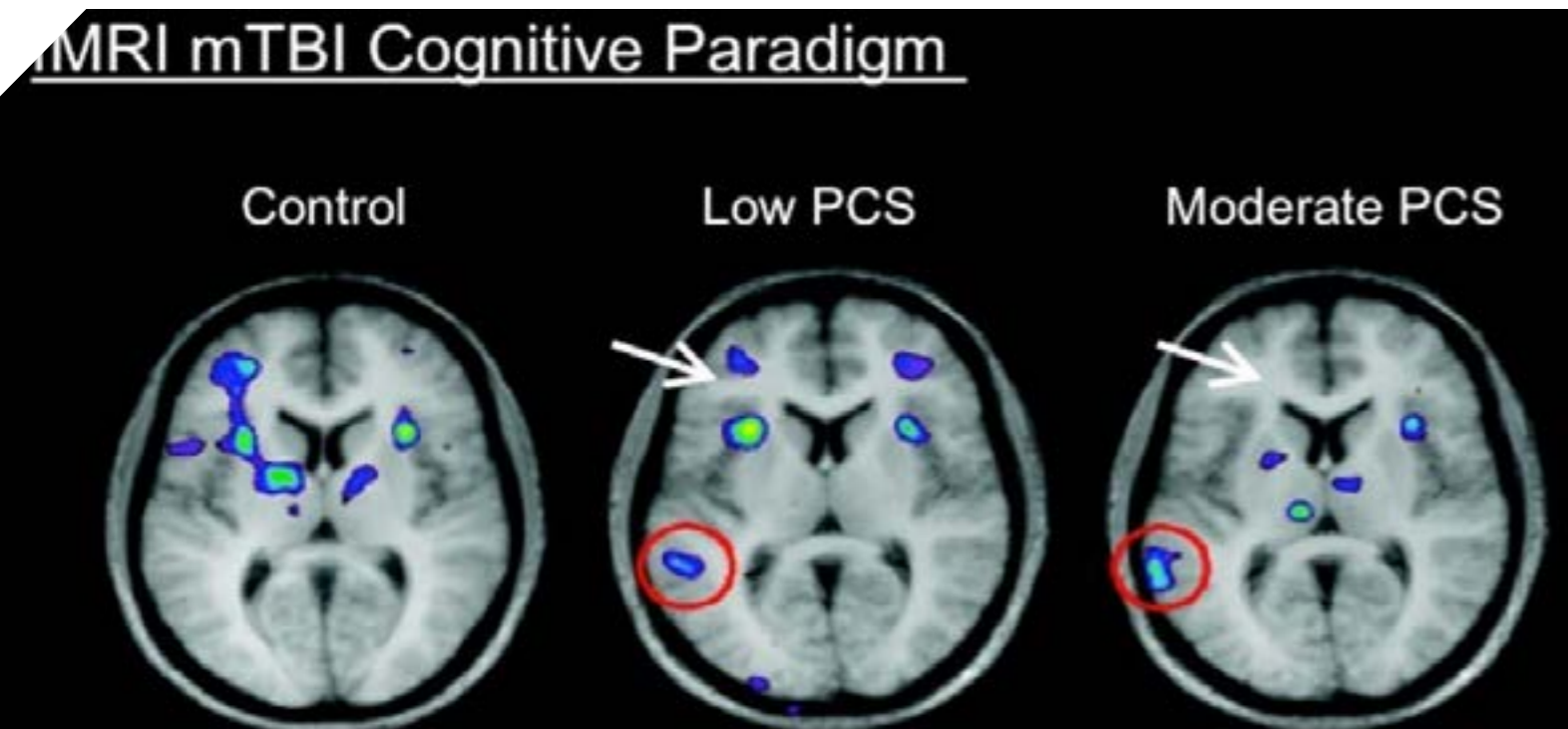


Abb. 6: Hirnaktivität bei Merkfähigkeitsaufgaben in der funktionellen MRT bei Kontrollpersonen, Personen mit niedrigem und moderatem Postconcussion-Syndrom (Toledo 2012)

**Assessments**

Es gibt eine Vielzahl von unterschiedlichen Assessments, welche die oben genannten Symptome testen. Nach einer Aufzählung der in der Praxis benutzten Tests, werden wir die relevanteren Assessments näher vorstellen:

*Concussion Recognition Tool (Taschenkarte)*

Das „Concussion Recognition Tool“ (McCorry 2013) ist als Erkennungshilfe für Gehirnerschütterungen bei Erwachsenen, Jugendlichen

und Kindern gedacht. Diese Vorgehensweise wird von vielen Verbänden und Organisationen unterstützt (FIFA, IHF etc.). Ziel dieses sehr einfach gehaltenen Tools soll es sein, auch nicht medizinisch geschulten Personen Sicherheit zu geben, Gehirnerschütterungen zu erkennen. Sollten ein oder mehrere Zeichen, Hinweise, Symptome vorhanden sein, muss der Sportler umgehend aus dem Spiel genommen werden und darf nicht ohne medizinische Untersuchung wieder zur Aktivität zurückkehren.

Diese Taschenkarte besteht aus 3 Teilen und aus Warnzeichen, die zu einer sofortigen Krankenhausversorgung führen sollten, wenn kein medizinisches Fachpersonal vor Ort ist.

1. Sichtbare Hinweise für den Verdacht auf eine Gehirnerschütterung
2. Zeichen und Symptome für eine mögliche Gehirnerschütterung
3. Gedächtnisfunktion

Zu 1.) „Jeder der folgenden sichtbaren Hinweise kann auf eine Gehirnerschütterung hinweisen“:

- Bewusstseinsverlust oder verlangsamte Reaktion

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

Zu 2.) „Jedes der folgenden Zeichen und Symptome kann eine Gehirnerschütterung anzeigen“:

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

Zu 3.) „Wenn eine Frage nicht richtig beantwortet wird, besteht der Verdacht auf eine Gehirnerschütterung.“

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

Sind Warnzeichen vorhanden, müssen die Prinzipien der Ersten Hilfe angewandt werden. Der Patient darf nicht bewegt werden (maximal in die stabile Seitenlage gebracht werden). Ein Helm sollte nicht abgenommen werden.

**Warnzeichen**

Wiederholtes Erbrechen	Verschlechterung des Bewusstseinszustandes	Zunehmende Verwirrtheit/ Reizbarkeit
Nackenschmerzen	Krampfanfälle	Doppelbilder
Schwere oder zunehmende Kopfschmerzen	Schwäche oder Brennen/ Kribbeln in Armen oder Beinen	Ungewöhnliche Verhaltensänderungen

SCAT3 (Sport Concussion Assessment Tool-Third Edition)

Dieses Assessment wurde 2012 auf der 4th International Conference for Concussion in Sport veröffentlicht (McCroly 2013). Dieser Untersuchungsgang ist der momentane Standard für die Beurteilung einer Gehirnerschütterung bei verletzten Sportlern ab dem 13. Lebensjahr. Es gibt auch eine Version für Kinder im Alter von 5-12 Jahren (Child-SCAT3, Porter 2015, Nelson 2016). Dieses Tool ist nur vom medizinischen Fachpersonal zu nutzen. Wenn der Tester keine ausreichende medizinische Ausbildung besitzt, sollte er stattdessen das „**Concussion Recognition Tool**“ benutzen (McCroly 2013). Bei gefährdeten Sportarten und bei Profisportlern bietet sich eine präseasonale Testung an. Die Testergebnisse sind sehr hilfreich in der Beurteilung beim Auftreten einer Kopfverletzung oder in der Rehabilitation nach einer Gehirnerschütterung.

**Das SCAT3 eignet sich nicht zur alleinigen Diagnose einer Gehirnerschütterung. Es kann negativ sein und trotzdem kann eine Gehirnerschütterung vorliegen!**

Das aus acht Abschnitten und zusätzlichen Fragen bestehende Tool untersucht klinische Symptome und Zeichen sowie kognitive und physische Leistungsfähigkeit. Der Aufbau und die Auswertung des SCAT3 sind etwas gewöhnungsbedürftig. Es beginnt mit einer Erklärung, was das SCAT3 erreichen will und was eine Ge-

hirnerschütterung ist. Weiter enthält das SCAT3 eine Indikationsbeschreibung für ein Notfallmanagement und sechs Zeichen, die auf eine Gehirnerschütterung hinweisen.

Indikationen für ein Notfallmanagement mit umgehenden Transport in ein nahe gelegenes Krankenhaus:

- Glasgow Koma Skala unter 15 Punkte (Beschreibung folgt)
- Verschlechterung des mentalen Zustandes
- Mögliche Verletzung der Wirbelsäule
- Progressive Verschlechterung der Symptome
- Neuauftreten von neurologischen Zeichen

Folgende sechs Zeichen nach einem direkten oder indirekten Schlag auf den Kopf sollten zu einer sofortigen Beendigung der sportlichen Aktivität und zur Einleitung weiterer Untersuchungen führen:

- Verlust des Bewusstseins (wenn ja, wie lange)
- Störung von Gleichgewicht oder Motorik
- Orientierungslosigkeit oder Verwirrtheit
- Gedächtnisverlust (wenn ja, wie lange; vor oder nach der Verletzung)
- Leerer oder ausdrucksloser Blick
- Sichtbare Verletzung im Gesicht in Kombination mit einer der oben genannten Auffälligkeiten

Der Test enthält folgende Bestandteile:

1. *Glasgow Koma Skala (GKS):*

Die GKS setzt sich aus der Beurteilung der Reaktion der Augen sowie der verbalen und motorischen Reaktion zusammen. Dabei wird jeweils die beste Reaktion beurteilt. Bestenfalls sind 15 Punkte bei völlig normalen Reaktionen zu erreichen.

2. *Maddocks Score:*

Der Maddocks Score besteht aus 5 Fragen, die der Sportler mit ja oder nein beantworten muss. Für jede richtige Frage wird ein Punkt vergeben. Folgende Fragen werden gestellt:

- An welchem Spielort sind wir heute?
- Welche Halbzeit ist jetzt?
- Wer hat in diesem Spiel zuletzt ein Tor erzielt?
- Gegen welches Team haben Sie letzte Woche/im letzten Spiel gespielt?
- Hat Ihr Team das letzte Spiel gewonnen?

Der Maddocks Score ist nur für die Diagnosestellung einer Gehirnerschütterung am Spielfeldrand geeignet. Er ist ungeeignet für eine Verlaufskontrolle.

**Wenn eine Frage falsch beantwortet wird, besteht der Verdacht einer Gehirnerschütterung und der Spieler ist sofort aus dem Spiel zu nehmen!**

**Spieler, bei denen ein Verdacht auf eine Gehirnerschütterung besteht, dürfen nicht alleine gelassen werden und kein Auto selbst steuern!**

3. *Beurteilung von Symptomen*

Der Sportler muss 22 Symptome beurteilen. Er bekommt die Aufforderung: „Bitte geben Sie bei jedem Symptom an, wie Sie sich fühlen.“ Er kann von 0 (kein) bis 6 (stark) Punkte verteilen. So ergibt sich eine maximale Summe von 132 Punkten, wenn alle Symptome mit dem

höchsten Schweregrad beurteilt werden. Zu den abgefragten Symptomen zählen: Kopfschmerzen, Druck im Kopf, Nackenschmerzen, Übelkeit oder Erbrechen, Schwindelgefühl/Benommenheit, verschwommenes Sehen, Gleichgewichtsprobleme, Lichtempfindlichkeit, Geräuschempfindlichkeit, Gefühl „verlangsamt zu sein“, Gefühl „benebelt zu sein“, „etwas stimmt nicht mit mir“, Konzentrationsschwierigkeiten, Erinnerungsschwierigkeiten, Erschöpfung/Ermüdung/wenig Energie, Verwirrtheit, Benommenheit/Schläfrigkeit, Einschlafschwierigkeiten, emotionaler als gewohnt, Traurigkeit und Nervosität/ängstlich.

Die Symptome sollten frühestens 10 Minuten nach dem Sport abgefragt werden.

4. *Untersuchung der Kognition (Standardized Assessment of Concussion-SAC)*

Im 4. Teil des SCAT3 werden das Kurz-, Langzeitgedächtnis, die Konzentration sowie die Orientierung abgeprüft. Zu allen drei Teilen gibt es standardisierte Sätze, die dem Patienten als Erklärung vorher vorgelesen werden müssen.

Bei der Orientierung werden folgende fünf Fragen gestellt, die bei richtiger Antwort mit einem Punkt bewertet werden:  
 Welchen Monat haben wir?  
 Welches Datum ist heute?  
 Welcher Wochentag ist heute?  
 Welches Jahr haben wir?  
 Wie spät ist es (Stunde)?

Es können maximal 5 Punkte erreicht werden.

Beim Kurzzeitgedächtnis wird folgendes erklärt: „Jetzt werde ich Ihr Gedächtnis testen. Ich werde Ihnen eine Liste von Wörtern vorlesen und wenn ich fertig bin, wiederholen Sie alle Wörter, an die Sie sich erinnern können, in beliebiger Reihenfolge.“

Es gibt vier verschiedene Listen mit jeweils fünf Begriffen. Der Untersucher sucht eine der Listen aus. Insgesamt werden 3 Versuche hintereinander durchgeführt. Es werden jeweils wieder die gleichen Wörter vorgelesen, die der Sportler

zu wiederholen versucht. Für jedes richtige Wort gibt es einen Punkt, so dass maximal 3x5 Punkte erreicht werden können.

Der Untersucher darf den Sportler nicht darauf aufmerksam machen, dass er diese Begriffe später nochmals für das Langzeitgedächtnis am Ende der Testung abfragt.

5. Untersuchung der Halswirbelsäule

An der Halswirbelsäule werden folgende Untersuchungen durchgeführt: Bewegungsumfang, Druckdolenz, Sensibilität und Kraft der oberen und unteren Extremitäten.

Die Durchführung und Bewertung der Untersuchung ist nicht näher beschrieben. Auch fließt diese Untersuchung nicht in die Bewertung des Punktescores ein.

6. Untersuchung des Gleichgewichts

Für die Beurteilung des Gleichgewichts werden eine modifizierte Version des Balance Error Scoring Systems (BESS) und/oder der Tandem-Gang genutzt.

Der BESS ist ein einfach und schnell durchzuführender Test. Er ist eine modifizierte Version der Originalbeschreibung. Für den Test benötigt man eine Stoppuhr.

Der Therapeut fordert den Patienten auf, 3 verschiedene Ausgangspositionen für jeweils 20 Sekunden einzunehmen. Dabei werde Fehler oder Abweichungen von der Norm gezählt. Der Patient führt die Testung ohne Schuhe, mit den Händen am Becken aufgestützt und mit geschlossenen Augen aus.

Folgende Positionen werden nacheinander, mit einer kurzen Pause dazwischen, eingenommen:

- Stand mit den Füßen aneinander
- Einbeinstand (auf dem schlechteren Bein)
- Tandemstand (Fuß vor Fuß)

Jede Abweichung von der Ursprungsposition wird mit einem Punkt gezählt. Nur alle 2 Sekunden kann ein Punkt gezählt werden. Maximal

können so im schlechtesten Fall 30 Punkte erreicht werden.

Folgende Abweichungen werden mit einem Punkt gezählt:

- Hände vom Becken nehmen
- Augen öffnen
- Schritt mit dem freien Bein machen
- Bewegen des freien Beines in mehr als 30° Abduktion
- Anheben des Vor- oder Rückfußes
- Mehr als 5 Sekunden nicht in der geforderten Position verbleiben

Für den Tandem-Gang wird folgende Beschreibung angewandt:

Der Test sollte ohne Schuhe durchgeführt werden. Die Hände befinden sich am Becken. Die Sportler starten auf einer Linie mit einer Breite von 38mm und 3m Länge, mit den Füßen direkt hintereinander aufgesetzt. Jetzt sollen sie so schnell wie möglich vorwärts gehen, indem sie die Ferse des einen an die Fußspitze des anderen Fußes setzen.

Nach 3m sollen sie eine Drehung um 180° vollziehen und die 3m wieder zurückgehen. Der Test gilt als nicht bestanden, wenn der Proband einen Abstand zwischen den Füßen hat oder die Linie verfehlt. Der Test wird 4x durchgeführt. Dabei wird die beste Zeit notiert. Eine Zeit von unter 14 Sekunden wird erwartet.

7. Untersuchung der Koordination (obere Extremität)

Für die Testung der Koordination wird der Finger-Nase-Versuch genutzt. Dabei wird der Patient aufgefordert, aus 90° Schultergelenkflexion mit gestreckten Ellenbogen- und Fingergelenken den Zeigefinger 5x so schnell wie möglich zur Nasenspitze und wieder zurück in die Ausgangsstellung zu führen.

Für 5 korrekte Versuche innerhalb von 4 Sekunden gibt es 1 Punkt. Weniger Wiederholungen oder inkorrekte Ausführungen werden mit 0 Punkten bewertet.

8. Untersuchung der Kognition (Langzeitgedächtnis)

Am Ende der Untersuchung wird der Patient erneut aufgefordert, sich an die Wörter, die im SAC Test vorgelesen wurden, zu erinnern und aufzusagen. Für jedes richtige Wort, egal in welcher Reihenfolge, gibt es einen Punkt.

9. Auswertung

Zur Auswertung werden nicht alle Tests herangezogen. Anbei befindet sich in Tabelle 2 die Auswertung der Tests.

Verschiedene Autoren haben Normwerte für einzelne Komponenten des SCAT2 (Vorgängerversion des SCAT3) und des SCAT3 definiert (Snedden 2016, Thomas 2016, Zimmer 2015, Jinguji 2012). Diese sind interessant, wenn keine Werte des Patienten vor der Concussion vorliegen.

» Therapie

Die meisten Betroffenen mit Gehirnerschütterungen (ca. 70-90%) erholen sich innerhalb von 7-10 Tagen (McCroly 2013, Harmon 2013, Marer 2012) und kehren zu vorangegangenen sportlichen Belastungen zurück (McCrea 2009). Kinder und Jugendliche brauchen häufig längere

Genesungszeiten (Harmon 2013).

Akutversorgung

Man sollte immer den Basisprinzipien der Ersten Hilfe folgen: Gefahr? Bewusstsein? Atmung? Kreislauf?

Der Verdacht einer Gehirnerschütterung liegt dann vor, wenn eine oder mehrere Zeichen vorliegen: Bewusstlosigkeit, Gleichgewichtsprobleme, Gedächtnisverlust.

Jegliche Art von Kopftrauma sollte sofort von einem Arzt begutachtet werden, um lebensbedrohende Situationen, die mit einer Gehirnerschütterung einhergehen können, zu vermeiden.

Allgemeine Therapie

Bis heute ist es unklar, welche Therapie oder welcher Therapieansatz am wirkungsvollsten ist. Klinische Studien sind rar.

Der wichtigste Therapieansatz bleibt, dass in der akuten Phase jegliche physische und kognitive Anstrengung vermieden werden sollte, bis die akuten Symptome verschwunden sind. Danach wird ein Stufenprogramm angewandt (siehe unten).

Die optimale Dauer der Ruhe ist bis heute un-

Test-Bereich	Punktwert		
	Datum	Datum	Datum
Anzahl der Symptome von 22			
Symptom-Schweregrad von 132			
Orientierung von 5			
Kurzzeitgedächtnis von 15			
Konzentration von 5			
Langzeitgedächtnis von 5			
<b>SAC Gesamtwert</b>			
BESS (Gesamt-Fehlerpunkte)			
Tandemgang (Sekunden)			
Koordination (Punkt)			

Tab. 2: Auswertung des SCAT3

klar und umstritten. Nach Sport induzierten Gehirnerschütterungen scheint Ruhe für 24-48h von Vorteil zu sein. In welchem Umfang und auf welche Art die Ruhe danach optimaler Weise eingehalten werden sollte, ist nicht geklärt (Craton 2014, Schneider 2013, McCrory 2013, Silverberg 2013). Auch bei Jugendlichen wurde bisher kein Vorteil durch die Einhaltung einer strikten Ruhe beobachtet (Thomas 2015).

Probleme machen die Athleten, die nicht innerhalb weniger Tage einen Symptomrückgang haben. Wie hier mit der Ruhe umzugehen ist, wird immer wieder diskutiert. Aktivität mit geringerer Intensität scheint hier angebracht zu sein. Wann allerdings damit gestartet werden sollte und wie schnell die Aktivität wieder gesteigert werden kann, ist sehr individuell.

Es sollte beachtet werden, dass sich möglicherweise nach einer Gehirnerschütterung die Gefahr für Verletzungen der unteren Extremitäten erhöhen kann (Lynall 2015). Untersuchungen zeigen Veränderungen von verschiedenen Bewegungsmustern (Martini 2011, Parker 2006), die zu einer ansteigenden Verletzungsrate führen können.

Verschiedenste Ansätze werden von Experten und Studien beschrieben (Schneider 2014). Zu den untersuchten Maßnahmen gehören (Valovich 2015, Murray 2014, Aligene 2013, Broglio 2015, Alsalaheen 2010): vestibuläres-, Gleichgewichts-, zervikales Training und andere Trainingsformen.

In der Literatur werden meist zwei verschiedene Stufentherapieansätze für die Rückkehr zum Lernen und zum Sport beschrieben (Return to Learn/Academics und Return to Sport/Play; Carson 2014).

Bis heute ist allerdings unklar, welche Dosierung optimal ist (Eastman 2015). Meist wird die Steigerung der Belastung sehr individuell nach subjektiven Kriterien gehandhabt.

*Stufentherapie: „Return to Sport/Play“*

**Cave: Vor Beginn des Stufenprogramms sollten keine Medikamente eingenommen werden, welche die Symptome einer Gehirnerschütterung verdecken können. Jede Stufe benötigt mindestens 24 Stunden. Falls Symptome in irgendeiner Stufe auftreten sollten, muss die Aktivität sofort gestoppt werden und bis zur Wiederaufnahme von Aktivitäten 24-48 Stunden gewartet werden. Diese werden dann wieder auf der vorherigen Stufe begonnen (McCrory 2013).**

1. Keine Aktivität. Körperliche und geistige Ruhe bis zur Symptombefreiheit.
2. Leichte aerobe Aktivität. Walking, Schwimmen oder Fahrradergometer sind geeignet. Unter 70% der maximalen Herzfrequenz, 15 Minuten Belastungszeit.
3. Sportart-spezifische Übungen wie z.B. Sprints, Skating etc. Die Belastung findet aber noch ohne Körperkontakt statt. Unter 80% der maximalen Herzfrequenz, 45 Minuten Belastungszeit.
4. Wiederaufnahme von Training, aber ohne Körperkontakt. Steigerung der Übungskomplexität. Unter 90% der maximalen Herzfrequenz, 60 Minuten Belastungszeit. Die Aufnahme des Trainings sollte mit einem Arzt abgeklärt werden.
5. Volle sportliche Belastung, mit Körperkontakt. Die Aufnahme von Körperkontakt im Training sollte vorher mit einem Arzt abgeklärt werden.
6. Volle sportliche Belastung inklusive Wettkampf. Vor Aufnahme von Wettkämpfen muss eine Freigabe des Arztes vorliegen.

*Weitere Therapieansätze*

Weitere mögliche Therapieansätze sind Medikamente, psychologische Betreuung und neuropsychologisches Training. Genauere Ausführungen würden den Rahmen dieses Artikels sprengen.

## » Primär- und Sekundärprävention

Es gibt verschiedene Präventionsansätze für Gehirnerschütterungen. Dazu gehören folgende Empfehlungen (Purcell 2014, Batten 2016, Lo 2014):

### Sport:

Sinnvoller Gebrauch von Helmen und Nackenprotektoren. Wichtig sind die richtige Größe und das korrekte Anlegen der Schutzkleidung. Die Datenlage zu Helmen ist unklar. Ob Helme wirklich das Auftreten von Gehirnerschütterungen verringern, wird unterschiedlich bewertet. Auf jeden Fall reduzieren sie die Häufigkeit von Schädelverletzungen (Bonfield 2015, McCrory 2013, Hoshizaki 2014, Rowson 2014, McIntosh 2011, Navarro 2011, Benson 2009, Delaney 2008).

Regeländerungen können auch eine sinnvolle Möglichkeit sein, die Verletzungsrate zu reduzieren (bei Kindern und Jugendlichen z.B. nur Berührung statt vollen Körperkontakt erlauben; Batten 2016). 2015 wurden in den USA Jugendlichen bis 11 Jahre Kopfbälle im Training verboten.

Eine gut trainierte Halswirbelsäule scheint hilfreich für die Prävention von Gehirnerschütterungen zu sein.

### Auto:

Immer nur mit Gurt und Nackenstütze Auto fahren. Beide müssen optimal eingestellt sein, damit sie einen guten Schutz bieten.

### Haushalt:

Der Haushalt sollte so gestaltet sein, dass keine Hindernisse am Boden vorhanden sind. Weiter sollte das Haus gut beleuchtet sowie Treppen und Kanten abgesichert sein.

### Kleidung:

Insbesondere bei älteren Menschen sollte darauf geachtet werden, dass Schuhe und Hosen eine sichere Fortbewegung ermöglichen.

### Spielplatz:

Der Boden von Spielplätzen sollte schockabsorbierende Beläge haben.

Volker Sutor  
volker.sutor@digotor.info

## » Links

<https://www.cdc.gov/traumaticbraininjury>  
(Center for Disease Control and Prevention)

<http://www.brainline.org> (Brainline)

<https://braintrauma.org/concussion>  
(Brain Trauma Foundation)

<https://concussioninsport.gov.au>  
(Australian Government)

<http://www.schuetzdeinenkopf.de>  
(Initiative der Hannelore Kohl Stiftung)

<https://www.aan.com/concussion>  
(American Academy of Neurology)

<http://www.biausa.org>  
(The Brain Injury Association of America)

<http://brainfoundation.org.au/disorders/concussion>  
(Brain Foundation)

<http://www.ncaa.org/sport-science-institute/concussion-diagnosis-and-management-best-practices> (NCAA)

<https://www.playsmartplaysafe.com>  
(NFL Concussion Policy)

<http://stopcte.org> (CTE Awareness Foundation)

## » Literatur

Alexander H, Shelton N, Fairhall J, McNaughton H. Concussion clinic referral demographics and

recommendations: a retrospective analysis. *N Z Med J*. 2007 Feb 16; 120 (1249)

Aligene K, Lin E. Vestibular and balance treatment of the concussed athlete. *NeuroRehabilitation*. 2013; 32 (3): 543-53.

Alsalaheen BA, Mucha A, Morris LO, Whitney SL, Furman JM, Camiolo-Reddy CE, Collins MW, Lovell MR, Sparto PJ. Vestibular rehabilitation for dizziness and balance disorders after concussion. *J Neurol Phys Ther*. 2010 Jun; 34 (2): 87-93.

Batten J, White AJ, Anderson E, Bullingham R. From management to prevention: the new cure for sports concussion. *Br J Sports Med*. 2016 May 23. Epub ahead of print.

Benson BW, Hamilton GM, Meeuwisse WH, McCrory P, Dvorak J. Is protective equipment useful in preventing concussion? A systematic review of the literature. *Br J Sports Med*. 2009 May; 43 Suppl 1: i56-67.

Bonfield CM, Shin SS, Kanter AS. Helmets, head injury and concussion in sport. *Phys Sportsmed*. 2015 Jul; 43 (3): 236-46.

Broglio SP, Collins MW, Williams RM, Mucha A, Kontos AP. Current and emerging rehabilitation for concussion: a review of the evidence. *Clin Sports Med*. 2015 Apr; 34 (2): 213-31.

Chapman JC, Diaz-Arrastia R. Military traumatic brain injury: a review. *Alzheimers Dement*. 2014 Jun; 10 (3 Suppl): S97-104.

Cordingley D, Girardin R, Reimer K, Ritchie L, Leiter J, Russell K, Ellis MJ. Graded aerobic treadmill testing in pediatric sports-related concussion: safety, clinical use, and patient outcomes. *J Neurosurg Pediatr*. 2016 Dec; 25 (6): 693-702.

Craton N, Leslie O. Is rest the best intervention for concussion? Lessons learned from the whiplash model. *Curr Sports Med Rep*. 2014

Jul-Aug; 13 (4): 201-4.

Darling SR, Leddy JJ, Baker JG, Williams AJ, Surace A, Miecznikowski JC, Willer B. Evaluation of the Zurich Guidelines and exercise testing for return to play in adolescents following concussion. *Clin J Sport Med*. 2014 Mar; 24 (2): 128-33.

Delaney JS, Al-Kashmiri A, Drummond R, Correa JA. The effect of protective headgear on head injuries and concussions in adolescent football (soccer) players. *Br J Sports Med*. 2008 Feb; 42 (2): 110-5.

Dick RW. Is there a gender difference in concussion incidence and outcomes? *Br J Sports Med*. 2009 May; 43 Suppl 1: i46-50.

Esposito G, Van Horn JD, Weinberger DR, Berman KF. Gender differences in cerebral blood flow as a function of cognitive state with PET. *J Nucl Med*. 1996 Apr; 37 (4): 559-64.

Gänsslen A., Schmehl I. Leichtes Schädel-Hirn-Trauma im Sport. Bundesinstitut für Sportwissenschaften. 2015.

Giza CC, Hovda DA. The Neurometabolic Cascade of Concussion. *J Athl Train*. 2001 Sep; 36 (3): 228-235.

Guskiewicz KM, Broglio SP. Sport-related concussion: on-field and sideline assessment. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2011 Nov; 22 (4): 603-17.

Guskiewicz KM, Mihalik JP, Shankar V, Marshall SW, Crowell DH, Oliaro SM, Ciocca MF, Hooker DN. Measurement of head impacts in collegiate football players: relationship between head impact biomechanics and acute clinical outcome after concussion. *Neurosurgery*. 2007 Dec; 61 (6): 1244-52.

Guskiewicz KM, Mihalik JP. Biomechanics of sport concussion: quest for the elusive injury threshold. *Exerc Sport Sci Rev*. 2011 Jan; 39

(1): 4-11.

Guskiewicz KM, Register-Mihalik JK. Postconcussive impairment differences across a multifaceted concussion assessment protocol. *PM R*. 2011 Oct; 3 (10 Suppl 2): S445-51.

Guskiewicz KM. Balance assessment in the management of sport-related concussion. *Clin Sports Med*. 2011 Jan; 30 (1): 89-102.

Harmon KG, Drezner J, Gammons M, Guskiewicz K, Halstead M, Herring S, Kutcher J, Pana A, Putukian M, Roberts W; American Medical Society for Sports Medicine.. American Medical Society for Sports Medicine position statement: concussion in sport. *Clin J Sport Med*. 2013 Jan; 23 (1): 1-18

Hemphill MA, Dabiri BE, Gabriele S, Kerscher L, Franck C, Goss JA, Alford PW, Parker KK. A possible role for integrin signaling in diffuse axonal injury. *PLoS One*. 2011; 6 (7)

Hoshizaki TB, Post A, Oeur RA, Brien SE. Current and future concepts in helmet and sports injury prevention. *Neurosurgery*. 2014 Oct; 75 Suppl 4: S136-48.

Jinguji TM, Bompadre V, Harmon KG, Satchell EK, Gilbert K, Wild J, Eary JF. Sport Concussion Assessment Tool-2: baseline values for high school athletes. *Br J Sports Med*. 2012 Apr; 46 (5): 365-70.

Langlois JA, Rutland-Brown W, Wald MM. The epidemiology and impact of traumatic brain injury: a brief overview. *J Head Trauma Rehabil*. 2006 Sep-Oct; 21 (5): 375-8.

Leddy JJ, Kozlowski K, Donnelly JP, Pendergast DR, Epstein LH, Willer B. A preliminary study of subsymptom threshold exercise training for refractory post-concussion syndrome. *Clin J Sport Med*. 2010 Jan; 20 (1): 21-7.

Leddy JJ, Sandhu H, Sodhi V, Baker JG, Willer B. Rehabilitation of Concussion and Post-con-

cussion Syndrome. *Sports Health*. 2012 Mar; 4 (2): 147-54.

Lo C, Sirmon-Taylor B. A model of prevention of sports concussion in adults. *Semin Speech Lang*. 2014 Aug; 35 (3): 211-20.

Lynall RC, Mauntel TC, Padua DA, Mihalik JP. Acute Lower Extremity Injury Rates Increase after Concussion in College Athletes. *Med Sci Sports Exerc*. 2015 Dec; 47 (12): 2487-92.

Mansell JL, Tierney RT, Higgins M, McDevitt J, Toone N, Glutting J. Concussive signs and symptoms following head impacts in collegiate athletes. *Brain Inj*. 2010; 24 (9): 1070-4.

Marar M, McIlvain NM, Fields SK, Comstock RD. Epidemiology of concussions among United States high school athletes in 20 sports. *Am J Sports Med*. 2012 Apr; 40 (4): 747-55.

Marshall CM. Sports-related concussion: A narrative review of the literature. *J Can Chiropr Assoc*. 2012 Dec; 56 (4): 299-310.

Martini DN, Sabin MJ, DePesa SA, Leal EW, Negrete TN, Sosnoff JJ, Broglio SP. The chronic effects of concussion on gait. *Arch Phys Med Rehabil*. 2011 Apr; 92 (4): 585-9.

Mayinger MC, Merchant-Borna K, Hufschmidt J, Muehlmann M, Weir IR, Rauchmann BS, Shenton ME, Koerte IK, Bazarian JJ. White matter alterations in college football players: a longitudinal diffusion tensor imaging study. *Brain Imaging Behav*. 2017 Jan 14. Epub ahead of print.

McCrea M, Guskiewicz K, Randolph C, Barr WB, Hammeke TA, Marshall SW, Kelly JP. Effects of a symptom-free waiting period on clinical outcome and risk of reinjury after sport-related concussion. *Neurosurgery*. 2009 Nov; 65 (5): 876-82.

McCrory P, Meeuwisse WH, Aubry M, Cantu B, Dvorák J, Echemendia RJ, Engebretsen L, Johnston K, Kutcher JS, Raftery M, Sills A, Benson BW, Davis GA, Ellenbogen RG, Guskiewicz K,

Herring SA, Iverson GL, Jordan BD, Kissick J, McCrea M, McIntosh AS, Maddocks D, Makdissi M, Purcell L, Putukian M, Schneider K, Tator CH, Turner M. Consensus statement on concussion in sport: the 4th International Conference on Concussion in Sport held in Zurich, November 2012. *Br J Sports Med.* 2013 Apr; 47 (5): 250-8.

McIntosh AS, Andersen TE, Bahr R, Greenwald R, Kleiven S, Turner M, Varese M, McCrory P. Sports helmets now and in the future. *Br J Sports Med.* 2011 Dec; 45 (16): 1258-65.

McIntosh AS, Patton DA, Fréchède B, Pierré PA, Ferry E, Barthels T. The biomechanics of concussion in unhelmeted football players in Australia: a case-control study. *BMJ Open.* 2014 May 20; 4 (5)

McLendon LA, Kralik SF, Grayson PA, Golomb MR. The Controversial Second Impact Syndrome: A Review of the Literature. *Pediatr Neurol.* 2016 Sep; 62: 9-17.

McLeod TC, Leach C. Psychometric properties of self-report concussion scales and checklists. *J Athl Train.* 2012 Mar-Apr; 47 (2): 221-3.

Meaney DF, Smith DH. Biomechanics of concussion. *Clin Sports Med.* 2011 Jan;30(1):19-31. Murray NG, Ambati VN, Contreras MM, Salvatore AP, Reed-Jones RJ. Assessment of oculomotor control and balance post-concussion: a preliminary study for a novel approach to concussion management. *Brain Inj.* 2014; 28 (4): 496-503.

Navarro RR. Protective equipment and the prevention of concussion - what is the evidence? *Curr Sports Med Rep.* 2011 Jan-Feb; 10 (1): 27-31.

Nelson LD, Loman MM, LaRoche AA, Furger RE, McCrea MA. Baseline Performance and Psychometric Properties of the Child Sport Concussion Assessment Tool 3 (Child-SCAT3) in 5- to 13-year-old Athletes. *Clin J Sport Med.* 2016 Jul 15. [Epub ahead of print]

Omalu B. Chronic traumatic encephalopathy. *Prog Neurol Surg.* 2014; 28: 38-49.

Ommaya AK, Gennarelli TA. Cerebral concussion and traumatic unconsciousness. Correlation of experimental and clinical observations of blunt head injuries. *Brain.* 1974 Dec; 97 (4): 633-54.

Parker TM, Osternig LR, VAN Donkelaar P, Chou LS. Gait stability following concussion. *Med Sci Sports Exerc.* 2006 Jun; 38 (6): 1032-40.

Pellman EJ, Powell JW, Viano DC, Casson IR, Tucker AM, Feuer H, Lovell M, Waeckerle JF, Robertson DW. Concussion in professional football: epidemiological features of game injuries and review of the literature-part 3. *Neurosurgery.* 2004 Jan; 54 (1): 81-94.

Pfister T, Pfister K, Hagel B, Ghali WA, Ronksley PE. The incidence of concussion in youth sports: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2016 Mar; 50 (5): 292-7.

Porter S, Smith-Forrester J, Alhajri N, Kusch C, Sun J, Barrable B, Panenka WJ, Virji-Babul N. The Child Sport Concussion Assessment Tool (Child SCAT3): normative values and correspondence between child and parent symptom scores in male child athletes. *BMJ Open Sport Exerc Med.* 2015 Aug 21; 1

Purcell LK; Canadian Paediatric Society, Healthy Active Living and Sports Medicine Committee.. Sport-related concussion: Evaluation and management. *Paediatr Child Health.* 2014 Mar; 19 (3): 153-65.

Quintana LM. Second Impact Syndrome in Sports. *World Neurosurg.* 2016 Jul;91:647-9. Rose SC, Schaffer CE, Young JA, McNally KA, Fischer AN, Heyer GL. Utilization of conventional neuroimaging following youth concussion. *Brain Inj.* 2017 Jan 17: 1-7.

Rowson S, Duma SM, Greenwald RM, Beckwith JG, Chu JJ, Guskiewicz KM, Mihalik JP, Crisco JJ,

Wilcox BJ, McAllister TW, Maerlender AC, Broglio SP, Schnebel B, Anderson S, Brolinson PG. Can helmet design reduce the risk of concussion in football? *J Neurosurg.* 2014 Apr; 120 (4):919-22.

Schneider KJ, Iverson GL, Emery CA, McCrory P, Herring SA, Meeuwisse WH. The effects of rest and treatment following sport-related concussion: a systematic review of the literature. *Br J Sports Med.* 2013 Apr; 47 (5): 304-7.

Schneider KJ, Meeuwisse WH, Nettel-Aguirre A, Barlow K, Boyd L, Kang J, Emery CA. Cervico-vestibular rehabilitation in sport-related concussion: a randomised controlled trial. *Br J Sports Med.* 2014 Sep; 48 (17): 1294-8.

Silverberg ND, Iverson GL. Is rest after concussion „the best medicine?‟: recommendations for activity resumption following concussion in athletes, civilians, and military service members. *J Head Trauma Rehabil.* 2013 Jul-Aug; 28 (4): 250-9.

Snedden TR, Brooks MA, Hetzel S, McGuine T. Normative Values of the Sport Concussion Assessment Tool 3 (SCAT3) in High School Athletes. *Clin J Sport Med.* 2016 Sep 7. [Epub ahead of print]

Thomas DG, Apps JN, Hoffmann RG, McCrea M, Hammeke T. Benefits of strict rest after acute concussion: a randomized controlled trial. *Pediatrics.* 2015 Feb; 135 (2): 213-23.

Thomas RE, Alves J, Vaska MM, Magalhães R. SCAT2 and SCAT3 scores at baseline and after sports-related mild brain injury/concussion: qualitative synthesis with weighted means. *BMJ Open Sport Exerc Med.* 2016 Oct 19; 2 (1)

Tierney RT, Sitler MR, Swanik CB, Swanik KA, Higgins M, Torg J. Gender differences in head-neck segment dynamic stabilization during head acceleration. *Med Sci Sports Exerc.* 2005 Feb; 37 (2): 272-9.

Toledo E, Lebel A, Becerra L, Minster A, Linnman C, Maleki N, Dodick DW, Borsook D. The young brain and concussion: imaging as a biomarker for diagnosis and prognosis. *Neurosci Biobehav Rev.* 2012 Jul; 36 (6): 1510-31.

Vagnozzi R, Signoretti S, Cristofori L, Alessandrini F, Floris R, Isgrò E, Ria A, Marziali S, Zoccatelli G, Tavazzi B, Del Bolgia F, Sorge R, Broglio SP, McIntosh TK, Lazzarino G. Assessment of metabolic brain damage and recovery following mild traumatic brain injury: a multicentre, proton magnetic resonance spectroscopic study in concussed patients. *Brain.* 2010 Nov; 133 (11): 3232-42.

Valovich McLeod TC, Hale TD. Vestibular and balance issues following sport-related concussion. *Brain Inj.* 2015; 29 (2): 175-84.

Wang JY, Bakhadirov K, Abdi H, Devous MD Sr, Marquez de la Plata CD, Moore C, Madden CJ, Diaz-Arrastia R. Longitudinal changes of structural connectivity in traumatic axonal injury. *Neurology.* 2011 Aug 30; 77 (9): 818-26.

Yuh EL, Hawryluk GW, Manley GT. Imaging concussion: a review. *Neurosurgery.* 2014 Oct; 75 Suppl 4: S50-63.

Zimmer A, Marcinak J, Hibyan S, Webbe F. Normative values of major SCAT2 and SCAT3 components for a college athlete population. *Appl Neuropsychol Adult.* 2015; 22 (2): 132-40.

## Digotor in Südtirol

- Am **29./30. April 2017** bieten wir Euch den Themenkurs „Lenden-Becken-Hüftregion“ aus der klinischen Orthopädie in Bozen an.

## Einfluss der anatomischen Strukturen auf das Bewegungsverhalten der Brustwirbelsäule - Biomechanik der thorakalen Wirbelsäule

### » Einleitung

Die Wirbelsäule ist eine komplexe Struktur, die in der Lage ist, vielfältige dynamische Lastbedingungen zu verteilen und zu verarbeiten. Das biomechanische Verhalten der Wirbelsäule, vor allem der Brustwirbelsäule, ist bis dato jedoch noch weitgehend unbekannt. Am Institut für Unfallchirurgische Forschung und Biomechanik am Uniklinikum Ulm erforscht seit vielen Jahren eine interdisziplinäre Gruppe von Biomechanikern, Ingenieuren und Medizinern unter der Leitung von Herrn Professor Hans-Joachim Wilke die Funktion und Biomechanik der Wirbelsäule.

Dazu bedient sich die Forschergruppe zunächst der sogenannten In-vitro-Versuche, um am humanen Präparat Daten über das anatomische und mechanische Verhalten der Wirbelsäule zu sammeln. Im weiteren Schritt werden diese Daten in computergestützte Finite-Element-Modelle eingespeist. Dies erlaubt den Forschern, die Biomechanik der Wirbelsäule zu simulieren und z.B. neue Materialien wie Pedikelschrauben zunächst in der Simulation auf ihre Funktion hin zu testen.

Im Rahmen eines Forschungsprojektes zur Untersuchung des Einflusses der anatomischen Strukturen auf das Bewegungsverhalten der Brustwirbelsäule konnte Stefan Grundler mit der medizinischen Fragestellung des Projektes seine Promotion zum Doktor der Medizin erlangen. In diesem Projekt wurden mehrere In-vitro-Experimente durchgeführt. Dazu wurden thorakale Wirbelsäulensegmente aus humanen Wirbelsäulen verwendet. Die Wirbelsäulensegmente wurden standardisiert vorbereitet und in einem, von Prof. Wilke entwickelten, Wirbelsäulenbelastungssimulator getestet. Dabei kamen bewegende Momente von 1, 2.5 und 5 Nm zum Einsatz. Mittels angebrachter Markern an den Segmenten wurden mit Hilfe von Hochleistungskameras die Bewegungen der Segmente in die jeweilige Bewegungsrichtung erfasst und

aufgezeichnet. Es erfolgte dann die schrittweise Resektion von anatomischen Strukturen, beginnend mit dem Lig. supraspinale, bis hin zur Nukleotomie. Nach jeder Resektion wiederholten die Forscher den Testvorgang. Die gewonnenen Daten wurden dann statistisch aufgearbeitet, um eine signifikante Aussagekraft zu erzielen. Das Projekt wurde mit Claudia Ottardi, einer italienischen, und Chinnu Mathew, einer indischen Ingenieurin, durchgeführt.

Aus rechtlichen Gründen können in diesem Artikel noch keine Ergebnisse veröffentlicht werden, da das Forschungsprojekt insgesamt noch nicht abgeschlossen ist. Daher werden hier der klinische Hintergrund und die Biomechanik der thorakalen Wirbelsäule aus der Promotion von Stefan Grundler vorgestellt. Die Ergebnisse der Forschungsarbeiten folgen in einem weiteren Artikel (Grundler 2017).

### » Klinischer Hintergrund

Bisherige Studien zur Biomechanik der humanen Wirbelsäule konzentrierten sich in erster Linie auf die lumbale und zervikale Region, vergleichsweise wenige Untersuchungen finden sich dagegen zur thorakalen Wirbelsäule. So besteht beispielsweise keine eigene Klassifikation zur Bestimmung einer Degeneration der Brustwirbelsäule. Degenerative Erkrankungen der Wirbelsäule wie Skoliose, Osteoporose oder Morbus Scheuermann rücken jedoch aufgrund des demographischen Wandels zunehmend in den Vordergrund.

Dabei nimmt die idiopathische Skoliose mit 90 % den größten Stellenwert aller skoliotischen Fehlbildungen ein, sie tritt immerhin mit einer Prävalenz von bis zu 5,2 % auf und betrifft meist die thorakale Wirbelsäule (Dayer et al. 2014).

Bandscheibengebundene Pathologien haben in der Brustwirbelsäule im Vergleich zur Lendenwirbelsäule aufgrund der anatomischen Gegebenheiten keine so hohe Inzidenz. Die Spinalnerven verlassen den Rückenmarkskanal bereits weit oberhalb der Bandscheibe und werden so seltener von Bandscheibenmaterial irritiert (Sizer et al. 2001). Dennoch stellen sie die orthopädisch und chirurgisch praktizierenden Ärzte vor eine große Herausforderung, da ein Bandscheibenvorfall meist sofort das Rückenmark komprimiert und so eine Myelopathie auslöst (Nacar et al. 2013). Von bandscheibenbedingten Pathologien sind mehr Männer als Frauen, mit der höchsten Inzidenz zwischen 40 und 50 Jahren, betroffen. Dabei können alle Segmente involviert sein, wobei 75 % der Pathologien unterhalb des achten Brustwirbels, mit der höchsten Inzidenz im Segment T11 - T12, auftreten (Yoshihara 2014).

Frakturen der Wirbelsäule stellen weitere häufige Pathologien dar. Nach Angaben des statistischen Bundesamtes ereigneten sich im Jahre 2012 in Deutschland 51.035 Frakturen der Brustwirbelsäule und Rippen. Demgegenüber stehen 85.020 Frakturen in der Lendenwirbelsäule. Die meisten Frakturen treten dabei im thorakolumbalen Übergang auf. Darauf folgt die mittlere Brustwirbelsäule mit einer zweiten kleineren Häufung der Inzidenz (Magerl et al. 1994).

### » Therapiemöglichkeiten bei Pathologien der Brustwirbelsäule

Zunächst steht die Schmerzlinderung meist im Vordergrund der Therapie, wobei jedoch auch Mobilisationstechniken und aktive Übungen zur Muskelkräftigung zum Einsatz kommen.

Prinzipiell werden aus dem Spektrum der manuellen Therapie mehrere Arten von Mobilisationen angewandt: Zum einen die eher manipulativen chirotherapeutischen Techniken, zum anderen die eher lokalen Techniken, sei es aus dem Konzept nach Kaltenborn oder Mait-



Abb. 1: Lokale manualtherapeutische Mobilisation

land usw. (siehe Abb. 1 und 2). Den meisten manualtherapeutischen Konzepten liegt immer noch eine Denkweise zugrunde, die auf einer mechanischen Wirkweise beruht. So wird vor allem dem Facettengelenk eine grundlegende Rolle bei der Einschränkung der Beweglichkeit und der Schmerzauslösung zugesprochen. Daher zielen die Techniken häufig darauf ab, genau dieses Gelenk zu mobilisieren und/oder zu separieren.

Leider fehlt es den meisten manualtherapeutischen und chirotherapeutischen Techniken



Abb. 2: Chiropraktische Manipulation der Brustwirbelsäule

sowohl an Grundlagenforschung als auch am Nachweis ihrer Effektivität. So gibt es zum Beispiel auf dem Gebiet der Manipulationstechniken keine verwertbare Studie, die sich mit der Grundlagenforschung der Manipulationen beschäftigt. Es lassen sich hier nur Wirksamkeitsstudien und Fallbeispiele finden.

Lediglich Kuo et al. (2014) untersuchten in einem Tiermodell an 8 Schweinewirbelsäulen die Wirkung von Traktionen auf degenerierte Bandscheiben. Die Segmente wurden ex vivo im Verlauf einer Woche täglich für 30 Minuten einer Traktionskraft von 200 N ausgesetzt. Anschließend untersuchten Kuo et al. die Höhe der Bandscheiben, die Mikrostruktur des Anulus und die Zellzusammensetzung. Die Autoren konnten im Vergleich zur Kontrollgruppe eine Zunahme der kontrollierten Ausrichtung der Kollagenfibrillen sowie einen verminderten Porenschluss im Anulus feststellen.

Wirft man nun noch einen Blick in die chirurgische Therapie bei Pathologien der Brustwirbelsäule, so erkennt man, dass die dynamische Stabilisierung der Wirbelsäule mit einem

Stangensystem im Jahre 2012 immerhin auf Platz 36 der Häufigkeitsliste sämtlicher medizinischer Interventionen stand. Diese sehr hohe Zahl an Interventionen steht im Kontrast zur Effektivität der chirurgischen Techniken. So bleibt der Einfluss der biomechanischen Effekte von destabilisierenden Operationen wie Laminektomien bei Skoliosen oder chirurgischen Stabilisationen momentan unklar (Lubelski et al. 2014; Healy et al. 2013). Darüber hinaus bestimmt die Ausstattung des Operationssaales und die Erfahrung des Operateurs bis jetzt die Wahl des Operationsverfahrens (Verlaan et al. 2004; Gullung und Theiss 2008).

Somit muss man ehrlicherweise schlussfolgern, dass sowohl in der konservativen wie auch chirurgischen Therapie bei Pathologien der Brustwirbelsäule ein großer Bedarf an Forschung besteht.

Tabelle 1: Beweglichkeit der thorakalen Wirbelsäule in Relation zur Gesamtbeweglichkeit

Bewegungsrichtung	Beweglichkeit thorakale Wirbelsäule	Bewegungsumfang gesamte Wirbelsäule
Flexion	35°	150°
Extension	25°	100°
Seitneigung links/ rechts	20° / 20°	75° / 75°
Rotation links / rechts	35° / 35°	90° / 90°

### » Biomechanik der thorakalen Wirbelsäule

Im Folgenden wird das zusammengetragene Wissen zur Biomechanik der Wirbelsäule vorgestellt.

White und Panjabi beschreiben in ihrem Buch zur Biomechanik der Wirbelsäule die Brustwirbelsäule als ein zusammengesetztes System aus Brustwirbelsäule und Brustkorb (White und Panjabi 1990). Die Stabilität wird demnach durch die Artikulation der Rippenköpfchen in Kombination mit den Facettengelenken unter einem ausgeprägten Bandapparat gewährleistet. Der zweite Stabilitätsfaktor ist der Brustkorb als Ganzes. Durch die Masse des Brustkorbes wird die Brustwirbelsäule träger und steifer. Liebsch et al. konnten zeigen, dass durch die Resektion des Brustkorbes das RoM um bis zu 131 % ansteigt. Daraus lässt sich ableiten, dass die anatomischen Strukturen wie Brustkorb und Ligamente die Flexibilität der thorakalen Wirbelsäule mitbestimmen. Die in der Literatur zu findenden Werte bezüglich der Beweglichkeit der thorakalen Wirbelsäule sind aufgrund verschiedener Versuchsaufbauten und Messmethoden nur schwer vergleich- und interpretierbar (White 1969; Panjabi et al. 1984). Dennoch lassen sich in den Anatomiebüchern allgemeine Werte zur Beweglichkeit der thorakalen Wirbelsäule finden (Tab. 1).

Diesen Angaben zufolge besitzt die thorakale Wirbelsäule die größte Beweglichkeit in Rotation. Gemäß einigen Autoren ist dies auf die Ausrichtung der Facettengelenke und der vorhandenen Rippenköpfchen zurückzuführen, welche die Mobilität sonst eher einschränken (Moon et al. 2014; Sizer et al. 2007; Nordin und Frankel 1989) (Abb. 3).

Das Bewegungsverhalten der Brustwirbelsäule wurde bisher in der Forschung vor allem monosegmental untersucht. Hier haben die Arbeiten von White und Panjabi (1990) einen anhaltend sehr hohen Stellenwert (Abb. 4).

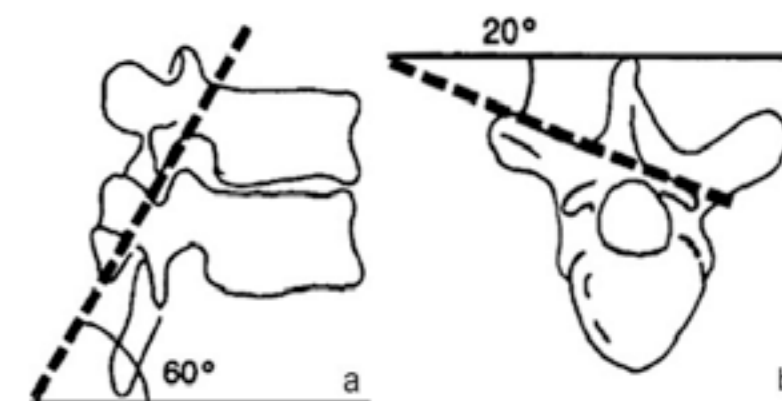


Abb. 3: Ausrichtung der Facettengelenke in der Brustwirbelsäule in der sagittalen (a) und transversalen (b) Ansicht, (Nordin und Frankel 1989, S. 26).



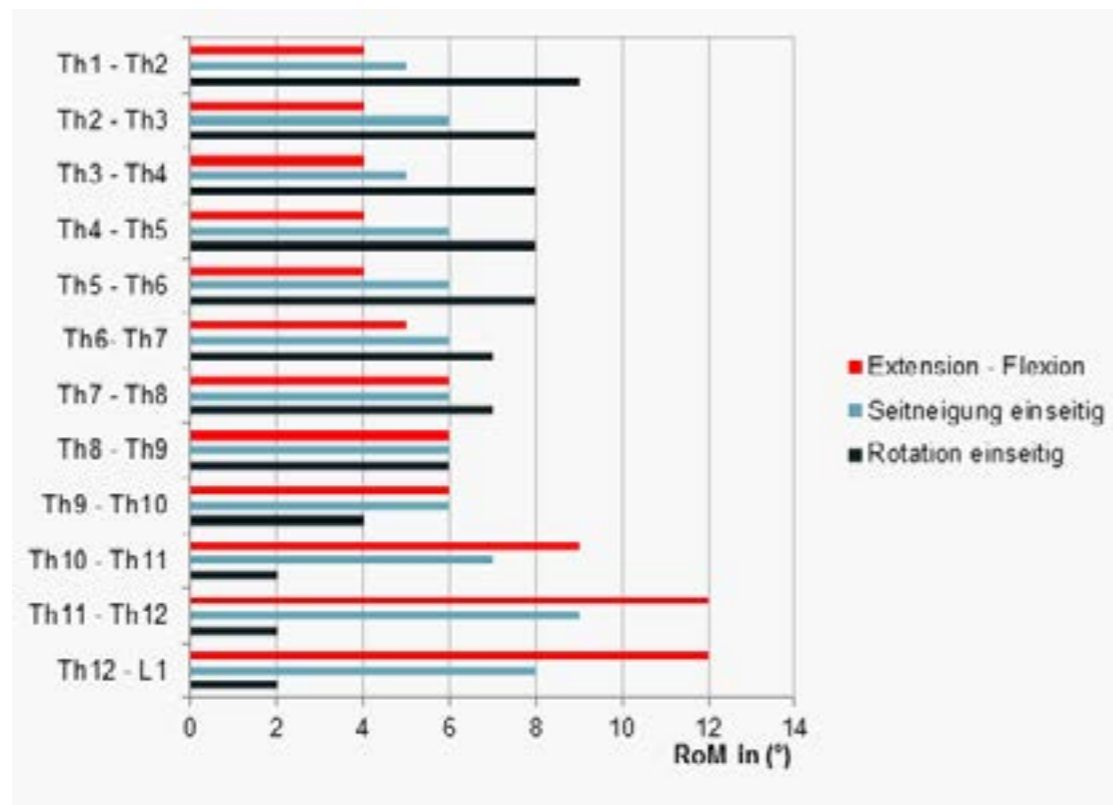


Abb. 4: Referenzwerte eindimensionales Bewegungsausmaß (RoM) in vitro in Extension - Flexion (rot), Seitneigung einseitig (blau), Rotation einseitig (schwarz) der Brustwirbelsäulensegmente bis zum Übergang in die Lendenwirbelsäule (Th12-L1), (Darstellung nach Daten aus Grundler 2017, (White und Panjabi 1990).

Bewegungsrichtung	Th1 – Th4	Th4 – Th8	Th8 – Th12
<b>Flexion</b>	8,6°	10,7°	12,7°
Gek. Seitneigung	2,1°	1,4°	1,5°
Gek. Rotation	3,5°	3,4°	1,9°
<b>Extension</b>	8,1°	8,9°	8,8°
Gek. Seitneigung	2,0°	2,8°	2,7°
Gek. Rotation	3,9°	4,4°	4,5°
<b>Seitneigung</b>	6,0°	8,1°	12,4°
Gek. Seitneigung	3,5°	6,6°	4,9°
Gek. Rotation	2,4°	2,4°	2,5°
<b>Rotation</b>	13,6°	23,3°	9,1°
Gek. Seitneigung	2,5°	7,1°	7,3°
Gek. Rotation	3,3°	3,1°	4,1°

Tab. 2: Gekoppelte Bewegungen in vitro (gek. Seitneigung/Rotation) in den thorakalen Wirbelsäulenabschnitten Th# bei der jeweiligen Hauptbewegungsrichtung (fettgedruckt und grau hinterlegt), (Darstellung nach Daten aus Grundler 2017, Willems et al. 1996, S. 314).

Wie in Abb. 4 ersichtlich nimmt die Extensions-Flexions-Beweglichkeit von kranial nach kaudal zu, während das Ausmaß der Rotation gegenläufig abnimmt.

Bewegungen innerhalb der Brustwirbelsäule entstehen nicht nur eindimensional, sondern auch gekoppelt. Allerdings herrscht auch hier, ähnlich wie bei den eindimensionalen Bewegungen, Uneinigkeit darüber, wie die Bewegungen in der Brustwirbelsäule genau gekoppelt sind. Die vorhandenen In-vitro-Studien sind im Design ebenfalls zu unterschiedlich und keinesfalls vergleichbar (Willems et al. 1996; Moon et al. 2014) (Tab. 2).

In vivo wurden die Bewegungsumfänge der Brustwirbelsäule bisher in lediglich drei Studien reproduzierbar gemessen. Fujimori et al. (2013) befassten sich mit In-vivo-Messungen der Bewegungsverteilung auf die Segmente der Brustwirbelsäule. Dazu wurden von 15 gesunden Probanden computertomographische Scans in maximaler Seitneigung und Mittelstellung angefertigt und die Bewegungsausmaße der einzelnen Segmente bestimmt (Abb. 6). Die Ergebnisse zeigen eine Bewegungsmöglichkeit in Seitneigung, gemessen von T1 zu L1, von  $15,6^\circ \pm 6,3^\circ$  mit einer gekoppelten gleichsinnigen Rotation. Der geringste Bewegungsausschlag wurde bei T4 - T5, T6 - T7, sowie in der unteren Brustwirbelsäule T10 - L1 gemessen (Abb. 5 und 6).

In vivo wurden die Bewegungsumfänge der Brustwirbelsäule bisher in lediglich drei Studien reproduzierbar gemessen. Fujimori et al. (2013) befassten sich mit In-vivo-Messungen der Bewegungsverteilung auf die Segmente der Brustwirbelsäule. Dazu wurden von 15 gesunden Probanden computertomographische Scans in maximaler Seitneigung und Mittelstellung angefertigt und die Bewegungsausmaße der einzelnen Segmente bestimmt (Abb. 6). Die Ergebnisse zeigen eine Bewegungsmöglichkeit in Seitneigung, gemessen von T1 zu L1, von  $15,6^\circ \pm 6,3^\circ$  mit einer gekoppelten gleichsinnigen Rotation. Der geringste Bewegungsausschlag wurde bei T4 - T5, T6 - T7, sowie in der



Abb. 5: Versuchsaufbau: Proband in maximaler Seitneigung im CT-Scan, (Fujimori et al. 2013).

unteren Brustwirbelsäule T10 - L1 gemessen (Abb. 5 und 6).

Dieselbe Autorengruppe führte bereits 2012 die gleichen In-vivo-Messungen für eine axiale Rotation durch. Dafür wurden von 13 gesunden Probanden computertomographische Scans angefertigt. Insgesamt konnte eine einseitige Rotation, gemessen von T1 zu L1, von insgesamt  $24,9^\circ \pm 4,9^\circ$  berechnet werden. Die Rotation verteilte sich mit  $0,5^\circ$  bis  $2,7^\circ$  pro Segment, wobei in der mittleren Brustwirbelsäule am meisten Rotation stattfand. In der oberen Brustwirbelsäule trat eine gleichsinnig gekoppelte Seitneigung auf, während sich in der mittleren und unteren Brustwirbelsäule gleich- und gegensinnige Kopplungen zeigten (Fujimori et al. 2012).

Morita et al. (2014) führten bei 50 Probanden computertomographische Scans in Extensions- und Flexionsposition durch. Wie auch die Forschergruppe um Fujimori bestimmten sie jeweils die maximalen Bewegungsausschläge und errechneten im einzelnen Segment die jeweilige Beweglichkeit. Sie konnten von T1 bis L1 einen

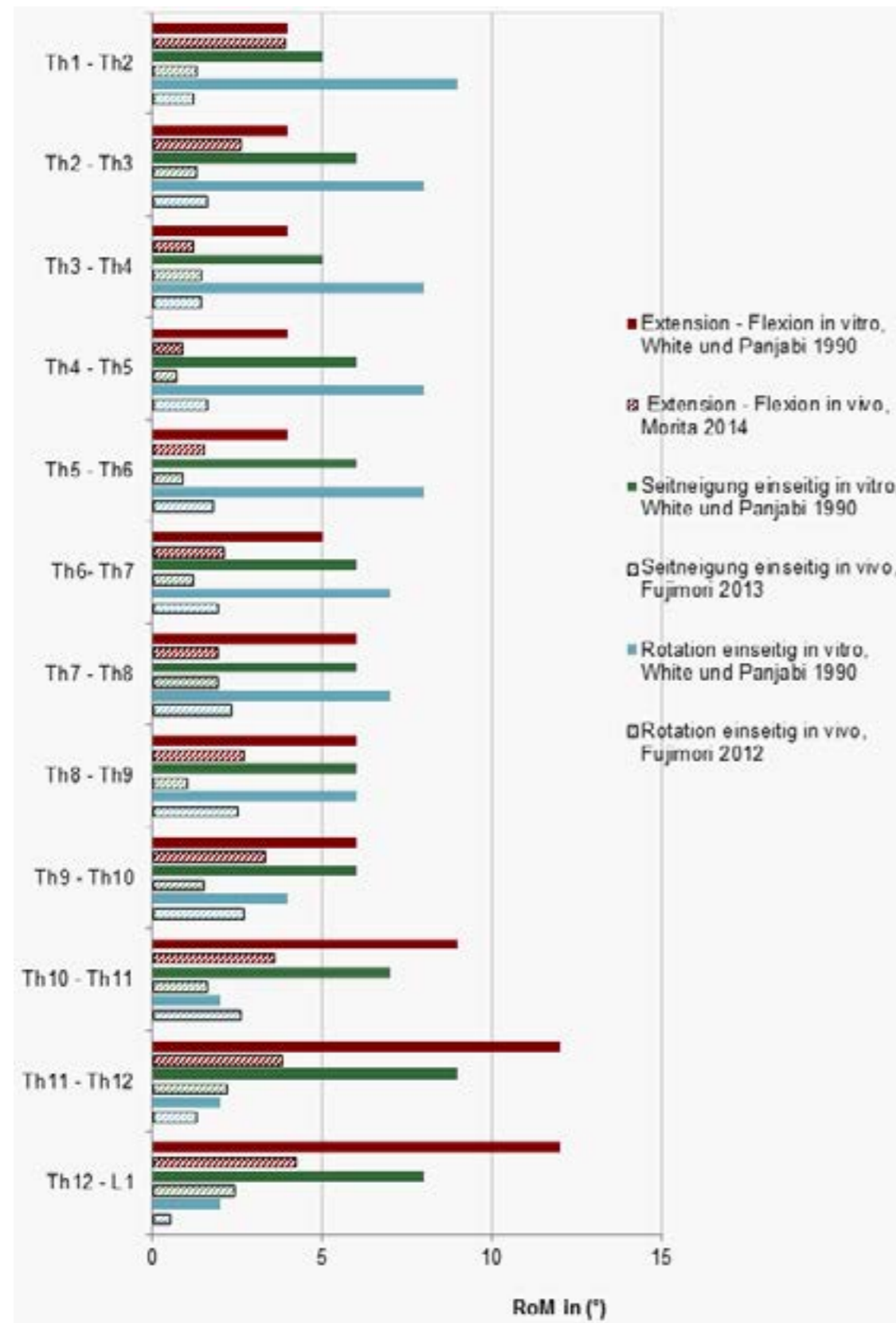


Abb. 6: Vergleich Bewegungsmaß (RoM) in vitro und in vivo der verschiedenen Segmente der Brustwirbelsäule (Th#) bis zum Übergang in die Lendenwirbelsäule (Th12-L1). Extension – Flexion, Seitneigung, Rotation einseitig, (Darstellung nach Grundler 2017, Morita et al. 2014, S. 676; Fujimori et al. 2013, S. 1322; Fujimori et al. 2012, S. 1321; White und Panjabi 1990, S. 103).

totalen Kyphosewinkel (Ext - Flex) von  $40.2^\circ \pm 11,4^\circ$ , sowie ein totales Bewegungsausmaß von  $31,7^\circ \pm 11,3^\circ$  messen. Das größte Bewegungsausmaß fand im Segment T12 - L1, das geringste in T4 - 5 statt.

» Einfluss der ligamentären Strukturen auf die Beweglichkeit der Wirbelsäule

Panjabi (1981) beschäftigte sich erstmals gezielter mit der physiologischen Funktion der einzelnen anatomischen Strukturen der Brustwirbelsäule. Er baute auf Einzelstudien auf (Hirsch & Nachemson 1953, Galante 1967, Nachemson & Evans 1968, Silver 1954, Tkaczuk 1968), die sich individuell mit den einzelnen Geweben wie bspw. der isolierten Bandscheibe beschäftigt hatten. Er konstruierte einen experimentellen Aufbau, der ihm die schrittweise Resektion von ligamentären Strukturen ermöglichte (Abb. 7). In dieser Apparatur führte er Flexibilitätstests in Extension und Flexion mit 19 monosegmentalen Präparaten durch und resezierte in einer Gruppe die Ligamente von anterior nach posterior und umgekehrt. Die Bewegungen wurden mit max. 43 % des ursprünglichen Körpergewichtes eingebracht und die Segmente bis zum Versagen der Kontinuität belastet.

Panjabi konnte dadurch erstmals Ergebnisse präsentieren, inwieweit die anterioren/posterioren Ligamente die Brustwirbelsäule beeinflussen. Schlussfolgernd fasste er daraus zusammen, dass bei einer Resektion von anterior nach posterior die Extensions- und umgekehrt von posterior nach anterior die Flexionsbewegung schneller zu einem Versagen der Segmente führt.

Yogandan et al. (1993) gingen der Frage nach, welchen Einfluss eine Laminektomie auf die Stabilität der Brustwirbelsäule hat. Dazu führten sie eine In-vitro-Untersuchung mit fünfzehn humanen Präparaten durch. Die Präparate wurden in zwei Gruppen eingeteilt und axial bis

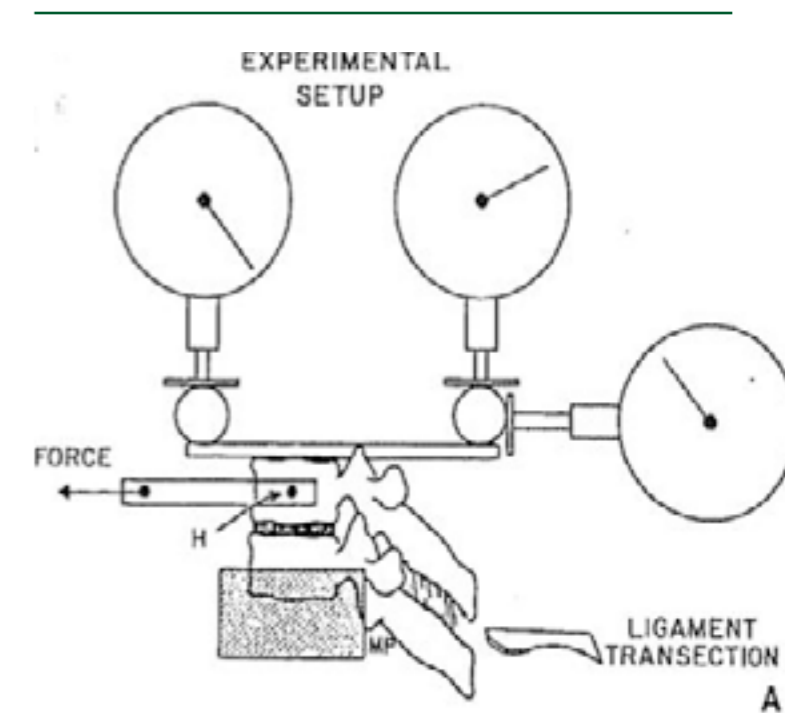


Abb. 7: Versuchsaufbau für das Bewegungsverhalten eines Wirbelsäulensegments (Panjabi et al. 1981).

zum Versagen der anatomischen Strukturen belastet. Gruppe 1 blieb intakt und widerstand im Durchschnitt 2014 N, Gruppe 2 erhielt eine Laminektomie auf den Segmenten T5 - T8 und widerstand im Durchschnitt nur 1224 N. Die Autoren konnten somit zeigen, dass die Steifigkeit und die Fähigkeit, Kompressionsenergie zu absorbieren, signifikant mit der Laminektomie abnahm. Die Höhe der Deformation beim Versagen der Segmente war dagegen bei beiden Gruppen gleich. Daher kommen die Autoren zu dem Schluss, dass die Brustwirbelsäule in der Lage ist, Kompressionskräfte zu verteilen.

Die Gruppe um Oda et al. (2002) führte ebenfalls eine In-vitro-Studie zum Einfluss der anatomischen Strukturen auf das Bewegungsverhalten der Brustwirbelsäule aus. Dazu wurden 16 humane Präparate von verschiedenen thorakalen Segmenthöhen mit intakten kostovertebralen Ligamenten in zwei Resektionsgruppen eingeteilt. In der ersten Gruppe erfolgte die Resektion von anterior nach posterior, in der zweiten Gruppe in der umgekehrten Reihenfolge (Abb. 8).

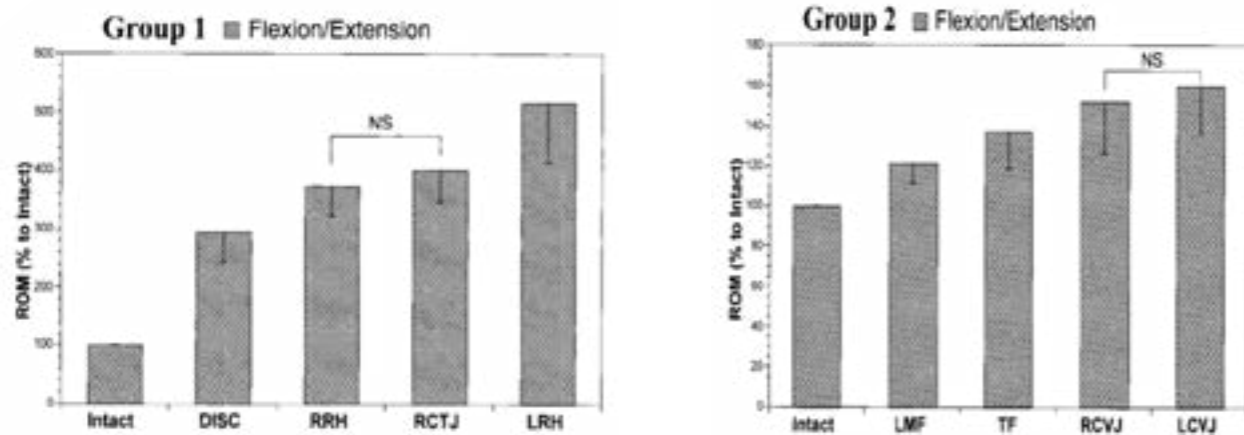


Abb. 8: Beweglichkeitsveränderung der Flexion/Extension (RoM) in % zum intakten Zustand (Intact), Gruppe 1 Resektion von anterior nach posterior (Intact= Intakter Zustand, DISC=Diskektomie, RRH=Entfernung re. Rippenkopf, RCTJ=Entfernung rechter Rippenbogen, LRH=Entfernung linker Rippenkopf (linke Darstellung), Gruppe 2 Resektion von posterior nach anterior (Intact=Intakter Zustand, LMF=Entfernung Proc. spinosus, TF=Entfernung des Wirbelbogens, RCVJ=Entfernung der rechten Rippe, LCVJ=Entfernung der linken Rippe (rechte Darstellung), (Oda et al. 2002).

Die Veränderung des Bewegungsausmaßes wurde jeweils in Relation zum intakten Zustand berechnet und in Prozent angegeben. Die Autoren leiten daraus ab, dass die Bandscheibe den wichtigsten Stabilisator darstellt und zudem

eine Resektion der posterioren Strukturen zu einer Zunahme der Beweglichkeit in alle Freiheitsgrade um ca. 40 % führt.

Die aktuellste Arbeit wurde von Wollowick et al. (2013) durchgeführt. Die Gruppe präparierte 14 humane Spender und teilte die Segmente in T1 - T4, T5 - T8, T9 - T12 und L1 - L4 ein. Anschließend wurden die Flexibilitätstests leider nur in axialer Rotation bei 5 Nm reinem Momentum ausgeführt. Im Anschluss an die Messungen im intakten Zustand wurden die anatomischen Strukturen einmal von anterior nach posterior und anschließend umgekehrt durchtrennt. Bei den Resektionsschritten von anterior stieg die axiale Rotation um 288 % an. Bei Resektionsschritten von posterior lediglich um 71 % (siehe Abb. 9).

### » Zusammenfassung und Fazit

Zusammenfassend kommt man zu einem eher unzufriedenstellenden Fazit. Es liegt weder grundlegendes Wissen über die biomechanischen Gegebenheiten der Brustwirbelsäule,

noch eine klare Leitlinie für die konservative wie auch chirurgische Therapie vor. Die Bandscheibe scheint der spezifische Stabilisator der Brustwirbelsäule zu sein, die Ligamente begrenzen wohl eher das Ausmaß der Beweglichkeit. Die Daten zum Bewegungsausmaß und der Koppelung unterscheiden sich zum Teil gravierend und lassen keinen allgemeinen Schluss zu. Genau an dieser Stelle sollten wir uns in der Physiotherapie die Frage stellen, ob wir mit unserer Therapie überhaupt einzelne Strukturen spezifisch erreichen können oder ob wir eher den Ansatz einer segmentalen Therapie verfolgen sollten.

Nedeljko Goreta ■  
nedi.goreta@digotor.info

### » Literatur

Dayer, R., Ceroni, D., Lascombes, P.: Treatment of congenital thoracic scoliosis with associated rib fusions using VEPTR expansion thoracostomy: a surgical technique. Eur Spine J 23 Suppl 4: 424-431 (2014)

Fujimori, T., Iwasaki, M., Nagamoto, Y., Ishii, T., Kashii, M., Murase, T., Sugiura, T., Matsuo, Y., Sugamoto, K., Yoshikawa, H.: Kinematics of the thoracic spine in trunk rotation: in vivo 3-dimensional analysis. Spine (Phila Pa 1976) 37: 1318-1328 (2012)

Fujimori, T., Iwasaki, M., Nagamoto, Y., Matsuo, Y., Ishii, T., Sugiura, T., Kashii, M., Murase, T., Sugamoto, K., Yoshikawa, H.: Kinematics of the thoracic spine in trunk lateral bending: in vivo three-dimensional analysis. Spine J: 1318-1325 (2013)

Grundler, S.: In-vitro-Untersuchungen zur segmentalen Beweglichkeit der thorakalen Wirbelsäule mit schrittweiser Reduktion von anatomischen Strukturen. Universität Ulm (2017)

Gullung, G., Theiss, S. M.: Surgical treatment of thoracolumbar fractures: fusion versus nonfusion. Curr Orthop Pract: 383-387 (2008)

Healy, A. T., Lubelski, D., Mageswaran, P., Bhowmick, D. A., Bartsch, A. J., Benzel, E. C., Mroz, T. E.: Biomechanical analysis of the upper thoracic spine after decompressive procedures. Spine J: 1010-1016 (2013)

Lubelski, D., Healy, A. T., Mageswaran, P., Benzel, E. C., Mroz, T. E.: Biomechanics of the Lower Thoracic Spine Following Decompression and Fusion: A Cadaveric Analysis. Spine J: 2216-2223 (2014)

Magerl, F., Aebi, M., Gertzbein, S. D., Harms, J., Nazarian, S.: A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. Eur Spine J 3: 184-201 (1994)

Moon, O. K., Kim, S. H., Lee, S. B., An, H. J., Kim, B. K., Kim, N. J., Shin, H. J., Choi, Y. R., Wang, J. S., Park, S. E., Min, K. O.: Thoracic coupled motions of korean men in good health in their 20s. J Phys Ther Sci 26: 87-91 (2014)

Nacar, O. A., Ulu, M. O., Pekmezci, M., Deviren, V.: Surgical treatment of thoracic disc disease via minimally invasive lateral transthoracic trans/retropleural approach: analysis of 33 patients. Neurosurg Rev 36: 455-465 (2013)

Nordin, M., Frankel, V. H.: Basic Biomechanics of the Musculoskeletal System Lea and Febige, Philadelphia, Pennsylvania, USA; London, England, UK., S: 24-47 (1989)

Oda, I., Abumi, K., Cunningham, B. W., Kaneda, K., McAfee, P. C.: An in vitro human cadaveric study investigating the biomechanical properties of the thoracic spine. Spine (Phila Pa 1976) 27: E64-70 (2002)

Panjabi, M. M., Hausfeld, J. N., White, A. A., 3rd: A biomechanical study of the ligamentous stability of the thoracic spine in man. Acta Orthop Scand 52: 315-326 (1981)

Panjabi, M. M., Krag, M. H., Dimnet, J. C., Walter, S. D., Brand, R. A.: Thoracic spine centers of rotation in the sagittal plane. J Orthop Res 1:

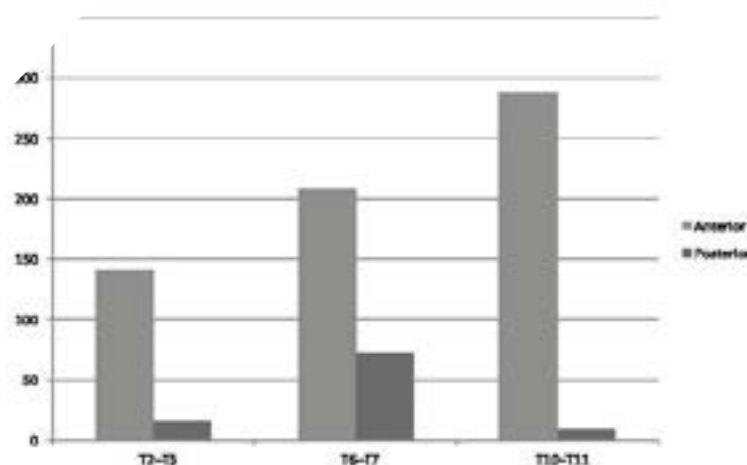


Abb. 9: Anstieg der axialen Rotation (in Prozent) der verschiedenen Segmente der Brustwirbelsäule (T#) nach anteriorer Resektionsrichtung (hellgrau) und posteriorer Resektionsrichtung (dunkelgrau), (Wollowick et al. 2013; Fujimori et al. 2012)

## Biomechanik der thorakalen Wirbelsäule

387-394 (1984)

Sizer, P. S., Jr., Brismee, J. M., Cook, C.: Coupling behavior of the thoracic spine: a systematic review of the literature. J Manipulative Physiol Ther 30: 390-399 (2007)

Sizer, P. S., Jr., Phelps, V., Azevedo, E.: Disc related and non-disc related disorders of the thoracic spine. Pain Pract 1: 136-149 (2001)

Verlaan, J. J., Diekerhof, C. H., Buskens, E., van der Tweel, I., Verbout, A. J., Dhert, W. J., Oner, F. C.: Surgical treatment of traumatic fractures of the thoracic and lumbar spine: a systematic review of the literature on techniques, complications, and outcome. Spine (Phila Pa 1976) 29: 803-814 (2004)

White, A. A., 3rd: Analysis of the mechanics of the thoracic spine in man. An experimental study of autopsy specimens. Acta Orthop Scand Suppl 127: 1-105 (1969)

White, A. I., Panjabi, M.: Biomechanics of the spine. Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, 46-58 (1990)

Willems, J. M., Jull, G. A., J, K. F.: An in vivo study of the primary and coupled rotations of the thoracic spine. Clin Biomech (Bristol, Avon) 11: 311-316 (1996)

Wollowick, A. L., Farrelly, E. E., Meyers, K., Grossman, S., Amaral, T. D., Wright, T., Sarwahi, V.: Anterior release generates more thoracic rotation than posterior osteotomy: a biomechanical study of human cadaver spines. Spine (Phila Pa 1976) 38: 1540-1545 (2013)

Yoshihara, H.: Surgical treatment for thoracic disc herniation: an update. Spine (Phila Pa 1976) 39: 406-412 (2014)

## GET FUNCTIONAL

Das Mikroformat für Functional- und Faszientraining



**Dr. WOLFF®**  
SPORTS & PREVENTION

Get Functional bietet über 50 Übungen auf 0,8 m<sup>2</sup>:

- Mobilisieren
- Stabilisieren
- Trainieren
- Relaxieren / Faszien

### Mehr Info?

Fragen Sie – wir freuen uns!

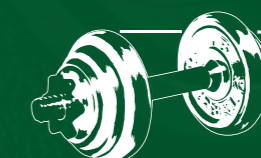
Telefon +49 2932 47574-0  
info@dr-wolff.de · www.dr-wolff.de

### Freie Kursplätze!

- Für unsere Serie „Manuelle Therapie inkl. KGG-Zertifikat“ an der gomedis Physio Akademie in Bornheim (Köln-Bonn) mit Start am **25. Mai 2017** haben wir noch freie Plätze!
- Ebenso gibt es noch freie Kursplätze für den KGG-Kurs in Bornheim von **4. bis 7. Mai 2017**.

## Bundesweite Zertifikatskurse in Manueller Therapie und Krankengymnastik am Gerät

- Osteopathieausbildung → Themenkurse in MTT und klinischer Orthopädie
- Cranio-mandibuläre Therapie → Inhouse-Schulungen → u.v.m.



# Der Test

## Der McGill Test

„Core Stability“ oder „ein starker Rücken kennt keinen Schmerz“ – Wer kennt sie nicht, die Parolen aus dem Sport und der Rehabilitation von Patienten mit Rückenschmerzen? Auch wenn der Fokus auf die Rumpfmuskulatur manchmal überstrapaziert wird, scheint es berechtigt zu sein, sich über den Einsatz von effektiven Trainingsübungen für die Bauch- und Rückenmuskulatur Gedanken zu machen. Noch wichtiger ist es allerdings, die Zielgruppe für Rumpfübungen durch aussagekräftige Testverfahren zu identifizieren. Wir möchten daher in dieser kurzen Übersicht den „McGill Test“ etwas genauer betrachten und dessen Wertigkeit kritisch diskutieren.

### » Historie

Die ersten Artikel über den McGill Test findet man in der Literatur in den späten 90ern des letzten Jahrhunderts. Inspiriert durch die Daten von Fin Biering-Sørensen (1984) stellte Stuart McGill eine Testbatterie, bestehend aus dem Extensions-, dem Flexions- und dem Seitstütztest (rechts und links) zusammen. Untermauert wurde die Entwicklung der Tests durch eine Reihe von biomechanischen und elektromyographischen Untersuchungen, um die Aktivität der Zielmuskeln und die Belastung der Wirbelsäule zu evaluieren (Zusammenfassung in McGill 2002).

### » Testausführung

Die Aussagekraft eines Testverfahrens wird maßgeblich von der Ausführung beeinflusst.

Die Ausführung beinhaltet:

- die Vorbereitung (Warm-up),
- die Ausgangsstellung,
- die genaue Einhaltung definierter Abbruchkriterien.

Für die Art der Vorbereitung gibt es erstaunlicherweise fast keine Beschreibungen. Reiman et al. (2012) empfehlen ein zehnmütiges, dynamisches Aufwärmprogramm, bestehend aus unspezifischen Bewegungsformen (Joggen) und funktioneller Gymnastik. Dejanovic et al. (2012) befürworten sogar 15 Minuten Warm-up und führen ein allgemeines Aufwärmprogramm zur Erhöhung der Körperkerntemperatur unter Su-

pervision durch. Die Praxiserfahrung zeigt, dass ein allgemeines Aufwärmprogramm insgesamt etwas überschätzt wird und wir raten daher zu der Empfehlung von Reiman et al. (2012).

Eine konsistente Meinung gibt es zur Art der Ausgangsstellung. In fast allen Studien nimmt der Trainierende die Testposition ein und verbleibt dort wenige Sekunden. Der Untersucher korrigiert und bespricht mit dem Trainierenden wichtige Kriterien für die Testdurchführung. Wirkliche Probeversuche werden dagegen nicht gewährt (Hanney et al. 2016).

Zwischen den Tests wird eine vollständige Pause eingehalten, um den Einflussfaktor Ermüdung gering zu halten. Reiman et al. (2012) und Bayraktar et al. (2015) schlagen als Pausenzeit fünf Minuten vor. Aufgrund der Tatsache, dass unterschiedliche Muskelgruppen beansprucht werden, erscheint diese Pausenlänge auch ausreichend und kann daher empfohlen werden.

Die Abbruchkriterien beschreibt die existente Literatur leider sehr unterschiedlich oder auch gar nicht. Das ist umso erstaunlicher, wenn man die potentiellen Ausweichmöglichkeiten und Kompensationsmechanismen bei einem solch komplexen Testverfahren in Betracht zieht. Der Untersucher sollte daher über eigene Erfahrungen mit dem McGill Test verfügen sowie stringente Abbruchkriterien aufstellen und umsetzen.

### Extensionstest (siehe Abb. 1a/b)

Für den Test der Streckerkette legt sich der Trainierende in Bauchlage auf eine Behandlungsbank. Die unteren Extremitäten werden mit einem Gurt oberhalb der Fersen fixiert. In manchen Testbeschreibungen kommen weitere Gurte (am dorsalen Knie und an der Hüfte) zum Einsatz. Für die Stabilisierung des Punctum fixum ist aber insbesondere der Fußgurt von Bedeutung und eine weitere Fixierung ist nicht notwendig. Das Becken liegt bis zur Spina iliaca superior auf der Behandlungsbank auf.

In dieser Ausgangsstellung stützt sich der Trainierende mit beiden Armen auf einen Stuhl unterhalb des Schultergürtels. Der Test beginnt mit dem Verschränken der Arme vor der Brust und einer horizontalen Wirbelsäulenposition. Der Kopf befindet sich in einer neutralen Position. Eine flektierte Position (zum Beispiel Retraktion des Kopfes) oder eine auffällige Extension sind zu vermeiden, da sie zu einer relevanten Verkürzung (Flexion) oder geringen Steigerung (Extension) der Haltezeit führen (Dejanovic et al. 2015).

Der Test wird abgebrochen, wenn der Proband die Ausgangsposition nicht mehr halten kann. Abweichungen des Rumpfes nach unten haben dabei die größte Priorität und können über einen Inklinometer objektiviert werden. Kleinere „Wackelbewegungen“ ohne eindeutige Tendenz nach unten werden nicht berücksichtigt und sind der Komplexität der Ausgangsstellung geschuldet. Während der gesamten Testzeit sind zwei verbale Korrekturen der Ausgangsstellung erlaubt und führen nicht zum Abbruch. Erst bei der dritten Beanstandung erfolgt das Ende des Testes.

### Flexionstest (siehe Abb. 2a/b/c)

Für den Test der Beugekette sitzt der Patient auf einer Behandlungsbank. Die Knie- und Hüftgelenke werden in ca. 90° eingestellt. In manchen Fällen können anthropometrische Faktoren zu kleinen Variationen der Beugewinkel führen und



Abb. 1a: Ausgangsstellung



Abb. 1b: Testposition

müssen in Kauf genommen werden. Die Füße werden durch einen Gurt fixiert. Der Rumpf wird in einem Winkel von 60° zur Horizontalen eingestellt. Die Lendenwirbelsäule ist in Abhängigkeit von der Mobilität mindestens gerade oder in physiologischer Lordose eingestellt. Die Brust- und Halswirbelsäule befinden sich in Verlängerung ohne Flexion und ohne Protraktion des Kopfes. Jede Stellungsveränderung dieser



Abb. 2a: Ausgangsstellung

Ausgangsposition führt zu einer Modifikation der Kraft-Längenrelation aller beteiligten Muskeln oder reduziert das Lastmoment. Eine massive Verlängerung der Testzeiten ist die Folge und die Interpretation des Tests, gerade bezüglich der Verhältnisse zueinander, ist dann nicht mehr möglich.

In der Ausgangsstellung stabilisiert der Trainierende seinen Oberkörper durch den Kontakt der Hände am Oberschenkel/Kniegelenk. Der Test beginnt mit dem Verschränken der Arme vor der Brust. Der Abbruch erfolgt, wenn der Proband die Testposition nicht mehr halten kann. Besondere Bedeutung hat dabei die Stellung der Wirbelsäule (Kyphosierung der LWS/BWS und Protraktion des Kopfes). Diesbezüglich hat sich die Kontrolle durch Laserpointer (siehe Abb. 2) bewährt. Analog zum oben genannten Extensorerentest sind auch hier zwei verbale Korrekturen erlaubt.

Seitstütztest (siehe Abb. 3a/b)

Der Test für die äußere Muskelkette wird in der Regel auf einer Matte ausgeführt. Der Trainierende befindet sich im seitlichen Ellenbogenstütz, das Glenohumeralgelenk ist 80-90° abduziert, der Ellenbogen 90° flektiert und in einer Rotationsmittelstellung (der Daumen zeigt nach oben). Das obere Bein ist vorne, das untere Bein ist in Verlängerung des Rumpfes hinten abgelegt.

In der Ausgangsstellung liegt das Becken auf der Matte auf, der obere Arm stützt auf dem Boden. Der Test beginnt mit dem Abheben des Beckens, der obere Arm wird vor der kontralateralen Schulter verschränkt. Der Abbruch erfolgt, wenn der Proband die Testposition nicht mehr halten kann. Die Stellung der Hüfte (Flexion) und die Höhe des Beckens sollten dabei besonders beachtet werden. Eine Objektivierung dieser Position durch ein Feedback auf der oberen Hüfte und die Höhe des Beckens sollten dabei besonders beachtet werden. Eine Objektivierung dieser Position durch ein Feedback auf der oberen Hüfte oder einen Laserpointer an der unteren Hüfte erleichtert die Kontrolle.

Die einzelnen Tests verfolgen das Ziel, Muskel-



Abb. 2b: Testposition

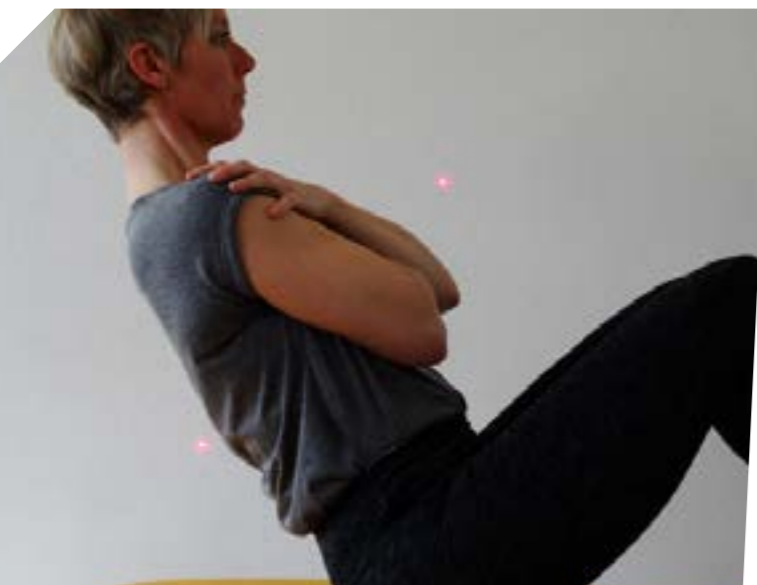


Abb. 2c: Kontrolle über Laserpointer

Tab. 1: Muskelaktivierung beim McGill Test

Test/Zielmuskeln	Primär	Sekundär
Extension	- lumbaler/ thorakaler Erector spinae - M. gluteus maximus	- Mm. ischiocrurales
Flexion	- Bauchmuskeln - M. psoas major	- Quadrizeps - Dorsalextensoren - Flexoren der HWS
Seitstütz	- schräge Bauchmuskulatur - Mm. glutei medius/minimus	- Scapulafixatoren - Rotatorenmanschette - M. deltoideus - Lateralflexoren der HWS

gruppen des Rumpfes in Kokontraktion mit dem Schultergürtel und der unteren Extremität zu aktivieren. Primäre Muskeln sind dabei nah an der lumbalen Wirbelsäule gelegen, sekundäre Muskelgruppen liegen weiter entfernt innerhalb der myofaszialen Kette (siehe Tabelle 1).

Die McGill Testung stellt also keineswegs eine isolierte Rumpfmuskelprüfung dar, sondern evaluiert eine komplexe Leistung der gesamten Muskelkette. Diese Tatsache ist immer wieder Gegenstand intensiver Diskussion oder Kritik. Insbesondere die Vertreter des Rückentrainings in geführten Maschinen (z.B. MedX) fordern eine explizite Beckenfixation, den Ausschluss angrenzender Muskelgruppen und dementsprechend eine isolierte Testung der lumbalen Stabilisatoren (Steele et al. 2014, Fisher et al. 2013). In der Tat zeigt die Praxis, dass manche Patienten/Kunden reduzierte Haltezeiten nicht wegen einer Insuffizienz der Rumpfmuskulatur aufweisen, sondern den Test auf Grund von Schwächen im Bereich des Schultergürtels oder der unteren Extremität beenden müssen. Auf der anderen Seite zeigen diverse Arbeiten, dass auch bei diesen Kettentests die lumbale Muskulatur ausreichend gefordert ist und sehr wohl einen signifikanten Beitrag zur Leistung beisteuert (de Ridder 2015a/b).



Abb. 3a: Ausgangsstellung



Abb. 3b: Testposition

<b>Tab. 2: Normwerte verschiedener Autoren</b>							
Autor	Kohorte	Aktivitätsstatus	Durchführung	Extension	Flexion	SS links	SS rechts
Haney 2016	N=61 Frauen, 27 Jahre im Schnitt±9, 9 Jahre	mindestens 2x/Woche, 1-2 Jahre lang regelmäßig KT (geringes Niveau, Leistungsambitioniert wurde ausgeschlossen)	Flexion-SS-Ext	105±57	163±106	66±38	61±33
Abdelraouf 2016	30 männliche chronische unspezifische LBPP mit einem positiven prone instability test, 21,05 ±2,59 Jahre im Schnitt	Kollegeathleten aus Ballsportarten	randomisiert	43,76±13,03	34,06±9,44	23,84±7,05	28,74±7,4
Abdelraouf 2016	N=25 männliche Probanden, 22,06±2,42 Jahre im Schnitt	Kollegeathleten aus Ballsportarten	randomisiert	57,63±6,25	63,2±11,57	33,9±8,16	42,09±7,43
Jalajondeja 2015	N=73 weibliche Probanden, 20-49 Jahre	Probanden mit einem bewegungsgarmen, sitzenden Lebensstil	Randomisiert (10 Min. Pause)	114,89±32,60	82,44±37,10	48,93±9,74	51,49±11,71
Jalajondeja 2015	N=64 männliche Probanden, 20-49 Jahre	Probanden mit einem bewegungsgarmen, sitzenden Lebensstil	Randomisiert (10 Min. Pause)	103,06±27,78	86,88±28,98	63,38±13,77	64,75±12,99
Bayraktar 2015	N=27 männliche Probanden, 18-30 Jahre alt, Schnitt 22	„normal aktiv“	Randomisiert, 5 Minuten Pause	95,0 (75-117)	82 (61-132)	74 (60-100)	74 (60-100)
Bayraktar 2015	N=24 weibliche Probanden, 18-30 Jahre alt, Schnitt 22	„normal aktiv“	Randomisiert, 5 Minuten Pause	102 (83,2-145,7)	71,5 (50-115,7)	53 (38-63)	53 (38-63)
Reiman 2012	N=28 Probanden, 26 Jahre im Schnitt	Sportlich aktiv (1-4x/Woche)	Randomisiert, 5 Minuten Pause	147,22±50,33	339,32±214,47	n.g.	
Ambegaonkar 2014	N=40, weibliche Probanden, 19,6 Jahre im Schnitt	Sportlich aktiv, College, Fußball und Lacrosse	Nicht beschrieben	71±26,3	57,12±37,64	36,85±14,49	36,51±13,82
Mc Gill 1999	N=31 männliche Probanden, 23 Jahre im Schnitt	Keine Angabe	Randomisiert, 5 Minuten Pause	146±51	144±76	97±35	94±34
McGill 1999	N=44 weibliche Probanden, 23 Jahre im Schnitt	Keine Angabe	Randomisiert, 5 Minuten Pause	189±60	149±99	77±35	72±31
McGill 2002a	N=24 männliche Probanden	Keine Angaben	Randomisiert, 5 Minuten Pause	103±35	66±84	54±22	54±22
McGill 2002b	N=26 männliche Probanden, in der Vergangenheit mit LBP, 34 Jahre im Schnitt	Keine Angaben	Randomisiert, 5 Minuten Pause	90±49	84±45	65±27	58±23
McGill 2002c	N=137 weibliche Probanden, 21 Jahre im Schnitt	Keine Angaben	Randomisiert, 5 Minuten Pause	185±60	134±81	78±32	75±32
McGill 2002d	N=92 männliche Probanden, 21 Jahre im Schnitt	Keine Angaben	Randomisiert, 5 Minuten Pause	161±61	136±66	99±37	95±32
Evans 2007	N=29, männliche Athleten, 21 Jahre im Schnitt	Höchstes Niveau, unterschiedliche Sportarten	Randomisiert, 10 Minuten Pause	157,4±42,9	224,4±128	121,2±44,4	126,6±44,9
Evans 2007	N=47, weibliche Athleten, 21 Jahre im Schnitt)	Höchstes Niveau, unterschiedliche Sportarten	Randomisiert, 10 Minuten Pause	167,4±55	222±145,1	91,4±35	91,1±38
Dejanovic 2014	N=178, junge, männliche Erwachsene, 15-18 Jahre	3xSchulsport	Nicht beschrieben	172,71±53,36	153±62,33	93,46±36,05	95,80±36,68
Dejanovic 2014	N=116 junge, weibliche Erwachsene, 15-18 Jahre	3xSchulsport	Nicht beschrieben	172,50±73,94	151,89±76,44	66,03±30,93	65,72±30,82
Dejanovic 2012	N=753 Kinder, 7-14 Jahre, Geschlecht gemischt	Keine Angaben	Randomisiert, nur 1 Test pro Tag	170,3±69,7	132,7±79,6	75,3±36,8	78,7±37,6
<b>Durchschnitt aller Untersuchungen</b>				<b>127,7</b>	<b>128,8</b>	<b>66,33</b>	<b>69,34</b>
<b>Durchschnitt ohne Ausreißer (Evans 2007, Reiman 2012, Ambegaonkar 2014, Abdelraouf 2016)</b>				<b>136,47</b>	<b>118,89</b>	<b>72,15</b>	<b>70,89</b>

Darüber hinaus bestehen signifikante Zusammenhänge zwischen der Entwicklung von Rückenschmerz und einer defizitären Leistung beim McGill Test. Das Testverfahren hat sich daher gerade im Kontext Rückenschmerz etabliert (siehe Diskussion Validität).

## » Auswertung

Für die Auswertung und Interpretation der Ergebnisse sind einerseits die absoluten Haltezeiten und andererseits die Verhältnisse der einzelnen Werte zueinander von Bedeutung.

### Absolute Haltezeiten

In der Vergangenheit haben sich verschiedene Autoren um Normwerte in unterschiedlichen Kohorten bemüht (Tabelle 2). Die untersuchten Gruppen unterschieden sich dabei bezüglich des Alters, des Geschlechts, des Aktivitätsstatus und des Gesundheitszustandes (Rückenschmerz oder schmerzfrei).

- **Alter:** divergiert in den Arbeiten von 7-49 Jahre. Lediglich Deyanovic et al. (2012) zeigen in der jüngsten Altersgruppe (7-8 Jahre) grundsätzlich schwächere Werte. Ansonsten lässt sich keine klare Tendenz bezüglich eines Zusammenhangs Alter-Leistung (zum Beispiel geringere Leistung bei höherem Lebensalter) feststellen. Es ist daher offensichtlich nicht zwingend notwendig, für jede Altersklasse eigene Normwerte zu definieren (Jalayondeja 2014).
- **Geschlecht:** Männer sind Frauen in diversen Arbeiten bei den Zeiten im Seitstütz überlegen (Jalayondeja et al. 2014, Evans et al. 2007, Dejanovic et al. 2014, Bayraktar et al. 2015). In der sagittalen Ebene zeigt sich inkonsistent eine bessere Leistungsfähigkeit der weiblichen Probanden (Evans et al. 2007, Jalayondeja et al. 2014, McGill et al. 1999, McGill 2002a/b/c/d).

- **Aktivitätsstatus:** Extrem hohen Werten (zum Beispiel Evans et al. 2007 und Reiman et al. 2012) stehen extrem schwache Werte gegenüber (Abdelraouf et al. 2016, Ambegaonkar et al. 2014). Der Begriff „athletisch“ oder „sportlich aktiv“ wird offensichtlich unterschiedlich definiert und ist keine Gewähr für eine gute Leistungsfähigkeit
- **Gesundheitszustand (Rückenschmerz):** wurde nur von McGill et al. (2002) und von Abdelraouf et al. (2016) gemessen. Die dabei ermittelten Werte gehören zu den schwächeren. Bezogen auf die Gesamtheit der Daten kann man aber nicht von ausgehen, dass Patienten mit Rückenschmerzen grundsätzlich geringere Haltezeiten aufweisen.

Zusammenfassend lassen sich die großen Schwankungen also nicht durch die oben genannten Einflussfaktoren erklären. Schwächere Werte liegen demnach nicht immer bei älteren, nicht aktiven Rückenpatienten vor. Ebenso sind die besseren Werte auch nicht immer nur von jungen, aktiven Sportlern erbracht worden.

Bei genauer Analyse der Messwerte ist die größte Divergenz beim Test für die Flexorenkette zu verzeichnen. Für diese große Divergenz der Werte kommen mehrere Erklärungsversuche in Frage:

- Die Verwendung unterschiedlicher Abbruchkriterien: In manchen Arbeiten wird jegliche Veränderung der Wirbelsäulenposition als wichtiges Kriterium definiert. Andere Autoren beschreiben lediglich den Kontakt mit einem dorsalen Feedback (z.B. gekipptes Fußteil der Behandlungsbank) als terminales Zeichen.
- Die legere Auslegung der Wirbelsäulenposition beim Flexorentest: Die Position wird in manchen Arbeiten allein durch die Bebilderung deutlich. Eine kyphosierte Wirbelsäule mit protrahiertem Kopf führt im Extremfall zu einer vollständigen Neutralisation des Lastmomentes.

- Motivation während des Tests
- Grundsätzliche (psychische) Leistungsbereitschaft des Trainierenden
- ...

Insbesondere die ersten beiden Thesen erklären Zeiten von bis zu 15 Minuten für die Ausdauer der Flexorenkette am besten und unterstreichen die Forderung nach einem stringenteren Umgang mit den Rahmenbedingungen von motorischen Testverfahren.

Für den praktischen Einsatz und die letztendliche Empfehlung von Normwerten können mehrere Ansätze zum Einsatz kommen:

zwei Konstanten. Erstens zeigt die Extensionszeit höhere Werte als die Flexionszeit, zweitens unterscheiden sich die beiden Seitstützzeiten nur gering. Dysbalancen können dementsprechend bei einer stärkeren Flexorenkette und bei größeren Seitendifferenzen konstatiert werden (>5%).

McGill et al. (2003) und Krustien et al. (2015) ermittelten dazu passend Zusammenhänge zur Entwicklung von Rückenschmerzen beziehungsweise zu Arbeitsplatz bezogenen, muskuloskelettalen Beschwerden bei bestehender Dysbalance.

## Gütekriterien

Die Intra- und Intertester-Reliabilität untersuchten Evans et al. (2007), McGill et al. (1999), Reiman et al. (2012) sowie Jalayondeja et al. (2014). Die Ergebnisse sind einheitlich und zeigen für alle Tests eine gute bis sehr gute Übereinstimmung (ICC von 0,79-0,99).

Die Validität kann in verschiedenen Bereichen diskutiert werden. Zunächst wird in diesem Testverfahren die (Kraft-) Ausdauer der Rumpfmuskulatur getestet. Diverse Arbeiten zeigen eine mittlere bis hohe Aktivität in den beschriebenen Zielmuskeln. Man kann daher mit Sicherheit davon ausgehen, dass die ein-

zelnen Testpositionen eine valide Möglichkeit für die Leistungsüberprüfung der Muskelketten darstellt (da Silva et al. 2009/2015, de Ridder 2015a/b, Park et al. 2015, McGill et al. 2002). Wie bei jedem Leistungstest spielen aber die psychische Leistungsbereitschaft (Motivation) und auch psychosoziale Faktoren (zum Beispiel Angst-Vermeidung beim Rückenpatienten) eine Rolle (Mannion et al. 2011). Dieser Tatsache ist in der Test-Vorbereitung oder auch in der Auswahl des Testverfahrens Rechnung zu tragen.

Seit den ersten Arbeiten von Biering-Sörensen (1984) wird insbesondere der Test für die Extensorenkette auch im Kontext Rückenschmerz diskutiert. Prospektiv durchgeführte Arbeiten zeigen diesbezüglich einen Zusammenhang zwischen kürzeren Haltezeiten oder veränderten Verhältnissen und der Entwicklung von Rückenschmerzen (Biering-Sörensen 1984, Luto et al. 1995, Sjölie et al. 2001, McGill 2003). Zu gleichen Ergebnissen kommen Heidari et al. (2010) und Stevenson et al. (1995), die allerdings nicht die Haltezeiten, sondern eine schnellere Ermüdung der Rückenmuskeln im EMG gemessen haben. Folgerichtig schlussfolgern Übersichtsarbeiten, dass eine Dekonditionierung der Rumpfmuskeln als Risikofaktor für die Entwicklung von Rückenschmerzen angesehen werden kann (Steele et al. 2014, Lardon et al. 2015).

Auf der anderen Seite ermitteln nicht alle Arbeiten diese Ergebnisse (Demoulin et al. 2006) und die Daten sind nicht homogen. Darüber hinaus hat die Vergangenheit gezeigt, dass solche Zusammenhänge nicht als Ursache verstanden werden dürfen und dass auch die Modifikation von Risikofaktoren nicht zwangsläufig zu einer geringeren Inzidenz des Krankheitsbildes führen muss. Die Entstehung von Rückenschmerzen auf „weniger Kraft macht Schmerz“ zu reduzieren, wäre nicht nur sehr banal, sondern würde auch der Realität nicht gerecht werden.

Des Weiteren zeigen vorher beschriebene Arbeiten, dass bei bestehendem Rückenschmerz die Daten weniger klar sind, wenngleich auch hier der Extensionstest nach am besten ab-



schneidet. Selbst die positiven Wirkungen höherer Kraftwerte in der Behandlung und deren Einfluss auf die Genesung von Rückenschmerzen sind nicht nachgewiesen. Sie werden dementsprechend in der Literatur kritisch diskutiert (Fehrmann et al. 2017, Steiger et al. 2012). Erschwert wird diese Tatsache zusätzlich durch relativ hohe standardisierte Messfehler und dementsprechend auch große Schwellen für messbare Veränderungen (Evans et al. 2007).

## » Zusammenfassung

Der McGill Test ist ein komplexer Leistungstest, der eine Aussage über die Suffizienz der Rumpfmuskulatur erlaubt. Er ist ohne Geräteinsatz leicht verfügbar und kann daher innerhalb der Planung oder auch Verlaufskontrolle beim allgemeinen Training der Rumpfmuskulatur zum Einsatz kommen.

Im Kontext Rückenschmerz gibt es Hinweise, dass geringe Testwerte mit der Entwicklung von Rückenschmerzen im Zusammenhang stehen. Bei bestehendem Rückenschmerz sinkt die Aussagekraft für die Diagnostik, die Prognose und den Behandlungsverlauf.

Frank Diemer  
frank.diemer@digotor.info

## » Literatur

Abdelrauof QR, Abdel-Aziem AA. The relationship between core endurance and back dysfunction in collegiate male athletes with and without nonspecific low back pain. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2016; 11: 337.

Ambegaonkar JP, Mettinger LM, Caswell SV et al. Relationships between core endurance, hip strength, and balance in collegiate female athletes. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2014; 9: 604.

Bayraktar D, Özyürek S, Genc A. The relationship between isometric trunk muscle endurance and physical activity related energy expenditure in healthy young adults. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*. 2015; 28: 859.

Biering-Sørensen F. A one-year prospective study of low back trouble in a general population. The prognostic value of low back history and physical measurements. *Danish Medical Bulletin*. 1984; 31: 362.

Da Silva RA, Vieira ER, Cabrera M et al. Back muscle fatigue of younger and older adults with and without chronic low back pain using two protocols: a case control study. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2015; 25: 928.  
Da Silva RA, Lariviere C, Arsenault B et al. Effect of pelvic stabilization and hip position on trunk extensor activity during back extension exercises on a roman chair. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2009; 41: 136.

Dejanovic A, Harvey EP, McGill SM. Changes in torso muscle endurance profiles in children aged 7 to 14 years: reference values. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2012; 93: 2295.

Dejanovic A, Cambridge EDJ, McGill S. Isometric torso muscle endurance profiles in adolescents aged 15-18: normative values for age and gender differences. *Annals of Human Biology*. 2014; 41: 151.

Dejanovic A, Balkovec C, McGill S. Head posture influences low back muscle endurance tests in 11-year-old children. *Journal of Motor Behaviour*. 2015; 47: 226.

Demoulin C, Vanderthommen M, Duysens C. Spinal muscle evaluation using the Sorensen test: a critical appraisal of the literature. *Joint Bone Spine*. 2006; 73: 50.

De Ridder EMD, Van Osterwijk JO, Vleeming A et al. Muscle functional mri analysis of trunk muscle recruitment during extension exercises

in asymptomatic individuals. *Scandinavian Journal of Medicine and Science*. 2015a; 25: 196.

De Ridder E, Danneels L, Vleeming A et al. Trunk exercises: how is trunk extensor muscle recruitment related to the exercise dosage? *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2015b; 25: 681.

Evans K, Refshauge KM, Adams R. trunk muscle endurance tests: reliability, and gender differences in athletes. *Journal of Science in Medicine in Sport*. 2007; 10: 447.

Fehrmann E, Tuechler K, Kienbacher T et al. Comparisons in muscle function and rehabilitation outcomes between avoidance-endurance model-subgroups. *Clinical Journal of Pain*. 2017; DOI: 10.1097/AJP.0000000000000479.

Fisher J, Bruce-Low S, Smith D. a randomized trial to consider the effect of romanian deadlift exercise on the development of lumbar extension strength. *Physical Therapy in Sport*. 2013; 14: 139.

Hanney WJ, Kolber MJ, Pabian PS et al. Endurance times of the thoracolumbar musculature: reference values for female recreational resistance training participants. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2016; 30: 588.

Heydari A, Nargol AV, Jones AP. EMG analysis of lumbar paraspinal muscles as a predictor of the risk of low-back pain. *European Spine Journal*. 2010; 19: 1145.

Jalayondeja W, Kraingchieocharn S. trunk extensor, flexor and lateral flexor endurance time in sedentary workers aged 20-49 years. *Journal of the Medical Association of Thailand*. 2015; 98 (suppl. 5): S23.

Kurustien N, Mekhora K, Jalayondeja W, Nanthavanij S. Trunk Muscle Performance and Work-Related Musculoskeletal Disorders among Manual Lifting with Back Belt Wearing Workers. *J Med Assoc Thai*. 2015 Jun; 98 Suppl 5: S74-80.

Lardon A, Leboeuf-Yde C, Le Scanff C. Is back pain during childhood or adolescence associated with muscle strength, muscle endurance or aerobic capacity: three systematic literature reviews with one meta-analysis. *Chiropractic & Manual Therapies*. 2015; 23: 21.

Luoto S, Heliovaara M, Hurri H, et al. Static back endurance and the risk of low back pain. *Clinical Biomechanics*. 1995; 10: 323.

Mannion AF, O'Riordan D, Dvorak J et al. The relationship between psychological factors and performance on the Biering-Sørensen back muscle endurance test. *Spine Journal*. 2011; 11: 849.

McGill SM, Childs A, Liebenson C. Endurance times for low back pain stabilization exercises: clinical targets for testing and training from a normal database. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1999; 80: 941.

McGill SM. Low Back Disorders. *Human Kinetics*. 2002a/b/c/d

McGill SM, Grenier S, Bluhm M. Previous history of LBP with work loss is related to lingering deficits in biomechanical, physiological, personal, psychosocial and motor control characteristics. *Ergonomics*. 2003; 46: 731.

McGill SM, Brown S. Personal and psychosocial variables in workers with a previous history of LBP: 16-month follow-up. *Ergonomics*. 2005; 48: 200-6.

Park KH, Kang MH, Kim TH et al. Selective recruitment of the thoracic erector spinae during prone trunk-extension exercise. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*. 2015; 28: 789.

Reiman MP, Krier AD, Nelson JA et al. Comparison of different trunk endurance testing methods in college-aged individuals. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2012; 7: 533.

## Der Test

Sjölie AN, Ljunggren AE. The significance of high lumbar mobility and low lumbar strength for current and future low back pain in adolescent. Spine. 2001; 26: 2629.

Steele J, Bruce-Low S, Smith D. A reappraisal of the deconditioning hypothesis in low back pain: review methods on specific lumbar extensor deconditioning. Current Medical Research & Opinion. 2014: 1.

Steiger F, Wirth B, Bruin ED et al. Is a positive clinical outcome after exercise therapy for chronic non-specific low back pain contingent upon

a corresponding improvement in the targeted aspect(s) of performance? A systematic review. European Spine Journal. 2012; 21: 575.

Stevenson JM, Weber CL, Smith JT, et al. A longitudinal study of the development of low back pain in an industrial population. Spine. 2001; 26: 1370.

## Osteopathieausbildung

inklusive möglicher Zertifikate:

- Manuelle Therapie
- Krankengymnastik am Gerät
- Vorbereitung auf die große Heilpraktikerprüfung

## in München und Stuttgart

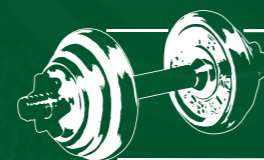
Fon +49 175 1202791  
E-Mail [info@digotor.info](mailto:info@digotor.info)  
Internet [www.digotor.info](http://www.digotor.info)



Fortbildungen für  
Orthopädische Medizin  
und Manuelle Therapie

## Fortbildung in der Schweiz!

Wir unterhalten eine exklusive Kooperation mit dem Kursanbieter physiofobi und der Schulthess Klinik in der Schweiz. Unser Ziel ist es, qualitativ hochwertige Weiterbildungen in der Schweiz zu platzieren.



Fortbildungen für  
Orthopädische Medizin  
und Manuelle Therapie

### „Fasziale Manipulation“ nach Dr. Antonio Stecco

- Für alle Interessierten: auch 2017 bieten wir den sechstägigen Kurs „**Fasziale Manipulation**“ **Level 1** mit **Dr. Antonio Stecco** und Team im Juni als Weiterbildung in Stuttgart an der Heimerer Akademie an. **Level II** wird 2017 im September auch in unserem Programm sein.

**Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient,**

es ist unser Ziel, Sie optimal zu behandeln. Dazu benötigen wir vorab ein paar Informationen zu Ihrer Person und zu Ihren Beschwerden. Alle Informationen unterliegen der Schweigepflicht und werden nicht weitergegeben.

Name: \_\_\_\_\_ Vorname: \_\_\_\_\_  
 Adresse: \_\_\_\_\_  
 Telefon privat: \_\_\_\_\_ Telefon geschäftlich: \_\_\_\_\_  
 Mobil: \_\_\_\_\_ Email: \_\_\_\_\_  
 Versicherung (bitte einkreisen): gesetzlich / privat / Beihilfe \_\_\_\_\_  
 Geb.datum: \_\_\_\_\_ Beruf: \_\_\_\_\_ Sport / Hobby: \_\_\_\_\_ Hausarzt: \_\_\_\_\_  
 Wie wurden Sie auf uns aufmerksam?  
 Telefonbuch  Internet  Flyer  Anzeige  Empfehlung: \_\_\_\_\_ Arzt: \_\_\_\_\_

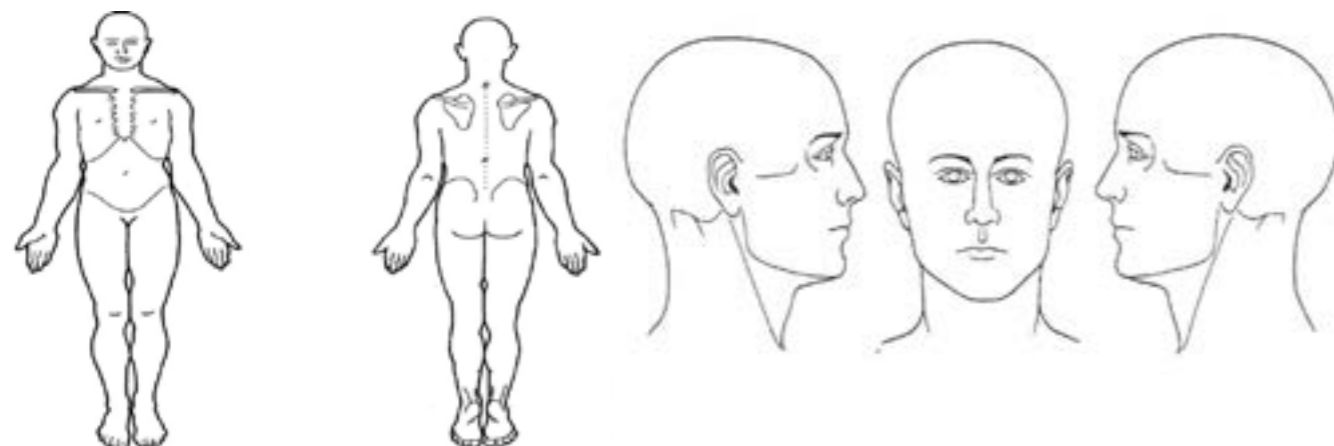
Termine müssen bis 24 Stunden vor Terminbeginn in der Praxis abgesagt werden. Ansonsten werden diese - sofern sie nicht neu belegt werden können - privat in Rechnung gestellt.

Eine Absage kann mündlich per Telefon oder auf dem Anrufbeantworter sowie schriftlich per Email erfolgen. Die Ausfallgebühren betragen je nach Termindauer € 15,- bis € 25,- und müssen von dem Patienten privat getragen werden (Kassen- und Privatpatienten). Nach dem Bezahlen der Ausfallgebühr kann ein Ersatztermin vereinbart werden.

Hiermit willige ich ein, dass meine Daten ggf. an den behandelnden/ überweisenden Arzt bzw. Hausarzt, einen praxisinternen Kollegen oder die Krankenkasse für therapierelevante Entscheidungen weitergegeben werden dürfen (z.B. Therapieberichte auch per Email).

Datum: \_\_\_\_\_ Unterschrift: \_\_\_\_\_

1.) Wo haben Sie ihre Probleme (bitte einzeichnen)?



- 2.) Haben Sie Schmerzen? ja  nein
- 3.) Ist Ihre Beweglichkeit verändert? ja  nein
- 4.) Ist Ihre Sensibilität verändert (Brennen, Kribbeln, Taubheit, Überempfindlichkeit, Nadeln)? ja  nein
- 5.) Ist ihre Kraft verändert (Kraftlosigkeit, Lähmung)? ja  nein
- 6.) Was sind ihre Hauptbeschwerden im Alltag? \_\_\_\_\_
- 7.) Wie lange haben Sie Ihre Beschwerden schon? \_\_\_\_\_
- 8.) Haben Sie Ihre Beschwerden (bitte einkreisen): permanent / mit Unterbrechungen
- 9.) Was verbessert (bitte einkreisen) bzw. was verschlechtert (bitte unterstreichen) Ihre Beschwerden?  
 Aktivität, Ruhe, Liegen, Sitzen, Aufstehen vom Sitzen, Bücken, Beugen, Stehen, Gehen, Laufen, Heben, Tragen, Überkopfarbeit, Hand auf den Rücken nehmen, Greifen, Arbeit, Hobby, Sport, morgens, mittags, abends, nachts, sonstiges: \_\_\_\_\_

bitte wenden!!!

10.) Wie stark sind Ihre Schmerzen aktuell (bitte einkreisen) und maximal (bitte unterstreichen)?  
 (kein Schmerz) 0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 (maximaler Schmerz)

11.) Sind Ihre Beschwerden (bitte einkreisen): besser werdend / gleich / verschlechternd

12.) Gab es einen Auslöser für Ihre Beschwerden (Sturz, Unfall, etc.)? ja  nein

13.) Leiden Sie unter Gang- oder Gleichgewichtsstörungen, Blasenschwäche, Schwindel, Übelkeit, Ohnmachtsanfällen, Benommenheit, Schluckbeschwerden oder Doppelbildern? ja  nein

14.) Sind Sie Asthmatiker, Diabetiker/in, haben Sie Osteoporose oder andere Erkrankungen? ja  nein

15.) Nehmen Sie momentan Medikamente ein (Kortison, Blutverdünner, Betablocker, etc.)? ja  nein

16.) Hatten Sie jemals einen Tumor oder eine Krebserkrankung? ja  nein

17.) Haben Sie Kopfschmerzen oder nachts Schmerzen? ja  nein

18.) Haben Sie in den letzten Wochen unerwartet abgenommen? ja  nein

19.) Hatten Sie in der letzten Woche Fieber, nächtliches/extremes Schwitzen? ja  nein

20.) Hatten Sie in Ihrem Leben schon Unfälle und/oder Operationen? ja  nein

21.) Haben Sie sonstige Beschwerden?  
 Seh-, Sprech-, Hörprobleme, Inkontinenz, Verstopfungen, morgendliche Steifheit, leichte Blutergüsse, Kurzatmigkeit, Krämpfe, etc.? ja  nein

22.) Im Verlauf der letzten 2 Wochen haben meine Schmerzen zeitweise ausgestrahlt. ja  nein

23.) Im Verlauf der letzten 2 Wochen hatte ich teilweise an anderen Stellen Schmerzen. ja  nein

24.) Wegen meiner Schmerzen bin ich in den letzten 2 Wochen nur kurze Strecken gegangen. ja  nein

25.) Während der letzten 2 Wochen habe ich mich wegen der Schmerzen langsamer als üblich angezogen. ja  nein

26.) Für eine Person in meinem Zustand ist es wirklich nicht ratsam, körperlich aktiv zu sein. ja  nein

27.) Ich mache mir in den letzten 2 Wochen häufig Sorgen. ja  nein

28.) Ich fühle, dass ich schreckliche Schmerzen habe und dass sie nicht besser werden. ja  nein

29.) Im Allgemeinen hatte ich keine Freude an den Dingen, die ich sonst gerne mache. ja  nein

30.) Wie störend waren Ihre Schmerzen in den letzten 2 Wochen im Gesamten gesehen?  
 überhaupt nicht   
 wenig   
 mäßig   
 stark   
 äußerst stark

31.) Weist Ihr Schmerz einen der folgenden Merkmale auf?  
 Brennen: ja  nein   
 Gefühl einer schmerzhaften Kälte: ja  nein   
 Elektrische Schläge: ja  nein

32.) Treten die folgenden Beschwerden zusammen mit den Schmerzen im selben Körperbereich auf?  
 Kribbeln: ja  nein   
 Pieksen: ja  nein   
 Taubheitsgefühl: ja  nein   
 Juckreiz: ja  nein

33.) Welche Maßnahmen zur Diagnostik oder Therapie wurden bisher durchgeführt (bitte einkreisen)?  
 Röntgen / Computer-/ Kernspintomographie / Spritze / Massage / Physiotherapie / Training / Anderes

34.) Was sind Ihre Erwartungen und Ziele für die Therapie? \_\_\_\_\_

Vielen Dank für die Beantwortung der Fragen!

# Das Fobi-Zentrum

**Die gomedis Physio Akademie -  
Handlungskompetenz erlangen mit Herz und Verstand**



Die gomedis Physio Akademie liegt mitten im Rheinland zwischen Köln und Bonn. Sowohl die Bahnanbindung (Bonn 8 Minuten, Köln 15 Minuten) als auch die Autobahnanbindung (A555, A 61, A553) sind hervorragend. Auf 1700 qm findet hier seit 2011 die Aus- und Weiterbildung von Physiotherapeuten und Physiotherapeutinnen statt.

Unsere Vision ist, dass unsere Absolventinnen und Absolventen als wissenschaftlich fundierte und handlungskompetente Spezialisten des Gesundheitswesens ihre berufliche Zukunft gestalten.

Hierfür bieten wir in familiärer Atmosphäre ein Lernklima, das Selbstständigkeit, Eigenverant-

wortung, Teamfähigkeit und Kreativität fördert und Wissen in einen praktischen, auch emotional spürbaren Kontext stellt. Die Grundlage verlässlicher Werte wie Vertrauen, Toleranz und Respekt sowie der kooperative Führungsstil und das wertschätzende Miteinander ermöglichen allen Beteiligten eine individuelle Persönlichkeitsentwicklung bei der „Achterbahnfahrt“ durch die Ausbildung zum Physiotherapeuten oder zur Physiotherapeutin.

Unsere Ziele erreichen wir durch ein engagiertes, fachlich und pädagogisch qualifiziertes Team aus Wissenschaft und Praxis sowie durch Kooperationen mit ausgewählten, erfolgreichen Partnern in Aus- und Weiterbildung wie zum Bei-

spiel mit Digotor.

Wem die Ausbildung alleine noch nicht spannend genug ist, dem bieten wir die Möglichkeit, zwischen zwei dualen Studiengängen zu wählen.

## » Weiterqualifizierung für Masseu- rinnen/med. BademeisterInnen

Masseur und Masseurinnen sowie med. Bademeister und Bademeisterinnen qualifizieren sich an der gomedis Physio Akademie zum Physiotherapeut oder zur Physiotherapeutin berufsbegleitend weiter. Neben Beruf und Familie wird hier nochmals für 2 Jahre freitags und samstags die „Schulbank gedrückt“, um ein berufliches Fortkommen zu ermöglichen.

## » Ehemalige kommen wieder „nach Hause“

Nach der Ausbildung schließlich hat sicher jeder und jede von uns gesagt: „Jetzt ist erst mal Schluss mit Lernen und nie wieder mache ich eine Prüfung!“ Doch was passiert? In der Praxis finden sich immer wieder spannende Themen über die man gerne mehr wissen möchte und manchmal auch muss. Und sind wir mal ehrlich: In unserem Beruf geht es auch nicht ohne ständige Fort- und Weiterbildung. Die Medizin und damit auch die Physiotherapie, entwickeln sich so rasant und unsere Aufgaben stellen ohne Frage hohe Anforderungen an uns. Daher sind wir bemüht, Ihnen ständig ein aktuelles Angebot an interessanten Fort- und Weiterbildungen mit Top-Referentinnen und Referenten anzubieten. Zertifikatskurse in MT/KGG mit Digotor®, MLD/KPE mit lymphologic®, Bobath-Grundkurse mit Yvonne Baumann aus der Schweiz (IBITA-Zertifikat) und verschiedene Themenkurse anderer hochqualifizierter Referenten und Referentinnen finden Sie in unserem Eventkalender. Besonders freut es uns, dass immer viele „ehemalige Absolventen“ von gomedis auch unser Weiterbildungsangebot annehmen und gerne wieder „nach Hause“ kommen.



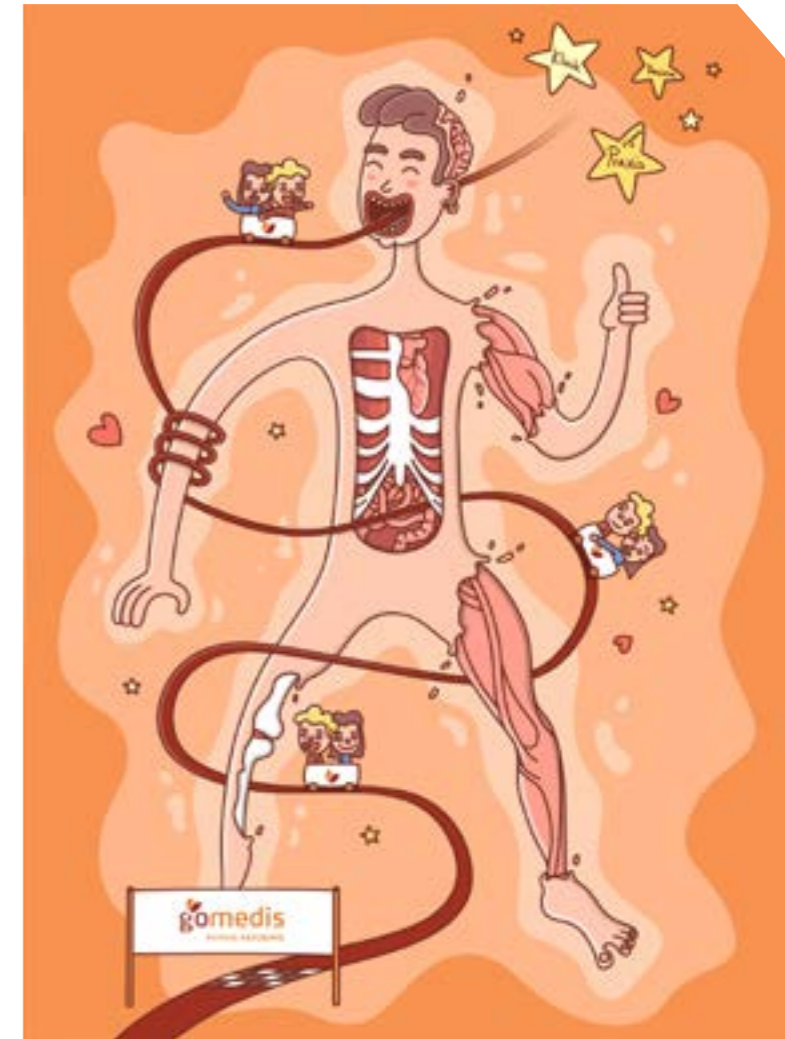


chern! Wollen Sie über die Aktivitäten bei gomedis auf dem Laufenden bleiben, so holen Sie sich gomedis für die Hosentasche: Smartphone schnappen, Google Play Store oder App Store öffnen und die „gomedis Physioakademie“ App runterladen. Hier haben wir immer aktuelle Infos für Sie und Sie können sich in Echtzeit mit uns und den Kollegen und Kolleginnen vernetzen. Und den ganzen Spaß gibt es selbstverständlich gratis.

Sie finden uns außerdem bei Facebook ([www.facebook.com/gomedis-Physioakademie](http://www.facebook.com/gomedis-Physioakademie)) und Instagram ([gomedislife](https://www.instagram.com/gomedislife)).

Eine Investition in die berufliche Weiterbildung lohnt sich doppelt: Sie qualifizieren sich fachlich wie auch persönlich weiter, um sich so den neuen Anforderungen und Aufgaben im Berufsalltag stellen zu können.

**Sabine Heimerdinger, B.A.**  
**Schul- und Geschäftsleitung**  
[s.heimerdinger@gomedis.com](mailto:s.heimerdinger@gomedis.com)



### » Auf den Hund gekommen

Seit 2016 sind wir schließlich „auf den Hund gekommen“ und bieten neben der Humanphysiotherapie auch die Tierphysiotherapie an. Bereits ab dem zweiten Ausbildungsjahr kann der Kurs „Hund und Katze“ belegt werden. Im Anschluss besteht die Möglichkeit, den Kurs „Pferd und Reiter“ anzuschließen.

Unser Qualitätsmanagement befindet sich in ständiger Weiterentwicklung. Wir sind nach DIN EN ISO 9001:2008 zertifiziert und als Träger nach AZAV zugelassen, sodass einzelne Leistungen, die von uns angeboten werden, auch von der Agentur für Arbeit gefördert werden können. Außerdem akzeptieren wir Bildungsschecks und Bildungsgutscheine des ESF.

In unserem gomedis Eventkalender ([www.gomedis.com](http://www.gomedis.com)) finden Sie unser gesamtes Angebot. Dazu können Sie Fortbildungen direkt buchen oder sich Termine auf Ihrem Smartphone spei-



# Das Impressum

## RehaTrain - Zeitschrift für Prävention, Rehabilitation und Trainingstherapie

Fortbildungen für Orthopädische Medizin und Manuelle Therapie  
Nedeljko Goreta, Volker Sutor, Frank Diemer - DIGOTOR GbR  
Austraße 30  
D-74336 Brackenheim  
Deutschland

ISSN 2566-6932 (Online)  
ISSN 2512-8000 (Print)

Verlag:  
RehaTrain, Selbstverlag  
Austraße 30, 74336 Brackenheim Deutschland

Hauptverantwortliche Redakteurin:  
Maïke Heß (info@digotor.info)

Redaktion:  
Volker Sutor (volker.sutor@digotor.info)  
Frank Diemer (frank.diemer@digotor.info)  
Nedeljko Goreta (nedi.goreta@digotor.info)  
Stephanie Moers (stephaniemoers@googlemail.com)

Abonnement:  
Die Zeitschrift RehaTrain erscheint viermal jährlich kostenlos als digitale Version und ist unter [www.digotor.info](http://www.digotor.info) bei Anmeldung zum Newsletter erhältlich.

Gebrauchsnamen:  
Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen und dergleichen in dieser Zeitschrift berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Namen ohne Weiteres von jedermann benutzt werden dürfen; oft handelt es sich um gesetzlich geschützte eingetragene Warenzeichen, auch wenn sie nicht als solche gekennzeichnet sind.

Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Nachdruck (auch auszugsweise) ist nur mit schriftlicher Genehmigung und Quellenangabe gestattet. Der Verlag hat das Recht, den redaktionellen Beitrag in unveränderter oder bearbeiteter Form für alle Zwecke, in allen Medien weiter zu nutzen. Für unverlangt eingesandte Bilder und Manuskripte übernehmen Verlag und Redaktion keinerlei Gewähr. Die namentlich gekennzeichneten Beiträge stehen in der Verantwortung des Autors.

heimerer   
WIR BILDEN AUS UND WEITER.

Ausführliche Infos unter  
[www.heimerer.de](http://www.heimerer.de)  
oder 03421 728772-0

ERGOTHERAPIE  
LOGOPÄDIE  
PHYSIOTHERAPIE

*Weiterbildungen 2017*



Fortbildungen für  
Orthopädische Medizin  
und Manuelle Therapie

Fortbildungen für Orthopädische Medizin und Manuelle Therapie  
DIGOTOR GbR

Austraße 30 · D-74336 Brackenheim

[www.digotor.info](http://www.digotor.info)