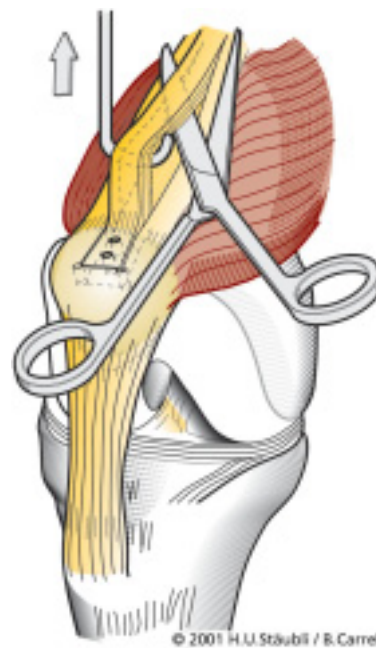
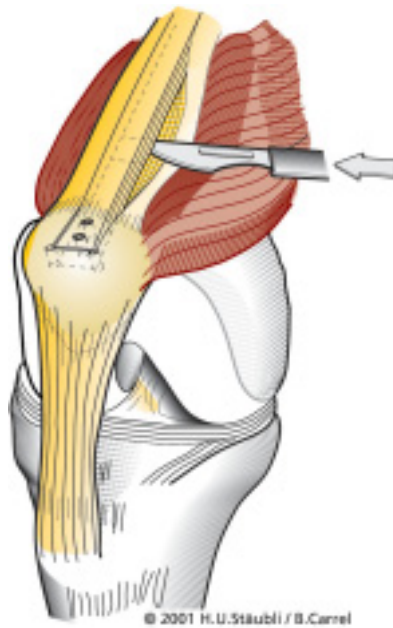


Die autologe Quadrizepssehne zur vorderen Kreuzbandrekonstruktion



DIE AUTOLOGE QUADRIZEPSSEHNE ZUR VORDEREN KREUZBANDREKONSTRUKTION

Autor:
H.-U. Stäubli
Abteilung Orthopädie/Traumatologie
Chirurgische Klinik Spital Bern
Spital Bern Tiefenau, Bern, Schweiz

Korrespondenzadresse:
Prof. Dr. med. H.-U. Stäubli
Chefarzt Orthopädie/Traumatologie
Spital Bern Tiefenau, Bern, Schweiz
Tiefenaustraße 112
CH-3004 BERN/SCHWEIZ
Tel. ++41 31 308 88 66
Fax ++41 31 308 88 64
e-mail: hansulrich.staebli@spitalbern.ch

Danksagung:

Herrn Bernhard Carrel, Graphischer Illustrator, friLINE AG, Geuer 37, Alterswil/Schweiz
Frau V. Oppliger, Spital Bern-Tiefenau, Medical Editing
Frau E. Klein, Aesculap AG & Co. KG, Medical Editing

Zusammenfassung

Einleitung

Anatomie des vorderen Kreuzbandes

Gefrierschnittanatomie

Gefrierschnittanatomie des Kniegelenkes in Strecknähe

Morphometrie der Quadrizepssehne

Biomechanischer Vergleich der strukturellen und mechanischen Eigenschaften der Quadrizepssehne und des Lig. patellae bei jungen Erwachsenen

Technik der Entnahme des Quadrizepssehnen-Patellakonstrukt

Einziehen des Quadrizepssehnen-Patellaknochenkonstrukt

Postoperative Nachbehandlung

Postoperativer Verlauf

Komplikationen

Diskussion

Literaturverzeichnis

Abbildungs-Glossar

Die autologe Quadrizepssehne zur vorderen Kreuzbandrekonstruktion

Autor: Prof. Dr. med. H.-U. Stäubli, Chefarzt Orthopädie/
Traumatologie, Chirurgische Klinik Spital Bern-Tiefenau.

Zusammenfassung

Studien zur makroskopischen Anatomie sowie Gefrierschnittanalysen haben gezeigt, dass die Quadrizepssehne länger und dicker ist als die gleichseitige Patellarsehne. Die Quadrizepssehne wies gegenüber dem Ligamentum patellae eine signifikant größere Querschnittfläche auf. Anhand sagittaler Gefrierschnittanalysen konnte gezeigt werden, dass die Quadrizepssehne breitflächig an der Basis der vorderen Hälfte der Patella ansetzt. Analysen über strukturelle Eigenschaften zeigten, dass die maximale Reißkraft für das nicht konditionierte Quadrizepssehnen-Knochenkonstrukt 2173 ± 618 N und für das unkonditionierte Patellarsehnen-Tuberositaskonstrukt 1953 ± 325 N beträgt. Im Anschluss an die zyklische Vorbelastung während 200 Zyklen von 50 – 800 N bei 0,5 Hz betrug die maximale Reißkraft für die vorkonditionierte Quadrizepssehne 2353 ± 495 N, sowie für den vorkonditionierten Patellarsehnen-Tuberositaskomplex 2376 ± 152 N. Steifigkeitswerte des nicht vorbelasteten Quadrizepssehnen-Knochenkonstrukts waren nicht signifikant unterschiedlich von Steifigkeitswerten, wie sie für das vordere Kreuzband für eine vergleichbare junge Altersgruppe in der Literatur angegeben wurden.

Die klinische Erfahrung von über 1700 vorderen Kreuzbandrekonstruktionen mittels autologer Quadrizepssehne und Knochenblock aus der Patellabasis unter Endoskopie- und Fluoroskopiekontrolle in der Zwei-Kanal-Technik waren der Rekonstruktion mittels zentralem Ligamentum patellae und Knochenblöcken aus der Patellabasis und der Tuberositas tibiae ebenbürtig. Die Quadrizepssehnenentnahme-Pathologie war gegenüber der Entnahmepathologie des Ligamentum patellae deutlich geringer. Insbesondere traten kein Patellatiefstand (Patella baja oder Patella infera) sowie keine wesentlichen Vernarbungen des Hoffa'schen Fettgewebekörpers auf. Die exakt anatomisch, unter Arthroskopie- und Fluoroskopiekontrolle platzierte autologe Quadrizepssehne führte in der Regel zu einem korrekten primären Rekonstruktionsergebnis.

Die Evidenz aus Studien zur makroskopischen Anatomie, Gefrierschnittanatomie und Morphometrie der Quadrizepssehne lassen das zentrale Quadrizepssehnen-Patellakonstrukt als ideales autologes Transplantat zum Primärsersatz und zum Ersatz des vorderen Kreuzbandes bei Revisionseingriffen erscheinen.

Einleitung

Zur Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes bei chronischer vorderer Kreuzbandinsuffizienz (Abb. 1) haben sich das zentrale Lig. patellae mit Knochenblöcken an beiden Enden sowie multiple Sehnen aus dem Pes anserinus bewährt.^{1,2,3} Die offene, zweizügelige Ersatzplastik des vorderen Kreuzbandes aus der Quadrizepssehne wurde 1984 von Blauth empfohlen.⁴ Stäubli empfahl 1990 die Technik der arthroskopisch assistierten Substitution mittels autolo-

ger Quadrizepssehne und Knochenblock aus der Patellabasis.^{5,6} Fulkerson und Langelang haben 1995 den zentralen Quadrizepssehnenstreifen als Alternative zum vorderen Kreuzbandersatz empfohlen.⁷

Anhand eines jungen forensischen Untersuchungsgutes haben Stäubli et al. 1996 die Gefrierschnittanatomie sowie die strukturellen Eigenschaften eines 10 mm breiten Quadrizepssehnen-Patellakonstruktes mit denjenigen des 10 mm breiten Lig. patellae Patella-Konstruktes verglichen.⁸ 1999 haben Stäubli et al. die mechanischen Eigenschaften eines zentralen Quadrizepssehnen-Patellakonstruktes mit einem zentralen Patellarsehnen-Patellakonstrukt verglichen.⁹ Schatzmann et al. haben 1998 den Effekt der zyklischen Vorbelastung auf die Zugeigenschaften der Quadrizepssehne sowie des Ligamentum patellae verglichen.¹⁰ 1999 haben Stäubli et al. die Morphometrie der intakten Quadrizepssehne sowie deren Insertion in die Patellabasis anlässlich einer quantitativen Magnet-Resonanz-arthrographischen Studie geschlechtsspezifisch anhand von 53 Kniegelenken mit intaktem Streckmechanismus ausgemessen.¹¹ Dabei betrug die intraartikuläre Länge der Quadrizepssehne vom Oberpol der Patella bis zum proximalsten Teil des Recessus suprapatellaris 49 ± 7 mm bei Frauen und $50 \pm$ mm bei Männern. Die Dicke der Quadrizepssehne betrug an 3 Lokalisationen gemessen (oberste Begrenzung des Recessus suprapatellaris, zentral, Oberpol der Patella) 7 ± 1 mm bei Frauen und 8 ± 1 mm bei Männern.

Die Dicke der Quadrizepssehne war auf allen Messhöhen bei den Männern signifikant größer als bei den Frauen. Als Abgrenzung der Quadrizepssehnen-Insertion in die Patellabasis fand sich bei 100 % ein sogenanntes suprapatellares Fettgewebepolster.¹¹

Ziel jeder arthroskopisch assistierten vorderen Kreuzbandrekonstruktionstechnik (Abb. 2) ist es, das vordere Kreuzband vom anatomischen femoralen Ursprung zur anatomischen tibialen Insertionsstelle impingementfrei unter Wiederherstellung des physiologischen Bandspannungsmusters zu ersetzen.^{12,13,14,15}

Ziel dieser Arbeit ist es, die Anatomie und insbesondere die Gefrierschnittanatomie der Quadrizepssehne und ihrer Insertion in die Patellabasis zu beschreiben.¹⁶ Zusätzlich wird anhand einer arthrotomographischen Studie die geschlechtsspezifische, sagittale Morphologie der Quadrizepssehne sowie deren Insertion in die Patellabasis beschrieben.¹¹ Die Entnahmetechnik sowie die anatomiegerechte Rekonstruktion unter Fluoroskopiekontrolle werden dargestellt. Ergebnisse zur Analyse der strukturellen und mechanischen Eigenschaften der zentralen Quadrizepssehne im Vergleich zum Lig. patellae werden anhand biomechanischer Ergebnisse präsentiert.¹⁰ Auf die Wichtigkeit der Kirschnerdraht-Positionskontrolle in funktionellen Kniestellungen bei reponierter Tibia vor dem definitiven Kreieren der Kanäle wird hingewiesen. Zum Abschluss werden Probleme der Spenderpathologie besprochen.

Im Abbildungs-Glossar werden die gebräuchlichen englischen Abkürzungen, die zur anatomiegerechten Rekonstruktion sowie präoperativen Planung des vorderen Kreuzbandersatzes mittels autologer Quadrizepssehne Verwendung finden, erläutert.

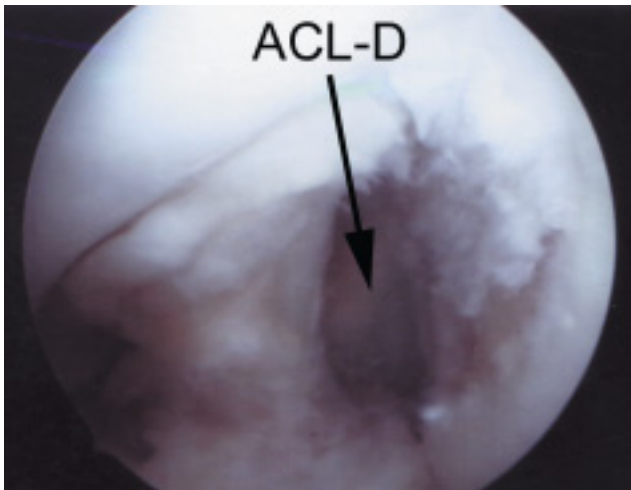


Abb. 1
Raumverhältnisse bei chronischer vorderer Kreuzbandinsuffizienz

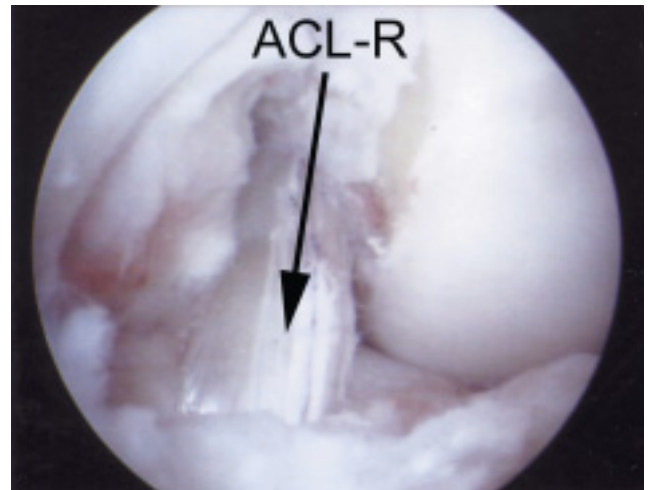


Abb. 2
Impingementfreie Transplantatplatzierung in der schrägen Koronarebene

Anatomie des vorderen Kreuzbandes

Das vordere Kreuzband (Abb. 3) verläuft von der interkondylären Fläche des lateralen Femurkondylus zur tibialen Insertion an der Area intercondylaris anterior. Dabei weist die kraniale und ventrale Begrenzung des vorderen Kreuzbandes einen Abstand (sogenannte Clearance) zum interkondylären Dach auf.

Die Hauptfunktion des vorderen Kreuzbandes besteht darin, die Tibia gegen eine kombinierte Ventraltranslation und Innenrotation zu stabilisieren. Gleichzeitig kontrolliert das intakte vordere Kreuzband das Flexions-Extensions-Spiel. Zusammen mit dem hinteren Kreuzband sowie den menisiofemorale Bändern bildet das vordere Kreuzband den Zentralpfeiler des Kniegelenkes. Anlässlich einer Totalruptur des vorderen Kreuzbandes kommt es zu einer signifikanten

ventralen Subluxation der Tibia im Vergleich zum Femur.^{17,18} Zur anatomiegerechten¹² sowie impingementfreien Platzierung des tibialen Kanals^{1,2,3,4, 12,13,15,19} ist eine genaue präoperative Planung nötig (Abb. 4). Anzustreben ist, dass das Zentrum des tibialen Tunnels und damit, entsprechend dem Durchmesser der verwendeten Bohrer die anteriore Begrenzung des tibialen Bohrkanals in Streckstellung bei reponierter Tibia einen gewissen Abstand, eine sogenannte Clearance, vom radiologischen Dach der Fossa intercondylaris aufweist. Diese Clearance garantiert das physiologische Gelenkspiel, das normalerweise bei kreuzbandintakten Kniegelenken nachgewiesen werden kann.¹⁸ Die korrekte tibiale Kanalplatzierung garantiert auch die individuell unterschiedlicher Streckung und Ueberstreckbarkeit des Kniegelenkes.^{14,15,19}

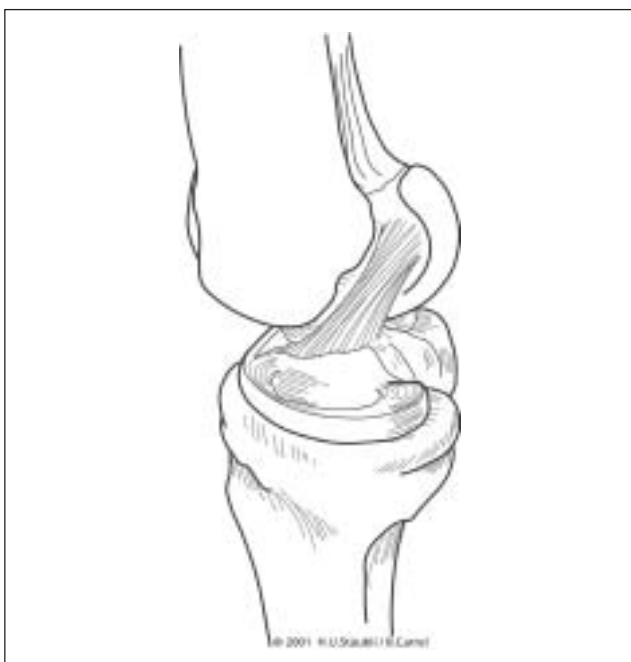


Abb. 3
Intaktes vorderes Kreuzband in der Sagittalebene

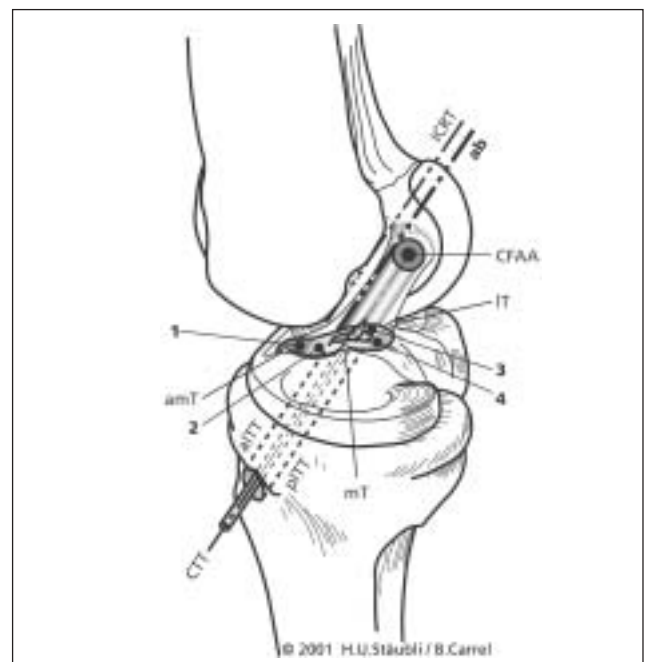


Abb. 4
Präoperative Planung

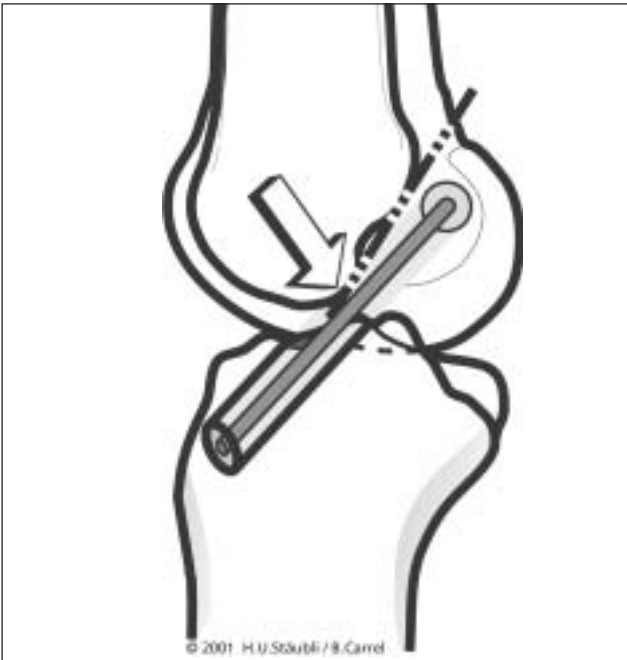


Abb. 5
Transplantat-Impingement

Zur Vermeidung des extensionsnahen Impingements (Abb. 5) ist es notwendig, dass vor dem Aufbohren der endoskopisch platzierten Kirschnerdrähte die Kontrolle der relativen Kirschnerdrahtlage so gewählt wird, dass in Extension, d. h. in voller Streckung des Kniegelenkes, bei reponierter Tibia zwischen ventraler Begrenzung des transtibialen Bohrkanaals und kaudaler Begrenzung des Interkondylendachs ein Abstand, eine sog. physiologische Clearance, besteht (Abb. 6). Unabhängig von der Auswahl der körpereigenen Transplantationsmaterialien muss anlässlich der endoskopischen vorderen Kreuzbandrekonstruktionstechnik garantiert werden, dass die Bohrkanaäle im impingementfreien anatomischen Bereich des femoralen Ursprungs sowie der tibialen Insertion liegen (Abb. 7A – 7D). Die Positionierung der endoskopisch platzierten Kirschnerdrähte erfolgt mittels Bildwandlerkontrolle vor dem definitiven Aufbohren.

Zuerst wird in Kniegelenksflexion der transtibiale Kirschnerdraht entsprechend dem schrägen Verlauf des vorderen Kreuzbandes in der Koronarebene von anteromedial nach posterolateral ins Zentrum des lateralen Drittels der Fossa intercondylaris vorgeschoben (Abb. 7A).²⁰ Anlässlich der Zweikanaltechnik wird der transfemorale Kirschnerdraht in der inside-out-Technik unter Arthroskopiekontrolle platziert. Dabei ist es gelegentlich recht schwierig, anatomisch die sagittale Tiefe der transfemorale Kirschnerdrahtspitzenplatzierung abzuschätzen. Die fluoroskopische Kontrolle zeigt im Vergleich zu anatomischen Landmarken die endoskopische Kirschnerdraht-Plazierung (Abb. 7A). Unter Fluoroskopiekontrolle wird bei Hyperflexion des Kniegelenkes auf 120° die Spitze des transfemorale Kirschnerdrahtes so gewählt, dass sie ins Zentrum des anatomischen Ansatzareals des femoralen Ursprungs an der Interkondylenfläche des lateralen Femurkondylus zu liegen kommt (Abb. 7B). Anschließend wird das Kniegelenk in Streckung gebracht. Dabei muss darauf geachtet werden, dass in Extensionsnähe die Tibia nicht in vorderer Subluxationsstellung gehalten wird. Ansonsten ist eine Abschätzung der impingementfreien Kanalplatzierung nicht möglich. Trotz

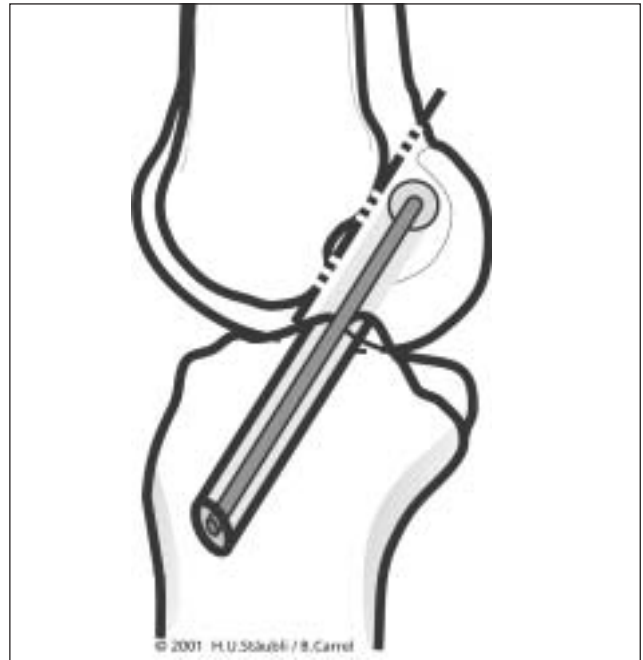


Abb. 6
Korrekte Transplantatlage

Endoskopiekontrolle ist die Abschätzung der relativen Positionierung der Tibia zum Femur in Extensionsnähe nicht möglich (Abb. 7C). Deshalb ist die fluoroskopische Kontrolle zur Beurteilung der Reposition der Tibia sowie der zentralen Kirschnerdrahtlage vor dem definitiven Aufbohren hilfreich.

Am Ende des Eingriffs wird die Lage des mittels Kontrastmittel markierten Kreuzbandtransplantates unter Bildwandlerkontrolle dokumentiert. Dabei sieht man, dass bei reponierter Tibia eine volle Streckung möglich ist, und dass zwischen vorderer Kreuzbandtransplantatbegrenzung und radiologischer Blumensaatlinie ein Abstand, eine sog. physiologische Clearance, besteht (Abb. 7D).



Abb. 7 A



Abb. 7 B



Abb. 7 C



Abb. 7 D

Abb. 7 A – 7 D

Fluoroskopie Kontrolle der Kirschnerdrahtplatzierung anlässlich der endoskopischen vorderen Kreuzbandrekonstruktion

Gefrierschnittanatomie

Gefrierschnittanatomie des Kniegelenkes in Strecknähe

Die Quadrizepssehne ist in den Streckapparat des Kniegelenkes integriert (Abb. 8 A, Abb. 8 B). Verschiedene Blätter, gebildet aus den Muskel-Sehneneinheiten des Musculus vastus medialis, M. vastus intermedius, M. rectus femoris sowie M. vastus lateralis, vereinen sich am Oberpol der Patella und inserieren in der ventralen Hälfte der Patellabasis. Dabei ziehen die vordersten Fasern unter der Faszie des Oberschenkels und unterhalb des Lig. arciforme über die Ventralfläche der Kniescheibe weg und bilden dann zusammen mit dem Lig. patellae, das seinerseits an der Tuberositas tibiae inseriert, den Streckapparat des Kniegelenkes (Abb. 8 B).

Folgende Bezeichnungen haben sich zur Beschreibung der Quadrizepssehne und deren Insertion in die Patellabasis bewährt (Abb. 8 B).

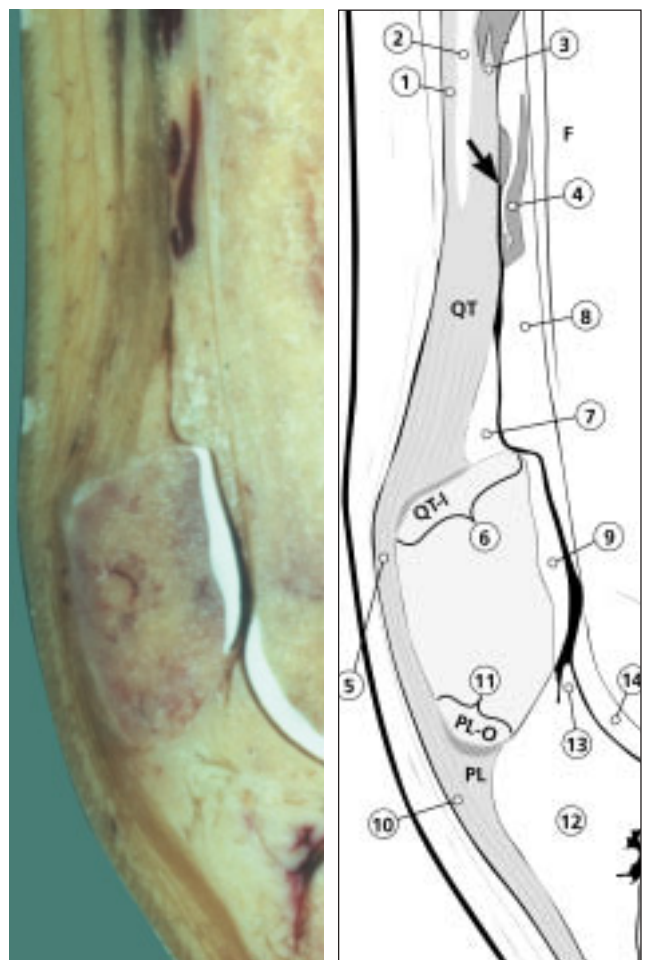


Abb. 8 A

Abb. 8 B

Gefrierschnitt-Anatomie des Kniegelenkes in der Sagittalebene.

aus: American Journal of Radiology, Art. Ref. Nr. 11.

Die Kenntnis der Gefrierschnittanatomie in Knieflexion (Abb. 9 A und 9 B) erleichtert die Entnahme der Quadrizepssehne

Bei einer Knieflexion von 80 – 90° verläuft die Quadrizepssehne ausgespannt zwischen Patellabasis und Recessus suprapatellaris. Wird das Kniegelenk mehr als 90° gebeugt, kommt es, bedingt durch die vorstehende Trochlea femoris (offener Pfeil), zu einer Vorwölbung und Ausbuchtung der Quadrizepssehne, was einer iatrogenen Eröffnung des Recessus suprapatellaris mit entsprechendem Flüssigkeitsverlust anlässlich der Arthroskopie Vorschub leistet. Anlässlich der Knieflexion lässt sich zeigen, wie die Quadrizepssehne QT an der Patellaoberpol inseriert QT-I. Unmittelbar darunter liegt das dreieckförmige Corpus adiposum suprapatellare (①), die synoviale Bedeckung des untersten Blattes der Quadrizepssehne (② und ③), welche den Recessus suprapatellaris (④) auskleidet. Das Corpus adiposum supratrochleare (⑤) bedeckt die ventrale Fläche der Femurmetaphyse (⑥). In tiefer Knieflexion artikuliert der intraartikuläre Teil der Quadrizepssehne (②) mit der Trochlea femoris (FT) des distalen Femurs (F).

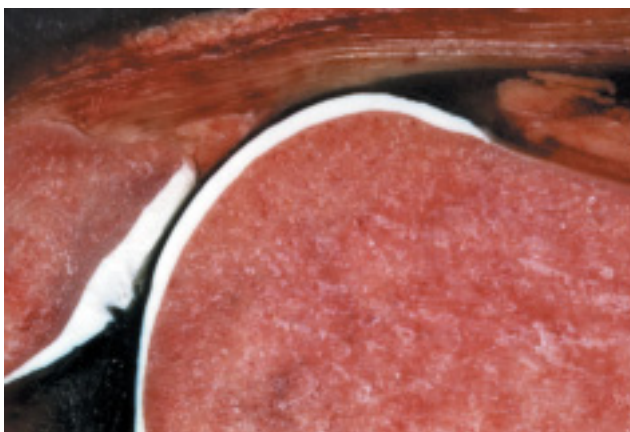


Abb. 9 A

Morphometrie der Quadrizepssehne

Bei 53 Individuen haben wir die Quadrizepssehnenmorphologie anhand einer Magnetresonanzzarthrotomographie in der Sagittalebene untersucht. In Abb. 10 A ist die Quadrizepssehne (QT) mit ihrem ventralen (①), zentralen (②) und dorsalen (③) gegen den Recessus suprapatellaris (④) angrenzenden Anteil dargestellt. Die Quadrizepssehneninsertion befindet sich in der ventralen Hälfte der Patellabasis (⑤). Der dorsalste Bereich der distalen Quadrizepssehne wird gegenüber der Patellabasis durch das Corpus adiposum suprapatellare (SPFP) dargestellt. Das supratrochleare Fettgewebepolster (STFP) grenzt den Recessus suprapatellaris gegen die ventrale Fläche der distalen Femurmetaphyse ab.

Anhand dieser Arthro-MR-Tomographie haben wir die Länge der Quadrizepssehne (QT-L) im Vergleich zum Oberpol der Patella (sPT) entlang einer posterioren Messtangente (pMT) bestimmt (Abb. 10 B). Die sagittale Dicke der Quadrizepssehne wurde einerseits proximal (QT-P) am Übergang zum Recessus suprapatellaris (weißer, offener Pfeil) und im Bereich der Patellabasis distal (QT-D) gemessen. Als halbe Distanz zwischen proximaler und distaler Quadrizepssehnenstärke wurde die zentrale mittlere Quadrizepssehnenstärke gemessen.

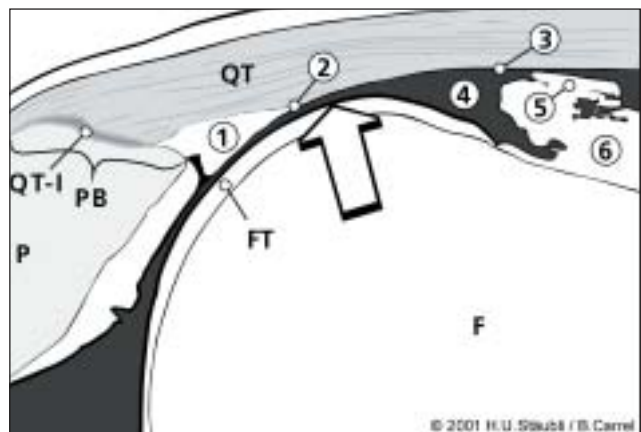


Abb. 9 B

Gefrierschnitt-Anatomie der Sagittalebene in Flexion aus: American Journal of Radiology, Art. Ref. Nr. 11.



Abb. 10 A

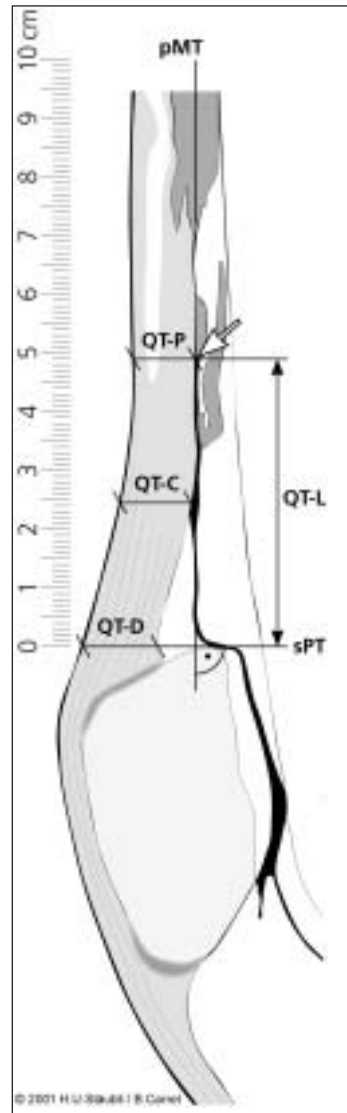


Abb. 10 B

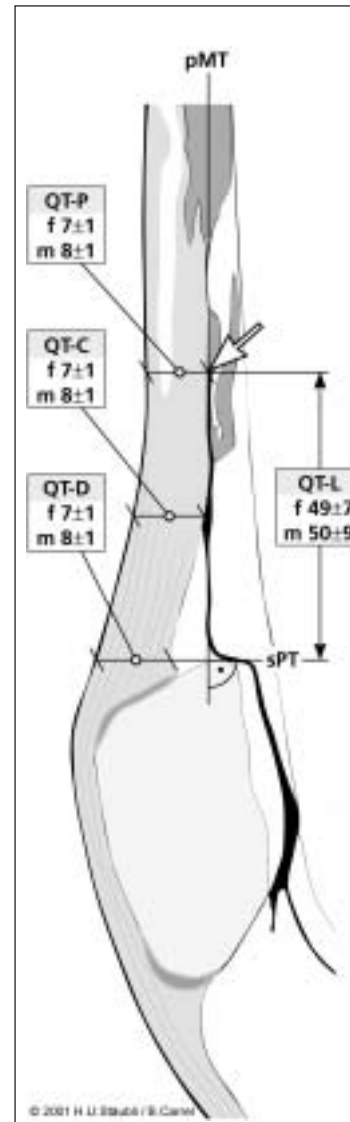


Abb. 10 B

Abb. 10 A – 10 C

Morphometrie der Quadrizepssehne.

Ergebnisse: Die Quadrizepssehndicke betrug proximal, zentral und distal bei Frauen 7 ± 1 mm, bei Männern 8 ± 1 mm (Abb. 10 C). Die Quadrizepssehnenlänge vom Oberpol der Kniescheibe bis zum oberen Ende des Recessus suprapatellaris maß 49 ± 7 mm bei Frauen, und 50 ± 9 mm bei Männern. Anhand der sagittalen Morphologie des zentralen Quadrizepssehnenstreifens lässt sich erkennen, dass sich die Quadrizepssehne und ihre Blätter gegen proximal hin verjüngen. Dieser Tatsache muss bei der Entnahme Rechnung getragen werden.

Exakte Kenntnis der makroskopischen Anatomie sowie der Gefrierschnittanatomie in gestrecktem und gebeugtem Zustand erleichtern wesentlich die komplikationsfreie Entnahme des zentralen Quadrizepssehnenstreifens.

Biomechanischer Vergleich der strukturellen und mechanischen Eigenschaften der Quadrizepssehne und des Lig. patellae bei jungen Erwachsenen

Mittels Osteo-TL-Clamp (Abb. 11 A und Abb. 11 B) wurden im uniaxialen Zugversuch die biomechanischen Eigenschaften getestet (Tabelle 1 und Tabelle 2)



Abb. 11 A

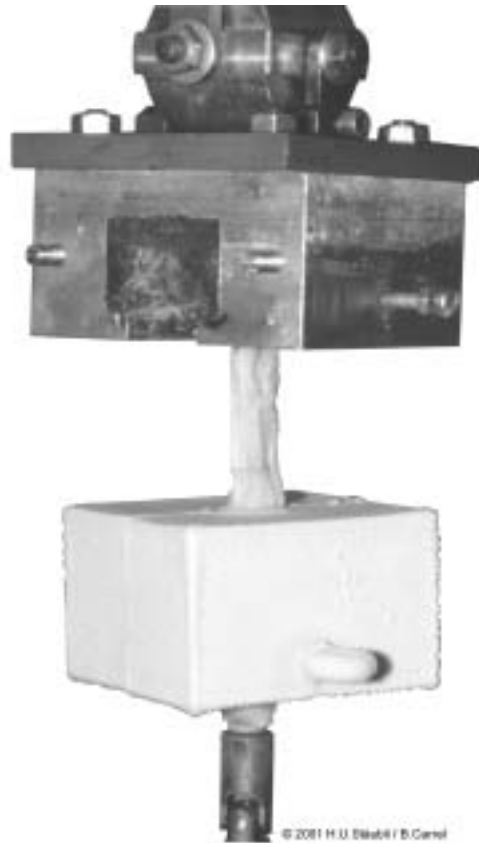


Abb. 11 B

Abb. 11 A und 11 B
Osteo-TL-Clamp

Tabelle 1

Strukturelle Eigenschaften von Quadrizepssehne (QT-B) und Ligamentum patellae (B-PL)

Specimen	Ultimate load (N)	Ultimate displacement (mm)	Energy to failure (J)	Total energy (J)
QT-B				
Unconditioned (n = 7)	2173 ± 618	5.9 ± 1.2	6.7 ± 3.3	9.0 ± 3.3
Preconditioned (n = 8)	2353 ± 495	5.9 ± 0.8	6.4 ± 1.5	9.7 ± 1.7
PL-B				
Unconditioned (n = 7)	1953 ± 325	4.7 ± 1.2	5.6 ± 1.9	9.6 ± 3.0
Preconditioned (n = 7)	2376 ± 152	4.4 ± 1.1	6.2 ± 1.8	10.8 ± 2.4

aus: Knee Surg Sports Traumatol Arthroscopy 1996;4:100-110

Tabelle 2

Mechanische Eigenschaften von Quadrizepssehne (QT) und Ligamentum patellae (PL)

<u>Unconditioned</u>			
Property	QT (N = 7)	PL (N = 7)	P value*
Cross-sectional area (mm ²)	64.6 ± 8.4	36.8 ± 5.7	0.0025 S
Ultimate stress (N/mm ²)	33.6 ± 8.1	53.4 ± 7.2	0.0195 S
Ultimate strain (%)	14.7 ± 3.7	15.1 ± 4.4	0.7391 NS
Young's modulus (N/mm ²)			
200 N	200.4 ± 47.3	363.3 ± 93.7	0.0239 S
800 N	303.9 ± 69.9	459.3 ± 83.2	0.0162 S
Initial testing length (L ₀)	41.3 ± 7.4	31.0 ± 3.2	0.0122 S

<u>Unconditioned</u>			
Property	QT (N = 8)	PL (N = 7)	P value*
Cross-sectional area (mm ²)	61.9 ± 9.0	34.5 ± 4.4	0.0004 S
Ultimate stress (N/mm ²)	38.0 ± 5.0	69.6 ± 8.3	0.00001 S
Ultimate strain (%)	11.2 ± 2.2	14.4 ± 3.3	0.0428 S
Young's modulus (N/mm ²)			
200 N	263.4 ± 36.1	565.9 ± 159.1	0.0020 S
800 N	462.8 ± 68.5	811.7 ± 154.1	0.0017 S
Creep (%)	2.2 ± 0.8	3.2 ± 1.4	0.0453 S

* Student's T-test: S, significant difference >0.05; NS, non-significant difference

aus: Am J Sports Med 1999;27:27-34

Die maximale Querschnittsfläche in mm^2 betrug bei 7 Quadrizepssehnen im Durchschnitt $64,6 \pm 8,4 \text{ mm}^2$ gegenüber $36,8 \pm 5,7 \text{ mm}^2$ der ipsilateralen Patellarsehne (P-Wert 0,0025, hoch signifikant).

Die maximale Dehnbarkeit betrug für die Quadrizepssehne im Durchschnitt $14,7 \pm 3,7 \%$, beim Lig. patellae $15,1 \pm 4,4 \%$ (P-Wert 0,739 nicht signifikant).

Die maximale Reißkraft pro Fläche betrug für die Quadrizepssehne im Durchschnitt $33,6 \pm 8,1 \text{ MPa}$ gegenüber $53,4 \pm 7,2 \text{ MPa}$ (T-Wert 0,0195, signifikant höhere Stresswerte für die nicht vorbelasteten Transplantate).

Die maximale Reißkraft betrug bei den nicht vorkonditionierten Quadrizepssehnen $2.173 \pm 618 \text{ N}$, bei den zyklisch vorbelasteten Quadrizepssehnenkonstrukten $2.353 \pm 495 \text{ N}$.

Die nicht zyklisch vorbelasteten Lig. patellae-Konstrukte zeigten eine maximale Reißkraft von $1.953 \pm 325 \text{ N}$. Nach zyklischer Vorbelastung betrug die maximale Reißkraft der vorkonditionierten Lig. patellae-Konstrukte $2.376 \pm 152 \text{ N}$.

Technik der Entnahme des Quadrizepssehnen-Patellakonstruktes

Entsprechend der individuellen Notch-Morphologie sowie der Körpergröße, des Körpergewichtes sowie der sportlichen Beanspruchung wird die Quadrizepssehne in ihrer Länge, Weite sowie Dicke gewählt. Das zu operierende Bein wird von der Spina iliaca anterior bis zu den Zehen frei beweglich abgedeckt. Eine Knieflexion von 120° sollte möglich sein. Zur Erleichterung der Entnahme des zentralen Quadrizepssehnenstreifens wird das Kniegelenk auf 70 bis 90° gebeugt. Eine Kniebeugungstellung von 70 bis 90° Flexion erleichtert die Quadrizepssehnenentnahme, da die Quadrizepssehne mit zunehmender Beugung angespannt wird. Eine Hyperflexion sollte vermieden werden, da sonst die Quadrizepssehne durch die Trochlea konvex nach ventral respektive kranial vorgewölbt wird. Mittels Markierstift wird die Patellabasis, die mediale Begrenzung von Vastus medialis und Vastus medialis obliquus sowie die mediale und laterale Begrenzung der Patellabasis eingezeichnet. Eine Hautinzision in der Länge von 5 bis 6 cm , beginnend über dem Zentrum der Patellabasis und nach proximal geführt, erleichtert die Entnahme eines zentralen Quadrizepssehnenstreifens sowie die Entnahme eines trapezförmigen Knochenblocks aus der Patellabasis.

Nach der Hautinzision, die entsprechend dem Q-Winkel in 5 – 7° vom Zentrum der Patella nach kranial-lateral geführt wird (parallel zum Verlauf der Quadrizepssehne), erfolgt die Spaltung der Oberschenkel-faszie und des Lig. arciforme, das vor der Kniescheibe verläuft. Parallele Inzisionen erlauben, die Quadrizepssehne in einer gewünschten Breite von durchschnittlich 9 – 11 mm zu entnehmen (Abb. 12 A).

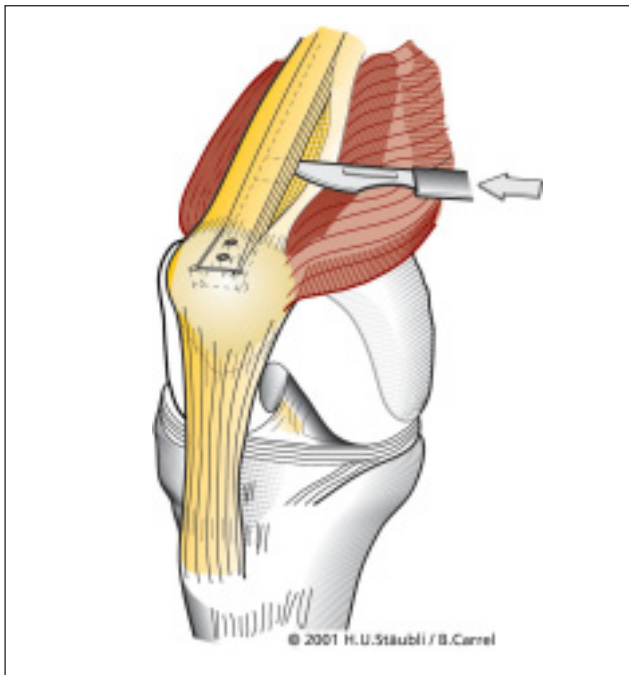


Abb. 12 A
Transplantatentnahme

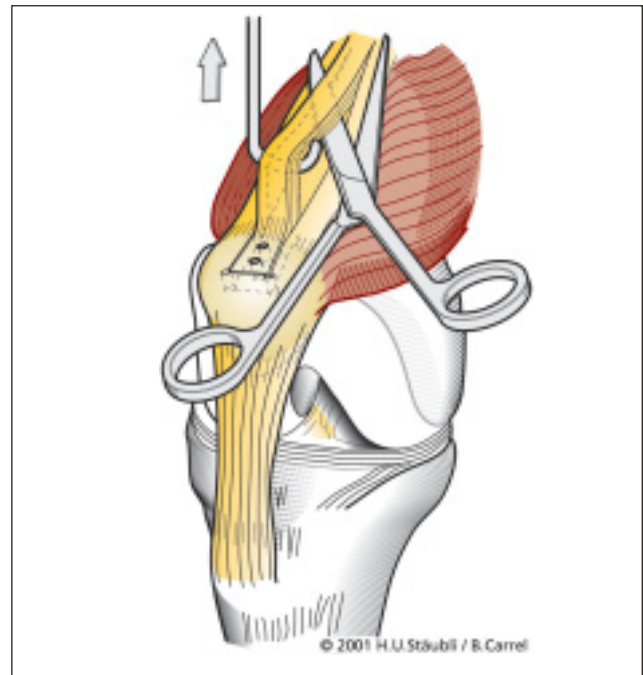


Abb. 12 B
Transplantat-Präparation

Zur Erleichterung der Entnahme der Quadrizepssehne ohne Eröffnung des Recessus suprapatellaris hat es sich bewährt, von lateral her den Übergang zwischen drittem und viertem Quadrizepssehnenblatt darzustellen und horizontal parallel zur Vorderfläche der Quadrizepssehne zu präparieren. Dieser Schritt erfolgt vorzugsweise ca. 3 cm proximal der Patellabasis, um die Identifikation der verschiedenen individuellen Quadrizepssehnen-schichten zu erleichtern.

Nach Präparation der Quadrizepssehne in der Horizontal-ebene (Abb. 12 B), was durch den evtl. Zug eines Hakens erleichtert wird, lässt sich die Sehne gegenüber dem untersten Blatt oder gegenüber der synovialen Begrenzung zum Recessus suprapatellaris definieren und kranial durchtrennen. Das sehnige Ende der Quadrizepssehne wird mit vier nicht resorbierbaren Doppelfäden armiert. Der Knochenblock wird mittels zweier nicht resorbierbarer Fäden belegt. Die so präparierte Quadrizepssehne wird anschließend mittels Isovist, einem Blutisotonen-Kontrastmittel unter-spritzt, um eine Dokumentationsmöglichkeit des vorderen Kreuzbandtransplantatverlaufs anlässlich des Eingriffs zu ermöglichen (vgl. Abb. 7 D).

Die Quadrizepssehnenentnahme wird wesentlich erleichtert durch die Kenntnisse der Gefrierschnitanatomie.

Einziehen des Quadrizepssehnen-Patellaknochenkonstruktes

Es bestehen zwei Möglichkeiten der Fixation der Quadrizepssehne: Zweikanaltechnik

Der sehnige Teil kann durch den femoralen Kanal durch das laterale Drittel der Fossa intercondylaris in den tibialen Kanal eingezogen werden. Dabei wird der trapezförmige Knochenblock im etwas engeren Femurkanal „wedge-in“ verblockt. Eine alternative Methode zur Fixation besteht darin, die nicht resorbierbaren Fäden gegen eine quere bikortikale Schraube mit Plastikunterlagsscheibe am Femur lateral zu fixieren.

Die tibiale Fixation erfolgt mittels vier nicht resorbierbarer Doppelfäden. Die Fäden werden gegen eine quere bikortikale Schraube und Unterlagsscheibe in kompletter Streckung des Kniegelenks fixiert.

Anlässlich von Revisionseingriffen ist es möglich, einen exzentrischen Knochenblock aus der Patellabasis zu entnehmen, um damit den erweiterten Knochenkanal aufzufüllen und gleichzeitig das Transplantat an anatomischer Ursprungsstelle zu fixieren.

Einkanaltechnik

Eine weitere Fixationsmöglichkeit besteht in der inside-out-Pressfit-Technik, indem ein anatomisch genau eingepasster Knochenblock in einen entsprechenden Kanal in der inside-out-Technik fixiert wird.

Bandspannung und Kniebeugewinkel: vor der definitiven Fixation der Quadrizepssehne im tibialen Bohrkanaal wird das Kniegelenk durch 10 volle Beuge- und Streckzyklen bewegt.¹⁰ In voller Streckstellung bei reponierter Tibia (was fluoroskopisch mittels Bildwandler kontrolliert wird) werden die Fäden der Quadrizepssehne gegen eine quere Schraube mit Unterlagsscheibe fixiert. Um einen engen Sitz der Quadrizepssehne im Knochenkanal zu erreichen, wird der transtibiale Bohrkanaal auf 8 mm erweitert bei einer Quadrizepssehnenbreite von 10 mm und Dicke von 7 – 8 mm. Dadurch wird ein Eindringen von Synovialflüssigkeit entlang dem Tunnel verhindert und damit eine sekundäre Tunnelerweiterung vermieden.

Anschließend an die vordere Kreuzbandrekonstruktion (vgl. Abb. 13 A und 13 B) wird der Quadrizepssehnen-defekt mittels nicht resorbierbaren Nähten verschlossen, um einer Hernierung des Recessus suprapatellaris bei Knieflexion vorzubeugen.

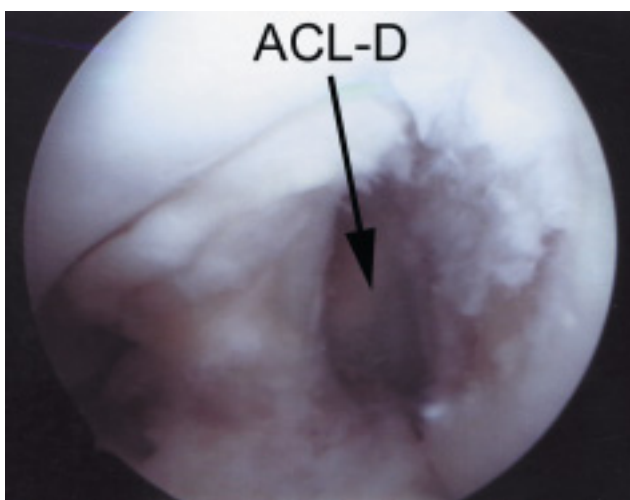


Abb. 13 B
Zustand vor VBK

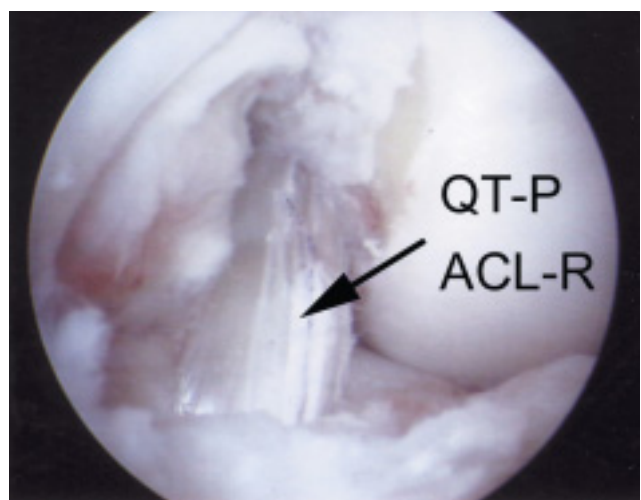


Abb. 13 B
Zustand nach VBK

Postoperative Nachbehandlung

Unmittelbar postoperativ wird das Knie in eine abnehmbare Schiene in kompletter Extension gelagert. Mittels intermittierender Bewegungsschiene wird eine Kniebeugeamplitude von 90° nach 5 – 6 Tagen angestrebt. Ein Übungsprogramm von Quadrizeps- und Ischiocruralmuskeltraining im Sinne von Kokontraktionen wird bei 20, 40, 60 und 90° angestrebt. Eine volle Belastung nach Maßgabe der Beschwerden ist möglich. Kryotherapie, Patellamobilisationsübungen, intermittierende, passiv und aktiv assistierte Bewegungsübungen sowie Übungen in Bauchlage, sog. prone hangs, werden empfohlen.

Bei gesicherter Wundheilung ist eine Hydrotherapie zur Verbesserung der Bewegungsamplitude günstig. Übungen in der geschlossenen Kette sind vorzuziehen. Bei zusätzlichen Kapsel-Band-Verletzungen sowie nach Meniskusrefixation wird eine individuell angepasste dynamische Knieschiene für 6 – 12 Wochen verordnet.

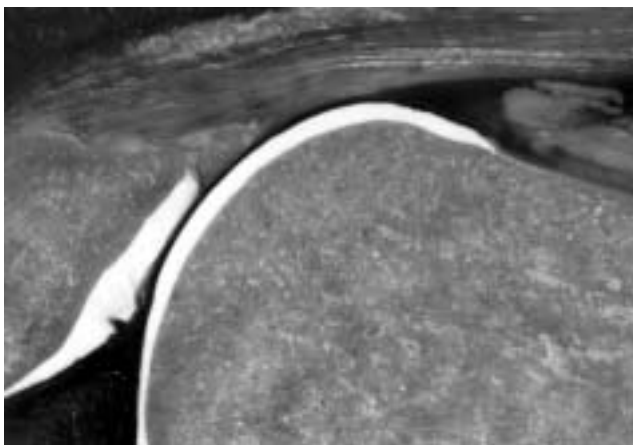


Abb. 14 B
Gefrierschnitt Anatomie in Flexion

Postoperativer Verlauf

Da die Quadrizepssehnen-Entnahmestelle mit zunehmender Knieflexion mit der Trochlea femoris in Kontakt tritt (Abb. 14 A und 14 B), besteht die Möglichkeit, dass aus einem Kniebeugewinkel von 70 – 80° in den postoperativen ersten 6 Wochen Beschwerden am Oberpol der Kniescheibe und im Verlauf der Quadrizepssehnen-Entnahmestelle angegeben werden. Tiefenmassage, mediolaterale und sagittale Wackelbewegungen vermindern die postoperativen Beschwerden im Entnahmebereich.

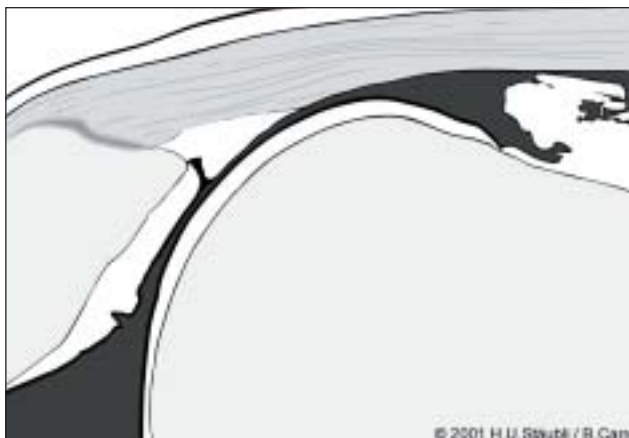


Abb. 14 B
Quadrizepssehnenentnahme-Problematik

aus: American Journal of Radiology, Art. Ref. Nr. 11

Komplikationen

Anlässlich von mehr als 1.700 Rekonstruktionen des vorderen Kreuzbandes mittels autologer Quadrizepssehne und Knochenblock aus der Patellabasis wurden 4 peroperative Patellafissuren und 3 postoperativ aufgetretene Patellafrakturen beobachtet. Einmal kam es anlässlich einer forcierten Knieflexion zu einem partiellen Anriss der Quadrizepssehne am Oberpol der Patella, ein andermal kam es bei forciertem Knieflexion zu einem Aufreißen der quer vernähten Quadrizepssehne mit Hernierung des Recessus suprapatellaris in den subkutanen Bereich. Ein Sekundäreingriff mit Verschluss der Quadrizepssehnenlücke führte schließlich zu einem guten funktionellen Ergebnis des Streckapparates.

Diskussion

In einem klinischen Beobachtungsraum von 16 Jahren hat sich die Verwendung der Quadrizepssehne zum vorderen Kreuzbandersatz bewährt.²¹

Der biomechanische Vergleich^{5,6} der strukturellen⁸ und mechanischen Eigenschaften^{9,10} der autologen Quadrizepssehne mit dem Lig. patellae deckt sich mit früheren biomechanischen Arbeiten über die Eigenschaften des Lig. patellae respektive der Pes-Sehnen.^{22,23,24,25,26,27} Anlässlich einer histologischen Untersuchung wurde Faserknorpel in den Ansatzzonen der Quadrizepssehne an der Patellabasis nachgewiesen.²⁸ Dies würde dafür sprechen, den Knochenblock im femoralen Kanal so zu plazieren, dass die Umlenkkräfte der Quadrizepssehne am Eingang zur Interkondylenfläche des lateralen Femurkondylus positioniert werden. Dadurch werden Biege- und Umlenkkräfte auf eine anatomisch und histologisch privilegierte Zone ausgeübt.

Aus klinischer Sicht ist die Quadrizepssehne als vorderes Kreuzbandtransplantat bei folgenden Berufsgruppen indiziert: Plattenleger, Schreiner, Garagisten, Kindergärtnerinnen und Ergotherapeutinnen sowie Leute mit knieenden Berufspositionen. Eine absolute Indikation zur Verwendung der Quadrizepssehne stellt die sogenannte Patella infera, ein physiologischer Tiefstand der Patella, dar. Wird bei konstitutionell tiefstehender Patella das zentrale Drittel des Lig. patellae entfernt, kommt es, bedingt durch die postoperative Narbenschwundung, zu einem signifikantem Patella-tiefstand mit vorderem Knieschmerz und eingeschränkter Kniebewegungsamplitude.

Revisionseingriffe bei erweiterten Kanälen stellen eine wichtige Indikationsgruppe dar. Zusätzlich verwenden wir das Quadrizepssehnen-Knochenkonstrukt zum Ersatz des hinteren Kreuzbandes und in seltenen Fällen zur Verstärkung eines zeretzten Lig. patellae im Sinne einer Quadrizepssehnen-Umkehrplastik.

Genauere Kenntnisse der makroskopischen Anatomie, der Gefrierschnittanatomie, der Biomechanik und der geschlechtsspezifischen Morphometrie der Quadrizepssehne und deren Ansatz am Oberpol der Patella sind Voraussetzung für eine korrekte Entnahme und Platzierung eines Quadrizepssehnen-Knochenkonstrukts.¹¹

Literaturverzeichnis

1. Clancy W. G., Nelson D. A., Reider B., Narechania R. G.: Anterior cruciate ligament reconstruction using one-third of the patella ligament augmented by extraarticular tendon transfer. *J. Bone Joint Surg. [Am]* 1982;65:353–359
2. Rosenberg Th. D.: Endoscopic ACL reconstruction with quadrupled semitendinosus: results after two years. Presented at Sports Medicine 2000, Stockholm, Sweden, 1995
3. McKernan D. J., Weiss J. A., Deffner K. T., Greenwald R. M.: Tensile properties of gracilis, semitendinosus and patellar tendons from the same donor. *Trans 41st Orthop. Res. Soc.* 1995; 20–39
4. Blauth W.: Die zweizügelige Ersatzplastik des vorderen Kreuzbandes aus der Quadrizepssehne. *Unfallheilkunde* 1984; 87:45–51
5. Stäubli H. U.: Technik der arthroskopisch assistierten Substitution mittels autologer Quadrizepssehne. In: Jakob RP, Stäubli HU eds. *Kniegelenk und Kreuzbänder*. Berlin: Springer-Verlag, 1990:456–464
6. Stäubli H. U.: Arthroscopically assisted ACL reconstruction using autologous Quadriceps tendon. In: Jakob RP, Stäubli HU eds. *Kniegelenk und Kreuzbänder*. Berlin: Springer-Verlag, 1992:443–451
7. Fulkerson J. P., Langeland R.: an alternative cruciate reconstruction graft: the central Quadriceps tendon. *Technical note. Arthroscopy* 1995;1:252–254
8. Stäubli H. U., Schatzmann L., Brunner P., Rincón L., Nolte L. P.: Quadriceps tendon and patellar ligament: cryosectional anatomy and structural properties in young adults: *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthroscopy* 1996;4:100–110
9. Stäubli H. U., Schatzmann L., Brunner P., Rincón L., Nolte L. P.: Mechanical tensile properties of the Quadriceps tendon and patellar ligament in young adults. *Am. J. Sports Med.* 1999;27:27–34
10. Schatzmann L., Brunner P., Stäubli H. U.: Effect of cyclic preconditioning on the tensile properties of human Quadriceps tendons and patellar ligaments. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthroscop.* 1998 (Suppl. 1) 6:S 56–S 61
11. Stäubli H. U., Bollmann Ch., Kreutz R., Becker W., Rauschnig W.: Quantification of intact Quadriceps tendon, Quadriceps tendon insertion, and suprapatellar fat pad: MR arthrography, anatomy, and cryosections in the sagittal plane. *AJR* 1999;173:691–698
12. Amis A. A., Jakob R. P.: Overview on clinical status of current knee ligament reconstruction techniques. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 6:1,1998 (suppl.)
13. Stäubli H. U., Rauschnig W.: Tibial attachment area of the anterior cruciate ligament in the extended knee position. Anatomy and cryosections in vitro complemented by magnetic resonance arthrography in vivo. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2:138–146, 1994

14. Howell S.M., Barad S.J.: Knee extension and its relationship to the slope of the intercondylar roof. Implications for positioning the tibial tunnel in anterior cruciate ligament reconstructions. *Am. J. Sports Med.* 23:288–294, 1995
15. Howell S. M., Clark J. A., Farley T. E.: Serial magnetic resonance study assessing the effects of impingement on the MR image of the patellar tendon graft. *Arthroscopy* 8:350–358, 1992
16. Rauschnig W.: Serial cryosectioning of human knee specimens for a study of functional anatomy. *Sci Tools* 1979;26:47–50
17. Stäubli H. U., Jakob R. P.: Anterior knee motion analysis. Measurement and simultaneous radiography. *Am. J. Sports Med.* 1991;19:172–177
18. Stäubli H. U., Noesberger B., Jakob R. P.: Stressradiography of the knee. Cruciate ligament function studied in 138 patients. *Acta Orthop. Scand. Suppl.* 249:1–27, 1992
19. Jackson D. W., Gasser S. I.: Tibial tunnel placement in ACL reconstruction. *Arthroscopy* 10:124–131, 1994
20. Stäubli H. U., Adam O., Becker W., et al: Anterior cruciate ligament and intercondylar notch in the coronal oblique plane. Anatomy complemented by magnetic resonance imaging in cruciate ligament-intact knees. *Arthroscopy* 15:349–359, 1999
21. Stäubli H. U.: The quadriceps tendon-patellar bone construct for ACL reconstruction. *Sports Med. Arthros. Rev.* 1997;5:59–67
22. Blevins F. T., Hecker A. T., Bigler G. T., Boland A. L., Hayes W. C.: The effect of donor age and strain rate on the biomechanical properties of bone-patellar tendon-bone allografts. *Am. J Sports Med.* 1994;22:328–333
23. Butler D. L., Kay M. D., Stouffer D. C.: Comparison of material properties in fascicle-bone units from human patellar tendon and knee ligaments. *J. Biomech.* 1986;19:425–432
24. Cooper D. E., Deng X. H., Burstein A. L., Warren R. F.: The strength of the central third patellar tendon graft. A biomechanical study. *Am. J. Sports Med.* 1993;21:818–824
25. Jones R. S., Nawana N. S., Pearcy M. J et al. Mechanical properties of the human anterior cruciate ligament. *Clin. Biomech.* 1995;10;9:339–341
26. Noyes F. R., Butler D. L., Grood E. S., Zernicke R. F., Hefzy M. S.: Biomechanical analysis of human ligament grafts used in knee-ligament repairs and reconstructions. *J. Bone Joint Surg. [Am]* 1984;66:344–352
27. Woo S. L.-Y., Hollis J. M., Adams D. J., Lyon R. M.: Takai S: Tensile properties of the human femur-anterior cruciate ligament-tibia complex: the effects of specimen age and orientation. *Am. J. Sports Med.* 1991;19:217–225
28. Evans E. J., Benjamin M., Pemberton D. J.: Fibrocartilage in the attachment zones of the Quadriceps tendon and patellar ligament of man. *J. Anat.* 1990;171:155–162

Abbildungs-Glossar

Abbildung 1

Raumverhältnisse bei chronischer vorderer Kreuzbandinsuffizienz
Arthroskopie linkes Knie. Interkondyläre Grube, 30° Optik via anteromediale Pforte. ACL-D – anterior cruciate ligament deficiency im Sinne der chronischen vorderen Kreuzbandinsuffizienz. Der Raum für das vordere Kreuzbandtransplantat wird medial durch die am Zenith der Fossa intercondylaris inserierenden, vertikalen Fasern des hinteren Kreuzbandes begrenzt. Die Intercondylenfläche des lateralen Femurkondylus stellt die laterale Begrenzung der Fossa intercondylaris dar.

Abbildung 2

Impingementfreie Transplantatplatzierung in der schrägen Koronarebene

Arthroskopie linkes Knie. Verlauf des vorderen Kreuzbandtransplantates nach Rekonstruktion (ACL-R), korrekter Abstand zur Intercondylenfläche des lateralen Femurkondylus sowie korrekte Beziehung zum hinteren Kreuzband und dessen synovialen Überzug.

Abbildung 3

Intaktes vorderes Kreuzband in der Sagittalebene

Rechtes Knie, Seitenansicht nach Resektion des medialen Femurkondylus. Normaler Verlauf des intakten vorderen Kreuzbandes in Streckstellung. Femoraler Ursprung an der dorsalen Intercondylenfläche des lateralen Femurkondylus (nicht am Dach der Fossa intercondylaris). Tibiale Insertion an der Area intercondylaris anterior zwischen Vorderhorn und Hinterhornansatz des Außenmeniskus und unmittelbar dorsal des Tuberculum anteromediale (am T).

Abbildung 4

Präoperative Planung

Präoperative Planung der impingementfreien Kanalplatzierung des vorderen Kreuzbandtransplantates

ab	vordere Kreuzbandtransplantatbegrenzung
am T	anteromediales Tuberculum der Eminentia intercondylaris
al TT	anteriore Limite des tibialen Tunnels
C TT	Zentrum des tibialen Tunnels
pl TT	posteriore Limite des tibialen Tunnels
I T	laterales Tuberculum der Eminentia intercondylaris
m T	mediales Tuberculum der Eminentia intercondylaris
CFFA	Zentrum femorales Ansatzareal
ICRT	Interkondyläre Dachtangente

Abbildung 5

Transplantat-Impingement

Zu ventrale tibiale Kanalplatzierung mit sekundärem Transplantat-Impingement in Streckstellung (offener Pfeil).

Abbildung 6

Korrekte Transplantatlage

Korrekte tibiale Kanalplatzierung in Streckstellung mit genügendem Abstand zur kaudalen Begrenzung des Interkondylärdaches bei reponierter Tibia.

Abbildung 7 A, 7 B, 7 C, 7 D

Fluoroskopie-Kontrolle der Kirschnerdrahtplatzierung anlässlich der endoskopischen vorderen Kreuzbandrekonstruktion

7 A

endoskopisch zu ventrale, femorale Kirschnerdrahtplatzierung.

7 B

korrekte anatomische femorale Kirschnerdrahtplatzierung, Zugang des K-Drahtes durch die anteromediale Pforte in der inside-out Technik.

7 C

Kontrolle der impingementfreien tibialen Kanalplatzierung in Streckstellung. Knie in Streckstellung, Tibia reponiert.

7 D

Intraoperative VKB-Transplantatmarkierung mittels Kontrastmittel. Dokumentation der korrekten Platzierung des Quadrizepssehnentransplantates. Tibia reponiert. Genügender Abstand (Clearance) der medialen Quadrizepssehnenbegrenzung zum Dach der Interkondylärgrube.

Abbildung 8 A und 8 B

Gefrierschnitt-Anatomie des Kniegelenkes in der Sagittalebene

1	Quadrizepssehne ventral/proximal
2	Mittlere Blätter der Quadrizepssehne
3	Musculotendinöser Übergang
4	Musculus articularis genus
5	Quadrizepssehnenanteile über die Vorderfläche

6	der Patella nach distal ziehend
6	Quadrizepssehneninsertion QT-I
7	Corpus adiposum suprapatellare
8	Corpus adiposum supratrochleare
9	Retropatellärer Gelenkknorpel
10	Ligamentum patellae
11	Ursprung der Patellarsehne
12	Corpus adiposum infrapatellare
13	Plica infrapatellaris
14	Knorpel der Trochlea femoris
F	Femur
PL	Patellarsehne
PLO	Ursprung der Patellarsehne
QT	Quadrizepssehne
QTI	Quadrizepssehneninsertion
Pfeil	kraniale Begrenzung des Recessus suprapatellaris (aus: American Journal of Radiology. Art. Ref. Nr. 11).

Abbildung 9 A und 9 B

Gefrierschnitt-Anatomie der Sagittalebene in Flexion

1	Corpus adiposum suprapatellare
2	Synoviales Blatt der Quadrizepssehne
3	Caudale Begrenzung der Quadrizepssehne
4	Recessus suprapatellaris
5	Corpus adiposum supratrochleare
F	Femur
FT	Trochlea femoris
P	Patella
PB	Patellabasis
QTI	Quadrizepssehneninsertion

Abbildung 10 A, 10 B, 10 C

Morphometrie der Quadrizepssehne

10 A

1	ventrales Blatt der Quadrizepssehne
2	Quadrizepssehnenmitte
3	Synoviale Bedeckung des untersten Quadrizepssehnenblattes
4	Recessus suprapatellaris
5	Patellabasis
SPFP	suprapatelläres Fettgewebepolster
STFP	supratrochleares Fettgewebepolster
QT	Quadrizepssehne

10 B

pMT	posteriore Messtangente
QT-P	Quadrizepssehnenstärke proximal
QT-C	Quadrizepssehnenstärke zentral
QT-D	Quadrizepssehnenstärke distal
QT-L	Quadrizepssehnenlänge
sPT	superiore Patellatangente

10 C

geschlechtsspezifische sagittale Quadrizepssehnenstärken proximal (QT-P) zentral (QT-C), distal (QT-D) bei Frauen (f) und Männern (m) in Millimetern.

Abbildung 11 A

Osteo-TL-Clamp

Osteo-TL-Clamp, Gefrierklemme zur Sehnenfixation mittels Gefrierkammer.

Abbildung 11 B

Osteo-TL-Clamp, Quadrizepssehne in Gefrierblock fest fixiert, Ausgangslänge vor dem Testversuch (uniaxiale Zugbelastung in Instron Maschine)

Abbildung 12 A

Transplantat-Entnahme

Quadrizepssehnentransplantatentnahme, Knie in Beugstellung. Parallele Schnittführung entlang des Quadrizepssehnenverlaufs in geplanter Transplantatbreite (10 mm). Horizontalpräparation 3 cm proximal der Patellabasis mit dem Messer zur Definition der individuell anzupassenden Transplantatdicke.

Abbildung 12 B

Transplantat-Präparation

Präparation der Quadrizepssehne nach proximal unter Intaktbelassen des Recessus suprapatellaris.

Abbildung 13 A

Zustand vor der VKB-Rekonstruktion

Linkes Knie, Arthroskopie, anteromediale Pforte, 30° Optik. ACL-D: fehlendes vorderes Kreuzband.

Abbildung 13 B

Zustand nach der VKB-Rekonstruktion

Linkes Knie, Arthroskopie, anteromediale Pforte, 30° Optik. Nach Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes (ACL-R) mittels autologer Quadripsesehne und Knochenblock aus der Patellabasis.

Abbildung 14 A

Gefrierschnitt-Anatomie in Flexion

Gefrierschnitt-Anatomie, Kniegelenk in Flexion, synoviale Begrenzung der Quadripsesehne, Corpus adiposum suprapatellare und Knorpel der Kniescheibe bilden eine Gleitschicht vis-à-vis der Knorpelbegrenzung der Trochlea femoris.

Abbildung 14 B

Quadripsesehnenentnahme-Problematik

Schemazeichnung

In Beugung drückt die Trochlea femoris auf die Unterfläche der Quadripsesehne, was die suprapatellären Beschwerden nach Quadripsesehnenentnahme erklärt.

STIFTUNG ZUR FÖRDERUNG
DER ARTHROSKOPIE
Postfach 29
D-78510 Tuttlingen
Telefon (0 74 61) 7 74 96

1001/5 Ausgabe 14