

Neurokognition

Im Kontext von Knieverletzungen und Return to Play

Kontaktlose Verletzungen des vorderen Kreuzbandes können u.a. bei der Landung von einem Korbleger im Basketball auftreten. Ebenso beim Abbremsen oder plötzlichen Richtungswechsel.

Foto: © pixathlon.de



Prof. Dr. med. Dr. Winfried Banzer,
Florian Giesche

Goethe-Universität Frankfurt,
Abteilung Sportmedizin

Aktuelle Studien belegen die Bedeutung neurokognitiver Funktion als beeinflussenden Faktor für kontaktlose Knieverletzungen [1, 2]. Forschungsergebnisse liefern zudem Hinweise, wonach die durch vordere Kreuzbandrupturen/ -plastiken induzierte sensorische Deafferenzierung anhaltende neuronale Umstrukturierungen im Zentralnervensystem hervorruft [3].

Diese verletzungsassoziierten neuronalen Adaptationen werden zunehmend im Zusammenhang mit den verhältnismäßig hohen Wiederverletzungs- und geringen Rückkehraten von Sportlern zum einstigen funktionellen Leistungsvermögen diskutiert [4, 5]. Dieser Artikel beschreibt zunächst die Bedeutung neurokognitiver Funktionen für die Entstehung kontaktloser Knieverletzungen im Sport, thematisiert anschließend die verletzungsbedingten neuroplastischen Folgen und leitet darauf basierend erste Implikationen für die Trainingspraxis und den Return to Play-Prozess ab.

Neurokognition als
„Prädiktor“ für kontaktlose Knieverletzungen

Vordere Kreuzband-Rupturen (VKB-R) stellen eine der häufigsten Bandverletzung der unteren Extremitäten dar [6]. Insbesondere durch die Assoziation zwischen VKB-R und einem vielfach erhöhten Arthrosrisiko sind Knieverletzungen von enormer gesundheitsökonomischer Relevanz [7, 8]. Während sich bislang die Erforschung muskuloskelettaler Verletzungsrisiken hauptsächlich auf anatomische, neuromuskuläre, hormonelle und umweltbezogene Risiko-

faktoren konzentrierte, blieb die Bedeutung des Gehirns als potenzieller Einflussfaktor weitestgehend unberücksichtigt [9]. Erste Studien zeigen jedoch, dass eine defizitäre neurokognitive Leistungsfähigkeit durchaus mit einem erhöhten muskuloskelettalen Verletzungsrisiko assoziiert ist [10, 11].

Neurokognition und Knieverletzungen

Im Rahmen einer Fallkontrollstudie erfassten Swanik et al. [10] mittels einer neuropsychologischen, computerbasierten Testbatterie die neurokognitive Funktionsfähigkeit (Reaktionszeit, Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit, visuelles und verbales Gedächtnisleistung) von 160 College-Athleten unterschiedlicher Sportarten vor Beginn einer Wettkampfsaison. Es zeigte sich, dass Athleten, die im Verlauf der Saison kontaktlose VKB-R erlitten (n = 80) im Vergleich zu einer jeweils zugeordneten unversehrten Kontrollperson (basierend auf Alter, Geschlecht, Körpergewicht, -größe, Sportart, Spielposition und Jahre Erfahrung auf College-Niveau) signifikant langsamere Reaktionszeiten und Informationsverarbeitungsgeschwindigkeiten sowie schlechtere visuelle und verbale Gedächtnisleistungen aufwiesen.

Hutchison et al. [11] erfassten ausgewählte neurokognitive Eigenschaften von Athleten unterschiedlicher Sportarten mit muskuloskelettalen Verletzungen (n = 18), Gehirnerschütterungen (n = 18) und Unversehrte (n = 36). Im Vergleich zum unversehrten Kollektiv wiesen die verletzten Sportler bei der Testung der visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnisleistung ein signifikant schlechteres Ergebnis auf. Darüber hinaus erzielten Athleten mit Gehirnerschütterungen überzufällig schlechtere Testresultate bezogen auf visuomotorische Reaktionszeit, visuelle Suche, Daueraufmerksamkeit und verbale Arbeitsgedächtnisleistung. Im Gegensatz zur Kon-

trollgruppe differierten die beiden verletzten Kollektive in keinen der erfassten neurokognitiven Funktionen systematisch.

Neurokognition und Knie-Verletzungsmechanismus

In der multifaktoriellen Ätiologie von Knieverletzungen scheint die neurokognitive Funktion vor allem an der Entstehung kontaktloser Knieverletzungen mit beteiligt zu sein. Untersuchungen zufolge ereignen sich 72 bis 95 % [12] aller VKB-Rupturen ohne Gegnereinwirkung [13]. Diese treten typischerweise in Spielsituationen auf, wie die Landung nach einem Sprung, plötzliche Abstopp- und Drehbewegungen, [12, 14] in Kombination mit hohen Bodenreaktionskräften [15]. Hierbei spielt die Antizipationsfähigkeit, d.h. der Vorwegnahme bevorstehender Gelenkbelastungen eine wesentliche Rolle [16]. Kurz vor Eintritt der tatsächlichen motorischen Belastungssituation müssen die Sportler umfangreiche sensorischer Informationen verarbeiten und in kurzer Zeiteinheit für die jeweilige Situation angepasste Handlungspläne entwickeln [1]. Fehler in der Beurteilung oder nicht antizipierte Stimuli können daher zu einem kurzen Verlust des Situationsbewusstseins oder inadäquater Bewegungshandlungen führen. Der anschließende Verlust der neuromuskulären Kontrolle kann in der Folge die Entstehung von VKB-Rupturen begünstigen [1], insbesondere bei sehr schnellen und komplexen Bewegungen oder vielfältigen, simultanauf tretenden Reizkonstellationen (z. B. komplexe Spielsituation mit Entscheidungsdruck), bei denen die Aufmerksamkeit fast ausschließlich darauf ausgerichtet ist, die vielfältigen somatosensorischen Informationen mit den biomechanischen Anforderungen einer sich schnell ändernden physischen Umwelt in Einklang zu bringen [4].

Physikalische Zelltherapie

Die Ionen-Induktions-Therapie papimi arbeitet auf Basis elektromagnetischer Bioenergie. Sie wird in einem Plasma erzeugt, indem über eine Funkenstrecke durch einen künstlichen Blitz Hochspannung entladen wird. Der Vorteil an der Therapie liegt zweifelsfrei darin, dass man sie bei nahezu allen Verletzungen einsetzen kann und meist nach nur wenigen Behandlungen bereits eine deutliche Besserung oder Fortschritt nachgewiesen werden kann. Besonders bei Knochenbrüchen, Knochenmarksödemen und Muskelverletzungen gibt es sonst oft keine andere Möglichkeit, die Heilung zu beschleunigen.

www.papimi-therapie.eu



Für Dr. Wolfgang Hagel (Unfallchirurgie/ Sporttraumatologie) und Therapeut Fabian Astelbauer ist eine Therapie mit dem zusätzlichen Einsatz der elektromagnetischen Impulsbehandlung bei vielen Verletzungsmustern deutlich erfolgreicher. V.l.n.r. Dr. Wolfgang Hagel/Sebastian Feichtinger UHK Krems/Stefan Schwab SK Rapid Wien/Fabian Astelbauer



Prof. Dr. med. Dr. phil. Winfried Banzer (FACSM) ist Dekan des Fachbereichs Psychologie und Sportwissenschaften sowie Abteilungsleiter Sportmedizin am Institut für Sportwissenschaften an der Goethe-Universität Frankfurt. Er ist Mitglied im Beirat „Sportentwicklung“ des Deutschen Olympischen Sportbunds (DOSB), Gesundheits-sportbeauftragter des Landessportbundes Hessen (LSBH), Präsidiumsbeauftragter der Deutschen Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention (DGSP) sowie Mitglied internationaler Expertengruppen.

Zahlreiche Autoren haben die Auswirkungen des Antizipationsstatus (antizipiert vs. nicht-antizipiert) auf biomechanische Kenngrößen untersucht. Brown et al. [17] überprüften beispielsweise die Effekte antizipiert und nicht-antizipierter Sprunglandungen mit Richtungswechseln auf die Kniekinematik und -kinetik während der Landung, unmittelbar vor Initiierung eines Richtungswechsels. Unter der antizipierten Bedingung wussten die Testpersonen bereits vor Absprung, auf welchem Bein sie zu landen, respektive zur welcher Seite sie den anschließenden Richtungswechsel durchzuführen haben. Unter der nicht-antizipierten Bedingung erhielten die Probanden diese Informationen erst 400 bis 600 ms vor der Landung mittels visuellem Signal. Im Vergleich zur antizipierten Testanforderung zeigten sich bei den nicht-antizipierten Bedingungen signifikante Veränderungen der biomechanischen Landungsparameter, die ein erhöhtes Risiko für VKB-R kennzeichneten. Herman et al. [2] lieferten erstmals Evidenz für die Existenz eines Zusammenhangs zwischen neurokognitiver Funktion und motorischer Kontrollfähigkeit. Die Autoren führten ein ähnliches Experiment durch wie Brown und Kollegen. Anders als Brown et al. (2009) untersuchten Herman et al. (2016) an 37 Freizeitsportlern den Effekt nicht-antizipierter Sprunglandungen auf die Kniekinematik/ und -kinetik in Abhängigkeit der neurokognitiven Ausgangsleistung. Gegenüber dem leistungsfähigerem Kollektiv wiesen die Probanden mit geringerer neuropsychologischer Testleistung bei der Landung signifikant höhere vertikale Bodenreaktionskräfte, maximale anteriore tibiale Scherkräfte, Knieabduktionsmomente und -winkel sowie reduzierte Rumpfflexionen, respektive ein erhöhtes Risiko für VKB-R auf.

Ausblick und Empfehlungen für die Trainingspraxis

Die Effekte neurokognitiver/ -motorischer Interventionen sind bislang wenig untersucht. Einzelne Studien liefern erste Hinweise, dass sich der Einsatz visuomotorischer- [18], visuell-stroboskopischer- [19–21] und psychomotorischer Dual-Task-Trainings [22] eignet positive Effekte auf visuell-motorische Reaktionszeit,

visuelle Antizipationsfähigkeit und Auge-Hand-Koordination zu erzielen. Nichtsdestotrotz sind die Auswirkungen derartiger Trainingsarten auf die neuromuskuläre Kontrolle und die Verletzungsinzidenz bislang unerforscht. Es liegen zudem keine empirischen Daten hinsichtlich des prognostischen Werts der neurokognitiven Funktionen für die RTP-Qualität vor. Die Untersuchung dieser Forschungsfragen durch zukünftige Studien wird für eine noch effektivere und effizientere Prävention kontaktloser VKB-R von zentraler Bedeutung sein.

Knieverletzungsinduzierte Neuroplastizität und deren mögliche Relevanz für den Return to Play-Prozess

Insbesondere bei Spitzensportlern, aber auch häufig bei Hobbysportlern ist über die Wiederherstellung der Alltagsfunktion hinaus, die Wiederaufnahme des sportart- und wettkampfspezifischen Trainings sowie ggf. der Wettkampfstätigkeit nach einer Operation von besonderer Relevanz [23]. Diese Wiederaufnahme wird in der einschlägigen Literatur als Return to Play (RTP) bezeichnet. Vor allem bei Patienten mit bestehendem Wunsch im Anschluss an die Rehabilitation wieder uneingeschränkt sportlich aktiv sein zu können, findet die operative Versorgung von VKB-R standardmäßig Anwendung, gefolgt von evidenz- und -leitlinienbasierter sport- und bewegungstherapeutischer Rehabilitation [24, 25]. Eine systematische Übersichtsarbeit empfiehlt eine Rückkehr zu sportlichen Aktivitäten ohne Gegnerkontakt drei Monate nach VKB-Rekonstruktion. Zu Sportarten mit Gegnerkontakt bzw. mit hohem Anteil an Drehbewegungen, Stopp- und Richtungswechseln sollte die Wiederaufnahme des sportart- und wettkampfspezifischen Trainings erst sechs bis neun Monate nach Operation erfolgen [26].

Mit dem Ziel einer sicheren und erfolgreichen Wiederaufnahme der Sport- und Wettkampfstätigkeit, ist die Einschätzung der RTP-assoziierten Risiken von besonderer Bedeutung (Abb. 1). Dabei werden vor allem neuromuskulär-orientierte funktionelle Tests (z.B. Seitasymmetrie von Quadrizepskraft und Sprungleistung) als

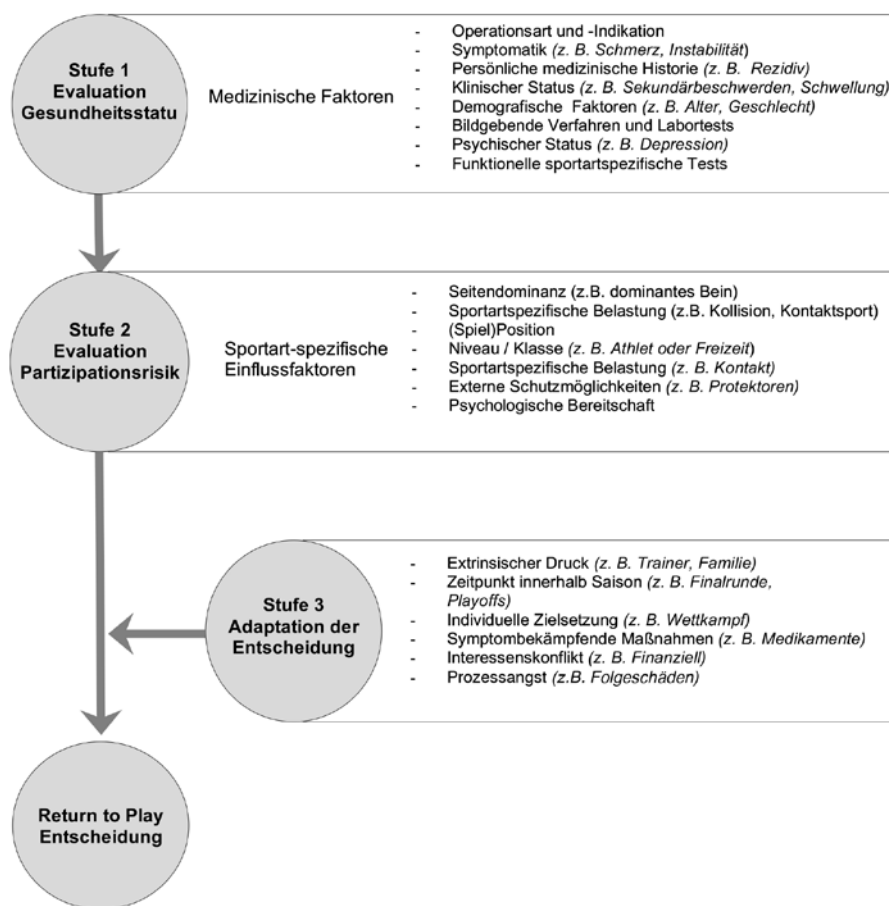


Abb. 1 Decision-based RTP-Modell modifiziert nach Creighton et al. [36], Matheson et al. [23] und Niederer et al. [37]. Das Modell ist aus dem amerikanischen Englisch übersetzt. Es ist spezifisch für RTP nach operativer Versorgung einer VKB-Ruptur für Entscheidungsträger zur individuellen Beurteilung von Patienten. Es beinhaltet einzelne Stufen zur Entscheidungsfindung (Kreise) sowie Details dazu (Spiegelstriche rechts), inkl. Beispiele zu den einzelnen Faktoren (kursiv und in Klammern). (Nach Niederer et al. [37] und Shrier et al. [38])

Hauptkriterien für die RTP-Entscheidung herangezogen. Die Tabelle gibt einen Überblick über eine evidenzbasierte Selektion relevanter und validierter funktioneller Tests. Insgesamt nehmen ca. 81 % aller operativ versorgten VKB-

Patienten ihre sportliche Aktivität wieder auf, 65 % kehren dabei zu ihrem prä-operativen Level zurück. Unter diesen schafften, laut der Autoren um Ardern [27], lediglich 55 % die nachhaltige Wiederaufnahme ihrer Wettkampf-

K-LASER[®]

CUBE[™]

DYNAMIC THERAPY

Sportmedizin

Traumatologie

Rehabilitation

Schmerzbehandlung

Entzündungshemmend

postoperative Therapie

Wundmanagement

Podiatrie

K-Laser GmbH
Marktoberdorfer Str. 33
86956 Schongau

www.klaser.de • info@klaser.de

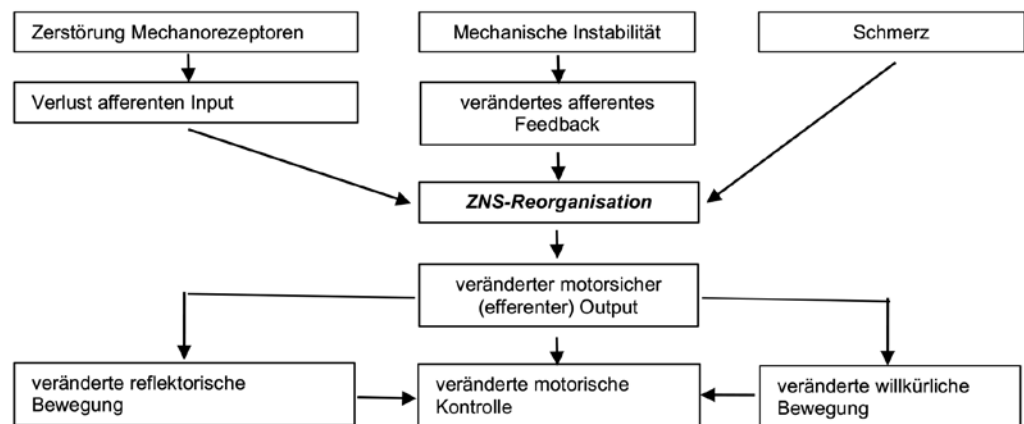


Abb. 2 Schematische Darstellung der Hypothese wie periphere Gelenkverletzungen zu neuroplastischen Veränderungen im ZNS und der motorischen Kontrolle führen. Das Schema ist aus dem Englischen übersetzt (eigene Darstellung, in Anlehnung an Ward et al. [3])



Florian Giesche

ist Sportwissenschaftler (M.Sc.) und wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Sportwissenschaften, Abteilung Sportmedizin der Goethe-Universität Frankfurt. In der von Herrn Prof. Banzer geleiteten Arbeitsgruppe erforscht er die Rolle der Neurokognition im Sport- und Verletzungskontext unter besonderer Berücksichtigung verletzungsinduzierter Neuroplastizität. Weitere seiner Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich chronischer Rückenschmerz und präoperatives Training bei orthopädischen Operationsdiagnosen.

Messkriterium	Funktionstest	Überprüfte Eigenschaft	Entscheidungskriterium
Kraft	Isokinetisches Messverfahren zur Bestimmung der Maximalkraft (Bestimmung mittels 1 Wiederholungs-Maximum)	Kraft/Drehmoment bei Flexion und Extension im Kniegelenk (Quadrizeps und Hamstrings)	Verletzte vs. nicht-verletzte Extremität: Seitenunterschied < 10–15%
Bewegung	Bestimmung des aktiven und passiven Bewegungsausmaßes (ROM) im Kniegelenk	Extension und Flexion im Kniegelenk	Verletzte vs. nicht-verletzte Extremität: Symmetrie annähernd 100%
		Rotation des Tibiaplateaus	unklar
Neuromuskuläre Kontrolle	Single-Leg Hop Tests: Single Hop, Triple Hop, Triple, Crossover Hop, Timed Hop	Sprungweite und Zeit	Verletzte vs. nicht-verletzte Extremität: Limb Symmetry Index (LSI): > 85%
	Drop-Vertical Jump	Valgusstellung des Kniegelenks während der Landung	Kniegelenkdistanz > 60% der normalisierten Distanz der Hüftgelenke
	Single-leg squat test 0°–90°	Valgusstellung des Kniegelenks während der Bewegung, mediales oder laterales Ausweichen des Kniegelenks	unklar
Schnelligkeit	6-Meter Shuttle Run	Bewegungsgeschwindigkeit, Koordination	Zeit/unklar
Subjektive Einschätzung	International Knee Documentation Committee, Subjective Knee Evaluation Form	Belastbarkeit, Funktionsfähigkeit	Symmetrie > 90%

Tabelle Auszug aus Engeroff et al. [39] zur evidenzbasierten Selektion relevanter und validierter Tests zur Prädiktion für den Entscheidungsprozess RTP auf Basis systematischer Übersichtsarbeiten mit hoher methodischer Qualität.

aktivität. Trotz dieser verhältnismäßig geringen Quoten, berichten in einer Literaturübersicht von Zaffagnini und Kollegen [28] etwa 90 % aller Athleten eine normale bzw. annähernd normale Kniefunktion nach VKB-Rekonstruktion. Aktuelle Studien berichten zudem von Wiederungsverletzungsraten von bis zu 24 % innerhalb der ersten zwei Jahre nach einmaliger Kreuzbandverletzung [29]. Funktionelle Tests allein stellen somit kein geeignetes RTP-Entscheidungskriterium dar.

Aktuelleren Forschungsergebnissen zufolge könnte die Ursache des verhältnismäßig geringen RTP-Erfolges im Gehirn liegen [30]. Eine steigende Zahl an Studien zeigt, dass VKB-Rupturen bzw. -Operationen und die damit einhergehende Beschädigung intraartikulär lokalisierter Sensoren, neuronale Umstrukturierungen auf zerebral-kortikaler Ebene hervorrufen [3]. Mittels elektrophysiologischer (z. B. Elektroenzephalografie) und bildgebender Verfahren (z.B. funktionelle MRT) lassen sich diese sog. neuroplastischen Veränderungen bei Athleten weit über die Wiederaufnahme von alltäglichen-, sportlichen- oder Wettkampftätigkeiten hinaus nachweisen [30–35]. Beispielsweise wiesen in einer Untersuchung von Baumeister et al. [34] Personen mit vollständig austherapierten VKB-Rekonstruktionen gegenüber Kniegesunden signifikant erhöhte neuronale Informationsverarbeitungsanforderungen zur Lösung einfacher Winkelreproduktions-tests des Knies auf. Abb. 2 gibt eine schematische Übersicht über Ursachen verletzungsinduzierter Neuroplastizität und deren Folgen für die sensomotorische Kontrolle.

Fazit

Während elektrophysiologische- und Bildgebungsstudien Evidenz für die durch periphere Gelenkverletzungen induzierten neuronalen Umstrukturierungen auf kortikal-zerebraler Ebene liefern, ist der prognostische Wert dieser Anpassungen für die RTP-Qualität bislang ungeklärt. Zudem ist die potenzielle Reversibilität der verletzungsbedingten zentralnervösen Adaptationen bspw. durch Rehabilitations- und Trainingsprogramme ebenso wenig erforscht

wie deren möglichen Auswirkungen auf die funktionelle bzw. neuromuskuläre Leistungsfähigkeit, respektive RTP-Qualität. Zur Ableitung spezifischer Trainingsinhalte fehlt dementsprechend bislang die empirische Grundlage.

Die Literaturliste können Sie unter info@thesportgroup.de anfordern.

Anzeige

Kreuzband-Reha durch exzentrische Übungen

Die meisten Verletzungen des Kreuzbandes passieren bei lauffintensiven Sportarten wie Fußball, Handball, Tennis oder Eishockey. Bei der Rehabilitation solcher Verletzungen gehen die Sportphysiotherapeuten viele Wege. Einer davon ist das langsame Auftrainieren der Muskulatur nach der Verletzung durch exzentrische Übungen an Trainingsgeräten. Die Genius Eco Geräte von FREI sind physiologisch ausgerichteten Trainingsgeräte und werden oft in solchen Kontexten eingesetzt – so z. B. in der VfB Reha-Welt, in der die Spieler des VfB Stuttgart rehabilitiert werden.

Frank Haile, Leitender Sporttherapeut der VfB Reha-Welt in Stuttgart:

„Wir setzen den Genius Eco Kniestrecker von FREI sehr gerne als Ergänzung zu unserem funktionellen Training ein, um beispielsweise nach Kreuzbandverletzungen ein mögliches Kraftdefizit der Muskulatur auszugleichen.“

Die Ergebnisse solcher Methoden sind gut, die Spieler können heute dank intensiver multidisziplinärer Zusammenarbeit zwischen Ärzten, Physiotherapeuten und Trainern meist schnell wieder in ihre Sportarten zurückkehren.

Die medizinischen Trainingsgeräte der Genius Eco Serie sind die Klassiker im Portfolio der FREI Trainingsgeräte. Durch ihre einfache Handhabung und leichte Bedienung sind sie überall gut integrierbar. Sie bieten ein physiologisch sinnvolles Training mit geführten Bewegungen. Die Geräte sind vielseitig einsetzbar: für Krafttraining, Physiotherapie, als Rehageräte oder die Medizinische Trainingstherapie. Die gesamte Linie umfasst 22 Geräte für alle Muskelgruppen und alle sind mit einer Software zur Trainingssteuerung und Trainingsanalyse kompatibel.



Kontakt & weitere Infos
FREI AG | www.frei-ag.de
info@frei-ag.de |
Tel. 07661-93360

Foto: © Tobias Werner,
Profifußballer des VfB Stuttgart