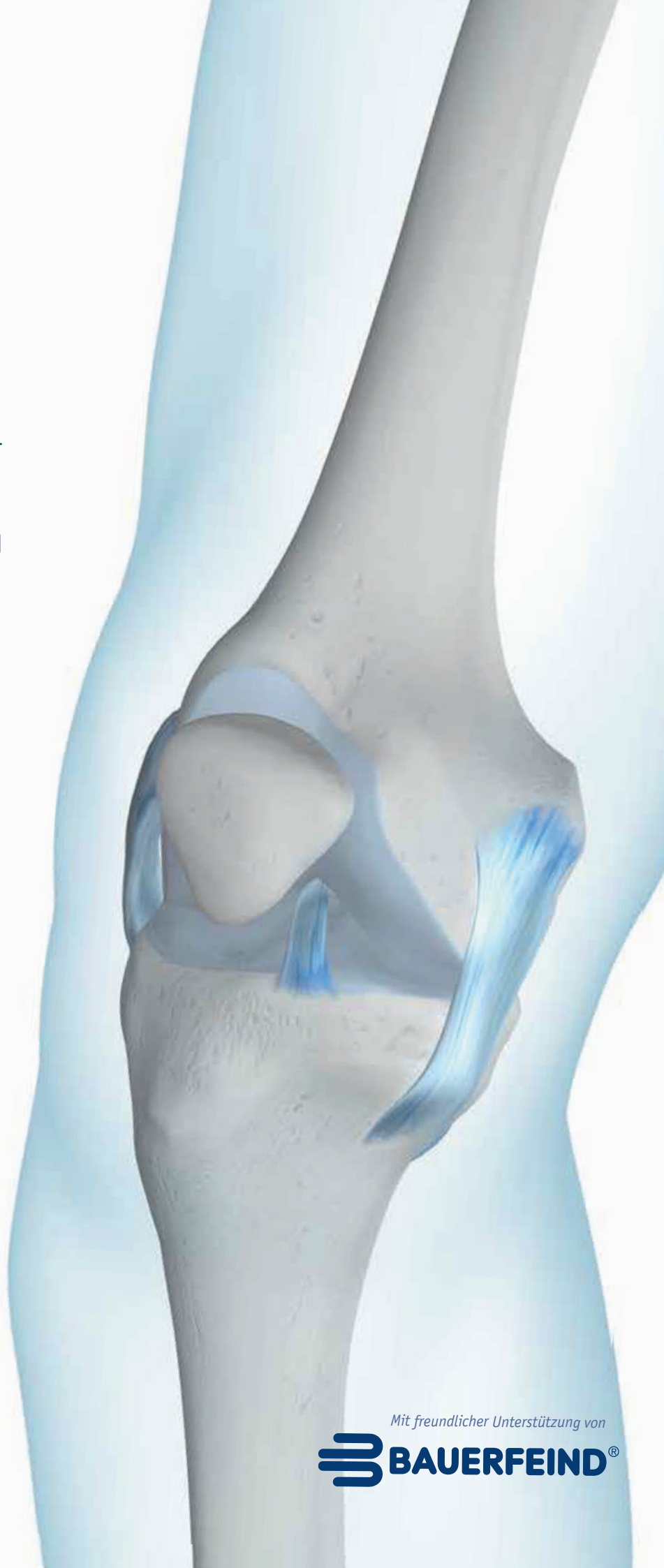


**Zertifizierte
CME-Fortbildung**

**Kniegelenk
und Propriozeption**



Mit freundlicher Unterstützung von

BAUERFEIND®

Modul 2: Propriozeption in der Praxis

Prof. Dr. med. Stefan Sell
Chefarzt Gelenkzentrum Schwarzwald
Enzkreis-Kliniken gGmbH
Krankenhaus Neuenbürg
Marxzeller Straße 46
75305 Neuenbürg
Telefon 07082-796-52815
Telefax 07082-796-52811

1. Einleitung

Die Natur hat den Menschen mit einem komplex verschalteten Nerven- und Informationssystem ausgestattet, das ihm ermöglicht, Reize wahrzunehmen und darauf angemessen zu reagieren. Propriozeption erfasst die Wahrnehmung der Stellung der Gliedmaßen zueinander, der Bewegung der Gelenke und des Widerstandes, gegen den eine Bewegung ausgeführt wird. Sie ist essenziell für die Steuerung von Bewegungsabläufen. Durch Trauma, degenerative Krankheitsprozesse oder chirurgischen Eingriff kommt es jedoch häufig zur Störung von Rezeptoren und damit zu einer direkten Beeinträchtigung der Propriozeption.

Diese Fortbildung erläutert die Funktionsweise des propriozeptiven Systems und seine Bedeutung. Sie stellt dar, wie Bandagen und Orthesen ihre Wirkung über eine Stärkung der Propriozeption entfalten und in der Prävention, Behandlung und Rehabilitation von Verletzungen am Knie- und Sprunggelenk effektiv eingesetzt werden können.

2. Propriozeptoren – sensible Strukturen der Propriozeption

Die für die Propriozeption verantwortlichen Sensoren bezeichnet man als Propriozeptoren. Lokalisiert sind die Propriozeptoren in Gelenken, partizipierender Muskulatur, Sehnen, Bändern, Bindegewebe und der über den Gelenken liegenden Haut. Sie sind Voraussetzung für die Steuerung der Motorik.

Zu den Propriozeptoren gehören:

- Muskelspindeln in der Skelettmuskulatur,
- Sehnenorgane (Golgi-Sensoren) in den Muskelsehnen,
- Mechanorezeptoren in Gelenkkapseln, Bändern, Bindegewebe und der über den Gelenken liegenden Haut.

Die Propriozeptoren der quergestreiften Skelettmuskulatur bezeichnet man als **Muskelspindel** (*Fusus neuromuscularis*). Die Dichte der Muskelspindeln ist je nach Funktion der Muskulatur sehr unterschiedlich. Muskeln, die sehr differenzierte Bewegungen ausführen, z.B. die Muskulatur der Augen, der Hände und des Nackens, haben die höchste Dichte an Muskelspindeln.

Muskelspindeln sind Dehnungsrezeptoren. Die Dehnung eines Muskels bewirkt zugleich eine Dehnung der Muskelspindeln. Die Muskelspindeln sind mit afferenten Nervenendigungen, den Ia-Fasern, ringförmig umwickelt (Abbildung 1, Seite 18). Über die dicken, markhaltigen Ia-Fasern wird die Erregung mit hoher Geschwindigkeit (70–120 m/s) in das Rückenmark geleitet.

Die Dehnungsrezeptoren der Sehnen bezeichnet man als Sehnenorgane (*Fusus neurotendineus*). Sie werden durch mechanischen Druck aktiviert und registrieren den Spannungszustand im Muskel-Sehnen-System. Die Sehnenorgane liegen am Muskel-Sehnen-Übergang. Die von der Sehnenorgane abgehenden Afferenzen sind dicke markhaltige Ib-Fasern (70–120 m/s). Kommt es neben der Längenverän-

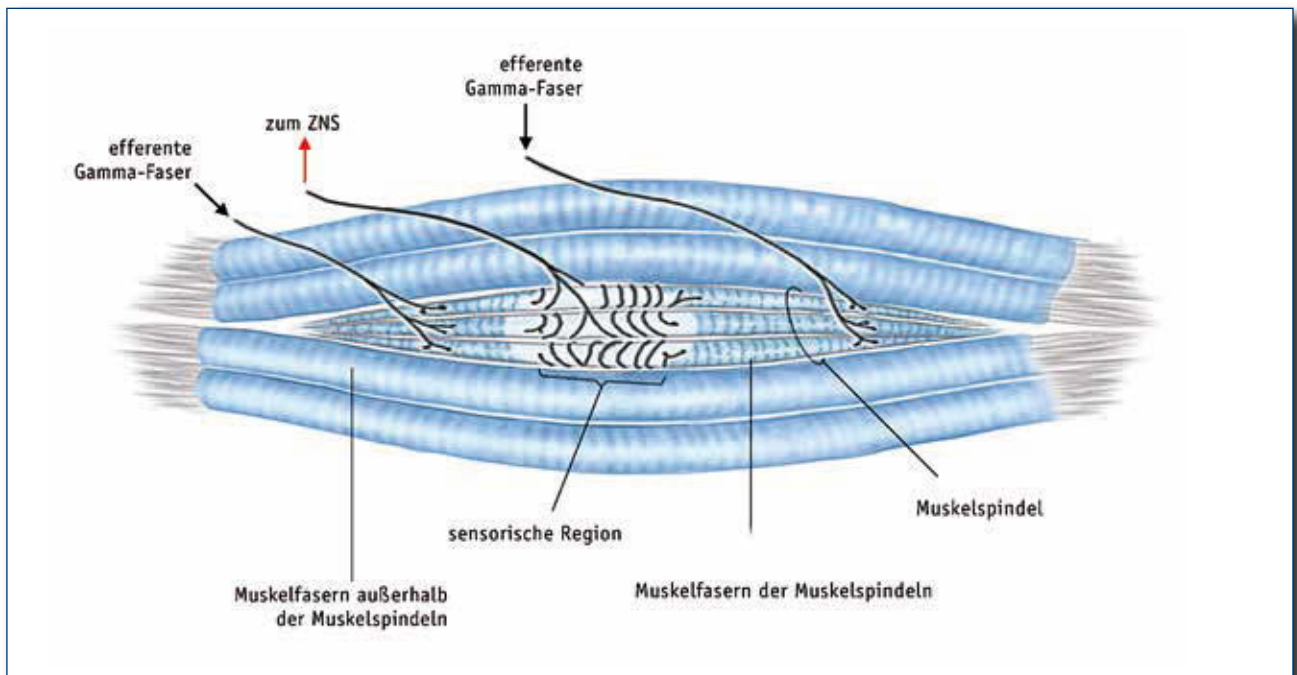


Abbildung 1: Muskelspindel

Dehnungsreflex

Unwillkürliche Reaktionen (Reflexe) sind schon auf Rückenmarksebene möglich. Ein Beispiel dafür ist der Dehnungsreflex. Wird ein Skelettmuskel plötzlich gedehnt, reagieren die Muskelspindel. Ihre Dehnung führt zur Erregung der α (Ia)-Fasern und β (Typ II)-Fasern, die beide über die Hinterwurzel zum Vorderhorn des Rückenmarks ziehen und dort direkt die α -Motoneurone desselben Muskels erregen, was zu dessen Kontraktion führt. Ungewollte (passive) Längenänderungen eines Muskels, z.B. das Umknicken eines Fußes, werden so über Reflexe wieder korrigiert.

[Thews et al. 2007]

derung (Muskelspindel als Sensoren) zu einer Spannungszunahme des Muskels, reagiert die Sehnenspindel.

Als Gelenkrezeptoren bezeichnet man bestimmte Mechanorezeptoren, die auch in der Haut und im Bindegewebe vorkommen. Bei allen Mechanorezeptoren kommt es nach kurzer Zeit zu einer Adaptation an gleich bleibende Reize. Dadurch bleiben die Rezeptoren empfindlich für die Erfassung neuer Reizsituationen. Mechanorezeptoren werden nach ihrem Adaptionsverhalten eingeteilt. In der Literatur

Einteilung der Mechanorezeptoren:

SA (»slowly adapting«):

SA-I-Rezeptoren oder **Merkel-Scheiben** reagieren vor allem auf senkrechten Druck.
SA-II-Rezeptoren oder **Ruffini-Körperchen** reagieren vor allem auf Dehnreize.

RA (»rapidly adapting«):

RA-Rezeptoren oder **Meissner-Körperchen** reagieren vor allem auf Bewegungsreize.

PC (sehr schnell adaptierende Rezeptoren):

PC-Rezeptoren, Pacini Corpuscle oder **Vater-Pacini-Lamellenkörperchen** reagieren vor allem auf Vibrationsreize.

[Haus 2005]

findet man häufig auch die histologischen Bezeichnungen, die die Namen der Erstbeschreiber der Rezeptoren tragen (Abbildung 2, Seite 19).

Als Gelenkkapselorgane sind vor allem Ruffini-Körperchen und Vater-Pacini-Lamellenkörperchen von Bedeutung. Diese Rezeptoren geben Informationen über die Gelenkstellungen.




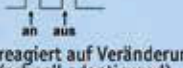



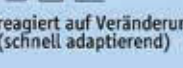
Rezeptor	Reaktionsweise	Impuls-Frequenz
 Merkel-Scheiben	 kontinuierlich (langsam adaptierend)	0.3-3 Hz langsam fortschreitend
 Meissner-Körperchen	 reagiert auf Veränderung (schnell adaptierend)	3-40 Hz
 Ruffini-Körperchen	 kontinuierlich (schnell adaptierend)	15-400 Hz
 Vater-Pacini Lamellenkörperchen	 reagiert auf Veränderungen (schnell adaptierend)	10-500 Hz hochfrequentierte Vibration

Abbildung 2: Übersicht der Eigenschaften von Mechanozeptoren

3. Was ist Propriozeption?

Der Begriff basiert auf zwei lateinischen Wörtern: Proprium = das Eigene und Receptio = die Aufnahme. Die Bezeichnung wurde von C.S. Sherrington geprägt, der sie 1906 erstmals in einer Publikation verwandte. Propriozeption beschreibt also Wahrnehmungen aus dem eigenen Körper und zwar:

- die Stellung der Gliedmaßen zueinander,
- die Richtung und Geschwindigkeit von passiven und aktiven Bewegungen der Gelenke und
- den Widerstand, gegen den eine Bewegung durchgeführt wird (Kraft).

Die Propriozeption hat somit eine große Bedeutung für die Funktionalität des Stütz- und Bewegungsapparates. Für die Rezeption des Kraftsinns sind in erster Linie Muskelspindeln und Sehnenrezeptoren verantwortlich. Der Bewegungssinn wird vor allem von den Rezeptoren der Gelenkkapseln und der Bänder vermittelt. Auch die Informationen über die Winkelstellung der Gelenke werden maßgeblich von den genannten Rezeptoren erfasst.

Die von den Propriozeptoren empfangenen Informationen gelangen über afferente Bahnen über die Hinterwurzel (Radix posterior sensoria) in das Rückenmark. Von dort werden die mechanosensorischen Informationen vor allem durch das Hinterstrangsystem zu den spezifischen Thalamuskernen geleitet. Die zum Thalamus aufsteigenden

Bahnen enden vorwiegend im Gyrus postcentralis. Hier besteht eine den Körperregionen zugeordnete Somatotopie. Die sensorischen Zuflüsse zum Kortex können an allen Umschaltstationen (Rückenmark, Medulla oblongata und Thalamus) durch absteigende efferente Bahnen aus dem Kortex gehemmt werden.

3.1 Bedeutung der Propriozeption für den Bewegungsapparat

Propriozeptive Informationen sind Sinneswahrnehmungen. Zu diesen gehören auch visuelle Informationen und Wahrnehmungen des Gleichgewichtsorgans (Abbildung 3, Seite 20).

Die Propriozeption ist essenziell für die Steuerung von Bewegungsabläufen und die Gelenkstabilität [Riemann und Lephart 2002]. Umgekehrt bedeutet dies, dass eine Störung der Propriozeption mit einer Minderung des Koordinationsvermögens und/oder der Muskelaktivierung (Recruitment) einhergeht [Ting und McKay 2007, Todorow 2004, Pässler 1997]. Störungen der Sensomotorik führen zu Beeinträchtigungen in der Bewegungsplanung – zur Dyspraxie. Eine der möglichen Ursachen kann eine propriozeptive Sensibilitätsstörung sein (rezeptive Dyspraxie). Dieses Defizit lässt sich in einem bestimmten Maß durch das Bewusstsein ausgleichen, so kann sich beispielsweise die Bewegung bessern, so lange die Person sich darauf konzentriert.

Durch Trauma, degenerative Krankheitsprozesse oder chirurgischen Eingriff kommt es häufig zum Ausfall von Rezeptorgewebe sowie einer direkten Beeinträchtigung der kinästhetischen Wahrnehmung. Ein posttraumatisches sensomotorisches Defizit aufgrund fehlender propriozeptiver Afferenzen gilt als Ursache für eine posttraumatische funktionelle Gelenkinstabilität [Thorwesten 2001].

Bei Patienten mit Ruptur des vorderen Kreuzbandes fand man am betroffenen Kniegelenk Defizite hinsichtlich der propriozeptiven Fähigkeiten. Unklar blieb allerdings die Kausalität, d.h. bedingte die Verletzung Einschränkungen in der Propriozeption oder bestanden bereits vor der Läsion propriozeptive Defizite, die den Verletzungseintritt förderten. Denkbar ist allerdings auch, dass beide Phänomene koexistent sind [Haas et al. 2006].

3.2 Zusammenwirken von Gelenkstabilität, motorischer Kontrolle und Propriozeption

Der Körper ist in der Lage, sich sowohl statisch als auch in Bewegung automatisch in aufrechter Position auszubalancieren. Diese so genannte posturale Kontrolle basiert auf der zentralnervalen Verarbeitung von Wahrnehmungen des Vestibularorgans, des visuellen Systems, der Propriozeptoren

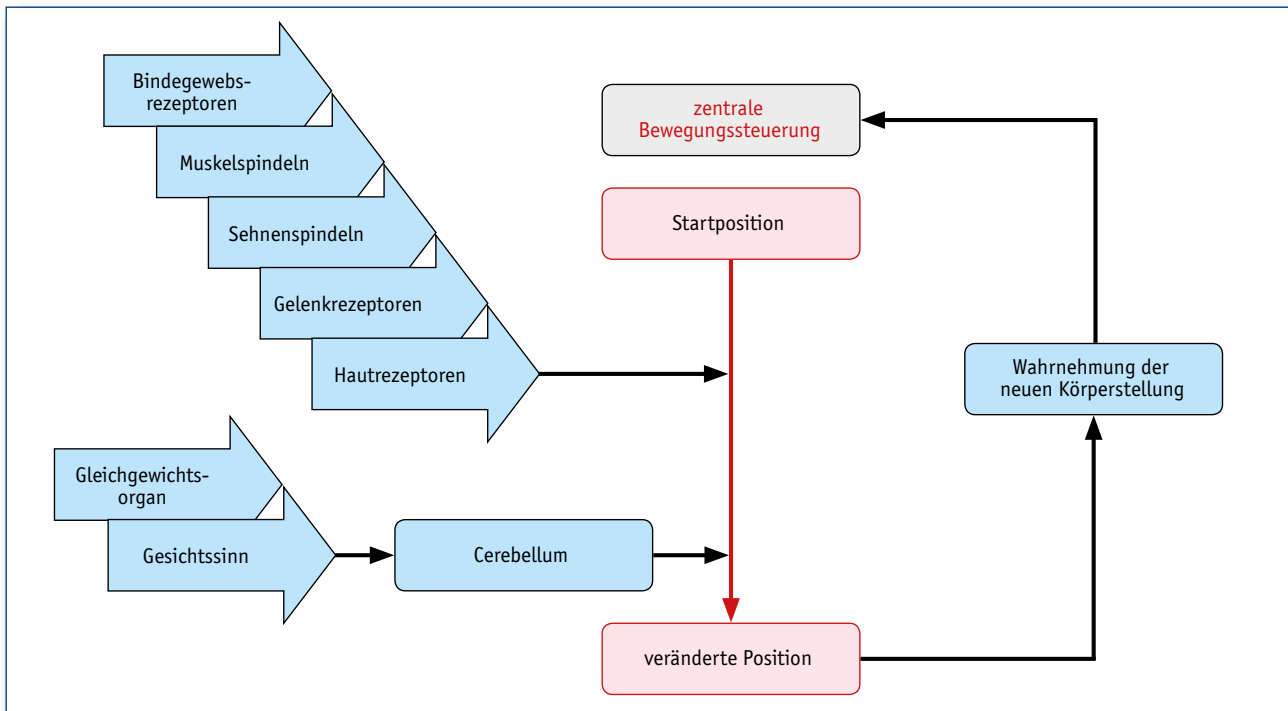


Abbildung 3: Zusammenwirken passiver und aktiver Kontrollsysteme im Gelenk [modifiziert nach Jerosch und Prymka 1996-2]

und der Außenwahrnehmung sowie auf der mentalen Vorwegnahme zukünftiger Bewegungsabläufe (Antizipation). Für die Kontrolle der Haltung ist die koordinierte Abfolge von Kontraktionen der Halte- und Stützmuskulatur wichtig. Die Abläufe werden von motorischen Hirnstammkernen und dem Kleinhirn gesteuert. Die Muskelkontraktionen stabilisieren nacheinander die distalen und proximalen Gelenke, das Hüftgelenk und schließlich den Körperstamm. Das Zusammenwirken von motorischer Kontrolle, Propriozeption und Stabilität einzelner Gelenke bis zur Koordination mehrerer Gelenke ist ein sehr komplexes dynamisches System, das sich am anschaulichsten durch das folgende neurobiologische Modell beschreiben lässt (Abbildung 4, Seite 21) [Panjabi 1992].

4. Funktion und Wirkungsweise von Bandagen und Orthesen

Bandagen spielen im Rahmen präventiver und therapeutischer Interventionen bei einer Vielzahl von Gelenkerkrankungen und -verletzungen eine bedeutende Rolle. Neben ihren mechanisch stabilisierenden Eigenschaften entfalten Bandagen ihre Wirkung vor allem durch die Beeinflussung des sensorischen Systems: Sie stimulieren die Propriozeption vor allem über Mechanorezeptoren in der Haut (Abbildung 5, Seite 21) [Edin 2001] und über Rezeptoren periartikulär. Elastische Bandagen beanspruchen die Hautareale rund um das Gelenk bei jeder Bewegung. Durch diese Wechselwirkung mit den Mechanorezeptoren in der Subcutis werden die affe-

renten Funktionen stimuliert, das neuromuskuläre Feedback verbessert und die Gelenkstabilität erhöht. Über die direkte Stimulation der Hautoberfläche hinaus kommt es durch die Kompression der Haut und des subkutanen Bindegewebes zu einer „Vor-Spannung“, d.h. die hier befindlichen Mechanorezeptoren werden nun bei jeder Bewegung leichter oder schneller gereizt. Diesen Effekt bezeichnet man als Mechanotransduktion [Ingber 2008].

Einige Studien belegten, dass Bandagen am Kniegelenk die propriozeptive Wahrnehmung verbessern. Dies konnte sowohl bei gesunden Erwachsenen und Kindern [Perlau et al. 1995, Braumann et al. 2002] als auch bei Menschen mit Kreuzbandverletzungen [Jerosch und Prymka, 1996-1] gezeigt werden. Stabilisierende Orthesen und Bandagen können pharmakotherapeutische bzw. rehabilitative Maßnahmen bei Patienten mit degenerativen, entzündlichen, posttraumatischen und postoperativen Kniegelenksbeschwerden wirkungsvoll unterstützen. Bei all den genannten Ursachen haben sie einen bedeutsamen positiven Einfluss auf die Propriozeption und die Symptomatik einschließlich Schmerz [Reer et al. 2005, Hurley et al. 1997, Jerosch et al. 1997, Sell et al. 1993]. Eine Vielzahl von Einsatzmöglichkeiten für medizinische Hilfsmittel sind auch am Sprunggelenk beschrieben. So werden sie einerseits im Rahmen konservativer, aber auch postoperativer Therapiemaßnahmen nach Distorsionstraumen des oberen Sprunggelenks eingesetzt, andererseits aber auch präventiv zur Reduktion des Verletzungsrisikos bei bestimmten Sportarten [Thorwesten 2001].

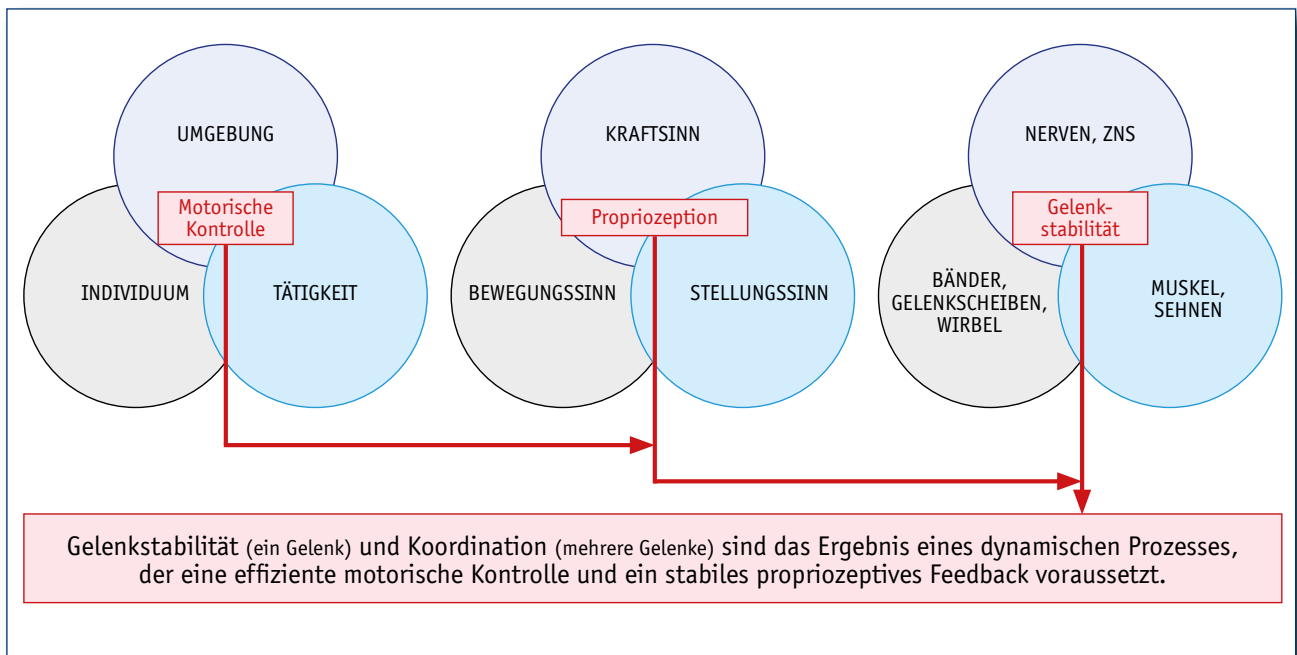


Abbildung 4: Zusammenwirken von motorischer Kontrolle, Propriozeption und Gelenkstabilität [modifiziert nach Shumway-Cook et al. 2002, Panjabi 1992]

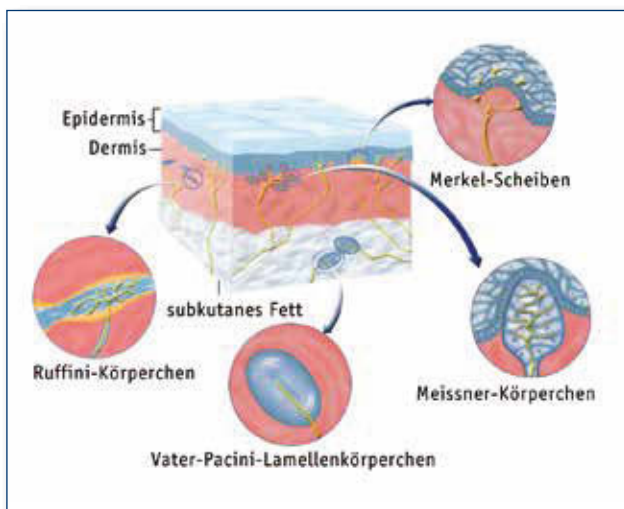


Abbildung 5: Mechanorezeptoren in der Haut

Bei der Auswahl einer Bandage ist auf eine anatomische Passform zu achten, da nur diese den permanenten Kontakt mit der Epidermis und den oberflächlichen Mechanorezeptoren ermöglicht. Gleichzeitig übt sie eine tiefe Kompression aus und steigert so die Mechanotransduktion. Die Kompression durch die Bandage darf allerdings nicht zu stark sein, um den Tragekomfort und damit die Compliance nicht einzuschränken. Bandagen aus gestricktem Material mit Gelenkstabilisatoren werden im Hinblick auf Tragekomfort und Anwendung beim Sport deutlich besser beurteilt als Hartschalenorthesen [Braumann 2002].

4.1 Einsatz von Bandagen und Orthesen bei Arthrose/Arthritis

Physiologischerweise nimmt im Alter die propriozeptive Wahrnehmung im Kniegelenk ab. Bei Vorliegen einer Gonarthrose verringert sich die Propriozeption noch weiter. Barrett und Kollegen zeigten, dass diese Defizite durch das Tragen einer elastischen Kniebandage kompensiert werden können [Barrett et al. 1991]. Von besonderer Bedeutung ist die Verbesserung der Koordinationsmechanismen durch die propriozeptive Wirkung der Bandage [Ergelet 2003].

Zu einem ähnlichen Ergebnis kam eine Studie bei chronischer Polyarthrit. Sie wies eine signifikant schlechtere Propriozeption in entzündlich veränderten Kniegelenken nach. Mit einer Kniebandage konnte die Propriozeption deutlich gebessert werden. Es wurde eine erheblich verbesserte Gelenkwahrnehmung des Kniegelenks festgestellt [Sell et al. 1992].

In einer Studie mit 170 Gonarthrose-Patienten trug etwa die Hälfte der Patienten ergänzend zu einer konservativen Therapie über sechs Wochen eine elastische Kniebandage. Die Patienten mit Kniebandage hatten signifikant weniger Schmerzen sowohl am Tag als auch in der Nacht und unter Bewegung als die Kontrollgruppe. Da das Tragen der Bandage von den Patienten aufgrund der einfachen Anwendung zudem sehr gut akzeptiert wurde, empfahlen die Autoren, die Bandage grundsätzlich als ergänzende Therapiemaßnahme zur konservativen Therapie bei Gonarthro-

se einzusetzen [Berry et al. 1992]. Dass Bandagen einen wichtigen Beitrag zur Schmerzlinderung und Funktionsverbesserung bei Gonarthrose leisten können, ist auch das Ergebnis eines auf fünf kontrollierten Studien basierenden Cochrane Review (Evidenzgrad Ib) [Brouwer et al. 2005].

4.2 Einsatz von Bandagen und Orthesen bei akuten Verletzungen sowie in der Rehabilitation

Ein isolierter Riss des vorderen Kreuzbandes erniedrigt die Propriozeption im Kniegelenk. Durch das Tragen einer Kniebandage lässt sich diese schon vor der chirurgischen Intervention wieder verbessern. Die operative Rekonstruktion des Kreuzbandes hat dagegen keinen positiven Einfluss auf die Propriozeption des Kniegelenks [Jerosch und Prymka 1996-1]. In einer prospektiven randomisierten klinischen Studie wurde der Effekt einer Kniebandage nach vorheriger vorderer Kreuzband-Rekonstruktion untersucht. 60 Patienten wurden randomisiert in zwei Gruppen eingeteilt: Eine Gruppe erhielt keine Bandage, die andere trug zunächst über zwei Wochen rehabilitative Stützen und danach über 10 Wochen eine Funktionsbandage. Im Ergebnis verbesserten die Bandagen im 3-Monats-follow up die Knie-Funktion signifikant positiv [Risberg et al. 1999].

4.3 Prävention von Sportverletzungen mit Bandagen

Der präventive Effekt von Bandagen zum Schutz von Sportverletzungen wurde sowohl für das Sprunggelenk als auch das Kniegelenk in einer Reihe von Untersuchungen belegt.

Am unverletzten Knie verbessert das Tragen einer Bandage die Propriozeption. Der Zugewinn ist umso größer, je geringer die propriozeptiven Fähigkeiten des Knies zuvor waren [Perlau et al. 1995]. Somit kann eine Bandage bei Sportlern möglichen individuellen Schwachstellen entgegenwirken, bevor sie zu einer Verletzung führen.

Auch einer Überbelastung des Kniegelenks durch intensives Training kann durch Tragen einer Bandage (hier mit stützendem Patella-Ring) entgegengewirkt werden. Für die Sportler war erfreulich, dass die Bandage den Trainingseffekt nicht einschränkte [BenGal et al. 1997].

Rugby ist eine Sportart mit hohem Risiko für Knieverletzungen. In einer Reihe von Studien wurde ein Verletzungsschutz durch eine prophylaktisch getragene Kniebandage nachgewiesen. Es konnte gezeigt werden, dass diese Schutzwirkung auf einer verbesserten Propriozeption beruht. Die Bandage stimuliert die Haut während der Gelenkbewegung und übt Druck auf die darunter liegende Muskulatur und die Gelenkkapsel aus. Dadurch werden Propriozeptoren wie Merkel-Scheiben und Meissner-Körperchen angeregt [Krüger et al. 2004].

In einer prospektiven Kohorten-Studie an Skifahrern mit vorhergehender Rekonstruktion von Kreuzbandverletzungen konnte ebenfalls der präventive Effekt von stützenden Kniebandagen gezeigt werden. Der Anteil erneut knieverletzter Sportler lag in der Gruppe ohne Bandage signifikant höher (6,4 fach) [Sterett et al. 2006].

Athleten, die bereits eine Verstauchung am Sprunggelenk erlitten haben, können das Risiko einer erneuten Verletzung durch das Tragen einer Stützbandage senken [Beynon et al. 2002]. Ozer und Kollegen untersuchten den Effekt von Bandagen hinsichtlich Balance, Sprungleistung und Gelenkkoordination und fanden eine Verbesserung der Propriozeption. Sie folgerten, dass Bandagen eine wichtige Rolle in der Prävention und Rehabilitation von Sprunggelenksverletzungen spielen [Ozer et al. 2009].

5. Fazit

Die Propriozeption beschreibt Wahrnehmungen aus dem Körper: die Stellung der Gliedmaßen zueinander (Stellungssinn), die Richtung und Geschwindigkeit von passiven und aktiven Bewegungen der Gelenke (Bewegungssinn) und den Widerstand, gegen den eine Bewegung durchgeführt wird (Kraftsinn). Die für die Propriozeption verantwortlichen Sensoren bezeichnet man als Propriozeptoren. Zu den Propriozeptoren gehören die Muskelspindeln in der Skelettmuskulatur, die Sehnenorgane in den Muskelsehnen und die Gelenkrezeptoren in Gelenkkapseln und Bändern. Zudem sind die Mechanorezeptoren in der Subcutis wichtiger Bestandteil des propriozeptiven Systems. Durch Trauma und degenerative Prozesse in einem Gelenk kann es zur Abnahme der Propriozeption und zur Gelenkinstabilität kommen.

Elastische Bandagen können die Propriozeption in einem Gelenk und seiner Umgebung verbessern. Dadurch fördern sie die Gelenkstabilität und reduzieren den Schmerz. Aus diesem Grund haben elastische Bandagen einen hohen Stellenwert in der Therapie der Gonarthrose und in der Behandlung von Sportverletzungen des Knies und Sprunggelenks. In Sportarten mit hohem Verletzungsrisiko für das Knie- und Sprunggelenk haben sich elastische Bandagen auch in der Prävention bewährt.

6. Literatur

- Barrett DS, Cobb AG, Bentley G. Joint proprioception in normal, osteoarthritic and replaced knees. *J Bone Joint Surg* 1991;73-B:53-6
- BenGal S, Lowe J, Mann G, Finsterbush A, Matan Y. The role of the knee brace in the prevention of anterior knee pain syndrome. *Am J Sports Med* 1997;25:118-22
- Berry H, Black C, Fernandes J, et al. Controlled trial of a knee support („Genu-train“) in patients with osteoarthritis of the knee. *Eur J Rheumatol Inflamm* 1992;12(3):30-4
- Beynon BD, Murphy DF, Alosa DM. Predictive factors for lateral ankle sprains: a literature review. *Journal of Athletic Training* 2002;37(4):376-380
- Braumann KM, Patra S, Reer R, Kabelka BM. Über den Einfluss von Knieorthesen beim Sport. *Orthopädie-Rechnik* 2002;11:862-6
- Brouwer RW, van Raaij TM, Jakma TT, Verhagen AP, Verhaar JAN, Bierma-Zeinstra SMA. Braces and orthoses for treating osteoarthritis of the knee. *Cochrane Database Syst Rev* 2005;1.CD004020
- Edin B Cutaneous afferents provide information about knee joint movements in humans. *J Physiol* 2001 Feb 15;531(Pt 1):289-97
- Ergele C. Wertigkeit von Bandagen und Orthesen zur Behandlung der Gonarthrose. *Dtsch Z Sportmed* 2003;56:196-8
- Haas CT, Turbanski S, Schmidtleicher D. Propriozeption und Verletzungsprävention. *Sportverl Sportschad* 2006;20:107-11
- Haus K-M. Neurophysiologische Behandlung bei Erwachsenen. Grundlagen der Neurologie, Behandlungskonzepte, Alltagsorientierte Therapieansätze. Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 2005:S54-69
- Hurley MV, Scott DL, Rees J, Newham DJ. Sensorimotor changes and functional performance in patients with knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis* 1997;56:641-8
- Ingber DE. Tensegrity and mechanotransduction. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* 2008;12:198-200
- Jerosch J, Prymka M. Knee joint proprioception in normal volunteers and patients with anterior cruciate ligament tears, taking special account of the effect of a knee bandage *Arch Orthop Trauma Surg* 1996-1;115:162-6
- Jerosch J, Prymka M. Proprioception and joint stability. *Knee Surg Sport Trauma* 1996-2;4:171-9
- Jerosch J, Schmidt K, Prymka M. Beeinflussung der propriozeptiven Fähigkeiten von Kniegelenken mit einer primären Gonarthrose. *Unfallchirurg.* 1997;100(3):219-24
- Krüger TH, Coetsee MF, Davies S. The effect of prophylactic knee bracing on proprioception performance in first division rugby union players. *Sport Med* 2004;16(1):33-6
- Ozer D, Senbursa G, Baltaci G, Hayran M. The effect on neuromuscular stability, performance, multi-joint coordination and proprioception of barefoot, taping or preventative bracing. *Foot (Edinb)* 2009;9(4):205-10
- Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *J Spinal Disord.* 1992 Dec;5(4):383-9; discussion 397
- Pässler HH. Beschleunigte Rehabilitation nach Kreuzbandverletzungen. *Arthroskopie* 1997;10:267-73
- Perlau P, Frank C, Fick, G. The Effect of elastic bandages on human knee proprioception in the uninjured population. *Am J Sports Med* 1995;23(2):251-5
- Reer R, Nagel V, Braumann K-M. Welchen Einfluss haben Knieorthesen auf Stabilität und physische Leistungsfähigkeit beim Inline-Skating? *Orthopädie Technik* 2005;11
- Riemann BL, Lephart SM. The sensorimotor system. Part II. The role of proprioception in motor control and functional joint stability. *J Athlet Train* 2002;37(1):80-4
- Risberg MA, Holm I, Steen H, Eriksson J, Ekeland A. The effect of knee bracing after anterior cruciate ligament reconstruction. A prospective, randomized study with two years' follow-up. *Am J Sports Med.* 1999;27(1):76-83
- Sell S, Zacher J, Lack S, Goethe S. Kniepropriozeption bei der chronischen Polyarthrit. *Akt Rheumatol* 1992;6(17) 173-7
- Sell S, Zacher J, Lack S. Propriozeptionsstörung am arthrotischen Kniegelenk. *Z Rheumatol* 1993;52(3):150-5
- Sherrington CS. The integrative action of the nervous system. Yale University Press, New Haven, 1906 (wiederveröffentlicht durch Cambridge University Press 1947)
- Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control: translating research into clinical practice. Rieman und Lepart, 2002
- Sterett WI, Briggs KK, Farley T, Steadman JR. Effect of functional bracing on knee injury in skiers with anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective cohort study. *Am J Sports Med* 2006;34:1581-5
- Thews G, Mutschler E, Vaupel P. Anatomie, Physiologie und Pathophysiologie des Menschen. Wiss. Verl.-Ges., Stuttgart, 2007:5702 und 774-5
- Thorwesten L. Orthesen- und Bandagenapplikation im Sport - Hilfe oder Hindernis? Der Einfluss äußerer Stabilisierungshilfen auf das sensomotorische System und die sportliche Leistungsfähigkeit. *Med Orth Tech* 2001;121:S89-95
- Ting LH und McKay JL. Neuromechanics of muscle synergies for posture and movement. *Curr Opin Neurobiol* 2007;17:622-628
- Todorov E, Weiwei L, Xichuan P. From task parameters to motor synergies: a hierarchical framework for approximately optimal control of redundant manipulators. *J Robot Syst* 2005;22(11):691-710

Impressum

Autor:

Prof. Dr. med. Stefan Sell
Chefarzt Gelenkzentrum Schwarzwald
Enzkreis-Kliniken gGmbH
Krankenhaus Neuenbürg
Marxzeller Straße 46
75305 Neuenbürg

Redaktion:

Dr. Martina Reitz
KW medipoint, Bonn

Layout:

Susanna Mokroß
KW medipoint, Bonn

Veranstalter:

CMEDICUS, Hessen
www.cmedicus.de

Mit freundlicher Unterstützung der Bauerfeind AG, Zeulenroda-Triebes. Der Sponsor nimmt keinen Einfluss auf die zertifizierte Fortbildung.

Copyright 2017

Lernkontrollfragen Modul 2

Bitte kreuzen Sie jeweils nur **eine** Antwort an.

1. Welche Aussage zu den Propriozeptoren ist **richtig**?

Propriozeptoren ...

- a. dienen der Schmerzwahrnehmung.
- b. kommen besonders häufig in der Darmmukosa vor.
- c. sind Voraussetzung für die Steuerung der Motorik.
- d. spielen für die Immunantwort des Organismus eine wichtige Rolle.
- e. sind Bestandteil des sympathischen Nervensystems.

2. Welche der genannten Rezeptoren sind **keine** Propriozeptoren?

- a. Muskelspindeln in der Skelettmuskulatur
- b. Sehnenorgane (Golgi-Sensoren) in den Muskelsehnen
- c. Mechanorezeptoren in Gelenkkapseln und Bändern
- d. Nozizeptoren der Haut
- e. Mechanorezeptoren in Bindegewebe und der über den Gelenken liegenden Haut

3. Welche Aussage zu Muskelspindeln ist **falsch**?

- a. Die Propriozeptoren der quergestreiften Skelettmuskulatur bezeichnet man als Muskelspindel.
- b. Die Dichte der Muskelspindel ist je nach Funktion der Muskulatur sehr unterschiedlich.
- c. Muskeln, die sehr differenzierte Bewegungen ausführen, haben die niedrigste Dichte an Muskelspindeln.
- d. Muskelspindeln sind Dehnungsrezeptoren.
- e. Die Dehnung eines Muskels bewirkt zugleich eine Dehnung der Muskelspindeln.

4. Welche Aussage zu den Mechanorezeptoren ist **falsch**?

- a. Merkel-Scheiben gehören zu den langsam adaptierenden Mechanorezeptoren.
- b. Merkel-Scheiben reagieren vor allem auf Vibrationsreize.
- c. Ruffini-Körperchen reagieren vor allem auf Dehnreize.
- d. Meissner-Körperchen reagieren vor allem auf Bewegungsreize.
- e. Vater-Pacini-Lamellenkörperchen gehören zu den sehr schnell adaptierenden Mechanorezeptoren.

5. Welche Aussage ist **richtig**?

Propriozeption beschreibt die Wahrnehmung aus dem eigenen Körper und zwar:

- a. ausschließlich die Wahrnehmung der Stellung der Gliedmaßen zueinander.
- b. ausschließlich die Wahrnehmung der Richtung und Geschwindigkeit von passiven und aktiven Bewegungen der Gelenke.
- c. ausschließlich die Wahrnehmung des Widerstandes, gegen den eine Bewegung durchgeführt wird (Kraft).
- d. ausschließlich die Wahrnehmung der Stellung und der Bewegung.
- e. die Wahrnehmung der Stellung, der Bewegung und des Widerstandes, gegen den eine Bewegung durchgeführt wird.

6. Welche Aussage ist **falsch**?

Die posturale Kontrolle basiert auf der zentralnervalen Verarbeitung von Wahrnehmungen ...

- a. der Geschmacksnerven.
- b. des Vestibularorgans.
- c. des visuellen Systems.
- d. der Propriozeptoren.
- e. der Außenwahrnehmung.

7. Welche Aussage zur Funktion und Wirkungsweise von Bandagen und Orthesen ist **falsch**?

- a. Sie stimulieren die Propriozeption vor allem über Mechanorezeptoren in der Haut und Rezeptoren periartikulär.
- b. Sie stimulieren die afferenten Funktionen.
- c. Sie verbessern das neuromuskuläre Feedback.
- d. Sie vermindern die Gelenkstabilität.
- e. Sie führen über die Kompression der Haut und des subkutanen Bindegewebes zu einer „Vor-Spannung“, wodurch die Mechanorezeptoren schneller gereizt werden.

8. Welche Aussage zur Auswahl von Bandagen ist **richtig**?

- a. Bandagen sollten möglichst locker sitzen.
- b. Bei der Auswahl einer Bandage ist auf eine anatomische Passform zu achten.
- c. Ein permanenter Kontakt der Bandage zur Epidermis ist zu vermeiden.
- d. Bandagen sollten möglichst stramm sitzen.
- e. Bandagen aus gestricktem Material werden im Hinblick auf Tragekomfort und Anwendung beim Sport deutlich schlechter beurteilt als Hartschalenorthesen.

9. Welche Aussage ist **falsch**?

Das Tragen von Bandagen bzw. Orthesen verbessert die Propriozeption ...

- a. bei Gonarthrose.
- b. bei chronischer Polyarthritits.
- c. beim isolierten Riss des vorderen Kreuzbandes.
- d. beim unverletzten Knie.
- e. bei plantarem Druckschmerz.

10. Welche Aussage ist **falsch**?

- a. Bandagen führen zur Schmerzlinderung und Funktionsverbesserung bei Gonarthrose.
- b. Wenn bereits ein isolierter Riss des vorderen Kreuzbandes eingetreten ist, hat eine Kniebandage keinen Einfluss mehr auf die Propriozeption.
- c. Bandagen können das Sprunggelenk nachgewiesenermaßen vor Sportverletzungen schützen.
- d. Bandagen können das Kniegelenk nachgewiesenermaßen vor Sportverletzungen schützen.
- e. Je geringer die propriozeptiven Fähigkeiten des Knies zuvor waren, desto mehr kann die Propriozeption durch eine Bandage verbessert werden.

