

Zeitschrift: Physiotherapie = Fisioterapia
Herausgeber: Schweizerischer Physiotherapeuten-Verband
Band: 35 (1999)
Heft: 6

Artikel: Nachbehandlung bei Status nach Operation des vorderen Kreuzbandes
Autor: Keulen, Pieter
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-929389>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 11.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Nachbehandlung bei Status nach Operation des vorderen Kreuzbandes

Pieter Keulen, Sportphysiotherapeut I.A.S./dipl. Sporttrainer (C.I.O.S),
Rehazentrum Luzern. Korrespondenzadresse, Hochrütistrasse 36, 6005 Luzern

Über die Nachbehandlung von Patienten mit Status nach Kreuzbandoperationen sind verschiedene Meinungen vorhanden, und oft wird die konservative Methode der eher «aggressiven» Methode vorgezogen. Es existieren verschiedene Ansichten von Physiotherapeuten und Chirurgen. In den letzten Jahren jedoch kann eine Tendenz zur progressiveren Frühbelastung des operierten Beines festgestellt werden. Dieser Artikel möchte die progressivere Methode unterstützen, aus den Erfahrungen, die der Autor mit vielen VKB-Patienten gemacht hat, nicht zuletzt wegen der vielen (physiologischen-psychologischen) Vorteile und der früheren Reaktivierung zum Sporttreiben. In diesem Artikel konzentriert sich der Autor auf die Nachbehandlung. Als Ersatz für das lädierte Vordere Kreuzband (VKB) wurde vom Chirurgen $\frac{1}{3}$ der Patellasehne genommen.

Shelbourne u.a. haben eine Untersuchung bei Patienten nach einer VKB-op. 2 und 6 Jahre nach einem progressiven Programm gemacht und festgestellt, dass Patienten, welche mit der traditionellen Methode behandelt worden sind, eher Komplikationen mit der Beweglichkeit und Beschwerden mit Patella-Femorale hatten als Patienten, die ein progressives Training absolviert hatten.

Diese progressive Rehabilitation weist folgende Vorteile auf:

- schnellere Regeneration von Matrix und Synovia
- Strukturierung des Gewebes auf Druck- und Zugkräfte
- weniger Verlust der Propriozeption
- frühzeitige Aktivität des Muskelkorsetts
- verklebung prophylaktisch (patella-femoral und intra-artikuläres Gewebe)
- grosser mentaler Vorteil für den Patienten
- schnellere symmetrische Belastung des ganzen Körpers.

Langdauernde Ruhestellung ist in diesem Fall also völlig unerwünscht, da dies grössere physiologische Nachteile mit sich bringt:

- Muskelatrophie und Atrophie der Sehnenansätze
- Knochenatrophie
- Atrophie der Gelenkknorpel (bei Abwesenheit von Bewegungsstimuli findet eine Dedifferenzierung der intrazellulären Matrix und eine Deaktivierung der Chondrocyten statt)
- verminderte Zugfestigkeit der intakten periartikulären Gewebe.
- neuromuskuläres System: verminderte Koordination, verminderte Aktivität und somit Kraftverlust und Atrophie.

Die Rehabilitation kann in drei wichtige Phasen aufgeteilt werden:

A. Die Entzündungsphase (0–2/3 Tage)

Diese Phase beginnt unmittelbar nach der Operation. Ziel der Entzündungsreaktion ist:

1. Abbruch und Abfuhr von beschädigtem Gewebe und abgestorbenen Gewebeanteilen, Abbruch und Abfuhr von Hämatomen.

2. Ansatz zur Reparatur von verletztem Gewebe. Blut füllt die Wunde aus und koaguliert, um die Blutung zu stillen. Zu diesem Zeitpunkt ist keine aktive Therapie erforderlich.

Das physiotherapeutische Hauptziel besteht in der Schmerzstillung. Dies sollte nicht mit der Verwendung von Eis geschehen!

Das Training der Muskelkraft ist in dieser Phase unnötig, da der Schmerz einen Spinalreflex auslöst, der die Muskeln um das verletzte Gelenk hemmt. Man sollte in dieser Phase die Natur ihre Arbeit machen lassen und das Knie eher in Ruhe lassen. Nur passive Bewegung mittels «Kinetec» ist sinnvoll.

B. Die Proliferationsphase (3–21 Tage)

In dieser Phase ist der Körper noch mit der Reparatur beschäftigt. Die Fibroblasten werden durch die entzündlichen Substanzen angezogen. Die Zellen wandern in die Wunde und fangen an sich zu teilen, um ein Reparaturgewebe zu bilden (Rouggraff konnte in einer Studie zeigen, dass sich nach drei Wochen Fibroblasten im neuen VKB bilden).

Kollagene Bindegewebebrücken zwischen dem lädierten Gewebe führen schliesslich zu einer zug- und dehnungsfesten Narbe. Zu Beginn ist noch absolut keine Struktur im Kollagen vorhanden. Die Fasern verlaufen völlig durcheinander, und eine Struktur ist zu diesem Zeitpunkt nicht zu erkennen. Weil die Belastbarkeit auf Zug und Dehnung eingeschränkt ist, hat dies wichtige Folgen für die Belastbarkeit des betreffenden Gewebes. Während dieser Phase ist die Bewegung sehr wichtig. Man sollte hier mit der Belastung innerhalb der Schmerzgrenze und mit einem normalen Bewegungsverlauf beginnen.

Die kleine, netzartige Faserstruktur, die sich inzwischen in der Wunde entwickelt hat, informiert die Fibroblasten über die Richtung, in der während einer Bewegung Spannung ausgeübt wird. Bei Patienten, deren Bewegungsfreiheit nicht eingeschränkt ist, erhält das heilende Gewebe die richtigen Informationen. Bei der funktionellen Wiederherstellung sollte der Akzent auf der Mobilisierung, Training der Koordination und Propriozeption, Training der aeroben Ausdauer und der allgemeinen Kraft liegen.

C. Remodellierungsphase (21–300/500 Tage)

In dieser Phase strukturieren sich die neuen Bindegewebe nach Zug- und Dehnungsbelastungen. Diese Zug- und Dehnungsmomente werden immer besser und belastbarer.

Die Remodellierungsphase ist die Phase des vorsichtigen Übergangs von allgemeinen zu spezifischeren Übungsformen. Die Konditionsfaktoren Kraft, Schnelligkeit, Ausdauer und Beweglichkeit

müssen auf die sportspezifische Art weiterentwickelt werden. Die Revaskularisation könnte nach 20 Wochen wieder vollständig sein. Aber nach ungefähr einem Jahr kommt das neue Band vaskulär, histologisch und strukturell mit einem normalen Kreuzband überein.

Mobilität

Der Patient muss sehr schnell lernen, das Knie wieder zu belasten (siehe obengenannte Vorteile). In den ersten drei Wochen hat die Mobilität Priorität (patella-femoral und Flexion/Extension). Erreicht der Therapeut innerhalb der ersten vier bis sechs Wochen noch nicht die völlige Mobilität, wird er grössere Schwierigkeiten haben, die vollständige Beweglichkeit des Knies zu erreichen, weil sich das Gewebe an die neue Situation angepasst hat.

Für die Verbesserung der Mobilität gelten folgende Ausgangspunkte:

- Die aktive Muskelkontraktion wirkt direkt mobilisierend auf Kapsel und Bänder, mit welcher sie direkt verbunden sind.
- Die Bewegungen, welche durch die richtige Koordination der Muskulatur ausgeübt werden, wirken fördernd auf die natürlichen Roll- und Gleitbewegungen im Gelenk. Dadurch werden Kapsel und Ligamente indirekt mobilisiert.

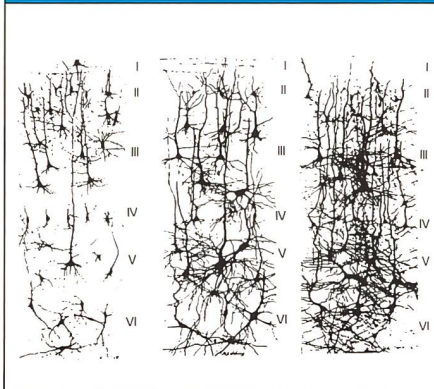
Für die Ausführung bedeutet dies ruhige Bewegungen in alle Richtungen, innerhalb der Schmerzgrenze, mit einer hohen Wiederholungsfrequenz. Man sollte nicht zu stark mobilisieren, weil dann ein muskulärer Spasmus entsteht, der einen Schutzmechanismus gegen einen zu starken Stress auf das Gewebe auslöst. Dem patella-femorale Gelenk sollte spezielle Beachtung geschenkt werden, um spätere Chondromalacie zu verhindern. Dies kann durch Translationen, Kompressionen und viel Bewegung erreicht werden.

Propriozeption

Wichtige Grundeigenschaft ist die Koordination und Propriozeption. Bei St.n.VKB ist die Koordination von einzelnen Muskelgruppen untereinander gestört, was vor allem bei späterer sportlicher Betätigung mit überraschenden unkontrollierten Bewegungen Bedeutung erlangt.

Durch die Verletzung entsteht sehr schnell ein Verlust der Proprioseptoren, was unter anderem ein unsicheres Gefühl im Knie verursacht. Der Patient hat Mühe zu stabilisieren. Ziel des Trainings ist es, vermehrt Proprioseptoren zu entwickeln. Je mehr Proprioseptoren im Gewebe vorhanden sind, desto schneller kann ein Patient auf eine Balancestörung reagieren.

Nervenzellen und ihre Faserverbindungen

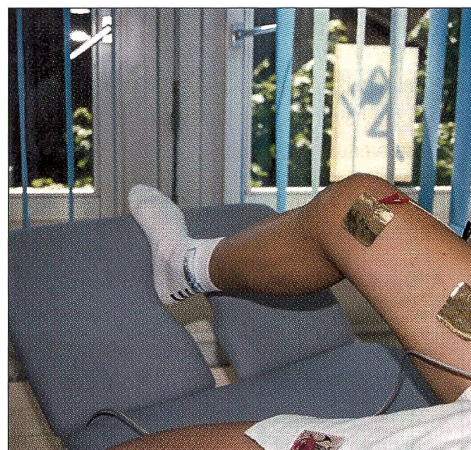


Durch intensives Training findet eine zunehmende Vernetzung statt.

Deswegen ist es wichtig, dass der Patient aufgrund seines Muskelgefühls den normalen Bewegungsverlauf so schnell wie möglich wieder beherrscht. Eine schlechte Propriozeption kann einen Patienten daran hindern, wieder normal seine Aktivitäten auszuführen. Oft wird der Patient das Gefühl behalten, dass bei einer schlechten Propriozeption das Knie erneut subluxieren kann.

Wichtig für den Patienten ist die Aufnahme eines Lauftrainings. Die Intensität sollte in der ersten Phase sehr gering sein, sich dann jedoch steigern. In der Rehabilitation sollte ab ungefähr der 6. Woche mit dem Lauf-ABC angefangen werden. Diese Laufformen bewirken, dass das neue Gewebe eine sehr gute propriozeptive Information über den Bewegungsverlauf erhält. Wenn in der Praxis oder in der direkten Umgebung genügend Platz vorhanden ist, um dieses Training durchzuführen, sollte nicht darauf verzichtet werden!

Elektrostimulation: Der Patient liegt (oder steht) in einer geschlossenen Kette. Während des Elektroimpulses (7 bis 10 Sek.) soll der Patient versuchen, Druck auf das operierte Bein auszuüben und gleichzeitig den mm. Quadriceps anzuspannen.



Kraft

Im Anfangsstadium der Rehabilitation (bis ungefähr 5 Monate) sollte man hauptsächlich in geschlossenen Ketten trainieren, weil dies für den Patienten viel funktioneller ist, weniger patella-femorale Schmerzen verursacht und die Rehabilitation kürzer ist als bei einem Training in offenen Ketten. Training in geschlossenen Ketten bedeutet weniger Stress auf das neue Kreuzband als bei Übungen mit offenen Ketten.

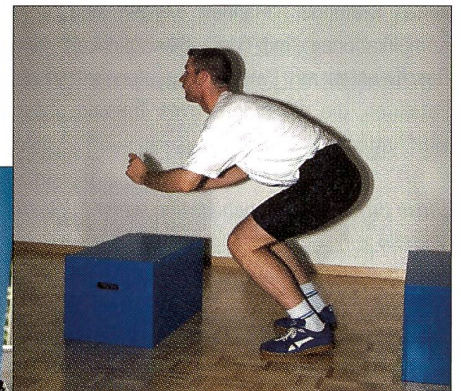
Entscheidet sich der Therapeut, während der ersten Phase der Rehabilitation Elektrostimulation anzuwenden, sollte er dies mit dem operierten Bein in einer geschlossenen Kette durchführen. Der Patient soll während des Elektrizitätsimpulses die Muskulatur isometrisch anspannen.

Statische Kontraktionen führen zu einer Kraftzunahme in derjenigen Position, in der sich das Knie gerade befindet (mit einem «Overflow» von 10 bis 20 Grad ober- und unterhalb dieses Gelenkwinkels). Nach fünf Wochen stagniert die Wirkung dieser Trainingsform und ist deshalb über diesen Zeitraum hinaus nicht mehr geeignet. In der Proliferationsphase kann mit dem Kraftausdauertraining angefangen werden. Dieses Kraftausdauer ist der erste Schritt im sogenannten Kraftrehabbaum und hat folgendes Ziel:

- Sauerstofftransport/Stoffwechsel
- Regeneration/Strukturierung des Gewebes
- Aufbau des aeroben Vermögens der Muskulatur.

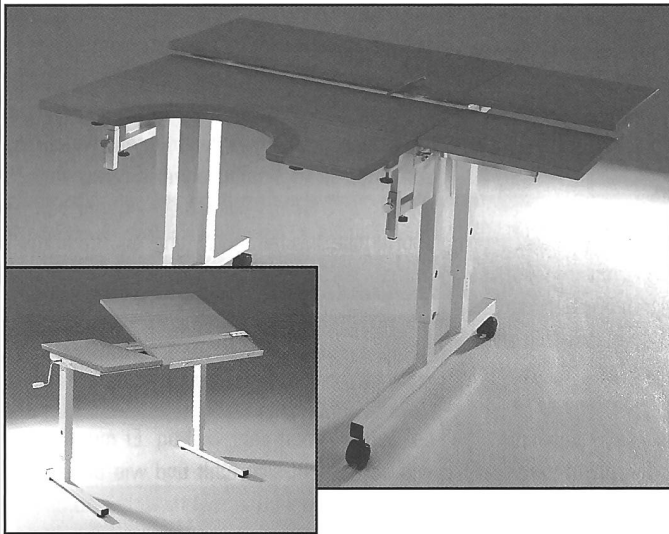
Sollten Patienten Probleme mit der Mobilität haben, dann kann das extensive Kraftausdauertraining sehr gut mit der Mobilisierung kombiniert werden. Die Beinpresse ist für diesen Zweck ein geeignetes Kraftgerät. Das Knie sollte innerhalb der Schmerzgrenze belastet werden.

Durch die Belastungen im Kraftausdauerbereich wird das Gewebe funktionell belastet, Synovia



Plyometrie: Plyometrie ist ein Teil des spezifischen Krafttrainings.

Neu: Behindertengerechte PC-Tische



Dazu Ergotische rollstuhlgängig, Einzeltische, Gruppentische, Bobathliegen.

Verlangen Sie den Gesamtkatalog bei:

medExim
Sportmedizin & Rehabilitation

Solothurnstrasse 180
2540 Grenchen
Tel. 032 645 22 37
Fax 032 645 27 08

LASER-THERAPIE

Der LASER für schwierige Fälle

Neu
Kurse für
Laser-Anwender.
Verlangen
Sie unseren
Kursprospekt.

Tel 041 768 00 33
Fax 041 768 00 30

E-Mail: lasotronic@lasotronic.ch
<http://www.lasotronic.ch>

Weitere Modelle
von 10 - 50mW
rot und infrarot
Pocket-Therapy-
Laser
Akupunktur-Laser
Komplett-Systeme
mit Scanner
bis 400mW
Dental-Laser
60-300mW

*Analgesie
Regeneration
Immuno-Stimulation
Entzündungshemmung*

MED-2000
120mW-830nm

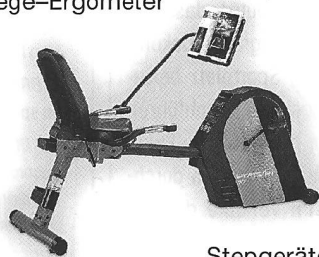
LASOTRONIC®

LASOTRONIC AG Blegistrasse 13 CH-6340 Baar-Zug



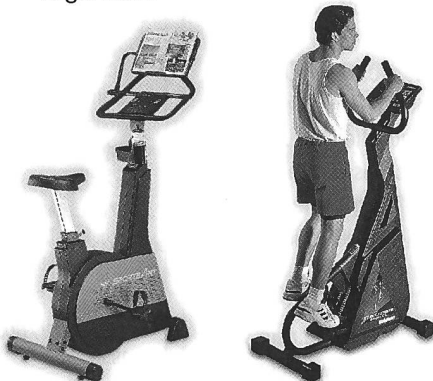
CARDIO-GERÄTE

Liege-Ergometer

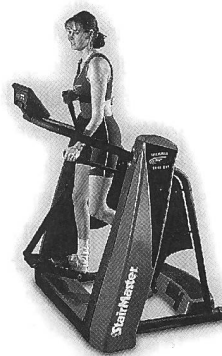


Stepgeräte

Ergometer



Ellipticals



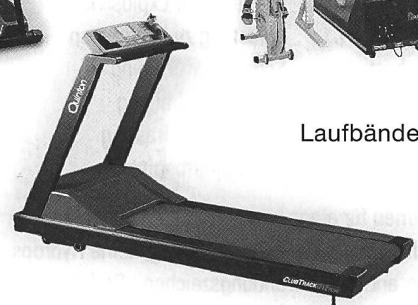
Rudergeräte



Pneumatic Weight-Liftingsystem



Laufbänder



Landstrasse 129
5430 Wettingen

Tel. 056 427 43 43
Fax 056 426 60 10

shark-fit@swissonline.ch
www.shark-pro.ch



StairMaster

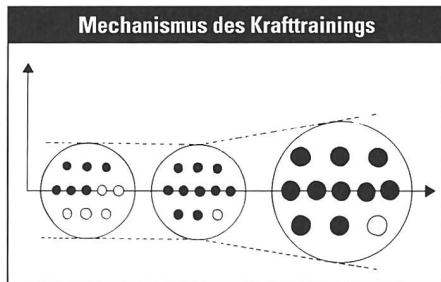
SR

**PANATTA
SPORT**

SPORTS/RT

wird produziert und zusätzlich die Beweglichkeit verbessert.

Der weitere Verlauf des Kraftrehabaums ist abhängig vom Patienten. Die Belastung eines vielleicht unsportlichen Büroangestellten ist anders als bei einem (Top)-Sportler. Bei einem eher unsportlichen Patienten ist das Ziel die Wiederaufnahme seiner Arbeit und vielleicht ein Hypertrophietraining.



Zuerst kommt es zu einer verbesserten intramuskulären Innervation, dann erst folgt die Muskelhypertrophie. ● kontrahierte, ○ nicht kontrahierte Muskelfaser.

Für einen Sportler ist dies völlig ungenügend, denn sein Ziel liegt auf einem ganz anderen Niveau. Dieser Sportler muss zum Beispiel wieder Sprünge mit Drehbewegungen ausführen können.

Sein Endziel liegt bei der Plyometrie: Die plyometrische Trainingsmethode wird oft auch als Elastizitätstraining oder reaktives Training bezeichnet. Es handelt sich hierbei um einen Dehnungsreflex der elastischen Teile des Muskels. Durch diesen Dehnungsreflex entsteht eine grössere Innervation der sonst nicht aktivierten Muskelfasern. Dies führt schliesslich zu einer höherer und schnellerer Übergangsphase. Plyometrische Belastungen spielen eine grosse Rolle im alltäglichen Leben, wie beispielsweise beim Rennen, bei Sprüngen, beim Werfen usw. und ist Teil des spezifischen Krafttrainings.

Der Aufbau des Kraftrehabaums (Rehabilitationsverlauf) sieht folgendermassen aus:

1. Schritt: – Kraftausdauer (extensiv und intensiv)
2. Schritt: – Hypertrophietraining
3. Schritt: – submaximales Training
4. Schritt: – maximales (Test-)Training, um unter anderem die Schnell- und Explosivkraftbelastung zu bestimmen
5. Schritt: – Schnellkrafttraining
6. Schritt: – explosives Training
7. Schritt: – spezifisches Training
- Letzter Schritt: – Wettkampfbeginn

Kriterien für einen weiteren Schritt im Rehabaum sind: eine schmerzfreie Belastung, keine Hydrops oder andere Entzündungszeichen, Stabilisation

der Belastbarkeit. Der Patient muss ein «gutes Gefühl» im Knie haben. Besonders Sportler mit einer grossen Trainingserfahrung können dem Therapeuten genau sagen, wann mit «seinem Gefühl» im Knie etwas nicht stimmt. Solche Äusserungen sollten die Therapeuten nicht unterschätzen!

Spezifisches Training

Das spezifische Krafttraining dient in erster Linie der Umsetzung des verbesserten allgemeinen Kraftverhaltens in die Wettkampfbewegung. Mit dem spezifischen Training kann relativ früh angefangen werden (ungefähr ab der 6. Woche). Selbstverständlich liegt die Belastung auf einem anderen Niveau als am Ende des Rehabaums. Sehr wichtig ist, dass der Therapeut eine Analyse macht, welches die sportsspezifischen Bewegungen des Sportlers in dessen Sportart sind. Diese Analyse ist notwendig, um den Sportler optimal für die Wiederaufnahme seiner Sportaktivitäten vorzubereiten.

Beispiel: Handball: Welche motorischen Eigenschaften braucht dieser Sportler?

- aerobe Grundausdauer
- Sprungkraft
- Wurfkraft
- Schnelkraft
- Schnelligkeit
- anaerobe A-Laktische Kapazität, Leistungsfähigkeit (Intervallarbeit ist dabei wettkampfspezifisch)

Wenn der Therapeut diese Analyse gemacht hat, sollte er einen Plan mit einem methodischen Aufbau zusammenstellen. Dies bedeutet, dass der Sportler vom Therapeuten ein Programm bekommen sollte, das er auf einem Sportplatz beziehungsweise in der Trainingshalle durchführen kann. Meist ist der Raum in der Praxis zu klein, um alle analysierten Grundeigenschaften durchzuführen. Man sollte also im Verlaufe der Behandlung die sportsspezifischen Bewegungen mit oder ohne Spielmaterial einbauen, so dass die Wettkampfbewegungen so oft wie möglich imitiert werden.

Handball ist ein körperbetontes Spiel. Das heisst, der Sportler hat es mit einem Gegner zu tun, der ihn vom Toreschiessen abhalten will. Für den Therapeuten bedeutet dies, dass er die Rolle des Gegners übernehmen sollte, um seine Patienten methodisch zu belasten (der Therapeut ist also eher ein physikalischer Trainer).

Oft wird der Sportler in der Therapie unterfordert, das heisst, er wird nicht auf seinem Wettkampfniveau belastet. Um so schwieriger ist es dann zu entscheiden, wann der Sportler wettkampfmässig wieder belastbar ist.

Hat ein Sportler den letzten Schritt im Rehabaum bestanden, ist er wettkampfmässig wieder belastbar.

Die «Traumabewegung» sollte viele Male unter erschwerten Umständen imitiert werden.

Der Handballer sollte die sportartspezifischen Bewegungen (gemäss Analyse) mit gegnerischer Einwirkung problemlos durchführen können. Dieser Zeitpunkt liegt normalerweise zwischen sechs und neun Monaten und ist abhängig von der sportartspezifischen Belastung und dem Therapieresultat.

Schlusswort

Das «Fingerspitzengefühl» des Therapeuten ist bei seiner Arbeit sehr wichtig. Er muss spüren, wie der Patient sich fühlt und wie belastbar er ist. Dabei ist ein guter methodischer Aufbau und eine sportsspezifische Analyse wichtig, um das Rehabilitationsprogramm optimal durchzuführen.

LITERATURLISTE

BARRACK: Evidence of Reinnervation of Free Patellar Tendon Autograft Used for ACL reconstruction. American Journal of Sport Medicine, Volume 25, März/April 1997, Nummer 2, Pagina: 196–202.

BIEDERT: Postoperative Belastbarkeit des Bewegungsapparates. Muskuläre Rehabilitation Band 3, Pagina: 18–27.

BYNUM: Open versus Closed Chain Kinetic Exercises After ACL-Reconstruction. American Journal of Sport Medicine, Volume 23, Jul/August 1995, Nummer 4, Pagina: 401–406.

HEERSKENS en RIJSWIJK: Secundaire gewrichtsstijfheid. Fysiotherapeutische consequenties van immobilisatie van het kniegewricht. Fysiotherapie 1988.

HUIJBREGTS en CLARIJS: Krachttraining en revalidatie in sport.

MAC. DONALD: Proprioception in ACL-deficient and reconstructed Knees. American Journal of Sport Medicine, Volume 24, November/Dezember 1996, Nummer 6, Pagina 774–778.

MORREE, J.J. DE: Normale Funktion des Bindegewebes und seine Reaktion auf physische Belastung und auf Ruhestellung nach Trauma. Seminar Zürich 1997.

SHELBOURNE: Ligament Stability Two to Six Years After ACL Reconstruction with Autogenous Patellar Tendon Graft and Participation in Accelerated rehabilitation Program. American Journal of Sport Medicine, Volume 23, Sept./Okt. 1995, Nummer 5, Pagina: 575–579.

SETO u. a.: Rehabilitation of the Knee after ACL Reconstruction. The Journal of Orthopaedic and Physical Therapy, 1989, Pagina: 8–18.

WEINECK, J.: Sportbiologie 5. Auflage.

WINGERDEN V./GOOLBERG V.D.: I.A.S. Scriptie, 1995/1996.

WINGERDEN V.: Acute hulp en revalidatie na bandletsels. Richting sportgericht 1995, Pagina: 140–144.

FUNCTIONAL SQUAT SYSTEM

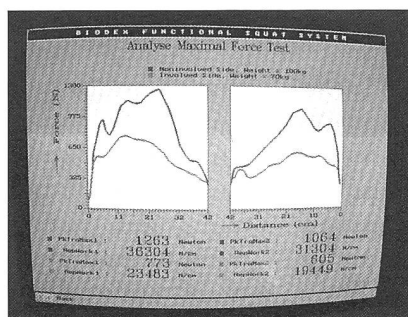
Das erste *funktionelle* System speziell entwickelt für die prä- und postoperative Rehabilitation des Knies in der funktionell geschlossenen Kette.

VKB REHABILITATION

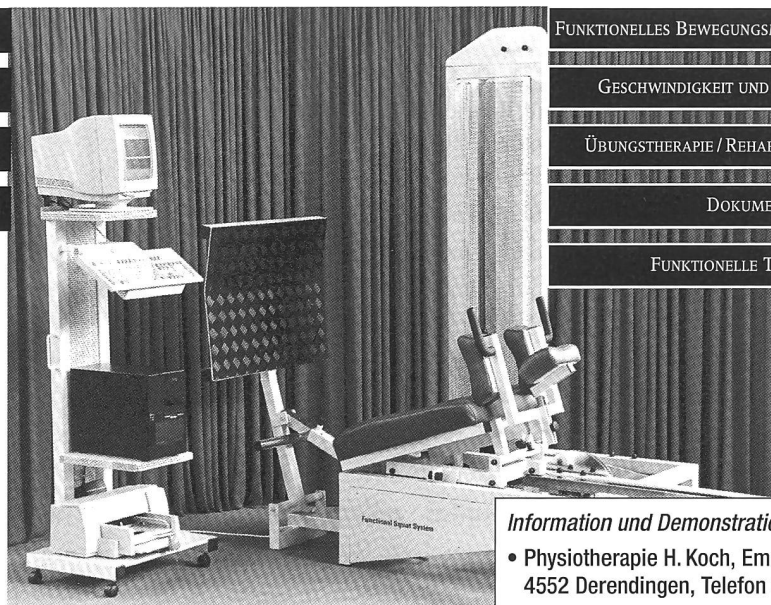
HKB REHABILITATION

ST. N. MENISCEKTOMIE

PATELLA FEMORALE DYSFUNKTION



Links-Rechts-Vergleich in Kraftleistungsregistrierung. Bei max. Squattest Kurven überlap.



Lieferbar nur mechanischer Squat oder mit Mess- und Software-Einrichtung.

FUNKTIONELLES BEWEGUNGSMUSTER, ECHTE SQUAT

GESCHWINDIGKEIT UND KRAFTREGISTRIERUNG

ÜBUNGSTHERAPIE / REHABILITATIONSPROTOKOLL

DOKUMENTATION, EVALUATION

FUNKTIONELLE TRAININGSPROGRAMME

Information und Demonstration:

- Physiotherapie H. Koch, Emmenhofallee 3
4552 Derendingen, Telefon 032 - 682 33 22
- Kölla AG, Reppischtalstrasse
8914 Aegstertal, Telefon 01 - 761 68 60



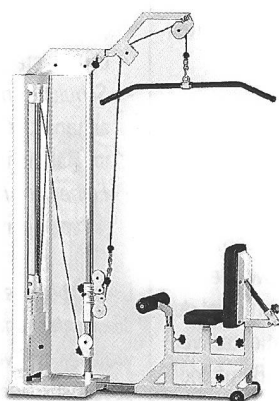
Landstrasse 129
5430 Wettingen

Tel. 056 427 43 43
Fax 056 426 60 10

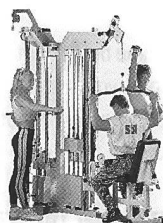
shark-fit@swissonline.ch
www.shark-pro.ch



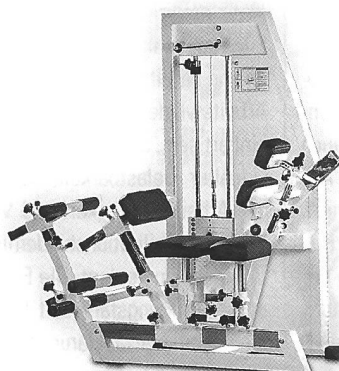
REHABILITATIONS-GERÄTE



Zugapparate mit
Mehrfachübersetzung für
Explosions-Kraftübungen



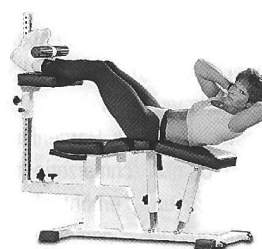
Ausbau zu verschiedenen
Mehrfachstationen



Trainingsgeräte für
Physiotherapie / MTT



Multifunktionsgeräte für
Physiotherapie / MTT



Bänke und Massageliegen

StairMaster



PANATTA
SPORT

SPORTSART