

Aus der Klinik für Chirurgie - Unfall- und Wiederherstellungschirurgie  
des Vivantes Humboldt-Klinikums Berlin, Akademisches Lehrkrankenhaus  
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

Ein Vergleich frühfunktioneller Therapie nach primär operativ  
versorgter Achillessehnenruptur.  
Absatzerhöhung versus Vacoped

zur Erlangung des akademischen Grades  
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät  
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Andreas R. W. Kugler

aus Berlin

Gutachter: 1. Priv.-Doz. Dr. med. R. Letsch  
2. Prof. Dr. med. M. Faensen  
3. Prof. Dr. med. F. Hahn

Datum der Promotion: 29.01.2010



	<b>Seite</b>
<b>1. Einleitung</b>	
1.1 Mythologie	7
1.2 Medizingeschichte	8
<b>2 Allgemeines zur Achillessehnenruptur</b>	<b>9</b>
2.1 Verletzungsmechanismus	9
2.2 Anatomie	9
2.3 Ätiologie, Histologie	12
2.3.1 Mechanische Theorie	12
2.3.2 Degenerative Theorie	12
<b>3 Diagnostik der Achillessehnenruptur</b>	<b>14</b>
3.1 Anamnese und Klinik	14
3.2. Sonographie	16
3.3 Bildgebung – Röntgen-Computertomographie-Kernspintomographie	17
<b>4 Behandlungsoptionen</b>	<b>19</b>
4.1 Operative Therapie	19
4.2 Konservative Therapie	21
<b>5 Postoperative Behandlungsmethoden</b>	<b>22</b>
5.1 Immobilisierende Therapie	22
5.2 Frühfunktionelle Therapie	22
<b>6 Aufgabenstellung</b>	<b>24</b>
<b>7 Patienten</b>	<b>25</b>
<b>8 Methoden</b>	<b>26</b>
8.1 Fragebogen	26
8.2 Körperliche Untersuchung	27
8.3 Einbeinhüpfest	28
8.4 Sonographische Sehnendickenbestimmung	28
<b>9 Auswertungs-Score</b>	<b>29</b>
<b>10 Ergebnisse</b>	<b>30</b>
10.1 Vergleich der beiden Gruppen	30
10.1.1 Altersverteilung	30
10.1.2 Geschlechtsverteilung	30
10.1.3 Gewichtsverteilung	31
10.1.4 Ursachen/Genese	31
10.1.5 Histologisches Resultat	32

10.1.6 Versorgungszeitpunkt nach dem Unfall	32
10.1.7 Beginn der frühfunktionellen Behandlung	33
10.1.8 Untersuchungszeitpunkt nach der Operation in Monaten	33
10.1.9 Postoperative Komplikationen	34
10.2 Resultate der Befragung der beiden Gruppen	35
10.2.1 Tägliche Hilfsmittelnutzung	35
10.2.2 Dauer der Nutzung von Gehhilfen	36
10.2.3 Arbeitsunfähigkeit	36
10.2.4 Sportpause	37
10.2.5 Arbeitseinschränkungen	37
10.2.6 Sparteinschränkungen	38
10.2.7 Schmerzdauer	38
10.2.8 Wundheilungsstörungen	39
10.2.9 Gangunsicherheit	39
10.2.10 Kraftgrad	40
10.2.11 Hilfsmittelpraktikabilität	40
10.2.12 Hilfsmittelbequemlichkeit	41
10.2.13 Sicherheitsgefühl	41
10.2.14 Gehhilfenpraktikabilität	41
10.3 Ergebnisse der Untersuchungen	42
10.3.1 Sonographische Sehnendickenbestimmung	42
10.3.2 Bewegungsumfang im OSG im Seitenvergleich	42
10.3.3 Bewegungsumfang im unteren Sprunggelenk	42
10.3.4 Umfangsmessungen der Beine	42
10.3.5 Einbeinhüpftest	44
10.4 Auswertung des Trillat-Score	45
11 Diskussion	46
11.1 Gruppenvergleich	46
11.1.1 Altersverteilung	47
11.1.2 Geschlechtsverteilung	47
11.1.3 Gewichtsverteilung / Body-Mass-Index	47
11.1.4 Ursachen	48
11.1.5 Histologie	48
11.1.6 Versorgungszeitpunkt nach dem Unfall	48

11.1.7	Behandlungsbeginn mit dem Hilfsmittel	49
11.1.8	Nachuntersuchungszeitpunkt nach Operation	49
11.1.9	Komplikationen	49
11.1.10	Resultat des Gruppenvergleiches	50
11.2	Befragung der Gruppen	51
11.2.1	Nutzung des Hilfsmittels	51
11.2.2	Nutzung der Gehhilfen	52
11.2.3	Arbeitsunfähigkeit nach der Operation	53
11.2.4	Sportausfall	53
11.2.5	Arbeitseinschränkungen	54
11.2.6	Sporteinschränkungen	54
11.2.7	Schmerzdauer	55
11.2.8	Wundheilung	55
11.2.9	Stabilitätsgefühl	56
11.2.10	Kraftgrad	56
11.2.11	Hilfsmittelpraktikabilität	56
11.2.12	Hilfsmittelbequemlichkeit	56
11.2.13	Sicherheitsgefühl	57
11.2.14	Gehhilfenpraktikabilität	57
11.2.15	Trillat-Score Resultat	58
11.3	Diskussion Untersuchungsergebnisse	58
11.3.1	Sonographische Sehnendickenbestimmung	58
11.3.2	Bewegungsumfang oberes Sprunggelenk	58
11.3.3	Bewegungsumfang unteres Sprunggelenk	59
11.3.4	Umfangsmaße	59
11.3.5	Einbeinhüpftest	61
11.3.6	Trillat Score	61
11.3.7	Gesamtresultate im Literaturvergleich	62
12	Zusammenfassung	64
	Literaturangaben	66
	Abbildungsverzeichnis	72
	Curriculum Vitae	74
	Danksagung	75
	Erklärung zur Selbstständigkeit	76

## 1. Einleitung

### 1.1 Mythologie

Die erste Erwähnung einer Achillessehnenruptur liegt bereits in der Sagenwelt der griechischen Mythologie. (*Schwab 1969*) Die rechte Ferse des Sagenhelden Achilleus war die einzige Stelle, an welcher er verwundbar war. Als Sohn eines menschlichen Vaters und einer göttlichen Mutter, der Meeresgöttin Thetis, war Achilleus sterblich. Thetis versuchte aber, ihn zumindest unverwundbar zu machen, und tauchte ihn in den Styx, den Fluss, der die Unterwelt von der Oberwelt trennt. Die Stelle an der Ferse, an der sie Achilleus mit der Hand hielt, blieb jedoch vom Wasser des Flusses unbenetzt und wurde so zur einzigen verwundbaren Stelle.

In den bekanntesten Versionen von Achilleus' Tod wurde er vor Troja von Apollon selbst oder von einem Pfeil des Paris, der von Apollon gelenkt wurde, in die verwundbare Achillesferse getroffen.

Der Begriff wird heute vor allem als Metapher verwendet und bezeichnet eine verwundbare Stelle eines Systems oder einer Taktik.

Auch in den deutschen Heldensagen wird von der elementaren Funktion der Achillessehne berichtet: Um nach der Gefangennahme des Schmiedes Wieland dessen Flucht zu verhindern, wurden ihm auf Befehl des Königs Niedung die Sehnen am Knie (Patellarsehnen) und am Fuß (Achillessehnen) durchtrennt (*Hecht, G und Hecht, W 1997*). Die daraus resultierende schwere Behinderung entspricht unter anderem den in der aktuellen Literatur zu findenden Symptombildern einer Achillessehnenruptur. Ein Ballenstand ist meist auch noch ohne die Achillessehne, bzw. die Kraft des M. triceps surae, durch die Wirkung der übrigen Plantarflexoren (Mm peroneus longus et brevis, M. tibialis posterior, M. flexor digitorum longus, M. flexor hallucis longus) möglich, jedoch können keine Sprung- und nur eingeschränkt Laufbewegungen durchgeführt werden.

## 1.2 Medizingeschichte

Schon Hippokrates (460 - 377 v. Chr.) wies auf ein gefährliches Fieber hin, das von Quetschungen und Wunden der Achillessehnenregion verursacht, sich ausbreitet, die Sinne verwirrt und schließlich tödlich endet (*Biographisches Lexikon Bd.V 1962*). Er benannte die Achillessehne als „Neura megala“.

Nach dem Helden Achilleus wurde die Sehne erst von Verheyen, Professor der Anatomie in Löwen, benannt, der sie als „Chorda Achillis“ 1693 ins Kompendium der Anatomie aufnahm. Der Anatom und Chirurg Heister (Helmstedt 1683 – 1758) wandelte den Begriff in „Tendo Achillis“ um.

Die erste wissenschaftliche Beschreibung einer Achillessehnenruptur stammt von Ambroise Paré aus dem Jahr 1575 (*Paré 1594*), eine weitere folgt erst 1722 von Jean-Louis Petit, der über drei Fälle berichtete (*Petit 1722*).

Bis 1929 konnten Quénu und Stoianovitch lediglich 66 Fälle aus der Literatur zusammentragen, die sie um zwei weitere auf insgesamt 68 ergänzten (*Quénu und Stoianovitch 1929*).

Mit der Ausweitung des Breiten- und Freizeitsports seit den fünfziger Jahren kam es zu einem sprunghaften Anstieg der Verletzungshäufigkeit (*Arner und Lindvall 1959*), wodurch sich die heutige Bedeutung der Achillessehnenruptur erklärt. Momentan schätzt man in Deutschland 16.000 bis 20.000 Fälle pro Jahr.



## 2 Allgemeines zur Achillessehnenruptur

### 2.1 Verletzungsmechanismus

Die Achillessehne ist Belastungen von etwa 60–100 N/mm<sup>2</sup> gewachsen, das entspricht bei 80 mm<sup>2</sup> Fläche einer Belastungsfähigkeit von bis zu 8,0 kN. In der Literatur finden sich bei dynamischen Belastungen Angaben bis zu 9,1 kN. (*Grafe 1969, Thermann et al. 1998*)

Die Sehne reißt gehäuft in einem Bereich 2-6 cm oberhalb des Ansatzes am Calcaneus (sogenannte "Achillessehnentaille"), wo die Sehne am dünnsten und am schlechtesten versorgt ist (*Holz und Ascherl 1981*).

Nicht selten ist die Sehne bereits im Alter von 25-30 Jahren degenerativ vorgeschädigt. Durch die Schwächung der Sehne kommt es bei verstärkter Belastung - v.a. nach Trainingspausen - zu kompletten Rupturen. Die Sehne reißt plötzlich mit einem lauten, peitschenknallähnlichen Geräusch. Der Patient merkt ein sofortiges Nachlassen der kräftigen Plantarflexion, welche danach nur noch eingeschränkt möglich ist.

Achillessehnenrupturen treten vorwiegend bei Freizeitsportarten wie Fußball, Handball, Volleyball, Basketball, Tennis, Squash, Badminton und bei der Leichtathletik auf. (*Jerosch 1999*)

### 2.2 Anatomie

Die „Achillessehne“ - Tendo calcaneus - ist die stärkste Sehne des menschlichen Körpers. Sie bildet einen funktionellen Zusammenschluss und gemeinsamen Ansatz der Mm. gastrocnemii medialis et lateralis und des M. soleus, die zusammen als M. triceps surae bezeichnet werden (*Lippert 1993*). Die beiden Köpfe des M. gastrocnemius haben ihren Ansatz an den beiden Epicondylen des Femur, wobei ein Teil auch der Kniegelenkscapsel entspringt.

Der M. soleus hat seinen Ursprung im oberen dorsalen Drittel der Tibia und der Fibula. Während der M. soleus vornehmlich statische Haltearbeit leistet, wird der M. gastrocnemius hauptsächlich dynamisch beansprucht (*Appell 1998*).

Die Sehne selbst hat ein sanduhrförmiges Profil, wobei die dünnste Stelle, 2-5 cm oberhalb des Calcaneus, die häufigste Lokalisation einer Achillessehnenruptur darstellt (*Holz und Ascherl 1981*). Die Achillessehne hat eine Länge von 6-12 cm (*Wilhelm 1972*). Der mittlere Querschnitt liegt bei 80 mm<sup>2</sup>. Sie inseriert breitbasig am Tuber calcanei, unmittelbar vor der Insertion gleitet sie über einen Schleimbeutel, die Bursa subachillea. Die Achillessehne ist direkt vom Peritendineum externum umgeben, eine Sehnenscheide fehlt.

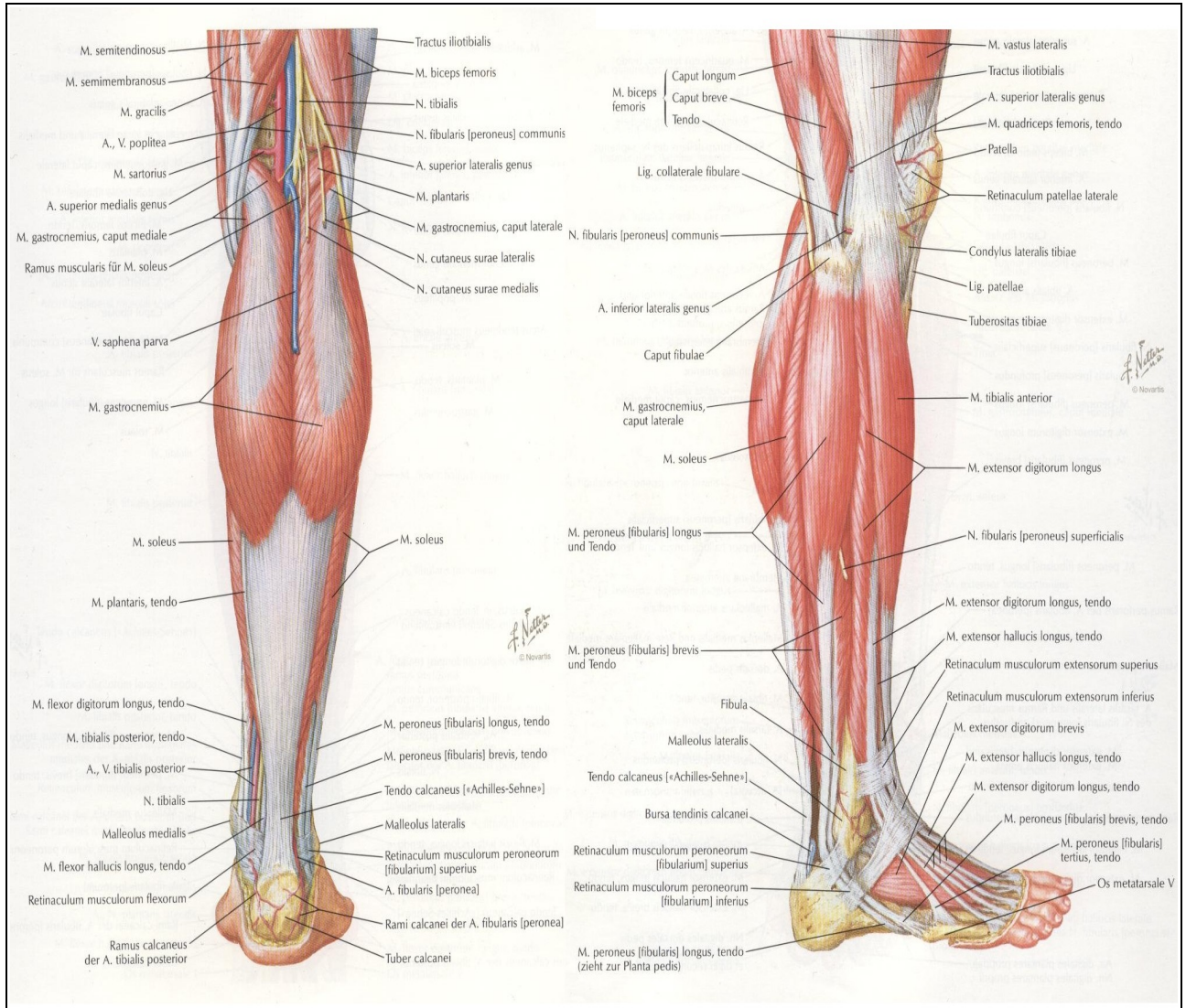
Ventral liegt die Sehne einem Fettpolster (corpus adiposum subachilleum) auf, dorsal grenzt die Lamina superficialis fasciae cruris an. Da keine Sehnenscheide vorhanden ist, spielen sich die Gleitbewegungen zwischen der Lamina superficialis und dem Peritendineum externum ab, das aus sechs bis acht bindegewebigen Schichten besteht, die auch übereinander gleiten können (*Mugalinski 1937, Arndt 1976*). Die Blutversorgung erfolgt im wesentlichen über das Peritendineum externum durch längs verlaufende Gefäße sowie durch Gefäße im muskulotendinalen Übergang bzw. periostalen Übergang. Die Gefäßdichte nimmt im mittleren Drittel der Sehne ab (*Lagergren und Lindholm 1959*).

Der M. Trizeps surae bringt ungefähr 90 % der Kraft der Plantarflexion über die Achillessehne auf. Die restlichen ca. 10% werden von den Synergisten (M. peroneus longus, dem M. peroneus brevis, dem M. tibialis posterior, dem M. flexor digitorum longus und dem M. flexor hallucis longus (*Ascherl 1980*)) ohne die Achillessehne erbracht.

Die Antagonisten des M. triceps surae sind der M. tibialis anterior, der M. extensor hallucis longus, der M. extensor digitorum longus und der M. peroneus tertius (*Sapega 1990*).

Die Stützfunktion, die der M. triceps surae als Gegenspieler der Schwerkraft beim aufrechten Gang zu leisten hat, führt dazu, dass dieser Muskel keinen Gegenspieler mit annähernd gleicher Stärke hat.

**Abb.1 Anatomie des Unterschenkels - Ansicht von dorsal und lateral (Netter 1995)**



## 2.3 Ätiologie, Histologie

In der wesentlichen Ätiopathogenese der Achillessehnenruptur stehen sich zwei Theorien gegenüber. Die Theorie der Degeneration und die mechanische Theorie. (*Thermann et al. 1989*).

### 2.3.1 Mechanische Theorie

Bei einem ungünstigen Verhältnis von Sehnenquerschnittsfläche zu Muskelquerschnittsfläche von etwa 1:120-150 im Gegensatz zu anderen Sehnen (ca. 1: 50-100) (*Schneider 1950, Zwipp 1994*) sind die schnellen Belastungen, die insbesondere beim Sport (Absprung, Landung, Tritt oder Schlag) auftreten, Ursache für die passive Überdehnung der Sehne bei gleichzeitiger reflektorischer Anspannung der Wadenmuskulatur. Somit wird die Belastungsgrenze der Sehne überschritten und sie reißt. Die Sehne ist bei Absprung und Landung, z.Bsp. bei einem Doppelsalto, Kräften von etwa 1070 kp ausgesetzt (*Grafe 1969, Thermann et al. 2000*). Exogene Faktoren wie Feuchte, Kälte und Ermüdungszustand können die Belastbarkeit der Sehne herabsetzen und so einen Riss begünstigen. (*Heim 1978, Franke 1980*)

### 2.3.2 Degenerative Theorie

Die Sehne ist an sich stabil. Aufgrund von degenerativen Prozessen sinkt die Stabilität der Sehne und sie reißt so wesentlich früher. Bei häufigem Sport wird von repetitiven Mikrotraumen ausgegangen, die neben dem physiologischen Alterungsprozess und der Änderung der Durchblutung zur Degeneration der Sehne führen. Ab dem 25. Lebensjahr zeigt sich ein deutlicher Rückgang der Vaskularisation, nach dem 30. Lebensjahr erfolgt die Ernährung des Sehngewebes nur noch über das Peritendineum (*Arnold 1974, Graf et al. 1990*). In Folge dieser Minderdurchblutung kommt es zu hypoxischer degenerativer Tendopathie / Mikronekrosen.

Mikrotraumen verursachen eine Achillodynie (aseptische Entzündung) wodurch es zu einer Störung des Mukopolysaccharidgehaltes der Sehne kommt, welche zu

Tendolipomatosen, Mikroverkalkungen und myxoiden Veränderungen führen, die nach reparativen Vorgängen und Vernarbungen ursächlich für die geminderte Sehnenfestigkeit sind. (*Thermann 2000, Wirth und Carls 2000*)

Die Verletzung tritt gehäuft im Freizeitsportbereich auf.

Es wird sowohl von einer Selbstüberschätzung der Patienten bei nur sporadischem Training als auch von unzureichend trainierter Koordinationsfähigkeit ausgegangen. (*Paulsen et al. 1984, Zwipp et al. 1989*)

Bei Verletzungen im Leistungssportbereich nimmt man an, dass die dauerhafte Beanspruchung und die daraus resultierenden Mikrotraumen und narbigen Umbauprozesse die Belastungsfähigkeit der Sehne herabsetzen und eine unterschwellige Belastung ausreicht, um die Sehne zu zerreißen. (*Könn und Löbbbecke 1975, Böhm et al. 1990*)

Endogene Faktoren wie Infektionen, Immunsuppression, Gicht, Diabetes Mellitus, Tuberkulose, rheumatische Erkrankungen und Alkoholerkrankungen werden also weitere mögliche Ursachen der Degeneration angeführt. (*Schönbauer 1971, Schwarz et al. 1984, Raunest et al. 1990, Wirth und Carls 2000*)

Ebenso ist die medikamentöse Behandlung mit lokalen und systemischen Kortikoiden eine Ursache für Sehnendegeneration. Man vermutet auch für Immunsuppressiva einen Zusammenhang zur Achillessehnenruptur. (*Thermann et al. 2000*)

### 3 Diagnostik der Achillessehnenruptur

#### 3.1 Anamnese und Klinik

In der Anamnese der meisten Patienten findet sich ein plötzlicher, „Peitschenknall“ ähnlicher Schlag im dorsalen distalen Unterschenkel, teilweise auch schmerzlos, meist jedoch mit einem stechenden Schmerz einhergehend. Häufig ließ sich dieser "Peitschenknall " auch akustisch deutlich wahrnehmen.

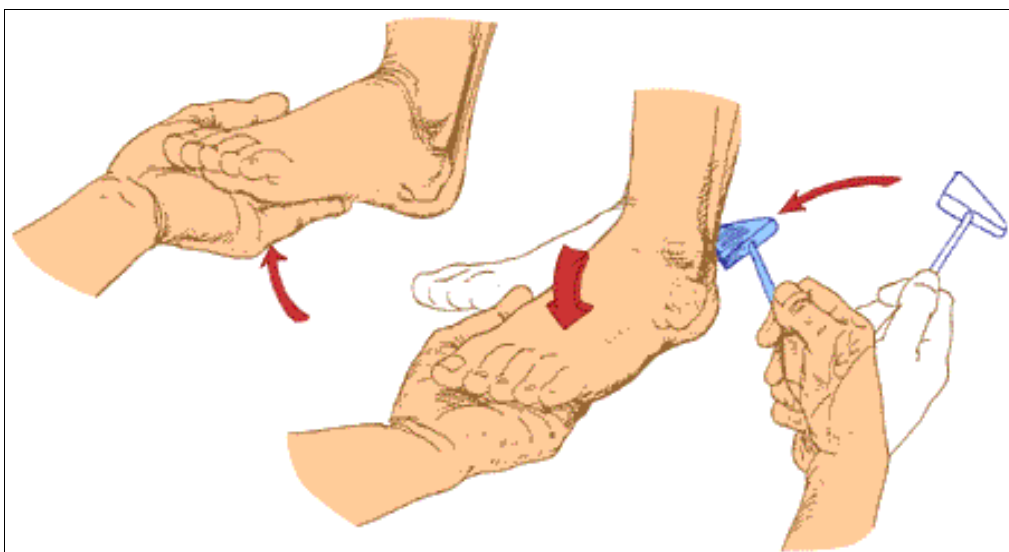
Manche Patienten berichteten, zunächst den Verdacht gehabt zu haben, von hinten in die Wade getreten worden zu sein.

Der Fuß kann zwar durch die Synergisten noch plantar flektiert werden, jedoch nicht mehr kraftvoll, was Sprintlauf und den Einbeinziehenballenstand auf der betroffenen Seite unmöglich macht. Die Patienten rollen den betroffenen Fuß kraftlos ab und setzen das Bein bei außen rotiertem Fuß häufig stelzenartig auf.

In dynamometrischen Untersuchungen zeigte sich bei der betroffenen Seite im Vergleich zur Gegenseite eine Kraftminderung von 80-100%.

Der Achillessehnenreflex ist ausgefallen und die Prüfung so schmerzhaft, dass auf diese Untersuchung verzichtet werden sollte.

**Abb. Nr. 2 Achillessehnenreflex** (Jerosch 1999)

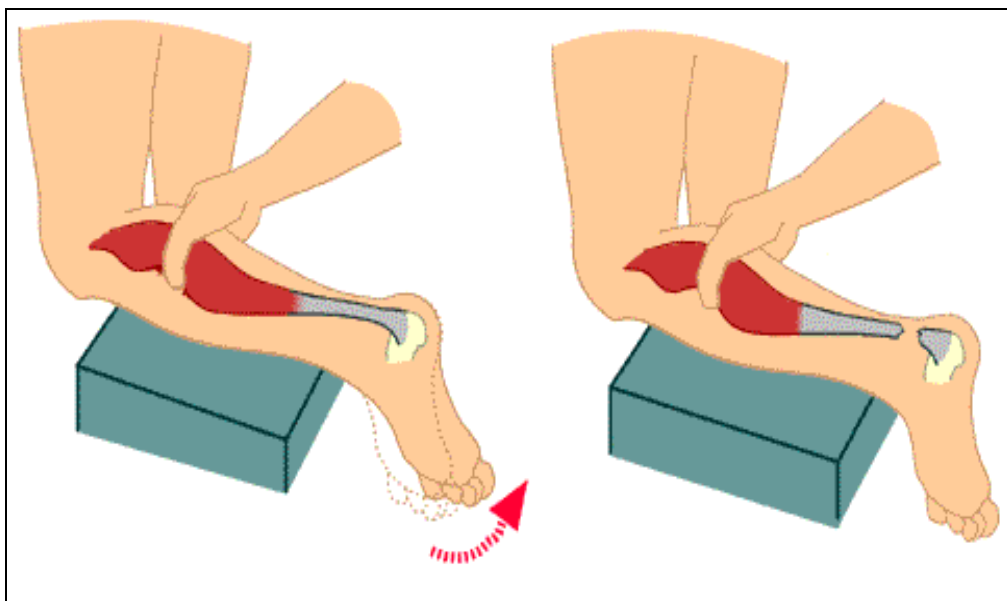


Die Patienten geben meist ein Instabilitätsgefühl im Sprunggelenksbereich an, wobei Verwechslungen mit der häufigeren Sprunggelenksdistorsion oder fibularen Bandruptur auftreten können. Dies hat teilweise eine verzögerte Behandlung mit möglichen Sehnenretraktionen zur Folge (*Thermann 1998*).

In der körperlichen Untersuchung ist aufgrund der tastbaren Delle an der Rupturstelle die Diagnose in den ersten Stunden unkompliziert. Später wird diese Delle durch ein Hämatom aufgefüllt und tritt erst nach Resorption des Blutergusses wieder in Erscheinung. (*Jerosch 1999*)

Der Wadenkompressionstest nach **Thompson** gibt bei einer fehlenden Plantarflexion des Fußes Hinweis auf eine Verletzung der Achillessehne.

**Abb. Nr. 3 Wadenkompressionstest nach Thompson** (*Jerosch 1999*)



Eine vorhandene Plantarflexion schließt jedoch keine Achillessehnenruptur aus, da die Plantarflexion durch die extrinsischen Flexoren sowie die Plantarissehne in manchen Fällen durchgeführt werden kann.

### 3.2. Sonographie

Neben der meist recht eindeutigen Klinik steht an apparativen Untersuchungen die Ultraschalluntersuchung im Vordergrund. Es lässt sich zwischen Sehngewebe und dem akuten Hämatom gut unterscheiden. Der Bereich der Sehnenstümpfe ist nicht immer genau zu beurteilen, da die Stümpfe häufig pinselartig auseinander gehen und eine exakte Abgrenzung schwierig machen.

Die Differenzierung zwischen der kompletten Ruptur und der Teilruptur kann hier Probleme bereiten.

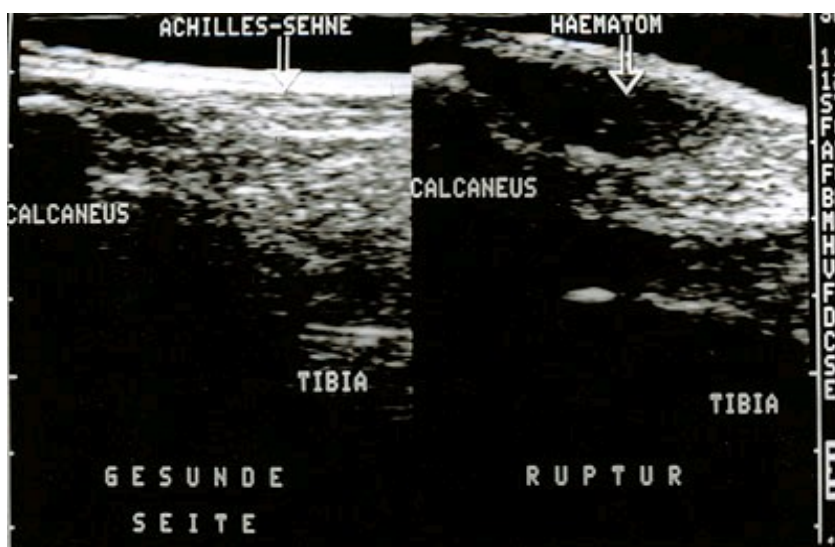
Sonographische Zeichen einer Achillessehnenruptur sind:

- Kontinuitätsunterbrechung
- Abgrenzbare Sehnenstümpfe
- Echoarme Flüssigkeitsansammlungen (Hämatom) mit Veränderung des parallelen Binnenechos des Sehngewebes
- Auflockerung der parallel streifigen Struktur (tritt auch bei entzündlichen Tendopathien auf)

Bei einigen Rupturen findet sich keine Diastase der Sehnenstümpfe und nur ein geringes Hämatom, so dass hier zur definitiven Diagnosefindung eine dynamische Sonographieuntersuchung durchgeführt werden sollte.

Bei Dorsalextension des betroffenen Fußes findet sich bei einer kompletten Ruptur dann fast regelmäßig eine Sehnenstumpfdehiszenz.

**Abb. Nr. 4 Sonographie Achillessehne (Jerosch 1999)**





### 3.3 Bildgebung - Röntgen - Computertomographie - Kernspintomographie

Initial sollte die Möglichkeit eines knöchernen Sehnenaustrisses (Entenschnabel-Fraktur) mit einer Fersenbein Röntgenaufnahme in zwei Ebenen kontrolliert werden. Die Struktur der Sehne kann in der konventionellen Röntgenaufnahme nicht beurteilt werden.

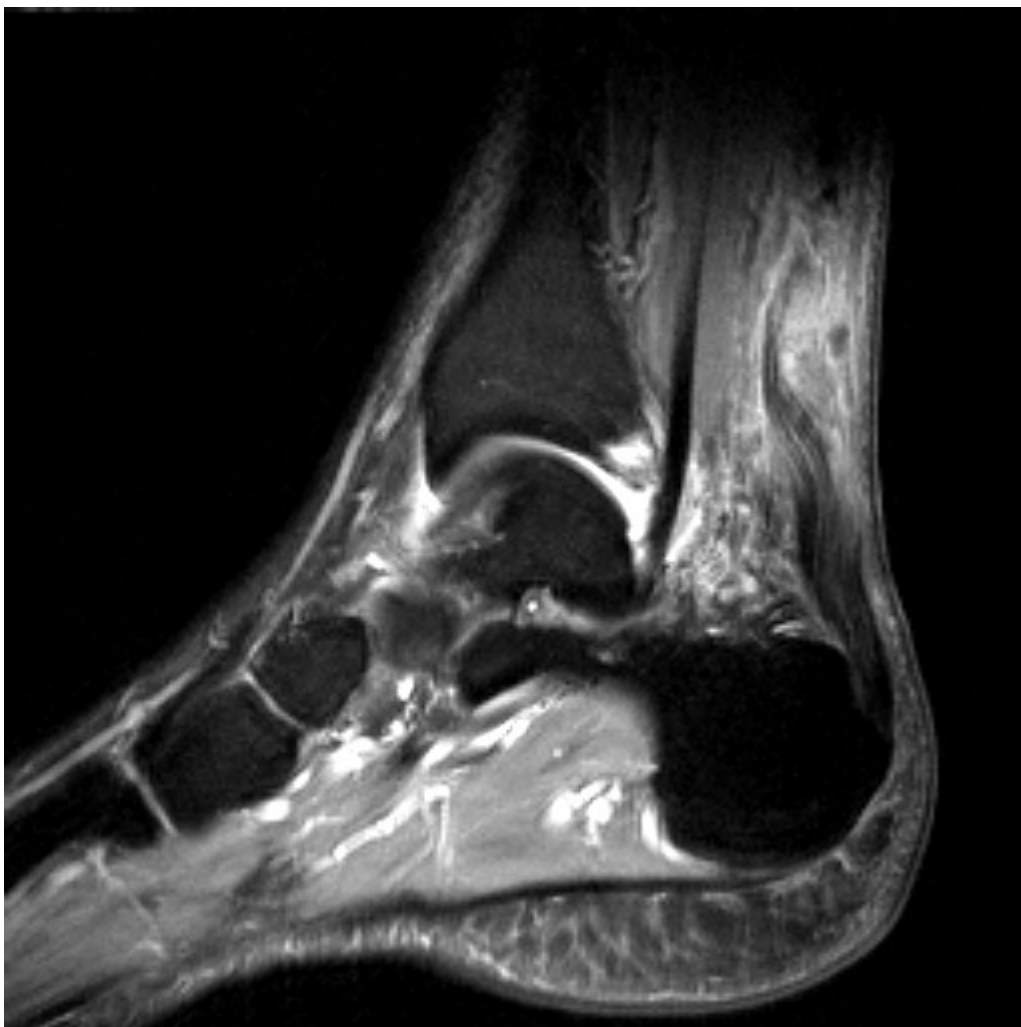
**Abb. Nr. 5 Calcaneus seitlich**



Die CT-Untersuchung ist besonders geeignet zur Differenzierung der knöchernen Calcaneusverletzungen. Der weiteren Differenzierung bei der Diagnostik der Achillessehnenruptur ohne knöchernen Beteiligung fällt der CT-Untersuchung eine eher untergeordnete Rolle zu.

Die MRT-Untersuchung wird zur Klärung unklarer sonographischer Befunde bei der Untersuchung der Achillessehne herangezogen und trifft hier eine deutlich sensitivere und spezifischere Aussage als die CT-Untersuchung.

**Abb. Nr. 6 MRT sagittal T2 - Achillessehnenruptur** (*Radiologie-Charité 2003*)



## 4 Behandlungsoptionen

### 4.1 Operative Therapie

Die weitaus verbreitetste Methode ist der operative Eingriff mit dem Ziel der Sehnenstumpfadaptation durch Sehnennaht.

Zur Versorgung der Sehnenruptur wird in „frische Ruptur“ und „alte Ruptur“ unterschieden. Mit zeitlichem Fortschreiten kommt es zu einer Muskelatrophie, Sehnenendenretraktion und Zunahme der Rigidität, was die operative Versorgung erheblich erschwert und das Risiko für Komplikationen wie Reruptur deutlich erhöht. (*Thermann 1998*). Man unterscheidet die primäre Versorgung innerhalb von 24 Stunden von einer frühsekundären innerhalb der ersten 7 Tage und der spätsekundären Versorgung nach 7 Tagen.

Die Anzahl der operativen Variationen der Sehnennaht und Plastiken ergibt nach Literaturdurchsicht von Crolla et al. (*Crolla et al. 1987*) in etwa 60 verschiedene Methoden.

Zur Operation wird der Patient in Bauchlage gelagert, wobei die Füße über den OP-Tisch hinausragen. Nach entsprechender Vorbereitung des OP-Gebietes erfolgt bei den offenen Operationstechniken der Hautschnitt als dorsomedialer Zugang, um so die Vena saphena parva und den Nervus suralis zu schützen. Nach Eröffnung des Peritendineums in Längsrichtung erfolgt eine Probenentnahme des Sehnenmaterials für eine histologische Untersuchung, und es erfolgt die Rekonstruktion der Sehne mittels Naht unter Plantarflexion.

Bei der frischen Ruptur ist die einfache End-zu-End-Naht die gebräuchlichste Methode. Hierbei stehen die Nahttechniken von Bunnel, Kirchmayr-Kessler, Lange und Mason im Vordergrund. Bei sehr kurzem distalen Sehnenstumpf kommt eine ösäre Fixierung wie bspw. die Naht nach Thaiss zum Einsatz. Es erfolgt zusätzlich die Feinadaptation des peritendinösen Gewebes und auch die Einbringung von Fibrinkleber. Etwa ein Drittel der deutschen Kliniken wendet den Fibrinkleber zusätzlich zur Naht an, was zu einer Erhöhung der Reißfestigkeit um das Dreifache führt (*Thermann 2000*). 4,2 % der Kliniken führen auch eine alleinige Fibrinklebung der Sehnenenden durch (*Lill et al. 1996*).

Danach erfolgt die Naht des Peritendineums, um so die Gleitschichten der Sehne wiederherzustellen. Anschließend erfolgt die Hautnaht und intraoperative

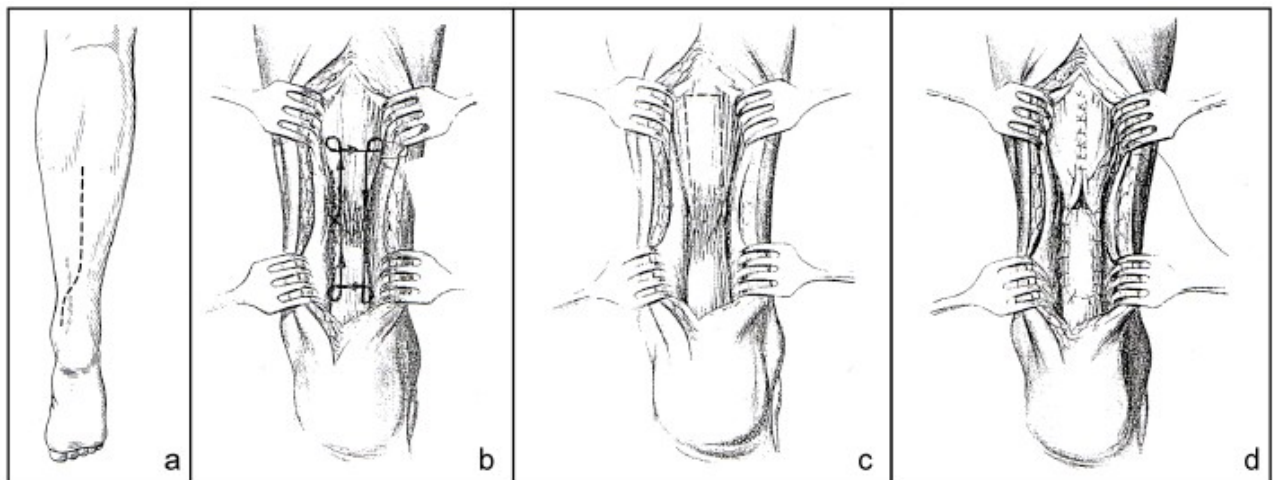
Gipsschienung in Spitzfußstellung.

Daneben kommen Techniken wie die Durchflechtung mit der Plantarissehne (in 29,7 % aller Kliniken) zum Einsatz, wobei die proximal abgetrennte Sehne des M. plantaris durch beide Sehnteile geflochten und das aufgefächerte Sehnenende fortlaufend auf die Rupturstelle genäht wird. (*Lill et al. 1996, Strelj 1960*)

Bei schlechteren Sehnenverhältnissen oder größeren Dehiszenzen wird eine Umkepp-Plastik oder Umkehrplastik angewandt oder es wird freies Interponat bspw. aus der Fascia lata eingebracht.

Neben diesen offenen Operationstechniken kann auch ohne Hautschnitt perkutan mittels einer Ahle die Technik nach Pässler angewandt werden, wobei hier die Verletzungsgefahr für den Nervus suralis höher ist als bei der offenen Technik. Es können so aber die postoperativen Wundheilungsstörungen minimiert werden.

**Abb. Nr. 7 Operative Versorgungsbeispiele der Achillessehnenruptur**



a: Hautschnitt, b: Naht nach Kirchmayr-Kessler, c+d: Umkehrplastik nach Lindholm

## 4.2 Konservative Therapie

Die konservative Therapie wurde im 19. Jahrhundert favorisiert, wobei hier eine Gipsimmobilisation in Spitzfußstellung durchgeführt wird. Aufgrund der langwierigen Behandlung und der funktionell schlechten Ergebnisse mit hohen Rerupturraten geriet die konservativ-immobilisierende Therapie ins Abseits. Seit 1968 werden im skandinavischen und angloamerikanischen Raum die konservativen Methoden wieder zunehmend angewandt.

In Deutschland erhielt die konservative Therapie einen erneuten Schub mit den Veröffentlichungen von Zwipp und Thermann 1990 und 1993, in denen sie mit einem modifizierten Sportstiefel / Boxerschuh arbeiteten. Die hier gewonnen Ergebnisse zeigten, dass mittels konservativer Therapie auch ohne Operation sehr gute Ergebnisse zu erzielen sind. (*Zwipp et al. 1990, Thermann 1993*)

**Abb. Nr. 8 Variostabil** ®, Fa. Adidas



## 5 Postoperative Behandlungsmethoden

Die postoperative Behandlung kann in eine immobilisierende Therapie und eine frühfunktionelle Therapie unterschieden werden. Einige Arbeiten zeigen jedoch einen deutlichen Vorteil der frühfunktionellen Behandlungsmethoden, wie bspw. der Vergleich zwischen Gipsruhigstellung versus Vakuumstützsystem (*Weber et al. 1999*), wo sich ein deutlich besseres funktionelles Ergebnis der Patienten nach Vakuumstützsystem zeigt.

### 5.1 Immobilisierende Therapie

Bei der immobilisierenden Therapie wird der Fuß in Spitzfußstellung (etwa 30° Plantarflexion) für etwa 14 Tage in einer Gipsschiene immobilisiert und anschließend für weitere zwei Wochen in einer Intermediärstellung von etwa 15° Plantarflexion fixiert, um schließlich für weitere zwei Wochen in Neutralstellung in einem Unterschenkelgips, mit langsam steigender Teilbelastung an Unterarmgehstützen, fixiert zu werden. Es muss hierbei eine medikamentöse Thromboembolieprophylaxe erfolgen. Diese Methode wurde bis Mitte der 90er von etwa 77% der deutschen Kliniken so oder in etwas modifizierter Form angewandt (*Lill et al 1996*) und ist eine der kostengünstigsten Behandlungsmethoden.

### 5.2 Frühfunktionelle Therapie

In der frühfunktionellen Behandlung wird der Fuß statt mit einem Gips mit einer Orthese bzw. einem konfektionierten Spezialschuh fixiert, der eine frühzeitige Vollbelastung sowie krankengymnastische Koordinations- und Stabilisierungsübungen ermöglichen soll. Hierdurch sollen sich bessere muskuläre und koordinative Ergebnisse erzielen lassen. (*Thermann et al. 2000*) Es wird auch hier eine stufenweise Reduzierung einer anfänglichen Spitzfußstellung vorgenommen. Für zwei Wochen 30° mit Entlastung, zwei Wochen 15° mit Teilbelastung und Vollbelastung nach der dritten Woche und weitere zwei Wochen mit Neutralstellung und Vollbelastung (*Gotzen und Petermann 2004*)

Die Einbettung erfolgt in einem anmodellierbarem Vakuumkissen. Das obere Sprunggelenk kann schrittweise in seinem Bewegungsumfang freigegeben werden, was das Thromboserisiko erheblich senkt. Zudem sind die hygienischen Bedingungen

deutlich besser als bei einer Gipsversorgung, da die Orthese leicht an- und abgelegt werden kann.

**Abb. Nr. 9 Vacoped Schuh**



Als weitere Option steht eine in einen normalen Schuh eingebrachte Absatzerhöhung, die stufenweise reduziert wird und so eine Spitzfußstellung gewährleisten soll. Hierbei wird für drei Wochen ein etwa 3 cm dickes Fersenkissen eingelegt und entlastet und nach drei Wochen eine ca. 1,5 cm dicke Ferseneinlage mit beginnender Teilbelastung. Die Vollbelastung ohne Schuheinlage kann erst nach etwa sechs Wochen erreicht werden. Diese Methode schränkt die Beweglichkeit im oberen Sprunggelenk nicht ein und es wird wie beim Vakuumstützsystem frühzeitig physiotherapeutisch beübt.

**Abb. Nr. 10 Absatzerhöhung**



## 6 Aufgabenstellung

Im Vivantes Humboldt-Klinikum werden Achillessehnenrupturen möglichst primär operativ mit direkter Sehnennaht, meist nach Kirchmayr-Kessler, und zusätzlicher Fibrinklebung versorgt. Intraoperativ erhalten die Patienten einen immobilisierenden Gips in Spitzfußstellung und innerhalb der ersten Tage eine Versorgung mit einer Absatzerhöhung oder einem Vacoped-Schuh entsprechend den im Kapitel 5 genannten Schemata.

Retrospektiv soll nun verglichen werden, ob relevante Unterschiede in Lebensqualität, Leistungsfähigkeit und den funktionellen Spätergebnissen zwischen den zwei angewandten frühfunktionellen Weiterbehandlungsmethoden bestehen. Ebenso verglichen wird das persönliche, subjektive Empfinden und die Einschätzung des Patienten bezüglich seiner Versorgung mit dem jeweiligen Hilfsmittel während der Nutzung.

Da die Hilfsmittel zwar nicht aus unterschiedlichen medizinischen Indikationen ausgewählt wurden, aber auch keine statistisch korrekte Randomisierung vorliegt, werden zunächst die Gruppen in ihrer Zusammensetzung und anschließend die resultierenden Ergebnisse miteinander verglichen. Auf diesen Punkt wird in der Diskussion noch einmal kritisch eingegangen.

Zudem soll das „Gesamt-Outcome“ dieser frühfunktionellen Behandlung mit dem der Literatur und der alternativen, rein konservativen, Behandlung verglichen werden.

Bislang wurde im Vivantes Humboldt-Klinikum keine Auswertung dieser Art vorgenommen und nach Recherchen der Literatur konnte keine Arbeit zum Vergleich dieser beiden Methoden gefunden werden.



## 7 Patienten

In der unfallchirurgischen Abteilung des Vivantes Humboldt-Klinikum wurden im Zeitraum von Januar 2001 bis Anfang April 2005 74 Patienten mit einer Achillessehnenruptur operativ behandelt.

Nach Aktensichtung konnten bereits folgende Parameter erfasst werden.

- Alter
- Geschlecht
- Größe und Gewicht
- Unfallhergang und Zeitpunkt
- Betroffene Seite
- Operationszeitpunkt
- OP-Methode
- Postoperative Versorgung
- Histologisches Ergebnis

Auf eine schriftliche Einladung zur Nachuntersuchung und Befragung erschienen 34 Patienten zur Nachuntersuchung, weitere 17 Patienten konnten telefonisch befragt werden. Die Rückläuferquote (bei insgesamt 51 Patienten) lag bei 68,9%.

Da die Absatzerhöhung mit dem Vacoped-Schuh verglichen werden sollte, fielen zunächst sechs Patienten heraus, die keines der beiden Therapiekonzepte nach entsprechendem Schema angewandt hatten.

Eine weitere Patientin, die bereits eine Achillessehnenruptur an selbiger Sehne hatte, wurde ebenfalls nicht berücksichtigt.

Die Verteilung der 44 Patienten auf die jeweiligen Gruppen entsprach:

Tabelle 1 Hilfsmittel

Hilfsmittel	Häufigkeit	Prozent
Absatz	16	36,4
Vacoped	28	63,6
Gesamt	44	100,0

## 8 Methoden

Die Patienten wurden befragt und, soweit erschienen, wurde eine körperliche Untersuchung und eine sonographische Sehnendickenmessung durchgeführt. Bei Patienten, die dazu in der Lage waren, wurde ein "Einbeinhüpfest" durchgeführt.

### 8.1 Fragebogen

Der Fragebogen wurde durch den Untersucher ausgefüllt, um so Unklarheiten zu beseitigen und Fehler zu minimieren.

Es wurden die bereits bestehenden Daten aus den Aktenzusammenfassungsbögen kontrolliert und ergänzt und anschließend die Fragen mit dem Patienten durchgegangen.

- Wie viele Stunden wurde das jeweilige Hilfsmittel täglich genutzt?*
- Wie viele Wochen wurden Gehilfen genutzt?*
- Wie lange war die Arbeitsunfähigkeit nach der Operation?*
- Wie lange wurde nach der Operation kein Sport getrieben?*
- Wie ist die Wiederherstellung der Arbeitsfähigkeit?*
- Ist die sportliche Leistungsfähigkeit wiederhergestellt?*
- Schmerzdauer nach der Operation?*
- Existieren Wundheilungsstörungen oder Probleme mit der Narbe?*
- Haben sie Unsicherheiten beim Gehen auf schrägen Ebenen?*
- Können Sie problemlos Laufen, Einbeinstand und einbeinigen Zehenballenstand auf der betroffenen Seite durchführen?*
- Wie kamen Sie mit der Nutzung des Hilfsmittels klar?*
- Empfanden Sie das Hilfsmittel bequem?*
- Wie war Ihr Sicherheitsgefühl beim Laufen mit dem Hilfsmittel?*
- Wie gut kamen Sie mit der Nutzung der Gehhilfen klar?*

## 8.2 Körperliche Untersuchung

Nach Inspektion der betroffenen Seite erfolgte die Untersuchung entsprechend dem Messblatt für untere Gliedmaßen (nach der Neutral-0-Methode), wobei Hüft- und Kniegelenk sowie die Beinlänge nicht untersucht wurden.

Oberes Sprunggelenk (OSG): Heben-Extension / Senken-Flexion im Seitenvergleich:

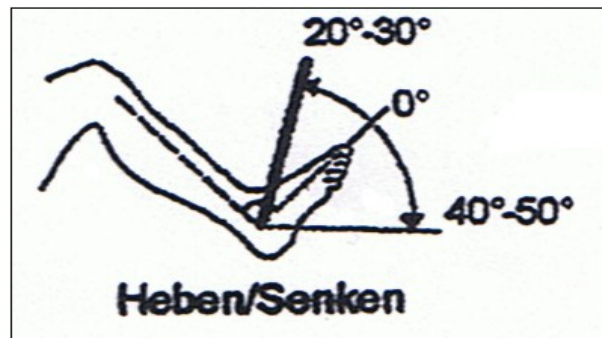


Abb. Nr. 11

Unteres Sprunggelenk (USG): Fußrotation/Supination im Vergleich zur Gegenseite:

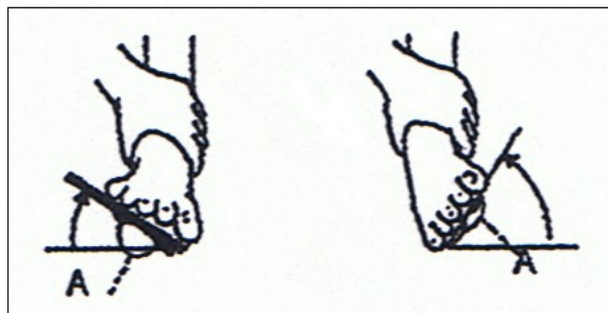


Abb. Nr. 12

Umfangsmessungen beider Beine:

- 20 cm oberhalb des inneren Kniegelenkspaltes
- 10 cm oberhalb des inneren Kniegelenkspaltes
- Kniescheibenmitte
- 15 cm unterhalb des inneren Kniegelenkspaltes
- Unterschenkel am kleinsten Umfang (Rissbereich)
- Knöchel
- Fußrist (über Kahnbein)
- Vorfußballen

### 8.3 Einbeinhüpfest

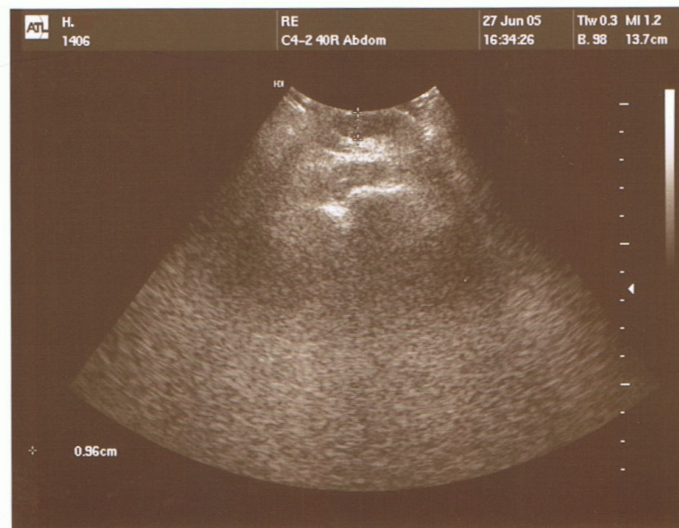
Hierbei soll der Patient auf einem Bein drei Sprünge mit maximaler Weite hintereinander machen und anschließend das gleiche mit dem anderen Bein. Die Strecken werden gemessen und der mittlere Wert kann für einen Seitenvergleich herangezogen werden.

### 8.4 Sonographische Sehnendickenbestimmung

Mit einem herkömmlichen Abdomen-Ultraschallkopf wurde im Querschnitt die dickste Stelle der Sehne (Narbe) aufgesucht und die Dicke gemessen, anschließend die Gegenseite auf gleicher Höhe.

Abb. Nr. 13

Gesunde Seite



Gerissene Seite /  
Narbe:



## 9 Auswertungs-Score

Zur Beurteilung der Ergebnisse werden die Resultate anschließend nach dem Trillat-Score bewertet. (Trillat et al. 1967)

**Tabelle 2 Trillat-Score:**

<b>Beurteilung</b>	<b>Charakteristika</b>
Sehr gut	Uneingeschränkte Funktion im Alltag, keine Einschränkungen der sportlichen Tätigkeit, keine Schmerzen
Gut	Keine Funktionsbeeinträchtigung im Alltag, geringe Einschränkungen der sportlichen Tätigkeit, keine Schmerzen
Befriedigend	Geringe Funktionsbeeinträchtigungen im Alltag, deutliche Einschränkungen der sportlichen Tätigkeit, geringe Schmerzen
Mäßig	Geringe Funktionsbeeinträchtigung im Alltag, keine sportliche Aktivität möglich, mäßige Schmerzen
Schlecht	Deutliche Funktionsbeeinträchtigung im Alltag, keine sportliche Aktivität, starke Schmerzen

Für die „Alltagsaktivität“ wurde stellvertretend die "Wiederherstellung der beruflichen Leistungsfähigkeit" genommen.

„Sportliche Einschränkung“ wurde direkt befragt, sowie auch „Schmerzdauer“ als direkte Frage an die Patienten gerichtet wurde.

## 10 Ergebnisse

### 10.1 Vergleich der beiden Gruppen

Zum Vergleich der Gruppen Absatzerhöhung gegenüber Vacoped werden die Parameter Alter, Geschlecht, Größe und Gewichtsrelation durch errechneten BMI, Operationszeitpunkt, Beginn der postoperativen Therapie sowie die Ursache des Risses einander gegenübergestellt.

#### 10.1.1 Altersverteilung

Der Altersmedian der Gruppe mit Absatzerhöhung betrug 46 Jahre, bei der Vacopedgruppe 43 Jahre.

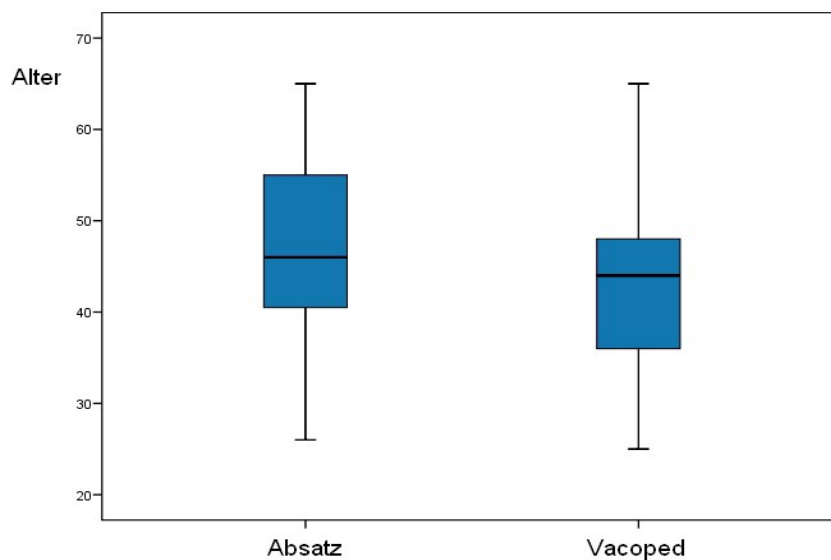


Diagramm Nr. 1

#### 10.1.2 Geschlechtsverteilung

Es überwog bei beiden Gruppen deutlich das männliche Geschlecht.

Tabelle Nr. 3	Hilfsmittel			
	Absatz		Vacoped	
Geschlecht	Anzahl	%	Anzahl	%
Männlich	14	87,5%	20	71,4%
Weiblich	2	12,5%	8	28,6%

### 10.1.3 Gewichtsverteilung

Body-Mass-Index: (BMI) = Größe cm / (Körpergewicht Kg)<sup>2</sup>:

Der BMI der Gruppe mit Absatzerhöhung betrug im Median 25,3 cm/kg<sup>2</sup>; der der Vacopedgruppe 25,9 cm/kg<sup>2</sup>.

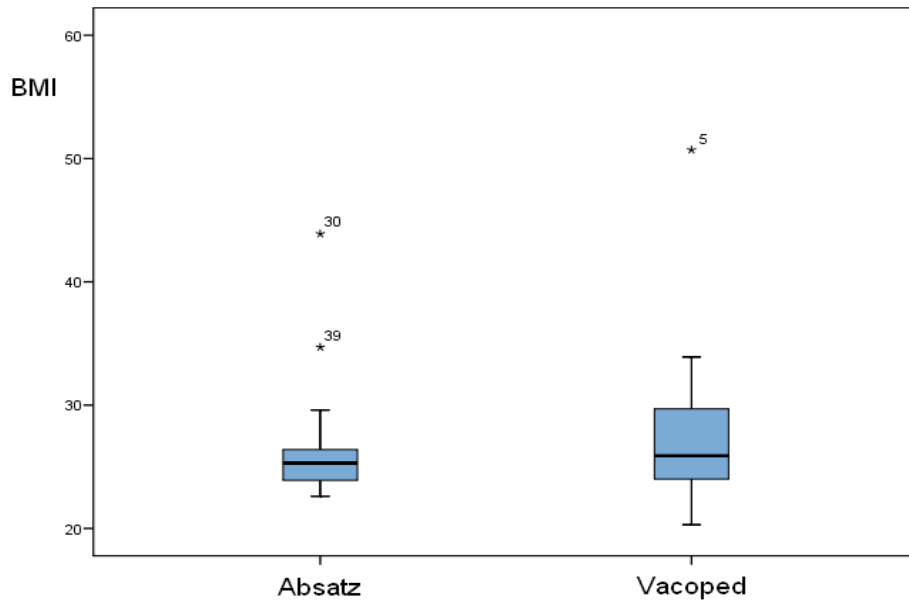


Diagramm Nr. 2

Tendenziell waren die Patienten in beiden Gruppen norm- bis übergewichtig.

Tabelle Nr.4 Gewichtsbereich	Hilfsmittel			
	Absatz		Vacoped	
	Anzahl	%	Anzahl	%
Normgewicht	8	53,3%	10	40,0%
Übergewicht	4	26,7%	8	32,0%
Adipositas	2	13,3%	6	24,0%
Adipositas per magna	1	6,7%	1	4,0%

### 10.1.4 Ursachen/Genese

Die Hauptursache der Rupturen waren insgesamt Sportverletzungen.

Tabelle Nr. 5a	Verletzungsart	
	Anzahl	%
Fußball	16	36,4%
Badminton	8	18,2%
Handball	2	4,5%
Volleyball	2	4,5%
sonst. Sport	7	15,9%
Sportverletzungen ges.	35	79,5%
Dir. Trauma	1	2,3%
Distorsion	8	18,2%

Auch im Gruppenvergleich sind in beiden Gruppen Sportverletzungen die Hauptursache für die Sehnenruptur.

Tabelle Nr. 5b Verletzungsart	Hilfsmittel			
	Absatz		Vacoped	
	Anzahl	%	Anzahl	%
Fußball	5	31,3%	11	39,3%
Badminton	5	31,3%	3	10,7%
Handball			2	7,1%
Volleyball	1	6,3%	1	3,6%
sonst. Sport	1	6,3%	6	21,4%
Sportverletzungen ges.	12	75,0%	23	82,1%
Dir. Trauma	1	6,3%		
Distorsion	3	18,8%	5	17,9%

### 10.1.5 Histologische Resultate

In den pathologischen Berichten wurde häufig kein klarer Bezug auf die degenerativen Veränderungen genommen. "Frische Ruptur" ohne jeglichen weiteren Kommentar wurde als "unklar" bewertet, welche Aussage am häufigsten in beiden Gruppen zu finden war.

Tabelle Nr. 6 Histologie	Hilfsmittel			
	Absatz		Vacoped	
	Anzahl	%	Anzahl	%
unklar	11	68,8%	15	53,6%
keine Degeneration	1	6,3%	6	21,4%
degenerative Veränderungen	4	25,0%	7	25,0%

### 10.1.6 Versorgungszeitpunkt nach dem Unfall

(innerhalb 24 h primär; bis 7 Tage frühsekundär; nach 7 Tagen spätsekundär)  
In beiden Gruppen wurden die Patienten häufig bereits primär operativ versorgt.

Tabelle Nr.7 OP Zeitpunkt	Hilfsmittel			
	Absatz		Vacoped	
	Anzahl	%	Anzahl	%
Primäre OP	8	50,0%	13	54,2%
Frühsekundäre OP	6	37,5%	9	37,5%
Spätsekundäre OP	2	12,5%	2	8,3



### 10.1.7 Beginn der frühfunktionellen Behandlung

In beiden Gruppen wurde im Median nach drei Tagen mit der Beübung mit dem jeweiligen Hilfsmittel begonnen.

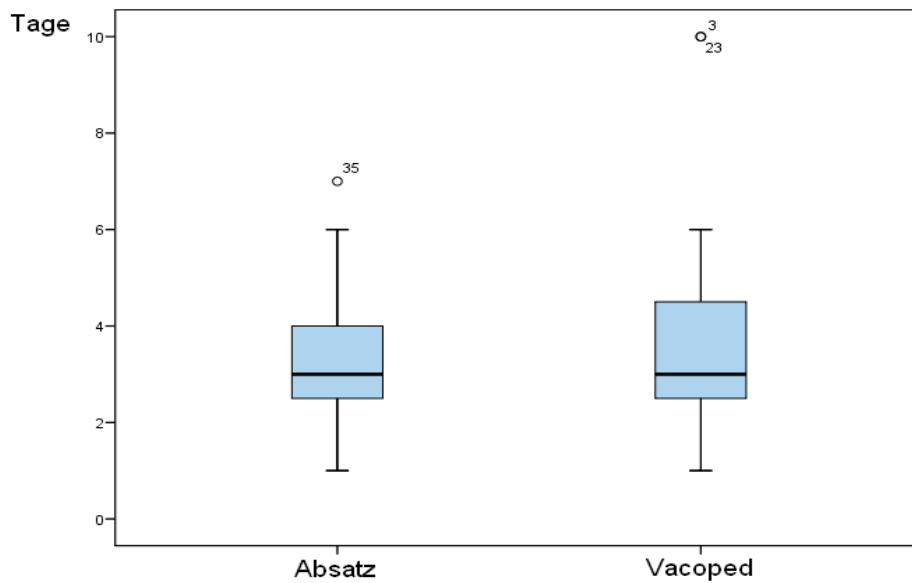


Diagramm Nr. 3

### 10.1.8 Untersuchungszeitpunkt nach der Operation in Monaten

Der mittlere Untersuchungszeitpunkt nach der Operation lag bei der Absatzerhöhungsgruppe bei 25 Monaten, bei der Vacopedgruppe bei 16,5 Monaten.

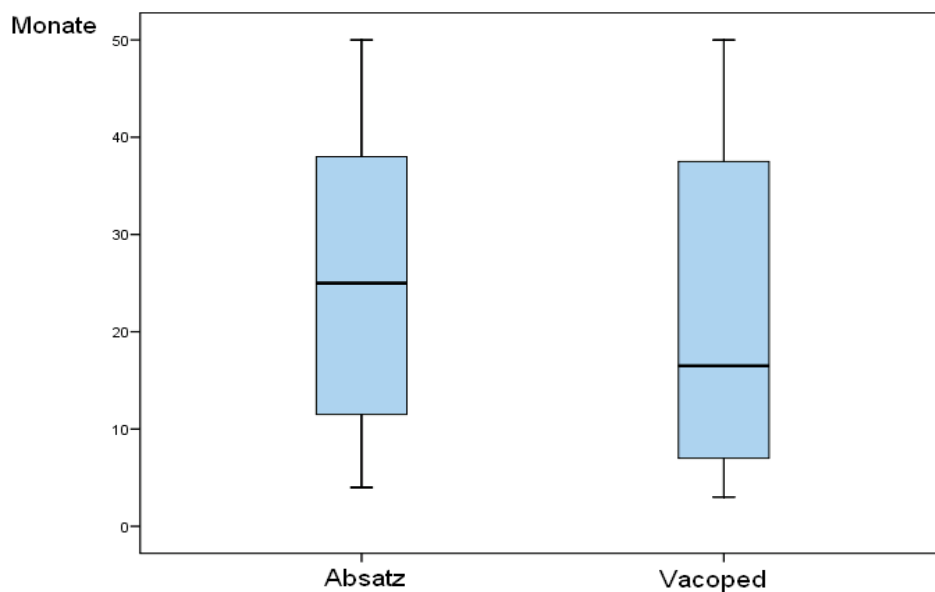


Diagramm Nr. 4

### 10.1.9 Komplikationen postoperativ

An postoperativen Komplikationen zeigten sich in beiden Gruppen wenige schwere Wundheilungsstörungen. Eine Wundheilungsstörung in der Vacopedgruppe wurde nach langwieriger konservativer Therapie mit Spalthaut versorgt.

In der Vacopedgruppe gab es eine Lungenarterienembolie, was, auf das gesamte Patientenkollektiv bezogen, 2,3% entspricht.

Komplikationen	Hilfsmittel			
	Absatz		Vacoped	
	Anzahl	%	Anzahl	%
keine Komplikation	16	89%	27	79%
Lungenarterienembolie			1	3%
Narbenverwachsungen	1	5,5%	4	12%
Schwere Wundheilungsstörung	1	5,5%	2	6%

## 10.2 Resultate der Befragung der beiden Gruppen

### 10.2.1 Wie viele Stunden wurde das jeweilige Hilfsmittel täglich genutzt?

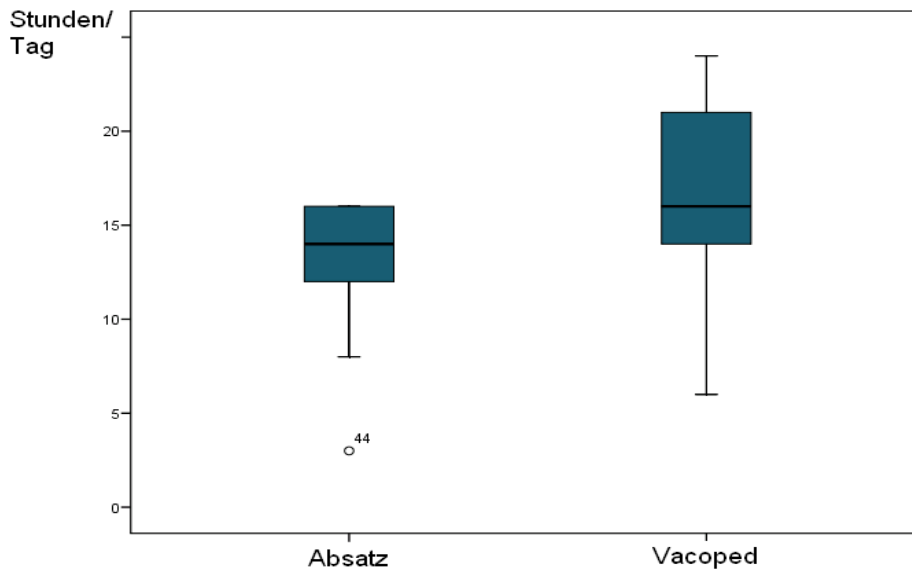


Diagramm Nr. 5

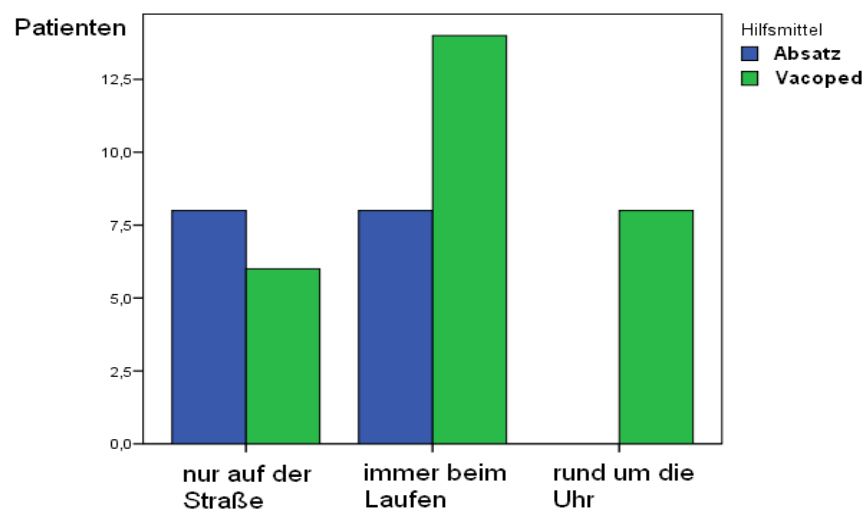


Diagramm Nr. 5b

28,6 % der Vacopedgruppe nutzten das Hilfsmittel wie vorgesehen ganztägig, 50% haben zum Schlafen den Schuh ausgezogen und 21,4% nutzten den Schuh nur beim Gehen außer Haus.

50% der Absatzerhöhungsgruppe nutzten das Hilfsmittel wie vorgesehen beim Gehen, die anderen 50% nutzten die Erhöhung nur außer Haus, nicht in den Hausschuhen.

### 10.2.2 Wie viele Wochen wurden Gehilfen genutzt?

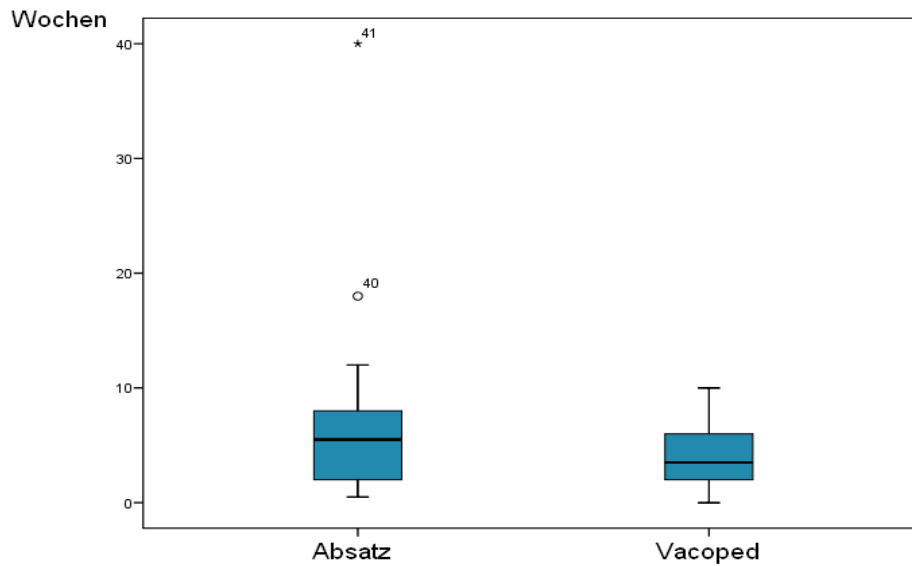


Diagramm Nr. 6

Der Median bei der Gehstützennutzung beträgt in der Ansatzserhöhungsgruppe 5,5 Wochen, bei der Vacopedgruppe 3,5 Wochen.

### 10.2.3 Wie lange bestand Arbeitsunfähigkeit nach der Operation?

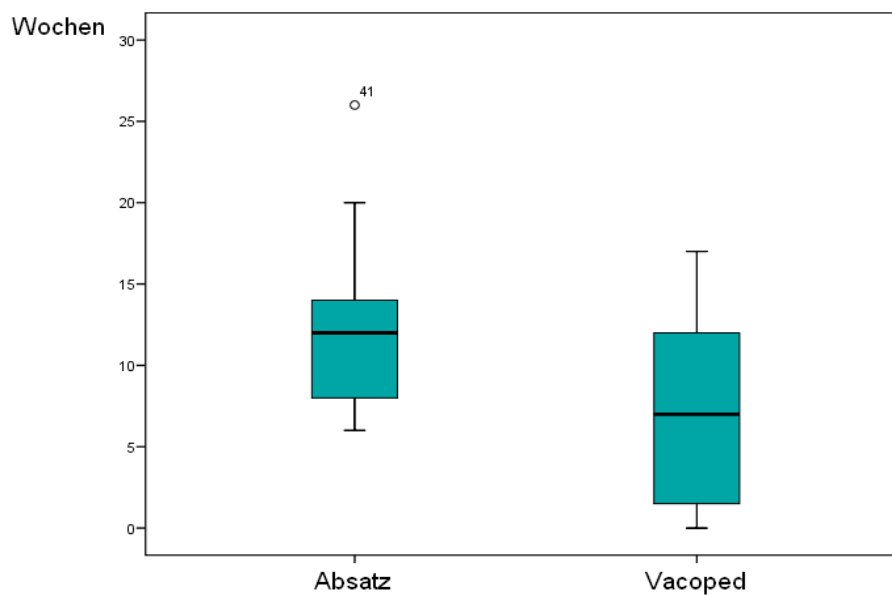


Diagramm Nr. 7

Der Median der Arbeitsunfähigkeit lag bei der Absatzerhöhungsgruppe bei 10 Wochen bei der Vacopedgruppe bei 6,5 Wochen. (5 Pat. sind berentet; 1 Pat. in Hausarbeit)

### 10.2.4 Wie lange wurde nach der Operation kein Sport getrieben?

Die „Sportpause“ bei der Absatzerhöhungsgruppe lag im Median bei 23 Wochen, in der Vacopedgruppe bei 18 Wochen. Insgesamt gehen vier Patienten der Absatzerhöhungsgruppe sowie fünf Patienten der Vacopedgruppe keiner sportlichen Betätigung nach.

Ein Patient der Vacopedgruppe ist sportunfähig.

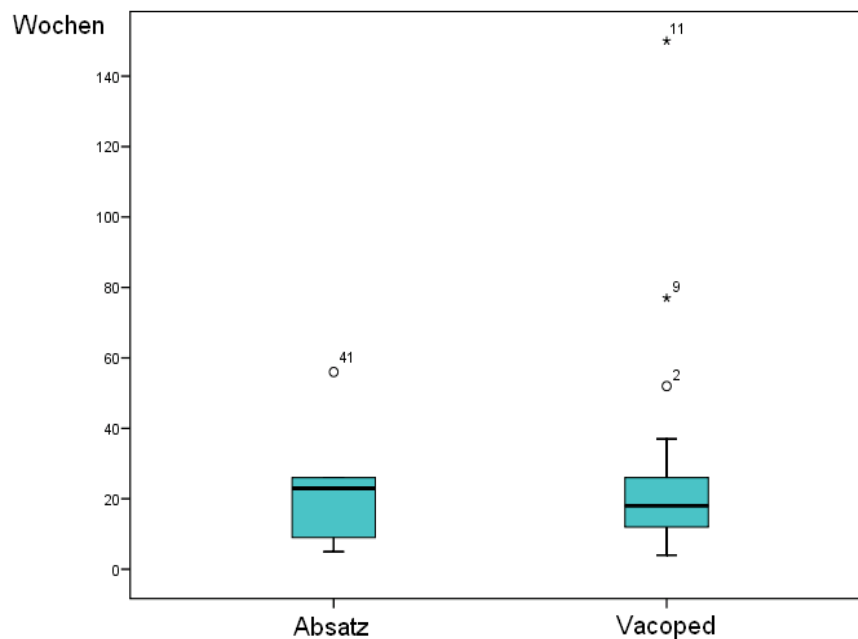


Diagramm Nr.8

### 10.2.5 Wie ist die Wiederherstellung der Arbeitsfähigkeit?

(Bei Rentnern die Leistungsfähigkeit in alltäglichen Dingen)

Die Leistungsfähigkeit wurde in der Absatzerhöhungsgruppe bei 87,5% und in der Vacopedgruppe bei 92,9% wiederhergestellt. Einschränkungen lagen in der Absatzerhöhungsgruppe bei 12,6% und in der Vacopedgruppe bei 7,2% vor.

Tabelle Nr. 9	Hilfsmittel			
	Absatz		Vacoped	
	Anzahl	%	Anzahl	%
keine Einschränkungen	14	87,5%	26	92,9%
leichte Einschränkungen	1	6,3%		
starke Einschränkungen	1	6,3%	1	3,6%
Erwerbsunfähig			1	3,6%

### 10.2.6 Ist die sportliche Leistungsfähigkeit wiederhergestellt?

Die sportliche Vollbelastung auf ähnlichem Niveau wie präoperativ wurde in beiden Gruppen bei der Hälfte der Patienten erreicht. In beiden Gruppen hatten weitere 25% geringe Einschränkungen.

Tabelle Nr. 10 Sporteinschränkungen	Hilfsmittel			
	Absatz		Vacoped	
	Anzahl	%	Anzahl	%
keine Einschränkungen	8	50,0%	14	50,0%
wenig Einschränkungen	4	25,0%	7	25,0%
starke Einschränkungen			1	3,6%
Sportunfähigkeit	1	6,3%	1	3,6%
keine sportliche Betätigung	3	18,8%	5	17,9%

### 10.2.7 Schmerzdauer nach der Operation?

In beiden Gruppen hielt der postoperative Wundschmerz für weniger als eine Woche an. In beiden Gruppen zeigten sich je zwei „Ausreißer“ von 21 bis 150 Tagen Schmerzdauer und in der Vacopedgruppe ein Patient mit einem chronischen Schmerzsyndrom.

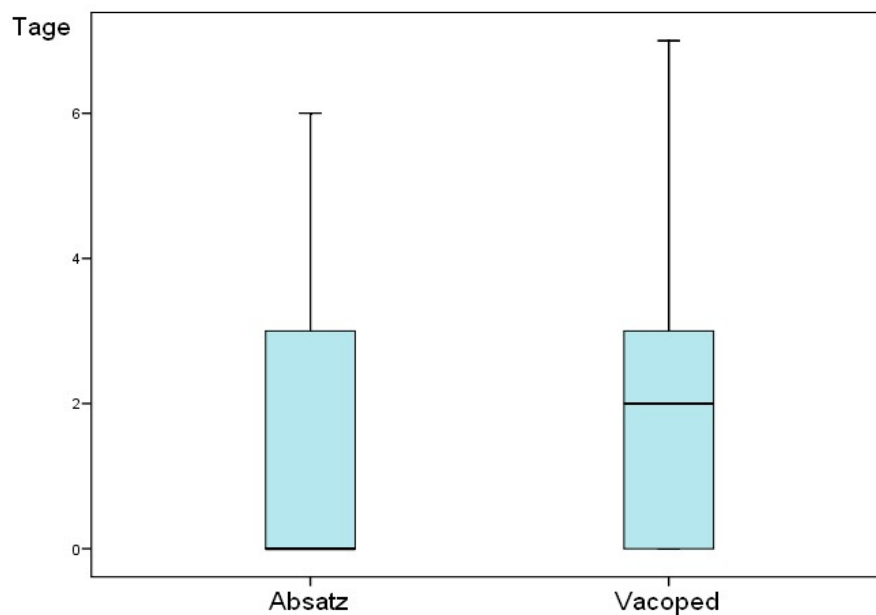


Diagramm Nr.9

### 10.2.8 Existieren Wundheilungsstörungen oder Probleme mit der Narbe?

In der Absatzerhöhungsgruppe hatten 87,5% eine unproblematische Wundheilung, 78,6% in der Vacopedgruppe. Stärkere Verwachsungen waren in der Absatzerhöhungsgruppe bei 6,3% und in der Vacopedgruppe bei 14,3% zu finden. Es zeigten sich in der Absatzerhöhungsgruppe 6,3% schwere Wundheilungsstörungen, in der Vacopedgruppe 7,1%.

Tabelle Nr. 11	Hilfsmittel			
	Absatz		Vacoped	
	Anzahl	%	Anzahl	%
unproblematisch	14	87,5%	22	78,6%
Verwachsungen	1	6,3%	4	14,3%
schwere Störung	1	6,3%	2	7,1%

### 10.2.9 Haben sie Unsicherheiten beim Gehen auf schrägen Ebenen?

25% der Patienten in der Absatzerhöhungsgruppe und 14,3% in der Vacopedgruppe gaben an, noch ein Unsicherheitsgefühl beim Gehen auf schrägen Ebenen zu haben.

Tabelle Nr. 12	Hilfsmittel			
	Absatz		Vacoped	
	Anzahl	%	Anzahl	%
keine Gangunsicherheit	12	75,0%	24	85,7%
Gangunsicherheit	4	25,0%	4	14,3%

10.2.10 Können Sie problemlos Laufen, Einbeinstand und einbeinigen Zehenballenstand auf der betroffenen Seite durchführen?

12,5% der Absatzerhöhungsgruppe und 14,3% der Vacopedgruppe konnten zwar den einbeinigen Stand auf der verletzten Seite, nicht jedoch den einbeinigen Ballenstand durchführen.

Tabelle Nr. 13	Hilfsmittel			
	Absatz		Vacoped	
	Anzahl	%	Anzahl	%
0 nicht belastbar				
1 Laufen				
2 Einbeinstand	2	12,5%	4	14,3%
3 Einbeinballenstand	14	87,5%	24	85,7%

10.2.11 Wie kamen Sie mit der Nutzung des Hilfsmittels klar?

An der Absatzerhöhungsgruppe kamen 87,5% in der Vacopedgruppe 71,4% sehr gut mit der Hilfsmittelnutzung klar.

Tabelle Nr. 14	Hilfsmittel			
	Absatz		Vacoped	
	Anzahl	%	Anzahl	%
sehr gut	14	87,5%	20	71,4%
gut	1	6,3%	6	21,4%
mäßig			1	3,6%
eher schlecht			1	3,6%
sehr schlecht	1	6,3%		



### 10.2.12 Empfinden Sie das Hilfsmittel bequem?

93,8% der Absatzerhöhungsgruppe und 85,7% der Vacopedgruppe fanden das Hilfsmittel bequem.

Tabelle Nr. 15	Hilfsmittel			
	Absatz		Vacoped	
	Anzahl	%	Anzahl	%
Unbequem	1	6,3%	4	14,3%
Bequem	15	93,8%	24	85,7%

### 10.2.13 Wie war Ihr Sicherheitsgefühl beim Laufen mit dem Hilfsmittel?

Das Sicherheitsgefühl war bei 56,3% der Absatzerhöhungsgruppe und 89,3% der Vacopedgruppe sehr gut.

Tabelle Nr. 16	Hilfsmittel			
	Absatz		Vacoped	
	Anzahl	%	Anzahl	%
sehr gut	9	56,3%	25	89,3%
gut	2	12,5%	2	7,1%
mäßig	3	18,8%	1	3,6%
eher schlecht	1	6,3%		
sehr schlecht	1	6,3%		

### 10.2.14 Wie gut kamen Sie mit der Nutzung der Gehhilfen klar?

68,8% der Absatzerhöhungsgruppe und 64,3% der Vacopedgruppe kamen sehr gut mit der Gehstützennutzung zurecht.

Tabelle Nr. 17	Hilfsmittel			
	Absatz		Vacoped	
	Anzahl	%	Anzahl	%
nicht genutzt			3	10,7%
sehr gut	11	68,8%	18	64,3%
gut	1	6,3%	4	14,3%
mäßig	1	6,3%	2	7,1%
eher schlecht			1	3,6%
sehr schlecht	3	18,8%		

## 10.3 Ergebnisse der Untersuchungen

### 10.3.1 Sonographische Sehnendickenbestimmung

(Differenz zur gesunden Seite in cm und prozentualer Unterschied)

Tabelle Nr. 18	Achillessehndickendifferenz			
Hilfsmittel	95% Konfidenzintervall in cm	Median in cm	95% Konfidenzintervall in %	Median in %
Absatz	0,22 - 0,66	0,5	38 - 113	73,9
Vacoped	0,49 - 0,79	0,64	61 - 125	85,4

### 10.3.2 Bewegungsumfang im oberen Sprunggelenk im Seitenvergleich

Bewegungsumfang in °Grad

Tabelle Nr. 19	Bewegungsumfang im OSG			
Hilfsmittel	Extensionsdifferenz		Flexionsdifferenz	
	95% Konfidenzintervall in °	Median °	95% Konfidenzintervall in °	Median °
Absatz	-2,52 - 0,98	0	-6,2 - 8,9	0
Vacoped	-4,81 - 2,5	0	-7,63 - -1,53	-5

### 10.3.3 Bewegungsumfang im unteren Sprunggelenk

Differenz in Fünfteln im Seitenvergleich.

Tabelle Nr. 20	Bewegungsumfang in Fünfteln	
Hilfsmittel	Min.- Max.	Median
Absatz	-2/5 - 0/5	0
Vacoped	0/5 - 1/5	0

### 10.3.4 Umfangsmessungen der Beine

(relative Differenz zum gesunden Bein in Prozent)

Messung 20 cm oberhalb innerer Kniegelenksspalt:

Tabelle Nr. 21	Umfangsdifferenz in %	
Hilfsmittel	95% Konfidenzintervall	Median
Absatz	-1,16 - 2,75	0
Vacoped	-1,35 - 0,29	0

Messung 10 cm oberhalb innerer Kniegelenksspalt:

Tabelle Nr. 22	Umfangsdifferenz in %	
Hilfsmittel	95% Konfidenzintervall	Median
Absatz	-3,35 - 4,14	1,31
Vacoped	-0,44 - 1,61	0

Messung über Kniescheibenmitte:

Tabelle Nr. 23	Umfangsdifferenz in %	
Hilfsmittel	95% Konfidenzintervall	Median
Absatz	-1,9 - 0,95	0
Vacoped	-2,6 - 0,67	-1,2

Messung 15 cm unterhalb innerer Kniegelenksspalt:

Tabelle Nr. 24	Umfangsdifferenz in %	
Hilfsmittel	95% Konfidenzintervall	Median
Absatz	-4,08 - 0,31	-2,8
Vacoped	-4,51 - -2,00	-3,19

Messung Unterschenkel kleinster Umfang:

Tabelle Nr. 25	Umfangsdifferenz in %	
Hilfsmittel	95% Konfidenzintervall	Median
Absatz	-0,78 - 5,54	2,32
Vacoped	2,04 - 5,67	4,17

Messung über Knöcheln:

Tabelle Nr. 26	Umfangsdifferenz in %	
Hilfsmittel	95% Konfidenzintervall	Median
Absatz	-1,68 - 6,03	0,96
Vacoped	-0,47 - 3,26	0

Messung über Kahnbein:

Tabelle Nr. 27	Umfangsdifferenz in %	
Hilfsmittel	95% Konfidenzintervall	Median
Absatz	-3,08 - 0,12	-0,9
Vacoped	-0,85 - 1,66	0

Messung über Vorfußballen:

Tabelle Nr. 28	Umfangsdifferenz in %	
Hilfsmittel	95% Konfidenzintervall	Median
Absatz	-1,39 - 1,88	0
Vacoped	-1,08 - 1,31	0

In beiden Gruppen zeigte sich eine relative Verdickung der Sehne im Seitenvergleich sowohl sonographisch als auch in der Bandmessung. Die Bewegungsfähigkeit des OSG zeigte sich in der Vacopedgruppe mit 5° im Median etwas vermindert im Seitenvergleich. In der Wadenumfangsmessung 15 cm unterhalb des inneren Kniegelenkspaltes zeigte sich in der Vacopedgruppe - mehr als in der Absatzerhöhungsgruppe - ein geringerer Umfang im Vergleich zur gesunden Seite.

### 10.3.5 Einbeinhüpfetest

(Mittlere Weite aus drei Sprüngen, einbeinig mit Maximalkraft im Seitenvergleich zur gesunden Seite - in Prozent.)

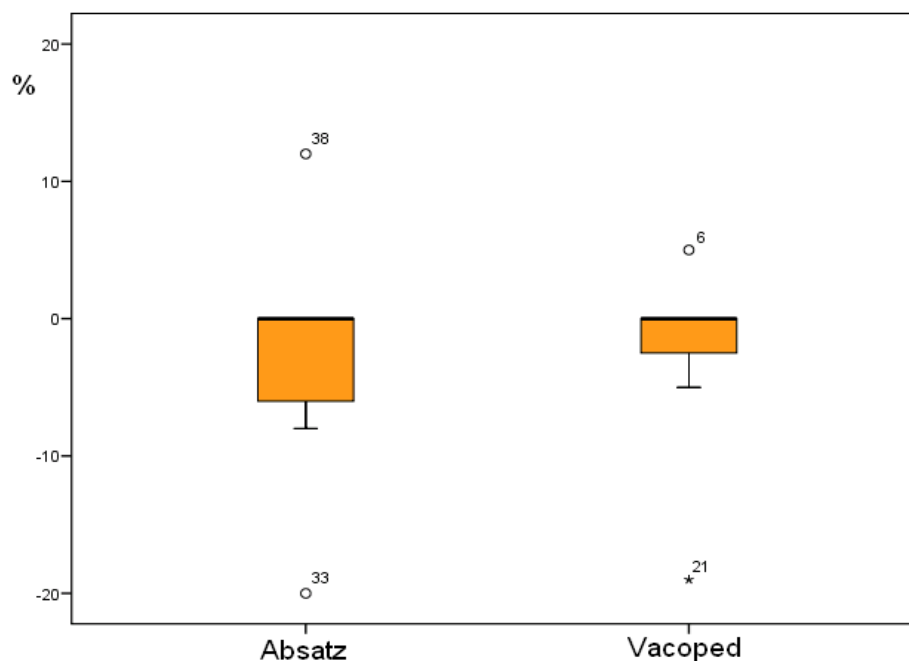


Diagramm Nr. 10

In beiden Gruppen wurde im Median der Sprungweite kein Unterschied zur Gegenseite festgestellt.

### 10.4 Auswertung des Trillat-Score

Tabelle Nr. 29	Hilfsmittel			
Trillat-Score	Absatz		Vakuped	
	Anzahl	%	Anzahl	%
Sehr gut	8	50,0%	14	50,0%
Gut	6	37,5%	10	35,7%
Befriedigend	1	6,3%	2	7,1%
Mäßig	1	6,3%	1	3,6%
Schlecht			1	3,6%

In der Outcome-Bewertung des Trillatscores wurden in der Absatzerhöhungsgruppe „gute“ bis „sehr gute“ Ergebnisse bei 87,5% in der Vacopedgruppe bei 85,7% erzielt.

## 11 Diskussion

Die Methoden der Nachbehandlungen beider Gruppen sind medizinisch etabliert und in der Nachuntersuchung wurde keine invasive oder strahlungsbelastende Diagnostik durchgeführt. Daher ist die Überprüfung der Arbeit zuvor durch eine Ethikkommission nicht notwendig. Bei einer Rückläuferquote von 68,9% liegt diese retrospektive Untersuchung in einem durchaus repräsentativen Durchschnitt (mit Nachbefragung und Untersuchung). 14 Patienten sind trotz Anschreiben und dem Versuch einer telefonischen Kontaktaufnahme nicht zu erreichen gewesen (8 mal Vacoped, 6 mal Absatzerhöhung). Das kann an Zeitmangel, Desinteresse, Wohnentfernung aber auch an einem nicht zufriedenstellenden Ergebnis liegen und damit die Resultate besser erscheinen lassen als sie eigentlich sind. Acht weitere Patienten sind trotz Recherchen unbekannt verzogen.

Da die Gruppen nicht nach statistischen Regeln randomisiert wurden, sondern die Auswahl des Hilfsmittels nach Wunsch des operierenden Arztes und der Kostenübernahme durch die jeweiligen Kostenträger getroffen wurde, gilt es zunächst zu prüfen, ob die Gruppen in ihren Voraussetzungen gleich sind.

Der im Vorhinein vorliegende größte Unterschied ist der Versicherungsstatus der jeweiligen Gruppen. So ist der Anteil an berufsgenossenschaftlich und privat Krankenversicherten in der Gruppe der Vacopedversorgung deutlich höher als in der Gruppe der gesetzlich Versicherten, da die Grundkosten für die Miete eines Vacoped-Schuhs sich auf etwa 300,-€, die der zwei Fersenkissen auf etwa 40,- bis 100,-€ belaufen. In den Grundvoraussetzungen ist der wahrscheinlich größte Unterschied ein eher höheres Einkommen und damit ein etwas höherer sozialer sowie gesellschaftlicher Stand der Mitglieder der Vacopedgruppe zu erwarten. Da Achillessehnen unabhängig von der sozialen Struktur reißen, sondern dies von der sportlichen Aktivität der Patienten und deren Alter abhängt, wird also zunächst überprüft, in wie weit die Gruppen sich gleichen.

### 11.1 Gruppenvergleich

Der "typische" Patient mit einer Achillessehnenruptur ist Freizeitsportler, zwischen 30 und 45 Jahren alt (*Dederich et al. 1988, Leitner et al. 1991, Thermann et al. 1989, Dünkel 2000*) und, zu 66-91%, männlichen Geschlechts (*Dederich et al. 1988, Leitner et al. 1991*).

### 11.1.1 Altersverteilung

Der Altersschnitt des gesamten Patientenkollektivs lag bei 44,86 Jahren (Mittelwert). Dieser Wert findet sich im oberen Bereich der Literaturangaben.

Verteilt auf die Gruppen ist der Median der Absatzerhöhung bei 46 Jahren, bei der Vacopedgruppe bei 44 Jahren.

In diesem Alter ist der Zeitpunkt der sportlichen Höchstleistungen überschritten; auch mindert sich zunehmend die Durchblutungssituation auf kapillarer Ebene, wodurch die degenerativen Tendopathien entstehen. (*Wilhelm 1972, Dederich et al. 1988, Thermann et al. 1989*)

Statistisch zeigt sich bei einer grenzwertigen Normalverteilung des Alters sowohl der t-Test als auch der Mann-Whitney-U Test nicht signifikant unterschiedlich ( $p > 0,3$ ). Das Alter beider Gruppen und auch im Gesamten liegt also nicht genau mittig im Schnitt der Literaturangaben und die Vergleichbarkeit der Gruppen kann durch die Tests bei der vorliegenden Fallzahl nicht bestätigt werden.

### 11.1.2 Geschlechtsverteilung

77,3% des gesamten Patientenkollektivs sind männlichen Geschlechts, verteilt auf die Gruppen mit Absatzerhöhung 87,5%, zu Vacoped 71,4% . Alle Werte liegen in dem durch die Literatur angegebenen Bereich zwischen 66-91% . Der statistische Vergleich zeigt hier keinen signifikanten Unterschied in den beiden Gruppen ( $p > 0,5$ ).

### 11.1.3 Gewichtsverteilung / Body-Mass-Index

Der BMI liegt zwischen 18 und 25 im Normbereich. In Deutschland haben laut statistischem Bundesamt etwa 60 % der Männer im Alter von 40 Jahren einen BMI über 25, bei Frauen sind es hingegen ungefähr 30%. (*DESTATIS 2006*)

Das Patientenkollektiv hat zu 45% einen normwertigen BMI und zu 55% liegt der BMI über dem Normbereich.

Der errechnete Prozentsatz von Übergewichtigen läge mit einem Männeranteilanteil des Kollektivs von 77,3 % bei 53,2 Prozent, so dass im Gesamtkollektiv von einer Normalverteilung des Körpergewichtes ausgegangen werden kann.

Auf die Gruppen verteilt ist der Anteil der Übergewichtigen in der Vacopedgruppe um 13,3 % niedriger als in der Absatzerhöhungsgruppe, was mit dem etwas höheren Frauenanteil dieser Gruppe begründet werden kann, die in diesem Altersbereich deutlich seltener einen erhöhten BMI haben. Statistisch sind bei einer nahezu signifikanten Normalverteilung die Gruppen nicht signifikant unterschiedlich ( $p = 0,76$  für beide Tests).

#### **11.1.4 Ursachen**

Der Großteil der Achillessehnenrisse wird beim Freizeitsport erwartet. Hierbei ist beim gesamten Patientenkollektiv der Anteil von Freizeitsportunfällen bei 79,5% erwartungsgemäß hoch. Unterteilt auf die Gruppen sind es bei der Gruppe mit Absatzerhöhung 75% und bei der Vacopedgruppe etwa 82%. Statistisch sind diese Prozente im Vergleich nicht signifikant unterschiedlich ( $p = 0,7$ ).

#### **11.1.5 Histologie**

Die histologischen Resultate beider Gruppen sind im Großteil unklar und können daher kaum miteinander verglichen werden. Der Anteil der klaren Aussagen liegt bei gut 30% bzw. 45%, weshalb ein Test bei ohnehin nicht allzu großen Gruppen nicht gerechtfertigt ist. Dieser Punkt lässt keine Aussage zu.

#### **11.1.6 Versorgungszeitpunkt nach dem Unfall**

Die Patienten sollen aufgrund der besseren Langzeitergebnisse möglichst schnell operiert werden. Der Anteil der Patienten mit primär oder frühsekundärer operativer Versorgung sollte damit im Gesamten und auch in den Gruppen möglichst hoch sein. Das gesamte Kollektiv hat einen Anteil von primär und frühsekundär Operierten von 90%.

In der Absatzerhöhungsgruppe wurden 50% der Patienten innerhalb der ersten 24h operiert. Nach einer Woche waren dies insgesamt 87,5%.

In der Vacopedgruppe wurden 54,2% der Patienten innerhalb der ersten 24h operiert,



nach einer Woche gesamt 91,7%. Im statistischen Vergleich der beiden Gruppen liegt eine 90%ige Übereinstimmung ( $p= 0,9$ ) vor.

### **11.1.7 Behandlungsbeginn mit dem Hilfsmittel**

Um über ein Hilfsmittel und dessen Erfolg eine Aussage treffen zu können, sollte die primäre intraoperative Gipsimmobilisation frühzeitig beendet werden.

Da aufgrund von Beantragung, Anpassung und Lieferung bei beiden Hilfsmitteln keine sofortige Versorgung möglich ist und die OP-Wunde die ersten Tage komplett entlastet werden soll, wird eine Versorgung innerhalb der ersten Woche angestrebt. Die Patienten wurden häufig um den Entlassungstag versorgt.

Im Vergleich der Gruppen liegt der Median der Absatzerhöhungsgruppe bei 3,5 Tagen und bei der Vacopedgruppe bei 3,79 Tagen. Dies ist statistisch kein signifikanter Unterschied ( $p= 0,84$ ).

### **11.1.8 Nachuntersuchungszeitpunkt nach Operation**

Die Nachuntersuchungen erfolgten in einem Block von sechs Wochen. Es wurde zur Berechnung des „Follow-up“ Intervalls der mittlere Zeitpunkt dieses Blocks gewählt. Die telefonischen Befragungen erfolgten im Anschluss und werden ebenfalls diesem Zeitpunkt gleichgesetzt.

Bei einem kurzen Nachuntersuchungsintervall könnte aufgrund der unvollständigen Rehabilitation das funktionelle Resultat verschlechtert werden. Deshalb sollte auch hier der Untersuchungszeitpunkt bei beiden Gruppen in einem vergleichbaren Bereich liegen. Der mittlere Untersuchungszeitpunkt der Patienten der Absatzerhöhungsgruppe liegt bei 25 Monaten, der der Vacopedgruppe bei 16,5 Monaten ( $p= 0,58$ ). Zu diesen Zeitpunkten kann in beiden Gruppen von einer vollständigen Sehnen- und Wundheilung ausgegangen werden.

### **11.1.9 Komplikationen**

Trotz des erhöhten Risikos für tiefe Beinvenenthrombosen nach einer Achillessehnenruptur, ist eine Lungenarterienembolie als selten anzusehen und tritt bei

korrekter Mobilisation und Thromboseprophylaxe nur noch in wenigen Fällen auf.  
(Lassen et al. 2002)

Die Patienten wurden nicht dopplersonographisch bezüglich einer tiefen Beinvenenthrombose untersucht. Als Komplikation einer solchen gab es eine Lungenarterienembolie in der Vacopedgruppe.

Wie weit die Thromboseprophylaxe seitens der Patientin korrekt befolgt wurde, war nicht Gegenstand der Untersuchungen.

Vergleicht man die Gruppen bezüglich dieser Komplikation in der Vacopedgruppe miteinander, ergibt sich statistisch kein deutlicher Unterschied in den Gruppen ( $p = 0,64$ ).

Ein Patient hatte zudem eine schwere Wundheilungsstörung, die nach mehreren Monaten Wundbehandlung eine Spalthauttransplantation notwendig machte (2,3%). In der Literatur fand sich eine Rate von 2,1% für schwere Wundheilungsstörungen (Guckenberger 2004).

Da in beiden Gruppen keine Reruptur vorgekommen ist, die sich laut Literatur auf 1-2% belaufen, (Thermann 1998) kann hier kein Unterschied zwischen den Gruppen festgestellt werden.

#### **11.1.10 Resultat des Gruppenvergleiches**

Die Gruppen sind in keinem der statistischen Tests signifikant unterschiedlich. Aufgrund der geringen Gruppengröße sind statistische Testungen zur Übereinstimmung in den Grundvoraussetzungen nicht möglich. Aufgrund der Gruppenbildung werden die Resultate der Untersuchungen nur deskriptiv miteinander verglichen.

Die Übereinstimmungen insbesondere bei Gewichtsverteilung, Ursachen, Zeitpunkt der operativen Versorgung und Behandlungsbeginn mit dem jeweiligen Hilfsmittel sind recht hoch (70-90%). Die anderen Parameter wie Alter, Geschlechtsverteilung und Untersuchungszeitpunkt liegen etwas weiter auseinander.

Die Patienten in der Vacopedgruppe sind im Vergleich zur Absatzerhöhungsgruppe: jüngeren Alters und vergleichsweise häufiger weiblichen Geschlechts, wodurch sich ein geringeres mittleres Körpergewicht erklären lässt. Zudem erfolgte die Nachuntersuchung in der Vacopedgruppe im Median früher.

Geringeres Alter und weniger Übergewicht sind beides Faktoren, die sich positiv auf die Wundheilung auswirken können und damit ein besseres Resultat entstehen kann. Der

frühere Untersuchungszeitpunkt kann sich negativ auf die Ergebnisse aufgrund der noch nicht vollständigen Rehabilitation auswirken. Allerdings ist die „Mindest-follow-up-Zeit“ von 8 Monaten beim Vacopedschuh und 11 Monaten bei der Absatzerhöhung (mittlerer Nachuntersuchungszeitpunkt 15 bzw. 24 Monate) so weit vom OP-Zeitpunkt entfernt, dass in allen Fällen eine vollständige Rehabilitation erreicht worden ist. Der Anteil der Frauen sollte einen geringeren Einfluss auf die Resultate der Gruppen haben. Rein statistisch gehen Frauen zwar häufiger zum Arzt, aber dies bezieht sich insbesondere auf Vorsorgeuntersuchungen und weniger auf die Nachbehandlung nach Traumata.

## **11.2 Befragung der Gruppen**

### **11.2.1 Nutzung des Hilfsmittels**

Die Nutzung des Vacopedschuhs ist ganztägig vorgesehen, die Absatzerhöhung nur beim Gehen. Die Patienten gaben in der Absatzerhöhungsgruppe daher die deutlich kürzere tägliche Nutzungsdauer an. Die Compliance der Patienten bezüglich des vorgesehenen Schemas zu ermitteln, stand bei dieser Frage im Vordergrund. 50% der Patienten der Absatzerhöhungsgruppe haben die Absatzerhöhung nicht in ihren Hausschuhen genutzt, sondern lediglich in den Straßenschuhen. 50% hielten sich an die Nutzung, sobald gelaufen wurde.

28,6% der Patienten in der Vacopedgruppe nutzten das Hilfsmittel rund um die Uhr, ebenfalls 50% immer beim Laufen und 21,4% nur außer Haus beim Gehen auf der Straße. Die Gefährdung, das rehabilitative Ergebnis zu verschlechtern aufgrund von mangelnder Compliance, liegt also bei der Vacopedgruppe höher als bei der Absatzerhöhungsgruppe. Da jedoch die Methode der Absatzerhöhung das Tragen im Bett nicht vorsieht, liegt die Gefährdung für ein schlechteres Resultat im funktionellen Ergebnis eigentlich grundsätzlich eher bei der Absatzerhöhung. Obwohl sich der Anteil des Tragens im Bett nur wenig gefährdend auf das Ergebnis auswirken wird, da im Schlaf und liegend lange nicht so hohe Kräfte auf die Sehne ausgeübt werden wie beim Laufen.

Wenn man aufgrund der geringeren Belastung den Teil des Liegens vernachlässigt und man für die Vacopedgruppe die Hauptbelastung während des Tages mit denen der Absatzerhöhung vergleicht und die Prozente für „ganztägig“ mit denen addiert, die den

Vacoped immer beim Laufen getragen haben, liegt die Compliance der Vacopedgruppe deutlich über der der Absatzerhöhungsgruppe mit etwa 78,6%.

Aufgrund dessen ist das funktionelle Ergebnis der Absatzerhöhungsgruppe möglicherweise zum Schlechteren verfälscht.

### **11.2.2 Nutzung der Gehhilfen**

Die Gehhilfen werden im Schema der Absatzerhöhung für sechs Wochen benötigt, in dem des Vacoped-Schuhs für drei Wochen.

Bei der Frage geht es wiederum um Compliance - aber auch um das Sicherheitsgefühl, da Patienten, die Angst haben, die Sehne zu belasten, von sich aus die Gehhilfen länger nutzen als vom Schema her vorgesehen.

Der Median der Absatzerhöhungsgruppe liegt bei 5,5 Wochen etwas unterhalb der vorgesehenen Nutzungszeit, bei dem Vacoped bei etwa 3,5 Wochen etwas oberhalb. Auch hier ist von einer besseren Compliance oder einem stärkeren Unsicherheitsgefühl der Vacopedgruppe auszugehen. Die frühere Belastung könnte das Ergebnis der Absatzerhöhungsgruppe verschlechtern, ebenso kann aber auch eine längere Entlastungszeit das Ergebnis der Vacopedgruppe aufgrund von größerem Muskelschwund verschlechtern. Dies gilt es sowohl mit dem Sicherheitsgefühl der Patienten als auch mit den Messungen der Muskulatur zu vergleichen.

### **11.2.3 Arbeitsunfähigkeit nach der Operation**

Die Gesamtkosten werden, neben der medizinischen Behandlung, auch durch die Arbeitsunfähigkeit erhöht.

Hierbei ist bei den körperlich arbeitenden Berufen die Krankschreibung nach einem Achillessehnenriss deutlich länger als bei einem Beruf im Büro, wo der Fuß entlastet ist und auch mal während der Arbeit hochgelegt werden kann.

Aufgrund der Zusammensetzung der Gruppen und insbesondere dem höheren Anteil an privat Versicherten welche sich bspw. aus finanziellen Gründen keine "Krankschreibung" erlauben können, ist die erwartete Arbeitsunfähigkeitszeit der Vacopedgruppe deutlich kürzer, als die der Gruppe mit Absatzerhöhung.

Im Resultat liegt der Median der Vacopedgruppe bei 6,5 Wochen und bei der Absatzerhöhungsgruppe bei 10 Wochen Arbeitsunfähigkeitszeit.

Diesen Wert allein betrachtet müssten die Kostenträger den Vacopedschuh ohne lange Rechnungen sofort bewilligen. Da aber die wirtschaftliche Situation für die Einzelnen als starker Druckfaktor zu werten ist, ist diese Aussage hier nicht möglich. Aufgrund des stärkeren wirtschaftlichen Drucks könnte man aber auch postulieren, dass das körperliche Wohlergehen und die Heilung einen nicht so hohen Stellenwert haben und die Rehabilitation durch die frühzeitige Belastung verzögert wird. Dadurch wird das funktionelle Resultat der Vacopedgruppe möglicherweise verschlechtert.

#### **11.2.4 Sportausfall**

Den Patienten wird empfohlen, die Behandlung möglichst frühfunktionell bereits mit dem Hilfsmittel zu beginnen. Nach etwa einem halben Jahr sollte erst wieder Sport mit Maximalbelastung für die Sehne begonnen werden. Ein Achillessehnenriss wirkt sich auch psychisch auf die Patienten aus, so dass manche Angst vor einem erneuten Riss haben und deshalb auf Sport wie vor dem Riss gänzlich verzichten. In der Absatzerhöhungsgruppe war dies bei vier Patienten so, in der Vacopedgruppe bei drei Patienten. Sie wären zwar körperlich dazu in der Lage, wieder Sport zu beginnen, aber aus "Kopfgründen" verzichteten sie darauf.

Ein Patient der Vacopedgruppe hatte ein besonders schlechtes Resultat und hat die sportliche Betätigung deshalb komplett aufgegeben. Zwei Patienten der Vacopedgruppe wurden vor weniger als 6 Monaten operiert und haben daher mit dem Sport noch nicht wieder begonnen. Im Mittel haben die Patienten mit Absatzerhöhung nach 23 Wochen wieder mit dem Sport begonnen, die Patienten nach Vacoped nach etwa 18 Wochen. Häufig waren es aber nicht die Sportarten, die den Riss verursacht haben. Die meisten Patienten haben als erstes mit Radfahren und Schwimmen begonnen. Die Vacopedgruppe hat damit im Schnitt etwa einen Monat früher als die Patienten der Absatzerhöhungsgruppe wieder mit sportlicher Betätigung begonnen.

Dies kann sowohl mit dem wirtschaftlichen Druck, schneller genesen zu müssen, als auch mit besserem Gesundheitsbewusstsein der Patienten in der Vacopedgruppe zu erklären sein, die sich besser vorbereiten wollen und gerade daher mit schonenderen Sportarten früher beginnen. Da der Trend zur früheren sportlichen Betätigung nach

traumatologischen Krankenhausaufenthalten geht, ist es eventuell auch besser, früher als die zunächst empfohlenen 6 Monate mit dem Sport zu beginnen. Die Festigkeit der Sehne könnte hierdurch größer werden bzw. schneller erreicht werden.

Da in keiner der Gruppen ein erneuter Achillessehnenriss aufgetreten ist, liegt kein hartes Kriterium zum Überprüfen dieser Theorie vor. Zur Orientierung kann der Kraftgrad und der Einbeinhüpftest dienen.

### **11.2.5 Arbeitseinschränkungen**

Ein Patient der Vacopedgruppe hat ein sehr schlechtes Resultat und ist neben den sportlichen Einschränkungen auch erwerbsunfähig.

In beiden Gruppen ist je ein Patient mit starken Arbeitseinschränkungen, und in der Absatzerhöhungsgruppe noch ein Patient mit leichten Einschränkungen. Auf die Gruppengrößen gerechnet liegt somit der Anteil derjenigen ohne jegliche Einschränkungen bei der Vacopedgruppe bei 92,9% und bei der Absatzerhöhungsgruppe bei 87,5%.

Dies ist ein vergleichsweise „sehr gutes“ Resultat in beiden Gruppen. Wobei natürlich zu berücksichtigen ist, dass möglicherweise die Patienten mit dem Vacopedschuh keine Einschränkungen haben, weil sie tendenziell eher in körperlich weniger fordernden Bürojobs arbeiten als im handwerklichen Bereich.

### **11.2.6 Sparteinschränkungen**

In beiden Gruppen ist der Anteil ohne Einschränkungen bei gut 50%, jedoch nicht so hoch wie bei den Arbeitseinschränkungen. Die Patienten aus den Gruppen, die die Arbeitseinschränkungen haben, haben folglich auch sportliche Einschränkungen. Ein Viertel der Patienten gibt jedoch leichte Einschränkungen an und in beiden Gruppen gibt es einen Anteil von ungefähr 18%, die keiner sportlichen Betätigung nachgehen. Bei den Patienten mit „leichten Einschränkungen“ sind diese am ehesten auf Ängste und die geänderte Sensibilität im Wundbereich, also ein leichtes, schmerzhaftes Ziehen, zu erklären. In den meisten Fällen gibt es leichte Verwachsungen von Peridentineum und Unterhautgewebe, so dass sich die Haut insbesondere bei stärkeren

Bewegungen mit dehnt und so das ziehende Gefühl auslöst, wodurch einige eine Einschränkung in ihrer sportlichen Leistungsfähigkeit wahrnehmen, die allerdings nicht durch Kraft- oder Koordinationsminderung, sondern durch Schmerzen bedingt ist. Die Patienten, die keiner Betätigung mehr nachgehen, trauen sich, aufgrund der Angst vor einer Reruptur, nicht mehr oder haben ähnliche Wahrnehmungsänderungen aufgrund der Verwachsungen wie die Gruppe mit leichten Einschränkungen. Insgesamt verglichen sind in beiden Gruppen keine deutlichen Unterschiede zu sehen.

### **11.2.7 Schmerzdauer**

Der Schmerz war bei beiden Gruppen nach einer Woche weg, was dem Schmerz der Wundheilung nach Operation entspricht. In beiden Gruppen fanden sich Ausreißer und ein Patient mit einem chronischen Schmerzsyndrom in der Vacopedgruppe. Einer der Ausreißer hat eine Schmerzdauer von 150 Tagen, bedingt durch eine schwere Wundheilungsstörung, die eine zweite Operation mit Spalthautdeckung notwendig machte. Die Gruppen zeigen hier im Gesamten keinen großen Unterschied.

### **11.2.8 Wundheilung**

In engem Zusammenhang mit dem Schmerz stehen die Wundheilungsstörungen. Einige Patienten haben bereits die Verwachsung von Hautnarbe mit Unterhautgewebe als eine Wundheilungsstörung bezeichnet. Um dies ohne Wertung zu eruieren, wurden die Patienten noch detaillierter nach der Art der Wundheilungsstörung befragt, um die simple Narbenbildung von fulminanten Wundheilungsstörungen und Keloidbildung zu differenzieren.

Bei den Verwachsungen handelt es sich in erster Linie um keloidähnliche Narbenhypertrophie.

Beide Methoden zeigen keine deutliche Divergenz oder eine deutlich höhere Präferenz für Wundheilungsstörungen. Durch den Vacopedschuh müsste der Wundbereich theoretisch besser geschützt sein als bei dem Fersenkissen. Die Wundheilung scheint jedoch bei der Absatzerhöhungsgruppe tendenziell etwas besser zu sein.

### **11.2.9 Stabilitätsgefühl**

Das Stabilitätsgefühl im Sprunggelenk ist bei der Nutzung des Vacopedschuhs mit der Umfassung und Stabilisierung im Sprunggelenk insbesondere beim Gehen auf schrägen Ebenen besser. Erwartungsgemäß wird das durch die Befragung bestätigt. Ein befriedigendes Ergebnis liegt jedoch mit 75% auch noch für die Absatzerhöhung vor.

### **11.2.10 Kraftgrad**

Die Patienten der Vacopedgruppe konnten zu 85,7% den einbeinigen Zehenballenstand durchführen, bei der Vacopedgruppe waren es 87,5%. Die Gruppen sind hiermit sehr ähnlich.

Einbeinig konnten alle Patienten ohne Plantarflexion stehen. Der Trainingseffekt ist also scheinbar für beide Gruppen gleich gut.

### **11.2.11 Hilfsmittelpraktikabilität**

In seiner Anwendung ist der Vacopedschuh deutlich schwieriger zu benutzen. Der Vacopedschuh muss mit mehreren Zugschnallen zugezogen und über eine entsprechende Vakuum-Pumpe das Kissen in Form gebracht werden. Über 70 % der Patienten kamen hiermit jedoch „sehr gut“ klar, weitere 20 Prozent immer noch „gut“. Manche Patienten ließen sich den Schuh von ihrem Partner an- und ausziehen, da sie bspw. aus Übergewichtsgründen Probleme hatten, die unteren Schnallen zu öffnen. 87% der Absatzerhöhungsgruppe kamen „sehr gut“ mit der Hilfsmittelnutzung klar.

### **11.2.12 Hilfsmittelbequemlichkeit**

Aufgrund der schlechteren Praktikabilität zeigt sich der Vacopedschuh etwas weniger bequem als die Absatzerhöhung. Der Vacopedschuh hat sicherlich auch wesentlich mehr Stellen, an denen er drücken kann und ist daher erwartungsgemäß etwas unbequemer. Insbesondere bei falscher Anpassung des Kissens kann es zu Scheuer-



oder Druckstellen kommen. 93,8% der Absatzerhöhungsgruppe und 85,7% der Vacopedgruppe gaben an, dass sie das Hilfsmittel als bequem empfinden, was für beide ein gutes bzw. sehr gutes Resultat ist.

### **11.2.13 Sicherheitsgefühl**

Das Sicherheitsgefühl sollte aufgrund der besseren Stabilität und des besseren Schutzes bezüglich einer Reruptur für den Vacopedschuh besser ausfallen als für die Absatzerhöhung. 98,3% der Vacopednutzer gaben ein sehr gutes Sicherheitsgefühl an, kein Patient der Vacopedgruppe gab ein schlechtes Sicherheitsgefühl an.

Bei der Absatzerhöhungsgruppe gaben 56% ein sehr gutes Sicherheitsgefühl an, jedoch kamen auch schlechte Resultate in der Absatzerhöhungsgruppe vor.

Das Sicherheitsgefühl ist also in der Vacopedgruppe deutlich besser als mit der Absatzerhöhung.

### **11.2.14 Gehhilfenpraktikabilität**

Die problemlose Nutzung von Gehhilfen hängt deutlich mit der Körperkraft der oberen Gliedmaßen und dem Körpergewicht zusammen. Männer können aufgrund ihrer Körperproportionen häufig deutlich besser mit Gehstützen umgehen als Frauen.

Da die Vacopedgruppe einen höheren Frauenanteil hat als die Absatzerhöhungsgruppe ist also eine schlechtere Gehhilfenpraktikabilität zu erwarten.

Durch längere Gehstützennutzung ist der Trainingseffekt besser. Da die Absatzerhöhungsgruppe die Gehhilfen deutlich länger genutzt hat, sollte die Absatzerhöhungsgruppe das deutlich bessere Ergebnis erzielen. Das Ergebnis ist zwar etwas besser - aber nicht deutlich, wobei aufgrund der früheren Entlastung der Vacopedgruppe drei Teilnehmer dieser Gruppe gar keine Gehstützen genutzt haben, was die Vergleichbarkeit dieser Frage verschlechtert. Da dieser Punkt jedoch wenig Einfluss auf das Gesamtergebnis hat, ist die Frage primär weniger wichtig.

### **11.2.15 Trillat-Score Resultat**

Mit jeweils 50% „sehr gutem“ Ergebnis und 37,5% bzw. 35,7% „gutem“ Ergebnis, laut Trillat Score, gibt es eine 95%ige Übereinstimmung in den beiden Gruppen.

( $p=0,945$ )

## **11.3 Diskussion Untersuchungsergebnisse**

### **11.3.1 Sonographische Sehnendickenbestimmung**

Durch die Heilung kann die ursprüngliche Sehnenstruktur nicht wieder erreicht werden, die eine optimale Reißfähigkeit ergibt. Dadurch wird die Sehne an der Stelle der Narbe dicker im Vergleich zur gesunden Seite. Eine dickere Sehnennarbe ist zwar belastbarer als eine dünnere, schränkt aber mechanisch die Beweglichkeit im Peritendineum ein. Es wird für beide Methoden eine Dickenzunahme erwartet, die aufgrund der körperlichen Heilung in etwa gleich sein sollte.

Die Sehne wurde in der Untersuchung zunächst in Ihrer Kontinuität überprüft und an der dicksten Stelle der Narbe gemessen, auf gleicher Höhe auf der gesunden Seite. Keine Sehne zeigte eine Reruptur oder partielle Ruptur, alle zeigten jedoch Änderungen der Faserstruktur im Sinne einer Sehnennarbe.

Die Vacopedgruppe zeigt im Median eine Dickenzunahme von 0,64 cm, was einer 85,4%igen Dickenzunahme im Vergleich zur Gegenseite entspricht.

Die Absatzerhöhungsgruppe zeigt im Median eine Dickenzunahme von 0,5 cm, was einer 73,9%igen Dickenzunahme im Vergleich zur Gegenseite entspricht.

Dieser Unterschied könnte darauf beruhen, dass im Vacopedschuh Bewegungsgrenzen im oberen Sprunggelenk vorliegen, die mit der Absatzerhöhung nicht vorliegen und somit die Bewegung der Sehne im Peritendineum eine Dickenzunahme beschränkt. Für diese Theorie würde ein besseres Resultat des Bewegungsumfanges im OSG sprechen.

### **11.3.2 Bewegungsumfang oberes Sprunggelenk**

In der Extension liegen beide Mediane bei 0° Seitendifferenz, die Streuung bei der

Vacopedgruppe liegt jedoch weiter als die wenigen Ausreißer der Absatzerhöhungsgruppe.

In der Plantarflexion liegt der Median der Absatzerhöhungsgruppe ebenfalls bei 0° Seitendifferenz, was insgesamt dem Bewegungsumfang der gesunden Seite entspricht. Der Median der Vacopedgruppe liegt bei einer Einschränkung von -5° im Vergleich zur Gegenseite.

Dies kann sowohl durch die zuvor beschriebenen Sehnendickenunterschiede bedingt sein, als auch durch ein geringeres Training der Muskulatur oder durch den Bandhalteapparat. Die Umfangsmaße, insbesondere der Unterschenkelmuskulatur, geben über die muskuläre Situation Auskunft.

### **11.3.3 Bewegungsumfang unteres Sprunggelenk**

Das untere Sprunggelenk gibt wenig Aussage über die Längenentwicklung der Sehne, kann aber, wenn die Beweglichkeit eingeschränkt ist, Schlussfolgerungen für die geringere Beweglichkeit im OSG geben. Sollte sich hier ein Unterschied ebenfalls zum geringeren Bewegungsumfang seitens des Vacopedschuhs ergeben, wäre dies ein Hinweis, dass die Bewegung im OSG eher durch den Bandhalteapparat eingeschränkt wird als durch die Sehne.

Beide Mediane zeigen eine Bewegungsumfangsminderung von 0° im USG an. Man kann also davon ausgehen, dass die Immobilisation in beiden Sprunggelenken zu keiner Schrumpfung im Bandapparat führt und somit die Ursache für den geringeren Bewegungsumfang im OSG auf Seiten der Muskulatur oder der Sehnendicke zu suchen ist.

### **11.3.4 Umfangsmaße**

#### Oberschenkel Maße 1 und 2

Die Oberschenkelumfangsmaße sprechen für einen muskulären Unterschied der Beine, welche bei längerer Entlastung recht schnell erfolgt. Die Absatzerhöhungsgruppe entlastet länger, sollte also im Resultat eher eine Minderung des Oberschenkelumfangs haben als die Vacopedgruppe, die früher belasten kann.

Der Median beider Gruppen liegt jedoch bei Maß 1 ( 20 cm über Kniegelenksspalt) bei

0% und zeigt somit keine Muskelatrophie zur gesunden Seite an.

Im Maß 10 cm oberhalb der Kniegelenkspaltes zeigt sich der Median der Absatzerhöhungsgruppe um 1,31% erhöht, was aber eher nach einer Schwankung im Normbereich oder Messungenauigkeiten als nach einem deutlichen Unterschied zur Vacopedgruppe aussieht, die auch im 2. Maß einen Median von 0% hat. Es ist also davon auszugehen, dass die großen Oberschenkelmuskeln ausreichend belastet werden und innerhalb der Behandlungsschemata von beiden Gruppen keine Atrophie aufweisen; dies sollte sich im Vergleich des Einbeinhüpfetestes beweisen.

### Kniegelenksmaß

Das Kniegelenksmaß gibt geringe Auskunft über die muskuläre Struktur oder Beweglichkeit im OSG und zeigt eher rein knöcherne Unterschiede in den Beinen, bzw. Knieschwellungen nach Traumata an, die jedoch für die Achillessehnenruptur keinen Unterschied ausmachen. Bei Medianen von 0% und -1,21% ist von normwertigen Schwankungen oder Messungenauigkeiten auszugehen.

### Unterschenkelmuskulatur

Das Maß 15 cm unterhalb des Kniegelenkspaltes wird insbesondere durch die Fußstrecker und damit deutlich in Verbindung mit der Achillessehne gebracht. Eine Muskelatrophie würde sich am ehesten hier zeigen.

Die Absatzerhöhungsgruppe zeigt mit einem Median um -2,8% eine geringe Muskelatrophie, die Vacopedgruppe mit -3,19% ebenfalls und sogar noch etwas deutlicher als die Absatzerhöhungsgruppe.

Möglich wäre dies durch den nicht begrenzten OSG-Bewegungsumfang der Absatzerhöhungsgruppe, und damit der häufigeren Muskelaktivität in der Wade zu erklären.

Die größere Muskelatrophie im Unterschenkel kann aber auch den geringeren Bewegungsumfang im OSG bei der Vacopedgruppe erklären.

### Unterschenkel-kleinster Umfang

Dieses Maß sollte das Resultat der Sehnendickenbestimmung untermauern.

Die Absatzerhöhungsgruppe hat eine relative Umfangszunahme im Median von 2,32% die Vacopedgruppe von 4,16%, was die Resultate der Sehnendickenbestimmung bestätigt.

### Fußumfangsmaße

Diese Maße dienen, ebenso wie die Kniemaße, weniger der Resultatüberprüfung bezüglich der Ruptur, als eher der Validierung der Messgenauigkeit. Erwartet werden keine Unterschiede in Knöcheldicke, Kahnbeinumfang oder Umfang des Vorfußballens. Die Mediane beider Gruppen liegen entweder exakt auf Null oder maximal bei  $\pm 0,96\%$  Differenz, was der regelrechten Normvarianz und geringen Messungenauigkeiten entspricht.

#### **11.3.5 Einbeinhüpfetest**

Bei einer größeren Muskelatrophie würden hier Unterschiede erwartet, da aber die Oberschenkelumfangsmaße hier keine Differenz zeigen, ist von einer seitengleichen Sprungkraft seitens der Oberschenkel auszugehen.

Es konnte aufgrund des Körpergewichts oder noch nicht ausgeheilte Operation der Test nicht bei allen Patienten durchgeführt werden und liefert daher keine brauchbare Aussage im Vergleich der beiden Gruppen. Beide Mediane zeigen 0% Differenz an, was bei den vorwiegend gut trainierten Patienten, die den Test durchführen konnten, zu erwarten war. Der Test ist aufgrund der eingeschränkten Durchführbarkeit kein gut zu evaluierendes Messinstrument.

#### **11.3.6 Trillat-Score**

Der Score zeigt, dass die beiden Gruppen im Resultat zu 95% übereinstimmen.

Das funktionelle Spätergebnis liegt damit bei 50% der Patienten bei "sehr gut" und weiteren 35,7-37,5% bei "gut"; zusammen bei ungefähr 86%. Bei 6,3-7,1% ist das Resultat befriedigend. Lediglich 6,3-7,2% zeigten ein mäßiges bis schlechtes Resultat.

### 11.3.7 Gesamtresultate im Literaturvergleich

Die im Trillat-Score resultierenden Spätergebnisse sind verglichen mit anderen Arbeiten bei operativer Therapie und kombiniert mit frühfunktioneller physikalischer Therapie nah aneinander.

Zwipp et al. haben bei "guten" und "sehr guten" Ergebnissen 89,6% , 8,8% mäßige und 1,6% schlechte Ergebnisse. Sie beschreiben ein 2%ige Rerupturrate. (*Zwipp et al. 1989*)

Beskin et al. beschreiben 88%ige vollständige Wiederherstellung (was man mit sehr guten und guten Resultaten gleich setzen könnte) mit frühfunktioneller Therapie nach Operation. Sie hatten keine Reruptur. (*Beskin et al. 1987*)

In der Kombination mit frühfunktioneller Therapie nach Operation ergeben neuere Langzeitresultate ebenfalls keine Rerupturen. (*Uchiyama et al. 2007, Jacob und Paterson 2007, Sorrenti 2006*) Akgün et al. hatten bei 36 Patienten insgesamt eine partielle Ruptur (*Akgün et al. 2006*).

In unserem Patientenkollektiv trat als Komplikation ebenfalls keine Reruptur auf, so dass hier insgesamt von "guten" bis "sehr guten" Langzeitresultaten auch im Literaturvergleich ausgegangen werden kann.

Im Vergleich zur konservativen Therapie ohne Operation beschreiben Hufner et al. ein "sehr gutes" bis "gutes" Resultat bei 73,5% , "befriedigend" bei 9% und "schlecht" bei 17,5%. Die Rerupturrate in dieser (mit 168 Patienten) repräsentativen Gruppe lag bei immerhin 6,4%.

Im Vergleich der Langzeitergebnisse liegt die operative Therapie mit frühfunktioneller Nachbehandlung noch klar und deutlich vor der konservativen Therapie ohne operativen Eingriff.

Vergleicht man die Komplikationsrate bei Wundheilungsstörungen unserer Patienten, die zwischen 6,3% - 7,1% liegen, mit den in der Literatur angegebenen, finden sich nach direkter Sehnennaht Angaben von 7% (*Beskin et al. 1987*), 8,2% (*Sirovy und Carda 2007*) bis 20% (*Sorrenti 2006*).

Die Dauer der Arbeitsunfähigkeit bzw. Krankschreibung liegt in unserem gesamten Patientenkollektiv bei 7,58 Wochen im Mittel. In der Literatur beschreiben Akgün et al. Arbeitsunfähigkeitszeiten von 6-9 Wochen (*Akgün et al. 2006*).

Die Zeit, in der Sport pausiert wurde, lag bei unseren Patienten im Mittel bei 18,9 Wochen bei zwei Ausreißern. Akgün et al. beschreiben 14-20 Wochen bei der

Sportpausierung (*Akgün et al. 2006*). Uchiyama et al., die sich auf Sportler konzentriert hatten, haben eine Wiederaufnahme von leichtem Jogging nach 12,3 Wochen begonnen und die volle sportliche Belastung nach 5 Monaten (21,6 Wochen) aufgenommen. (*Uchiyama et al. 2007*)

Sowohl mit der Arbeitsunfähigkeit als auch mit der Sportpause sind die Resultate unserer Gruppe mit denen der Literatur gut zu vergleichen und zu bestätigen. Unsere Ergebnisse sind sowohl operativ als auch in ihrem frühfunktionellen Behandlungsteil als sehr gut anzusehen.

## 12 Zusammenfassung

Im Zeitraum von Januar 2001 bis Anfang April 2005 wurden in der unfallchirurgischen Abteilung des Vivantes Humboldt-Klinikum 74 Patienten mit einer Achillessehnenruptur (zu 90% innerhalb der ersten 7 Tage nach Unfall) operativ versorgt. Postoperativ wurden die Patienten frühfunktionell entweder mit einer Absatzerhöhung im Schuh oder einem Vacopedschuh in Spitzfußstellung versorgt.

Da die beiden Gruppen keiner strengen Randomisierung unterzogen wurden, wurden sie zunächst in Ihren Voraussetzungen verglichen. Die beiden Gruppen zeigten in Ihren Grundvoraussetzungen große Ähnlichkeiten und keine statistisch signifikanten Unterschiede. Da die Gruppenzuordnung jedoch nicht streng randomisiert wurde, erfolgt der Gesamtvergleich deskriptiv.

68,9% der Patienten konnten nachuntersucht oder befragt werden. Der Achillessehnenriss geschah bei 79,5% der Patienten während einer Freizeitsportaktivität, wobei hier Fußball an erster Stelle der Ursachen stand. Betroffen waren zu 77,3% Männer mittleren Alters um 45 Jahre.

Die Patienten wurden um den 3.-4. postoperativen Tag nach kurzer Gipsruhigstellung mit dem jeweiligen Hilfsmittel ausgestattet, mit dem sie frühfunktionell beübt werden konnten.

Keiner der Patienten hatte bis zu der Nachuntersuchung eine Reruptur.

Die Patienten wurden zum jeweiligen Hilfsmittel befragt, wobei sich zeigte, dass in der Absatzerhöhungsgruppe die Patienten deutlich besser mit dem Hilfsmittel umgehen konnten und es deutlich bequemer fanden. Die Vacopedgruppe, die das Hilfsmittel konsequenter nutzte, hatte den Vorteil, die Gehhilfen deutlich kürzer nutzen zu müssen (zwei bis drei Wochen weniger) und ein besseres Stabilitäts- und Sicherheitsgefühl beim Laufen zu haben. Die Vacopedgruppe hat früher mit sportlicher Aktivität beginnen können und war im Mittel 3,5 Wochen eher arbeitsfähig als die Absatzerhöhungsgruppe.

Insbesondere das Resultat der Arbeitsunfähigkeit kann dadurch beeinflusst sein, dass in der Vacopedgruppe ein höherer Anteil von Selbstständigen ist, die sich keine "Krankschreibung" leisten können und somit das Ergebnis verfälschen.

Kein Unterschied zwischen den beiden Gruppen zeigte sich bei der Wiederherstellung der Arbeits- und Sportfähigkeit, dem Kraftgrad, den postoperativen Schmerzen und der Wundheilung. Im Vergleich der Resultate anhand des Trillat-Scores



zeigten sich ebenfalls in beiden Gruppen sehr ähnliche Ergebnisse mit über 85% „guten“ oder „sehr guten“ Ergebnissen.

Neben einer körperlichen Untersuchung mit Bewegungsumfangsmessung in den Sprunggelenken und der Messung der Beinumfangsmaße erfolgte auch die sonographische Sehnendickenbestimmung.

Die Vacopedgruppe zeigte eine etwas dickere Narbenbildung der Sehne sowohl im entsprechenden Umfangsmaß als auch bei den sonographischen Messungen.

Die Absatzerhöhungsgruppe zeigt eine bessere Beweglichkeit im oberen Sprunggelenk und etwas geringere Muskelatrophie im Unterschenkelbereich.

Die Gruppen zeigten keinen merklichen Unterschied in der Oberschenkelmuskulatur und in den Umfängen von Knie und Fuß, für die im wesentlichen knöcherne Strukturen maßgebend sind.

Theoretisch, aufgrund des geringeren Schutzes gegen Überdehnung, ist die Gruppe mit der Absatzerhöhungsgruppe mehr gefährdet, eine Reruptur zu bekommen. Da keinerlei Rerupturen in beiden Gruppen vorkamen, sind die funktionellen und subjektiven Unterschiede miteinander verglichen worden. Der Vacoped bietet die bessere Sicherheit und den kürzeren Ausfall von Arbeit und Sport und man kommt wesentlich kürzer mit Gehstützen aus. Die funktionellen Ergebnisse im Sprunggelenk sind aber bei den Nutzern der Absatzerhöhung minimal besser.

Zur weiteren Validierung dieser Ergebnisse sollten Patienten in einem bestimmten Intervall nachuntersucht werden und prospektiv randomisiert in eine der beiden Gruppen eingeteilt werden, damit die Resultate auch nach statistischen Regeln ausgewertet werden können. Da dies hier nicht vorliegt und auch die Gruppengröße nicht sehr groß ist, gilt es die Ergebnisse durch weitere Vergleiche zu kontrollieren; möglicherweise in Kooperation mit anderen Kliniken, um so höhere Fallzahlen und ein aussagekräftigeres Ergebnis zu bekommen.

Im gesamten Vergleich der funktionellen Spätergebnisse hat sich gezeigt, dass unsere operativen Resultate mit denen der Literatur durchaus zu vergleichen und zu validieren sind. Die operative Therapie mit frühfunktioneller Nachbehandlung ist der rein konservativen Therapie weiterhin deutlich überlegen, diese stellt jedoch eine Alternative dar. Die Behandlungsergebnisse sind als sehr gut zu werten.

**Literaturverzeichnis:**

1. Akgün, U., Erol, B., Karahan, M. (2006) Primary surgical repair with the Krackow technique combined with plantaris tendon augmentation in the treatment of acute Achilles tendon ruptures. *Acta Orthop Traumatol Turc* 40: 228-233.
2. Appell, H.-J. (1998) Die Morphologie der immobilisierten Muskulatur und der Effekt von prä- und postoperativen Trainingsprogrammen. In: Zichner L., Engelhardt M., Freiwald J. (Hrsg.): *Die Muskulatur*. Novartis-Verlag, Wehr/Baden, 53-58
3. Arndt, K.H.(1976) Achillessehnenruptur. *Zentralbl Chir* 101: 360-364
4. Arner, O., Lindvall, A.(1959) Subcutaneous rupture of achilles tendon. *Acta Chir Scand* 239: 1-17
5. Arnold, G. (1974) Biomechanische und rheologische Eigenschaften menschlicher Sehnen. *Ztschr Anat Entw Gesch* 143: 263-300
6. Ascherl, I.-M. (1980) Die Achillessehnenruptur. Entstehungsmechanismen und Ergebnisse der operativen Therapie von mehr als 500 Achillessehnenrupturen. *Med. Dissertation, Universität Tübingen*
7. Beskin, J.L., Sanders, R.A., Hunter, S.C., Hughston, J.C. (1987) Surgical repair of Achilles tendon ruptures. *Am J Sports Med* 15:1-8.
8. *Biographisches Lexikon hervorragender Ärzte*. (1962) Band V. Urban & Schwarzenberg, München, Berlin
9. Böhm, E., Thiel, A., Czieske, S.(1990) Die Achillessehnenruptur. Anamnestische und morphologische Untersuchungen sowie Überlegungen zur Ätiologie. *Sportverletz Sportschad* 4: 22-28

10. Crolla, R.M., Leeuwen, D.M., Ramshorst, B. (1987) Acute rupture of the tendo calcaneus. Surgical repair with functionel aftertreatment. Acta Orthop Belg 53: 492-494
11. Dederich, R., Bonse, H., Hild, A., Könn, G., Wolf, L. (1988) Achillessehnenrupturen, Ursachen-Operationstechniken- Ergebnisse- Begutachtungsprobleme. Unfallchirurg 91: 259-269
12. DESTATIS (2006) Leben in Deutschland/ Haushalte, Familien und Gesundheit. Ergebnisse des Mikrozensus 2005. Statistisches Bundesamt - Wiesbaden
13. Dünkel, S. (2000) Die Achillessehnenruptur. Postoperative Langzeitergebnisse unter klinischen, biomechanischen und elektrophysiologischen Aspekten. Dissertation Jena
14. Franke, K. (1980) Die Traumatologie des Sports. Thieme, 2. Aufl. Stuttgart
15. Gotzen, L., Petermann, J. (2004) Behandlungsrichtlinien VACOPED; OPED GmbH in Kooperation mit der Unfallchirurgie des Universitätsklinikums Marburg
16. Graf, J., Schneider, U., Niethart, F. (1990) Die Mikrozirkularisation der Achillessehne und ihre Bedeutung des Paratenons. Handchir Mikrochir Plast Chir 22: 163-166
17. Grafe, H. (1969) Aspekte zur Äthiologie der subkutanen Achillessehneruptur. Zbl Chir 94: 1073-1082
18. Guckenberger, C. (2004) Langzeitergebnisse operativ behandelter Achillessehnenrupturen. Promotionsschrift Universität Würzburg
19. Hecht, G., Hecht, W. (1997) Deutsche Heldensagen. 14. Auflage, dtv München,
20. Heim, C. (1978) Die subkutane Achillessehnenruptur. Inauguraldissertation. Zürich

21. Holz, U., Ascherl, I. (1981) Die Achillessehnenruptur. Eine klinische Analyse von 560 Verletzungen. Chir Prax 28: 511-526
22. Hufner, T.M., Brandes, D.B., Thermann, H., Richter, M., Knobloch, K., Krettek, C. (2006) Long-term results after functional nonoperative treatment of achilles tendon rupture. Foot Ankle Int 27:167-171
23. Jacob, K.M., Paterson, R. (2007) Surgical repair followed by functional rehabilitation for acute and chronic achilles tendon injuries: excellent functional results, patient satisfaction and no reruptures. ANZ J Surg 77:287-291.
24. Jerosch, J. (1999) Online - Sportmedizin Kompendium. [www.jerosch.de](http://www.jerosch.de)  
Sportmedizin/Sportmedizinkompendium/Unterschenkel/Achillessehnenruptur
25. Könn, G., Löbbecke, F. (1975) Zur Morphologie und den Ursachen der spontanen Achillessehnenruptur. Hefte Unfallchir 121: 297-301
26. Lagergren, C., Lindholm, A. (1959) Vascular distribution in the achilles tendon. An angiographic and microangiographic study. Acta chir Scand 116: 491-495
27. Lassen, M.R., Borris, L.C., Nakov, R.L. (2002) Use of the low-molecular-weight heparin reviparin to prevent deep-vein thrombosis after leg injury requiring immobilization. N Engl J Med 347: 726-730.
28. Leitner, A., Müller, A., Voigt, C., Rahmanzadeh, R. (1991) Eine modifizierte Nachbehandlung nach primär versorgter Achillessehnenruptur. Akt Traumatol 21: 285-292
29. Lippert, H. (1993) Lehrbuch Anatomie, 3. Auflage. Urban & Schwarzenberg, München, Wien, Baltimore: 742
30. Lill, H., Moor, C., Schmidt, A., Echtermeyer, V., (1996) Aktueller Stand der Behandlung von Achillessehnenrupturen; Ergebnisse einer bundesweiten Umfrage. Chirurg 67: 1160-1165

31. Mugalinsky, R. (1937) Über die synoviale Scheide der Achillessehne. Morph Jb 79: 200-204
32. Paré, A. (1594) Opera chirurgica. 10. Buch Feyrabend und Fischer, Frankfurt / M.
33. Paulsen, J., Paar, O., Bernett, P. (1984) Tennisspezifische Verletzungen und Schäden an der unteren Extremität. MMW 126: 106-108
34. Petit, J. (1722) Sur les ruptures du tendons qui s'insèrent au talon, que l'on nomme tendons d'achille. Hist. Acad. roy. sci. Imprimerie Royale, Paris
35. Quénu, J., Stoianovitch, S.M.(1929) Les ruptures du tendon d'achille. Rev Chir 67: 647-678
36. Raunest, J., Bürrig, K., Derra, E. (1990) Zur Pathogenese der Achillessehnenruptur. Chirurg 61, 815
37. Sapega, A.A.(1990) Muscle performance evaluation in orthopaedic practice. J Bone Joint Surg 72-A : 1562-1574
38. Schneider, H. (1950) Die Abnützungserkrankungen der Sehnen und Ihre Therapie. Stuttgart
39. Schönbauer, H. (1971) Zur Symptomatik des Achillessehnenrisses. Act Chir 6: 369-372
40. Schwab, G. (1969) Sagen des klassischen Altertums. C. Ueberreuter, Wien, Heidelberg
41. Schwarz, B., Heisel, J., Mittelmeier, H. (1984) Achillessehnenrupturen, Ursache-Prognose-Therapie-Spätergebnisse. Akt Traumat 14: 8-14
42. Sirový, M., Carda, M. (2007) Open repair of the subcutaneous Achilles tendon rupture Rozhl Chir 86:594-599.

43. Sorrenti, S.J. (2006) Achilles tendon rupture: effect of early mobilization in rehabilitation after surgical repair. *Foot Ankle Int* 27 :407-410.
44. Streli, R. (1960) Achillessehennaht mit der Plantaris longus Sehne. *Wien med Wschr* 110: 536-537
45. Thermann, H. (1993) Die funktionelle Behandlung der frischen Achillessehnenruptur. Eine experimentelle und klinische Studie. *Habil. Schrift Med. Hochschule Hannover*
46. Thermann, H., Hübner, T., Tscherne, H. (2000) Achillessehnenruptur. *Orthopäde* 29: 235-250
47. Thermann, H. (1998) Die Behandlung der Achillessehnenruptur *Unfallchirurg* 101:299-314
48. Thermann, H., Zwipp, H., Milbrand, H., Reimer, P. (1989) Die Ultraschall Sonographie in der Diagnostik und Verlaufskontrolle der Achillessehnenruptur. *Unfallchirurg* 92: 266-273
49. Trillat, A., Jouvinroux, P., Marsan, C., Bremant, J. J. (1967) Traitement des ruptures anciennes du tendon d'Achille (transfertplastie du court péronier latéral). *Lyon Chir* 63: 603-606
50. Uchiyama, E., Nomura, A., Takeda, Y., Hiranuma, K., Iwaso, H. (2007) A modified operation for Achilles tendon ruptures. *Am J Sports Med* 35: 739-743
51. Weber, O., Schmidgen, A., Wentzensen, A. (1999) Semifunktionelle Nachbehandlung operativ versorgter Achillessehnenrupturen. *Trauma Berufskrankh* 1: 258-263
52. Wilhelm, K. (1972 ) Die maximale statische und dynamische Belastbarkeit der Achillessehne beim Menschen im Experiment. *Habilitationsschrift, München*

53. Wirth, C., Carls, J. (2000) Pathologie der akuten und chronischen Sehnenverletzungen. Orthopäde 29: 174-181
54. Zwipp, H. (1994) Sehnenläsionen. Chirurgie des Fußes. Springer Verlag 332-352
55. Zwipp, H., Südkamp, N., Thermann, H., Samek, N. (1989) Achillessehnenruptur. 10 Jahresspätergebnisse nach operativer Behandlung, Eine retrospektive Studie. Unfallchirurg 92: 557-559
56. Zwipp, H., Thermann, H., Südkamp, N., Milbrand, H., Reimer, P. (1990) Ein innovatives Konzept zur primärfunktionellen Behandlung der Achillessehnenruptur. Sportverl Sportschad 4: 29-35

## Abbildungsverzeichnis:

### Abbildungen:

1. Netter, Atlas der Anatomie des Menschen © 1995 Novartis - Thieme Verlag Tafel 485 und 490
2. Jerosch, Prof.Dr.J.Sportmedizin Kompendium [www.jerosch.de](http://www.jerosch.de) Copyright © 1999 Unterschenkel/Diagnostik Achillessehnenreflex
3. Jerosch, Prof.Dr.J.Sportmedizin Kompendium [www.jerosch.de](http://www.jerosch.de) Copyright © 1999 Unterschenkel/Diagnostik Tompson-Test
4. Jerosch, Prof.Dr.J.Sportmedizin Kompendium [www.jerosch.de](http://www.jerosch.de) Copyright © 1999 Unterschenkel/Diagnostik Sonographie
5. <http://www.idr.med.uni-erlangen.de/orthorad/main-u25.jpg>
6. Sagitales MRT T2 einer Achillessehnenruptur- Charité 2003
7. Versorgungsbeispiele Acrel, O. (1759) Kirurska Händelsser. Ulf, Stockholm
8. Schematische Darstellung des Variostabil Schuhs der FA Adidas [www.adidas.com](http://www.adidas.com)
9. Vacoped Stütزشuh <http://vacoped.com/vacoped/de/images.php>
10. Absatzerhöhung, bearbeitet von Andreas Kugler, Bildgrundlage von [www.fenner-neumarkt.de/ortho.html](http://www.fenner-neumarkt.de/ortho.html)
11. OSG-Untersuchung "Messblatt Untere Gliedmaßen"
12. USG-Untersuchung "Messblatt Untere Gliedmaßen"
13. Sonographischer Querschnitt Achillessehne (Kugler 2005)

### Tabellen:

1. Hilfsmittelverteilung
2. Trillat-Score
3. Geschlechtsverteilung
4. Gewichtsskala
- 5a. Verletzungsart gesamt
- 5b. Verletzungsart nach Gruppen
6. Histologie
7. Versorgungszeitpunkt
8. Komplikationen
9. Arbeitseinschränkungen



10. Sportliche Leistungsfähigkeiten
11. Wundheilungsstörungen
12. Gangunsicherheit
13. Kraftgrad
14. Hilfsmittel Praktikabilität
15. Hilfsmittel Bequemlichkeit
16. Sicherheitsgefühl
17. Gehstützen-Handling
18. Sehnendurchmesser Differenz in cm und %
19. Bewegungsumfang OSG Extension, Flexion
20. Bewegungsumfang USG
21. Umfangmessung 1
22. Umfangmessung 2
23. Umfangmessung 3
24. Umfangmessung 4
25. Umfangmessung 5
26. Umfangmessung 6
27. Umfangmessung 7
28. Umfangmessung 8
29. Auswertung nach dem Trillat-Score

**Diagramme:**

1. Altersverteilung
2. BMI-Body-Mass-Index
3. Hilfsmittel Behandlungsbeginn
4. Untersuchungszeitpunkt
5. Hilfsmittelnutzung am Tag
- 5b. Hilfsmittelnutzung Kategorien
6. Gehhilfennutzung in Wochen
7. Arbeitsunfähigkeit in Wochen
8. Sportpause
9. Schmerzdauer
10. Hüpfest / Kraftgrad

## **Curriculum Vitae**

**Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.**

## Danksagung

Besonderen Dank möchte ich an Herrn PD R. Letsch richten, der mir als Doktorvater dieser Arbeit stets mit Korrektur und Rat, Geduld und konstruktiver Kritik zur Seite stand, um so das Vollenden und Gelingen dieser Arbeit zu ermöglichen.

Des Weiteren möchte ich mich bei meiner Familie bedanken, die mein Studium und die Doktorarbeit mitgetragen hat. Hierbei meinen Eltern besonders, die mich fortwährend im Gebet begleitet haben und immer ein fester Anker und Vorbild für mich gewesen sind. Meiner Frau, die mir stets den Rücken freigehalten hat, danke ich besonders für Ihre Geduld, Liebe und Entbehrungen während dieser Zeit.

Auch allen anderen, die mich bei der Erstellung dieser Arbeit begleitet und unterstützt haben danke ich sehr.

Ein Dankeschön an die Abteilung für medizinische Biometrie, besonders Fr. T. Schink, die mich in Datenverarbeitung und statistischer Erhebung beraten hat. Großen Dank auch an Frau T. Decker, die mir bei der Korrektur zur Seite stand. Der Klinik für Innere Medizin des Humboldt-Krankenhauses sei hier nochmals für die Nutzung des Ultraschallgerätes gedankt.

Ich möchte allen Lehrern, Professoren und Dozenten danken, die mich während Schulzeit und Studium, Krankheit und Genesung begleitet und mir so ermöglicht haben meine Ausbildung erfolgreich abzuschließen.

Gott sei Dank für alles.

## Erklärung

„Ich, Andreas Kugler, erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema:

„Ein Vergleich frühfunktioneller Therapie nach primär operativ versorgter Achillessehnenruptur. Absatzerhöhung versus Vacoped“

selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfasst und auch in Teilen keine Kopien anderer Arbeiten dargestellt habe.“

Datum 30.03.2009

Andreas Kugler