

Heide Boeth/Christian Morgenstern/Dominic Pourat/Leonie Krahl/Felix Köhnecke/Arne Schlausch/Tobias Jung/Carsten Perka/Georg N. Duda

KNIEGELENKSTABILISIERUNGSTRAINING

Kniegelenksverletzungen und Überlastungsschäden im Nachwuchsleistungssport nehmen deutlich zu. Hierbei spielen vordere Kreuzbandrupturen und der vordere Knieschmerz eine große Rolle. Verletzungen und Überlastungsschäden entstehen überwiegend, wenn die die Bewegung stabilisierenden Strukturen die zusätzlich auftretenden Kräfte nicht kompensieren können. Insbesondere in unkoordinierten Bewegungen ist die Kniegelenkstabilität reduziert. Wenn das Zusammenspiel von aktiven Muskel-

kräften und den Gelenkkontaktkräften aus dem Gleichgewicht kommt, kann es zu Verletzungen und Überlastungsschäden, vor allem in der Sagittalebene und der Frontalebene, kommen. Zur Vorbeugung solcher Verletzungen ist es sinnvoll, die Kniegelenkstabilität zu erhöhen. Die Muskulatur stabilisiert das Gelenk und kann grundsätzlich auch externe Lasten, die eine Verletzung hervorrufen können, balancieren. Dieser Effekt kann im Training optimiert werden. Ausgehend von einer Erfassung der

individuellen Gelenkstabilität wird ein Training so konzipiert, dass das Trainingsziel – der Schutz des Gelenks durch Reduktion der Instabilität – erreicht werden kann. Im Rahmen des KINGS-Projekts wurde eine individuell angepasste Trainingsintervention mit dem Ziel entwickelt und untersucht, muskuläre Dysbalancen zu kompensieren und die Kniegelenkstabilität zu erhöhen.

Eingegangen: 1.9.2016

1. Kniegelenksverletzungen im Jugend- und Kindesalter

Das Kniegelenk und die damit verbundenen Weichteilstrukturen sind häufige Verletzungsbereiche (Loes, Dahlstedt & Thomee, 2000). Die häufigste Kniegelenksverletzung ist die Ruptur des vorderen Kreuzbandes (VKB) (Majewski et al., 2005), wobei ca. 70 Prozent der VKB-Rupturen beim Sport passieren (Petersen et al., 2005).

Auch im Nachwuchsleistungssport ist bei Verletzungen häufig das Kniegelenk, insbesondere das vordere Kreuzband, betroffen (McConkey, Bonasia & Amendola, 2011). Grund hierfür sind zum einen die hohen Belastungen, die beim Sport auf das Kniegelenk wirken, welche besonders in einem sich im Wachstum befindlichen Körper schnell zu Verletzungen führen können (Caine, DiFiori & Maffulli, 2006). Des Weiteren übt ein Großteil der Athleten in dieser Altersgruppe Sportarten mit häufigem Richtungswechsel aus (Hoffman et al., 2012). Bei diesen Sportarten kommt es neben der Hauptbewegung des Kniegelenks, der Flexion und Extension, auch zu seitlichen Bewegungen und Belastungen auf das Kniegelenk (Hoffman et al., 2012). Um diese sogenannten sekundären Bewegungen kompensieren zu können, ist eine gute muskuläre Kompensationsfähigkeit wesentlich. Eine nicht ausreichend ausgebildete Muskulatur oder neuromuskuläre Reaktionsfähigkeit erhöht das Risiko von Verletzungen (siehe Verletzungsmechanismus).

Neben der Ruptur des vorderen Kreuzbands gehört der vordere Knieschmerz zu den am häufigsten auftretenden Schmerzsymptomen im Leistungssport bei Jugendlichen (Myer et al., 2010).

Ein häufig beschriebenes Symptom bei jugendlichen Sportlern ist das Patellaspitzensyndrom (Schmitt, 2014). Das Patellaspitzensyndrom, was unter den Begriff des vorderen Knieschmerzes fällt (Jumpers Knee), ist eine Insertionstendopathie des Extensionsapparats am Knie und äußert sich meist in chronischen Schmerzen im vorderen Kniegelenk. Bei der klinischen Untersuchung finden sich oft Entzündungszeichen wie lokaler Druckschmerz am Patellapol, Schwellung im Seitenvergleich, belastungsabhängiger Knieschmerz vor allem bei aktiver Extension des Knies usw. Nach der Klassifikation nach Roels (1978) wird das Patellaspitzensyndrom in vier Schweregrade unterteilt:

- Grad I: Schmerz nach Beendigung der Belastung.
- Grad II: Schmerz bei Beginn der Belastung, der nach der Aufwärmzeit wieder verschwindet und nach Beendigung wieder auftritt.
- Grad III: permanenter Schmerz.
- Grad IV: Patellasehnenruptur, also der Riss der Sehne.

2. Verletzungsmechanismus

Ein Defizit oder eine Dysbalance der Muskulatur ist neben einer Überbeanspruchung häufig Ursprung des Verletzungs-

mechanismus für eine VKB-Ruptur oder für den vorderen Knieschmerz (Powers et al., 2010; Young et al., 2005; Koen et al., 2005). Besonders deutlich wird dies bei der isolierten Betrachtung der Bewegungen in der Sagittal- und in der Frontalebene.

In der Sagittalebene

In der Sagittalebene ist die primäre Funktion des vorderen Kreuzbands, eine anteriore Bewegung (Translation) der Tibia in Relation zum Femur zu verhindern. Der Verletzungsmechanismus stellt eine Kombination von tibialer Innenrotation und einem Valgusmoment (Abduktion) bei einem Flexionswinkel von ca. 0-25° dar. Die Gewichtskraft und die Dynamik in der dabei ausführenden Bewegung haben durch die Anatomie des Kniegelenks eine anteriore Bewegung der Tibia zur Folge. Aufgrund seines anatomischen Verlaufs wird das VKB in einer solchen Positionierung maximal belastet, was letztlich zu einer Ruptur des VKB führen kann.

In der Frontalebene

In der Frontalebene spielt der Q-Winkel (Abbildung 1, links, auf Seite 26) im Bezug auf den Verletzungsmechanismus eine übergeordnete Rolle. Dieser wird definiert als der Winkel zwischen einer ersten Linie, die die Spina iliaca anterior superior und das Zentrum der Patella verbindet und einer zweiten Linie zwischen dem Zentrum der Patella und der Tuberositas tibiae (Caylor et al., 1993). Ein erhöhter Q-Win-

kel, eine Valgusfehlstellung des Kniegelenks, eine erhöhte Lateralisierung der Patella (Tyler et al., 2002) und muskuläre Dysbalancen (Koen et al., 2005; Young et al., 2005) erhöhen das Risiko einer Tendinopathie des Streckapparats am Kniegelenk (Witvrouw et al., 2001; Richards et al., 2002; Bailey et al., 2003). Aufgrund dieser häufig funktionellen Ursachen wird therapeutisch primär die konservative Therapie (Physiotherapie, EMS, Ultraschall, Wärmeapplikation usw.) empfohlen. Hierbei tritt die Kompensation von muskulären Dysbalancen in den Vordergrund. Eine operative Therapie erfolgt erst bei Grad IV (s. o.) oder nach nicht erfolgreicher konservativer Therapie.

3. Das biomechanische System des Kniegelenks und seine Rolle im Verletzungsmechanismus

In der Sagittalebene

In der Sagittalebene spielt die anteroposteriore Translation eine große Rolle für die Stabilität des Kniegelenks, da die Flexion des Kniegelenks aus einer geparteten Gleit- und Roll-Bewegung besteht und die Femurkondylen sich dadurch frei auf der Tibiaplattform bewegen. Diese freie Bewegung wird im passiven Zustand durch die Weichteile, Ligamente, Menisken und die Knochengometrie begrenzt. Dynamische Bewegung wie auch Gelenkstabilität werden durch die Muskulatur ermöglicht. Ist der translationale Bewegungsfreiraum in der dynamischen Bewegung zu groß oder wird er zu spät von aktiver Muskelkontraktion eingeengt, ist die Kniegelenkstabilität gering. Die Sportler empfin-

den ein instabiles Gelenk, sind selber in ihren Aktivitäten unsicherer. Darunter leidet in der Regel die Ausführungstechnik und das Verletzungsrisiko steigt. Eine zu große Instabilität kann zum einen durch die mechanische Wirkungsweise und zum anderen durch die Anatomie der unterschiedlichen Komponenten des Kniegelenks bedingt sein (Abbildung 2). Insbesondere das vordere Kreuzband hat in der funktionellen Kniebewegung viele Gegenspieler. Die Kraft des Quadrizeps-Muskels $F(Q)$, die Gewichtskraft und die Trägheitskraft $F(G+D)$ führen zu einer kombinierten Belastung des vorderen Kreuzbands. Die Kniebeuger, die mit der Kraft $F(B)$ wirken, hingegen unterstützen es (Li, 1999).

Im Falle einer stärker ausgeprägten Kniestrecker-Muskulatur (Oberschenkelvorderseite) im Vergleich zur Kniebeuger-Muskulatur (Oberschenkelhinterseite) wird die Tibia demnach über ihr physiologisches Maß nach vorne gezogen (Hewett et al., 2010). Wenn der Kniebeuger diese zusätzliche Kraft nicht ausgleichen kann, wirkt eine erhöhte Belastung auf das vordere Kreuzband, was in extremen Bewegungssituationen zu einer VKB-Ruptur führen kann. Die Kniebeuger bilden demnach das Gegengewicht; bei Muskelaktivierung wird die Tibia nach hinten gezogen. Eine solche Beugerkraft reduziert die Belastung des VKB (Li et al., 1999) und kann die vordere Translation deutlich reduzieren (Melnyk & Gollhofer, 2007). Bei Patienten mit einer kompletten VKB-Ruptur müssen die Kniebeuger die Stabilisierung des Kniegelenks übernehmen.

In der Frontalebene

In der Frontalebene beschreibt die Ausprägung des Q-Winkels die medio-laterale Stabilität im Kniegelenk. Es ist bekannt, dass die Kinematik des Hüftgelenks einen direkten Einfluss auf die medio-lateralen Kräfte der Patella hat, was auf die Valgusstellung des Knies bzw. die medio-laterale Bewegung des Knies zurückzuführen ist (Fulkerson & Hungerford, 1990). Eine Valgusstellung kann durch eine schwache außenrotatorische oder abduktorische Hüftmuskulatur verursacht werden.

Komplexe Bewegung im Kniegelenk und der unteren Gelenkkette

Obwohl die beiden Ebenen der Bewegung (Sagittal- und Frontalebene) hier getrennt betrachtet worden sind, soll dennoch erwähnt werden, dass die beiden Abläufe miteinander interagieren und sich gegenseitig beeinflussen und bedingen. So resultiert eine verminderte Aktivierung der Kniebeuger in einer verminderten Aktivierung des Glutealmuskels, welcher als Hüftstrecker und Abduktor arbeitet. Dieses Defizit kann zu einem Valgus-Kollaps führen, der zum einen eine VKB-Ruptur begünstigen und zum anderen eine Erhöhung des Q-Winkels und damit patello-femorale Schmerzen provozieren kann (Hewett et al., 2010). Genauso wie sich die Ebenen der Bewegung innerhalb eines Gelenks gegenseitig beeinflussen, gibt es auch erhebliche Wechselwirkungen in der gesamten Gelenkkette der unteren Extremität, bestehend aus Hüft-, Knie- und Sprunggelenk.

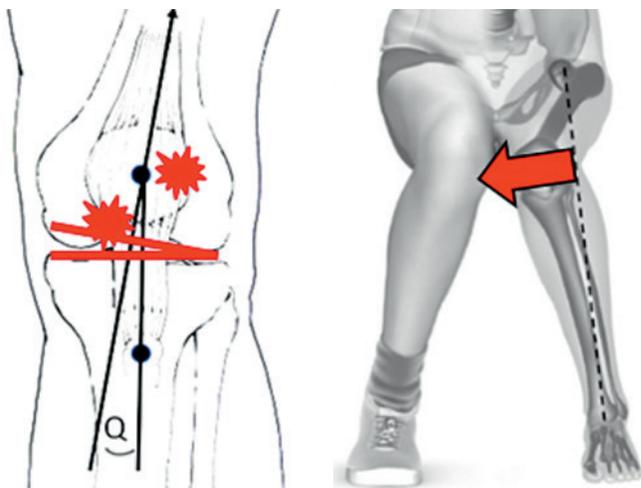


Abbildung 1: Links: Skizzierung des Q-Winkels im Kniegelenk. Ein erhöhter Q-Winkel führt zu einer medialen Aufklappung im Kniegelenk, die zu vorderem Knieschmerz oder einem Patellaspitzenyndrom führen kann. Rechts: Eine erhöhte Knieabduktion bei der Landung nach einem Sprung.

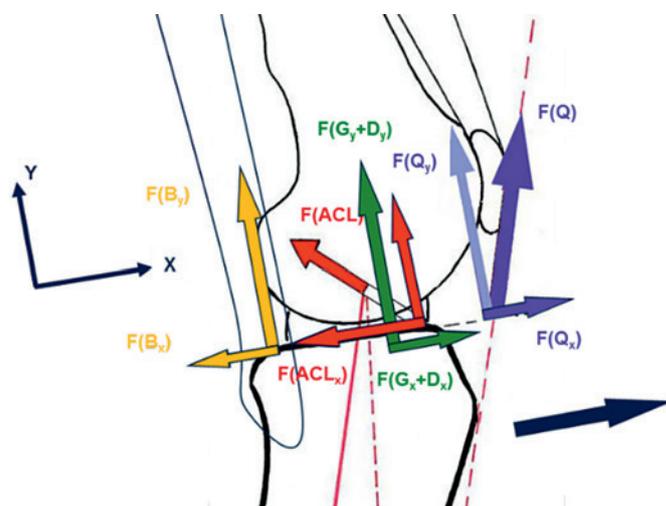


Abbildung 2: Das mechanische System im Kniegelenk: Entlang der anterioren Translation in der Sagittalebene (x-Achse) unterstützen die Kniebeuger (gelb) das vordere Kreuzband (rot, hier vorderes Kreuzband [VKB]) gegen die Belastung der Dynamik und Gewichtskraft (grün) und der Kniestrecker des Quadriceps-Muskels (blau).

Ist eines der Gelenke, z. B. durch Verletzung oder Immobilität, in seiner Funktion eingeschränkt, wird die Funktion über die anderen Gelenke der Kette kompensiert. Eine erhöhte Instabilität im Kniegelenk ist somit nicht ausschließlich auf die das Kniegelenk umgebenden Komponenten zurückzuführen, sondern kann ihren Ursprung auch in Defiziten der Hüft- oder Sprunggelenkmuskulatur haben.

4. Mögliche Trainingsintervention

Eine Erhöhung der Gelenkstabilität im Knie kann zum einen durch eine gezielte Stärkung der Muskulatur oder/und eine Verbesserung des Zusammenspiels der das Knie umgebenden Weichteile (Ligamente, Menisken, Faszien) erreicht werden. Zusätzlich sind spezifische Trainingsansätze an den benachbarten Gelenken (Stichwort „Kette“) eine Trainingsoption. Dabei ist zu beachten, dass jedes benachbarte Gelenk auch für sich in seiner Bedeutung für die spezifische Knieproblematik zu betrachten ist (Gelenk-für-Gelenk-Ansatz). Insbesondere die benachbarten Gelenke erfordern eine hinreichende Mobilität (z. B. Sprung- und Hüftgelenk). Beispielsweise kann ein Gelenk mit Mobilitätsfunktion, wenn es zu steif ist, zu einer übermäßigen Mobilitätsanforderung im benachbarten Gelenk führen. Im Gegensatz dazu kann ein instabiles Kniegelenk in den angrenzenden Gelenken die Bewegungsfunktion einschränken, um die benötigte Stabilität des Beins zu erreichen und die Instabilität des Knies zu kompensieren. Beide Kompensationen führen in den betroffenen Gelenken zu Überbelastung und letztlich zu Schmerzen. In diesen beiden Fällen wäre die Muskulatur als Stabilisator die am einfachsten und am schnellsten durch Training (Dehnung oder Kräftigung) erreichbare Struktur.

Durch eine Trainingsintervention soll die Stabilität des Knies in der Sagittalebene über eine Stärkung der das Gelenk überspannenden Muskulatur erreicht werden. Insbesondere soll die Beugemuskulatur gestärkt werden, um das vordere Kreuzband zu entlasten, Relativbewegungen einzuschränken und eine insgesamt stabilere Gelenksituation zu erreichen. Hypothese unserer Untersuchungen ist, dass die aktive Translation des Knies durch ein gezieltes Training reduziert und damit die Kniegelenkstabilität grundsätzlich erhöht werden kann. Auch heute schon wird Patienten nach VKB-Ruptur geraten, die Beugemuskulatur verstärkt zu trainieren (Hewett et al., 2010).

Es ist bekannt, dass ein Zusammenhang zwischen vorderem Knieschmerz und schwachen Hüftabduktoren existiert. Da-

rüber hinaus konnte gezeigt werden, dass der Schmerz durch ein Training der Hüftabduktoren bzw. Hüftadduktoren reduziert werden konnte (Boling et al., 2006; Mascal et al., 2003). Um demnach eine Fehlstellung und infolgedessen eine Fehlbelastung des Kniegelenks in der Frontalebene zu vermeiden, ist es von Bedeutung, eine mögliche Dysbalance zwischen den Abduktoren und Adduktoren der Hüftmuskulatur zu detektieren und entsprechend zu kompensieren (Potvin et al., 2005). Aufbauend auf dieser Wechselwirkung zwischen den Gelenken soll die Trainingsintervention individuell gestaltet werden, um so gezielt eine Reduktion des muskulären Ungleichgewichts entlang der gesamten „Kette“ zu erreichen.

Wir haben uns von dem Ansatz des Screenings inspirieren lassen und mit Hilfe von anderen funktionellen Trainingssystemen eine auf dieses „Screening“ individuell angepasste Trainingsintervention entwickelt. Die Bewegungsmuster des Screenings bestehen dabei aus einer tiefen Kniebeuge, einem Ausfallschritt und einem Hürdenschritt zur Bestimmung der Beweglichkeit der hinteren Oberschenkel- und Wadenmuskulatur (Cook et al., 2014a; Cook et al., 2014b). Das Screening basiert auf dem bereits erwähnten Gelenk-für-Gelenk-Ansatz und dient der Feststellung, ob in den Gelenken der unteren Extremität ein Mobilitäts- oder Stabilitätsproblem vorliegt.

Spezifische Trainingsintervention im KINGS-Projekt

Im Rahmen des KINGS-Projekts werden die individuellen Kniegelenkstabilitäten von U17-Fußballerinnen eingangs erfasst und die Sportlerinnen gezielt in eine Trainingsintervention eingeschlossen. Diese zielt darauf ab, die Mobilität im Hüft- und Sprunggelenk zu optimieren, um die Sta-

bilität des Knies zu erhöhen. Das individuelle Screening soll dazu dienen, eine mögliche Dysbalance zwischen den Abduktoren und Adduktoren der Hüftmuskulatur zu diagnostizieren. Anschließend erhalten die Athletinnen neben Übungen zur Stärkung der Beugemuskulatur ein individuell angepasstes Trainingsprogramm zur Kräftigung des schwächeren Teils der Hüftmuskulatur.

In dem von uns durchgeführten Screening zeigten 14 von 24 Athletinnen (58 %) eine Schwäche der Hüftabduktoren (Abbildung 3, links) und 10 Athletinnen (42 %) eine Schwäche der Hüftadduktoren (Abbildung 3, rechts). Bei der Trainingsintervention werden diese Defizite berücksichtigt, indem individuelle Zusatzeinheiten in die Trainingspläne eingebaut werden.

Im Folgenden soll detaillierter auf zwei die Trainingsintervention repräsentierende Übungen eingegangen werden:

- a) die zweibeinige Kniebeuge,
- b) die Standwaage bei gebeugtem Knie.

Die Kniebeuge ist beim Fußball häufig Bestandteil eines komplexen Bewegungsablaufs, beispielsweise vor oder nach einer Sprungbewegung. Daher sind die qualitativ hochwertig erlernte Kniebeuge sowie Übungen, die eine Kniebeuge enthalten, sinnvolle Bestandteile der Verletzungsprävention im Fußball (Jöllenbeck et al., 2010). Die Ausführung wird je nach Defizit der Ab- bzw. Adduktoren unterschieden. Im Falle einer Abduktoren-schwäche wird die Übung mithilfe eines Therabandes, das eine Handbreit über der Patella mit Zug nach lateral gespannt wird, durchgeführt. Im Falle einer Adduktoren-schwäche erfolgt die Durchführung mithilfe eines Balls, der sich auf Kniehöhe zwischen den Beinen befindet und dadurch mit Druck nach medial gehalten werden muss. Dies dient der Kräftigung der Ab- bzw. Adduktorenmuskulatur und



Abbildung 3: Beispielhafte Darstellung einer Probandin bei der Durchführung einer Kniebeuge. Die unterschiedliche Ausführung dieser Übung lässt eine Charakterisierung des muskulären Defizits zu. Links: Die Probandin weist eine Schwäche der Hüftabduktoren auf. Mitte: Hier sind keine muskulären Schwächen zu verzeichnen. Rechts: Die Probandin weist eine Schwäche der Hüftadduktoren auf.

fazilitiert die Stabilisierung des Kniegelenks in der Frontalebene. Bei der Ausführung der Übung sollten die zur Beinachse zugehörigen Gelenke, das Sprung- und Hüftgelenk, in einer Linie zueinander ausgerichtet sein. Bei Korrekturen ist darauf zu achten, dass keine aktive Valgisierung des Kniegelenks stattfindet (Jöllnbeck et al., 2010) und der Rumpf parallel zur Tibia gehalten wird (Keller et al., 2016). Eine fehlerhafte Ausrichtung des Rumpfs kann mehrere Ursachen haben, z. B. eine mangelnde Dehnfähigkeit des M. soleus, Bewegungseinschränkungen im oberen oder unteren Sprunggelenk oder fehlende Kraft der rumpfstabilisierenden Muskulatur. Um Verkürzungen der Muskulatur zu vermeiden und eine Sprunggelenksmobilisation zu erreichen, werden zu Beginn der Trainingsintervention Übungen zur Mobilisierung der Mm. solei und gastrocnemii sowie Gelenkmobilisierungen durchgeführt.

Zur zusätzlichen Stabilisierung des Kniegelenks dient die Standwaage. Diese wird in der Flexionsstellung des Knies durchgeführt, während der Oberkörper sich parallel zum Boden neigt. Während die untere Extremität stabil gehalten werden soll, findet in den Armen eine dynamische alterierende Bewegung statt. Auch hierbei sollte wieder auf die korrekte Ausrichtung der Beinachse geachtet werden. Außerdem ist hier eine aktive Stabilisierung des Rumpfs notwendig, um das Gleichgewicht zu halten und die Muskelkette von kaudal bis kranial zu aktivieren.

Kniebeuge und Einbeinstand sind Teilkomponenten, die die Basis vieler alltäglicher und sportlicher Bewegungen darstellen (Keller et al., 2016). Erst mit qualitativ hochwertigem Erlernen dieser Techniken schafft man eine Grundlage, um weiter in Richtung sportartspezifisches Training zu arbeiten. Ähnlich zu graduell ansteigenden Stufenmodellen, die in der Rehabilitation bei Verletzungen der unteren Extremität angewendet werden, kann auch in der Prävention entsprechend gearbeitet werden (Keller et al., 2016). Hierbei wird das Training mit Übungen ohne Impact in der Sagittalebene begonnen (vgl. die oben beschriebenen Übungen). Diese werden graduell gesteigert durch die Hinzunahme von Übungen in der Frontalebene und Sprüngen bis hin zu Übungen mit multidirektionalem Charakter, die im letzten Teil des Präventionstrainings immer sportartspezifischer werden.

Im Rahmen einer zweiten Testreihe nach zwölfwöchigem Training wird die Gelenkstabilität erneut erfasst. Das Ziel ist es, im Retest eine durchschnittlich erhöhte Stabilität im Kniegelenk erreicht zu haben.

Parallel dazu werden das Verletzungsrisiko dokumentiert und die Entwicklung der Athletinnen nachverfolgt, um die Effizienz einer reduzierten Verletzungssituation dokumentieren zu können.

5. Praktische Empfehlungen

➊ Genauso wie eine erfolgreiche Rehabilitation abhängig ist von einer engen Kooperation und einem gegenseitigen Verständnis der Kompetenzen zwischen Athleten, Physiotherapeuten, Athletiktrainern und Trainern (Bizzini et al., 2012), ist dies in der Prävention der Grundbaustein für die erfolgreiche Durchführung von Präventionsprogrammen. Vor Beginn der Trainingsintervention wurde daher eng mit den Trainern kooperiert und die Integration der Trainingsintervention in den Trainingsalltag beschlossen. Das Ziel hierbei ist, den zusätzlichen Zeitaufwand der Athletinnen zu reduzieren und dadurch die tatsächliche Durchführung der Übungen zu gewährleisten. Des Weiteren ist ein präventives Training abhängig von intrinsischen Faktoren der Athleten (Bahr und Krosshaug, 2005). Damit ist die Bereitschaft des Athleten gemeint, die Intervention entsprechend einer sauberen Durchführung zu vollziehen. Um die Motivation hierfür zu steigern, wurden die Athletinnen innerhalb eines Vortrags über die Risiko- und Verletzungsfaktoren von muskulären Defiziten sowie die Auswirkungen von technisch unsauberen Ausführungen und deren Konsequenz während des Fußballspiels aufgeklärt. In diesem Zusammenhang wurden sie für die Wichtigkeit und Notwendigkeit der Trainingsintervention sensibilisiert.

➋ Im Fußball häufig vorkommende Bewegungsabläufe sind Sprünge, Drehbewegungen mit Last auf einem Bein und der Einbeinstand bei Schussbewegungen (Stolen et al., 2005). Eine unsaubere Durchführung dieser Bewegungsabläufe stellt häufig die Ursache von Verletzungen dar (Jöllnbeck et al., 2010). Die bereits beschriebenen Knievalgusstellungen bei Bewegungen in der Kniebeuge werden beispielsweise häufig bei Athletinnen im Zusammenhang mit einer Kreuzbandruptur beobachtet. Das Ziel ist es demnach, die unsauber ausgeführten Bewegungen mit hohem Verletzungsrisiko durch qualitativ hochwertige Bewegungsausführungen zu ersetzen. Diese bewusst und korrekt erlernten Bewegungen sollen automatisiert werden, um im Spiel und Wettkampf abgerufen werden zu können. Gerade bei Jugendlichen sollte daher vermehrt auf koordinativer Ebene mit direkter Rückmeldung und Korrektur gearbeitet werden, um durch eine Grundlage von technisch korrekten Bewegungs-

abläufen eine Übertragung auf das sportartspezifische Training erzielen zu können, welches daraus resultierend ökonomischer abläuft (Weineck et al., 2004). Bei Untersuchungen der Effektivität von sensorischen Übungen mit VKB-rupturierten Patienten zeigt die Gruppe, die unter Aufsicht und Anleitung trainiert, einen deutlich besseren Effekt im Vergleich zu der Gruppe, die ihr Training eigenständig durchführt (Ageberg et al., 2001). Ebenso wurde gezeigt, dass bei präventiven Interventionen ein häufiges Korrigieren notwendig ist, da die Qualität der Bewegung den entscheidenden Effekt erzielt (Jöllnbeck et al., 2010). Um die Bewegungsabläufe demnach richtig zu erlernen, sind ständige Kontrollen und Korrekturen durch Trainer, Physiotherapeuten oder Athletiktrainer notwendig.

➌ Durchführung von Training der Beugemuskulatur, um ein Kräftegleichgewicht herzustellen und damit auch die Belastung auf das vordere Kreuzband – durch reduzierte Gelenktranslation in Bewegungen – zu reduzieren. Ein individuell angepasstes Training ist dringend notwendig, da je nach Stabilität in der Frontalebene des Athleten eine Unterscheidung zwischen Abduktoren- und/oder Adduktorentraining vorgenommen werden muss.

Die Literaturliste zu diesem Beitrag steht auf www.leistungssport.net zum Download bereit.

Korrespondenzadresse

Dr.-Ing. Heide Boeth, Julius Wolff Institut, Charité - Universitätsmedizin Berlin, Centrum für Sportwissenschaft und Sportmedizin, Philippsstr. 13, Haus 11, 10115 Berlin
E-Mail: Heide.Boeth@charite.de

Summary

Joint instability and options for stabilising the knee joint through training

In the high level sport of young athletes, there is a significant increase of knee and overuse injuries. To prevent such injuries, knee stability must be increased. Based on measuring individual joint stability, a customised training intervention has been developed with the aim to compensate for muscle imbalances and improve knee stability.