

Zeitschrift:	Physiotherapeut : Zeitschrift des Schweizerischen Physiotherapeutenverbandes = Physiothérapeute : bulletin de la Fédération Suisse des Physiothérapeutes = Fisioterapista : bollettino della Federazione Svizzera dei Fisioterapisti
Herausgeber:	Schweizerischer Physiotherapeuten-Verband
Band:	21 (1985)
Heft:	2
Artikel:	Übungstherapie nach Kreuzbandoperationen
Autor:	Rondhuis, G.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-930096

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: 09.01.2026

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

Übungstherapie nach Kreuzbandoperationen

Autor: G. Rondhuis, Physiotherapeut

Übersetzung: J. van Enckevort, Physiotherapeut

Übungstherapie ist im allgemeinen nach Kniebandverletzungen sehr wichtig. Man unterscheidet vier Gruppen:

1. Übungstherapie bei chronischen Instabilitätsproblemen des Knies
2. Übungstherapie nach konservativ behandelten, akuten Kniebandverletzungen
3. Übungstherapie nach primären Kniebandrekonstruktionen
4. Übungstherapie nach sekundären Kniebandrekonstruktionen

Was Muskelkräftigung und Koordinationstraining angeht, sind die Zielsetzungen bei allen vier Gruppen gleich.

Kürzlich erschienene Studien von u.a. Glove und Miller über die konservative Behandlung der vorderen Kreuzbandverletzungen zeigen, dass man bei dieser Patientengruppe gute Resultate erreichen kann (publiziert im Journal of bone and joint surgery, Feb. 1983). Sie betonen neben einer guten Quadricepsfunktion auch die Wichtigkeit gut funktionierender Ischiocrurals.

Zielsetzungen, welche auch für die operativen Gruppen 3 und 4 gelten:

Die Zielsetzungen unterscheiden sich oft von denen der ersten Gruppe, v.a. in den ersten vier postoperativen

Monaten. Dies wird v.a. bestimmt durch einige fundamentale Behandlungsprinzipien, welche speziell in dieser Anfangsphase Einschränkungen enthalten. Der Physiotherapeut kann hier nicht wie beim Übungsprogramm der Gruppe 1 alles machen, was er möchte.

Der Unterschied zwischen den Gruppen 2, 3 und 4 besteht vor allem in der Dauer der Genesungsperiode. Im Rahmen dieses Artikels wird nur die Übungstherapie nach sekundären Kniebandrekonstruktionen besprochen und dies gezielt auf eines der beiden Kreuzbänder.

Sekundäre Rekonstruktionen sind Rekonstruktionen am Band-, resp. Sehnenmechanismus des Knies nach einer chronischen Instabilität, oder wenn überdehntes Gewebe nicht «primär» wiederherstellbar ist. Dies können die Kreuzbänder (zentral)

sein, aber auch der Band- und Sehnenmechanismus an der Außenseite des Knies (peripher). Kombinationen sind ebenfalls möglich. Andrews, ein bekannter amerikanischer Kniechirurg, sagt u.a., dass das Ergebnis bei 75% der Fälle durch das postoperative Rehabilitationsprogramm bestimmt wird. Diese Rehabilitation und v.a. der Übungsstoff wird vorgegeben durch die Kenntnisse der prä- und postoperativen Anatomie. Ich beabsichtige nicht, eine ausführliche Betrachtung über Mobilisierung, Muskelkräftigung oder Koordinationstraining zu geben. Was jetzt folgt, ist eine Besprechung von einigen Behandlungsprinzipien, welche ein möglichst intensives Übungsprogramm garantieren müssen, ohne Schaden am rekonstruierten vorderen oder hinteren Kreuzband anzurichten.

Die Dauer des Rehabilitationsprogramms ist unterschiedlich. Dies aus 2 Gründen. Erstens existiert ein Meinungsunterschied über die ligamentäre Erholungsmöglichkeit. Noyes schreibt, dass erst nach 12 Monaten eine vollständige Zugfestigkeit der vorderen Kreuzbandplastiken zu erwarten ist. Eine Plastik kann auf dem Operationstisch völlig stabil sein, direkt postoperativ besteht eine Erweichungsphase, weswegen wir sehr vorsichtig arbeiten müssen, damit kein Schaden entsteht. Nach Noyes besteht nach 5 postoperativen Monaten noch 21% Verlust an Zugfestigkeit. Zweitens besteht auch ein Meinungsunterschied über die Belastbarkeit der Plastik bei verschiedenen Winkeln innerhalb des Flexions-Extensions-Ausmasses.

Andererseits ist für die Wiederherstellung dieser Zugfestigkeit (oder Ordnung der kollagenen Fasern) notwendig, dass diese Plastik belastet wird. Gerade auch durch diese scheinbar entgegengesetzten Anforderungen ist die Interpretation bezüglich eines Rehabilitationsprogramms oft so unterschiedlich. In unserer Klinik haben wir drei Phasen, Gesamtdauer 8 Monate:



Bild 1:
Die Lenox-Hillsschiene, gegenwärtig ausgeführt mit einem einfach einzustellenden Flexions-Extensions-Stop.

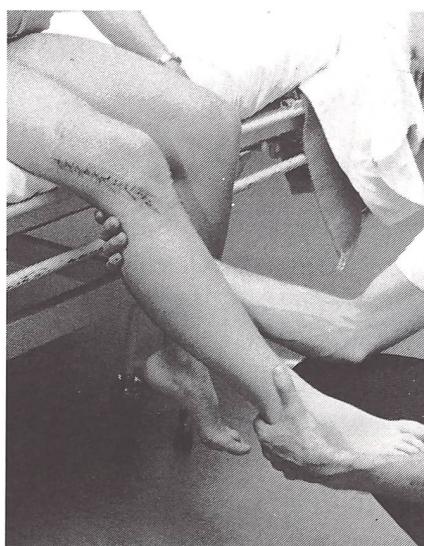


Bild 2:
Unbelastete Flexions-Extensions-Übungen in der klinischen Phase mit Hilfe des Physiotherapeuten.



Bild 3:
Patellamobilisationen in laterale, mediale und distale Richtung.

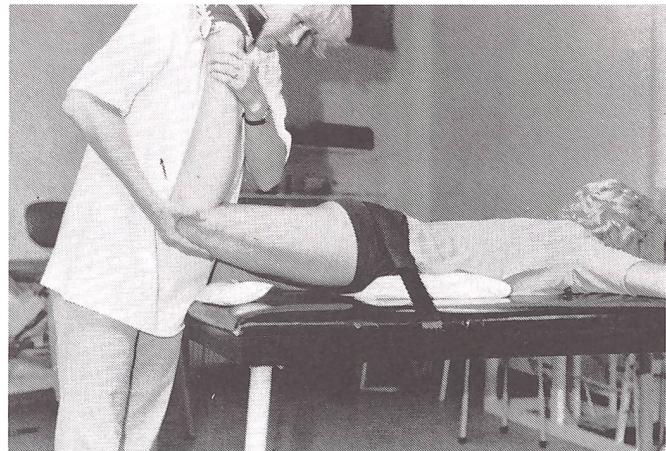


Bild 4:
Mobilisation des «Streckapparates» mit Hilfe der Hüftextension.

1. beschränkte unbelastete funktionelle Phase 0–8 Wochen
2. beschränkte belastete funktionelle Phase 8–16 Wochen (Diese zwei Phasen gehen etwa über 4 Monate, und man betrachtet sie als Schutzphasen.)
3. leichte bis unbeschränkte funktionelle Phase 16–36 Wochen (Diese Phase dauert auch länger als 4 Monate und wird gekennzeichnet durch eine progressive funktionelle Belastung.)

Vor allem in der zweiten Phase wird oft eine Übungsschiene verwendet, welche für die notwendige Sicherheit sorgt (Abb. 1). Das sportliche Endresultat wird erst nach 12 Monaten bestimmt. Dies sind also einfache Abmachungen zwischen Arzt und Physiotherapeut.

Betreffend Übungstherapie haben wir es hier mit Mobilisation, Muskelkräftigung und Koordinationstraining zu tun. Hier muss man sich immer fragen, wie gross der Winkel sein darf und welche Form von Muskelaktivität verlangt werden darf.

Mobilisationsmöglichkeit ab 3. postoperativem Tag:

Klinisch wird innerhalb des verabredeten Flexions-Extensions-Ausmas-

ses passiv mobilisiert (Abb. 2). Je nach aktiver Stabilität des ganzen Beines wird mehr geführt, aktiv geübt. Die wichtigste Ursache für das Ausbleiben v.a. der Flexion ist die Verklebung der Bursa suprapatellaris. Bei einer solchen Verklebung ist es unmöglich, das Knie optimal zu beugen (Fig. 1). Der Gleitmechanismus ist insuffizient. Wir kennen drei Möglichkeiten, um schon in der Frühphase (also mit beschränktem Flexions-Extensions-Ausmass) diese Bursa zu mobilisieren.

Erstens mittels Massage und Patellamobilisationen in mediale, laterale und distale Richtung (Abb. 3). Zweitens durch Bewegungen innerhalb des verabredeten Flexions-Extensions-Ausmasses. Bei Einschränkung des «Streckapparates» tritt bei der passiven Bewegung an der Bewegungsgrenze ein Kompressionspunkt dorsal im Knie auf. Um diese anguläre Bewegung trotzdem durchführen zu können, ist eine begleitende Translation dorso-ventral notwendig. In vielen Fällen sind Traktionen

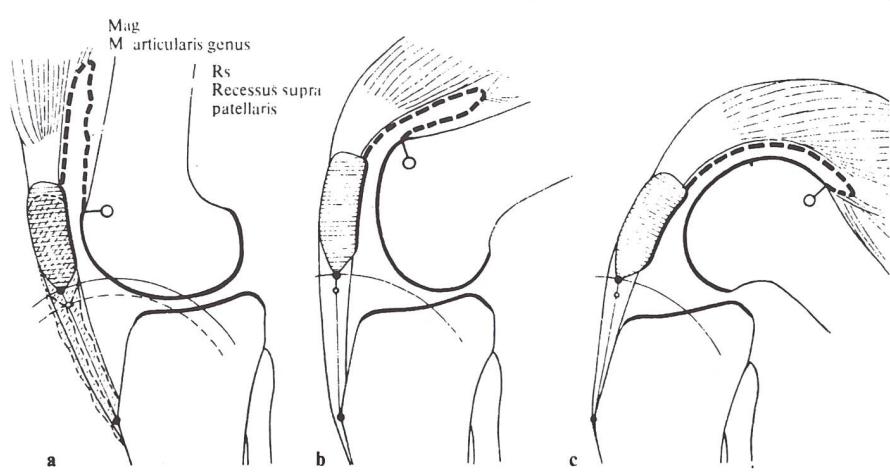
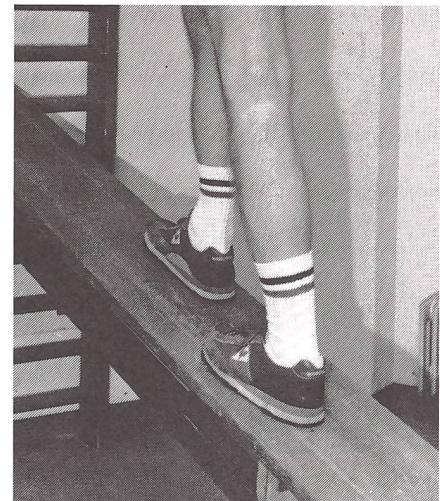


Fig. 1:
Die Lokalisation der Bursa suprapatellaris. Verklebungen geben ernsthafte Funktionsstörungen. (Müller W. Das Knie, Abb. 284 a-c)



*Bild 5:
Extensionsmobilisation mit Hilfe von Translationen.*



*Bild 6:
Aktive Extensions-Übung durch Rückwärtslauf auf einer ansteigenden Fläche.*

und aktive Ischiocruralanpassung (nicht bei hinteren Kreuzbandoperationen) ebenfalls gute Ergänzungen. Drittens können wir den ganzen Streckmechanismus mobilisieren mittels Hüftextension und Dehnung des Rectus femoris ohne den Winkel des Knie zu verändern (Abb. 4).

Was die Grenze der Flexion angeht, müssen wir ein optimales Resultat anstreben. Durch die besseren Operationstechniken beträgt diese Flexion nun 140°–145°. Extensionsmobilisation geschieht in erster Linie ohne extreme Quadricepsaktivität. In späteren Phasen kann der Quadriceps eine sehr wichtige Rolle spielen bei der Extensionsverbesserung, wobei bedacht werden muss, dass bei zunehmender Extension (v.a. wenn dies durch den Quadriceps geschieht), das vordere Kreuzband vermehrt unter Spannung gesetzt wird. Translationen sind in späteren Phasen möglich (Abb. 5). Die wichtigsten Indikationen sind:

- kapsuläre Verklebungen, welche nahe am Gelenk lokalisiert sind (also keine Bursa suprapatellaris)
- nicht gut funktionierende Plastiken

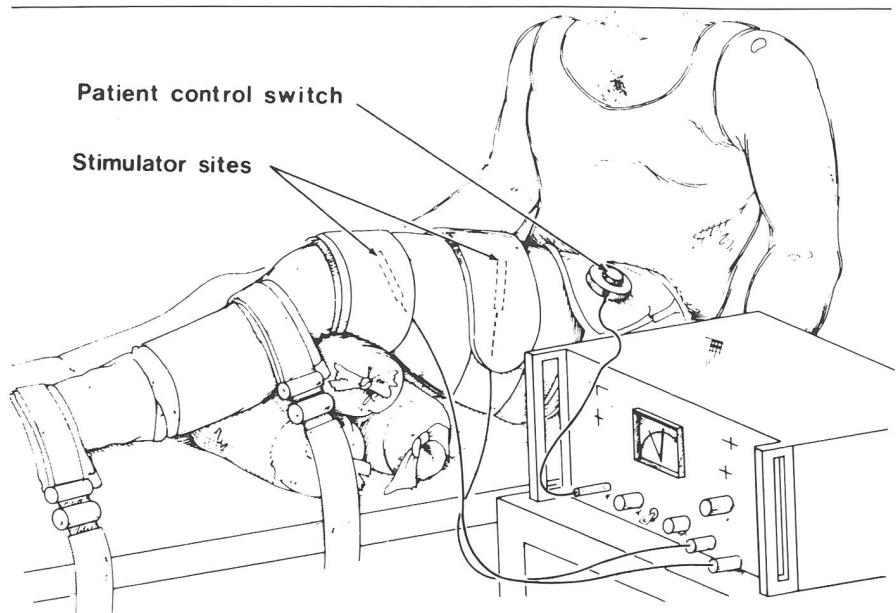
Eine gute Übung zur Verbesserung der Extension ist das Rückwärtsgehen auf einer ansteigenden Ebene.

Dadurch entsteht ein immer wiederkehrendes Extensionsmoment (Abb. 6).

Muskelkräftigung:

Hier kann man mit Elektrotherapie beginnen. Erikson gibt z. B. an, dass Elektrostimulation wertvoll wäre zur

Bekämpfung von Muskelatrophien (und Muskelverklebungen – Anmerkung des Übersetzers); dies v.a. bei eingeschränktem Flexions-Extensions-Ausmass. Wichtig hierbei sind auch Winkel und Fixationen (Fig. 2). Die Muskelkräftigung betrifft alle direkt oder indirekt beteiligten Muskeln. Als direkt beteiligt werden jene

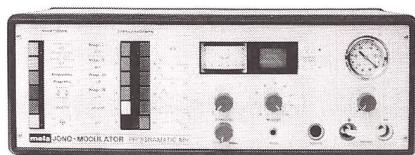


*Fig. 2:
Fixation durch Bänder bei Elektrostimulation einer vorderen Kreuzbandrekonstruktion (Brewster C.E. Rehabilitation for anterior cruciate reconstruction fig. 6 The journ. of orth. and sp. vol 5 no. 3)*



NEUHEITEN

Reizstrom-Therapie



• IONO MODULATOR PROGRAMATIC und MEMO:

Universelle Reizstrom-Therapiegeräte. Diodynamische Ströme: MF, DF, CP, LP, RS. Impulsströme: Stochastischer Reizstrom. Dreieckströme, Schwellstrom, Gleichstrom für Iontophorese.

• IONO MODULATOR MEMO:

individuell programmierbar!

• IONO MODULATOR PROGRAMATIC MM UND MV:

mit 4 Therapieprogrammen, vollautomatisch ablaufend. Für Niederfrequenz- und Mittelfrequenz-Therapie.

IONO MODULATOR PROGRAMATIC MV:

mit eingebautem Vakuumerzeuger mit Pulsator.

• NEMECTRODYN 2 / ENDOVAC 2

– Free Line, die neue Gerätekonzeption für die moderne Interfrequenzstrom-Therapie.

Das Nemectrodyn 2 bietet die in der Elektrotherapie unentbehrlichen Behandlungsarten:

- reine Mittelfrequenz zur Erzeugung mittelfrequenter Effekte
- zweipolare Interferenz zur Erzeugung niederfrequenter Effekte in der Oberfläche
- vierpolige Interferenz zur Erzeugung nieder- und mittelfrequenter Effekte in der Oberfläche oder in der Tiefe des Gewebes.



Verbrauchsmaterial

• Verwenden Sie die neuen hygienischen Frottée-Tücher **Frottesana** in Ihrer Praxis. **Frottesana**-Tücher sind nach dem Sanitized-Verfahren antimikrobiell behandelt: Das einzige Frottée-Tuch, das Sie vor Hautpilzen und geruchbildenden Bakterien sicher sein lässt.

- **FROTTESSANA** Handtuch 50 x 70 cm
- **FROTTESSANA** Liegen-, Sauna- u. Badetuch 100 x 200 cm

• FRIGEL Ultraschall-Kontaktgel

Schweizerfabrikat – hautfreundlich – Ph-Wert dem Säuremantel der Haut angepasst – fettet nicht – Lieferbar in 0,5-Liter-Fläschchen und in 5-Liter-Grosspackungen.

Wir senden Ihnen gerne ein Muster



FRICAR AG,
8031 ZÜRICH
Förrlibuckstrasse 30
Telefon 01 - 42 86 12

BON

Bitte ausschneiden
und einsenden an:

FRICAR AG
Förrlibuckstrasse 30,
8031 Zürich

Ich interessiere mich für:

- Offerte für
 FRIGEL-Muster (Gewünschtes bitte ankreuzen)

Name _____

Strasse _____

PLZ/Ort _____

® Prelloran für Pechvögel

Prelloran Gel

Prelloran Crème

bei Prellungen

Quetschungen

Zerrungen

Verstauchungen

bei entzündeten

schmerzenden

Muskeln und Sehnen

Prelloran
wirkt prompt
analgetisch
antiphlogistisch
resorptionsfördernd



Geigy

Zusammensetzung: Gel, Crème: Heparinoid Geigy 1%,
Äthylenglykolmonosalicylat 4%. Ausführliche Angaben,
insbesondere über Vorsichtsmaßnahmen, siehe
Arzneimittel-Kompendium der Schweiz.

kassenzulässig

PR 113/84 CHd

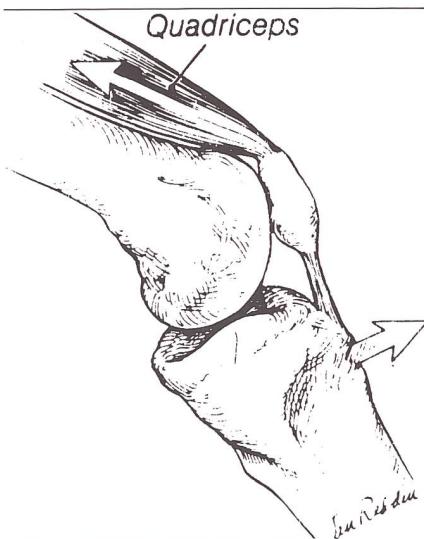


Fig. 3:
Die antagonistische Wirkung des Quadriceps auf das vordere Kreuzband. Dieses Phänomen wird bei zunehmendem Widerstand manifestier. (Cain T.E. Performance of an athlete with straight posterior knee instability. The Am. Journ. vol 9 no 4 fig. 7)

Muskeln bezeichnet, die bei Anspannung eine Belastung auf die operierte Struktur ausüben, in diesem Fall also auf vorderes und hinteres Kreuzband. Wir sprechen dann von ligamentären Antagonisten. So besteht ein Zusammenhang zwischen Ischiocruralen und hinterem Kreuzband sowie zwischen Quadriceps und vorderem Kreuzband. Die Quadricepsaktivität zieht die Tibia nach vorne und belastet also das vordere Kreuzband (Fig. 3). Auch die Graphik von Wirth (1981) zeigt eine derartige Belastung (Fig. 4). V.a. bei einem etwas aussenrotierten Knie sehen wir im dicht schraffierten Gebiet, dass bei einer Quadricepsanspannung, v.a. bei Schlussextension, eine vordere Kreuzbandbelastung, d.h. -verlängerung, auftritt. Bei einer innenrotierten Tibia tritt dies schon bei 80° auf, wird aber auch bei der Schlussextension manifest.

Nach Arms u.a. (1984) verhalten sich vordere Kreuzbandplastiken, vorausgesetzt, dass sie gut gesetzt worden sind, im Flexions-Extensionsausmass wie originale Bänder. Übungs-therapeutische Folgerungen sind: bei

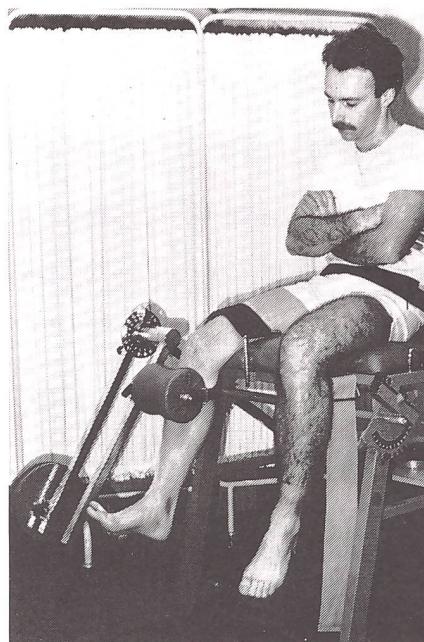


Bild 7:
Quadricepstraining mit Widerstand proximal vom Kniegelenk.

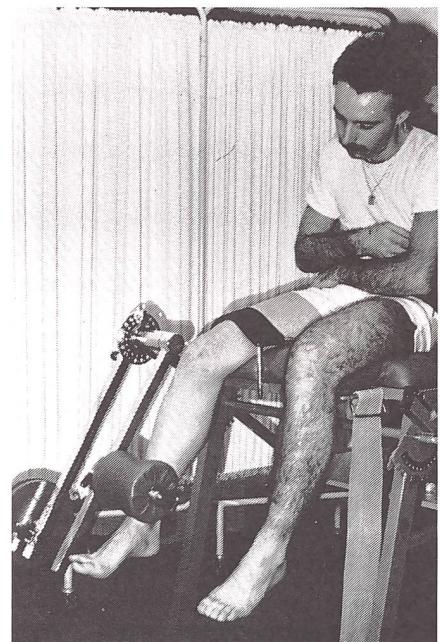


Bild 8:
Quadricepstraining mit Widerstand distal vom Kniegelenk.

zunehmender Extension durch Quadricepsbelastung entsteht eine progressive vordere Kreuzbandbelastung. Eine Möglichkeit, den Quadriceps auf 30° Knieflexion zu kräftigen, zeigt Abb. 7. Proximale Tibiafixation, d.h. Druck, ist in den ersten beiden Phasen sehr wichtig. Um den Translationsunterschied der Tibia bei Anwendung eines proximalen

oder distalen Tibiawiderstandes zu demonstrieren, haben wir einen Patienten mit einer vorderen Instabilität von 2 bis 3+ auf eine Quadricepsbank gesetzt und sowohl mit einem proximalen wie einem distalen Widerstand das Knie strecken lassen. Das zu hebende Gewicht betrug 5 kg, bei proximaler Anwendung sogar mehr wegen des kurzen Hebelarmes (Abb. 8). Dies wurde in ungefähr 30° Flexion röntgenologisch aufgezeichnet. Bei Anwendung eines distalen Tibiawiderstandes entsteht eine deutliche Tibiatranslation nach ventral. Bei Anwendung eines proximalen Widerstandes ist diese Translation gerade genügend gross, um die Extensionsbewegung zu vervollständigen. Dieses Phänomen war bei diesem Patienten so manifest, dass bei der Schlussextension mit distalem Widerstand eine Subluxation entstand. Es war dann nicht mehr möglich, die Bewegung zu beenden. Dies im Gegensatz zum proximalen Widerstand, wo der Quadriceps gleichzeitig belastet wird, um das vordere Schubladenphänomen zu neutralisieren (Abb. 9/10). ▷

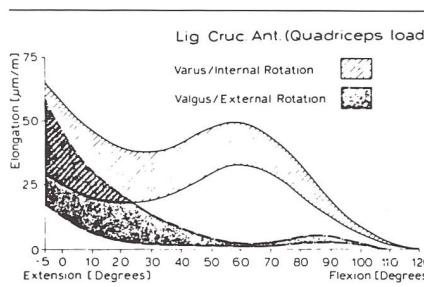


Fig. 4:
Spannungsverhältnisse des vorderen Kreuzbandes bei Flexion-Extension bei Quadricepskontraktion. (Wirth C.J. Biomechanik des Kapselbandapparates des Kniegelenkes, Abb. 4b)

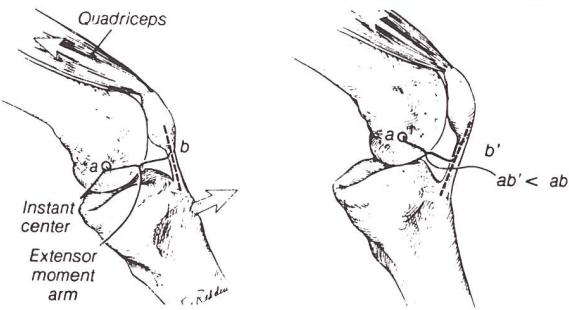


Fig. 5:

Der Momentarm der Lig. patellae, bis die aktuelle Rotationsachse (instant center) bestimmt wird durch die Translationsrichtung der Tibia beim Quadricepstraining. (1980, Baylor College of Medicine. Cain T.E. Performance of an athlete with straight posterior knee instability the am jounr. of sp. med. vol. 9 no. 4 fig. 8)

Die hinteren Kreuzbänder werden belastet bei maximaler Flexion und Extension sowie bei Druck in dorsaler Richtung auf den proximalen Tibiaanteil.

Die Konfiguration des Kniegelenks ist von der Art, dass das Dorsalgleiten der Tibia v.a. in grösseren Flexionswinkeln manifest wird. Die Kombination zwischen Winkel und selektiver Anspannung ist auch hier wichtig. Dies gilt erstens für die Ischiocruralaktivität. V.a. bei grossem Flexionswinkel (über 45°) muss man vorsichtig arbeiten. Exakte Grenzen hierfür sind aber nirgendwo gegeben.

Zweitens gilt dies für den Quadriceps. Man hat bemerkt, dass ein grösserer Flexionswinkel den Extensionsmomentarm so verändert, dass bei einer Quadricepsaktivität die Tibia dorsal verschoben wird, wodurch das hintere Kreuzband belastet wird (Fig. 5, Cain). Die graphische Darstellung der Bewegung des hinteren Kreuzbandes während Belastung zeigt auch, dass dieses Phänomen bei 45° beginnt, aber v.a. bei ca. 80° Flexion manifest wird (Fig. 6, Wirth).

Übungstherapeutisch heisst dies, dass bezüglich hinteres Kreuzband sowohl Quadriceps wie Ischiocrurale am besten zwischen 45° und 0° trainiert werden können.

Für ein Quadricepstraining ist dann also der proximale Widerstand empfehlenswert wegen eventuellem dor-

salem Translationsdruck. Eine andere Gefahr bei der Quadricepskräftigung ist die retropatelläre Provokation. V.a. bei synovitis-ähnlichen Beschwerden, aber auch bei gesunden Knien können Quadricepsübungen zwischen 80° und 20° Flexion eine schwere Belastung auf das Femuro-patellar-Gelenk sein (Fig. 7, Frankel). Die femuro-patelläre Belastungsgrenze liegt bei 40° Flexion.

Indirekt miteinbezogene Muskelgruppen:

Diese Muskelgruppen kann man normal trainieren, solange eine stabile

Lig. Cruci. Post. (Quadriceps load)

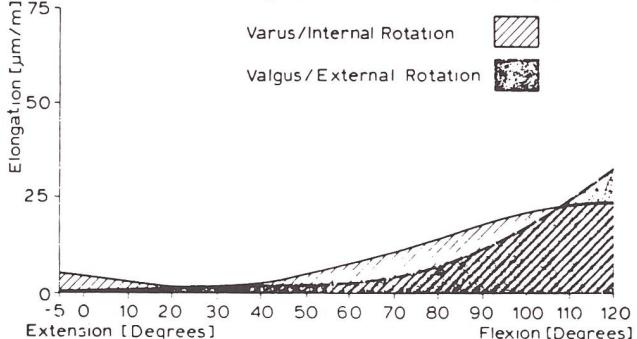


Fig. 6:

Spannungsverhältnis des hinteren Kreuzbandes bei Flexion-Extension durch Quadricepskontraktion. (Wirth C.J. Biomechanik des Kapselbandapparates des Kniegelenkes Abb. 4c)

Ausgangsposition gewährleistet ist. Im allgemeinen kann man die Muskelkraft in verschiedene Faktoren einteilen: absolute Kraft, Schnellkraft und lokales Muskelausdauervermögen. Muskelkräftigung müsste dann auch alle diese Faktoren beinhalten. In diesem Bereich ist der Cybex-isokinetische Test und die Übungsapparatur von ausserordentlichem Wert. Obwohl es ziemlich viele Diskussionen gibt über die Anwendung von isokinetischer und isotoner Übungstherapie (van Ingen Schenau), haben wir in unserer Klinik sehr viele positive Resultate mit dieser Art Übungstherapie, voraus-



Bild 9:

* Rö-Bild bei proximalem Widerstand bei 30 Grad Flexion.

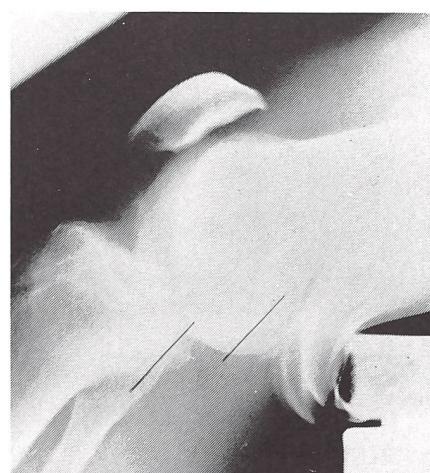


Bild 10:

* Rö-Bild bei distalem Widerstand und 30 Grad Flexion.

gesetzt, dass die vorher besprochenen Prinzipien eingehalten werden (Abb. II).

Koordinationstraining:

Funktionelle Koordinationsübungen sind nach Kniebandrekonstruktionen essentiell.

Betreffend Belastungsmomente hat die Muskelkräftigung enge Beziehung zum Koordinationstraining. Die besprochenen Prinzipien gelten also auch hier. Deshalb wird in diesem Teil nicht weiter darauf eingegangen. Im Verlauf der Rehabilitation wird die Belastung progressiv gesteigert. Dazu gibt es Möglichkeiten, mit einem festen Untergrund und instabiler Basis (Gleichgewichtsbrett, Kreisel) zu arbeiten. Die Übungstherapie wird langsam ergänzt und ersetzt durch tägliche Belastungsübungen und Sporttraining. Nur durch Trainieren an der Grenze der Möglichkeiten kann man zu Fortschritten kommen. Diese Grenzen werden sowohl vom Arzt wie vom Patienten bestimmt. Ein Bild kann dies verdeutlichen: Der Moment, wo mit Lauftraining angefangen werden darf, wird vom Arzt bestimmt. Doch wenn noch eine eingeschränkte Kniefunktion besteht, ist die Ausfüh-

lung sehr wichtig. Das richtige Laufmuster beim «Trippeln» bei einer eingeschränkten Funktion und beim «Laufen» bei normaler Funktion ist ein Gefühl, das man den Patienten beibringen muss.

Literatur:

1. Giove, P.G., S.J. Miller. Non-operative treatment of the torn anterior cruciate ligament. The journal of bone and joint Surgery 1983 (vol. 65-A no. 2 febr. '83).
2. Noyes, F.R. The anterior cruciate deficient knee course august (16-18) 1982. Snowmass Colorado.
3. Müller, W. Das Knie. Springer-Verlag 1982.
4. Wirth, C.J. Biomechanik des Kapselbandapparates des Kniegelenkes. George Thieme Verlag, Stuttgart – New York 1981.
5. Frankel, V.F., M. Nordin. Basic biomechanics of the skeletal system. Lece and Febiger, 1980, Philadelphia.
6. Eriksson, E. Reconstructions of the anterior cruciate ligament. Orthop. Clin. North Am. 7 (1), 167–179, 1976.
7. Brewster, C.E. Rehabilitation for anterior cruciate reconstruction. The journal of orth. and sp., vol. 5 no. 3, 121–126, 1983.
8. Cain, T.E. Performance of an athlete with straight posterior knee instability. Am. journal of Sp. Med., vol. 9 no. 4, 1981.
9. Paulos, L., F.R. Noyes. Knee rehabilitation after cruciate ligament reconstruction and repair. Am. journal Sp. Med., vol. 9 no. 3, 140–148, 1981.
10. Ingen Schenau, G.J. v. Kracht en Snelheid 1-2-3. Geneeskunde en Sport 1983 en 1984.
11. Arms, W.S. The biomechanics of anterior cruciate ligament rehabilitation and reconstruction. Am. journal Sp. Med., vol. 12 no. 1, 8–18, 1984.
12. Eriksson, E., T. Häggmark. Comparison of isometric muscle training and electrical stimulation supplementing isometric muscle training in the recovery after major knee ligament surgery. A preliminary report. Am. journal Sp. Med. 169–171, 1979.

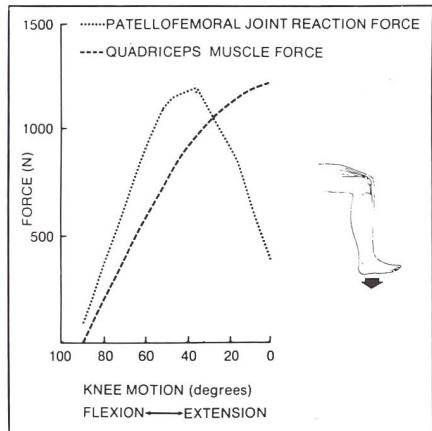


Fig. 7:
Patella-femorale Belastungsgrafik während Quadricepskontraktion. (Frankel V.H. Basic Biomechanics of Skeletal System Lea-Febiger 1980 fig. 4-21)

Anschrift des Verfassers:
G. Rondhuis
Physiotherapie/Orthopädische Abteilung
Stichting Streekziekenhuis
Hilversum/Holland

Anschrift des Übersetzers:
J. van Enckevort
Chefphysiotherapeut
Bezirksspital Zweifelden

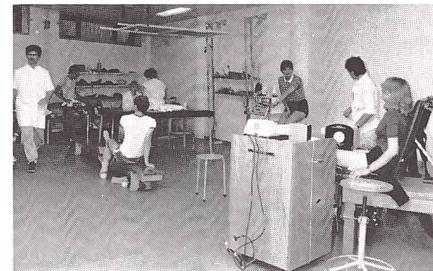


Bild II:
Übungssaal mit verschiedenen Arbeitsmöglichkeiten.

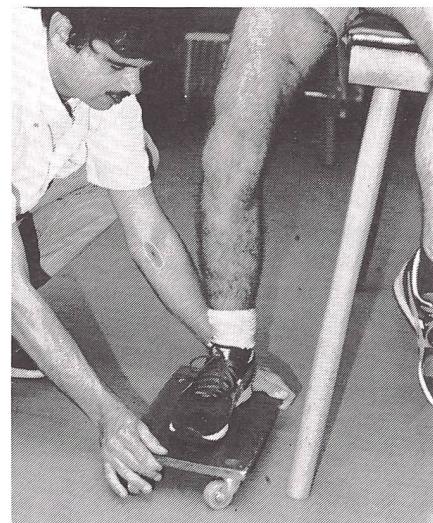


Bild 12:
Halbbelastetes Koordinationstraining mit Hilfe eines Rollbrettes.

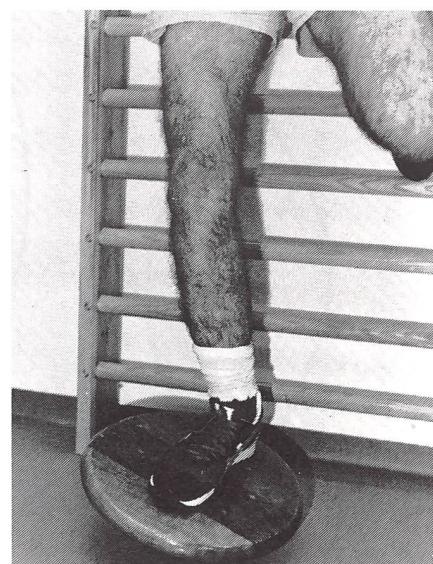


Bild 13:
Vollbelastetes Koordinationstraining mit Hilfe des Kreisels, auch in eine provozierende Richtung wie z.B. Valgus und Außenrotation.