



Rehabilitation nach Kreuzbandplastik: Return to Sports

Die Ruptur des vorderen Kreuzbandes (VKB) ist eine häufige Verletzung im Sport mit geschätzten 2 Millionen Verletzten weltweit pro Jahr. Die Verletzung nimmt in ihrer Häufigkeit stetig zu.¹ Es existiert erstaunlich wenig Evidenz bezüglich einer korrekten Rehabilitation und der Kriterien zur Reintegration in den Sport, die für den verletzten Sportler das angestrebte Ziel darstellt. Wir verwenden ein vierstufiges Rehabilitationsprogramm und ein standardisiertes Testsystem, das uns erlaubt, in Zusammenarbeit mit den behandelnden Therapeuten die Zeitpunkte für eine stufengerechte Reintegration in den Trainingsalltag und schliesslich in den kompetitiven Sport individuell zu beurteilen.

Die VKB-Ruptur ist eine häufige Verletzung im Sport und die VKB-Plastik ist zu einem der häufigsten Prozedere in der orthopädischen Chirurgie geworden. Insbesondere der junge Sportler, der sein Leistungsniveau vor der erlittenen Verletzung wieder erreichen möchte, ist ohne Rekonstruktion kaum zu therapieren, die VKB-Plastik ist damit zu einer Standardprozedur beim verletzten Sportler geworden. An unserer Institution rekonstruieren wir in den meisten primären Fällen mit einer autologen Semitendinosussehne in einer All-inside-Technik.

Neben der Rekonstruktion des Bandes sind eine korrekte stufengerechte Rehabilitation, eine stufengerechte Belastungssteigerung und eine sorgfältige Reintegration in den Sport für eine erfolgreiche

Rückkehr in den Sport unabdingbar.²⁻⁴ Wir arbeiten hierfür mit einem vierstufigen Rehabilitationsprogramm und testen den Athleten in einem standardisierten Test nach 6 und 9 Monaten, um den Rehabilitationsfortschritt zu beurteilen und die folgende Rehabilitationsstufe und schliesslich die Reintegration in den Wettkampf freigeben zu können. Das Ziel der Rehabilitation ist neben dem Wiedererlangen des vorbestehenden sportlichen Niveaus die Prävention einer Reruptur der VKB-Plastik oder einer VKB-Ruptur der Gegenseite. Die Rehabilitation zur Prävention der Reruptur dauert in unseren Händen mindestens 9 Monate.^{2,5} Es ist erwiesen, dass eine vollständige Rehabilitation mit Reintegration in den Sport langfristig zu einer besseren Lebensqualität führt.²

KEYPOINTS

- Die Rehabilitation bis hin zur vollständigen Reintegration in den Trainings- und Wettkampfbetrieb erfolgt in 4 Phasen.
- Die 4 Phasen laufen nacheinander in einem Schema ab, die Dauer der Phasen ist aber individuell nach dem Fortschritt des Patienten anzupassen.
- Die Phasenziele sollen erreicht werden, bevor die nächste Phase begonnen wird. Mit fortschreitender Rehabilitation passen sich die Phasenziele den sportartspezifischen Zielen des therapierten Athleten an.
- Die Entscheidung für die Wiederaufnahme sportlicher Aktivitäten, die Steigerung der Belastung und abschliessend auch für die vollen Reintegration in die Mannschaft, in wettkampfnahen Trainingssituationen und schliesslich den kompetitiven Sport ist eine Entscheidung des medizinischen Teams (Therapeuten und Operateur) und nicht des Trainerstabes.

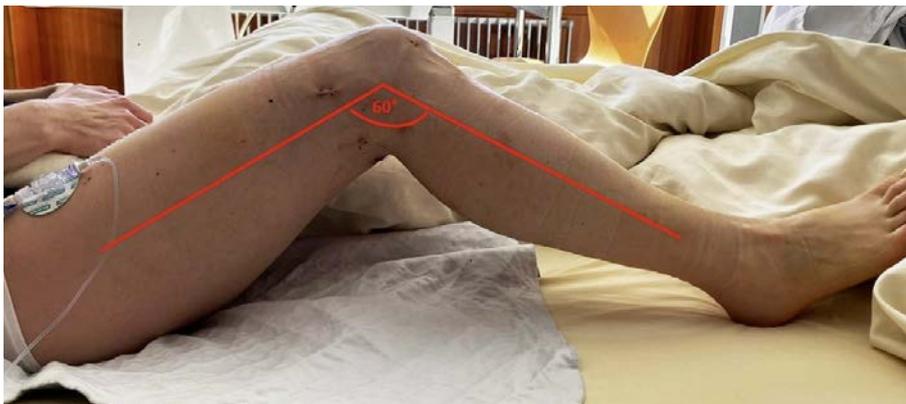


Abb. 1: Flexion 60° erster Tag nach VKB-Plastik

Phase 1: stationäre und frühe ambulante Phase

Die Ziele der ersten Phase sind die Reduktion von Schmerz und der Schwellung, das heisst, es werden hier primär die inflammatorischen Folgen des Eingriffs behandelt. Sie dauert individuell 1-3 Wochen postoperativ.

Die therapeutischen Massnahmen umfassen Ruhe, Kompression, Kühlung und das intermittierende Hochlagern. Die aktive, initial assistierte Mobilisation im vollen Umfang ist vom ersten Tag an möglich,

weiter wird von Beginn an ein isometrisches Quadrizepstraining durchgeführt. Eine Motorschiene (CPM) zur rein passiven Mobilisation wenden wir hingegen nur in Ausnahmefällen bei ängstlichen oder durch den Spitalaufenthalt «gelangweilten» Patienten an. Eine Stockentlastung erfolgt je nach Beschwerden für 1–2 Wochen unter entsprechender Thromboembolieprophylaxe, eine analgetische/antiphlogistische Medikation erfolgt zumindest in den ersten 3 Tagen konsequent und wird in der Folge je nach den subjektiven Beschwerden reduziert und angepasst. Sport mit Belastung der unteren operierten Extremität ist selbstverständlich nicht möglich, ein angepasstes Konditions- und Krafttraining unter Belastung der oberen Extremität kann nach Athletenwunsch geplant werden.

Diese Phase wird anhand der klinischen Beurteilung der Wundverhältnisse, Kniegelenkserguss und Weichteilschwellung abgeschlossen. Wir streben bereits hier eine nahezu volle Streckung und eine Flexion von 90° an (Abb. 1).

Phase 2: ambulante Frührehabilitation

Das Ziel der zweiten Phase ist die Steigerung der Beweglichkeit und der Koordination, sie dauert individuell von der 3. bis zur 12. Woche postoperativ.

Es erfolgt initial je nach Beschwerden eine aktiv assistierte, zum Schluss aber sicher rein aktive Mobilisation des Knies. Das isometrische Quadrizepstraining wird fortgeführt und ein Training der Flexion wie auch der Extension in offener kinematischer Kette mit Eigengewicht eingeführt. Weiter erfolgen die Gehschulung sowie ein Propriozeptions- und Koordinationstraining (beispielsweise auf dem Balanceboard).

Im Alltag ist in dieser Phase eine volle Belastung möglich, im Sport sind unter Belastung der unteren Extremität das Training auf dem Fahrradergometer mit deutlich reduzierter Belastung, Schwimmen im Crawlbeinschlag, Aquajogging sowie Jogging auf kontrolliertem Untergrund (Laufband oder Bahn) möglich. Wir schliessen diese Phase ab, wenn 15 Minuten Training auf dem Fahrradergometer oder eine entsprechende Belastung beim Jogging möglich sind. Es erfolgt selbstverständlich auch zu diesem Zeitpunkt eine klinische Beurteilung der Bandstabilität und der Beweglichkeit durch den behandelnden Opera-



Abb. 2: Sportartenspezifische Rehabilitationsübungen, z. B. Sprünge mit Rotation

teur, bei der wir eine symmetrische Flexion und eine Extension bis 0° anstreben.

Phase 3: Muskelaufbau

Die dritte Phase fokussiert sich auf den Kraftaufbau und die Wiederaufnahme des vorbestehenden Belastungsprofils bei der Arbeit und in der Freizeit, explizit unter Ausschluss kompetitiver Belastungen oder Trainingssituationen, die diesen nahekommen. Der Athlet wird ausserdem instruiert, pivotierende Belastungen zu meiden; entsprechende Gefährdungen je nach ausgeübter Sportart werden mit dem Patienten und dem behandelnden Sporttherapeuten besprochen.

Es erfolgt ein gezielter Kraftaufbau in geschlossener und offener Kette, wobei auch die Extension in offener Kette ab dem 4. Monat nach der Rekonstruktion zunehmend mit Belastung durch Fremdgewichte trainiert wird; das isometrische Training wird fortgeführt. Wir bevorzugen ein Training gemischt in offener und geschlossener Kette und legen im Hinblick auf eine Reduktion des Rezidivrisikos grossen Wert auf eine seitensymmetrische Rehabilitation des M. quadriceps.^{5–7} Das neuromuskuläre Training mit Koordinationstraining – beispielsweise auf dem Balanceboard – wird fortgeführt; je nach sportlichen Zielen des Patienten werden hier erste Sprungtrainings und Trainings mit dem Ball eingeführt.

Beim Sport sollen zum Ende dieser Phase ca. 85% der vorher bestehenden Belastung erreicht sein, im Alltag soll nun eine uneingeschränkte Belastung möglich sein. Jogging ist zum Ende dieser Phase auf jedem Untergrund möglich, allerdings sind unsichere Gelände (wie nasse, wurzeldurchzogene Single Trails) zur Prävention einer Ruptur zu meiden. Je nach Trainingsabsichten des Athleten wird er entsprechend instruiert. Weiter erlauben wir klassisches Langlaufen und Schwimmen im Crawlbeinschlag. Skating und Brustbeinschlag sind bei begleitender Verletzung der medialen Bandstrukturen jedoch noch zu meiden. Das sportartenspezifische Training soll sich nach den Zielen und Ambitionen des Patienten richten und ihn durch Rehabilitationsfortschritte motivieren. So hat es beispielsweise keinen Sinn, einen Langläufer extensiv mit dem Ball arbeiten zu lassen. Hingegen sollen beim Freestyle-Athleten rotierende Sprünge eingeführt werden (Abb. 2).

Zum Abschluss dieser Phase erfolgt in unseren Händen neben der klinischen Beurteilung durch den Operateur ein standardisierter Test. Wir beurteilen hier die Einschätzung des Patienten anhand des «Knee Osteoarthritis Outcome Score» (KOOS).⁸ Im Hinblick auf das Erreichen der 4. Rehabilitationsphase ist hier die «Subscala 4» von besonderem Interesse.⁹ Durch die Physiotherapeuten erfolgen eine Messung der isokinetischen Kraft, Sprung-



Abb. 3: Triple-hop-Distanzsprünge

plattentests und bei entsprechenden Resultaten abschliessend ein Single- und Triple-hop-Test.

Phase 4: Return to Sports

Das Ziel der 4. Phase ist die Wiederaufnahme der sportlichen Aktivitäten, wie sie vor dem Unfall ausgeübt wurden, mit dem Ziel der Wiedereingliederung in den Wettkampfbetrieb und in den Mannschaftssport, falls dieses Ziel denn vor dem Unfall schon bestanden hat. Es ist dabei zu berücksichtigen, dass 83% der Patienten wieder sportfähig werden, aber nur 50–63% wieder Sport auf dem Niveau, wie es vor dem Unfall bestand, betreiben können.^{1,2,10–12}

Diese Phase dauert vom 7. bis zum 12. Monat nach Trauma,² je nach Trainings- und Rehabilitationsfortschritt kann die letzte Phase bis zum erfolgreichen Abschluss aber auch bis zu 24 Monate nach Rekonstruktion fort dauern, die biologische

Einheilung des Transplantates kann bis zu 2 Jahre nach Rekonstruktion dauern.^{5,13}

Der gezielte beidseitige Muskelaufbau der kniegelenksübergreifenden Muskulatur wie auch das neuromuskuläre Training werden fortgeführt, zudem werden nun vermehrt sportartenspezifische Übungen und Belastungssituationen, wie zum Beispiel beim Freestyle-Athleten Sprünge mit Rotationen, in die Therapie eingeführt. In unserem Setting begleitet der Therapeut den Athleten auch bei ersten Trainings in der realen Trainingsumgebung, beispielsweise den Snowboardathleten beim freien Fahren auf der Piste, um in der realen Trainingsumgebung korrigierend einwirken zu können.

Es ergibt sich daraus, dass bei entsprechenden Testresultaten ab dem 10. Monat keine Einschränkungen mehr bestehen und initial unter kontrollierten Bedingungen sämtliche Bewegungsmuster, die für den jeweiligen Sport nötig sind, freigegeben werden. Zur Beurteilung werden nach

9 Monaten der KOOS, der Single- und Triple-hop-Test sowie die Krafttestung wiederholt. Ziel ist es, 90% der Leistung der unverletzten Seite zu erreichen. Bei erfolgreichem Test und entsprechender Beurteilung durch den behandelnden Therapeuten sowie Operateur ist eine volle Wiedereingliederung in den Sport möglich. Diese Beurteilung erfolgt konsequent durch das Behandlungsteam und nicht durch den Trainerstab!

Testbatterie

Die erwähnten Tests werden an unserer Klinik bei Athleten, aber auch allen anderen Patienten nach Rekonstruktion des VKB durchgeführt. Bei Athleten sowie bei isolierter Rekonstruktion des VKB erfolgen sie nach 6 Monaten, bei kombinierten Rekonstruktionen und damit verzögerter Rehabilitation, beispielsweise aufgrund einer initial verlängerten Teilbelastung, erfolgt der Test individuell verzögert. Je nach Resultat und bei Athleten zur Beurteilung des Rehabilitationsfortschritts wird der Test nach 3 weiteren Monaten wiederholt. Der Patient füllt bei uns den gesamten KOOS aus,⁸ zur Beurteilung bezüglich Return to Sports ist die «Subscala 4» von entscheidendem Interesse.⁹ Sie umfasst 5 Fragen:¹⁴

Hatten Sie Schwierigkeiten letzte Woche, als Sie ...

1. in die Hocke gingen?
2. rannten?
3. hüpfen?
4. sich auf Ihrem verletzten Knie umdrehen?
5. sich hinknieten?

Die Antworten werden von 0 bis 4 Punkten gewertet, aufsteigend von keinen über wenige, einige, grosse bis sehr grosse Schwierigkeiten. Beim Athleten streben wir insgesamt 4 oder weniger Punkte an, wobei Abweichungen von mehr als 1 Punkt mit dem Patienten individuell besprochen werden. Gerade in Kapitel 5 zeigen sich grosse Unterschiede bezüglich der Erwartungshaltung und der objektivierbaren Befunde.

Im Anschluss absolviert der Patient eine isokinetische Krafttestung im Seitenvergleich. Wir testen hier die Maximal- und Schnellkraft in offener kinematischer Kette bei 60° bzw. 240° pro Sekunde. Für eine vollständig abgeschlossene Rehabilitation und damit eine volle Reintegration in den vorbestehenden Trainings- und Wettkampfbetrieb sind bei Athleten Werte im

Seitenvergleich von 90% der Leistung des gesunden Beines anzustreben. Beim Nichtleistungssportler sind eventuell niedrigere Werte mit den angestrebten Zielen zu korrelieren, sie werden mit dem Patienten entsprechend besprochen und die Risiken je nach Testresultat und angestrebter Sportart erklärt. Ebenso wird der Quotient der Beuge- zur Streckmuskulatur bestimmt, bei dem männliche Athleten mindestens 62,5%, Athletinnen 55% im Minimum erreichen sollen.⁹

Weiter absolvieren die Patienten Sprungplattentests. Wir testen hier beid- und einbeinige Counter-Movement-Sprünge sowie beidbeinige Squat-Sprünge. Bei zumindest akzeptablen Resultaten können abschliessend Single-hop- und Triple-hop-Distanzsprünge getestet werden. Wie bei der Krafttestung werden hier im Vergleich zur gesunden Seite Leistungen von mindestens 90% angestrebt, bevor eine volle Sportfreigabe erfolgen kann (Abb. 3). ■

Autor:

Dr. med. **Hans-Curd Frei**
Chefarzt Chirurgie/Orthopädie
Spital Davos AG
E-Mail: hfrei@spitaldavos.ch

■04

Literatur:

1 DeMille P, Chiaia TA: Controverses in return to play. In: Pediatric and Adolescent Knee Surgery. Wolters Kluwer 2015; 13: 101-8 **2** Filbay SR, Grindem H: Evidence-based recommendations for the management of anterior cruciate ligament (ACL) rupture, Best Pract Res Clin Rheumatol 2019; 33(1): 33-47 **3** Grindem H et al.: Simple decision rules can reduce reinjury risk by 84% after ACL reconstruction: the Delaware-Oslo ACL cohort study. Br J Sports Med 2016; 50(13): 804-8 **4** Kyritsis Pet al.: Likelihood of ACL graft rupture: not meeting six clinical discharge criteria before return to sport is associated with a four times greater risk of rupture. Br J Sports Med 2016; 50(15): 946-51 **5** Brinlee A et al.: ACL reconstruction rehabilitation: clinical data, biologic healing, and criterion-based milestones to inform a return-to-sport guideline. Sports Health 2022; 14-5: 770-9 **6** Belloir M et al.: Influence of the open kinetic chain on the distension of the transplant after anterior cruciate ligament surgery with hamstring graft: search for risk factors. Int J Physiother 2020; 7: 256-63

7 Risberg MA et al.: We need to implement current evidence in early rehabilitation programs to improve long-term outcome after anterior cruciate ligament injury. J Orthop Sports Phys Ther 2016; 46(9): 710-3 **8** Collins NJ et al.: Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS): systematic review and meta-analysis of measurement properties. Osteoarthritis Cartilage 2016; 24(8): 1317-29 **9** Kessler S et al.: Der Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score - ein Funktionsfragebogen zur Outcome-Messung in der Knieendoprothetik. Z Orthop Ihre Grenzgeb 2003; 141(3): 277-82 **10** Ardern CL et al.: Return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: a systematic review and meta-analysis of the state of play. Br J Sports Med 2011; 45(7): 596-606 **11** Ardern CL et al.: The impact of psychological readiness to return to sport and recreational activities after anterior cruciate ligament reconstruction. Br J Sports Med 2014; 48(22): 1613-9 **12** Ardern CL et al.: Fifty-five per cent return to competitive sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: an updated systematic review and meta-analysis including aspects of physical functioning and contextual factors. Br J Sports Med 2014; 48(21): 1543-52 **13** Rabuck SJ et al.: Anterior cruciate ligament healing and advances in imaging. Clin Sports Med 2013; 32: 13-20 **14** Gold Testmanual. Eine Initiative des Komitees Ligamentverletzung der Deutschen Kniegesellschaft e.V. (DKG); www.deutsche-kniegesellschaft.de

NEWS

Wie sich Muskeln durch Training verändern

Epigenetische Informationen sind ein wichtiger Faktor für die Reaktion von Muskeln auf Training.

Bei regelmässigem Training kommt es in Muskeln zu umfangreichen Umbauten. Dies schlägt sich in typischen Trainingseffekten nieder: Die Muskeln ermüden weniger schnell, stellen mehr Energie bereit und können Sauerstoff besser nutzen. «Dass sich Muskeln an sportliche Belastungen anpassen, ist nichts Neues», sagt Prof. Dr. pharm. Christoph Handschin, der am Biozentrum der Universität Basel forscht. «Wir wollten herausfinden, was genau dabei im Muskel geschieht.» Er und sein Team haben nun neue Erkenntnisse im Fachjournal «Nature Metabolism» veröffentlicht.¹

In der Studie wurden untrainierte mit trainierten Mäusen verglichen und es wurde untersucht, welche Gene ihre Aktivität durch das Training verändern. «Da der Umbau des Muskels durch Ausdauersport so massiv ist, dachten wir, dass sich die Anpassungen auch in den Genen widerspiegeln würden», sagt Erstautorin Regula Furrer.

«Entgegen unseren Erwartungen sind im Ruhezustand in einem trainierten Muskel im Vergleich zum untrainierten relativ wenige Gene, nämlich nur etwa 250, in ihrer Aktivität verändert. Im Gegensatz dazu werden direkt nach einer Trainingseinheit zwischen rund 1800 und 2500 Gene reguliert.» Wie viele und welche Gene aktiv sind, hängt dabei stark vom Trainingszustand ab. So aktiviert Ausdauertraining im untrainierten Muskel beispielsweise Gene für Entzündungen, ausgelöst durch winzige Beschädigungen, die wir als Muskelkater kennen. «In trainierten Mäusen sehen wir das nicht, bei ihnen sind eher Gene aktiv, die den Muskel schützen. Trainierte Muskeln reagieren vollkommen anders auf den Trainingsstress», erklärt Furrer. «Sie sind effizienter und robuster, können besser mit der Belastung umgehen.»

Doch wie ist es möglich, dass die Muskeln je nach Trainingszustand so unter-

schiedlich reagieren? Die Antwort fanden die Forschenden unter anderem in der Epigenetik. Durch epigenetische Modifikationen, chemische Markierungen im Erbgut, werden Gene an- oder ausgeschaltet. «Erstaunlich war, dass sich das epigenetische Muster zwischen untrainierten und trainierten Muskeln so stark voneinander unterscheidet und dass einige dieser Modifikationen bei Schlüsselgenen auftreten, die selbst zahlreiche andere Gene steuern», so Furrer. Dadurch wird bei sportlicher Betätigung in trainierten Muskeln ein anderes Programm in Gang gesetzt als in untrainierten. (red) ■

Quelle:

Universität Basel; www.unibas.ch

Originalpublikation:

1 Furrer R et al.: Molecular control of endurance training adaptation in male skeletal muscle. Nat Metab 2023; online ahead of print