

Aus dem Universitätsklinikum Münster
Klinik und Poliklinik für Unfall- und Handchirurgie
- ehemaliger Direktor: Univ.-Prof. em. Dr. med. E. Brug -

DIE OPERATIVE VERSORGUNG DER ACHILLESSEHNENRUPTUR
UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER BEHANDLUNGSERGEBNISSE
AUS DEN JAHREN 1992 BIS 1997

INAUGURAL-DISSERTATION
zur
Erlangung des doctor medicinae
der Medizinischen Fakultät der
Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

vorgelegt von
Isbach, Jörg
aus Münster
2007

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Westfälischen
Wilhelms-Universität Münster

Dekan: Univ.-Prof. Dr. med. Volker Arolt

1. Berichterstatter: Prof. Dr. med. Thomas Weber

2. Berichterstatter: Prof. Dr. med. Uwe Joosten

Tag der mündlichen Prüfung: 12.11.2007

Aus dem Universitätsklinikum Münster
Klinik und Poliklinik für Unfall- und Handchirurgie
- ehemaliger Direktor: Univ.-Prof. em. Dr. med. E. Brug -
Referent: Prof. Dr. med. Thomas Weber
Koreferent: Prof. Dr. med. Uwe Joosten

ZUSAMMENFASSUNG

Die operative Versorgung der Achillessehnenruptur
unter Berücksichtigung der Behandlungsergebnisse
aus den Jahren 1992 bis 1997
Isbach, Jörg

Die Ruptur der Achillessehne ist eine verhältnismäßig seltene Verletzung. Insbesondere bei vorgeschädigten Sehnen können Überbelastungen zu Rupturen führen.

Es gibt zwei wesentliche Behandlungskonzepte, die je nach Lehrmeinung durchgeführt werden. Das klassische operative Konzept mit offener oder gedeckter Naht und Gips wurde durch die dynamische Weiterbehandlung zum "state of the art" in vielen Kliniken. Andere Zentren arbeiten konservativ unter zur Hilfenahme der sonographischen Kontrolle ohne Operation mit einer dynamischen Schiene. In beiden Konzepten ist die frühfunktionelle Nachbehandlung elementarer Bestandteil der Therapie, um die Rehabilitationsphase so kurz wie möglich zu halten. Die immobilisierende Gipsbehandlung ist nicht mehr zeitgemäß.

Im Universitätsklinikum Münster werden Rupturen in der Regel operativ versorgt. In den Jahren 1992 bis 1997 wurden 83 Patienten operiert und frühfunktionell mit der Achillodyn-Schiene nachbehandelt. Im Rahmen der Nachuntersuchung wurde 76 Patienten ein Fragebogen sowie eine Einladung zur Nachuntersuchung in der Poliklinik zugesendet. Wir konnten 73 Patienten in die Studie aufzunehmen. Die Ergebnisse dieser Studie wurden nach Scores von Thermann und Trillat ausgewertet.

In der Bewertungsskala nach Trillat erreichten 70,1% ein sehr gutes (n=46), 21,5% ein gutes (n=14), 4,6% ein mäßiges (n=3) und 3,1% ein schlechtes (n=2) Ergebnis. Die Bewertung anhand des Thermann Scores zeigt 72,3% sehr gute (n=47), 20,0% gute (n=13), 6,1% befriedigende (n=4) und 1,5% schlechte (n=1) Ergebnisse auf. Im Mittel ergab sich ein Score von $90,5 \pm 7,25$ Punkten bei einem Median von 92 Punkten.

Tag der mündlichen Prüfung: 12.11.2007

Inhalt

	<u>Seite:</u>
1 Einleitung	1
1.1 Legende	1
1.2 Allgemeiner Überblick	1
1.3 Behandlungskonzepte	2
1.3.1 Diagnostik	2
1.3.2 Therapie mit Fibrinklebung	3
1.3.3 gedeckte Achillessehennaht	4
1.3.4 offene Nahttechnik	7
1.3.5 nicht-operative Behandlung	10
1.3.6 Spontanverlauf	10
1.4 funktionelle Nachbehandlung	11
2 Fragestellung	13
2.1 Anatomische Vorbemerkung	13
2.2 Unfallchirurgische Aspekte	14
2.3 Ziel der Arbeit	15
3 Material und Methode	16
3.1 Probanden	16
3.2 Aktendurchsicht	16
3.3 Fragebogen	16
3.4 Nachuntersuchung	17
3.5 Statistische Methoden	18
4 Ergebnisse	20
4.1 Patientengut	20
4.2 Das Trauma	22
4.2.1 Seitenverteilung	22
4.2.2 Zeitliche Übersicht	22
4.2.3 Unfallursachen	23
4.2.4 Zeit zwischen Trauma und Operation	24

4.3	Operation	25
4.3.1	Narkose	26
4.3.2	Operationstechnik	27
4.3.2.1	Nahttechnik	27
4.3.2.2	Sehne des Muskulus plantaris	28
4.3.3	funktionelle Nachbehandlung	29
4.4	Nachuntersuchung	30
4.4.1	Score nach Thermann et al.	30
4.4.2	Score nach Trillat	30
4.4.3	Sonographische Untersuchung	31
4.4.4	Bewegungsausmaße	32
4.4.5	Umfangsmäße	32
4.4.6	Funktionalitätsuntersuchungen	33
4.4.7	Begutachtung der Operationsnarbe	35
4.4.8	Beurteilung durch die Patienten	37
4.5	Reruptur	38
5	Diskussion	39
5.1	Rerupturrate	39
5.2	Ätiologie	40
5.3	operative versus konservative Therapie	41
5.4	Sehnendurchmesser	43
5.5	Plantarissehnenaufstrippung	44
5.6	Vergleich mittels der Scores	45
5.7	Seitenverteilung	45
5.8	Alters- und Geschlechterverteilung	46
5.9	Relevanz	46
6	Literaturliste	47
7	Danksagung	51
8	Lebenslauf	52

9 Anhang

9.1	Nachuntersuchungsbogen	I
9.2	Einladungsschreiben zur Nachuntersuchung	III
9.3	Fragebogen für die Patienten	IV
9.4	Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	VII

1. Einleitung

1.1. Legende

Achilleus aus Phthia ist ein Held der griechischen Mythologie. Seine Mutter Thetis tauchte ihn der Legende nach in das Wasser des Unterweltenflusses Styx. Der Mythologie entsprechend sollte es Unverwundbarkeit bewirken. Lediglich Achilleus Ferse blieb unbenetzt, da er hieran von seiner Mutter festgehalten wurde. Achilleus wurde durch einen von Apollon gelenkten Pfeil des Paris tödlich an der Ferse verwundet. Die Tendo calcanei erhielt dadurch den Namen Achillessehne.

1.2. Allgemeiner Überblick

Achillessehnenrupturen gehören bei Menschen zu den eher seltenen Verletzungen. Sie betreffen vorwiegend das Erwachsenenalter. Direkte Achillessehnenverletzungen durch Schnittverletzungen kommen vor, sind allerdings im Verhältnis weniger häufig als die degenerativ bedingten Rupturen. Entzündungen, die Einnahme von Kortison oder Immunsuppressiva erhöhen das Risiko von Sehnenrupturen. Thermann et al. (28) berichten von 8 spontanen Achillessehnenrupturen nach Nieren-, Leber- oder Herztransplantationen aus ihrem Krankengut (347 erfasste Fälle). Bei diesen Fällen war der Heilungsprozess deutlich verlängert und es ließ sich sonographisch eine äußerst geringe Regeneratbildung nachweisen. Sportarten mit schnellen Richtungsänderungen und somit starken mechanischen Belastungen für die Achillessehne stellen ein Induktionsrisiko für die Verletzung dar. Diese indirekten Traumata sind nach Löbach (41) in ca. 89% für Rupturen ursächlich. Vorgeschädigte Sehnen können durch diese sonst „normalen“ Belastungen zerreißen.

Für die Therapie gibt es je nach Klinik oder Praxis verschiedene Ansätze. Ziel einer modernen und adäquaten Therapie muss die schnelle und vollständige Genesung mit möglichst geringer Ausfallszeit und Wiederherstellung annähernd gleicher Kraft und Belastbarkeit beider Sehnen sein. Ein mehrwöchiger stationärer Aufenthalt ist nicht mehr zeitgemäß. Einige Praxen und Kliniken bieten die Möglichkeit einer ambulanten Operation. Konservative Behandlungsarten können ebenfalls ohne stationären Aufenthalt durchgeführt werden.

1.3. Behandlungskonzepte

1.3.1. Diagnostik

Zur Sicherung der Diagnose wird im Universitätsklinikum Münster zunächst eine Anamnese mit Unfallhergang, Schmerzbeschreibung und Risikofaktoren erhoben. Zu der „Risikoanamnese“ gehören die Erfassung von Stoffwechselerkrankungen, endokrine Störungen, angeborene oder erworbene biomechanische Veränderungen wie Knochensporne oder Fußdeformitäten und die Frage nach sportlichen und beruflichen Belastungen.

Bei einem Verdacht auf Achillessehnenruptur umfasst die klinische Diagnostik im Universitätsklinikum Münster eine Inspektion und Palpation der Sehne, die Untersuchung von Kraft und Bewegung im OSG, die Durchführung des Thompson-Tests und die Prüfung des Einbeinzehenstandes. Bei klinischer Indikation wird in Abweichung zu den Leitlinien (59) eine sonographische und radiologische Bildgebung veranlasst, um beispielsweise eine knöcherne Beteiligung auszuschließen. Gemäß den Leitlinien wird das Röntgen des oberen Sprunggelenks mit Rückfuß in zwei Ebenen empfohlen.

Steinbrück (61) zeigt in einer Übersichtsarbeit mit 34.742 erfassten Sportverletzungen aus den Jahren 1972 bis 1997, dass Achillessehnenrupturen ca. 2% (n = 701) der Sportverletzungen

ausmachen. Er zeigt ebenfalls, dass die Unfähigkeit zum Einbeinzehenstand nach Ruptur in 97% ausgeprägt und der Thompson-Test lediglich in 67% positiv war. Die Sonographie bewies in 91% und das MRT in 99% eine Ruptur der Achillessehne (61). Bei der Sonographie wird auf Kontinuitätsunterbrechung, abgrenzbare Sehnenenden, echoarme Flüssigkeitsansammlung im Rupturbereich und Auflockerung der parallelen, streifigen Struktur geachtet.

Je nach Klinik und Untersuchungsergebnissen gibt es verschiedene Behandlungskonzepte. Crolla et al. (13) beschreiben 60 verschiedene operative Methoden. Im Folgenden werden einige häufig genutzte Verfahren vorgestellt.

1.3.2. Therapie mit Fibrinklebung

Eine mögliche Behandlungsmethode besteht in der Klebung der gerissenen Sehne mit Fibrinkleber. Hierbei werden die Sehnenstümpfe vorsichtig aufgefasernd und bei Adaptation anschließend durch Fibrinkleber verbunden. Kombinationen aus operativer Nahtversorgung und Verklebung führen in experimentellen Untersuchungen (55) zu einer dreifach erhöhten Reißfestigkeit im Vergleich zur Monotherapie. Eine Naht des Peritendineums mit resorbierbarem Nahtmaterial ist hierbei indiziert. Großer Vorteil dieser Methode ist eine atraumatische, beziehungsweise mindertraumatische Versorgung der Sehnenstümpfe, sowie die Möglichkeit über relativ kleine perkutane Zugangswege vorzugehen. Zudem ist Fibrin eine bedeutende physiologische Vorstufe der Kollagenbiosynthese. Experimentelle Studien (64) zeigen, dass eine Fibroblastenstimulation erfolgt. Bei sehr stark aufgefasernden Sehnenenden ist diese Methode geeignet, eine Adaptation ohne erheblichen Längenverlust sicherzustellen.

1.3.3. gedeckte Achillessehnennaht

Eine andere operative Methode stellt die 1977 bereits durch Ma und Griffith (42) vorgestellte gedeckte perkutane Achillessehnennaht (6, 18, 21, 31, 35) dar. Hierbei werden ein horizontaler Schnitt im Rupturgebiet, sowie 4 Stichinzisionen durchgeführt. Durch die kranialen, perkutanen Inzisionen wird eine Ahle geführt und damit die PDS-Kordel durchgezogen.



Abb. 1: Durchführung der PDS Naht durch den kranialen Sehnenstumpf

Anschließend wird dieses Durchziehen von der kaudalen Inzision nach kranial, vom Horizontalschnitt aus kaudalwärts und von der kranial fadenführenden Inzision horizontalschnittwärts wiederholt, so dass die PDS-Kordel überkreuzend durch die Rupturstelle geführt ist.



Abb. 2: Liegende PDS-Naht im kranialen Sehnestumpf



Abb. 3: Kaudalführung des PDS-Fadens

Dabei kann als Variation eine Rahmennaht zusätzlich durchgeführt werden. Sie dient dazu, die Rupturstelle besser zu adaptieren. Zudem kann, falls erforderlich und gewünscht, das Peritendineum adaptiert und vernäht werden. Ein peritendinöses Hämatom kann erhalten bleiben und somit für eine Schienung und bessere Heilung sorgen. Diese Technik findet auch im

ambulanten Bereich Anwendung. Die so behandelten Patienten können in der Regel schon früh nach der Operation wieder mit dynamischer Schiene oder Spezialschuh belasten. Bei dieser gedeckten Technik mit relativ wenig Sichtraum für den Operateur ist besondere Sorgfalt auf die Schonung des Nervus suralis zu legen. Dessen Verletzung stellt eine schwerwiegende Komplikation dar, da oft ein initial einschließender Schmerz mit anschließender Taubheit beobachtet wird. Dadurch kann eine frühfunktionelle Nachbehandlung erschwert oder gar unmöglich werden. Kosanovic (36) hat in einer Studie mit 36 Patienten, die unter Lokalanästhesie und perkutaner Technik operiert wurden, keinen Suralisschaden beobachten können.



Abb. 4: Hautnaht nach gedeckter Nahttechnik

Als zusätzliche Variante wird die endoskopisch assistierte perkutane Achillessehnennaht in der Literatur beschrieben. (66, 68) Dabei wird die Ahle unter endoskopischer Sicht geführt, um das Risiko für einen Suralisschaden zu verringern.

1.3.4. offene Nahttechnik

Im Universitätsklinikum Münster findet das Verfahren mit offener Nahttechnik Anwendung. Hierbei wird die Haut zur Darstellung der Sehnenenden durch einen Paramedianschnitt etwa 5 cm eröffnet.



Abb. 5: Schnitfführung bei offener Technik

Nach Ausräumung etwaiger Hämatome und Anfrischung der Sehnenstümpfe erfolgt die Sehnennaht mit PDS Fäden.

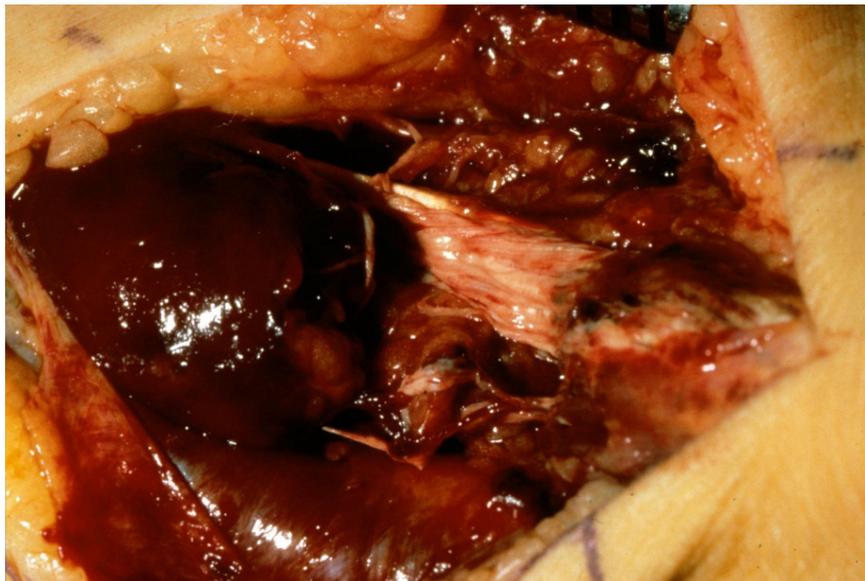


Abb. 6: Hämatom an der Rupturstelle

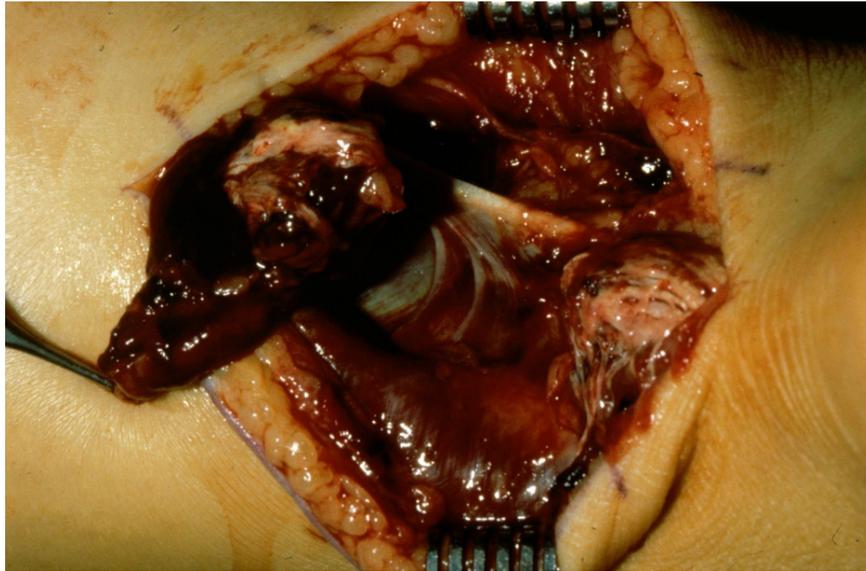


Abb. 7: Darstellung der Sehne des M. plantaris

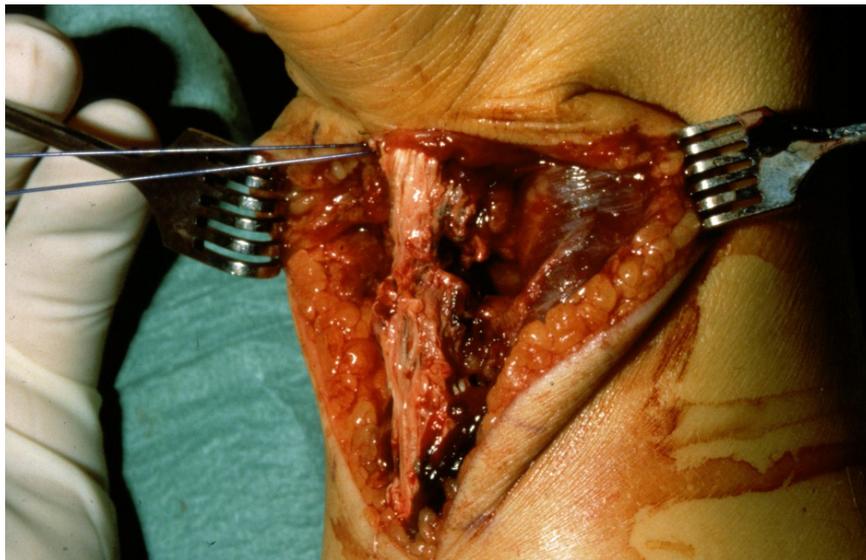


Abb. 8: Naht der rupturierten Achillessehne

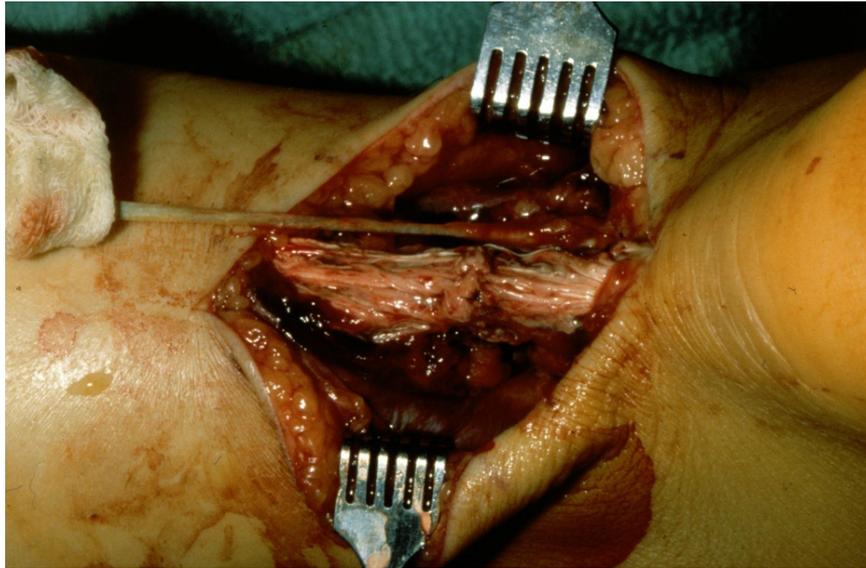


Abb. 9: Extirpation der Plantarissehne

Ein ca. 6 cm langer Rest der Plantarissehne wird nicht mit verflochten, sondern mittels Sehnenstripper aufgefächert und wie eine Hülle um die Nahtstelle der Achillessehne gelegt. Dieses fungiert als Gleitlager für die Nahtstelle.

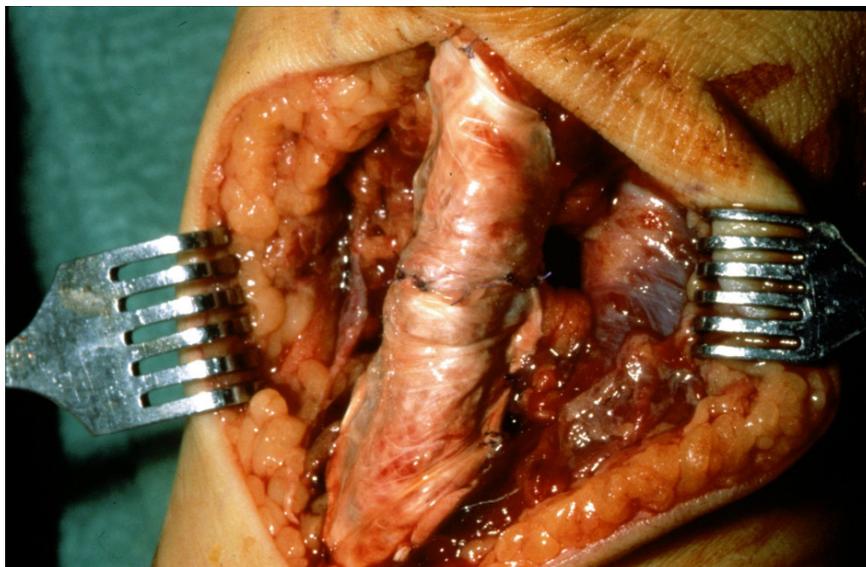


Abb. 10: Um die Nahtstelle gelegte aufgefächerte Plantarissehne

Anschließend erfolgen die Einlage einer Drainage und der Wundverschluss.

Es wurden verschiedene Nahttechniken durchgeführt. In der folgenden Abbildung ist unter A die doppelt geführte Bunell-Naht, unter B die einfach geführte Bunell-Naht, unter C die doppelt geführte Kessler-Naht und unter D die einfach geführte Kesslernaht dargestellt.

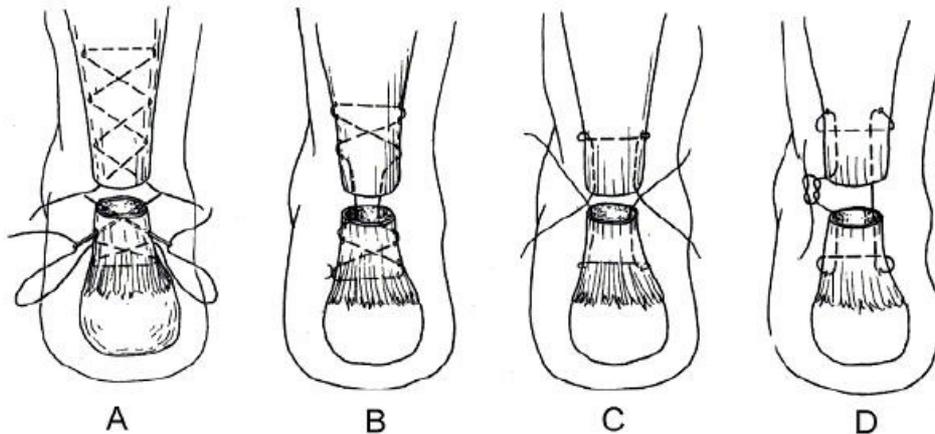


Abb. 11: verschiedene End-zu-End-Nahtverfahren

1.3.5. nicht operative Behandlung

Lea und Smith (38) haben bereits 1968 mit einer nicht operativen Methode Achillessehnenrupturen behandelt. Sie führten eine Immobilisation im Unterschenkelgips in Spitzfußstellung für 8 Wochen durch. Damals verzeichneten sie eine Rerupturrate von 10,6% (7 von 66).

In einer prospektiv-randomisierten Studie von 1987 bis 1989 verwendete Thermann (62) einen Spezialschuh, der eine frühfunktionelle Nachbehandlung und eine sonographische Kontrolle ermöglichte. Um ein gutes Outcome zu erreichen, ist auch bei der konservativen Therapie ein adäquates funktionelles Management erforderlich (15, 48, 57).

1.3.6. Spontanverlauf

Im Spontanverlauf ohne jegliche Therapie kommt es innerhalb von 2 bis 4 Monaten zur Bildung einer Neosehne, die eine kraftlose Funktion im Sprunggelenk ermöglicht. Trotz intensiven Trainings können die normalen

Spannungsverhältnisse von Sehne und Muskel nicht wieder hergestellt werden und es kommt zum Hinken und Nachziehen des Fußes (65).

1.4. Funktionelle Nachbehandlung

Alle aktuellen Therapiekonzepte beruhen auf einer frühzeitigen funktionellen Nachbehandlung. Eine längere Immobilisation führte im Tierexperiment (60) zu histochemisch und elektronenmikroskopisch nachweisbaren Veränderungen im Soleus, die auch nach Aufhebung der Immobilisation noch 5 bis 6 Wochen persistent waren. Eine mehrwöchige Gipsimmobilisation ist daher nicht angemessen. Im Universitätsklinikum Münster erfolgt eine frühfunktionelle Weiterbehandlung nach dem unten tabellarisch dargestellten Schema. Die strikte Einhaltung dieses Schemas machte eine gute Vergleichbarkeit bei unserem Patientengut möglich.

präoperativ	<ul style="list-style-type: none"> - klinische und sonographische Diagnosestellung - OP am besten um den 4.-5. Tag nach dem Trauma (während dieser Zeit Ruhigstellung in Spitzfußstellung und Thromboseprophylaxe)
OP-Tag	<ul style="list-style-type: none"> - Operation - intraoperative Gipsanlage in 30° Spitzfußstellung
1. post OP Tag	<ul style="list-style-type: none"> - Maßnahmen für die Achillodynschiene am gesunden Bein - Absatzerhöhungen für das gesunde Bein
5.- 7. post OP Tag	<ul style="list-style-type: none"> - Anlage der Achillodynschiene über den sterilen Verband - Achillodynschiene in 30° Spitzfußstellung - aktive Dorsalextension bis zu 4 mal pro Stunde bis zur Schmerzgrenze, zunächst unter 20° Kniebeugung - Vollbelastung erlaubt mit Gehilfen zur Sicherheit - Nachtschiene in Spitzfußstellung 30°

2. post OP Woche	<ul style="list-style-type: none"> - Kontrolluntersuchung - Fadenentfernung - Achillodynschiene mit Spitzfuß 15° Plantarflexion - aktive Dorsalextension bis zu 4 mal pro Stunde bis zur Schmerzgrenze - Vollbelastung erlaubt - Nachtschiene in 15° Spitzfuß
3.-6. post OP Woche	<ul style="list-style-type: none"> - Kontrolluntersuchung - Achillodynschiene mit 0° Stellung - aktive Dorsalextension bis zu 4 mal pro Stunde bis zur Schmerzgrenze - Nachtschiene in 0° Stellung - Rezept für Absatzerhöhung 3 cm für beide Schuhe
6. post OP Woche	<ul style="list-style-type: none"> - Entfernung der Achillodynschiene - Tragen der Schuhe mit Absatzerhöhung 3 cm für die nächsten 6 Wochen - Vollbelastung erlaubt, ggf. Gehilfen - Rezept für Absatzerhöhungen 1,5 cm für beide Schuhe
12. post OP Woche	<ul style="list-style-type: none"> - Je nach Situation weitere Behandlung durch den Hausarzt - Absatzerhöhung 1,5 cm für weitere 6 Wochen - Etwa ab der 24. Woche sportliche Aktivität aufsteigend erlaubt

Abb. 12: Behandlungsplan für funktionelle Nachbehandlung

2. Fragestellung

Es gibt bereits viele Veröffentlichungen und retrospektive Studien über die Behandlung und Therapie von Achillessehnenrupturen. Dabei wurden in nahezu allen Studien verschiedene Scores zur Bewertung des Therapiekonzeptes verwendet. Zwei Scores, der Score nach Thermann et al. und der Score nach Trillat, finden auch in dieser Arbeit Anwendung und dienen der besseren Objektivierbarkeit des Outcomes.

Ziel dieser Arbeit ist es, verschiedene Operationstechniken und Behandlungsschemata vorzustellen, das „Münsteraner“ Verfahren und die Behandlungsergebnisse aus den Jahren 1992 bis 1997 anhand der analysierten Patientendaten vergleichbar darzustellen.

2.1 Anatomische Vorbemerkung

Die Achillessehne entsteht aus dem Zusammenschluss der beiden zunächst breitflächigen Sehnenplatten der Capita mediale und laterale des Musculus gastrocnemius mit der Sehne des M. soleus im distalen Unterschenkeltrittel. Abgepolstert gegen Druck und Reibung wird die Achillessehne am Oberrand des Tuber calcanei durch die Bursa tendinis calcanei und weiter distal gegen die Hautschichten durch die Bursa subcutanea calcanea. Die Sehne selbst ist mit 6 bis 11 mm Durchmesser und einer Länge von ca. 8 bis 12 cm die stärkste Sehne im menschlichen Körper (58, 63). Sie kann kurzfristig bis zum 25-fachen des Körpergewichts belastet werden (59). Das entspricht ca. 400 kp für statische und 500 bis 930 kp für dynamische Belastungen. Nach Grafe (22) beträgt die kurzzeitige Spitzenbelastung beim Landen und Abspringen im Bodenturnen sogar bis zu 1070 kp.

Nach Cummis et al. (14) sind bei der Achillessehne die Fasern in Bezug auf die Längsrichtung rotiert. Wie auch aus der Seil- und Kabelindustrie bekannt

ist, führt eine solche Verdrehung und Verflechtung zu einer höheren Reißfestigkeit. Die Sehne besteht zu 30% aus Kollagen, zu zwei Prozent aus Elastin und aus Wasser. Die Kollagenfasern bilden 70% des Trockengewichts (29). Die Sehne kann hierdurch unter Belastung eine Elongation von bis zu 15% ihrer Ursprungslänge erfahren (63). Der Calcaneus dient als „Hebelarm“, der je nach Stellung des Sprunggelenkes und individuellen Unterschieden eine Armlänge von 3 bis 6 cm hat (16, 20, 22). Plantarflexion sowie Dorsalflexion im Sprunggelenk verringern die Länge des Hebelarms (3).

Der M. plantaris stellt ein phylogenetisches Relikt dar und verhält sich inkonstant. Seine lange und schmale Endsehne zieht über die Achillessehne zum Tuber calcanei, wo sie inseriert. Je nach Ausprägung ist auch eine Insertion an der Fascia cruris oder der Plantaraponeurose möglich. Nach Joneleit und Segesser (29) ist die Plantarissehne bei Leichenpräparaten zu etwa 92 bis 94% vorhanden. Aus der operativen Praxis werden Werte von 85 bis 90% berichtet (29). Anatomisch ist die Lage des Nervus suralis bei Operationen der Achillessehne wichtig. Der Nerv verläuft über den lateralen Kopf des M. gastrocnemius, dann weiter an der lateralen Seite im distalen Unterschenkeldrittel. Er kann bei Operationen im Bereich der Achillessehne leicht verletzt werden. Die Versorgung der Sehne erfolgt durch die Gefäße des muskulotendinealem Übergangs. Nach Lagergren (37) ist die Gefäßdichte im mittleren Drittel der Sehne vermindert. Die arterielle Durchblutung wird mit dem Alter geringer, wie bei einer Studie (25) mit Na²³ Injektion festgestellt wurde. Die Durchblutung der Achillessehne wird in der Literatur mit 0,93ml/100g/min (19) angegeben, wobei die Versorgung jenseits des 30. Lebensjahres nur vom Paratenon her erfolgt (19).

2.2 Unfallchirurgische Aspekte

Freizeitsport hat in den letzten Jahren deutlich an Bedeutung gewonnen. Auch führt eine zunehmende Professionalisierung in diesem Sektor zu einer

stärkeren Aus- und Belastung der Sehnen und Bänder. Bis nach dem 2. Weltkrieg waren Achillessehnenrupturen noch sehr selten. Übergewicht, neue, moderne Freizeitsportarten und degenerative oder medikamenteninduzierte Vorschädigungen führen zu höheren Fallzahlen. Ältere Zahlen aus dem Jahr 1989 (nur alte Bundesländer) sprechen von einer Inzidenz von ca. 4500 Fällen pro Jahr. Neuere Daten aus dem Jahr 1996 führen Fallzahlen von 15.000 bis 20.000 pro Jahr in der Bundesrepublik Deutschland (alte und neue Bundesländer) auf (39, 45). Maffulli et al. (43) berechneten anhand von 4201 erfassten Patienten für Männer eine Inzidenz von 6,3 bis 7,3 pro 100.000 Einwohner und für Frauen eine Inzidenz von 3 bis 4,7 pro 100.000 Einwohner. Dabei stellte er einen Anstieg der Inzidenz von 1980 bis 1995 fest.

Aufgrund des heutigen Leistungs- und Kostendrucks müssen die Patienten schnell und effektiv versorgt werden, um gute Behandlungsergebnisse mit geringen Ausfall- und Krankheitszeiten zu erreichen. Dabei wird an dem Universitätsklinikum Münster einer operativen Versorgung in der Regel der Vorzug vor einer konservativen Versorgung gegeben.

2.3 Ziel der Arbeit

Für die Untersuchung wurden die beiden Scores von Thermann und Trillat ermittelt, um eine Vergleichbarkeit mit anderen Behandlungsformen und Prinzipien darstellen zu können. Die Auswertung der erhobenen Daten kann somit nicht oder nur wenig von der subjektiven Einschätzung des Testleiters beeinflusst werden. Aufgrund der deskriptiven Analyse unter Anwendung objektiver Score-Systeme ist eine Outcome-Analyse des offenen, operativen Verfahrens mit konkurrierenden Verfahren möglich. Die in dieser Arbeit retrospektiv gesammelten Daten werden mit den in der Literatur aufgeführten Ergebnissen verglichen. Aufgrund der relativ geringen Fallzahl ist eine prospektiv - randomisierte Studie für diese Fragestellung nicht zweckmäßig.

3. Material und Methode

3.1 Probanden

In den Operationsberichten der Jahre 1992 bis 1997 sind 83 Patienten aufgeführt, die in der unfallchirurgischen Klinik der Universität Münster wegen einer Verletzung der Achillessehne operativ versorgt wurden. Davon konnten 76 Personen im Alter von 21 bis 56 Jahren ermittelt werden, von denen 14 weiblich und 59 männlich waren. Diese potentiell für die Studie zur Verfügung stehenden ehemaligen Patienten erhielten einen Fragebogen sowie eine Einladung zu einer Nachuntersuchung in das Universitätsklinikum Münster. Von 73 Patienten erhielten wir den Fragebogen zurück und konnten somit diese Daten auswerten. Der Drop-out beträgt 3,9%. Der Einladung (Anhang 9.2) zur Nachuntersuchung folgten 65 Patienten. Das entspricht einer Quote von 89%.

3.2 Aktendurchsicht

Bei der Durchsicht der Akten wurden verschiedene Parameter ermittelt. Neben der Aufenthaltsdauer wurden Beruf, Größe, Gewicht, Vorerkrankungen, verordnete Medikamente, Traumaseite, Traumadatum, Traumaätiologie, diagnostisches Vorgehen, Zeitpunkt der Erstdiagnose, Schmerzanamnese, Operationstag und -dauer, Operationstechnik, Anästhesieverfahren und der weitere Verlauf der Behandlung anhand der ambulanten Karten ermittelt.

3.3 Fragebogen

In dem den ehemaligen Patienten zugesendeten Fragebogen (Anhang 9.3) wurden insbesondere die Daten ermittelt, die das Outcome bestimmen.

Soweit möglich, wurden dabei die Daten erhoben, die zum Ermitteln der Scores nötig waren. Außerdem galt es, die individuellen Probleme der Patienten durch freie Fragen zu ermitteln, um auch seltenere Beschwerden erfassen zu können. In einer Arbeit aus dem Jahr 1989 beobachtete Meyer (47), dass die subjektive Beurteilung des Behandlungserfolges durch die Patienten schlechter ausfiel als die klinische Begutachtung.

3.4 Nachuntersuchung

Bei der Nachuntersuchung in der unfallchirurgische Poliklinik galt es in erster Linie messbare Daten zu ermitteln. Es wurden 65 Patienten untersucht und die Daten auf einem für diese Studie entworfenem Nachuntersuchungsbogen (Anhang 9.1) dokumentiert. Nach der Neutral-Null-Methode wurde die Beweglichkeit im Kniegelenk und im oberen Sprunggelenk vermessen. Umfangsmessungen wurden jeweils 20 und 10 cm oberhalb und 15 cm unterhalb des inneren Knie-Gelenk-Spaltes durchgeführt. Bei der Funktionsprüfung wurde auf Druckschmerzhaftigkeit, Durchblutungsstörungen, Gangbild, Hackengang, Zehengang, Einbeinzehenstand und Achillessehnenreflex geachtet sowie der Thompsontest durchgeführt. Außerdem erfolgte bei fixierter Schulterpartie eine Kraftmessung mittels einer Waage. Dabei wurde die nach distal gerichtete Kraft des Vorderfußes für beide Füße ermittelt. Die Narbe wurde vermessen und auf Blutumlaufstörungen und Verwachsungen untersucht. Mit einem Ultraschallgerät (Siemens SI 250 mit linearem 7,5 MHz Schallkopf) wurden Tiefe und Breite der Sehne bestimmt. Alle Werte wurden beidseitig erhoben, um entsprechende Referenzzahlen zu erhalten. Alle Untersuchungen wurden in Bauchlage und Neutral-0-Stellung durchgeführt.

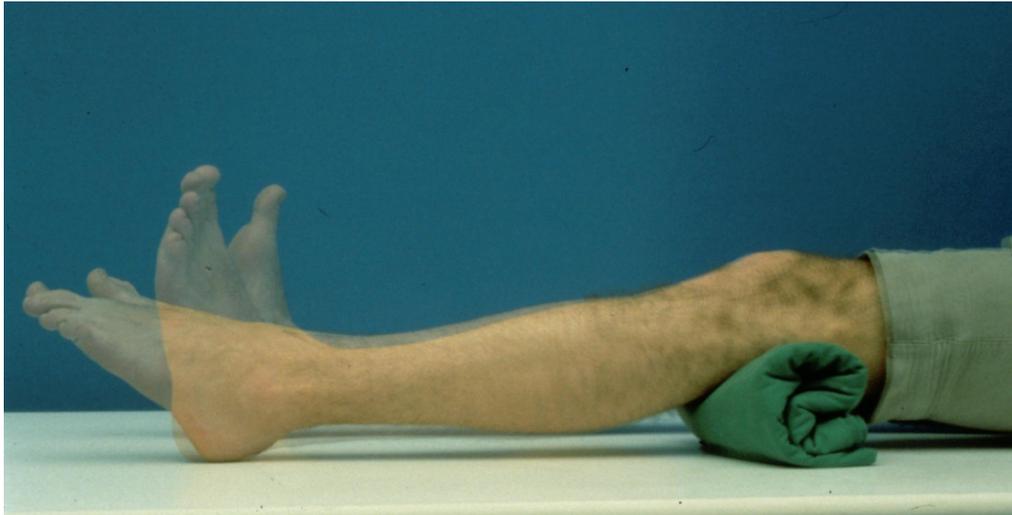


Abb.13: Vermessung nach Neutral-Null-Methode der OSG-Beweglichkeit

3.5 Statistische Methoden

Die Auswertung der Daten erfolgte mit Excel XP der Fa. Microsoft. Es wurden Mittelwerte, Standardabweichungen und Mediane berechnet.

Die Score Systeme nach Trillat und Thermann wurden nach den folgenden Tabellen erfasst.

Dorsalextensionsdefizit/vermehrte Bewegung des OSG im Vergleich zur gesunden Seite	Kein Dorsalflexionsdefizit, vermehrte Bewegung (10P)	Bis $\pm 5^\circ$ Dorsalextension (5P)	$\pm 6-10^\circ$ Dorsalextension (1P)	$> \pm$ Dorsalextension (0P)
Plantarextensionsdefizit/vermehrte Bewegung des OSG im Vergleich zur gesunden Seite	Kein Plantarflexionsdefizit, vermehrte Bewegung (10P)	Bis $\pm 5^\circ$ Plantarextension (5P)	$\pm 6-10^\circ$ Plantarextension (1P)	$> \pm$ Plantarextension (0P)
Muskelumfang der Wade im Vergleich zur gesunden Seite	\geq Umfang (10P)	- 1cm (5P)	- 2 cm (3P)	$> - 2$ cm (0P)
Einbeinziehenstand	Sicher= um 1 min (10P)	Unsicher = um 10 s (5P)	Andeutung (1P)	Überhaupt nicht (0P)
Thompson Test	negativ (0P)	positiv (0P)		
Kraftmessung	95-100% (10P)	85-94% (8P)	75-84% (6P)	65-74% (2P)
Schmerzen	Keine (10P)	Bei Maximalbelastung (8P)	Bei normaler Belastungen (3P)	Bei geringen Belastungen (2P)
Subjektive Kraftminderung	Keine (10P)	Bei Maximalbelastung (8P)	Bei normaler Belastungen (3P)	Bei geringen Belastungen (2P)
Sportfähigkeit	Vollständige Wiederherstellung (10P)	Geringe Einbußen (8P)	Befriedigende Sportfähigkeit, Sportartwechsel (6P)	Limitierte Sportfähigkeit (2P)
Wetterfühligkeit	Negativ (5P)	Positiv (0P)		
Subjektive Beurteilung der Behandlung	Sehr gut (10P)	Gut (8P)	Befriedigend (6P)	Ausreichend (2P)
Gesamtergebnis Punkte	Sehr gut 90-100	Gut 80-89	Befriedigend 70-79	Ausreichend 60-69

Abb.14: 100 Punkte-Score nach Thermann et al. (P= Punkte)

Note	Kriterien
sehr gut	<ul style="list-style-type: none">- gleiche sportliche und berufliche Leistungsfähigkeit wie vor der Verletzung- Sehne schmerzlos- Ferse stabil- Freie Beweglichkeit
gut	<ul style="list-style-type: none">- Pat zufrieden- Sport weniger intensiv- Narbenbeschwerden- Narbe breit und unschön
mäßig	<ul style="list-style-type: none">- kein Sport nach Unfall- Fuß auf ebenem Boden instabil- Kraft noch gerade ausreichend
schlecht	<ul style="list-style-type: none">- Kraft deutlich reduziert- Einbeinzehenstand unmöglich- Patient hinkt- Schmerzen auch in Ruhe- Laufen und schnelles Gehen nicht möglich

Abb.15 : Score nach Trillat

4. Ergebnisse

4.1 Patientengut

In der unfallchirurgischen Klinik des Universitätsklinikums Münster wurden in der Zeit von 1992 bis 1997 dreiundachtzig Patienten wegen einer gerissenen Achillessehne operativ behandelt. Davon konnten 76 geeignete Personen ermittelt werden. Bei einem „drop out“ von 3,9% ($n = 3$) ergab sich eine Nachuntersuchungsserie mit 73 Patienten, wovon 14 weiblich und 59 männlich waren. Von den Untersuchten übten 31 Personen Berufe aus, bei denen die Achillessehne stärker belastet wird; 34 Probanden gaben an eher, sitzenden Tätigkeiten auszuüben.

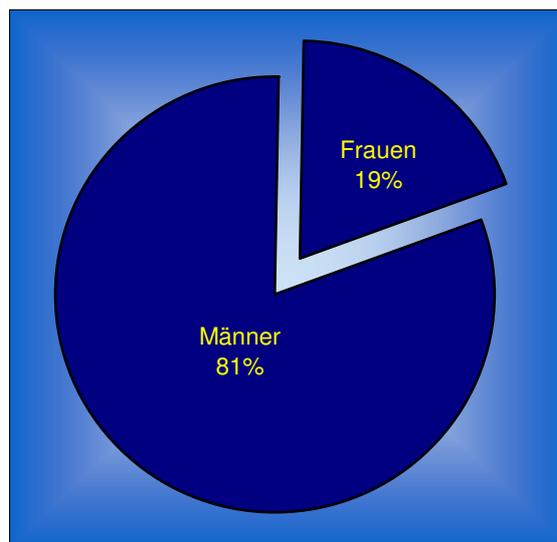


Abb. 16: Grafische Darstellung der Geschlechterverteilung aller Probanden

Das durchschnittliche Alter der Patienten betrug 34,4 Jahre ($\sigma = 8,15$). Der älteste Patient war 56 Jahre, der Jüngste 21 Jahre alt. Der Median der Stichprobe liegt bei 32 Jahren.

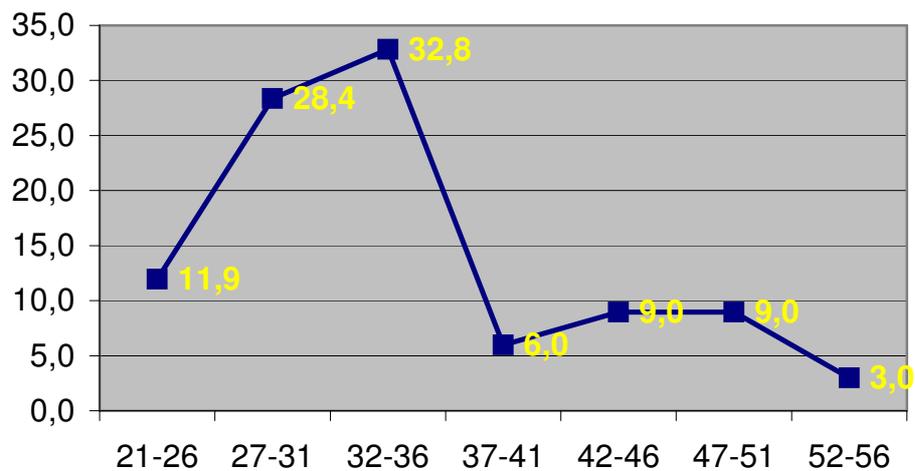


Abb. 17: Grafische Darstellung der prozentualen Altersverteilung aller Probanden

Von allen Patienten wurde anhand der Gewichts- und Größenangaben der Body-Mass-Index ($BMI = \text{Körpergewicht [kg]} / \text{Größe}^2 [\text{m}]$) bestimmt. Der Mittelwert des BMI war $24,99 \text{ Kg/m}^2$ ($\sigma = 3,59$), das Maximum lag bei $35,1 \text{ kg/m}^2$ und das Minimum bei $19,3 \text{ kg/m}^2$.

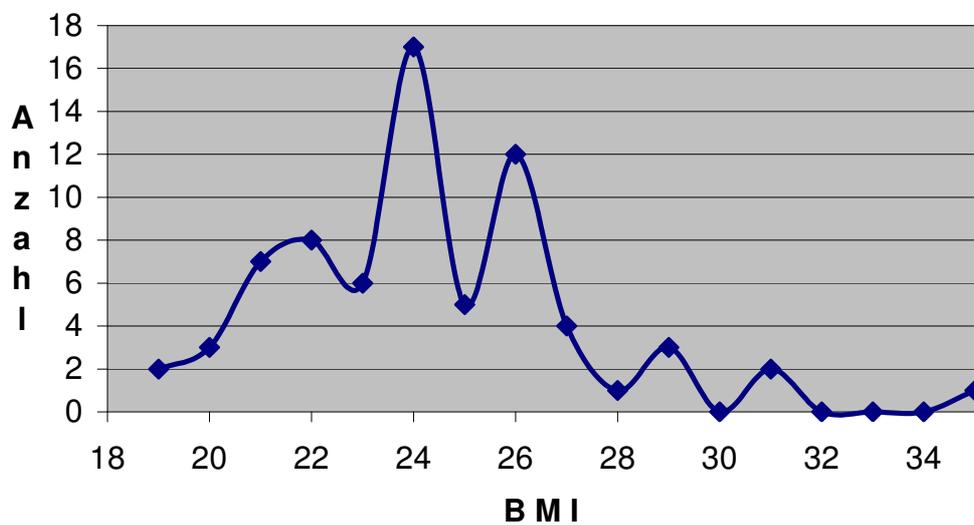


Abb. 18: Graphische Darstellung der Häufigkeitsverteilung des BMI

4.2 Das Trauma

4.2.1 Seitenverteilung

Die Ruptur der Achillessehne fiel zu 53% (n = 39) auf die linke Seite und zu 47% (n = 34) auf die rechte Seite.

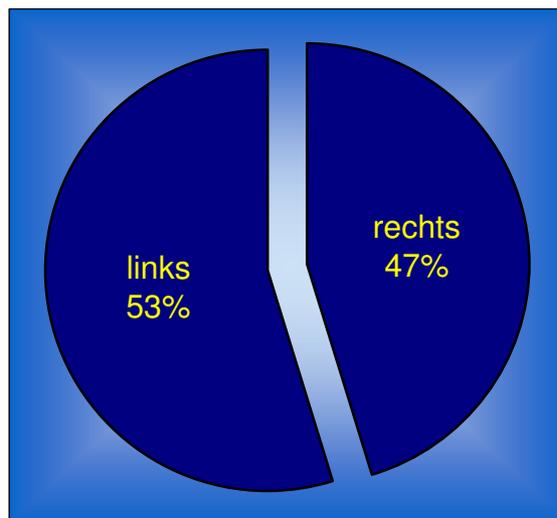


Abb. 19: Grafische Darstellung der Rupturseitenverteilung

4.2.2 Zeitliche Übersicht

Bei der Betrachtung der Anzahl der Rupturen ergibt sich aufgeschlüsselt auf die Monate folgende Verteilung:

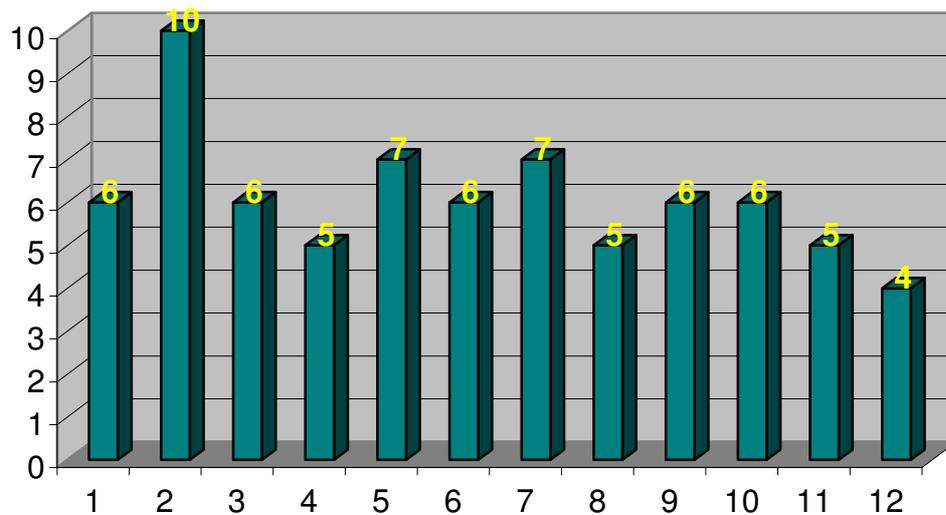


Abb. 20: Diagramm über die Verteilung der Rupturanzahlen pro Monat

4.2.3 Unfallursachen

Die Unfallursachen der Traumen verteilt sich zu 29,2% ($n = 19$) auf Badminton, zu 20% ($n = 13$) auf Fußballspielen und zu 15,4% ($n = 10$) auf sonstige Unfälle. Der Rest mit $n = 8$ auf Handball, $n = 7$ auf Laufsport, $n = 5$ auf Volleyball, $n = 4$ auf Tennis, $n = 3$ auf Tanzen und jeweils $n = 2$ auf Turnen und Aufstehen aus hockender Position.

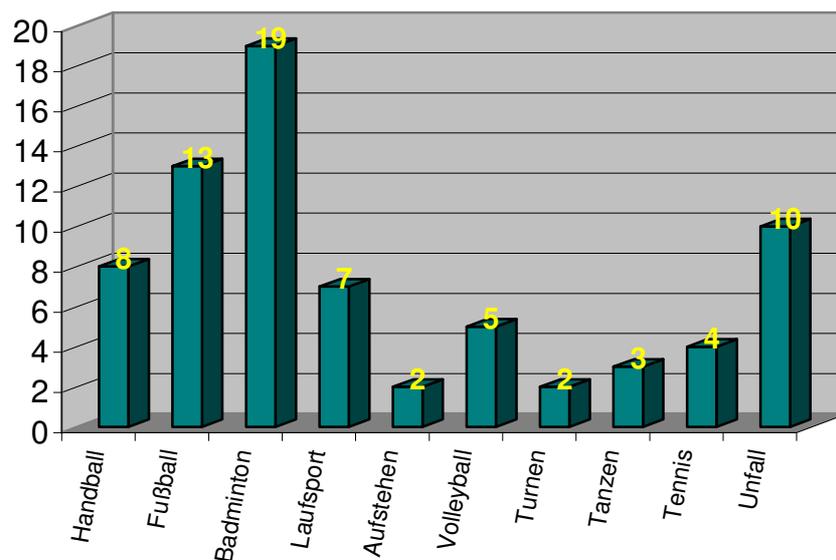


Abb. 21: Graphische Darstellung der Trauma – Ursachen

Im Rahmen der Befragung gaben 44,5% (n = 29) der Patienten an, Vorerkrankungen oder andere Verletzungen des unteren Bewegungsapparates gehabt zu haben. Wir vermerkten folgende Verletzungsmuster: Beckenfraktur, Meniskusoperation, Knorpelabsplitterung im Kniegelenk, Kreuzbandriss, Fraktur des Unterschenkels oder des Fußes, Distorsion des Sprunggelenks und fibulare Kapsel-Band Läsionen.

Vier Patienten hatten in früheren Jahren eine kontralaterale Achillessehnenruptur erlitten. Die längste Zeitdifferenz zwischen dem kontralateralen Trauma und der neuen Ruptur betrug 20 Jahre und die kürzeste 6 Jahre.

4.2.4 Zeit zwischen Trauma und Operation

Die Diagnose wurde in den meisten Fällen (n = 62) ohne besondere apparative Hilfsmittel anhand einer klinischen Diagnose und der Anamnese gestellt. Im Rahmen der Anamnese war bei 43 Patienten die Beschreibung eines Knalles oder eines Rissgefühles im Aufnahmebogen vermerkt. Anhand des Thompson-Tests und weiterer diagnostischer Leitbilder, wie einer tastbaren Sehnenlücke und des nicht möglichen Zehenstandes wurde die Diagnose gesichert. In zwei Fällen waren nach offenen Traumen Sehnenstümpfe sichtbar. In einem Fall wurde aufgrund einer vorangegangenen Ruptur der Sehne, die nicht im Universitätsklinikum Münster voroperiert worden war, ein MRT zur Diagnosesicherung der Reruptur gestellt. Diese Patienten wurden nicht in diese Studie aufgenommen.

Im Durchschnitt vergingen zwischen Trauma und der operativen Versorgung 4,9 Tage ($\sigma = 1,78$). In dieser Zeit wurden die meisten Patienten (n = 49) mit einer Ober- und Unterschenkelgipsschiene in Spitzfußstellung versorgt. Hierbei wurde zudem auf eine Thromboseprophylaxe geachtet. 12 Patienten erhielten eine Unterschenkelgipsschiene und zwei eine Kunststoffschiene. Bei zwei weiteren Patienten erfolgte die operative Versorgung direkt nach der

Aufnahme in die Poliklinik, da es sich um offene, traumatisch bedingte Rupturen handelte.

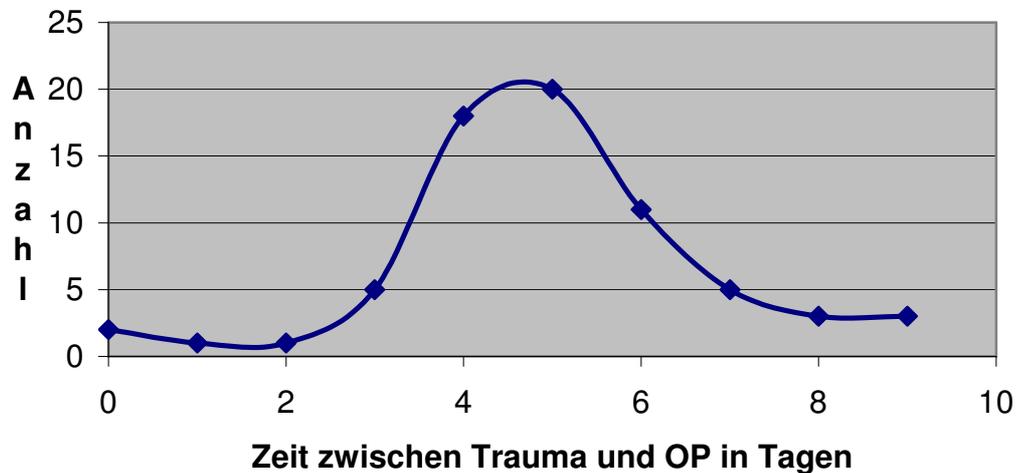


Abb.22: Graphische Übersicht über die Häufigkeitsverteilung in Bezug auf die Zeit

4.3 Operation

Die Operationen dauerten vom „Schnitt bis zur Naht“ durchschnittlich 65,7 Minuten ($\sigma = 19,34\text{min.}$). Der Median liegt bei 60 Minuten. Die längste Operation hat ab Schnitt 125 min gedauert, die kürzeste Operation war nach einer halben Stunde beendet.

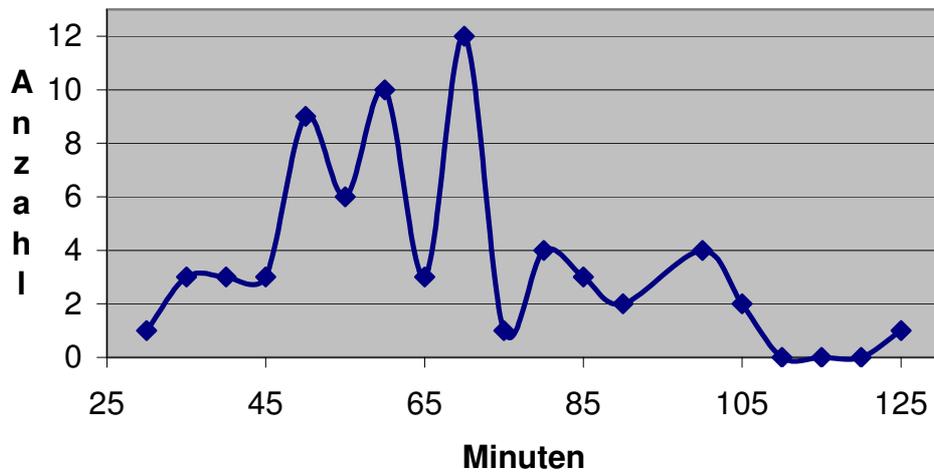


Abb.23: Graphische Übersicht über Häufigkeit der OP-Dauer in Minuten

4.3.1 Narkose

Die meisten Operationen ($n = 52$) wurden in Intubationsnarkose durchgeführt. Weiterhin wurden 15 Operationen in Spinalanästhesie und 6 in anderen Narkoseformen durchgeführt. Die Spinalanästhesie wurde von 73% ($n = 11$) als sehr angenehm beschrieben. Insgesamt gaben 36,9% der Patienten ($n = 24$) im Rahmen der Nachuntersuchungen an, Angst vor der Narkose gehabt zu haben.

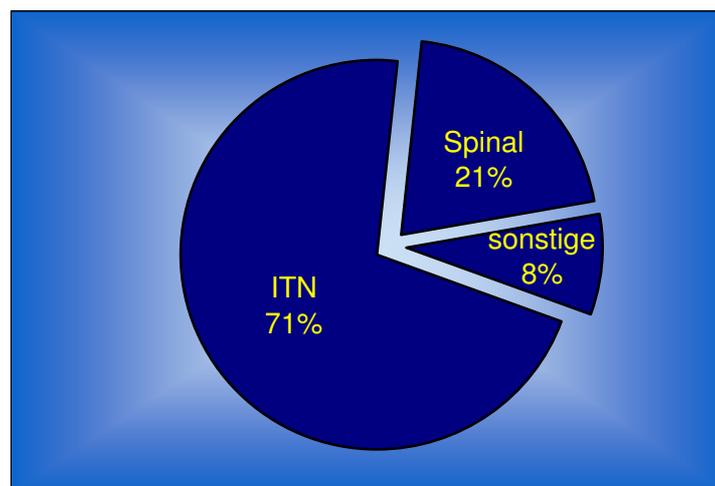


Abb. 24: Graphische Darstellung der Narkoseart

In der folgenden Graphik ist die tendenzielle Entwicklung der Narkoseformen in Bezug auf die zeitliche Entwicklung aufgeführt. Die Abnahme der Intubationsnarkosen und die Zunahme der Spinalnarkosen ist deutlich zu erkennen.

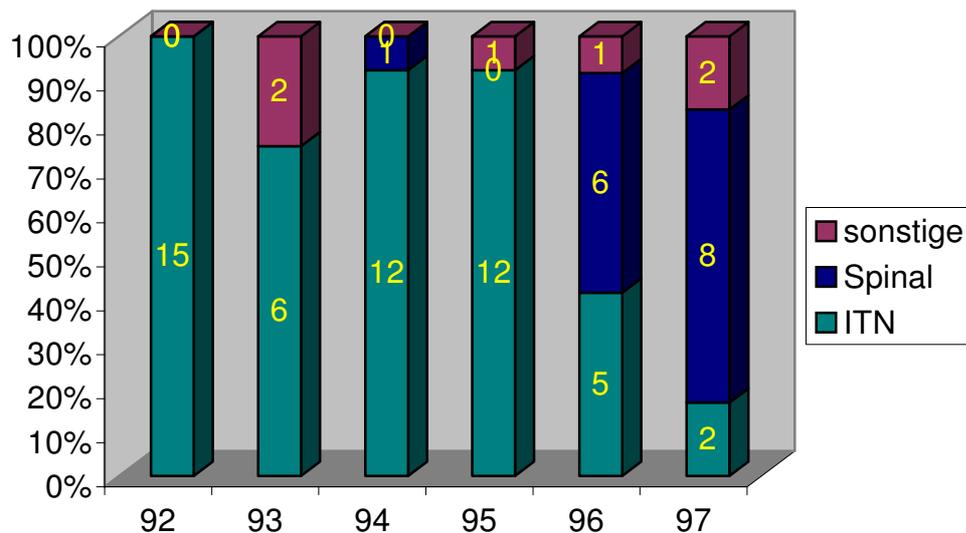


Abb.25: Graphische Darstellung der Narkoseart in Bezug zum Operationsjahr

4.3.2 Operationstechnik

4.3.2.1 Nahttechnik

Alle 73 Patienten wurden operativ versorgt. Die Nahttechnik nach Bunnel wurde bei 49,2% (n = 32) der Probanden angewendet. Weitere 24 Patienten (p = 36,9%) wurden nach Kirchmayr-Methode genäht. Jeweils drei Patienten wurden mit Kombinationsnähten nach Kessler-Kirchmayr und Kleinert-Kirchmayr versorgt. Die übrigen Patienten (13,8%) wurden mit sonstigen Nahttechniken versorgt.

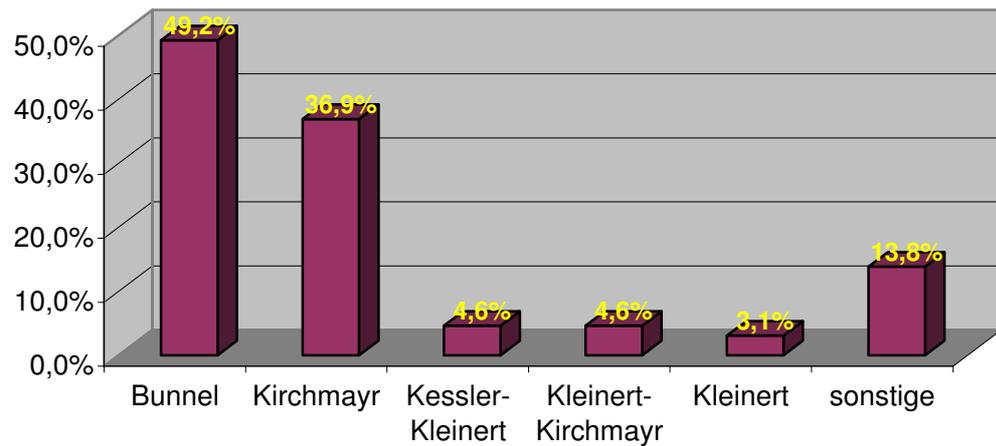


Abb. 26: Graphische Darstellung der Häufigkeit der Nahttechnik

4.3.2.2 Sehne des Musculus plantaris

Ließ sich unter der Operation die Sehne des inkonstanten Musculus plantaris darstellen und mittels Sehnenstripper abgrenzen, so wurde sie zunächst aufgefächert und anschließend als Gleitlager um die operativ versorgte Achillessehne gelegt. Dies geschah bei 56,9% ($n = 37$) der Patienten. Bei 14 Patienten ($r = 21,5\%$) wurde trotz vorhandener Sehne kein Gleitkompartiment gebildet. Bei 33,8% ($n = 22$) der Patienten fand sich intraoperativ keine ausgebildete Plantarissehne.

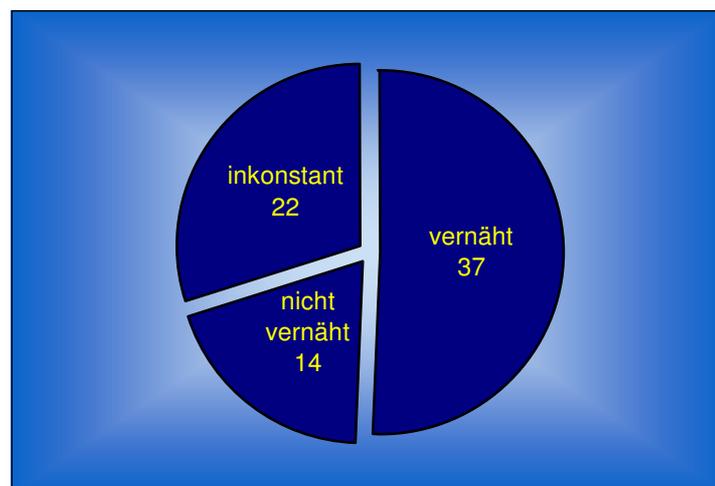


Abb. 27: Graphische Darstellung über M. plantaris Situation

4.3.3 Funktionelle Nachbehandlung

Nach der Operation wurde bei allen Patienten erneut eine Gipsschiene mit etwa 20° Kniebeugung von ventral angelegt und bis zum 6. bis 7. postoperativen Tag belassen. Anschließend wurde eine dynamische Nachbehandlung mit einer Achillodynschiene durchgeführt. In der 6. postoperativen Woche wurde die Schiene entfernt. Vollbelastung war mit Absatzerhöhungen von 3 cm für weitere 6 Wochen und ab der 12. postoperativen Woche mit 1,5 cm Absatzerhöhung möglich. Nach einem durchschnittlichen stationären Aufenthalt von 7,22 Tagen ($\sigma = 2,71d$) erfolgte die weitere Behandlung durch die chirurgische Ambulanz. Bei komplikationslosem Verlauf übernahmen ab der 24. postoperativen Woche die Hausärzte die weitere Behandlung. Der Arbeitsunfähigkeitszeitraum wurde im Mittel mit 8,7 Wochen ($\sigma = 5,5W$) postoperativ angegeben. Für den Sportunfähigkeitszeitraum reichten die Werte von 7 Wochen bis zu einem Jahr bei einem Mittel von 19,9 Wochen ($\sigma = 10,9W$).

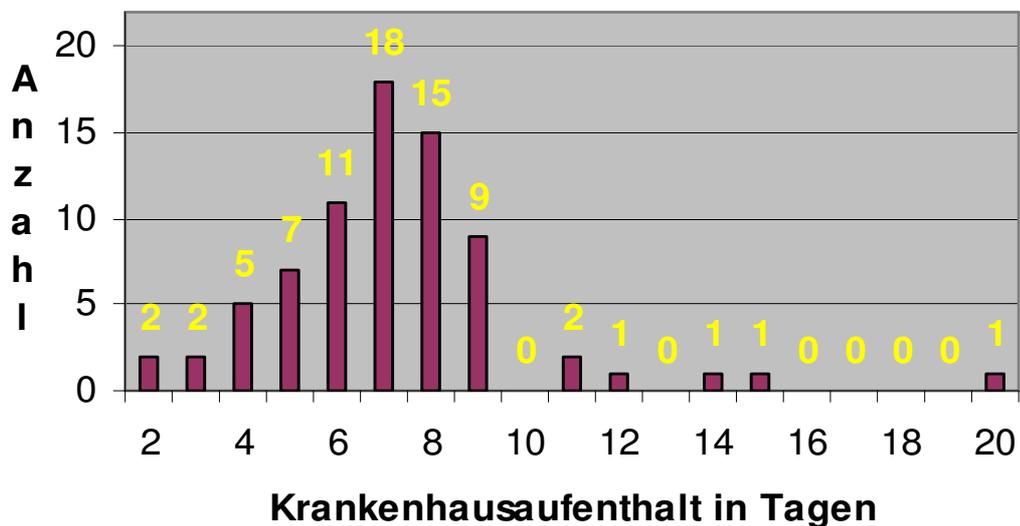


Abb. 28: Graphische Darstellung der Häufigkeitsverteilung des Krankenhausaufenthaltes

4.4 Nachuntersuchung

Im Rahmen der regulären Nachuntersuchung kamen 65 Patienten in die unfallchirurgische Poliklinik. Das entspricht einem „drop-out“ von 10,96%. Die funktionellen Langzeitergebnisse wurden mit den Bewertungsskalen nach Thermann und nach Trillat dokumentiert.

4.4.1 Score nach Thermann et al.

Die Bewertung anhand des Thermann (67) Scores zeigt 72,3% sehr gute (n = 47), 20,0% gute (n = 13), 6,1% befriedigende (n = 4) und 1,5% ausreichende (n = 1) Ergebnisse auf. Im Mittel ergab sich ein Score von 90,5 ($\sigma = 7,25$) bei einem Median von 92.

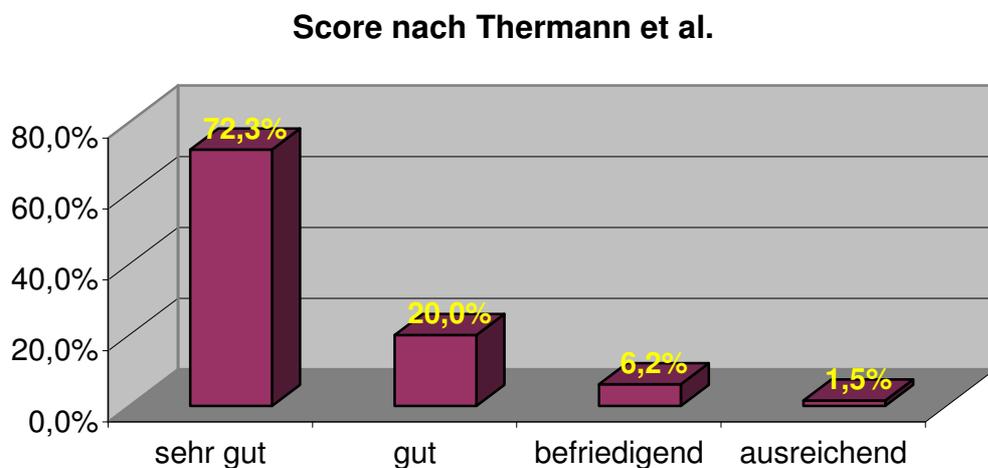


Abb. 29: Graphische Darstellung der Häufigkeitsverteilung der Ergebnisse

4.4.2 Score nach Trillat

In der Bewertungsskala nach Trillat erreichten 70,1% ein sehr gutes (n = 46), 21,5 ein gutes (n = 14), 4,6 ein mäßiges (n = 3) und 3,1% ein schlechtes (n = 2) Ergebnis. Hierbei fiel auf, dass es durchaus möglich ist, dass ein

Patient bei der Thermann- Wertung noch mit „gut“ bewertet wurde, während er bei Betrachtung nach Trillat nur „mäßig“ erhielt. Ebenso verhielt es sich bei einem nach Thermann als „befriedigend“ eingestuften Patienten, der unter Trillat „schlecht“ erhielt. Ansonsten korrelierten die Scoresysteme gut miteinander.

Score nach Trillat

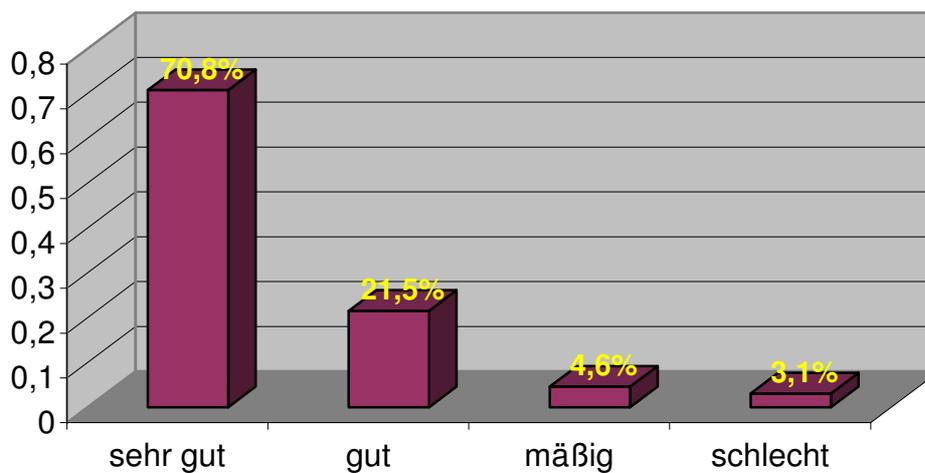


Abb. 30: Graphische Darstellung der Häufigkeitsverteilung der Ergebnisse

4.4.3 Sonographische Untersuchung

Bei der sonographischen Untersuchung der Achillessehnen fiel eine dickere Sehnenstärke der rupturierten Seite zur Referenzseite auf. Bestimmt wurden jeweils die Tiefe der Sehne und ihre Breite.

Messwerte in mm	Referenzseite		Traumaseite	
	Tiefe	Breite	Tiefe	Breite
Mittelwert	5,96	8,01	8,13	11,07
Standardabweichung	1,26	1,51	1,55	1,27

Abb. 31: Tabellarische Übersicht über die Sehnenstärke

4.4.4 Bewegungsausmaße

Bei den Patienten wurden die Bewegungsausmaße im Kniegelenk, im oberen und im unteren Sprunggelenk mit der Neutral-Null-Methode bestimmt. Als Referenz diente jeweils die unverletzte Seite.

Im Kniegelenk und im unteren Sprunggelenk ergaben sich keine signifikant nachweisbaren verletzungsbedingten Bewegungseinschränkungen. Im oberen Sprunggelenk ergab sich im Seitenvergleich eine gemittelte Bewegungseinschränkung von $1,67^\circ$ ($\sigma = 2,98^\circ$) für die Dorsalflexion. Für die Plantarflexion ergab sich im Mittel ein Wert von $2,17^\circ$ ($\sigma = 4,41^\circ$). Wir beobachteten, dass einzelne Patienten deutliche Abweichungen vom Normwert aufwiesen.

4.4.5 Umfangsmaße

Im Rahmen der Untersuchung wurden von allen Patienten die Umfangsmaße der Beine an charakteristischen Stellen festgestellt. Gemessen wurde 20 cm oberhalb, 10 cm oberhalb und 15 cm unterhalb des inneren Kniegelenkspaltes. Signifikant auffällig war die Seitendifferenz 15 cm unterhalb des Knie-Gelenk-Spaltes. Hier ließ sich im Mittel ein um $1,16$ cm ($\sigma = 1,77$ cm) geringer Umfang der verletzten Seite finden.

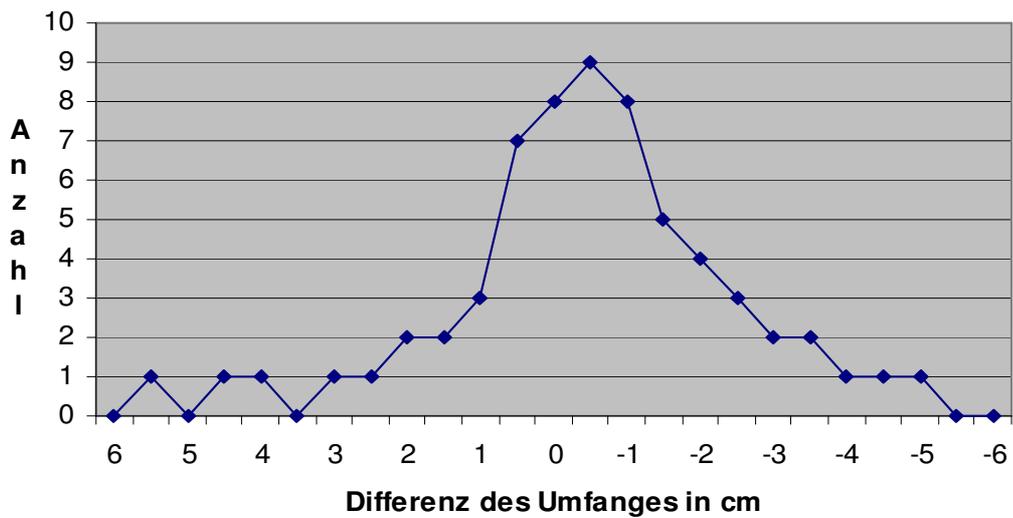


Abb. 32: Graphische Darstellung der Umfangsmessung
15cm unterhalb des Kniegelenkspaltes

4.4.6 Funktionalitätsuntersuchungen

Bei der Überprüfung der Funktionalität gaben 12,3% der Patienten ($n = 8$) an, gelegentlich Druckschmerzen im Bereich der operierten Sehne zu fühlen. Bei einem Patienten waren sowohl der Hacken- wie auch der Zehengang unsicher. Bei drei Patienten ($r = 4,6\%$) war auf der verletzten Seite kein Zehenstand über 10 s hinaus möglich. Ein Patient konnte weder mit der gesunden, noch mit der Traumaseite den Einbeinzehenstand für etwa 10 s halten.

61,5% der Probanden ($n = 40$) gaben keine Belastungsschmerzen an. Bei maximaler Belastung litten 29,2% ($n = 19$) und bereits bei alltäglichen Belastungen litten 9,2% der Patienten ($n = 6$) unter Schmerzen an der operierten Seite.

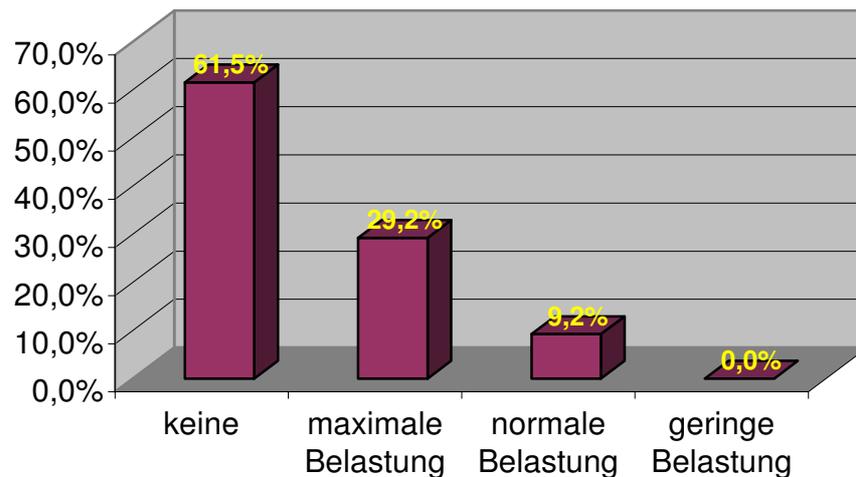


Abb. 33: Graphische Darstellung der Patientenangaben über Schmerzen

Bei 12,3% der Patienten ($n = 8$) traten bei längerer sportlicher Betätigung Schmerzen auf. Über Schmerzen beim Laufen klagten 15,4% der Patienten ($n = 10$) und 7,7% ($n = 5$) beschrieben ihre Ferse auf ebenem Boden als instabil.

Bei 23,1% unserer Patienten ($n=15$) war eine Wiederaufnahme der sportlichen Aktivitäten nicht oder nur begrenzt möglich. Teilweise erfolgte ein Umstieg auf weniger belastende Sportarten. Der größere Teil (76,9%) der Patienten fühlte sich nicht mehr körperlich eingeschränkt. Von 14 Patienten dieser Gruppe wurde jedoch eine psychische Komponente in Form von Angst vor einer erneuten Ruptur beschrieben.

Bei der Kraftmessung wurde 93% in Bezug zur Referenzseite ($\sigma = 8,62\%$) als Mittelwert erzielt. Dies deckte sich näherungsweise mit den Angaben zur subjektiven Krafteinschätzung (Thermann-Einteilung (67)). Bei 4 Patienten wurde sowohl subjektiv durch den Patienten als auch objektiv durch Messung, eine größere Kraft auf der ehemals rupturierten Seite im Vergleich zur Gegenseite festgestellt.

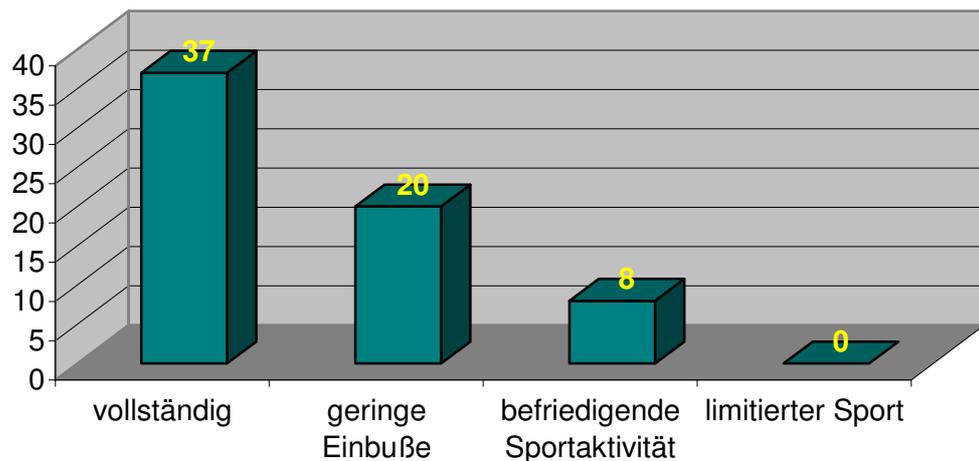


Abb. 34: Graphische Darstellung der Kraftwiederherstellung

4.4.7 Begutachtung der Operationsnarbe

Im Rahmen der Evaluation gaben 16,9% der Patienten ($n = 11$) an, gelegentlich Wetterföhligkeit im Narbengebiet zu verspüren. Hier reichten die Angaben von „regelmäßig“ ($n = 3$), „monatlich“ ($n = 3$), bis „höchstens jährlich“ ($n = 5$). Eine Beurteilung der Narbe war mit Mehrfachnennungen möglich.

Aus dem Fragebogen:	n(x)	r(x)
Die Narbe ist gut verheilt	54	83,1%
Es gab Wundheilungsstörungen	4	6,2%
Die Narbe ist kosmetisch störend	9	13,8%
Die Narbe sieht breit und unschön aus	8	12,3%
Taubheitsgeföhle im Narbenbereich	16	24,6%
Narbe stört beim Tragen von Schuhen	9	13,8%

Abb. 35: Subjektive Beurteilung der Narbe

Die Narben wurden während der Nachuntersuchung vermessen. Es ergab sich eine gemittelte Länge von 10,6 cm ($\sigma = 2,01$ cm). Bei 33,8% der Patienten ($n = 22$) wurden leichte Verwachsungen im proximalen Narbenbereich beobachtet, die sich als Einziehungen bemerkbar machten. In

der Subgruppe mit aufgestrippter Plantarissehne waren bei 27,3% (9 von 33) Verwachsungen zu beobachten, während die Gruppe ohne Plantarissehne als Gleitkompartiment in 40,6% der Fälle (13 von 32) Verwachsungen vorwies. Zwei Patienten gaben Varikosen und ein Patient leichte Ödembildung als „Folge“ der Operation an.

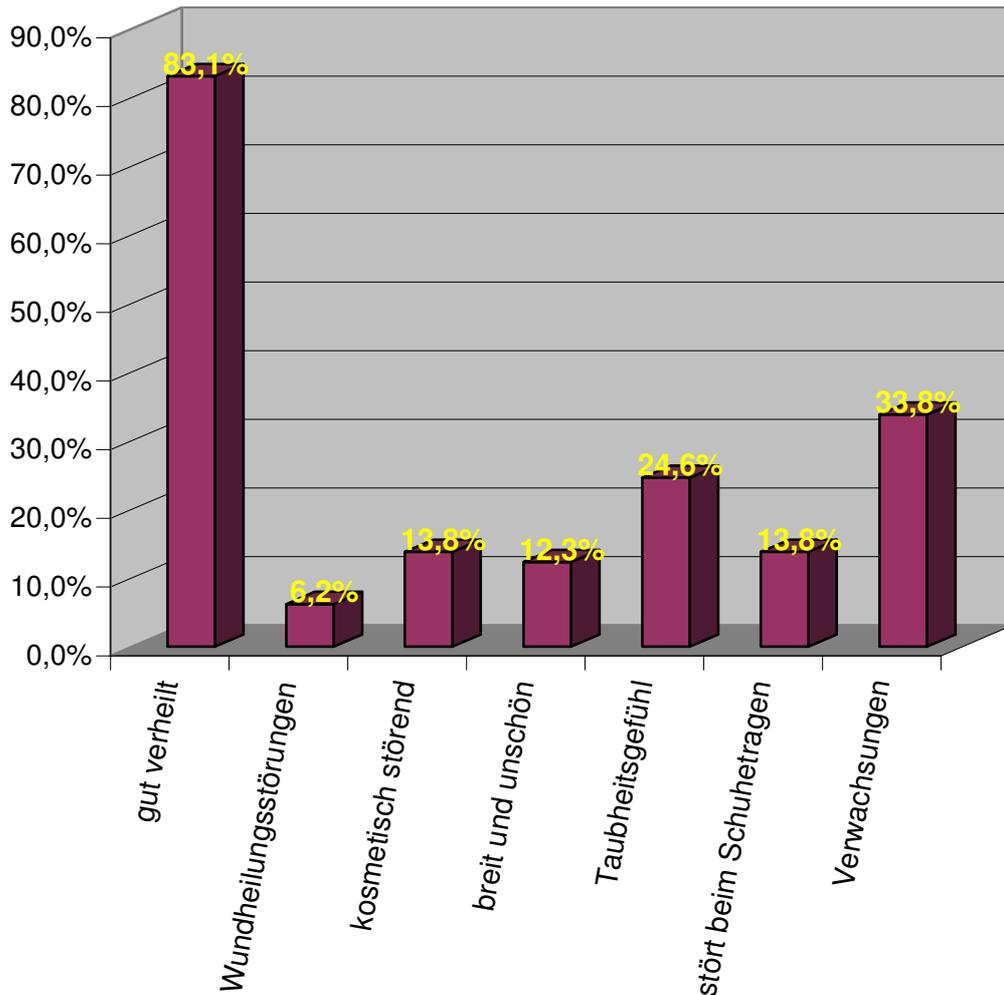


Abb. 36: Graphische Übersicht über die Beurteilung der Operationsnarbe

4.4.8 Beurteilung durch die Patienten

Die Patienten beurteilten den Behandlungserfolg anhand der Thermann (67) Einteilung, wobei der Grad „schlecht“ von keinem Patienten gewählt wurde.

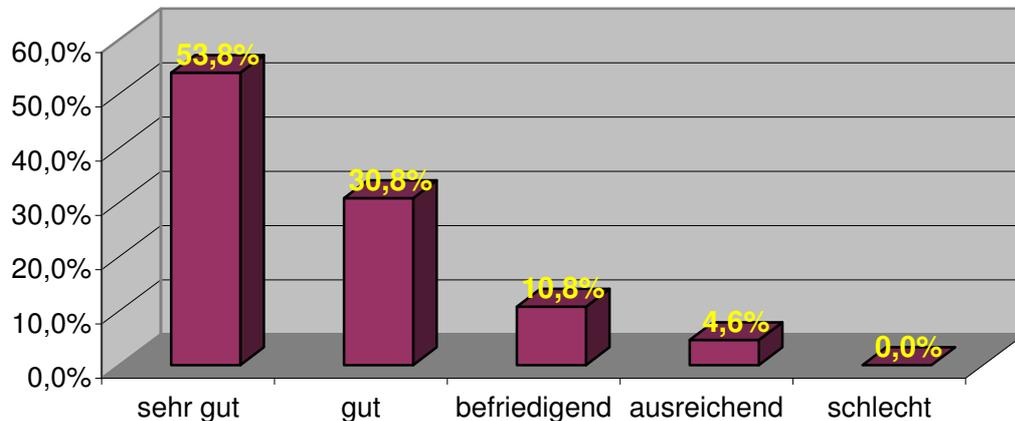


Abb. 37: Graphische Darstellung der relativen Beurteilung nach Thermann

Von den Patienten gaben 72,3% an, sich im Falle einer erneuten Verletzung wieder operieren zu lassen und auch grundsätzlich die Operation als Behandlungsmethode an eventuell betroffene Bekannte weiterzuempfehlen. 14 Patienten würden sich zwar operieren lassen, aber eine Operation im Bekanntenkreis nicht grundsätzlich empfehlen. Eine alternative Behandlungsform würden 4 Patienten im Falle einer erneuten Verletzung wählen. Drei dieser Patienten waren mit der Operation beziehungsweise mit dem Behandlungserfolg nicht voll zufrieden. Ein Patient war nach seinen Angaben her voll zufrieden, will jedoch für den Fall einer erneuten Verletzung „einfach mal etwas Neues“ ausprobieren.

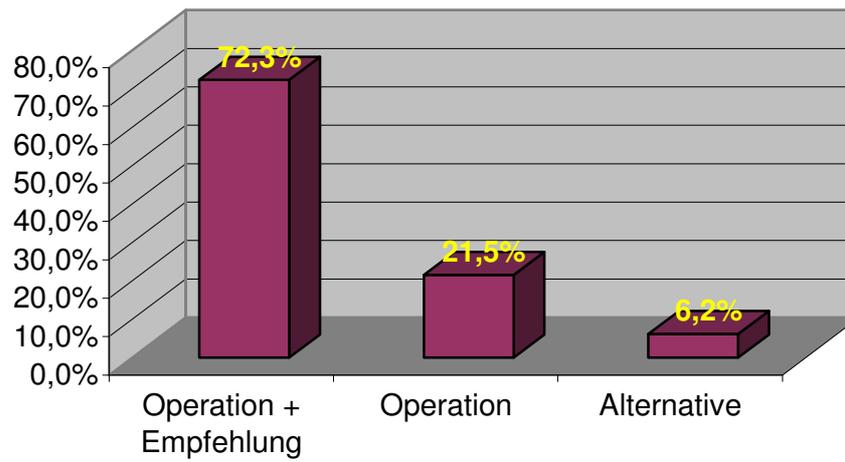


Abb. 38: Graphische Darstellung für eine erneute Entscheidung

4.5. Reruptur

Aus dem Kollektiv der 73 Patienten erlitt einer eine Reruptur. Das entspricht einer Häufigkeit von 1,4%.

5. Diskussion

5.1. Rerupturrate

Der Vergleich unserer Ergebnisse mit anderen Studien zeigt, dass unsere operative Versorgung vergleichbare Resultate erbringt wie die anderer Kliniken oder anderer Therapiekonzepte. Nach operativer Versorgung am Universitätsklinikum Münster haben wir bei 73 nachuntersuchten Patienten lediglich eine ($r = 1,4\%$) Reruptur verzeichnen müssen. Die Rerupturrate ist nach Rettig et al. (52) bei Sportlern altersabhängig. In einer Gruppe von 24 Sportlern unter 30 Jahren verzeichnete er 4 ($r = 17\%$) Rerupturen, wo hingegen die 2. Gruppe (ab 30. Lebensjahr) mit 65 Sportlern keine Rerupturen auftraten. Die Münsteraner Rerupturrate liegt erfreulicherweise unterhalb des in der Metaanalyse ermittelten Wertes. Allerdings ist die Studiengröße mit 73 Patienten nicht groß genug, um einen sicheren statistischen Nachweis zu führen.

Studie von / aus	n	h(x)	r(x)
Münster 92-97	73	1	1,4%
Hogsaa et al. (26)	75	3	4,0%
Cetti et al operativ (9)	56	3	5,4%
Cetti et al konservativ (9)	55	8	14,5%
Steinbrück konservativ (61)	14	1	7,1%
Steinbrück operativ offen (61)	29	1	3,4%
Steinbrück perkutan (61)	30	1	3,3%
Gorschewsky (21)	20	1	5,0%
Rettig et al operativ (52)	89	4	4,5%
Cretnik A, Frank A operativ (12)	116	2	1,7%
Nyyssönen et al. operativ (50)	98	3	3,1%
Halasi et al. (24)	144	6	4,2%
Guo et al. operativ (23)	62	6	9,7%
Kerkhoffs et al. operativ (34)	23	1	4,3%

Abb. 39: Rerupturraten in Einzelstudien

Studie von	Einzelstudien (Patientenzahl)	n	h(x)	r(x)
Wong et al. 2002 konservativ (70)	125	645	63	9,8%
Wong et al. 2002 operativ	(5056)	4411	103	2,3%
Cetti 1997 konservativ (8)	66	514	69	13,4%
Cetti 1997 operativ	(4597)	4083	58	1,4%
Lo et al. 1997 konservativ (40)	19	248	29	11,7%
Lo et al. 1997 operativ	(990)	742	21	2,8%
Popovic, Lemaire 1999 konservativ (51)	16	569	76	13,4%
Popovic, Lemaire 1999 operativ	(5046)	4477	69	1,5%
Wills et al 1986 konservativ (69)	20	226	40	17,7%
Wills et al 1986 operativ	(1003)	777	12	1,5%

Abb. 40: Rerupturraten in Metaanalysen

5.2. Ätiologie

Zwei Theorien zur Entstehung von Achillessehnenrupturen stehen einander gegenüber. Der erste kausale Erklärungsversuch stützt sich auf degenerative Veränderungen. Kannus und Jozsa (32, 33) zeigten in einer Studie mit 891 Patienten, dass bei allen von ihnen erfassten spontanen Rupturen ein histopathologischer Befund vorlag. In der Mehrzahl der Fälle waren es degenerative Veränderungen, die beobachtet wurden. In einer Kontrollgruppe wurden intakte Sehnen begutachtet, wobei in 65% der Fälle unauffällige histologische Befunde erhoben wurden. Cetti et al. (11) fanden bei 60 rupturierten Sehnen ebenfalls zu 100% degenerative Veränderungen, akute Entzündungszeichen und Fibroblastennekrosen. In der Kontrolle wurde bei 50 dieser Patienten auf der kontralateralen Seite eine Biopsie entnommen und ebenfalls histologisch untersucht. Dabei fanden sich bei 94% (n = 47) ebenfalls degenerative, bei 84% (n = 42) Fibroblastennekrosen aber nur bei 2% (n = 1) akute Entzündungszeichen. Aufgrund dieses Unterschiedes vermuten Cetti et al. (11) vorangegangene Mikrotraumata im Bereich der Rupturstelle, da die Entzündungszeichen auch innerhalb der ersten 7 Stunden nach Traumata gesehen wurden.

In einer Arbeit aus Norwegen zeigen Årøen et al. (2) einen Zusammenhang zwischen vorangegangenem Trauma auf der einen Seite und späterem kontralateralem Trauma. Bei 168 Patienten mit Achillessehnenrupturen trat bei 10 (r = 6%) Patienten eine kontralaterale Ruptur in den nächsten ein bis sieben Jahren auf. Die „Odds-Ratio“ verglichen mit der Ursprungspopulation betrug 176 (95% Konfidenzintervall = 7,282; $P < 0,001$). Daraus ergibt sich ein fast 200-fach erhöhtes Risiko für eine Ruptur bei vorausgegangener Ruptur am anderen Bein. Gegen diese Theorie spricht das relativ gute Regenerationsverhalten nach einer Ruptur, wobei zu bedenken ist, dass die Regeneration durch Einwachsen von Gefäßen aus dem Peritendineum und den anderen umliegenden Geweben erfolgt.

Die zweite Erklärungstheorie stützt sich auf die Mechanik und vermutet die Ursache der Ruptur in der plötzlichen Dehnung und Verlängerung der Muskel-Sehnen-Einheit bei gleichzeitiger unwillkürlicher Kontraktion der Wadenmuskulatur (65). Bei ermüdeten Sportlern, niedrigen Temperaturen und pH-Wert Veränderungen nimmt die Reißfestigkeit ab. Für diese Theorie spricht die Häufung bei Sportarten mit schnellen Richtungswechseln wie Ballsportarten und die bei Sportlern mit sonst eher sitzenden beruflichen Tätigkeiten (40, 63, 65).

Vermutlich liegt eine multifaktorielle Ursache zu Grunde, womit beide Theorien zur Geltung kommen.

5.3 operative versus konservativer Therapie

Von den Kritikern der operativen Verfahren werden schwere Komplikationen wie Spitzfußstellung, Embolie, Thrombose, Infektion, Fistelbildung, Hautnekrose und einige andere aufgeführt (9, 61). Bruggemann et al (5) geben in ihrer Übersichtsarbeit 10,4% (17 von 164) Wundkomplikationen an. Cetti et al. (9) haben in ihrer Studie 9% (5 von 56) schwerwiegende Komplikationen bei operativ versorgten Patienten im Vergleich zu 16,3% (9 von 55) bei konservativ behandelten Patienten ermittelt. Nimmt man weniger

schwerwiegende Komplikationen wie Wundheilungsstörungen oder Hautadhäsionen mit in die Gesamtzahl hinein, so ermittelten Cetti et al. (9) ein besseres Ergebnis von 21,8% (12 von 55) für die konservative Versorgung im Vergleich zu 35,7% (20 von 56) bei den operativ versorgten Patienten. Nistor (49) ermittelte 1981 im Rahmen einer großen Sammelstudie von 2.647 operativen Fällen eine Wundheilungsstörrungsrate von ca. 11% (47, 71). Unsere Ergebnisse bei der offenen operativen Versorgung der Patienten von 1992 bis 1997 für mittlere bis schwere Komplikationen liegen mit 8,2% eher im unteren Bereich im Vergleich zu den vorliegenden Studien.

Studie von / aus	n	h(x)	r(x)
Münster 92-97	73	6	8,2%
Hogsaa B (26)	75	6	8,0%
Cetti et al operativ (9)	56	5	8,9%
Cetti et al konservativ (9)	55	9	16,4%
Steinbrück konservativ (61)	14	4	28,6%
Steinbrück operativ offen (61)	29	6	20,7%
Steinbrück perkutan (61)	30	4	13,3%
Cretnik, Frank (12)	116	12	10,3%
Aroen et al operativ (2)	168	14	8,3%
Kerkhoffs et al. operativ (34)	23	9	39,1%
Wong et al. konservativ (70)	645	55	8,5%

Abb. 41: Metaanalyse Komplikationen

Im Hinblick auf die Komplikationshäufigkeit scheint ein früher Operationszeitpunkt sinnvoll, da bei der Versorgung innerhalb von 48 Stunden die Komplikationsrate in einer retrospektiven Analyse (63) etwa 2%-Punkte geringer (6,6% zu 8,7%) lag als bei einer späteren Versorgung.

5.4 Sehnendurchmesser

Im Rahmen meiner Nachuntersuchung wurden sonographisch die Stärken der Sehnen auf beiden Seiten gemessen. Die Zuverlässigkeit dieser Messwerte ist abhängig vom Untersuchenden, da an mehreren Stellen Fehler auftreten können. Zum einen sind Kenntnisse von normaler und pathologischer Anatomie wichtig, zum anderen muss der Schallkopf bei allen Untersuchungen so gehalten werden, dass die Sehne immer möglichst senkrecht getroffen wird. Andernfalls kommt es durch Projektionsverschiebung zu ungenauen Messwerten. Majewski (44) zeigte einen Vergleich von konservativer Therapie, perkutaner und offener Naht im Hinblick auf die sonographisch gemessene Stärke der Sehne. Bei anschließenden Kontrolluntersuchungen ließ sich kein signifikanter Unterschied verschiedener Therapiemethoden im Hinblick auf den Durchmesser der Sehne feststellen. Majewskis (44) und Rupps (56) Arbeiten ergaben keine Korrelation zwischen dem funktionellen Resultat und dem sonographisch erhobenen Befund. Es gab Patienten, die eine homogene Echostruktur bei nur gering seitendifferenten Sehnenmaßen zeigten, aber ein schlechteres funktionelles Resultat aufwiesen und umgekehrt.

5.5 Plantarissehnenaufstrippung

Die Umnähung der frisch adaptierten Sehnenstümpfe mit einer aufgestrippten Plantarissehne findet sich bei der Literaturdurchsicht eher selten. Für uns stellte sich die Frage, ob eine Umstrippung zu besseren Ergebnissen und geringeren Komplikationsraten insbesondere bei der Anzahl an Verwachsungen und Hautadhäsionen führt. Bei der Analyse der Subgruppe mit aufgestrippter Plantarissehne waren bei 27,3% (9 von 33) Verwachsungen zu beobachten, während im Vergleich die Gruppe ohne Plantarissehne als Gleitkompartiment in 40,6% der Fälle (13 von 32) Verwachsungen vorwies.

Studie von / aus	n	h(x)	r(x)
Münster 92-97 ohne Plantaris	32	13	40,6%
Münster 92-97 mit Plantaris	33	9	27,3%
Hogsaa B (26)	75	24	32,0%
Cetti et al operativ * (9)	56	6	10,7%
Cetti et al konservativ * (9)	55	2	3,6%
Steinbrück konservativ * (61)	14	1	7,1%
Steinbrück operativ offen * (61)	29	1	3,4%
Steinbrück perkutan * (61)	30	0	0,0%
Nyyssönen T (50)	75	20	26,7%
Kerkhoffs et al. operativ (34)	23	1	4,3%
Wong et al. Konservativ (70)	578	3	0,5%

Abb. 42: Metaanalyse leichter Verwachsungen (* nur Adhäsionen erfasst)

Sicher ist der Studenumfang für eine statistisch sichere Beurteilung nicht groß genug, um feststellen zu können, dass eine Aufstrippung der Plantarissehne zu besseren Ergebnissen in Bezug auf Adhäsionen führt. Natürlich ist es auch subjektiv geprägt, was ein Untersucher als „leichte Verwachsung“ oder „leichte Einziehung“ einstuft. Für eine objektivierbare Vergleichbarkeit müssten Kriterien definiert werden, um diese dann bei allen Vergleichen zu nutzen. In unserer Studie wurde durch den Untersucher keine schwere Adhäsion beobachtet, obwohl 33,8% der nachuntersuchten Patienten eine Verwachsung mutmaßten. Als schwere Adhäsion wurde im Rahmen der Nachuntersuchung eine Bewegungseinschränkung im oberen Sprunggelenk

durch Adhäsionen mit der Haut oder dem Bindegewebe im Bereich der Rupturstelle betrachtet.

5.6 Vergleiche mittels Scores

Bei der Ermittlung des Thermann-Scores (67) erreichten wir im Mittel einen Punktwert von 90,5. Vergleichsarbeiten ermittelten ähnliche Werte. Thermann ermittelte bei seiner Arbeit (67) 92,7 Punkte und Majewski (45) 82.

Bei Betrachtung der Arbeitsunfähigkeit muss man bedenken, dass diese sehr variabel und abhängig von der sozialer Schicht, der Art des Berufes als auch dem behandelndem Arzt ist. Die Beurteilung der Sportfertigkeiten ist zwar sozioökonomisch gesehen irrelevanter als die Arbeitsunfähigkeitsdauer, aber für die Beurteilung des Handlungserfolges kann die Aufnahme von sportlichen Aktivitäten eher gewertet werden. Sportliche Aktivität zeigt die Funktionsfähigkeit der Behandlung direkt an, wohingegen die Arbeitsfähigkeit je nach Beruf auch bei Dysfunktion durchaus gegeben sein kann. Die Sportunfähigkeit wurde mit durchschnittlich 19,9 Wochen ermittelt. Majewski (45) gibt bei offener Technik einen Wert von 26 Wochen an, bei der perkutanen Technik 20,9 und bei nicht-operativer Behandlung 27,8 Wochen. Die Münsteraner Patienten waren im Mittel 8,7 Wochen nicht arbeitsfähig. Cetti et al. (9, 10) fanden Zeiten von 6 Wochen bei End-zu-End Adaptation in einer Studie und im Rahmen einer Metaanalyse 10,5 Wochen bei operativer Versorgung (7, 10, 49, 69).

5.7 Seitenverteilung

Die Seitenverteilung der Rupturen ist bei unserem Patientengut mit 53% für die linke Seite recht homogen. Bei der Durchsicht anderer Studien fiel auf, dass ebenfalls die linke Seite häufiger betroffen war (48, 9). In einer

Zusammenstellung von 1823 Achillessehnenrupturen fand Arndt in 57% der Fälle eine linksseitige Ruptur. Als Hypothese wird die Korrelation zum Sprungbein angeführt, da 56% der betroffenen Patienten ihr linkes Bein als Sprungbein angaben (63, 53). Eine andere Möglichkeit sieht Arndt (1) in der unabhängig zum Sprungbein üblichen Laufrichtung auf Sportplätzen, die eine Mehrbelastung des linkes „Kurvenbeines“ zur Folge hat. Hier fehlt der abschließende Beweis anhand großer Studien.

5.8 Alters- und Geschlechterverteilung

In Bezug auf die Altersverteilung beschreibt Thermann (65) zwei „Gipfel“. Die erste Häufung tritt zwischen dem 30. und 35. Lebensjahr auf, während die zweite Häufung zwischen 45 und 50 Jahren liegt (9, 27, 40, 49, 58, 67). In unserem Patientengut fanden wir ebenfalls eine Häufung bei 30-35 Jahren (Mittelwert 34,4 Jahre, Median 32 Jahre). Ein weiterer Gipfel ließ sich nicht statistisch sicher zeigen. Jozsa et al. (30) berichten über einen Anteil von 82,9% männlicher Patienten bei Betrachtung von 292 Gesamtfällen. Das spiegelt auch unsere Beobachtungen von 81% wieder.

5.9 Relevanz

Unter Berücksichtigung dieser und anderer Studien können die verschiedenen etablierten Verfahren zur Versorgung der Achillessehnenruptur als geeignet betrachtet werden. Signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Verfahren ließen sich nicht feststellen. Um eine statistisch gesicherte Beurteilung des Outcomes mit und ohne Vernähung und Strippung der Sehne des Musculus plantaris durchzuführen, reichen die vorliegenden Daten nicht aus. Hier müsste man eine prospektiv-randomisierte Studie mit möglichst großer Fallzahl, eventuell an mehreren Zentren gleichzeitig, durchführen.

6. Literaturliste

- 1 *Arndt KH* (1976) Achilles tendon rupture. *Zentralbl Chir* 101:360-364
- 2 *Aroen A, Helgo D, Granlund OG, Bahr R* (2004) Contralateral tendon rupture risk is increased in individuals with a previous Achilles tendon rupture. *Scand J Med Sci Sports* 14:30-33
- 3 *Athabegian L* (1903) Über die Lage der Achillessehne bei verschiedenen Fußstellungen und bei der Krontaktion der Wadenmuskulatur. *Arch Orthop*:183-196
- 4 *Bleakney RR, Tallon C, Wong JK, Lim KP, Maffulli N* (2002) Long-term Ultrasonographic Features of the Achilles Tendon: After Rupture. *Clin J Sport Med* 12:273-278
- 5 *Bruggemann NB, Turner NS, Dahm DL, et al* (2004) Wound Complications after open Achilles Tendon Repair: An Analysis of Risk Factors. *Clin Orthop a. Rel Res* 427:63-66
- 6 *Buchgraber A, Pässler HH* (1977) Percutaneous repair of Achilles tendon rupture. Immobilization versus functional postoperative treatment. *Clin Orthop* 1977: 113-122
- 7 *Carden DG, Noble J, Chalmers J, Lunn P, Ellis J* (1987) Rupture of the calcaneal tendon. Early and Late Managemet. *J Bone Joint Surg Br* 69:416-420
- 8 *Cetti R* (1997) Ruptured Achilles tendon - operative vs nonoperative options. *Foot Ankle Clin* 2:501-519
- 9 *Cetti R, Christensen SE, Ejsted R, Jensen NM, Jorgensen U* (1993) Operative versus nonoperative treatment of Achilles tendon rupture. A prospective randomized study and review of the literature. *Am J Sports Med* 21, No. 6: 761-799
- 10 *Cetti R, Henriksen LO, Jacobsen KS* (1993) A new treatment of ruptured achilles tendons. A prosective randomized study. *Clin Orthop* 308:185-165
- 11 *Cetti R, Junge J, Vyberg M* (2003) Spontaneous rupture of the Achilles tendon is preceded by widespread and bilateral tendon damage and ipsilateral inflammation: A clinical and histopathologic study of 60 patients. *Acta Orthop Scand* 74(1):78-84
- 12 *Cretnik A, Frank A* (2004) Incidence and outcome of rupture of the Achilles tendon. *Klin Wochenschr* 116-2:33-8
- 13 *Crolla RMPM, Van Leuwen DM, Van Ramshorst B, Van der Werken V* (1987) Acute rupture of the tendon calcaneus. *Acta Orthop Belg* 53:492
- 14 *Cummis L, Anson BJ, Wright RW, Hauser EDW* (1946) The structure of the calcaneale tendon in relation to orthopedic surgery. *Surg Gynec Obstret* 83:107-121
- 15 *Eames MH, Eames NWA, McCarthy KR et al.* (1997) An audit of the combined non-operative and orthotic management of ruptured tendo Achillis. *Injury* 28:289-292
- 16 *Elftmann H* (1939) Forces and energy changes in the leg during walking. *Am J Physiol* 125:339-356
- 17 *Eriksson E* (2001) Achilles tendon surgery and wound healing. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 9:193
- 18 *Fitz Gibbons RE, Hefferon J, Hill J* (1993) Percutaneous achilles tendon repair. *Am J Sports Med* 21:724-727
- 19 *Fossgren J* (1965) Druckmessung in der Achillessehne des Menschen. *Acta Rheum Sand* 11:169-179

- 20 *Gersten J* (1956) Mechanics of body elevation by gastrocnemius-soleus contraction. *Am J Phys Med* 5: 12-16
- 21 *Gorschewsky O, Vogel U, Schweizer A, van Laar B* (1999) Percutaneous tenodesis of the Achilles tendon: A new surgical method or the treatment of acute tendon rupture through percutaneous tenodesis. *Int J Care Injured* 30:315-321
- 22 *Grafe H* (1969) Etiology of subcutaneous Achilles tendon rupture. *Zentral Chir* 94:1073-1082
- 23 *Guo TL, Hu FS, Xiang LB* (2000) Long-term clinical observation after repair of ruptured Achilles tendon (with 62 case reports). *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi* 14:35-36
- 24 *Halasi T, Tallay A, Berkes Istvan* (2003) Percutaneous Achilles tendon repair with and without endoscopic control. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 11:409-414
- 25 *Hastad KLL, Lindholm A* (1959) Clearance of radiosodium after local deposit in Achilles tendon. *Acta Chir Scand* 116:246-251
- 26 *Hogsaa B, Nohr M, Lass P, Kaalund S* (1990) Surgical treatment of Achilles tendon ruptures. *Unfallchirurg* 93: 40-43
- 27 *Inglis AE, Scott WN, Sculo TP, Patterson AH* (1976) Rupture of the tendo achillis. An objective assessment of surgical and nonsurgical treatment. *J Bone Joint Surg Am* 58:990-993
- 28 *Jacobs D, Martens M, Van Audekercke R, Mulier JC, Mulier F* (1978) Comparison of conservative and operative treatment of Achilles tendon rupture. *Am J Sports Med* 6: 107-111
- 29 *Joneleit M, Segesser B* (2003) Achillodynie - Differenzialdiagnose und Behandlungskonzepte *Orthopädie-Technik* 8/03: 550-561
- 30 *Jozsa L, Kvist M, balint BJ et al.* (1989) The role of recreational sport activity in Achilles tendon rupture. A clinical, pathoanatomical and sociological study of 292 cases. *Am J Sports Med* 17:338-343
- 31 *Kakiuchi M* (1995) A combines open and percutaneous technique for repair. *J Bone Joint Surg Br* 77:60-63
- 32 *Kannus P* (1997) Etiology and pathophysiological of chronic tendon disorders in sports. *Scand Med Sci Sports* 7:78-85
- 33 *Kannus P, Jozsa L* (1991) Histopathological changes preceding spontaneous rupture of a tendon: a controlled study of 891 patients. *J Bone Joint Surg Am* 73:1507-1525
- 34 *Kerkhoffs GMMJ, Struijs PAA, Raaymakers ELFB, Marti RK* (2002) Functional treatment after surgical repair of the acute Achilles tendon rupture: wrap vs walking cast. *Arch Orthop Trauma Surg* 122:102-105
- 35 *Klein W, Lang DM, Saleh M* (1991) The use of the Ma-Griffith technique for percutaneous repair of fresh ruptured tendo Achillis. *Chir Organi Mov* 76:223-228
- 36 *Kosanovic M, Cretnik A, Batista M* (1994) Subcutaneous suturing of the ruptured Achilles tendon under local anaesthesia. *Arch Orthop trauma Surg* 113:177-179
- 37 *Lagergren CLA* (1956) Vascular distribution in the achilles tendon. *Acta Chir Scand* 4-116:491-503
- 38 *Lea RB, Smith L* (1968) Rupture of the Achilles tendon: non surgical treatment. *Clin Orthop* 60: 115-118

- 39 *Lill H* (1996) Aktueller Stand der Behandlung von Achillessehnenrupturen Chirurrg 67: 1160-1165
- 40 *Lo IK, Kirkley A, Nonweiler B, Kumbhare DA* (1997) Operative versus nonoperative treatment of acute tendon rupture: a quantitative review. Clin J Sports Med 7:207-211
- 41 *Löblich R* (1998) Die Behandlung der Achillessehnenruptur. Chirurgie-Skript Merheim II chirurgischer Lehrstuhl der Universität zu Köln
- 42 *Ma GW, Griffith TG* (1977) Percutaneous repair of acute closed ruptured achilles tendon: a new technique. Clin Orthop 1977:247-255
- 43 *Maffulli N, Waterston SW, Squair J, Reaper J, Douglas AS* (1999) Changing incidence of Achilles tendon rupture in Scotland: a 15-year study. Clin J Sports Med 9(3):157-160
- 44 *Majewski M, Lehmann M, Dick W, Steinbrück K* (2003) - Wertigkeit der sonographischen Verlaufskontrolle nach Achillessehnenrupturbehandlung - Vergleich konservative Therapie, perkutane und offene Naht. Unfallchirurg 106: 556-560
- 45 *Majewski M, Rickert M, Steinbrück K* (2000) Die frische Achillessehnenruptur: Eine prospektive Untersuchung zur Beurteilung verschiedener Therapiemöglichkeiten. Orthopädie 9:60-676
- 46 *McComis GP, Nawoczenski DA, Dehaven KE* (1997) Functional bracing for rupture of the Achilles tendon: Clinical results and analysis of ground-reaction forces and temporal data. J Bone Joint Surg 79A:1799-1808
- 47 *Meyer M, Donner U, Strosche H* (1989) operative Behandlung der frischen Achillessehnenruptur und deren Bhandlungsergebnis. Akt Traumatol 19:6-10
- 48 *Möller M, Movin T, Granhed H, Lind K, Faxen E, Karlsson J* (2001) Acute rupture of tendo Achillis: A prospective, randomised study of comparison between surgical and non surgical treatment. J Bone Joint Surg Br 83-B:843-848
- 49 *Nistor L* (1981) Surgical and non-surgical treatment of achilles tendon rupture. J Bone Joint Surg Am 63:394-399
- 50 *Nyysönen T, Saarikoski H, Kaukonen JP, Lüthje P, Hakovirta H* (2003) Simple end-to-end suture versus augmented repair in acute Achilles tendon rupture. Acta Orthop Scand 74:206-208
- 51 *Popovic N, Lemaire R* (1999) Diagnosis and treatment of acute ruptures of the Achilles tendon. Current concepts review Acta Orthop Belg 65:458-471
- 52 *Rettig AC, Iiotta FJ, Klootwyk TE, Porter DA, Mieling P* (2005) Potential Risk of Rerupture in Primary Achilles Tendon Repair in Athletes Younger Than 30 Years of Age Am J Sports Med 33:119-123
- 53 *Riede D* (1965) Subcutane Achillessehnenrisse als typische Sportverletzung. Beit Orthop 12: 739-751
- 54 *Riedl S, Sandberger L, Nitschmann K, Meeder PJ* (2002) Suture of fresh Achilles tendon rupture. Comparison of open with percutaneous suture technique. Chirurg 73:607-614
- 55 *Rupp G, Stemberger A* (1976) Versorgung frischer Achillessehnenrupturen mit resorbierbarem Nahtmaterial und Fibrinkleber. Med Welt 29:796-799
- 56 *Rupp S, Tempelhof S, Fritsch W* (1995) Ultrasound of the Achilles tendon after surgical repair: morphology and function. Br J Radiol 68: 454-458

- 57 *Saleh M, Marshall PD, Senior R et al.* (1992) The Sheffield splint for controlled early mobilisation after rupture of the calcaneal tendon: A prospective randomised comparison with plaster treatment. *J Bone Joint Surg* 74B:206-209
- 58 *Schnorrenberg G* (1962) Über die Gefäßversorgung der Achillessehne. *Morph Jb* 103: 428
- 59 *Schulz R, von Salomon D, Zicher L* (1998,2002) Dt. Ges. f. Orthopädie und orthopäd. Chirurgie + BV d. Ärzte f. Orthopädie (Hrsg) Leitlinien der Orthopädie. Dt. Ärzte-Verlag, 2. Auflage, Köln 2002
- 60 *Sjöström MNA* (1983) Achilles tendon injury - Tendon elongation and soleus muscle fine structure in rabbit after different therapies. *Virchows Arch (Pathol Anat)* 399:177-189
- 61 *Steinbrück K* (2000) Achillessehnenruptur im Sport - Epidemiologie, aktuelle Diagnostik, Therapie und Rehabilitation. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 51, Nr.5: 154-160
- 62 *Thermann H* (1993) Die funktionelle Behandlung der frischen Achillessehnenruptur. Eine experimentelle und klinische Studie. *Habilitationszeitschrift, Medizinische Hochschule, Hannover*
- 63 *Thermann H* (1999) Die Behandlung der Achillessehnenruptur. *Orthopädie* 28:82-97
- 64 *Thermann H, Frerichs O, Biewener A, Krettek C, Schandelmeier P* (1995) Functional treatment of acute rupture of the Achilles tendon. An experimental biomechanical study. *Unfallchirurg* 98:507-513
- 65 *Thermann H, Hübner T, Tscherne H* (2000) Achillessehnenruptur. *Orthopäde* 29:235-250
- 66 *Thermann H, Tibesku CO, Mastrokalos DS, Pässler HH* (2001) Endoskopisch assistierte perkutane Achillessehnennaht. *Unfallchirurg* 104: 1020-1021
- 67 *Thermann H, Zwipp H, Tscherne H* (1995) Funktionelles Behandlungskonzept der frischen Achillessehnenruptur. Zweijahresergebnisse einer prospektiv-randomisierten Studie. *Unfallchirurg* 98:21-32
- 68 *Turgut A, Günal I, Maralcan G, Köse N, Göktürk E* (2002) Endoscopy, assisted percutaneous repair of the Achilles tendon ruptures: a cadaveric and clinical study
- 69 *Wills CA, Washburn S, Caiozzo V, et al* (1986) Achilles tendon rupture: a review of the literature comparing surgical versus nonsurgical treatment. *Clin Orthop* 207:156-163
- 70 *Wong J, Barrass V, Maffulli N* (2002) Quantitative Review of Operative and Nonoperative Management of Achilles Tendon Ruptures. *Am J Sports Med* 30:565-575
- 71 *Zwipp H, Südkamp N, Thermann H, Samek N* (1989) Die Achillessehnenruptur. 10-Jahres-Spätergebnisse nach operativer Behandlung. Eine retrospektive Studie. *Unfallchirurg* 92:554-559
- 72 *Zwipp H, Tscherne H, Hoffmann R, Thermann H* (1989) Riß der Knöchelbänder: Operative oder Konservative Behandlung. *Dtsch. Ärztebl.* 85:2897-2902

7. Danksagung

Ich danke Herrn Professor Uwe Joosten für die interessante Aufgabenstellung und für die Geduld und Hilfen bei dieser Arbeit.

Herrn Dr. med. Thomas Frebel danke ich für die Betreuung bei der Nachuntersuchung der Patienten und für die Fotos, die er mir zur Verfügung gestellt hat.

An dieser Stelle möchte ich auch allen Patienten danken, die der Einladung zur Nachuntersuchung gefolgt sind und so diese Arbeit möglich gemacht haben.

Besonderen Dank an meine Familie, insbesondere meinem Vater Werner, für die Geduld und Unterstützung beim Fertigstellen dieser Arbeit.

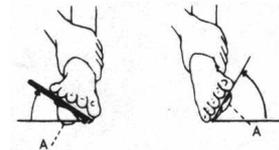
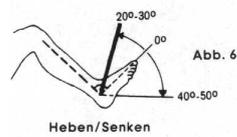
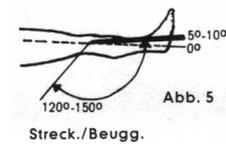
Nachuntersuchungsbogen Achillessehnen – Rupturen

Patient	Standbein Rechts / Links	Untersuchungstag
---------	-----------------------------	------------------

Unabhängige Verletzungen des Beines: Nein Ja: _____

Bewegungs- und Umfangsmaße:

	Rechts	Links
Kniegelenke: Streckung / Beugung	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Obere Sprunggelenke Heben / Senken	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Untere Sprunggelenke Ges.-Beweglichk. (Fußaußenr heben / senken in Bruchteilen)	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Umfangsmaße in cm		
20cm ob. inn. Knie-Gel-sp.	<input type="text"/>	<input type="text"/>
10cm ob. inn. Knie-Gel-sp.	<input type="text"/>	<input type="text"/>
15cm unt. Inn. Knie-Gel-sp.	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Unterschenkel, kl. Umfang	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Knöchel	<input type="text"/>	<input type="text"/>



Funktionalität:

Druckschmerzen	Ja, wo:	Nein
Durchblutung	gestört:	intakt
Gangbild:	schlecht	unsicher
Hackengang:	Nein	unsicher
Zehengang:	Nein	unsicher
Einbeinzehenstand Ref	Nein	Andeutung > 10 sec > 60 sec
Einbeinzehenstand Tra	Nein	Andeutung > 10 sec > 60 sec
ASR Referenz	--	- + ++
ASR Trauma	--	- + ++
Aus der Hocke aufstehen	Nein	schwer Ja
Thompsonstest	positiv	negativ
Kraftmessung	0 - 64%	65-74% 75-84% 85-94% 95-100%

Sehne und Narbe:

Verwachsungen	stark	leicht	Nein
Blutlaufstörungen	Ja	leicht	Nein
ggf. Typ:	Ödeme, Varikosen		
Normale Schuhe	Nein	Hilfsmittel	Ja
ggf. Typ:			

Breite der Narbe in cm:		Form: <input type="radio"/> unauffällig <input type="radio"/> abnorm:
Länge der Narbe in cm:		

Sehnen dicke Referenz	
Sehnen dicke Trauma	

ggf. Echo		
Sehnen dicke Referenz		
Sehnen dicke Trauma		

«Anrede»n
«Vorname» «Name»
«Strasse»

«PLZ» «Ort»

Sehr geehrte «Anrede» «Name»,

im Jahr «AufnahmeJahr» sind Sie in unserem Hause wegen einer gerissenen Achillessehne operiert worden.

Um erkennen zu können, ob unsere Behandlung den gewünschten Erfolg gebracht hat, wenden wir uns heute mit der Bitte um Ihre Mithilfe an Sie. Wir möchten Sie zu einer Nachuntersuchung einladen, bei der wir verschiedene einfache Tests durchführen möchten. Ferner bitten wir Sie, den beiliegenden Fragebogen auszufüllen.

Ihre Angaben und die Untersuchungsergebnisse sind sehr wichtig, um unsere Behandlungsmethode genauer und besser beurteilen und vielleicht auch verbessern zu können.

Für Sie bietet sich mit der Untersuchung die Möglichkeit genau zu sehen, ob die Operation zu einer vollständigen Heilung geführt hat. Natürlich werden wir Ihnen auch gerne eventuelle Fragen beantworten.

Wir möchten Sie bitten, am «U_Datum» um «U_Zeit» Uhr in die Poliklinik zu der Nachuntersuchung zu kommen. Falls Sie Fragen haben oder einen anderen Termin wünschen, zögern Sie bitte nicht, uns anzurufen. Herr Dr. Frebel ist über die Pforte der unfallchirurgischen Klinik unter der Rufnummer 0251/8356301 erreichbar und beantwortet gerne Ihre Fragen.

Selbstverständlich werden weder Ihnen, noch Ihrer Krankenkasse irgendwelche Kosten für die Untersuchung in Rechnung gestellt.

Wir danken Ihnen im Voraus für Ihre Mithilfe und verbleiben

mit freundlichen Grüßen

Dr. med. T. Frebel
Assistenzarzt

Dr. med. U. Joosten
Oberarzt

Prof. Dr. med. E. Brug
Direktor der Klinik

**Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient,**

um den wissenschaftlichen Ansprüchen gerecht zu werden, ist unsere Klinik auf Ihre Mithilfe angewiesen. Damit wir unsere Behandlungsmethoden überprüfen oder eventuell sogar verbessern können, bitten wir sie höflichst, diesen Fragebogen auszufüllen und mit zu der Nachuntersuchung zu bringen.

Selbstverständlich werden Ihre Angaben **ohne Namen** in die Studie einfließen.

Wenn Sie zu einigen Fragen weitere Angaben machen möchten, so verwenden Sie bitte die Rückseite der einzelnen Blätter. Je genauer Ihre Auskünfte sind, desto besser können wir diese Studie verwerten.

1. Hatten Sie jemals sonstige Erkrankungen oder Verletzungen im Bereich des operierten Beines? Nein

Ja (bitte beschreiben Sie die Erkrankung) _____

2. Würden Sie im Falle eines erneuten Risses der Achillessehne wieder eine Operation durchführen lassen oder gar einem Bekannten eine Operation empfehlen?

Nein, ich würde eine konservative Behandlung vorziehen.

Ja, ich würde mich wieder operieren lassen.

Ja, ich würde eine Operation empfehlen und mich selbst erneut operieren lassen.

3. Was ist Ihnen als unangenehmstes in Erinnerung geblieben?

(z.B. Narkose, Verletzung, Schmerzen, Krankenhausaufenthalt,)

4. Wie beurteilen Sie den Behandlungserfolg?

sehr gut

gut

befriedigend

ausreichend

weniger als ausreichend

5. Können Sie länger als 1 Minute schmerzfrei auf den Zehenspitzen der operierten Seite stehen? Ja Nein, nur ca. _____ Sekunden

6. Haben Sie Schmerzen im Bereich der operierten Sehne?

- Nein, niemals.
- Ja, bei maximaler Belastung.
- Ja, auch bei normaler Belastung.
- Ja, selbst bei geringer oder keiner Belastung.

Leiden Sie im Bereich der operierten Sehne an Wetterfühligkeit? Nein Ja

7. Für die Narbe treffen folgende Punkte zu:

- Die Narbe ist gut verheilt.
- Bei mir gab es Heilungsstörungen.

- Die Narbe ist für mich kosmetisch nicht störend.
- Die Narbe empfinde ich als kosmetisch störend.
- Die Narbe sieht breit und unschön aus

- Ich leide an Gefühlsverlust oder Taubheit im Narbenbereich.
- Die Narbe stört mich beim Tragen von Schuhen.

Beschreiben sie bitte kurz Ihre Eindrücke von der Narbe: _____

8. Haben Sie den Eindruck, dass eine Kraftminderung im Vergleich zu vorher besteht?

- Nein, auf der operierten Seite gelang die vollständige Wiederherstellung der Kraft.
- Ja, ich verspüre eine geringe Krafteinbuße.
- Befriedigender Erfolg (z.B.: Sport ist möglich, aber ein Wechsel der Sportart war nötig)
- Meine Sportfähigkeit ist durch die Operation sehr stark eingeschränkt.
- Als Folge der Verletzung trat eine völlige Sportunfähigkeit ein.

Arbeitsleben:

9. Welchen Beruf haben Sie vor dem Sehnenriss ausgeübt:

10. Wie lange waren Sie insgesamt aufgrund der Achillessehnenruptur

krankgeschrieben: Vom ____ . ____ . ____ bis zum ____ . ____ . ____

11. Konnten Sie Ihren Beruf uneingeschränkt weiter ausüben? Ja

Nein

Wenn nein, weshalb nicht: _____

Sport:

12. Beschreiben Sie bitte Ihre sportlichen Aktivitäten vor dem Riss der Sehne:

Wie oft haben Sie Sport in der Woche betrieben? _____/pro Woche

13. Beschreiben Sie bitte Ihre Möglichkeiten zur sportlichen Betätigung heute:

Wie oft treiben Sie zur Zeit Sport in der Woche: _____/pro Woche

14. Hat die Verletzung Auswirkungen auf Ihre sportlichen Aktivitäten gehabt?

Nein Ja (Bitte erläutern Sie welcher Art die Einschränkungen sind.)

Wie lange konnten Sie nach der Operation keinen Sport ausüben? _____Wochen.

15. Wirkt Ihr Fuß beim Gehen und Stehen auf ebenem Boden stabil?

Ja Nein

16. Können Sie ohne verletzungsbedingte Schmerzen rennen?

Ja Nein

17. Ist eine seitengleiche Beweglichkeit im Sprunggelenk schmerzfrei möglich?

Ja Nein, die operierte Seite ist eingeschränkt.

18. Haben Sie bei längerer sportlicher Belastung Schmerzen in der verletzten Seite?

Vielen Dank für Ihre Mithilfe

9.4 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abb.	Titel	Quelle
1	Durchführung der PDS Naht durch den kranialen Sehnenstumpf	J. Isbach
2	Liegende PDS-Naht im kranialen Sehnenstumpf	J. Isbach
3	Kaudalführung des PDS-Fadens	J. Isbach
4	Hautnaht nach gedeckter Nahttechnik	J. Isbach
5	Schnittführung bei offener Technik	J. Isbach
6	Hämatom an der Rupturstelle	Dr. Th. Frebel (UKM)
7	Darstellung der Sehne des M. plantaris	Dr. Th. Frebel (UKM)
8	Naht der rupturierten Achillessehne	Dr. Th. Frebel (UKM)
9	Exstirpation der Plantarissehne	Dr. Th. Frebel (UKM)
10	Um die Nahtstelle gelegte aufgefächerte Plantarissehne	Dr. Th. Frebel (UKM)
11	verschiedene End-zu-End-Nahtverfahren	aus: Coughlin MJ, Mann RA (1999) Surgery of the Foot and Ankle, 7. Ed. Mosby, St. Louis
12	Behandlungsplan für funktionelle Nachbehandlung	J. Isbach
13	Vermessung nach Neutral-Null-Methode der OSG-Beweglichkeit	Dr. Th. Frebel (UKM)
14	100 Punkte-Score nach Thermann et al.	J. Isbach
15	Score nach Trillat	J. Isbach
16	Grafische Darstellung der Geschlechterverteilung aller Probanden	J. Isbach
17	Grafische Darstellung der prozentualen Altersverteilung aller Probanden	J. Isbach
18	Graphische Darstellung der Häufigkeitsverteilung des BMI	J. Isbach

Abb.	Titel	Quelle
19	Grafische Darstellung der Rupturseitenverteilung	J. Isbach
20	Diagramm über die Verteilung der Rupturanzahlen pro Monat	J. Isbach
21	Graphische Darstellung der Trauma – Ursachen	J. Isbach
22	Graphische Übersicht über die Häufigkeitsverteilung in Bezug auf die Zeit	J. Isbach
23	Graphische Übersicht über Häufigkeit der OP-Dauer in Minuten	J. Isbach
24	Graphische Darstellung der Narkoseart	J. Isbach
25	Graphische Darstellung der Narkoseart in Bezug zum Operationsjahr	J. Isbach
26	Graphische Darstellung der Häufigkeit der Nahttechnik	J. Isbach
27	Graphische Darstellung über M. plantaris Situation	J. Isbach
28	Graphische Darstellung der Häufigkeitsverteilung des Krankenhausaufenthaltes	J. Isbach
29	Graphische Darstellung der Häufigkeitsverteilung der Ergebnisse nach Thermann	J. Isbach
30	Graphische Darstellung der Häufigkeitsverteilung der Ergebnisse nach Trillat	J. Isbach
31	Tabellarische Übersicht über die Sehnenstärke	J. Isbach
32	Graphische Darstellung der Umfangsmessung	J. Isbach

Abb.	Titel	Quelle
33	Graphische Darstellung der Patientenangaben über Schmerzen	J. Isbach
34	Graphische Darstellung der Kraftwiederherstellung	J. Isbach
35	Subjektive Beurteilung der Narbe	J. Isbach
36	Graphische Übersicht über die Beurteilung der Operationsnarbe	J. Isbach
37	Graphische Darstellung der relativen Beurteilung nach Thermann	J. Isbach
38	Graphische Darstellung für eine erneute Entscheidung	J. Isbach
39	Rerupturraten in Einzelstudien	J. Isbach
40	Rerupturraten in Metaanalysen	J. Isbach
41	Metaanalyse Komplikationen	J. Isbach
42	Metaanalyse leichter Verwachsungen	J. Isbach