

AUS DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG
PD DR.MED. JÜRGEN GÖTZ, MHBA
ORTHOPÄDIE UND UNFALLCHIRURGIE

POSTOPERATIVES OUTCOME NACH REKONSTRUKTION VON
PERONEALSEHNENSPLITLÄSIONEN

Inaugural – Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der
Fakultät für Medizin
der Universität Regensburg

vorgelegt von
Angelika Schenkel

2022

AUS DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG
PD DR.MED. JÜRGEN GÖTZ, MHBA
ORTHOPÄDIE UND UNFALLCHIRURGIE

POSTOPERATIVES OUTCOME NACH REKONSTRUKTION VON
PERONEALSEHNENSPLITLÄSIONEN

Inaugural – Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der
Fakultät für Medizin
der Universität Regensburg

vorgelegt von
Angelika Schenkel

2022

Dekan:

Prof. Dr. Dirk Hellwig

1. Berichterstatter:

PD Dr.med. Jürgen Götz, MHBA

2. Berichterstatter:

PD Dr.med. Andreas Schicho, MHBA

Tag der mündlichen Prüfung: 18.10.22

INHALTSVERZEICHNIS

Inhalt

1		
1	Einleitung	5
1.1	Einleitung theoretische Grundlagen	5
1.2	Anatomie.....	7
1.3	Ätiologie	9
1.4	Arbeitsziele/Diagnostik.....	10
1.5	Behandlungsmöglichkeiten	13
1.5.1	Konservative Therapiemöglichkeiten	13
1.5.2	Operationstechniken	13
2	Patienten und Methoden	19
2.1	Patientenkollektiv	19
2.1.1	Einschlusskriterien	19
2.1.2	Ausschlusskriterien.....	19
2.2	Kontrollgruppe.....	20
2.3	Untersuchungsablauf	20
2.4	Methoden.....	23
2.4.1	Foot and Ankle Outcome Score (FAOS).....	23
2.4.2	American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) Score.....	24
2.4.3	Anamnese und standardisierte klinische Fußuntersuchung.....	25
2.4.4	Biodex Balance System	28
2.4.5	Pedobarographie	35
3	Ergebnisse	41
3.1	AOFAS-Score	42
3.2	FAOS-Score.....	47
3.3	Biodex Balance System	52
3.4	Pedobarographie	59
3.4.1	Bodenkontaktzeit	59
3.4.2	Belastungsfläche.....	67
3.4.3	Belastungsdruck (Berührungsdruck).....	72
4	Diskussion	84
4.1	Scores.....	85
4.1.1	AOFAS-Score	85
4.1.2	FAOS-Score.....	87
4.2	Biodex Balance System	88
4.3	Pedobarographie	90
4.3.1	Belastungsfläche.....	91
4.3.2	Bodenkontaktzeit	92
4.3.3	Berührungsdruck.....	93
5	Zusammenfassung	95

Inhaltverzeichnis

6	Anhang	97
6.1	Abbildungsverzeichnis	97
6.2	Tabellenverzeichnis	98
6.3	Diagrammverzeichnis	99
6.4	AOFAS-Score	101
6.5	FAOS-Score.....	102
6.6	Anamnese und Untersuchungsbogen.....	106
6.7	Beispielprotokoll Biodex Balance System	110
7	Literaturverzeichnis.....	111
	Danksagung	122

1 Einleitung

1 Einleitung

1.1 Einleitung theoretische Grundlagen

Anmerkung: Die Bezeichnung „Fibularis“ wird in dieser Arbeit noch gemäß der alten Nomenklatur als „Peroneus“ verwendet.

Verletzungen der Peronealsehnen sind seltene Pathologien, die häufig übersehen oder falsch diagnostiziert werden (1–5).

Ein häufiges Verletzungsmuster der Peroneussehnen besteht in dem Auftreten eines Längsrisses der Peroneus brevis Sehne, die auch als Peroneus-Sehnen-Splitläsion bezeichnet werden.

Nach Sobel et al. (3,4,6,7) ist die Ätiologie der Peroneus brevis Sehnen-Splitläsion bisher unklar.

Einer der beschriebenen Mechanismen ist die Kombination aus Laxheit des Retinaculums, die mechanische Kompression durch die Peroneus longus Sehne und schließlich das Gleiten der Peroneus brevis Sehne über die scharfe Fibulakante. Dies führt im Verlaufe der Zeit zur Längsspaltung der Sehne (5–7). Eine weitere Theorie besteht in der Überbelastung der aktiven Fußaußenrandstabilisatoren bei Insuffizienz des Außenbandapparates des Sprunggelenks. Durch die Mehrbelastung kommt es zu einer Fehlbelastung der Peronealsehnen, in deren Folge die Peroneus longus Sehne die Peroneus brevis Sehne gegen die Fibula drückt, zunächst deren Ausdünnung verursacht und letztlich zum Längsriss führt. Auch Anomalien der Peroneus brevis Sehne oder der knöchernen Strukturen, unter anderem Rückfußvarus, können als mögliche Ursachen nicht ausgeschlossen werden.

Die Verletzungen der Peroneus brevis Sehne, welche im Rahmen dieser Studie analysiert wurden, entstanden meist durch ein einzelnes Trauma oder durch rezidivierende Supinationstraumata. Manche Patienten berichteten über einen schleichenden Prozess ohne erinnerliches Supinationstrauma, bei dem entweder der Schmerz (2) oder Unsicherheit beim Laufen im Vordergrund standen (8). Die klinische Gemeinsamkeit aller Patienten zeigte sich dahingehend, dass die untersuchten Patienten alle ein Gefühl der Gelenkinstabilität (9,10) schilderten, welches entweder sofort nach der Verletzung oder im weiteren Verlauf langsam progredient auftrat.

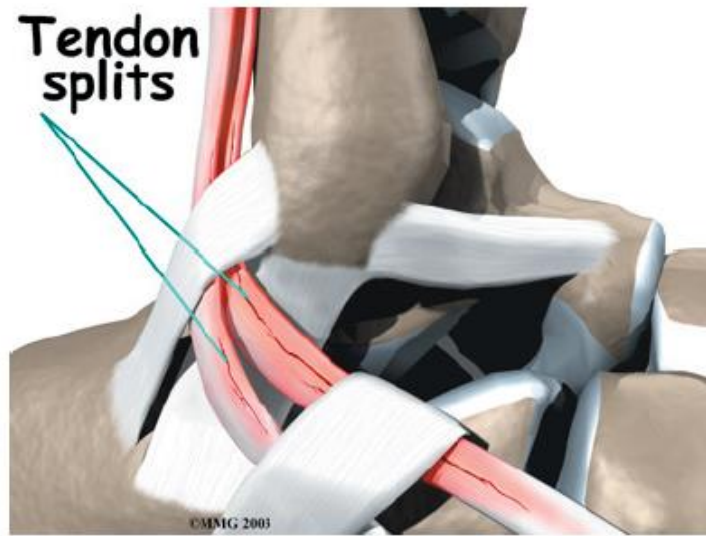


Abb.1: *Peroneus brevis et longus Splitläsion (11).*

Der Bandapparat besitzt eine große Bedeutung bei der Beurteilung des Bewegungsapparats. Die Bänder bieten eine mechanische Sicherung der abnormen Gelenkbeweglichkeit und verhindern einen vorzeitigen Verschleiß der Gelenkflächen (9,12). Aber durch Band- und/oder Sehnenverletzungen geht nicht nur mechanische Funktion verloren. Durch Sehnenverletzungen kann es auch zu Störungen in der Propriozeption kommen (13). „**Propriozeption** oder **Propriorezeption** (von lateinisch *proprius* „eigen“ und *recipere* „aufnehmen“) bezeichnet die Wahrnehmung von Körperbewegung und -lage im Raum bzw. der Lage/Stellung einzelner Körperteile zueinander. Es handelt sich somit um eine *Eigenempfindung*“ (14). Das bedeutet, dass Patienten mit Sehnenverletzungen am Fuß keine oder verringerte neuromuskuläre Kontrolle haben, da die Tiefensensibilität gestört ist. Außerdem schildern die Patienten ein Gefühl der Instabilität des betroffenen Gelenks. Diese Instabilität, im vorliegenden Fall des Sprunggelenks, kann mit Hilfe des Biodex Balance System quantifiziert werden (12,15). Bei der Messung der posturalen Stabilität wird elektronisch ein Stabilitätsindex (OSI) erzeugt, welcher mit dem propriozeptiven Status des Fußes/Sprunggelenkes korreliert (15).

Die Messtechnik besteht in der Prüfung, ob die Betroffenen in der Lage sind, ihren Körper durch Verlagerung des Schwerpunkts auf einer mobilen Fläche in der aufrechten Haltung stabil zu halten.

1 Einleitung

Posturale Stabilität: „... bedeutet, dass der Körper in der Lage ist, sich automatisch in aufrechter Position auszubalancieren, sowohl statisch, als auch in Bewegung, z. B. beim Sport. Dabei werden die auf den Körper einwirkenden Kräfte so kompensiert, dass er sich in einem meist dynamischen Gleichgewicht hält. Es erfolgt ständig eine Kompensation der auf den Körper einwirkenden internen Kräften (Bewegungen des Körpers an sich) und externen Kräfte (Schwerkraft etc.).

Die posturale Kontrolle basiert auf der zentralnervalen Verarbeitung von Wahrnehmungen des Vestibularorgans, des visuellen Systems, der Propriozeptoren und der Exterozeption sowie auf der mentalen Vorwegnahme zukünftiger Bewegungsabläufe (Antizipation) und wird durch an die jeweilige Situation angepasste Ansteuerung der Muskulatur erreicht“ (12,16).

Um das Gangbild der Patienten zu beurteilen, wurde die Pedobarographie angewendet (17). Hier wurde evaluiert, wie die Patienten ihren Fuß belasten (plantare Druckverteilungsmessung) und ob gemeinsame Parameter bei den Erkrankten erkennbar sind. „Pedographie (auch *Podografie*, *Pedobarografie*) ist die digitale Darstellung der Druckbelastung des Fußes während des Stands oder beim Gehen. Sie ist eine Methodik der Ganganalyse. Fußdruckmess-Systeme ermöglichen die Erfassung und die digitale Darstellung der Druckbelastung während der Standphase. Durch die sofortige Ermittlung der Druckverteilung des jeweiligen Fußes sind die Daten direkt zur Diagnose und Dokumentation verfügbar“ (18).

1.2 Anatomie

Der Musculus peroneus brevis gehört zu den langen Fußmuskeln. Sein Ursprung liegt in der distalen Hälfte der lateralen Fläche der Fibula. Er verläuft in direkter Nachbarschaft zum M. peroneus longus, hinter dem lateralen Malleolus und setzt an der Tuberositas ossis metatarsi V gemeinsam mit der Plantaraponeurose (Aponeurosis plantaris) an (19).

Innerviert wird der Muskel durch den N. fibularis superficialis (L5-S1) (19,20).

Die Sehne verläuft anterior der Sehne des M. peroneus longus über das Sprunggelenk. Beide Sehnen werden von einer Sehnenscheide umhüllt und bilden eines der vier Kompartimente des Unterschenkels (Compartimentum laterale, Peroneallogge).

1 Einleitung

Durch seine anatomische Lage ermöglicht der Musculus peroneus brevis die Plantarflexion, die Pronation sowie Supination im oberen und unteren Sprunggelenk (19).

Das Retinaculum peroneale superius verhindert eine Subluxation der Peronealsehnen. Es bildet eine Schlinge von dorsolateralen Anteilen der distalen Fibula zur lateralen Seite des Calcaneus (s.Abb.1)(19,21).

Die Blutversorgung der Peroneus brevis Sehne stammt aus der A. fibularis, welche der A. tibialis posterior entspringt und sich im Bereich des distalen Unterschenkels in weitere Unteräste aufteilt (19).

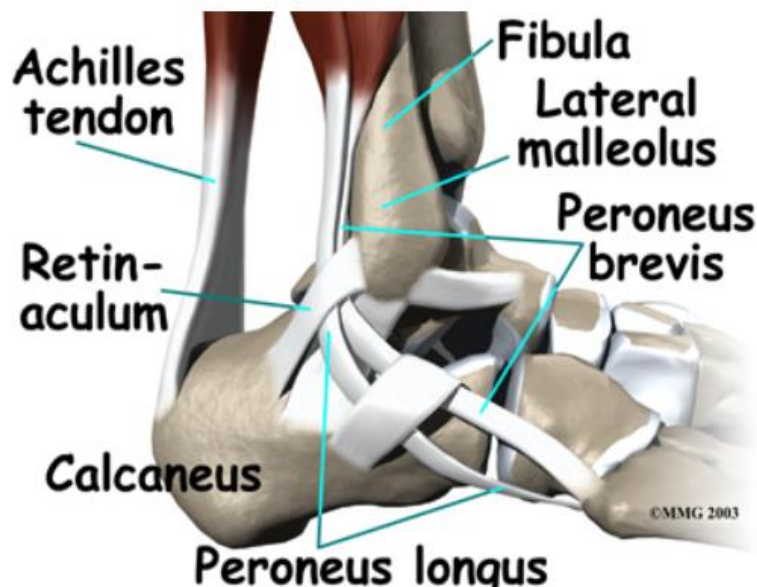


Abb. 2: Verlauf Mm. peronei brevis et longus (11).

Das Retinaculum peroneale inferior verläuft oberhalb beider Sehnen 2 bis 3 cm distal des Malleolus lateralis.

Das Tuberculum peroneale trennt beide bis dahin zusammen verlaufenden Sehnen in separate Blätter (19,21).

1.3 Ätiologie

Die Peroneus brevis et longus Sehnen dienen im oberen (OSG) und unteren Sprunggelenk (USG) als dynamische Stabilisatoren. Eine weitere Funktion der Sehnen ist die Propriozeption. Deshalb kommt es bei Verletzung der Sehnen nicht nur zum Funktionsverlust durch Schmerzen und Schwellung, sondern auch zum subjektiven Gefühl der Instabilität (22,23). Trotz immer besseren diagnostischen Möglichkeiten werden immer noch 40% dieser Verletzungen bei der Erstvorstellung übersehen (22,24,25). Dies beweist auch die Untersuchung von Bassett und Speer (26) an 15 Leichen. „Acht Patienten bei denen aus der retrospektiven Studie bekannt war, dass sie Inversionstrauma hatten, hatten auch Längsrisse der Peronealsehnen. Bei fünf Patienten war die Peroneus longus Sehnen und bei drei Patienten war die Peroneus brevis Sehne betroffen“ (29).

Karlsson et al berichten, dass bei Patienten mit lateralseitigen, retromalleolaren Schmerzen in Kombination mit Instabilität im Sprunggelenk der dringende Verdacht auf eine Läsion der Peroneus brevis Sehne besteht (24).

Diese Art von Verletzung entsteht z.B. durch Supinationstraumata in Kombination mit Band-Verletzungen oder durch Risse oder Laxheit des Retinaculum peroneale superior (8). Die Verletzung des Retinaculum führt zu Subluxationen beider Sehnen. Dabei rutscht die Peroneus brevis Sehne immer wieder über die scharfe Kante der Fibula, was zu einem Längsriss der Sehne führen kann.

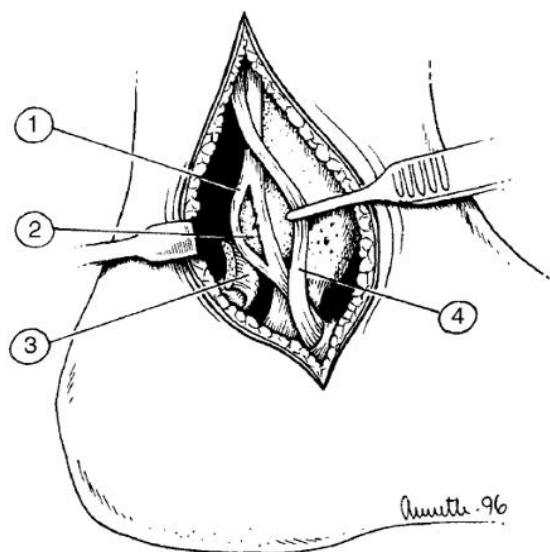


Abb.3: 1.Peroneus brevis Sehne mit Splittläsion; 2. Scharfe Kante der Fibula;3. Retinaculum peroneale superior; 4. Peroneus longus Sehne (24,27,28).

1 Einleitung

Andere Faktoren, die diese Verletzung fördern, sind anatomische Besonderheiten. Die Valgus- oder Varusstellung des Rückfußes und ein flacher oder enger Kanal im Bereich der distalen Fibula vermindern die Stabilität des Sehnenverlaufs retromalleolär und erhöhen damit das Risiko für Luxationen (22,23). *„Weiter kann ein weit nach distal reichender Peroneus-brevis-Muskelbauch oder ein Peroneus-quartus-Muskel zu einer Einengung im Bereich des retromalleolaren Kanals führen. Ein hypertrophes peroneales Tuberkulum kann ebenfalls eine erhöhte mechanische Belastung auf die Sehnen ausüben und damit zu entzündlichen Veränderungen (...) führen“* (22,23).

1.4 Arbeitsziele/Diagnostik

Durch diese Arbeit soll das Ergebnis der operativen Versorgung von Patienten mit Peroneus brevis Sehnen Splitläsion an der Klinik und Poliklinik für Orthopädie der Universität Regensburg - Asklepios Klinikum Bad Abbach, evaluiert werden.

Zunächst wurden Patienten gesucht, die sich einer entsprechenden Operation unterzogen hatten. Indikation für eine OP war die Bestätigung der Verletzung durch bildgebende Verfahren, anhaltende Schmerzen und das Versagen der konservativen Therapie. Das MRT wurde als bildgebendes Mittel der Wahl ausgewählt. Als Bestätigung der Diagnose wurde das sogenannte Moustache-Zeichen im MRT gewertet (29).

1 Einleitung

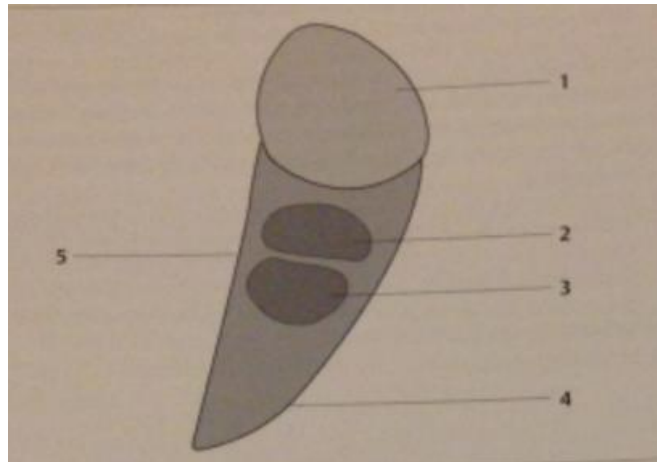


Abb.4: Anatomie Querschnitt der Peroneussehnen retromalleolar auf Höhe der häufigsten pathologischen Veränderungen.

Die Außenknöchelspitze bildet die ventrale Begrenzung, das Lig. calcaneofibulare bzw. der Kalkaneus die mediale Wand und das Retinaculum die laterale Wand des Peroneussehnenfachs. Die Peroneus-brevis-Sehne ist ventral und die Peroneus-longus-Sehne ist dorsal gelegen. (1. Außenknöchelspitze, 2. Peroneus-brevis-Sehne, 3. Peroneus-longus-Sehne, 4. Retinaculum, 5. Lig. calcaneofibulare) (29).

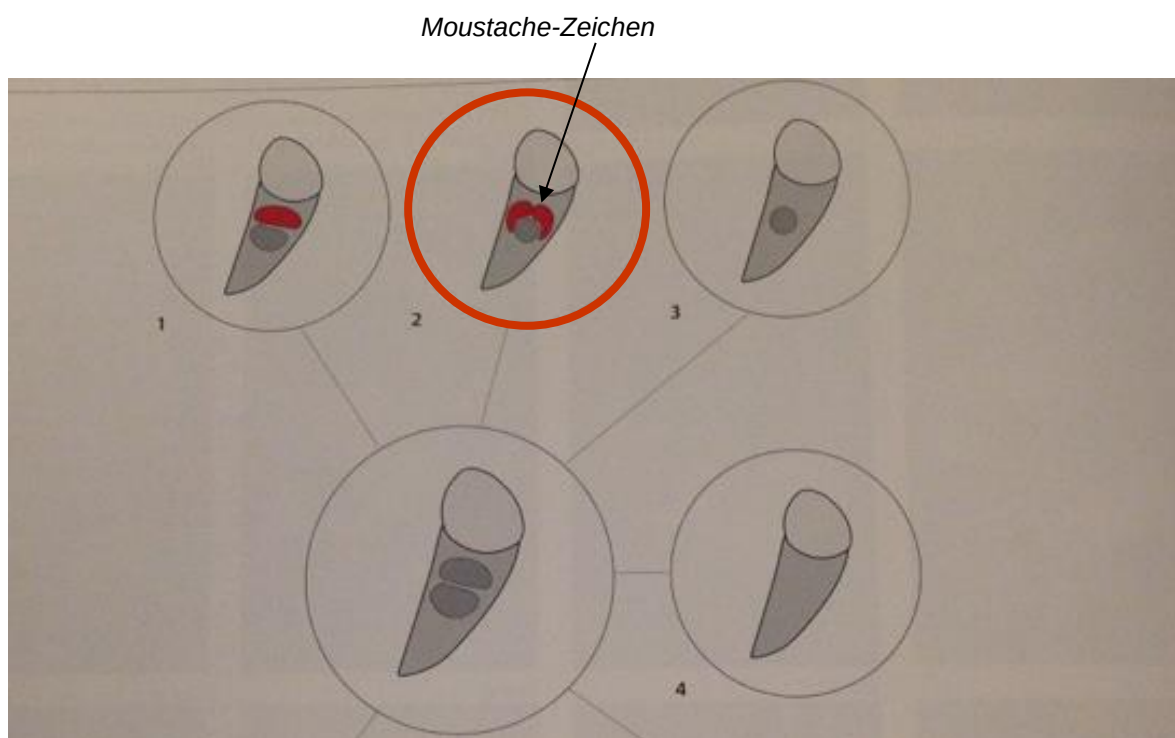


Abb. 5: Ruptur der Peroneussehnen am Beispiel der Peroneus-brevis-Sehne.

(2.Längsriss: Die Sehne ist im Querschnitt verbreitert, sonst verschmälert und zentral in der Kontinuität unterbrochen. „Singendes-Schnauzbart“-Zeichen oder „3-Sehnen“-Zeichen entspricht einem partiellen Riss in Form eines Längsrisses.) (29).

1 Einleitung

Lamm et al. (30) schreiben in ihrer Studie, dass die chirurgische Korrelation und die Magnetresonanztomographie bei Peroneus brevis-Sehnen-Verletzungen in ihrer Sensitivität und Spezifität bei jeweils 83 % und 75 % liegen. Somit ist die MRT-Diagnostik zusammen mit weiteren Symptomen (wie z.B. Schwellung, Schmerzen und Instabilität des Sprunggelenks), die bisher sicherste Diagnosemöglichkeit für Peroneus brevis Sehnenplitzläsion (31). In der Studie hat man bei mit MR-untersuchten und anschließend operativ versorgten Patienten eine 100 %ige Korrelation gefunden. Wegweisend war immer das o.g. Moustache-Zeichen (29) („Singendes-Schnauzbart-Zeichen“).

Operations- und krankheitsbedingte biomechanische Alterationen des Gangbilds, insbesondere der resultierenden Druckbelastung sollten durch Pedobarographie im Seitenvergleich erkannt werden. Dazu wurde im Ganglabor die Druckverteilung unter beiden Füßen mittels Pedobarografie gemessen. Durch zusätzliche Messung der posturalen Stabilität im Seitenvergleich Vergleich von operiertem und gesundem Fuß sollten operationsbedingte Veränderungen der Biomechanik detailliert dargestellt werden. Messungen über die gesamte Plantarfläche und unter vom Untersucher definierten plantaren Fußarealen wurden durchgeführt, um differenzierte Daten zur Stärke und Dauer der Belastung in diesen Fußbereichen zu erhalten, um gemeinsam mit der Analyse der posturalen Stabilität postoperative Änderungen und/oder Fehlbelastungen zu erkennen. Zusätzlich wurden der FAOS als auch der AOFAS Score als Messinstrumente zur Beurteilung des postoperativen Outcomes verwendet.

Für Peronealsehnenrekonstruktionen existieren nur wenige Studien, die den postoperativen Verlauf und die langfristigen Auswirkungen auf Statik, Kraft, Druck und Biomechanik des operierten Fußes beschreiben. Diese Studie soll einen Beitrag zur Evaluation des Langzeitergebnisses von operativen Rekonstruktionen von Peroneus Splitläsionen leisten.

1.5 Behandlungsmöglichkeiten

1.5.1 Konservative Therapiemöglichkeiten

Die Ziele von konservativen Therapien ist die Schmerzreduktion/-elimination und Erlangen/Wiedererlangen der Gelenkstabilität. Einer der Möglichkeiten, die auch alle unsere Probanden präoperativ in Anspruch genommen haben, ist die Physiotherapie. Diese erfolgte in Form von Krankengymnastik mit Anleitung zum Selbstüben und Manueller Lymphdrainage als abschwellende Therapie.

Einige unserer Probanden verwendeten zusätzlich zur Krankengymnastik unterstützend speziell angefertigten Schuheinlagen mit Pronationskeil. Andere Probanden empfanden die Schuheinlagen eher als störend und verzichteten auf diese. Eine weitere konservative Therapiemöglichkeit besteht in der Versorgung mit Sprunggelenksbandagen (diese wurden bei unseren Probanden nicht verwendet).

Nach frustanem Verlauf der konservativen Therapie erfolgte bei unseren Probanden als nächste Therapieoption der operative Eingriff. Die Ergebnisse der operativen Therapie ist der Inhalt dieser Promotionsarbeit.

1.5.2 Operationstechniken

Die Ziele einer operativen Therapie sind die Wiederherstellung der Gelenkstabilität und die Schmerzreduktion/-elimination.

Durch die Wiederherstellung der Gelenkstabilität wird die vorzeitige Abnutzung der Gelenkflächen minimiert und somit das Eintreten von degenerativen Veränderungen hinausgezögert.

In der Literatur werden mehrere Möglichkeiten beschrieben diese Art von Verletzung konservativ oder operativ zu versorgen (5,10,21,25,32,33). Nach Brage et al. (25) sollten die chronischen, schmerzhaften Verletzungen operativ behandelt werden. Für die akuten Verletzungen existieren unterschiedliche Therapieempfehlungen (25). Die Wahl eines chirurgischen Eingriffs hängt von der Anatomie sowie von der Art der

1 Einleitung

Schädigung ab. Alle von uns nachuntersuchten Patienten wurden nach der unten angegebenen Technik vom selben Operateur versorgt.

1.5.2.1 Ablauf

Nach Anlage einer Oberschenkelblutleere wurde der/die Patienten/-in in Rückenlage mit Kissenunterlagerung des ipsilateralen Beckens zur besseren Exposition des OP-Gebiets gelagert sowie steril abgewaschen und abgedeckt. In üblicher orthopädischer Technik erfolgte retromalleolär der longitudinale Schnitt dem Verlauf der Peroneal-Sehnen folgend. Die Schnittführung wurde distal bogenförmig inframalleolar im Sehnenverlauf der Peronealsehnen erweitert. Danach erfolgte die Präparation auf das Retinaculum unter Schonung der längsverlaufenden Gefäß- und Nervenstränge. Daraufhin erfolgte die Spaltung des Retinaculums im Abstand von mind. 5 mm zur Fibula, so dass ein späterer operativer Verschluss mittels Naht möglich war.

Nun erfolgte zunächst die Darstellung der Peroneus longus-Sehne mit einem Sehnenhacken sowie anschließend die Präparation der Peroneus brevis-Sehne. Nach Exposition der Sehnen erfolgte die Prüfung ob eine Längsruptur vorhanden ist. Im Fall, dass diese existent war, erfolgte zunächst das Debridement der Sehne mit anschließender Sehnennaht, um eine annähernd tubuläre Form des Sehnenquerschnitts zu rekonstruieren. Wenn die Pathologie sich nach distal erstreckte, mussten beide Sehnen auch im Verlauf dargestellt werden, in welchem sie durch ein bindegewebiges Septum getrennt sind. Anschließend erfolgte die Reposition der Sehnen in ihr Lager, die Naht des Retinaculums und ein schichtweiser Wundverschluss mit abschließender Hautnaht.

1 Einleitung



Abb. 6: Präparation auf das Retinaculum und Fascia cruris unter Schonung der längsverlaufenden Gefäß- und Nervenverläufe.

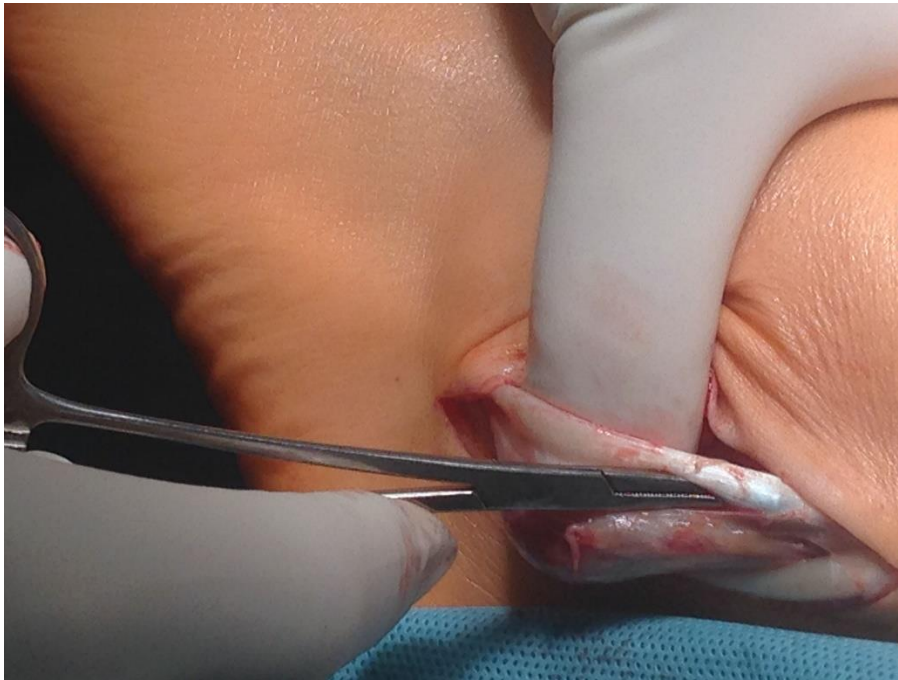


Abb. 7: Auftrennung der gemeinsamen Sehnenscheide

1 Einleitung

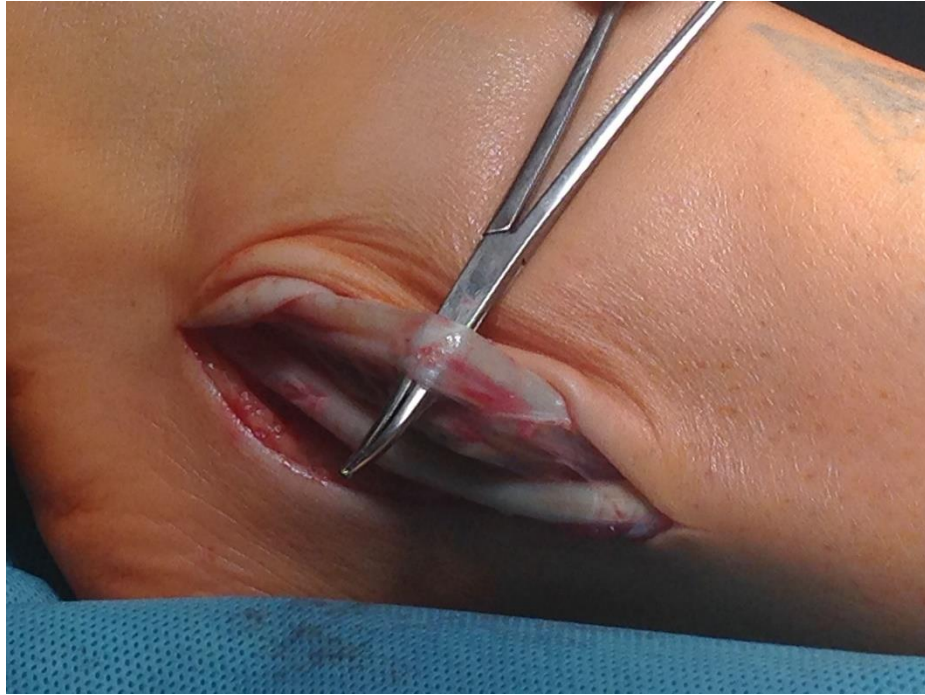


Abb. 8: Darstellung der Peroneus brevis-Sehne.



Abb. 9: Nach Exposition der Sehnen erfolgt die Prüfung, ob eine Längsruptur vorhanden ist.

1 Einleitung



Abb. 10: Debridement der Sehne und anschließende Naht der Sehne, um eine annähernd tubuläre Form des Sehnenquerschnitts zu rekonstruieren.

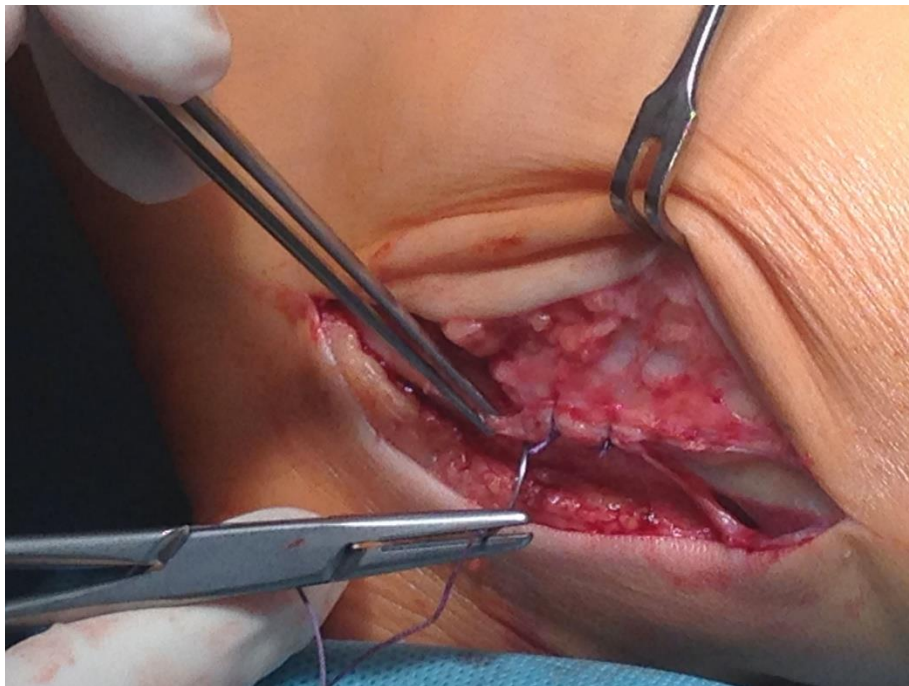


Abb. 11: Reposition der Sehnen in ihr Lager, Naht des Retinaculums.



Abb. 12: *Schichtweiser Wundverschluss und Hautnaht.*

2 Patienten und Methoden

2.1 Patientenkollektiv

2.1.1 Einschlusskriterien

Es musste eine Peronealsehnenlängsruptur vorgelegen haben. Die Patienten sollten nicht älter als 90 Jahre alt sein und keine Gehhilfe benötigen. Beide Geschlechter konnten in die Studie eingeschlossen werden.

Ein weiteres Kriterium für die Studienteilnahme war Verletzungsfreiheit des Bewegungsapparates der beiden unteren Extremitäten mit Ausnahme des operierten Sprunggelenks.

2.1.2 Ausschlusskriterien

Es durften zum Zeitpunkt der Untersuchung keine chronischen Schmerzen durch andere Erkrankungen bestanden haben, sowie andersartige Operationen am Fuß/ Sprunggelenk, die das Gangbild beeinträchtigen. Ebenfalls durften keine systemischen oder entzündlichen Erkrankungen am Bewegungsapparat oder neurologische Erkrankungen wie z.B. Lähmung der unteren Extremität, Wurzelreizung u.a., sowie keine angeborenen Missbildungen am Bewegungsapparat vorhanden sein. Ein mangelndes Sprachverständnis (z.B. bei Demenzerkrankten) führten zum Ausschluss, da eine ausreichende Mitarbeit nicht gewährleistet werden konnte.

Darüber hinaus waren Analgetika-, Opiat- oder Drogenabusus ein weiteres Ausschlusskriterium.

In der Orthopädischen Klinik der Universität Regensburg im Asklepios Klinikum in Bad Abbach, wurden in den Jahren 2012 bis 2015 21 Patienten an Peroneus brevis Sehnen-Splitläsion operiert.

Alle Eingriffe wurden durch den gleichen Operateur durchgeführt.

Die Patienten wurden unter Anwendung der oben erwähnten Ein- und Ausschlusskriterien in der Datenbank der Klinik identifiziert und schriftlich kontaktiert.

2 Patienten und Methoden

Nach ca. einer Woche wurde telefonisch Kontakt mit den Patienten aufgenommen, um zu klären, ob der Wunsch auf Teilnahme an der Studie vorhanden war und im positiven Fall einen Termin zu vereinbaren.

13 Patienten erklärten sich bereit an der Studie teilzunehmen.

Davon waren neun weiblich und vier männlich. Das Durchschnittsalter der Probanden lag bei 51 Jahren.

2.2 Kontrollgruppe

Eine Kontrollgruppe für diese Arbeit wurde nach Zufallskriterien ausgesucht. Hier wurde nur kontrolliert, dass die Personen in der Kontrollgruppe keinerlei Erkrankungen des Bewegungsapparates nachwiesen und vom Alter und BMI der Probandengruppe ähnelten.

2.3 Untersuchungsablauf

Die vollumfängliche Untersuchung aller Probanden wurde im Labor für Gang- und Bewegungsanalyse der Orthopädischen Klinik der Universität Regensburg in Bad Abbach durchgeführt. Im Vorfeld der Studie erfolgte das positive Votum der Ethikkommission der Universitätsklinik Regensburg.

Die Untersuchung bestand aus zwei standardisierten Fragebögen (AOFAS- und FAOS) (34,35), einem Anamnesegespräch, einer standardisierten Fußuntersuchung sowie aus der Untersuchung der posturalen Stabilität (Biodex) (15,36) und der Pedobarographie (17,37–40).

Durch Fragebögen, Anamneseerhebung und Fußuntersuchung wurde das subjektive und objektive Operationsergebnis ermittelt.

Das Ziel der Biodex-Untersuchung bestand darin, festzustellen, ob eine statistisch signifikante Differenz im OSI (Overall Stability Index) zwischen gesunder und

2 Patienten und Methoden

operierter Seite beider unteren Extremitäten des Probanden und auch im Vergleich zur Kontrollgruppe nachzuweisen ist.

Bei der pedobarographischen Untersuchung wurde die Bodenkontaktzeit, die Belastungsfläche sowie der Belastungsdruck (Berührungsdruck) analysiert.

Nach Aufklärung über den Untersuchungsablauf und Einholen der schriftlichen Einverständniserklärung wurden beide Fragebögen zur Ermittlung der beschriebenen Scores von den Patienten ausgefüllt. Danach wurde die Anamnese erhoben und der Patient zu seinem subjektiven Befinden befragt.

Im nächsten Schritt führten die Patienten die beiden Tests am Biodex Balance System durch.

Anschließend wurden klinisch das Gangbild, die Fußmorphologie und die Sensibilität untersucht mit anschließender Umfangsmessung beider unterer Extremitäten.

Danach wurde der zweite funktionelle Test durchgeführt. Es erfolgte die Pedobarographie mit Hilfe von FastSCAN®. Dieser Test ermöglicht die Messung der Fußdruckverteilung mit Hilfe von Sensoren, welche an der Fußsohle befestigt werden.

Qualitätssicherung

Zur Qualitätssicherung erfolgte die Durchführung des Testablaufs bei jedem der Patienten/Probanden in der gleichen standardisierten Art und Weise. Die Untersuchungen führte immer der gleiche Untersucher durch. Hierbei wurden die Probanden vor jedem Untersuchungsschritt über die Vorgehensweise aufgeklärt und beide Tests nach einem standardisierten Ablauf durchgeführt.

Befunderhebung

Um den gesundheitlichen Zustand des/der Patienten/-in besser bewerten zu können wurden ihm/ihr zwei Fragebögen zur Erhebung spezifischer Scores vorgelegt. Dabei wurde er/sie nicht nur zu Beschwerden im Fuß/Sprunggelenk befragt, sondern z.B. auch zu seiner/ihrer Lebensqualität und Freizeitaktivitäten.

2 Patienten und Methoden

Die verwendeten Scores werden in vielen wissenschaftlichen Untersuchungen als standardisierte Fragebogen eingesetzt. Je nach Zielsetzung der Untersuchung werden Fragen zu Symptomen, Leistungsfähigkeit, Funktion etc. gestellt. Die Antwortmöglichkeiten im FAOS-Score variieren von „keine“ bis „sehr stark“ oder von „niemals“ bis „immer“. Im AOFAS-Score werden die Antwortmöglichkeiten mit einem Punktesystem bewertet.

2.4 Methoden

2.4.1 Foot and Ankle Outcome Score (FAOS)

Der FAOS-Score wurde entwickelt, um die Beschwerden von Patienten und um die Ergebnisse operativer Verfahren im Bereich von Fuß und Sprunggelenk zu evaluieren. Viele Studien haben gezeigt, dass der FAOS-Score eine sehr gute Möglichkeit bietet die Fuß- /Sprunggelenksfunktionalität zu beurteilen (34,41–44).

„Der Foot and Ankle Outcome Score (FAOS) hat sich als valides und reliables Instrument zur Evaluation von Pathologien des Fußes und Sprunggelenkes herausgestellt. Zur Validierung der deutschen Version wurden 150 Patienten mit Beschwerden des Fußes und Sprunggelenkes in die Validierungsprozedur eingeschlossen. Hierbei zeigte sich eine ausgezeichnete Test-Re-test-Reliabilität und interne Konsistenz (Cronbachs α). (...) Die deutsche Version des FAOS hat sich als valides und reliables Instrument zur Evaluation von Fuß- und Sprunggelenkpathologien erwiesen. Der Einsatz des Fragebogens bei Durchführung von klinischen Studien des Fuß- und Sprunggelenkbereiches ist entsprechend zur besseren Vergleichbarkeit mit internationalen Ergebnissen zu empfehlen“ (34).

Der FAOS-Score umfasst Fragen zu Symptomen des Patienten, Aktivität des täglichen Lebens sowie Sport- und Freizeitverhalten und darüber hinaus zu einer eventuellen Beeinträchtigung der Lebensqualität. Manche Fragen, wie beispielsweise solche zur aktuellen Symptomatik beziehen sich auf die vorangegangene Woche. Andere Fragen, wie z.B. bezüglich der Lebensqualität, betreffen keinen definierten Zeitraum. Insgesamt sind 42 Fragen zu beantworten. Dabei bietet jede Frage fünf Antwortmöglichkeiten (35).

Jede Antwort wurde mit einer Punktzahl zwischen null und vier bewertet. Mehrfachantworten waren ebenfalls zulässig. In diesen Fällen wurde der Mittelwert berechnet. Bei der Auswertung wurden daraufhin die Punkte addiert und durch den maximal möglichen Punktwert dividiert (34). Die Formeln zur Berechnung stellt der Entwickler des Scores zur Verfügung (<http://www.koos.nu>) (35). Ein Score-Wert von 100 bedeutet, dass der/die Patient/-in gar keine Symptome angibt, ein Wert von 0 (Null) bedeutet dementsprechend die maximal abbildbare Stärke von Symptomen.

2.4.2 American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) Score

Der AOFAS-Score wird häufig in Studien zur Validierung von Fußverletzungen verwendet (45–51). Der Score wurde 1994 von der American Orthopaedic Foot and Ankle Society veröffentlicht und ermöglicht eine Beurteilung der klinischen Ergebnisse von Sprunggelenks- und Fußoperationen (52). Im Jahre 2013 haben Hunt et al. (53) eine Studie veröffentlicht, in welcher sie die gebräuchlichsten Tests zur Bewertung von Fuß- und Sprunggelenk ermittelten. Die Studie erfasste einen Zeitraum von zehn Jahren (2002 bis 2011). Sie berichteten, dass von insgesamt 139 klinischen Untersuchungen/Scores, bei 55,9% der Studien der AOFAS-Score verwendet wurde. Es folgten die Visuelle Analogskala (VAS) für Schmerzen mit 22,9% und der Short Form-36 (SF-36) Health Survey mit 13,7% neben anderen weniger gebräuchlichen Scores.

Malviya et al. (54) untersuchten in ihrer Studie die Validität des AOFAS-Scores. Nach Abschluss ihrer Untersuchung empfahlen sie den AOFAS-Score zusammen mit dem QUALY-Score zu verwenden, um die Ergebnisse genauer bewerten zu können (54), da der AOFAS-Score nur eine eingeschränkte Validität bietet. Trotz seiner häufigen Anwendung weist der AOFAS-Score Einschränkungen und Schwächen auf, die man der Interpretation der erhobenen Befunde berücksichtigen muss (55).

In den AOFAS-Score fließen sowohl die subjektiven Angaben des Patienten als auch die klinische Untersuchung ein. Der Score beinhaltet hierzu neun Fragen aus den Bereichen „Schmerz“, „Funktion“, „Gehstrecke“, „Gehen auf Oberfläche“, „Gangabnormalität“, „Sagittale Bewegung“, „Rückfußbewegung“, „Gelenk-Rückfuß-Stabilität“ und „Achse des USG“. Zu jeder Einzelfrage gibt es mehrere Antwortmöglichkeiten. Jede Antwort wird mit einer bestimmten Punktzahl bewertet und anschließend zum Gesamtwert addiert. Der maximal erreichbare Punktwert liegt bei 100. Liegt das Gesamtergebnis bei einem Wert von 100, so bedeutet dies, dass der Patient in diesem Bereich keinerlei Einschränkungen hat. Ein Wert von Null entspricht also der schlechtesten abbildbaren Funktion des untersuchten Fußes.

2.4.3 Anamnese und standardisierte klinische Fußuntersuchung

Zu Beginn der Untersuchung wurden bei allen Patienten Körpergröße und -gewicht bestimmt. Hieraus wurde der Body-Mass-Index (BMI) als Quotient aus Gewicht und Körpergröße im Quadrat (kg/m^2) bestimmt.

	Kategorie	BMI (kg/m^2)	Körpergewicht
	starkes Untergewicht	$< 16,00$	Untergewicht
	mäßiges Untergewicht	$16,0 - < 17$	
	leichtes Untergewicht	$17,0 - < 18,5$	
	Normalgewicht	$18,5 - < 25$	Normalgewicht
	Präadipositas	$25,0 - < 30$	Übergewicht
	Adipositas Grad I	$30,0 - < 35$	Adipositas
	Adipositas Grad II	$35,0 - < 40$	
	Adipositas Grad III	$\geq 40,0$	

Tab. 1: Gewichtsklassifikation bei Erwachsenen anhand des BMI (nach WHO, Stand 2008) (56).

$$BMI = \text{Körpergewicht} / \text{Körpergröße}^2$$

Die Klassifikation erfolgte entsprechend der WHO-Einteilung (57).

2 Patienten und Methoden

Anthropometrische Daten Probanden:

Patienten-Nr.	Patienten-Alter	Patienten-Geschlecht	Patienten-Gewicht in (kg)	Patienten-Körpergröße in (m)	BMI in (kg/m ²)
1	58	W	90	1,66	32,7
2	19	W	54	1,57	21,9
3	54	W	72	1,68	25,5
4	55	M	72	1,72	24,3
5	52	W	65	1,63	24,5
6	61	W	57	1,52	24,7
7	60	W	90	1,7	31,1
8	55	W	65	1,68	23
9	44	W	68	1,68	24
10	45	W	74	1,81	22,6
11	46	M	103	1,87	29,5
12	56	M	109	1,89	30,5
13	61	M	125	1,78	39,5

Tab. 2: Anthropometrische Daten/BMI-Berechnung, Patienten.

Kontrollgruppe	Alter	Geschlecht	Gewicht in (kg)	Körpergröße in (m)	BMI in (kg/m ²)
X1	52	m	110	1,87	31,5
X2	43	w	74	1,72	25
X3	40	m	94	1,76	30,3
X4	37	w	63	1,76	20,3
X5	53	m	65	1,7	22,5
X6	40	m	97	1,83	29
X7	39	m	85	1,88	24
X8	53	w	70	1,68	24,8
X9	53	m	93	1,84	27,5
X10	49	m	93	1,87	26,6
X11	49	w	60	1,69	21
X12	57	w	70	1,77	22,3
X13	57	w	74	1,78	23,4

Tab. 3: Anthropometrische Daten/BMI-Berechnung, Kontrollgruppe.

2 Patienten und Methoden

Probanden BMI in (kg/m ²)	32,7	21,9	25,5	24,3	24,5	24,7	31,1	23	24	22,6	29,5	30,5	39,5
Kontrollgruppe BMI in (kg/m ²)	31,5	25	30,3	20,3	22,5	29	24	24,8	27,5	26,6	21	22,3	23,4

Tab. 4: BMI-Vergleich Probandengruppe gegenüber Kontrollgruppe.

Die Kontrollgruppe wurde so gewählt, dass sie der Patientengruppe hinsichtlich Alter und BMI ähnlich war.

Der Unterschied des BMIs zwischen beiden Gruppen ergab einen **p-Wert von 0,362** und war somit nicht statistisch signifikant.

	Σ	MW	SD	p-Wert
Probanden BMI in (kg/m ²)	353,8	27,2	4,92	0,362
Kontrollgruppe BMI in (kg/m ²)	328,2	25,2	3,39	

Tabelle 5: BMI-Vergleich: Summe, Mittelwert, Standardabweichung, p-Wert.

In der Anamneseerhebung wurden die Patienten detailliert zu ihrer Verletzung befragt. Zum einen zum Verletzungsmechanismus, zum anderen aber auch, ob es bereits vor der Verletzung Beschwerden gab und ob die Patienten Schmerzmedikamente aktuell einnehmen. Außerdem wurden die Patienten zu ihrem subjektiven Befinden und zu Vorerkrankungen und Schmerzen befragt. Auch zu ihrer Zufriedenheit in Bezug auf das OP-Ergebnis wurden die Patienten befragt.

Nach dem Ausfüllen der Fragebögen zu Erhebung beider oben genannter Scores sowie der Anamneseerhebung folgte die Biodex-Untersuchung gefolgt von der standardisierten klinische Fußuntersuchung.

Zu Beginn der Untersuchung wurde das Gangbild begutachtet. Dafür mussten die Patienten eine Strecke von ca. 10 m auf einer Geraden ohne Steigung gehen. Das Gangbild wurde auf das Vorliegen von Auffälligkeiten geprüft. Danach wurden die Füße, zunächst im Stand, danach unbelastet in Rückenlage inspiziert. Es wurden sowohl das Längs- und Quergewölbe als auch die Stellung der Rückfußachse sowie Vorfußveränderungen analysiert.

2 Patienten und Methoden

Beim liegenden Patienten wurden die Fußsohlen auf Schwielen, Verhornung und Hyperkeratosen als Zeichen einer erhöhten Druckbelastung untersucht.

Um die periphere Durchblutung zu prüfen wurden die A. dorsalis pedis und die A. tibialis posterior palpiert (um z.B. das Vorliegen einer pAVK auszuschließen). Weiterhin wurde die Sensibilität beider Füße im Seitenvergleich geprüft. Insbesondere wurde auf Rötungen, Schwellungen und Ergüsse geachtet. Auch die postoperativen Narbenverhältnisse wurden inspiziert.

Die Stabilität des Bandapparats des Sprunggelenks wurde im Seitenvergleich mittels lateraler und medialer Aufklappbarkeit sowie mittels des Schubladen-Tests (Talusvorschub) überprüft.

Die Beweglichkeit der Sprunggelenke beider Füße wurde mittels Neutral-Null-Methode erhoben (58–60).

Um Muskelatrophien (z.B. verringerte Belastung im Rahmen eines Schongangs) zu detektieren, wurden die Umfänge beider Beine im Seitenvergleich an definierten Punkten (s. Standardfußuntersuchungsblatt) gemessen.

Abschließend wurde die Beinlänge gemessen, da auch eine unterschiedliche Beinlänge einer der Gründe für ein verändertes Gangbild sein kann.

2.4.4 Biodex Balance System

2.4.4.1 Technische Daten und Funktion

Um die Propriozeption zu quantifizieren, gibt es verschiedene in der Literatur beschriebene Messmethoden. Ein standardisiertes Vorgehen gibt es bisher nicht. Carter et al. versuchten im Jahre 1997 (61) die Propriozeption mithilfe der Fähigkeit der Patienten einen vorgegebenen Gelenkwinkel zu reproduzieren messbar zu machen. Jerosch et al. (62) führten im Jahre 1998 einen Balance-Test mit einer Kistler-Kraftplatte durch. Sie konnten jedoch keine Korrelation zwischen propriozeptiver Funktion und Parametern für die Gelenkstabilität dokumentieren.

Durch die Tiefensensibilität bzw. Propriozeption erkennt unser Körper die Stellung der Gelenke im Raum und passt sie an. Durch diese physiologische Funktion des Körpers

2 Patienten und Methoden

ist es uns möglich unsere Haltungsstabilität (posturale Stabilität) zu bewahren. Bei einer Schädigung der Propriozeption reagiert unser Körper mit Störungen in der Haltungsstabilität. Eine solche Störung der posturalen Stabilität kann mit Hilfe des Biodex Balance Systems gemessen werden.

Beim Durchführen der Messungen und den daraus resultierten Ergebnissen sollte sich der Untersucher im Klaren sein, dass das Biodex Balance-Untersuchung die Endergebnisse einer komplexen körperlichen Leistung erfassen und nicht die selektive Bestimmung der Propriozeption. Da bei jeder Bewegung nicht nur die afferenten Schenkel (die eigentliche Propriozeption) sondern auch die efferenten Schenkel beteiligt sind. Man spricht von einem sensomotorischen System. Auch andere Systeme sind bei diesen Messungen beteiligt z.B. visuelles und vestibuläres System. Somit ist eine sinnvolle Durchführung eines solchen Tests nur möglich, wenn diese Systeme intakt sind.

Eine schlechte Leistung auf dem Biodex Balance kann einerseits durch mangelnde/gestörte propriozeptive Fähigkeit bedingt sein, andererseits aber auch durch andere neurologische oder orthopädische Störungen bedingt sein. Aus diesem Grund wurden die zuvor beschriebenen Ein- und Ausschlusskriterien festgelegt.

Ein weiterer Punkt, der bei der Erhebung von Daten mittels Biodex Balance System berücksichtigt werden muss, ist das Gewicht der Patienten und der Kontrollgruppe. Nach Greve et al. (63) besteht eine starke Korrelation zwischen der Höhe der gemessenen Indizes und der Höhe des BMIs der Probanden. Dementsprechend haben die Personen mit einem höherem BMI größere Schwierigkeiten bei der Durchführung der Untersuchung. Aus diesem Grund wurde in dieser Studie bei der Rekrutierung der Kontrollgruppe darauf geachtet, dass die Kontrollgruppe in Bezug auf den BMI der Patientengruppe möglichst ähnelt.

Des Weiteren ist bei der Interpretation der Biodex Balance-Ergebnisse daran zu denken, dass verschiedene Personen verschiedene Ausgangsvoraussetzungen mitbringen. Einige der Untersuchten haben zum Untersuchungszeitpunkt regelmäßig Sport getrieben, anderen nicht. Die aktiveren Probanden haben bei den Messungen bessere Ergebnisse erzielt.

Das Biodex Balance System ermöglicht die Untersuchung der posturalen Stabilität /Kontrolle (Haltungsstabilität), der Propriozeption, des Gleichgewichtssinns und der neuromuskulären Kontrolle (64),(65),(15),(12). Diese Messungen können sowohl

2 Patienten und Methoden

statisch als auch dynamisch durchgeführt werden. Hierzu stehen vier verschiedene Testprotokolle und fünf unterschiedliche Trainingsmodalitäten zur Verfügung.

Im statischen Testverfahren wird der Grad der Verschiebung des Körperschwerpunktes über der Unterstützungsfläche gemessen.

In den dynamischen Testmodi wird die posturale Stabilität und das Gleichgewicht auf einer mobilen Plattform gemessen, welche eine Bewegung von 5^0 bis zu 20^0 von der horizontalen Ausgangsposition ausgehend in alle Richtungen erlaubt.

Der Patient steht während der Untersuchung im Zentrum der Fußplattform. Über ein Eingabefeld kann man die Schwierigkeitsstufen von 1 bis 12 einstellen. Je kleiner die Zahl, desto mobiler die Plattform, d.h. in der Stufe 12 ist die Plattform verriegelt und für statische Messungen geeignet.

Auf dem Display erscheint ein Bild in Form einer Zielscheibe. Als Referenzpunkt für ihren Körperschwerpunkt sehen die Probanden einen schwarzen Punkt (Cursor), welcher sich auf dieser Zielscheibe befindet. Zu Beginn der Untersuchung positioniert sich der Patient mit Hilfestellung des Untersuchers so, dass sich der Körperschwerpunkt genau in der Mitte befindet.

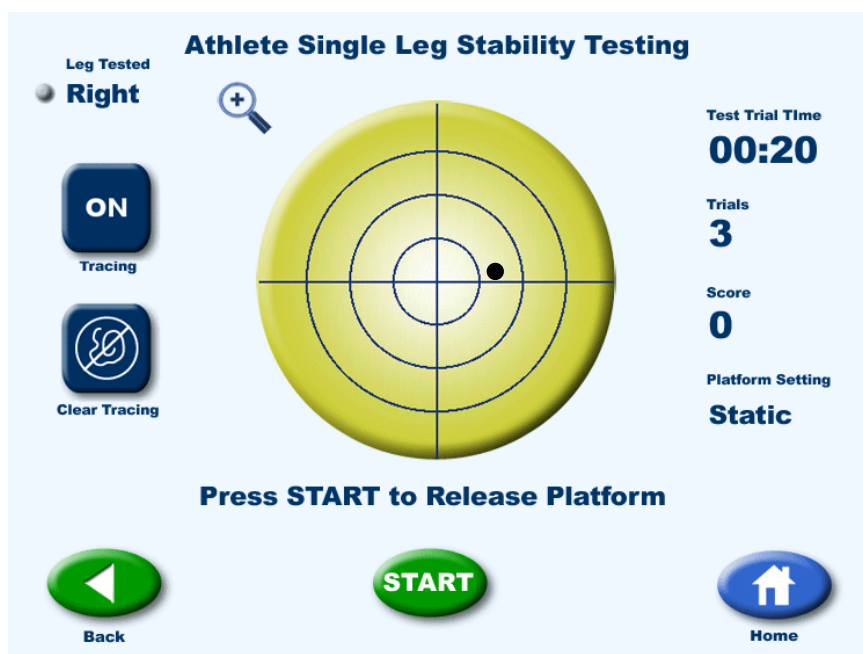


Abb. 13: Display Biodex Balance System (66).

2 Patienten und Methoden

Die Aufgabe des Probanden ist es den Cursor im Zentrum der Zielscheibe zu halten. Bei Abweichungen des Cursors von der Mitte ist es die Aufgabe des Patienten, diesen wieder in der Mitte durch Gewichtsverlagerung zu rezentrieren. Dazu durfte weder der Fuß bewegt noch ein Einsatz der Arme durchgeführt werden.

Eine Abweichung des Cursors vom Zentrum der Zielscheibe ist gleich der Abweichung der Plattform von der Horizontale. Die Probanden werden sodann instruiert den Neigungswinkel der Plattform durch Balancieren wieder in die Horizontale zu bringen. Die Position der Plattform wird über einen bestimmten Zeitraum gemessen und analysiert. Die Abweichungen der Plattform von der Horizontalen werden hierbei vom Messgerät als Defizite im Bereich der posturalen Stabilität aufgefasst. Zum Schluss des Tests wird der Punktwert angezeigt, welcher diesen Abweichungen vom Mittelpunkt der Plattform entspricht. Je niedriger also der Punktwert, desto besser konnte das Gleichgewicht im Mittelpunkt gehalten werden. Hohe Punktzahlen zeigen große Abweichungen vom Zielbereich und spiegeln Defizite in der neuromuskulären Kontrolle des Gleichgewichtes wieder (12).

Der Gesamt-Stabilitätsindex (OSI) bewertet jede Abweichung der Plattform aus der waagerechten Position (12,15) und gibt die generelle Gleichgewichtsfähigkeit des Probanden an (15). Dabei lässt der OSI auf Probleme des Probanden beim Kontrollieren seines Gleichgewichts schließen und erlaubt die Unterscheidung zwischen rechtem und linkem Bein (siehe Anhang 6.6. Beispielprotokoll Biodex Balance System).

Somit lässt sich die posturale Stabilität des Probanden messen bzw. die Schwäche/Stärke der neuromuskulären Kontrolle, die sehr eng mit propriozeptiven Fähigkeit des Patienten oder Probanden korreliert (15). Die gewonnenen Werte werden mit altersspezifischen Referenzwerten verglichen und je nach Größe der Abweichung, lässt sich die Störung des Gleichgewichts quantifizieren.

Dieser Gesamt-Stabilitätsindex (Overall Stability Index (OSI)) setzt sich aus dem Anterior-/Posterior-Index (A/P) und dem Medial/Lateral-Index (M/L) zusammen.

$$(DI)^2 = \sqrt{\frac{\sum(0 - X)^2 + \sum(0 - Y)^2}{\text{numbers of samples}}} \quad (DI) = \sqrt{(DI)^2}$$

Der A/P-Index gibt die Bewegungen der Fußplattform in der Sagittalebene an. Schlechte Ergebnisse zeigen ungenügende neuromuskuläre Kontrolle des Quadriceps und der ischiocruralen Muskulatur sowie eine Schwäche der Unterschenkelmuskulatur im anterioren/posterioren Kompartiment an.

Der M/L-Index repräsentiert die Bewegung der Fußplattform in der Frontalebene. Hierbei wird die neuromuskuläre Schwäche der Muskulatur, die für Inversion und Eversion des Fußes verantwortlich ist, sowie für die Supination (M. triceps surae und Mm. tibiales posterior et anterior, M. flexor hallucis longus/flexor digitorum longus) und Pronation (Mm. peronei longus et brevis) angezeigt.

2.4.4.2 Messvorgehen

Zunächst wurden die Patienten aufgefordert sich barfuß und mittig auf die o.g. Fußplattform zu stellen. Danach wurde der Monitor auf die Augenhöhe der Patienten angepasst. Der Testvorgang wurde in drei Schritten vorgenommen.

Zur Eingewöhnung standen die Patienten beidbeinig auf der Fußplattform und hielten sich mit beiden Händen an den Haltegriffen fest. Nachdem das Gerät auf Stufe acht eingestellt wurde, wurden die Patienten aufgefordert die Handgriffe loszulassen und den Cursor in die Mitte der Zielscheibe zu bewegen und ihn dort zu halten. In dieser Eingewöhnungsphase wurden noch keine Messungen durchgeführt und die Patienten durften ihre Fußstellung noch verändern, um die beste Position für den später folgenden Test zu finden.

Nach dem die optimalste Fußposition gefunden wurde, wurde der eigentliche Test mit denselben Einstellungen durchgeführt und die Ergebnisse gespeichert. Dabei durften keine Veränderungen in der Fußposition mehr vorgenommen werden. Es erfolgten 3 x 20 Sekunden Messungen. Zwischen den drei Versuchen durften die Patienten jeweils 10 s Pause machen.



Abb. 14: Patient bei der Messung auf dem Biodex Balance System, beidbeinig.

Als letzten Schritt, wurden die Messungen auch einbeinig durchgeführt. Dies erfolgte zuerst am nicht operierten und anschließend am operierten Bein. Das jeweils andere Bein musste angewinkelt werden, wobei zwischen ihm und dem Standbein kein Kontakt bestehen durfte. Die Geräteeinstellungen wurden ebenfalls abgewandelt: Es wurden drei Durchgänge jeweils 10 Sekunden auf Stufe 11 mit jeweils 15 Sekunden Pause dazwischen durchgeführt. Die Fußposition des getesteten Fußes durfte in den Pausen nicht verändert werden. Der andere Fuß durfte in der Pausenzeit kurz abgestellt werden. Die Messergebnisse wurden wieder gespeichert und zur Auswertung ausgedruckt.

2 Patienten und Methoden



Abb. 15: Messungen auf dem Biodex Balance System, einbeinig.

Bei jedem der drei Schritte, hielt sich stets eine Betreuungsperson neben dem Patienten auf, um ihn zu sichern und anzuleiten.

2.4.5 Pedobarographie

2.4.5.1 Grundlagen

Die dynamische Fußuntersuchung mittels Pedobarographie hat sich in den letzten Jahren als diagnostische Methode etabliert. Durch die ständige Weiterentwicklung der Technik hat diese Untersuchung an Bedeutung insbesondere bei der Diagnostik von Fußverletzungen gewonnen. In vielen Studien wurde die Pedobarographie als eine gut reproduzierbare Messmethode kategorisiert (66, 67). Besonders bei orthopädischen und unfallchirurgischen Patienten ist diese Untersuchung ein sehr gutes Verfahren, um Therapieerfolge nach Operationen der unteren Extremität zu quantifizieren (67), (68).

Die Pedobarographie ermöglicht die Messung der Fußdruckverteilung während des Gehens oder Stehens. Angewendet wird die Pedobarographie z.B. zum Erkennen von ulcusgefährdeten Bereichen, zur Objektivierung von pathologischen Gangbildern, zur Überprüfung von diabetischen und anderen neuropathisch bedingten Fußerkrankungen sowie zur Überwachung und Dokumentation degenerativer Fußstörungen (17,39).

Schmidt et al. (69) legen dar, dass die Pedobarographie eine dynamische Ganganalyse, die Quantifizierung der Gangasymmetrie und der klinisch nicht sichtbaren Gangstörung und dadurch eine postoperative Qualitätssicherung ermöglicht. In ihrer Case-Control-Studie wurden die Bodenkontaktzeit, Belastungsfläche und der Belastungsdruck einer operierten unteren Extremität mit den Werten der gesunden, nicht-operierten Seite verglichen sowie mit der Kontrollgruppe.

Der Gang des Menschen ist eine sich immer wieder wiederholende Bewegung, die aus zwei Phasen besteht: der Standphase und der Schwungphase. Ein Gangzyklus bei einem gesunden Menschen wird durch den Fersenkontakt eingeleitet. Dieser Fersenkontakt wird als Nullpunkt des Gangzyklus bezeichnet (70). Danach verlagert sich das Gewicht auf den Mittelfuß und anschließend auf den Vorfuß. In der Pedobarographie wird der Nullpunkt durch Sensoren an der Ferse erkannt und

2 Patienten und Methoden

aufgezeichnet. Beim Abstoßen des Fußes vom Boden entsteht im Bereich des Vorfußes das Druckmaximum. Dieses zeigt sich als die Kurvenspitze im Diagramm. Durch die Möglichkeit dynamischer Messungen in der Pedobarographie, kann man die Druck- und Kraftverteilung an der Fußsohle beim Gangzyklus darstellen.

Die Höhe des Drucks ist dabei abhängig vom Körpergewicht und von der Kontaktfläche der plantaren Fußseite. Deswegen muss vor jeder Messung das Programm auf das jeweilige Gewicht des Patienten/Probanden kalibriert werden.

Der Nachteil der Pedobarographie ist, dass sie nur vertikal einwirkende Kräfte misst (71). Beim Gehen sind allerdings auch horizontal einwirkende Kräfte (sog. Scherkräfte) vorhanden, welche durch den schräg aufgesetzten Fuß wirken (72). Diese Kräfte sind von besonderer klinischer Bedeutung bei Patienten mit Ulcusbildung, da die Gewebeschädigung durch senkrecht einwirkende Kraft durch Scherkräfte nochmals verstärkt wird (73). Ebenso haben sie eine besondere Bedeutung bei Sportlern (74), wie z.B. Tennis- oder Volleyballspielern, da bei diesen Sportarten Seitwärtsbewegungen genauso im Vordergrund stehen wie Vor- und Rückwärtsbewegungen.

Weitere Nachteile sind die Temperaturempfindlichkeit der Sensoren ab 30 Grad Celsius, sowie veränderte Sensoreigenschaften nach Mehrfachnutzung (100). Diese Nachteile können minimiert werden, indem man vor der Untersuchung eine individuelle Kalibrierung für jeden Patienten durchführt (100).

Verschiedene Publikationen (75–77) haben gezeigt, dass durch eine unterschiedliche Ganggeschwindigkeit Unterschiede in den gemessenen Druckverteilungs-Messwerten zu verzeichnen sind. Durch die Erhöhung der Geschwindigkeit misst man höhere Plantardrücke und eine kürzere Bodenkontaktzeit. Dies war ein wichtiger Hinweis für die Untersuchungen unserer Patienten. Bei unseren Untersuchungen mussten die Patienten mit für sie gewohnter Geschwindigkeit gehen.

Die Pedobarographie wurde mit dem FastSCAN®-System der Firma Tekscan Inc. (Boston, MA, USA) durchgeführt. Viele Autoren berichten über die hohe Genauigkeit dieses Systems (38,40).

Die Messungen werden mittels hauchdünnen $<0,2\text{mm}$ Sensorfolien durchgeführt, welche mittels einer Socke an der plantaren Seite beider Füße befestigt werden. Diese Folien verfügen über die ganze Fläche verteilt über vier Sensoren/cm². Das heißt, dass

2 Patienten und Methoden

jede Folie maximal 960 Sensoren pro Fuß enthält. Da die Folien, die Form einer Schuhsohle haben, kann man sie auf die Größe des jeweiligen Fußes zuschneiden.

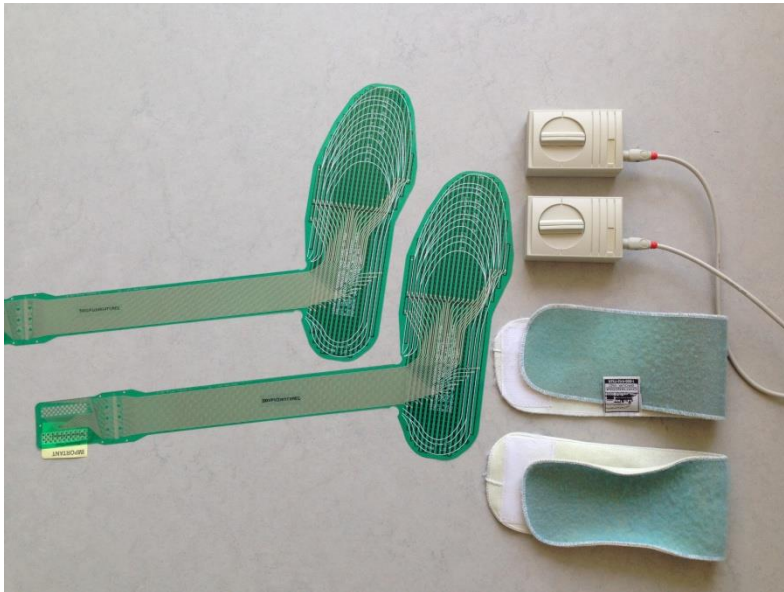


Abb. 16: Zuschneidbare Sensorfolien und Datenabnehmer mit Datenübertragungskabel.

Durch den weichen Untergrund wurde eine geringere Messabweichungen zwischen einzelnen Sensoren erreicht. Außerdem wurde schon vor dem Test geprüft ob die Folien noch intakt sind und vollständige Bilder im System anzeigen, da es nach Mehrfachnutzung zur Abnutzung der Sensoren kommen kann.

Das Messprinzip beruht auf elektrischem Strom, dessen Stärke vom Druck des Fußes auf die Sensoren abhängt. Je höher der Druck, desto größer die Berührungsfläche des Sensors. Die Leitfähigkeit der Tinte im Sensor steigt linear zu Druckerhöhung. Durch den geringeren elektrischen Widerstand des Sensors steigt der Strom, der durch den Sensor fließt. Durch die Messung der Stromstärke kann man den Druck zu jedem beliebigen Zeitpunkt berechnen. Alle Messwerte werden mit Hilfe einer Übertragungseinheit an den Computer übertragen und können dort zwei- oder dreidimensional dargestellt werden. Durch eine Farbdarstellung kann man zusätzlich die Druckintensität graphisch darstellen.

2 Patienten und Methoden

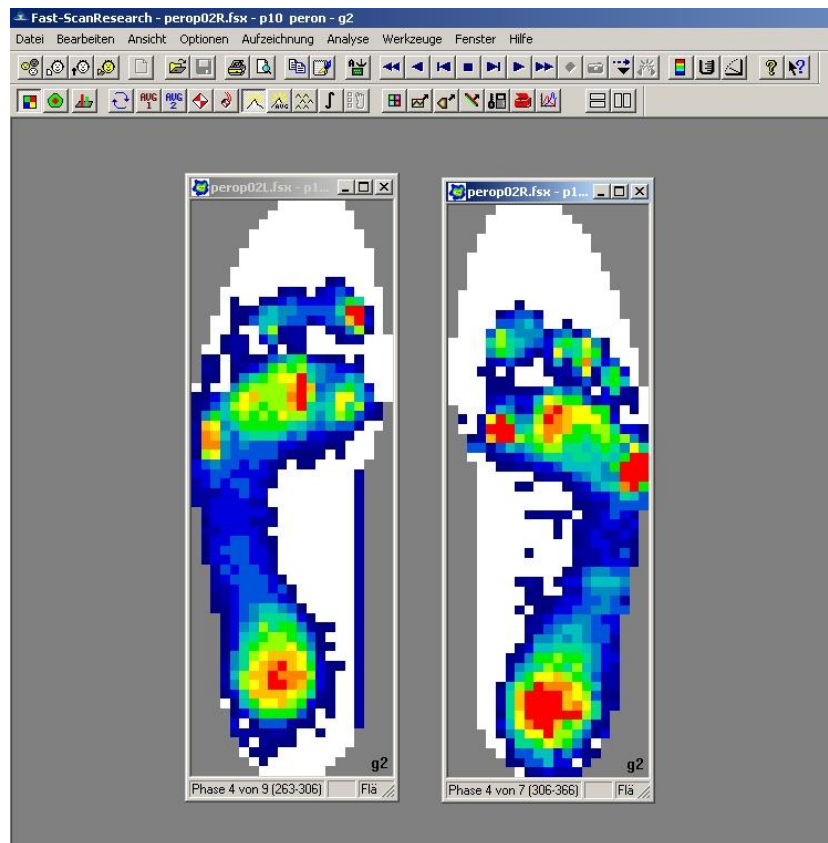


Abb. 17: Farbliche Darstellung der Druckintensität (rot - starker Druck, dunkelblau - wenig Druck).

Des Weiteren kann man mit Hilfe der Software auch bestimmte Regionen des Fußes isoliert analysieren und vergleichen. Dafür wird der Fußabdruck in Boxen eingeteilt z.B. Vorfuß und Rückfuß (s. Abb.18). Die Gangparameter sind hierbei ebenfalls graphisch darstellbar.

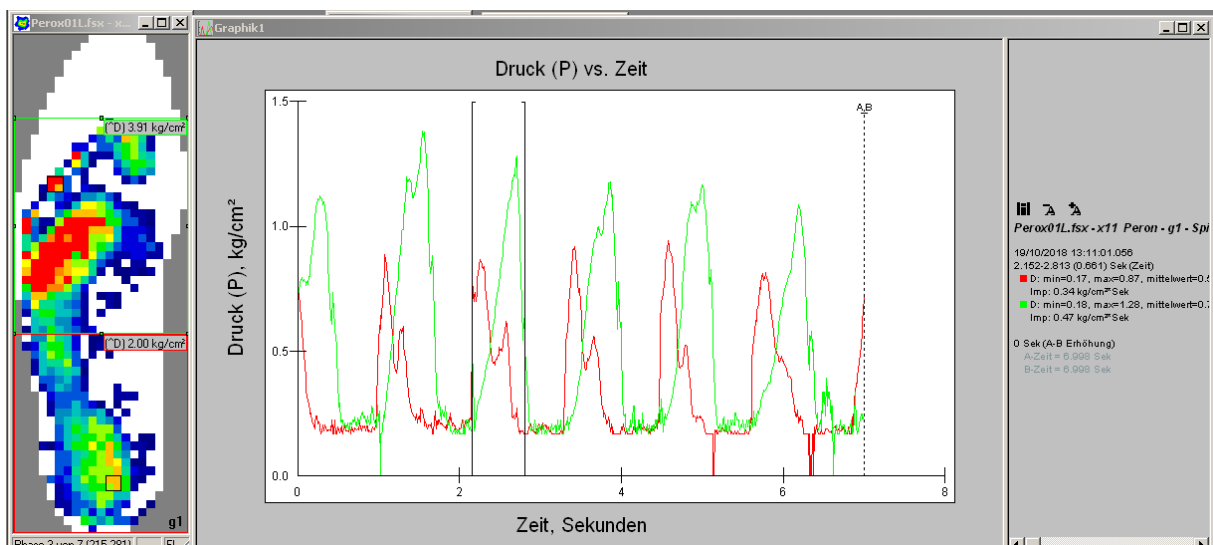


Abb. 18: Einteilung des Fußes in Boxen Vorfuß (grün) und Rückfuß (rot).

2.4.5.2 Messungen

Die auf die Fußgröße des Patienten zugeschnittenen Sensorfolien wurden mit Hilfe von Socken am Patienten fixiert. Anschließend wurden die Übertragungseinheiten am Unterschenkel befestigt und mit den Sensorfolien verbunden. Die Datenübertragungskabel wurden mittels Bauchgurt am Rücken der Patienten befestigt, so, dass sie sich frei bewegen konnten. Von dort wurden die Kabel mit dem Computer verbunden.

Die Kalibrierung der Messeinheit erfolgte, gemäß den Herstellervorgaben und für jeden Patienten individuell und auf dessen Körpergewicht bezogen.



Abb. 19: Zugeschnittene Sensorfolien mit am Unterschenkel befestigten Datenabnehmern.

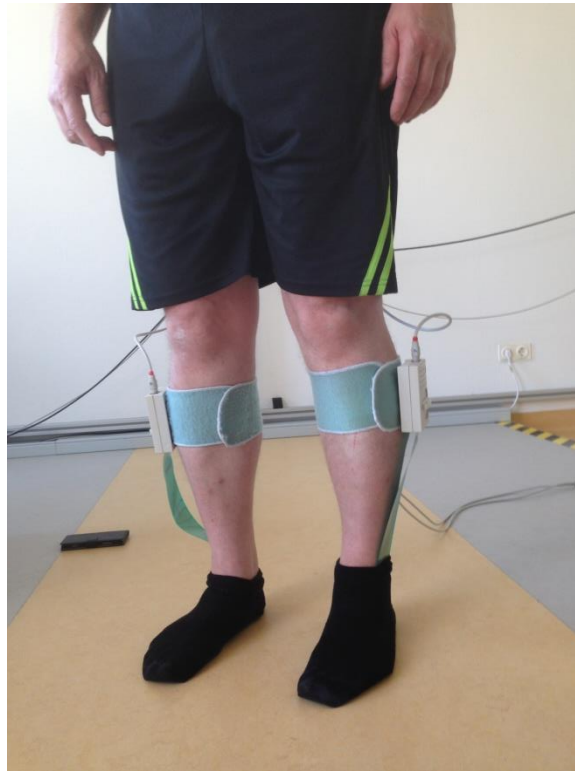


Abb. 20: Patient mit fixierten Sensorfolien und Datenabnehmern.

Die Patienten wurden aufgefordert sich gerade hinzustellen und auf Kommando loszugehen. Dies sollte in natürlicher Gangweise und mit der für sie gewohnten Geschwindigkeit erfolgen. Der Gang erfolgte über eine Strecke von ca. 10 m und wurde drei Mal wiederholt. Alle erhobenen Daten wurden zeitgleich mittels der Sensoren sowie der begleitenden Software aufgezeichnet.

3 Ergebnisse

Zur Analyse und Aufarbeitung aller ermittelten Daten wurde das Statistikprogramm SPSS (IBM SPSS Statistics 25-Version) verwendet. Um die Ergebnisse darzustellen wurden unterschiedliche Diagramme und Tabellen mittels Microsoft Office Word 2016 erstellt.

Aufgrund der Eigenschaften der in dieser Studie erhobenen Daten wurden zur Berechnung nicht parametrischen Test zum Vergleich der Mittelwerte verwendet.

Die vorliegenden Variablen sind nicht normalverteilt und die vorliegende Fallzahl (beiden Stichproben mit jeweils $n=13$ sehr klein) ist zu gering für die Anwendung üblicher parametrischer Tests.

Der Vorteil von nicht parametrischen Tests ist, dass sie keine Normalverteilung der analysierten Stichproben vorliegen muss. Somit liefern diese Berechnungen bei nicht hinreichend normalverteilten Stichproben genauere Ergebnisse als parametrische Verfahren, wie z.B. der T-Test.

In dieser Studie kam zur Berechnung der Signifikanz der ermittelten Daten der Mann-Whitney-U-Test (MWU-Test) zum Einsatz. Zwei Mittelwerte von zwei unabhängigen Stichproben wurden dabei ab einem $p\text{-Wert} \leq 0,01$ als signifikant unterschiedlich betrachtet.

3 Ergebnisse

3.1 AOFAS-Score

Der American Orthopaedic Foot and Ankle Society Score wurde bei der Untersuchung an 13 Patienten erhoben. Die individuellen Ergebnisse dieses Scores zeigt die folgende Tabelle:

Fragen	Schmerz	Fnk. Einschr	Gehst recke	Gehen auf Oberfl.	Gangab normal.	Sagittale Bew.	Inversion/ Eversion	Ge- Stabilität	Hinterfuß- Achse
Patienten									
1	20	4	5	3	8	8	6	8	5
2	20	7	5	3	8	8	6	8	10
3	30	7	5	5	8	8	6	8	10
4	20	7	5	3	8	8	6	8	10
5	20	10	5	3	4	8	6	8	10
6	30	7	5	5	8	4	6	8	10
7	30	7	5	5	8	8	6	8	10
8	30	10	5	3	8	8	6	8	10
9	30	0	5	3	0	0	0	8	5
10	20	7	5	3	4	8	6	8	10
11	30	10	5	5	8	8	6	8	10
12	40	10	5	5	8	8	6	8	10
13	30	10	5	5	8	8	6	8	10
gesamt	350	96	65	51	88	92	72	104	120
MW	26,9	7,38	5	3,92	6,77	7,08	5,54	8	9,23
SD	6,3	2,6	0	1,04	2,52	2,40	1,66	0	1,88
Median	30	7	5	3	8	8	6	8	10

Tab. 6: AOFAS-Score individuelle Ergebnisse.

Das arithmetische Mittel der Gesamtpunktzahl beträgt 79,84 (SD 12,74) von 100 möglichen Punkten.

Die Mittelwerte in den einzelnen Bereichen beziehen sich auf die Kategorien: Schmerz 26,9 (SD 6,3), Funktion 7,38 (SD 2,6), Gehstrecke 5,0 (SD 0,00), Gehen auf Oberfläche 3,92 (SD 1,04), Gangabnormalität 6,77 (SD 2,52), Sagittale Bewegung 7,08 (SD 2,4), Rückfußbewegung 5,54 (SD 1,67), Gelenk-Rückfuß-Stabilität 8,0 (SD 0,00) und Achse 9,23 (SD 1,88).

Für einen besseren Überblick sind die individuellen Gesamtergebnisse in einem Diagramm zusammengefasst:

3 Ergebnisse

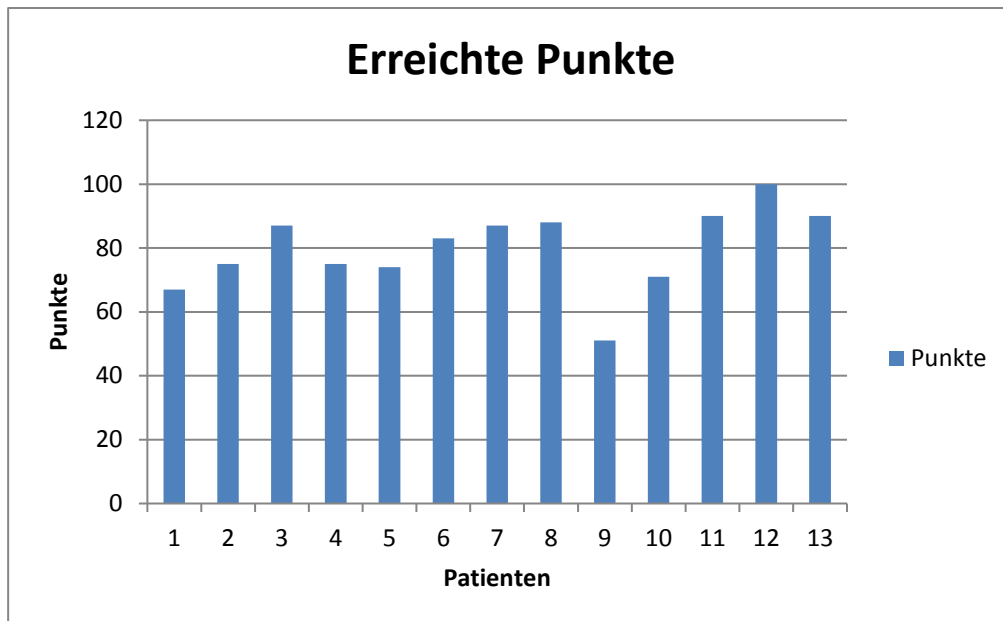


Diagramm 1: Individuelle Verteilung des AOFAS-Scores.

Die erreichbaren Mittelwerte im Vergleich zu den in der Kategorie erreichbaren Maximalpunkten zeigt Abbildung 12:

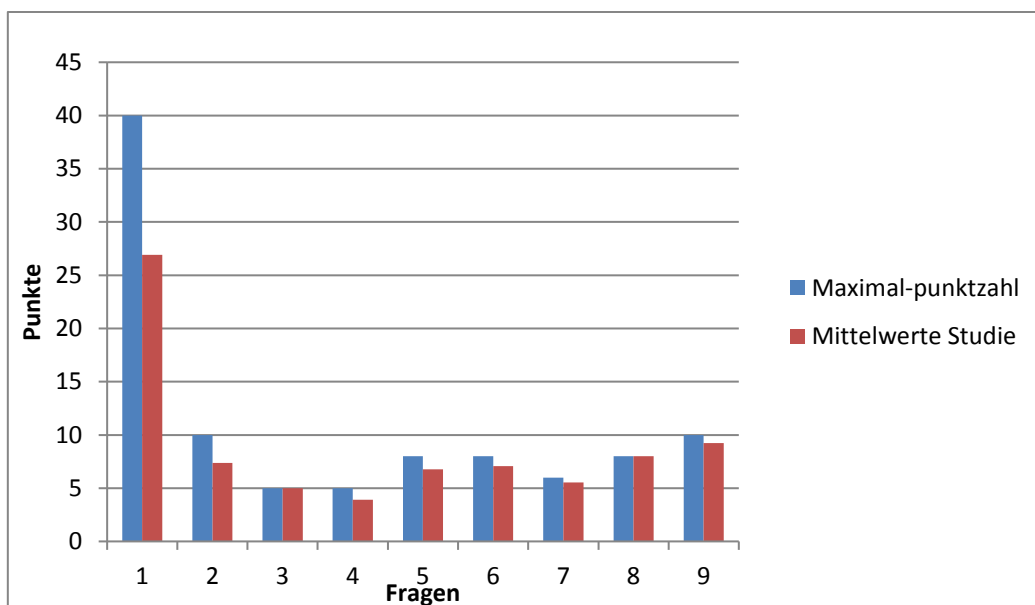


Diagramm 2: Mittelwerte in AOFAS-Bereichen Schmerz (1), Funktion (2), Gehstrecke (3), Gehen auf Oberfläche (4), Gangabnormalitäten (5), Sagittale Bewegung (6), Rückfußbewegung (7), Gelenk-Rückfuß-Stabilität (8) und Achse (9) im Vergleich zur Maximalpunktzahl.

3 Ergebnisse

Der AOFAS-Score von 69,2% der Patienten liegt im Bereich von ≥ 75 Punkten. Man findet in der Literatur keine genaue Klassifikation des Scores, trotz dessen betrachten wir dieses Ergebnis als gut. 30,8% liegen im Bereich von 51-74 Punkte.

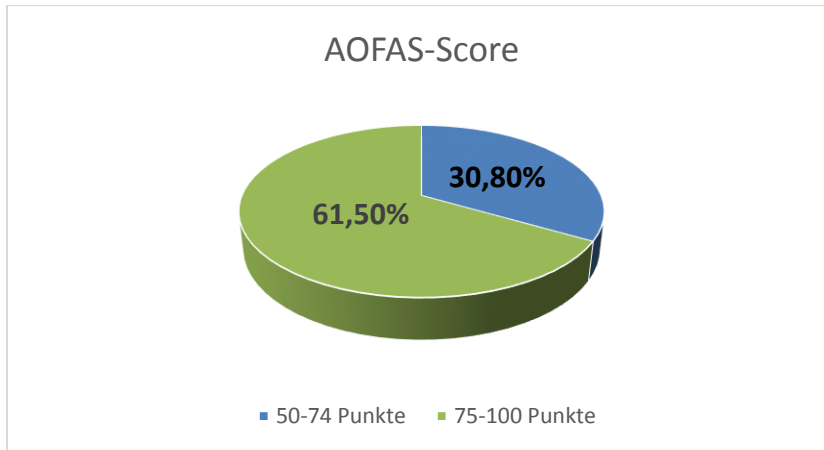


Diagramm 3: AOFAS-Score Ergebnis.

Im nachfolgenden Diagramm wurden die Median-Werte, Mittelwerte und die Maximalpunktzahl miteinander verglichen. Nur bzgl. der Punkte 1 (Schmerz), 2 (Funktion) und 4 (Gehen auf unterschiedlichen Oberflächen) sind Unterschiede festzustellen. Die drei Bereiche umfassen das subjektive Befinden der Patienten. Bei Punkt 5 (Gehstrecke) haben alle Patienten die volle Punktzahl angekreuzt.

Die anderen fünf Bereiche umfassen die objektive und klinische Untersuchung. Im Diagramm ist festzustellen, dass unsere Patienten in den objektiven und in den klinischen Bereichen fast die volle Punktzahl erreicht haben. Hier kann man die Ergebnisse als sehr gut bewerten.

3 Ergebnisse

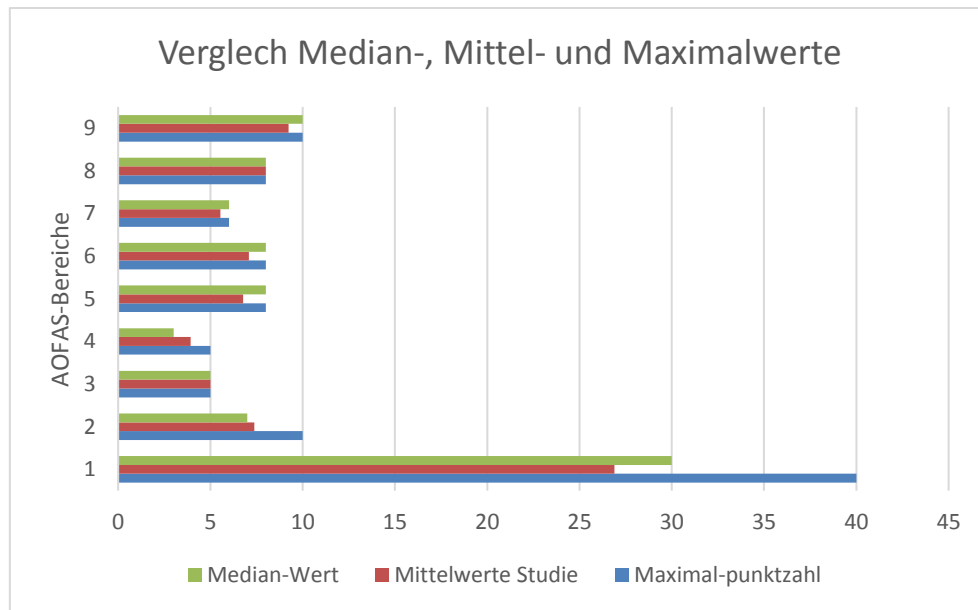


Diagramm 4: Vergleich Median-Wert, Mittelwerte und die Maximalpunktzahl.

In der folgenden Tabelle sind die statistischen Werte zusammengefasst. Durch die Darstellung der 1. und 3. Quantile verschiebt sich der Mittelwert von 115,33 auf 90,4 Punkte. Der Medianwert bleibt dabei bei 92 Punkten. Diese Tatsache lässt erkennen, dass, wenn man die Streuung der Werte statistisch betrachtet, die Patienten im Schnitt 90,4 von 100 Punkten erreicht haben.

MW	Q1	Median (Q2)	Q3
90,4	72	92	104
115,33	51	92	350
MW	Niedrigste Punkte-anzahl	Median	Höchste Punkte-anzahl

Die Quantile-Berechnung ermöglicht das Eingrenzen bzgl. der Streuung der Werte.

Tab. 7: Statistische Werte AOFAS-Score.

Um die Verteilung der Ergebnisse visuell darzustellen, folgt eine graphische Darstellung mittels Boxplot. In der Graphik sieht man, dass es keine Ausreißer bei der Auswertung des AOFAS-Scores gibt. Der Median markiert exakt die Mitte der erhobenen Daten. Das heißt, dass 50% der Daten unter diesen Wert liegen und 50% darüber. Bei perfekt normal verteilten Daten ohne Ausreißer ist der Median mit dem arithmetischen Mittelwert identisch. Der Mittelwert ist aber nicht robust gegenüber Ausreißern oder nicht normal verteilten Daten. Das bedeutet mittels Boxplot kann man

3 Ergebnisse

nicht sehen ob die Daten normal verteilt sind. Bei solchen Stichproben ist der Median oft eine sinnvollere Kennzahl, um die Mitte der Daten zu beschreiben. Da aber der Mittelwert hier bei 90,4 Punkten und der Medianwert bei 92 Punkten liegen, kann man das Ergebnis von AOFAS-Score als sehr gut bewerten.

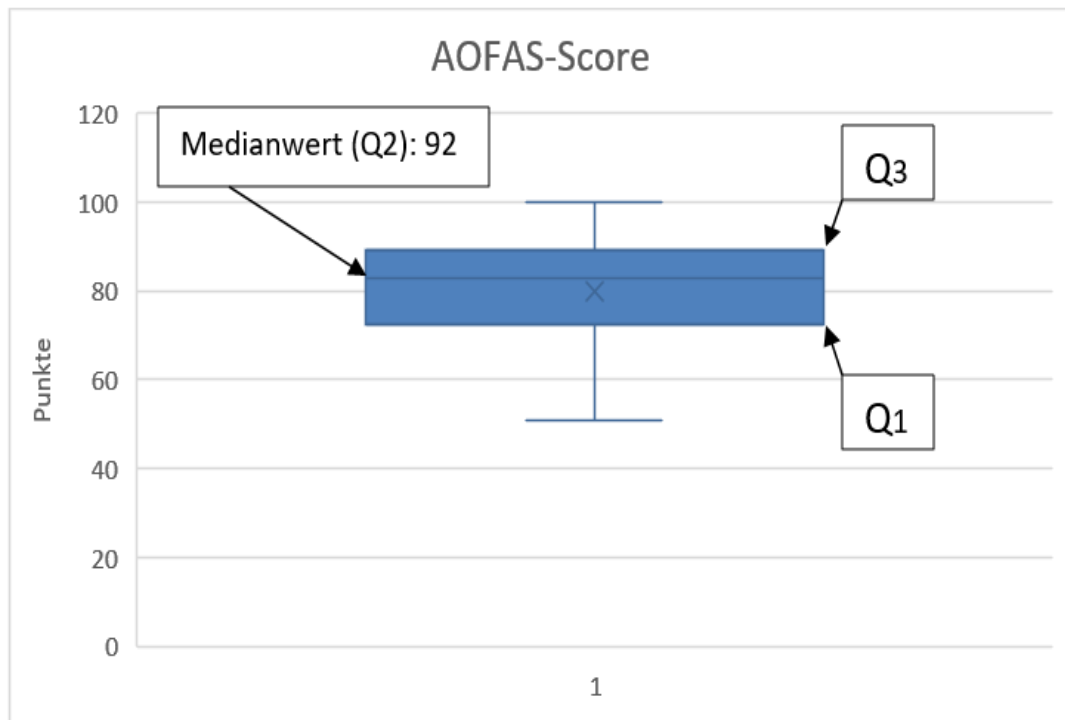


Diagramm 5: Boxplot für AOFAS-Score.

3 Ergebnisse

3.2 FAOS-Score

Alle 13 Patienten haben den FAOS-Score beantwortet. Der Score jedes einzelnen Patienten wurde ausgerechnet, um den subjektiven Zustand des Patienten nach der OP zu bewerten.

Danach wurden Diagramme erstellt, um die Ergebnisse visuell darzustellen.

Alle fünf Teilscores wurden summiert und durch die höchstmögliche erreichbare Punktzahl im Teilscore dividiert. Die Formeln zur Teilscoreberechnung wurden vom FAOS-Score-Entwickler zur Verfügung gestellt (35,78) und oben im Text schon beschrieben.

$$1. \text{SYMPTOME: } 100 - \frac{\text{Total score } S1-S7 \times 100}{28}$$

$$2. \text{PAIN: } 100 - \frac{\text{Total score } P1-P9 \times 100}{36}$$

$$3. \text{ADL (Aktivität des täglichen Lebens): } 100 - \frac{\text{Total score } A1-A17 \times 100}{68}$$

$$4. \text{SPORT\&REC (Aktivität bei Sport und Freizeit): } 100 - \frac{\text{Total score } SP1-SP5 \times 100}{20}$$

$$5. \text{QOL (Lebensqualität) } 100 - \frac{\text{Total score } Q1-Q4 \times 100}{16}$$

Die einzelnen Punkte und ihre Summe sowie die Ergebnisse, die nach den oben aufgelisteten Formeln berechnet wurden, sind in der nachfolgenden Tabelle für jede/-n einzelne/-n Patienten/-in zusammengefasst.

3 Ergebnisse

Patienten	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
S1	3	2	1	2	2	0	4	2	1	2	0	0	4
S2	2	1	1	0	0	0	1	0	4	3	0	0	0
S3	1	1	0	0	2	0	0	2	4	0	0	0	0
S4	3	0	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4
S5	4	0	4	1	4	4	4	4	0	3	4	4	4
S6	2	3	0	3	0	0	0	3	3	1	1	0	0
S7	2	3	0	2	0	1	0	1	3	1	1	0	0
Summe	17	10	10	12	12	9	13	16	18	14	10	8	12
Berechnet	39,3	64,3	64,3	57,1	57,1	67,8	53,6	42,9	35,7	50	64,3	71,4	57,1
P1	2	2	0	4	2	1	1	1	0	3	0	0	0
P2	2	1	0	2	0	1	0	1	0	1	0	0	0
P3	2	3	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0
P4	2	3	0	3	0	0	0	0	2	1	0	0	0
P5	2	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
P6	2	1	1	2	0	0	0	1	2	1	0	0	0
P7	2	3	0	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0
P8	2	3	0	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0
P9	2	1	0	2	1	0	0	1	2	2	0	0	0
Summe	18	18	1	20	3	2	1	6	8	11	0	0	0
Berechnet	50	50	97,2	44,4	91,7	94,4	97,2	83,3	77,8	69,4	100	100	100
A1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
A2	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
A3	2	2	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0
A4	1	1	0	1	1	1	0	0	2	1	0	0	0
A5	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
A6	2	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0
A7	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
A8	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
A9	1	1	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0
A10	2	3	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0
A11	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
A12	1	3	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
A13	1	1	0	1	0	0	0	2	4	0	0	0	0
A14	2	1	0	1	0	0	0	1	4	0	0	0	0
A15	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
A16	2	3	1	2	0	0	0	2	3	2	0	0	0
A17	2	1	0	1	0	0	0	1	2	1	0	0	0
Summe	23	24	3	19	2	1	0	18	18	8	2	0	0
Berechnet	66,2	64,7	95,6	72	97	98,5	100	73,5	73,5	88,2	97	100	100
SP1	1	3	1	1	0	1	0	2	4	1	0	0	0
SP2	2	3	0	2	0	0	1	3	4	2	1	0	0
SP3	2	4	1	1	0	1	0	3	4	2	1	0	0
SP4	1	4	1	2	1	1	1	2	4	1	0	0	0
SP5	3	3	1	1	0	1	1	2	4	1	1	0	0
Summe	9	17	4	7	1	4	3	12	20	7	3	0	0
Berechnet	55	15	80	65	95	80	85	40	0	65	85	100	100
Q1	3	3	0	4	4	3	0	3	4	3	0	0	0
Q2	3	4	1	2	0	1	2	2	4	2	0	0	0
Q3	3	3	0	3	3	1	0	0	4	2	0	0	0
Q4	2	4	1	3	2	1	2	1	4	1	0	0	1
Summe	11	14	2	12	9	6	4	6	16	8	0	0	1
Berechnet	31,3	12,5	87,5	25	43,8	62,5	75	62,5	0	50	100	100	93,8
Summe gesamt	242	207	425	264	385	403	411	302	187	323	446	471	451

Tab. 8: Berechnung von einzelnen Score-Werten (Individuelle Ergebnisse).

Legende: S= Symptom, P= Schmerzen, A= Aktivitäten des täglichen Lebens, SP= Aktivität bei Sport und Freizeit,
Q= Lebensqualität

3 Ergebnisse

Je mehr ein Ergebnis sich an den Wert 100 annähert, desto besser ist der subjektive Zustand des Patienten und vice versa.

Patienten	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Mittelwert
S	39,3	64,3	64,3	57,1	57,1	67,8	53,6	42,9	35,7	50	64,3	71,4	57,1	55,8
P	50	50	97,2	44,4	91,7	94,4	97,2	83,3	77,8	69,4	100	100	100	81,2
A	66,2	64,7	95,6	72	97	98,5	100	73,5	73,5	88,2	97	100	100	86,6
SP	55	15	80	65	95	80	85	40	0	65	85	100	100	66,5
Q	31,3	12,5	87,5	25	43,8	62,5	75	62,5	0	50	100	100	93,8	57,2
Σ	242	207	425	264	385	403	411	302	187	323	446	471	451	347,33

Tab. 9: Zusammenfassung von einzelnen Scores-Werten (S=Symptome, P=Schmerzen, A=Aktivität des täglichen Lebens, SP=Aktivität bei Sport und Freizeit, Q=Lebensqualität).

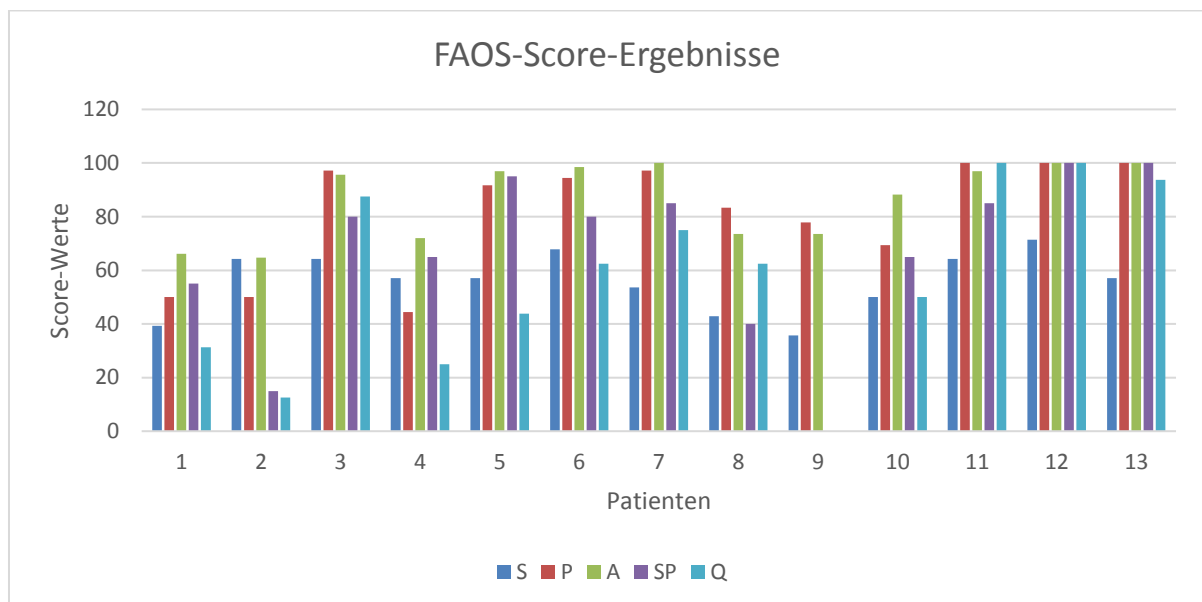


Diagramm 6: FAOS-Score-Ergebnisse graphisch dargestellt (S=Symptome, P=Schmerzen, A=Aktivität des täglichen Lebens, SP=Aktivität bei Sport und Freizeit, Q=Lebensqualität).

In der Graphik ist deutlich zu erkennen, dass sich eine deutliche Streuung der erhobenen Werte ergibt. Am schlechtesten haben die Patienten 2 und 9 (207 und 187 Punkte) abgeschnitten und am besten die Patienten 12 und 13 (471 und 451). Um diese Streuung so gering wie möglich zu halten, wurden auch hier statistische Berechnungen angestellt.

3 Ergebnisse

Q1	Median(Q2)	Q3	MW
263,5	384,6	424,6	347,33

Tab. 10: Statistische Werte FAOS-Score.

Somit haben unsere Patienten von max. 500 Punkten im Durchschnitt 347,33 Punkte erreicht. Dies entspricht 69,5%.

Trotz unterschiedlicher Ergebnisse kam es bei dieser Untersuchung zu keinen Ausreißern. Der Mittelwert sowie der Medianwert haben bei der Untersuchung hohe Werte erreicht, was einem guten Ergebnis entspricht.

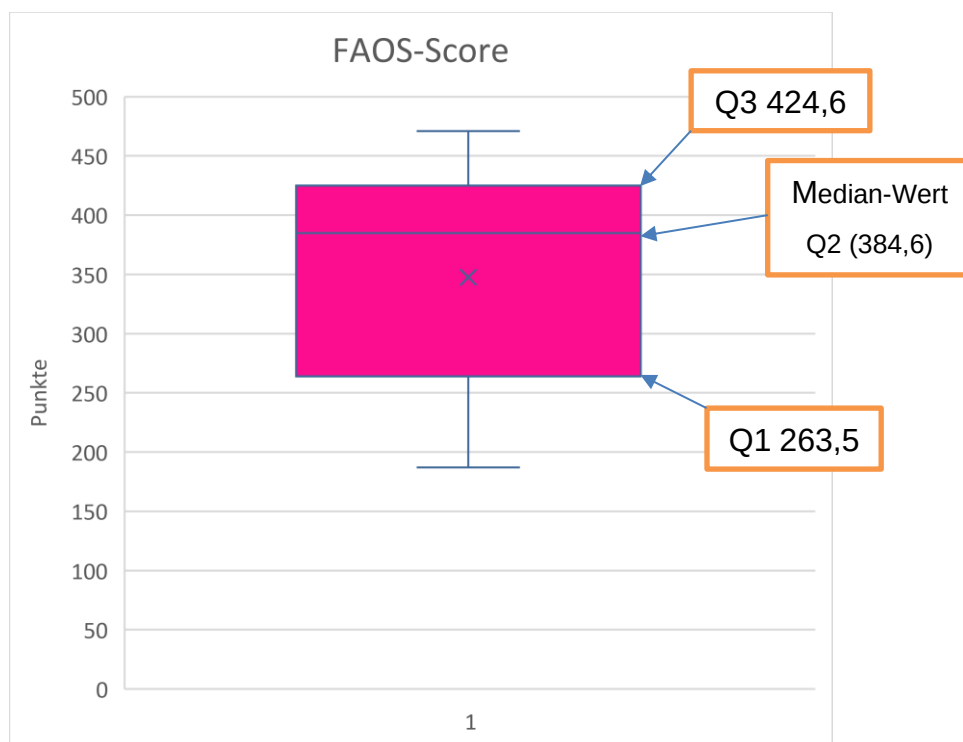


Diagramm 7: Boxplot für FAOS-Score.

Unter dem Punkt Symptome fasst man im FAOS-Score folgende Symptomatik zusammen: Schwellung, Geräusch im Sprunggelenk beim Bewegen, Blockade im Gelenk, Bewegungseinschränkung und Steifigkeit morgens oder nach einer Ruhepause. Wie in der Tabelle (Tab.:4) zu sehen, schnitten die Patienten in dem

50

3 Ergebnisse

Abschnitt Symptome des Scores am schlechtesten ab (MW: 55,8). Dies könnte daran liegen, dass dieser Punkt am vielfältigsten abgefragt wird oder aber, dass hier Symptome zusammengefasst sind, welche schon vor der OP vorhanden waren. Mehrere Patienten berichteten z.B., dass sie schon vor der OP „ein Knacksen“ oder „komisches Geräusch“ im Gelenk beim Bewegen hatten. Dieses Geräusch war nach der OP „nichts Neues“.

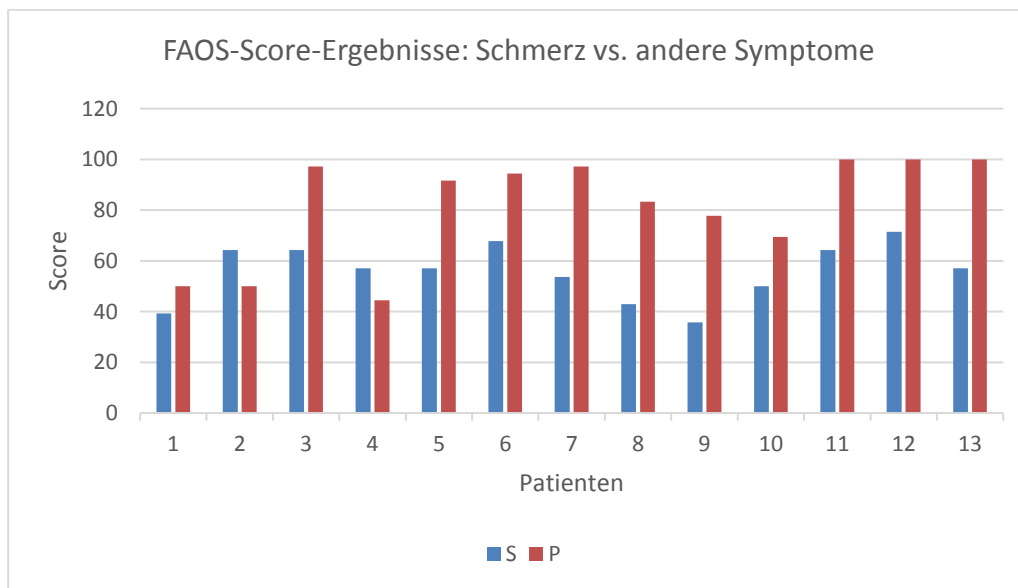


Diagramm 8: Vergleich Schmerz vs. andere Symptome (S-Schmerzen, P-andere Symptome).

In der Graphik ist dargestellt, dass bei den von uns untersuchten Patienten andere Symptome als Schmerz im Vordergrund stehen. Genannt wurden z.B. die Steifigkeit nach dem morgendlichen Aufstehen oder nach längeren Sitz- oder Liegepausen. Bei 92,3% Patienten besteht postoperativ die subjektive Schmerzreduktion, nach Auswerten des Scores, um ≥ 50 %.

3 Ergebnisse

3.3 Biodex Balance System

Auf dem Biodex Balance System wurde die posturale Stabilität der Patienten gemessen (65). Als Ergebnis werden drei Indices angegeben: der Anterior/Posterior-Index, welcher die Stabilität in der sagittalen Ebenen misst, der Medio-/Lateral-Index, der die Balancefähigkeit in der Frontalebene misst und der Gesamtindex. Der Gesamtindex, beurteilt die Gesamtstabilität in der Horizontalen und fasst die beiden anderen Indices zu einem Wert zusammen.

Alle Indices wurden beidbeinig und einbeinig erhoben, um die operierte und die nicht operierte Seite vergleichen zu können. Je niedriger die erhobenen Werte, desto besser die Ergebnisse.

In der folgenden Tabelle und auf dem dazugehörigen Diagramm sind die individuellen Ergebnisse der Patienten, gemessen im beidbeinigen Stand, dargestellt:

Patient	A/P-Index	M/L-Index	Gesamtindex beidbeinig
1	0,8	0,8	1,3
2	0,4	0,3	0,5
3	0,7	0,5	0,9
4	0,6	0,5	0,9
5	0,5	0,6	0,9
6	0,5	0,4	0,7
7	0,8	0,7	1,1
8	0,5	0,5	0,8
9	0,4	0,2	0,5
10	0,6	0,5	0,8
11	0,7	0,7	1,1
12	0,8	0,7	1,1
13	1,2	1,4	2
Ges.	8,5	7,8	12,6
MW	0,65	0,6	0,97

Tab. 11: Ergebnis Posturale Stabilität, Probanden, Stufe 8, beidbeinig.

3 Ergebnisse

Zum besseren Überblick der individuellen Ergebnisse wurde die Verteilung im folgenden Diagramm zusammengestellt:

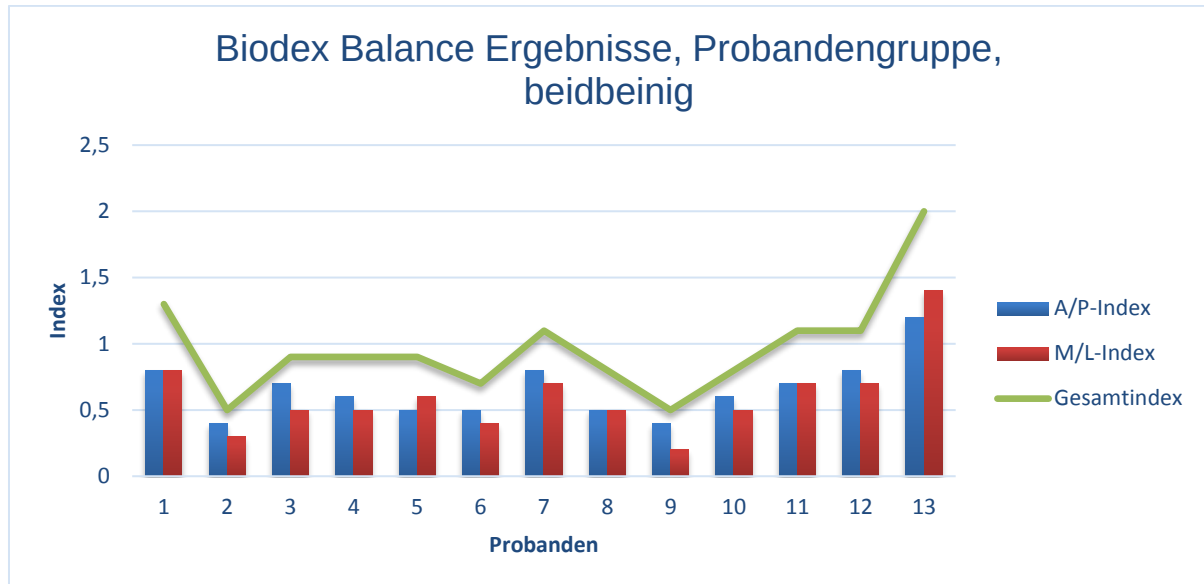


Diagramm 9: Individuelle Ergebnisse Posturale Stabilität, Probanden, beidbeinig.

Hier sieht man die individuelle Verteilung der Ergebnisse der Messung der posturalen Stabilität. Nur bei 3 Probanden (1, 8, 11) wurde der A/P- und der M/L-Index mit gleichem Wert gemessen. Bei allen anderen Probanden sind die Indizes unterschiedlich hoch.

Um weitere Erkenntnisse zu gewinnen, wurde die Probandengruppe einer Kontrollgruppe gegenübergestellt.

Analog des Untersuchungsablaufs in der Patientengruppe erfolgten alle Messungen in der Kontrollgruppe.

3 Ergebnisse

Hier sind die individuellen Ergebnisse der Kontrollgruppe sowohl tabellarisch als auch in graphischer Form zusammengefasst:

Person	A/P-Index	M/L-Index	Gesamtindex beidbeinig
X1	0,9	0,8	1,3
X2	0,5	0,2	0,6
X3	0,9	0,5	1,1
X4	0,4	0,3	0,5
X5	0,8	0,6	1
X6	0,5	0,5	0,8
X7	0,7	0,6	1,1
X8	0,9	0,4	1,1
X9	1	0,9	1,5
X10	0,3	0,6	0,7
X11	0,4	0,3	0,6
X12	0,4	0,3	0,6
X13	0,6	0,4	0,8
Ges.	8,8	13	13
MW	0,68	0,52	0,95

Tab. 12: Ergebnis Posturale Stabilität, Kontrollgruppe, Stufe 8, beidbeinig.

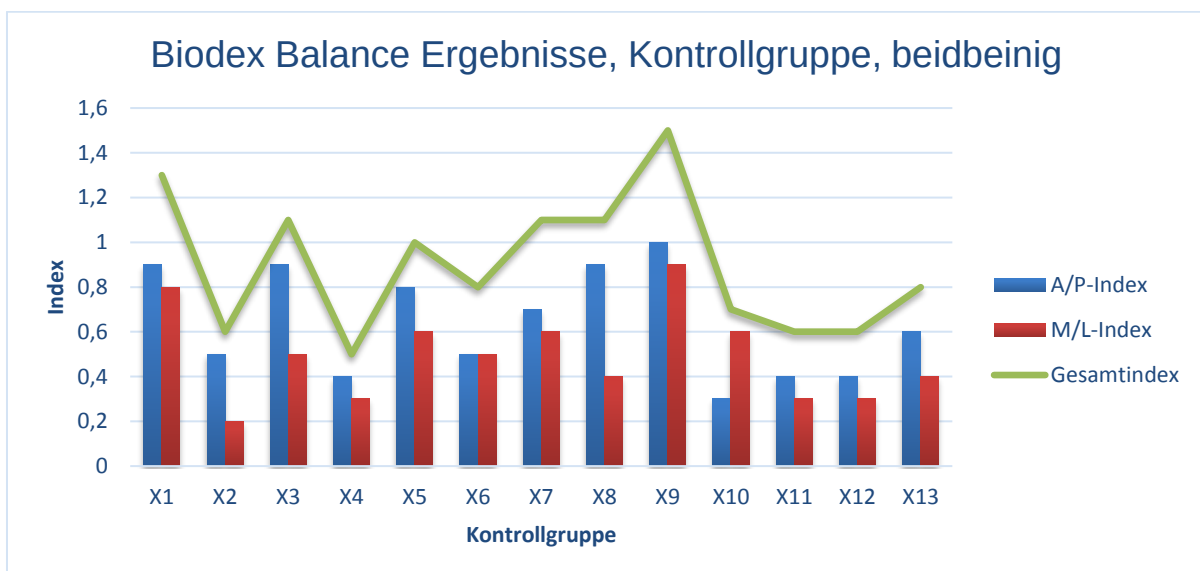


Diagramm 10: Individuelle Ergebnisse posturale Stabilität, Kontrollgruppe, beidbeinig

3 Ergebnisse

Bei den Messungen der Kontrollgruppe wurden ähnliche Ergebnisse erzielt wie bei der Probandengruppe.

Anhand der beiden Diagramme sieht man, dass die Ergebnisse beider Gruppen ähnlich sind. In der Kontrollgruppe wurde z.B. nur bei einer Person gleicher A/P- und M/L-Index gemessen.

Zur besseren Übersicht sind die Ergebnisse beider Gruppen in einer Tabelle und in einem Kreisdiagramm gegenübergestellt.

Gesamtindex Probanden	Gesamtindex Kontrollgruppe
1,3	1,3
0,5	0,6
0,9	1,1
0,9	0,5
0,9	1
0,7	0,8
1,1	1,1
0,8	1,1
0,5	1,5
0,8	0,7
1,1	0,6
1,1	0,6
2	0,8
12,6	13
0,97	0,95

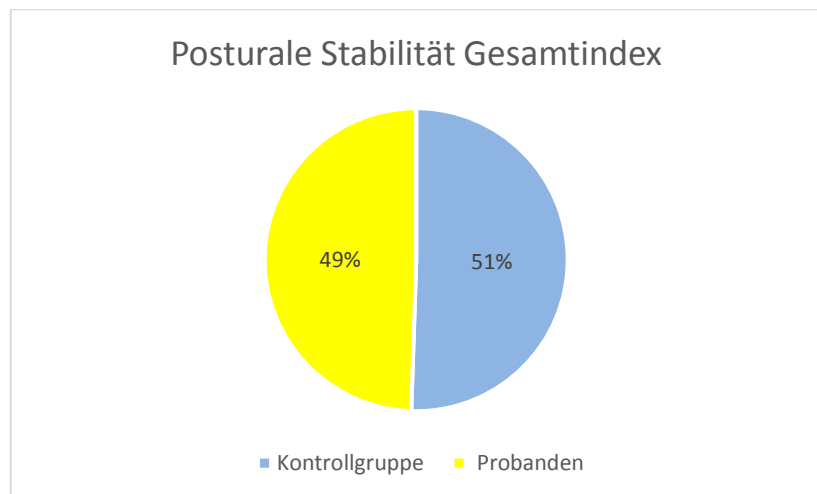


Diagramm 11: Vergleich Gesamtindex Probanden/ Kontrollgruppe.

Tab. 13: Ergebnisse Gesamtindex Probanden gegenüber Kontrollgruppe.

Um die Übersichtlichkeit zu gewährleisten, wurde für folgendes Diagramm nur der Gesamtindex als Ergebnis der posturalen Stabilität dargestellt. Da der Gesamtindex die Stabilität in der Horizontalebene misst, misst er somit auch die Abweichungen der Plattform in der A/P-Ebene und in der M/L-Ebene. Somit korrelieren seine Ergebnisse mit den A/P- und den M/L-Indizes.

In der statistischen Berechnung mittels Mann-Whitney-U-Test zeigte sich eine Signifikanzniveau von $p=0,724$. Das heißt, dass der Unterschied beider Gruppen im Gesamtindex statistisch nicht signifikant ist.

3 Ergebnisse

Wie schon oben erwähnt zeigt der Gesamtindex einen Überblick über die Defizite der Patienten in der posturalen Stabilität an und korreliert stark mit den A/P- und M/L-Indices. Aus diesem Grund wird zur besseren Übersichtlichkeit bei den nachfolgenden Vergleichen nur noch der Gesamtindex als Ausdruck der posturalen Stabilität verwendet.

In einem weiteren Schritt wurden die posturale Stabilität der operierten Seite der nicht-operierten Seite unserer Probanden gegenübergestellt.

Dafür erfolgten Messungen im Einbeinstand. Für diese Untersuchung wurde die Stufe 11 gewählt. Zunächst wurde das gesunde Bein und anschließend das operierte Bein untersucht. Es erfolgten drei Messungen á 10 Sekunden mit jeweils 15 Sekunden Pause. Die Ergebnisse sind in folgender Tabelle zusammengefasst:

Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Σ	MW
OP-Seite	1,9	0,5	1,3	1,9	0,9	0,9	2,9	1,1	1,7	1,1	1,3	1,7	2,4	19,6	1,5
Gegenseite	1,8	0,6	1,4	0,7	1	1	2,2	1	1,7	0,9	1,3	1,7	2,6	17,9	1,4

Tab. 14: Gegenüberstellung Gesamtindex Posturale Stabilität operierte/nicht operierte Seite.

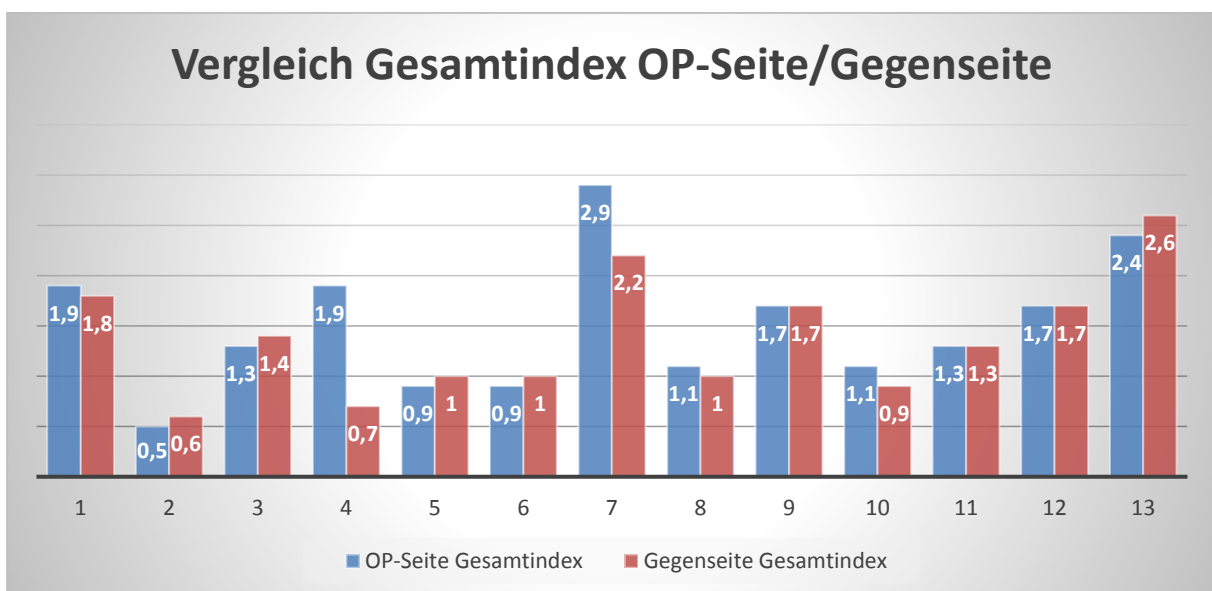


Diagramm 12: Ergebnisse Posturale Stabilität Gesamtindex. Vergleich OP-Seite/Gegenseite.

3 Ergebnisse

Bei der Betrachtung des Diagramms ist zu erkennen, dass die individuellen Ergebnisse eine große Streubreite aufweisen. Manche Patienten weisen hierbei nur einen geringen Unterschied im Gesamtindex auf. Bei drei Patienten ist kein Unterschied zwischen operierter und nicht operierter Seite zu erkennen. Fünf Patienten erzielten mit dem operierten Fuß sogar bessere Ergebnisse als mit der nicht operierten Seite. Wenn hieraus der Mittelwert berechnet wird, bekommt man für die operierte Seite einen Mittelwert von 1,5 und für die nicht operierte Seite einen Mittelwert von 1,4.

Der berechnete p-Wert lag bei 0,614 (Signifikant bei $p \leq 0,01$). Das bedeutet, dass der propriozeptive Unterschied zwischen operierter und gesunder Seite nicht statistisch signifikant ist.

Gegenüberstellung zur Kontrollgruppe

Nummer	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	Σ	MW
Rechts	1,8	0,7	0,9	0,5	1	0,9	1,2	0,8	1,2	1,7	0,5	0,8	1	13	1
Links	1,2	0,8	0,9	0,5	1	1,1	1,2	1,4	1,1	1,5	0,8	1,3	1,2	14	1,07

Tab. 15: Gegenüberstellung Gesamtindex Posturale Stabilität rechte/linke Seite.

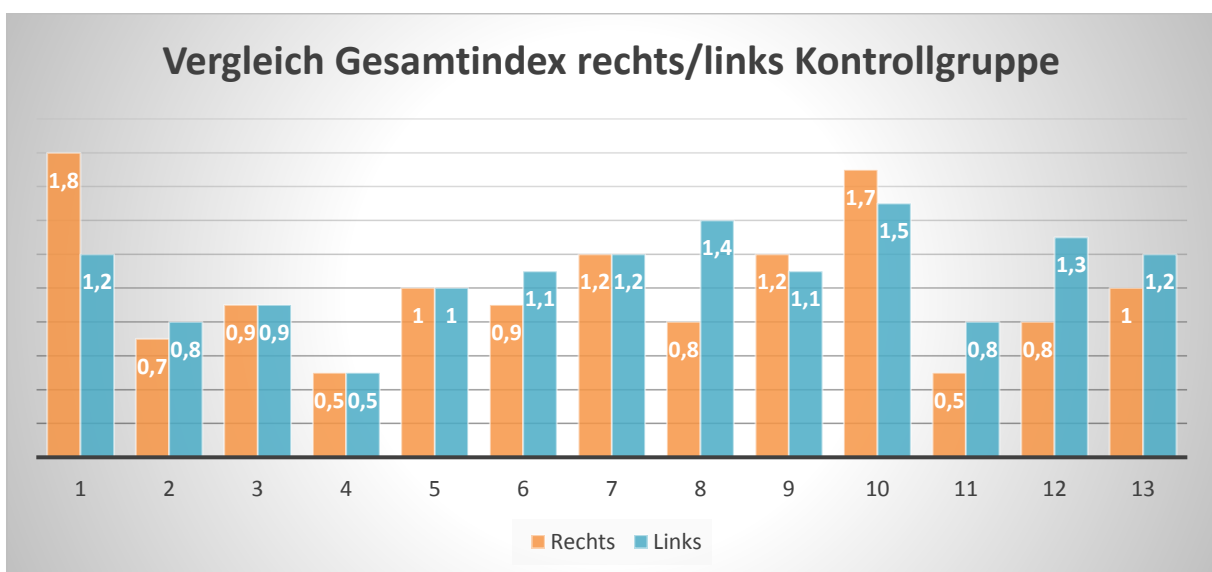


Diagramm 13: Ergebnisse Posturale Stabilität Gesamtindex. Kontrollgruppe Vergleich rechts/links.

3 Ergebnisse

Auch in der Kontrollgruppe zeigt sich, dass zwischen rechten und linken Seite Unterschiede bestehen. Einige Patienten haben mit dem rechten Bein, einige haben mit dem linken Bein bessere Ergebnisse erzielt und bei drei Personen bestand kein Unterschied zwischen rechter und linker Seite.

Auch hier wurde die Signifikanz berechnet. Der p-Wert ergab 0,336, was nicht statistisch signifikant ist.

Zum weiteren Vergleich wurde die operierte Seite gegenüber rechter und linker Seite der Kontrollgruppe in einer Tabelle dargestellt.

Proband	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Σ	MW
OP-Seite	1,9	0,5	1,3	1,9	0,9	0,9	2,9	1,1	1,7	1,1	1,3	1,7	2,4	19,6	1,5
Rechts	1,8	0,7	0,9	0,5	1	0,9	1,2	0,8	1,2	1,7	0,5	0,8	1	13	1
Links	1,2	0,8	0,9	0,5	1	1,1	1,2	1,4	1,1	1,5	0,8	1,3	1,2	14	1,07
Kontrollgruppe	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	Σ	MW

Tab. 16: Gegenüberstellung der Gesamtindex der operierten Seite und der re/li Seiten der Kontrollgruppe.

Bei der Berechnung der Signifikanz haben sich folgenden Werte ergeben:

OP-Seite und rechter Fuß der Kontrollgruppe $p=0,260$

OP-Seite und linker Fuß der Kontrollgruppe $p=0,081$.

OP-Seite und Fuß (gesamt) der Kontrollgruppe $p = 0,02$

Die berechneten Signifikanzwerte bringen zum Ausdruck, dass zwischen keinem der Wertepaare statistisch signifikante Unterschiede bestehen.

Somit zeigen die erhobenen Daten, dass die operierte Seite vergleichbare Ergebnisse in der Propriozeption zeigt wie gesunde Probanden.

3 Ergebnisse

3.4 Pedobarographie

3.4.1 Bodenkontaktzeit

Die Bodenkontaktzeit (Standphase) ist die Zeit, in der die Fußsohle während des Schrittes den Boden berührt. Sie wird aufgezeichnet mit dem ersten Ansprechen des Sensors durch Berührung des Bodens mit der Ferse und fortlaufend bis der ganze Fuß nach der Abrollbewegung den Bodenkontakt verliert. Die Bodenkontaktzeit wird in Sekunden (s) gemessen.

Jeder Patient/Proband musste für die Aufzeichnung drei Mal eine Strecke von 10 m laufen. In der Tabelle sind diese Strecken als g1, g2 und g3 bezeichnet sowie jeweils differenziert für rechten und linken Fuß. Es wurden drei Messwerte erhoben für jede der drei Strecken und aus diesen wurde ein Mittelwert berechnet. Mit gelb wurde die operierte Seite markiert.

Proband	g1			g2			g3			MW
1 li	0,82	0,80	0,80	0,74	0,74	0,80	0,73	0,71	0,72	0,76
1 re	0,89	0,79	0,83	0,78	0,71	0,77	0,70	0,70	0,72	0,77
2 li	0,71	0,66	0,63	0,71	0,64	0,62	0,62	0,62	0,60	0,65
2 re	0,68	0,63	0,63	0,64	0,63	0,59	0,63	0,61	0,57	0,62
3 li	0,68	0,70	0,66	0,54	0,54	0,55	0,52	0,52	0,53	0,58
3 re	0,68	0,66	0,64	0,55	0,59	0,58	0,53	0,56	0,56	0,59
4 li	0,65	0,65	0,64	0,66	0,65	0,64	0,62	0,64	0,63	0,64
4 re	0,66	0,68	0,67	0,68	0,66	0,69	0,63	0,64	0,64	0,66
5 li	0,53	0,56	0,57	0,55	0,54	0,55	0,55	0,53	0,56	0,55
5 re	0,53	0,55	0,58	0,51	0,52	0,52	0,52	0,56	0,56	0,54
6 li	0,69	0,70	0,68	0,77	0,74	0,76	0,69	0,68	0,68	0,71
6 re	0,70	0,68	0,69	0,67	0,69	0,69	0,67	0,67	0,74	0,69
7 li	0,66	0,66	0,69	0,66	0,68	0,69	0,65	0,65	0,66	0,67
7 re	0,68	0,67	0,69	0,66	0,67	0,67	0,65	0,66	0,66	0,67
8 li	0,64	0,65	0,63	0,63	0,64	0,68	0,61	0,62	0,65	0,64
8 re	0,63	0,63	0,62	0,61	0,61	0,62	0,62	0,61	0,62	0,62
9 li	0,64	0,66	0,62	0,62	0,67	0,67	0,63	0,66	0,62	0,64
9 re	0,69	0,66	0,63	0,66	0,64	0,70	0,63	0,65	0,66	0,66
10 li	0,64	0,62	0,64	0,65	0,65	0,65	0,66	0,64	0,66	0,65
10 re	0,61	0,61	0,61	0,60	0,60	0,62	0,63	0,63	0,64	0,62
11 li	0,56	0,55	0,57	0,54	0,57	0,61	0,55	0,57	0,62	0,57
11 re	0,53	0,54	0,56	0,56	0,53	0,57	0,51	0,56	0,64	0,56
12 li	0,60	0,61	0,62	0,47	0,46	0,45	0,62	0,60	0,62	0,56
12 re	0,60	0,62	0,60	0,63	0,61	0,62	0,61	0,61	0,61	0,61
13 li	0,59	0,57	0,58	0,61	0,61	0,59	0,57	0,59	0,56	0,59
13 re	0,56	0,58	0,56	0,60	0,61	0,60	0,59	0,56	0,58	0,58

Tab. 17: Bodenkontaktzeit Probanden (operierte Seite gelb markiert)

3 Ergebnisse

In der Tabelle sind die durchschnittlichen Kontaktzeiten der Patienten beim gewohnten Gehen (Standphase) dargestellt.

Die Mittelwerte (MW) der operierten und der nicht-operierten Seite wurden in einer Tabelle gegenübergestellt. Abschließend wurden die Gesamtmittelwerte von beiden Seiten berechnet, die ähnliche Ergebnisse ergaben.

Bodenkontaktzeit: Vergleich operierte vs. nicht operierten Seite		
Proband	MW OP	MW nicht OP
1	0,76	0,77
2	0,65	0,62
3	0,59	0,58
4	0,64	0,66
5	0,55	0,54
6	0,69	0,71
7	0,67	0,67
8	0,64	0,62
9	0,64	0,66
10	0,62	0,65
11	0,57	0,56
12	0,61	0,56
13	0,59	0,58
MW	0,63	0,629

Tab. 18: Gemessene Mittelwerte Bodenkontaktzeiten operierte und nicht operierte Seite.

3 Ergebnisse

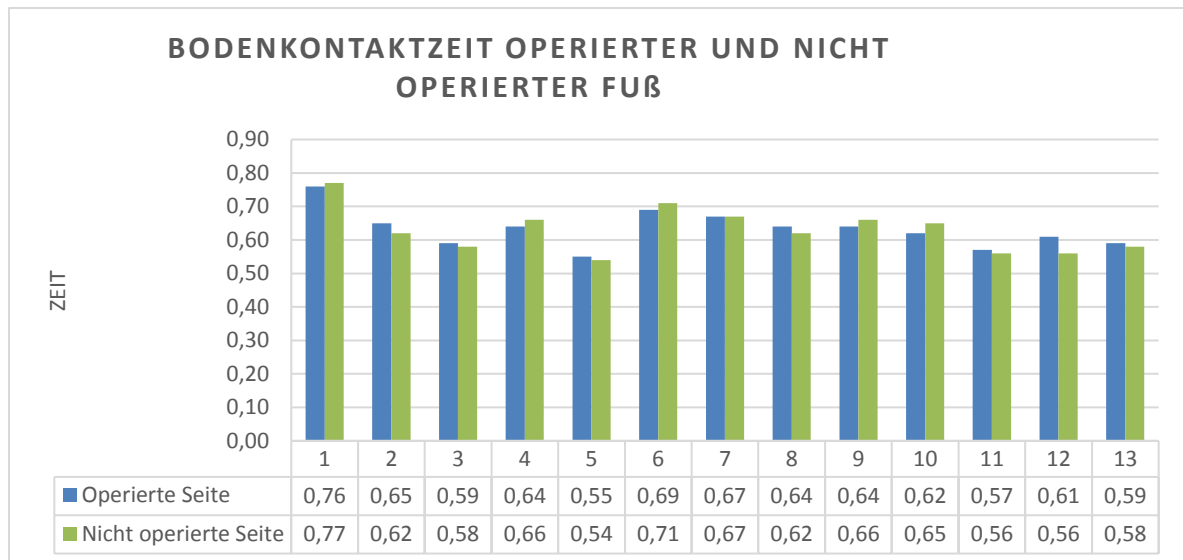


Diagramm 14: Gegenüberdarstellung der Fußbodenkontaktzeit von operiertem und nicht operiertem Fuß.

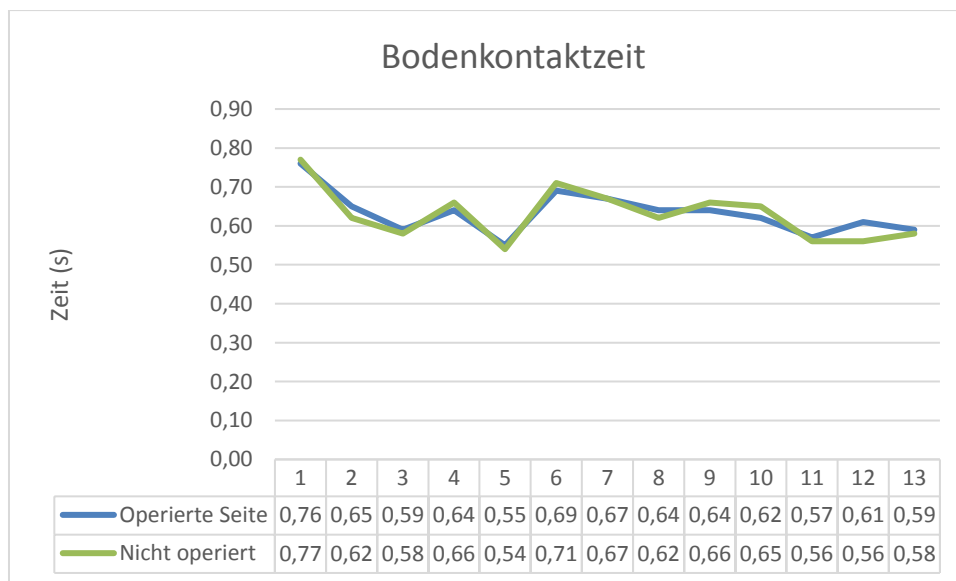


Diagramm 15: Graphische Darstellung der Bodenkontaktzeit operierte/nicht operierte Seite.

Aus der Tabelle und dem Diagramm erkennt man, dass fünf Patienten (1, 4, 6, 9, 10) mit dem operierten Fuß eine geringfügig kürzere Bodenkontaktzeit hatten. Sieben Patienten (2, 3, 5, 8, 11, 12, 13) wiesen jedoch eine gering längere Kontaktzeit auf. Das bedeutet, dass man anhand dieser Daten ableiten kann, dass die Patienten in unserer Studie ihren operierten und nicht operierten Fuß gleichermaßen belasten. (p-Wert: 0,92).

3 Ergebnisse

Die Kontaktzeit der gesamten Fußsohle ist also beim operierten und nicht operierten Fuß mit geringen individuellen Abweichungen gleich. Diese Abweichung ist mit der statistischen Streubreite vereinbar. Die Auswertung wird entweder manuell oder maschinell durch das begleitende Programm durchgeführt.

Im Programm werden die Standphasenzeit und Schwungphasenzeit als eine fortlaufende Kurve angezeigt. Um die Standphasenzeit auswerten zu können, muss der entsprechende Abschnitt der Kurve markiert werden. Dies ist manuell oder mit Hilfe von dem Programm selbst möglich. Die Genauigkeit des markierten Bereiches wirkt sich hierbei direkt auf die Genauigkeit der erhobenen Daten aus.

Um eine Untersucherabhängigkeit der erhobenen Daten zu vermeiden, wurden die vom Programm markierten Zeiten übernommen.

Die Bodenkontaktzeit wurde individuell für jeden Patienten/Probanden und jeder Kontrollperson aus der Graphik abgelesen. Es wurden die mittleren drei Kurven (g1-g3 bezeichnet) zu Auswertung genommen, da die erste und die letzte Kurve je als Anlauf- bzw. als Abbremsbewegung zu werten sind.

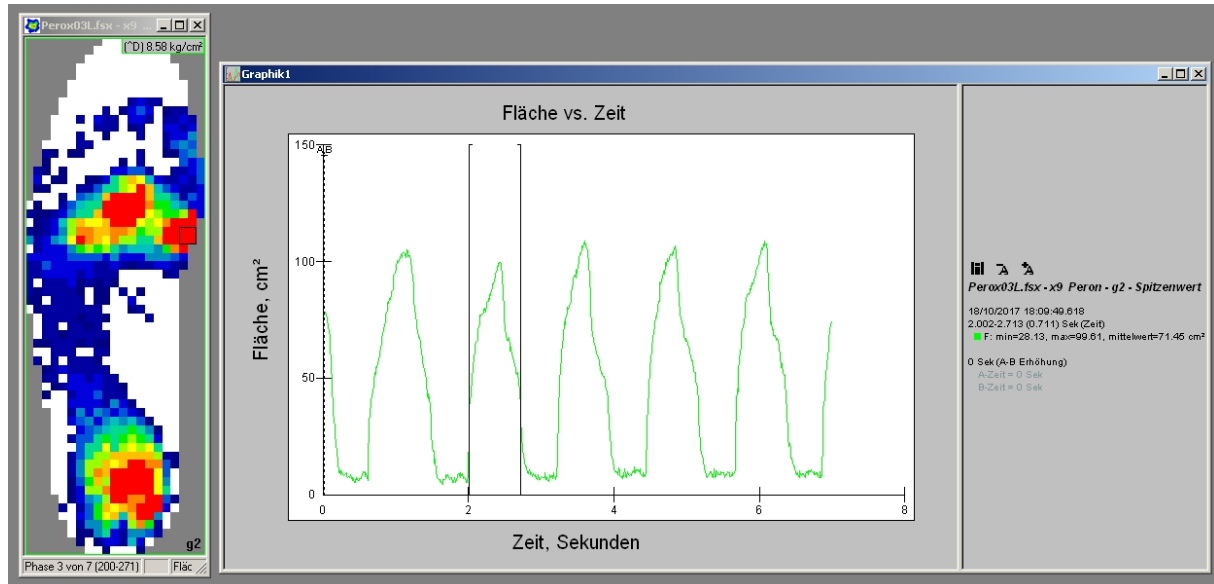


Abb. 21: Darstellung der Graphik für Bodenkontaktzeit.

Die folgende Abbildung zeigt deutlich, dass die Bodenkontaktzeit bei den Patienten der gesunden Seite und der operierten Seite kaum voneinander unterscheiden.

3 Ergebnisse



Diagramm 16: Bodenkontaktzeit gesamt operierte und nicht operierte Seite.

Bei der Berechnung der Signifikanz ergab sich ein p-Wert von 0,920. Somit ist auch dieses Ergebnis nicht statistisch signifikant.

Vergleich der Probanden mit der Kontrollgruppe

Um weitere Erkenntnisse zu gewinnen, wurden die Werte mit der Kontrollgruppe verglichen. Zuerst wurden wie auch bei der Patienten-/Probandengruppe g1, g2 und g3 Messungen durchgeführt und daraus Mittelwerte ermittelt. Die Tabelle unten zeigt die Ergebnisse dieser Messungen.

3 Ergebnisse

Person	g1			g2			g3			MW
X1 li	0,83	0,80	0,80	0,74	0,72	0,71	0,75	0,72	0,75	0,76
X1 re	0,81	0,83	0,81	0,72	0,71	0,71	0,75	0,72	0,73	0,75
X2 li	0,56	0,57	0,58	0,55	0,55	0,54	0,54	0,55	0,55	0,55
X2 re	0,54	0,54	0,55	0,53	0,54	0,55	0,50	0,50	0,52	0,53
X3 li	0,65	0,65	0,63	0,63	0,63	0,61	0,60	0,60	0,60	0,62
X3 re	0,65	0,63	0,62	0,59	0,60	0,58	0,61	0,60	0,59	0,61
X4 li	0,63	0,58	0,61	0,58	0,57	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
X4 re	0,63	0,59	0,59	0,59	0,57	0,62	0,58	0,58	0,58	0,59
X5 li	0,64	0,64	0,64	0,65	0,66	0,67	0,62	0,63	0,63	0,64
X5 re	0,64	0,64	0,60	0,63	0,64	0,62	0,61	0,63	0,62	0,63
X6 li	0,66	0,66	0,68	0,65	0,64	0,66	0,65	0,64	0,62	0,65
X6 re	0,63	0,63	0,64	0,62	0,63	0,62	0,61	0,60	0,61	0,62
X7 li	0,66	0,64	0,64	0,70	0,65	0,65	0,63	0,65	0,68	0,66
X7 re	0,65	0,64	0,63	0,63	0,61	0,63	0,62	0,61	0,60	0,62
X8 li	0,59	0,59	0,59	0,57	0,56	0,57	0,56	0,58	0,57	0,58
X8 re	0,58	0,59	0,58	0,55	0,56	0,57	0,56	0,57	0,58	0,57
X9 li	0,71	0,70	0,72	0,71	0,69	0,70	0,73	0,70	0,68	0,70
X9 re	0,78	0,72	0,72	0,70	0,71	0,70	0,69	0,68	0,68	0,71
X10 li	0,96	0,90	0,88	0,79	0,76	0,77	0,81	0,77	0,79	0,83
X10 re	0,88	0,87	0,88	0,78	0,77	0,77	0,79	0,80	0,79	0,81
X11 li	0,66	0,67	0,66	0,62	0,61	0,65	0,62	0,58	0,61	0,63
X11 re	0,66	0,67	0,67	0,63	0,61	0,65	0,59	0,61	0,64	0,64
X12 li	0,66	0,67	0,66	0,65	0,66	0,66	0,65	0,64	0,63	0,65
X12 re	0,71	0,66	0,65	0,63	0,64	0,66	0,63	0,62	0,65	0,65
X13 li	0,70	0,67	0,70	0,66	0,67	0,69	0,67	0,65	0,68	0,68
X13 re	0,68	0,67	0,65	0,69	0,65	0,67	0,67	0,66	0,66	0,67

Tab. 19: Bodenkontaktzeit Kontrollgruppe.

3 Ergebnisse

Danach wurden die Werte vom linken und rechten Fuß der Kontrollgruppe der operierten Seite der Probanden tabellarisch gegenübergestellt.

Patienten/Kontrollgruppe	Kontrollgruppe		OP-Seite
	li	re	
1	0,76	0,75	0,76
2	0,55	0,53	0,65
3	0,62	0,61	0,59
4	0,6	0,59	0,64
5	0,64	0,63	0,55
6	0,65	0,62	0,69
7	0,66	0,62	0,67
8	0,58	0,57	0,64
9	0,7	0,71	0,64
10	0,83	0,81	0,62
11	0,63	0,64	0,57
12	0,65	0,65	0,61
13	0,68	0,67	0,59
MW	0,657	0,646	0,63

Tab. 20: Gegenüberstellung Bodenkontaktzeit Proband/Kontrollgruppe.

Wenn man die Mittelwerte der Kontrollgruppe links und rechts untereinander vergleicht, zeigen sich ähnliche Werte.

In den zwei folgenden Abbildungen wurden alle Mittelwerte der Kontrollgruppe gegenübergestellt:

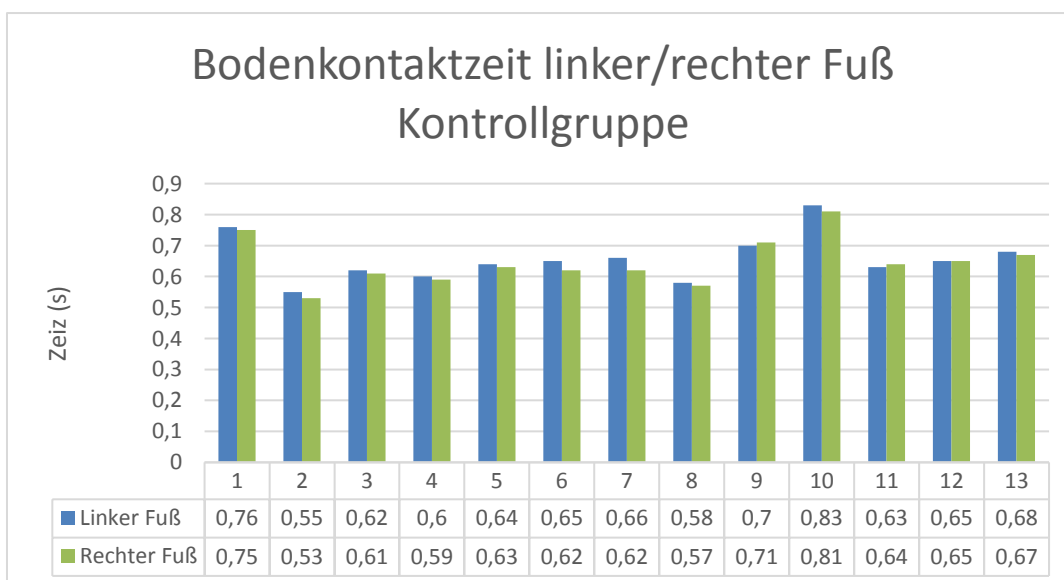


Diagramm 17: Gegenüberdarstellung der Fußbodenkontaktzeit linker/rechter Fuß.

3 Ergebnisse

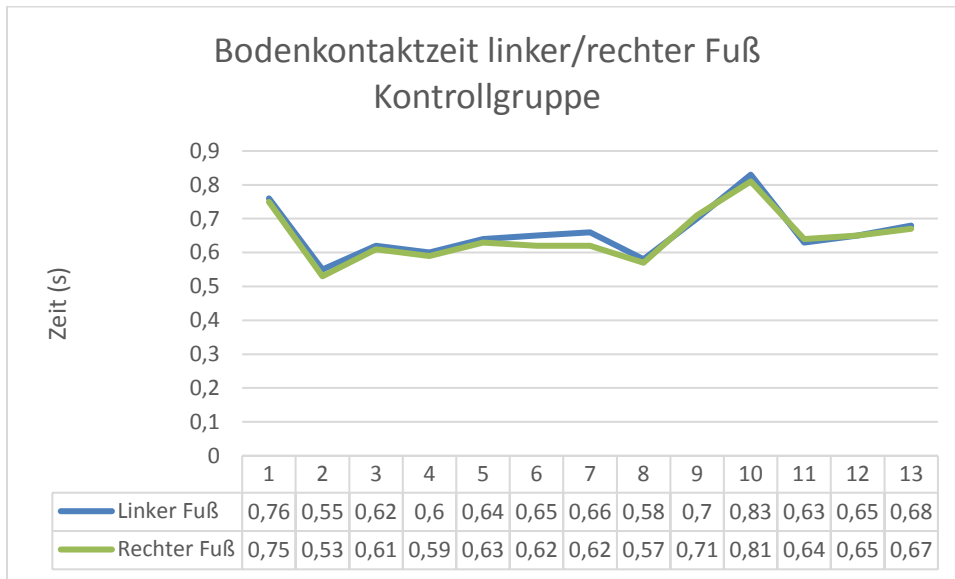


Diagramm 18: Graphische Darstellung der Bodenkontaktzeit linke/rechte Seite.

Um diese Werte besser mit der operierten Seite vergleichen zu können, wurde ein Mittelwert für das rechte und das linke Bein berechnet. Es ergab sich ein Wert von 0,65 s.

In der folgenden Abbildung sieht man die Gegenüberstellung des Mittelwertes der Kontrollgruppe und der operierten Seite der Probanden.

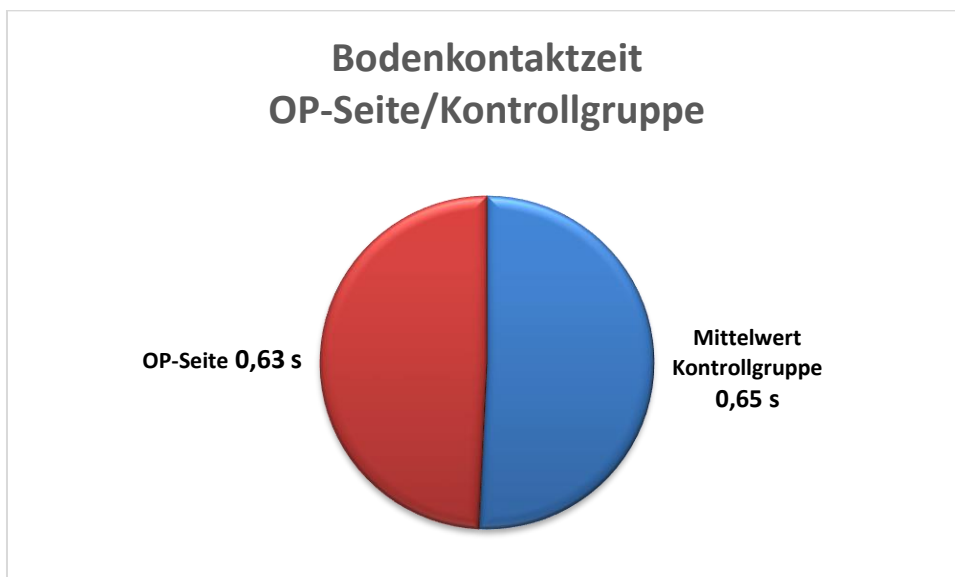


Diagramm 19: Bodenkontaktzeit operierte Seite und Mittelwert der Kontrollgruppe.

3 Ergebnisse

Im Vergleich zur operierten Seite sieht man im Kreisdiagramm visuell einen geringen Unterschied. Der Parameter Zeit ist stark von der Lauf-/Gehgeschwindigkeit abhängig. Eine der möglichen Erklärungen für diesen Unterschied ist die unterschiedliche Gehgeschwindigkeit.

Bei der Berechnung der Kontaktbodenzeit der operierten Seite und rechter Seite der Kontrollgruppe ergab sich ein p-Wert von 0,762, bei dem Vergleich operierte Seite und linke Seite der Kontrollgruppe ergab sich ein p-Wert von 0,362. Somit zeigte sich kein statistischer signifikanter Unterschied zwischen der Bodenkontaktzeit der Probanden im Vergleich zur Kontrollgruppe.

Somit besteht auch ein nicht signifikanter p-Wert bei der Berechnung der Bodenkontaktzeit OP-Seite gegenüber der re/li Seite gesamt der Kontrollgruppe bei 0,471.

3.4.2 Belastungsfläche

Die Belastungsfläche wird in cm^2 gemessen. Die Belastungsfläche kann man insgesamt messen oder auch in Abschnitten z.B. Vorfuß und Rückfuß getrennt. Diese Messungen werden ebenfalls ermöglicht durch das Fast SCAN-Programm®. Durch das Anbringen von definierten Boxen kann man die Belastungsfläche in beliebig viele Regionen unterteilen und die Belastungsfläche nur für eine der Boxen anzeigen lassen.

In der folgenden Abbildung ist gezeigt wie die zu ermittelnde Belastungsfläche mit einer Box (hier grün) eingerahmt wird. Durch den dynamischen Ablauf der Bewegung entsteht eine sich wiederholende Kurve. Zum Ermitteln der Werte werden ebenfalls die drei mittleren Kurven zur Auswertung herangezogen.

Jede einzelne Kurve wurde dann mit Hilfe des Fast-Scan®-Programmes vermessen und ein gemeinsamer Mittelwert berechnet.

3 Ergebnisse

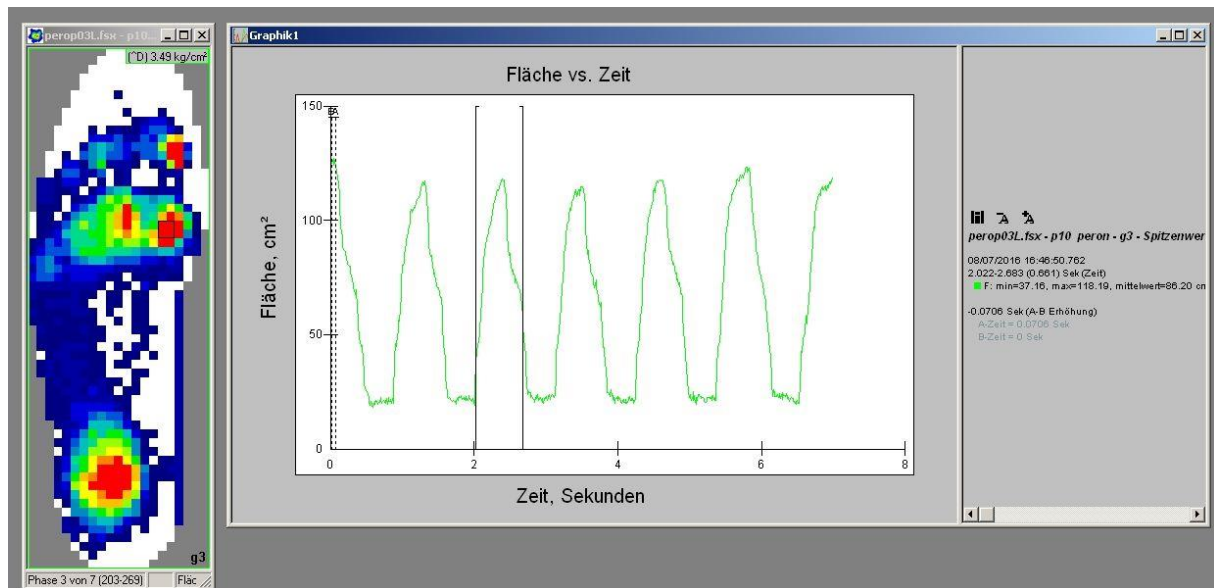


Abb. 22: Darstellung der Graphik für Belastungsfläche.

Nachfolgend kommt die Auswertung der Gesamtbelastungsfläche für den operierten und den gesunden Fuß im Vergleich. Wie auch schon bei den Messungen der Belastungszeit, wurden auch hier immer aus drei Versuchen (g1-g3) je drei Werte genommen und aus diesen Werten dann ein gemeinsamer Mittelwert berechnet. Mit gelb wurde die operierte Seite markiert.

3 Ergebnisse

Belastungsfläche (cm²)										
Proband	g1			g2			g3			MW
1 li	112,00	117,94	117,42	113,29	109,94	108,39	107,35	106,84	110,97	111,57
1 re	112,52	108,64	114,58	113,03	110,19	110,71	109,42	107,61	108,39	110,57
2 li	83,61	78,71	78,71	75,87	76,39	75,87	71,48	71,74	76,13	76,50
2 re	72,00	70,97	68,90	72,52	68,39	70,19	69,42	66,32	73,81	70,28
3 li	89,81	81,55	89,29	83,61	85,16	83,61	86,45	83,87	85,94	85,48
3 re	95,23	92,90	88,52	86,71	88,00	90,84	90,58	87,25	89,55	89,95
4 li	100,64	101,68	94,19	99,35	98,32	96,00	92,64	96,77	87,23	96,31
4 re	95,48	97,29	93,16	106,58	106,06	97,03	103,23	103,23	103,48	100,62
5 li	78,19	81,55	80,26	77,94	83,35	78,45	80,26	81,55	79,74	80,14
5 re	75,61	76,65	79,74	77,94	76,13	73,29	72,52	76,13	75,35	75,93
6 li	78,71	78,71	76,13	80,26	77,04	81,55	80,26	79,23	76,39	78,70
6 re	92,39	94,19	94,71	97,81	96,00	98,84	94,19	94,45	93,45	95,11
7 li	110,19	110,45	104,26	106,32	106,32	105,29	109,68	107,10	110,97	107,84
7 re	122,32	122,58	126,19	124,13	118,19	125,24	123,28	125,68	126,71	123,81
8 li	66,58	70,71	66,06	70,19	73,55	76,13	66,32	63,74	69,16	69,16
8 re	89,81	89,29	86,71	77,16	88,00	83,35	84,39	89,81	84,13	85,85
9 li	69,16	70,45	67,87	68,39	65,81	69,42	69,94	70,19	65,55	68,53
9 re	76,65	77,17	77,16	76,39	76,13	76,90	77,16	77,16	76,90	76,85
10 li	119,23	120,52	122,06	118,71	118,71	107,61	118,19	114,84	117,94	117,53
10 re	103,48	104,77	105,29	102,45	100,64	102,45	103,74	101,42	103,23	103,05
11 li	110,19	113,29	113,81	115,87	110,97	113,29	101,94	106,58	109,94	110,65
11 re	101,68	105,29	105,29	104,00	102,97	108,39	102,97	104,00	107,87	104,72
12 li	96,00	93,16	93,94	100,39	100,39	98,06	94,19	92,13	100,64	96,54
12 re	102,97	108,64	105,81	114,06	109,16	112,00	106,32	111,48	112,77	109,25
13 li	126,19	122,32	122,06	120,52	105,03	112,00	120,00	118,45	120,52	118,57
13 re	112,00	109,16	108,39	110,97	114,58	114,84	110,45	111,23	118,71	112,26

Tab. 21: Belastungsfläche in cm² (Kontaktfläche) gesamt: Vergleich operierter und nicht operierter Fuß.

Zur besseren Übersicht sind die Mittelwerte in der folgenden Tabelle zusammengefasst und in einem Diagramm visuell dargestellt:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	MW
OP-Seite	111,57	76,5	89,95	96,31	80,14	95,11	123,81	69,16	68,53	103,05	110,65	109,25	118,57	96,35
Gesund	110,57	70,28	85,48	100,62	75,93	78,7	107,84	85,85	76,85	117,53	104,72	96,54	112,26	94,09

Tab. 22: Mittelwerte Belastungsfläche in cm² operierte/nicht operierte Seite.

3 Ergebnisse

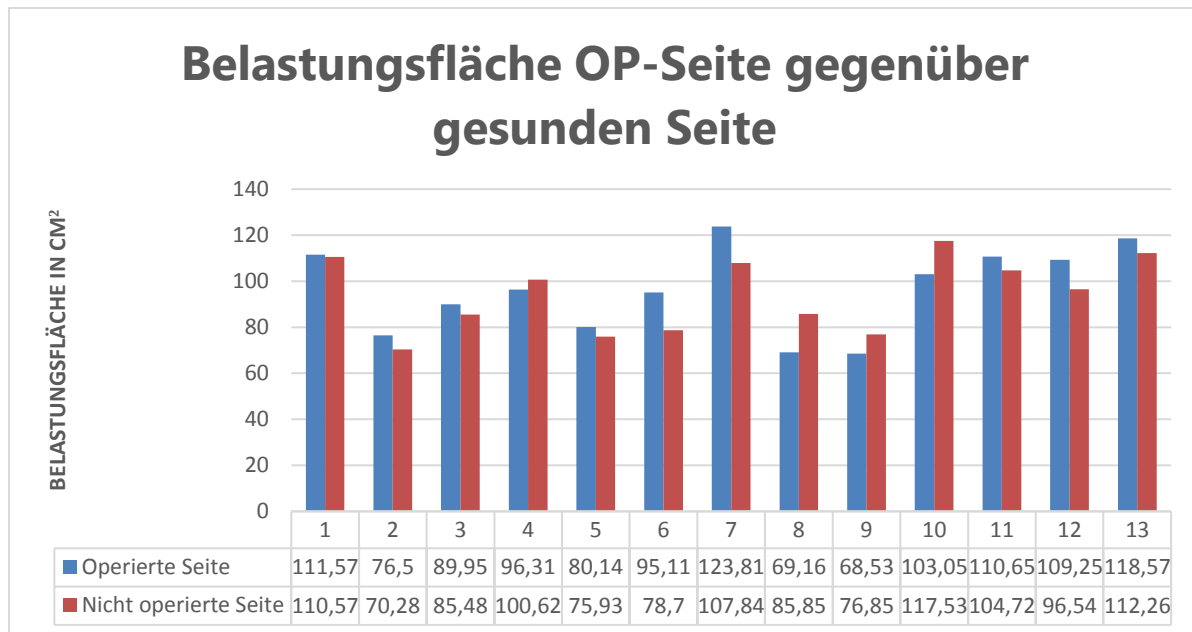


Diagramm 20: Direkter Vergleich Belastungsfläche gesamt operierte Seite/nicht operierte Seite

In der Tabelle sind die durchschnittlichen Ergebnisse der einzelnen Patienten bzgl. der Belastungsfläche dargestellt. Bei neun Patienten sind die Ergebnisse auf der operierten Seite höher als auf der nicht operierten Seite, bei vier Patienten sind sie kleiner.

Wenn man die Mittelwerte der Belastungsfläche aller Patienten betrachtet, dann bekommt man beim operierten Fuß einen Wert von 96,35 cm² und beim nicht operierten von 94,09 cm².

Der p-Wert liegt bei 0,801 und ist somit nicht statistisch signifikant.

Vergleich Belastungsfläche mit Kontrollgruppe

Zum Vergleich erfolgt die Gegenüberstellung mit der Kontrollgruppe. Erst wurde die Kontrollgruppe selbst verglichen und anschließend erfolgte der Vergleich mit der Probandengruppe:

3 Ergebnisse

Person X	Belastungsfläche Kontrollgruppe (cm ²)									
	g1			g2			g3			MW
1 li	116,39	116,39	114,06	104,52	114,32	108,90	115,32	109,42	112,00	112,37
1 re	118,97	118,19	113,81	111,23	120,26	115,35	120,52	106,84	111,48	115,18
2 li	99,61	98,32	104,52	94,71	97,81	95,48	96,00	92,64	95,23	97,15
2 re	108,13	109,16	109,68	100,90	98,84	101,94	96,26	93,16	94,19	101,36
3 li	100,13	102,71	100,39	91,10	90,06	86,45	84,39	89,55	90,84	92,85
3 re	122,32	122,32	121,55	107,87	107,10	105,55	113,55	108,90	115,87	113,89
4 li	89,55	89,29	91,87	83,35	86,97	86,19	89,29	89,29	93,16	88,77
4 re	66,32	64,77	67,10	64,77	62,71	65,81	67,35	69,16	66,32	66,03
5 li	69,94	67,61	72,26	67,35	70,45	69,16	67,61	63,26	68,90	68,50
5 re	71,74	71,48	69,94	72,26	70,46	73,81	69,94	70,71	73,29	71,51
6 li	94,45	93,42	98,58	98,84	101,16	102,45	97,29	101,68	97,55	98,38
6 re	100,13	96,52	98,32	98,32	99,35	98,84	100,64	99,61	100,64	99,15
7 li	92,13	89,03	88,00	103,48	98,58	101,94	99,35	92,13	101,68	96,26
7 re	89,29	83,35	82,84	81,29	84,64	81,29	81,03	79,23	78,45	82,38
8 li	102,97	89,29	93,16	89,55	96,26	83,87	96,52	94,45	93,16	93,25
8 re	77,94	78,45	87,23	74,06	76,13	77,68	78,19	77,68	79,23	78,51
9 li	112,00	109,42	96,00	99,61	108,64	106,58	101,16	109,16	101,68	104,92
9 re	101,42	102,45	90,58	89,29	96,52	106,06	94,19	97,29	97,55	97,26
10 li	134,97	126,97	137,81	132,13	130,84	126,71	131,87	132,13	129,29	131,41
10 re	159,74	166,71	161,55	155,61	137,81	144,26	149,68	138,84	146,06	151,14
11 li	72,00	73,81	73,81	72,00	71,41	73,29	69,68	71,74	72,26	72,22
11 re	76,39	80,52	74,84	73,55	71,74	69,94	68,65	68,90	69,94	72,72
12 li	106,32	107,87	105,29	104,00	106,32	109,16	104,26	101,94	103,23	105,38
12 re	88,00	87,23	91,61	83,87	94,19	83,10	89,29	84,13	94,97	88,49
13 li	76,39	76,13	74,32	79,48	75,35	85,68	84,64	82,84	85,42	80,03
13 re	82,84	82,84	86,97	86,97	86,71	79,48	81,81	81,03	85,16	83,76

Tab. 23: Belastungsfläche Kontrollgruppe gesamt.

Zur besseren Übersicht sind die Mittelwerte zusammengefasst und in dem nachfolgenden Diagramm dargestellt:

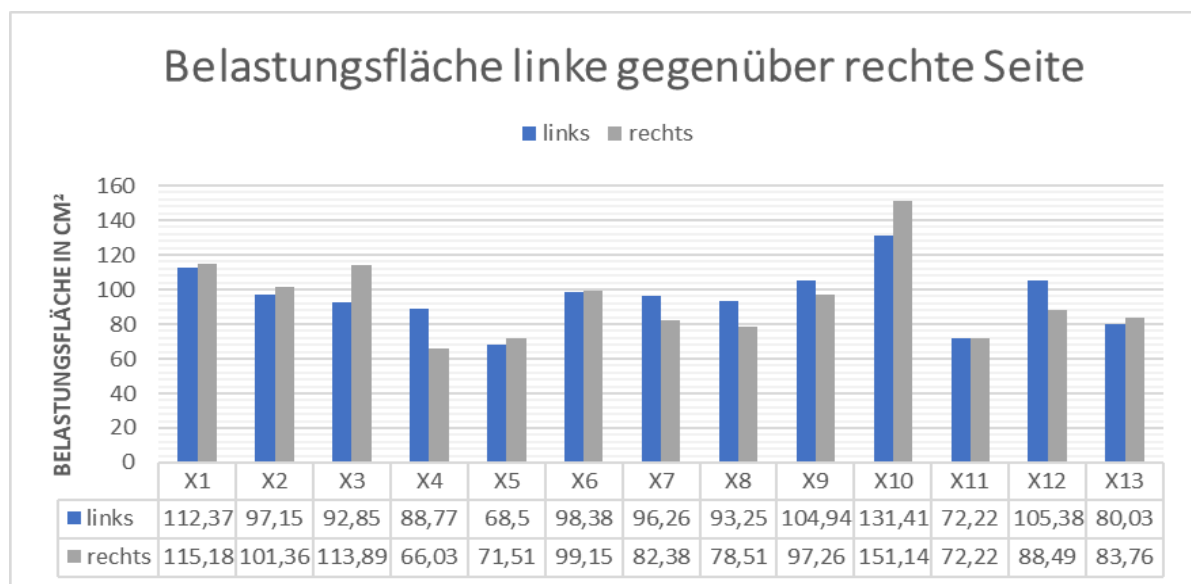


Diagramm 21: Belastungsfläche Kontrollgruppe linke/rechte Seite

3 Ergebnisse

In der Berechnung der Signifikanz ergibt sich ein p-Wert in Höhe von 0,687. Daraus folgt, dass der Unterschied zwischen rechtem und linkem Fuß nicht statistisch signifikant ist.

Bei der Gegenüberstellung der Belastungsfläche zwischen der Probanden- und der rechten Seite der Kontrollgruppe ergibt sich ein p-Wert von 0,650, und zwischen Probandengruppe und der linken Seite der Kontrollgruppe ergibt sich ein p-Wert von 0,801. Rechte und linke Seite gesamt und die OP-Seite: 0,670. Diese Ergebnisse zeigen, dass sich kein signifikanter Unterschied zwischen der Probanden- und der Kontrollgruppe gezeigt hat.

3.4.3 Belastungsdruck (Berührungsdruck)

Der Begriff „Berührungsdruck“ wird von dem Programm FAST-Scan® verwendet. Auch wenn es kein wissenschaftlicher Fachbegriff ist, wurde er in dieser Arbeit dem Begriff „plantaren Druck“ gleichgesetzt und übernommen.

Der Berührungsdruck ist der Druck, der beim Gehen durch das eigene Körpergewicht auf die Sensoren ausgeübt wird. Die Berechnung erfolgt nach folgender Formel (78):

$$p = \frac{F}{A};$$

F= wirkende Kraft; A= Fläche, auf die die Kraft wirkt;

„Der Druck gibt an, mit welcher Kraft (Newton) ein Körper auf eine Fläche von einem Quadratmeter wirkt“. Die SI-Einheit ist Pascal (1Pa).

Diese plantare Druckverteilung kann und wurde in unserer Studie mittels des Computerprogrammes FastSCAN® gemessen. In unserer Untersuchung ging es vor allem um die Verteilung des plantaren Druckes auf den Vor- und Rückfuß. Dafür wurden die gemessenen Werte in Boxen unterteilt, die es ermöglichten, die Druckverteilung im Vor- und Rückfuß getrennt zu messen.

In der folgenden Abbildung wird gezeigt, wie man die plantare Druckverteilung in zwei Boxen (hier rot und grün) einteilt. Dementsprechend entstehen bei den Messungen

3 Ergebnisse

zwei Diagrammen in korrespondierenden Farben. Gleichzeitig wird in den Boxen der maximale Wert des Druckes angezeigt, was die Berechnungen der Druckverteilung in dieser Studie ermöglicht. In der Abbildung sieht man, dass der Vorfuß einen größeren Wert aufweist, das bedeutet, dass der Vorfuß mehr belastet wird als der Rückfuß.

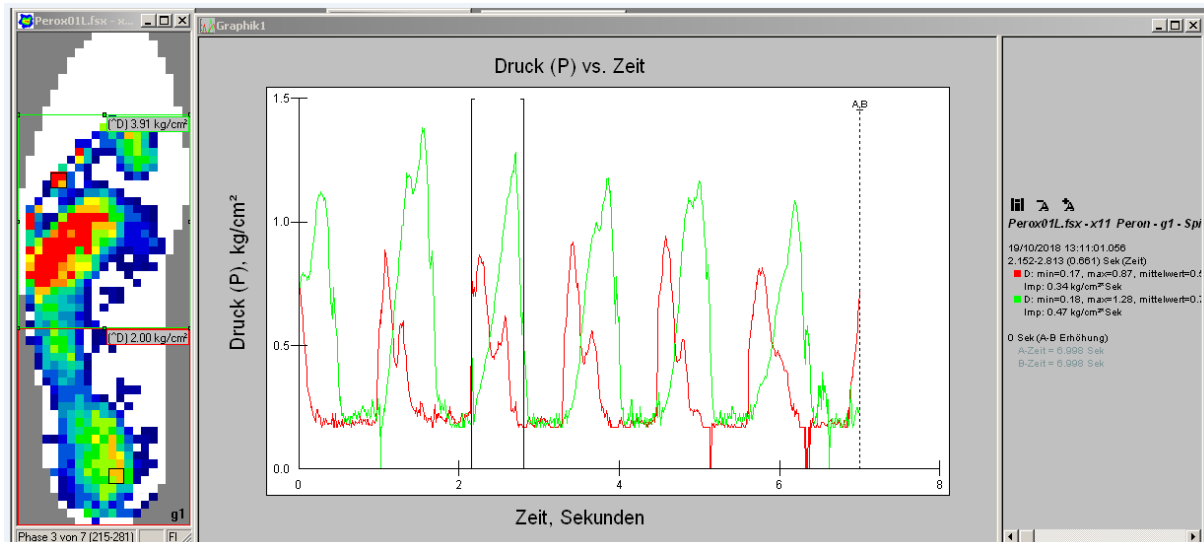


Abb. 23: Einteilung der plantaren Druckverteilung in Vorfuß und Rückfuß.

In der folgenden Tabelle sind die Mittelwerte des Druckes der operierten Seite gegenüber der gesunden Seite dargestellt:

	Berührungsdruck Vergleich OP-Seite/Gegenseite			
	MW-VF OP	MW-VF GS	MW-RF OP	MW-RF GS
1	6,8	3,5	2,8	2,28
2	2,86	2,81	1,9	2,3
3	6,56	12,2	3,3	5,1
4	10,6	3,64	3,5	3
5	6,22	6,95	3,4	2,3
6	5,92	10,5	1,5	2,6
7	5,64	4,64	2,9	2
8	6,38	4,9	3,9	5,1
9	8,99	6,42	2,4	2,8
10	6,5	3,74	2,9	2,6
11	5,2	6,9	2,7	3
12	3,44	3,87	3,4	3,7
13	3,99	4,5	3,4	4,4
MW	6,08	5,74	2,92	3,17

Legende:

MW-VF OP: Mittelwerte-Vorfuß operiert;

MW-VF GS: Mittelwerte Vorfuß gesunde Seite;

MW-RF OP: Mittelwerte Rückfuß operiert;

MW-RF GS: Mittelwerte Rückfuß gesunde Seite;

Σ: Summe;

MW: Mittelwerte

Tab. 24: Mittelwerte Berührungsdruck Probanden OP-Seite/gesunde Seite eingeteilt in Vor- und Rückfuß.

3 Ergebnisse

Wenn man das Gesamtergebnis in der Tabelle betrachtet, sieht man, dass die Patienten ihren Vorfuß mehr belasten, sowohl auf der operierten als auch auf der gesunden Seite. Beim Abstoßen des Fußes vom Boden entsteht im Bereich des Vorfußes das Druckmaximum. Dieses zeigt sich als die Kurvenspitze im Diagramm.

Die nachfolgenden zwei Diagramme zeigen uns visuell, wie sich der Berührungsdruck der operierten Seite - aufgeteilt in Vor- und Rückfuß - gegenüber der gesunden Seite verhält.

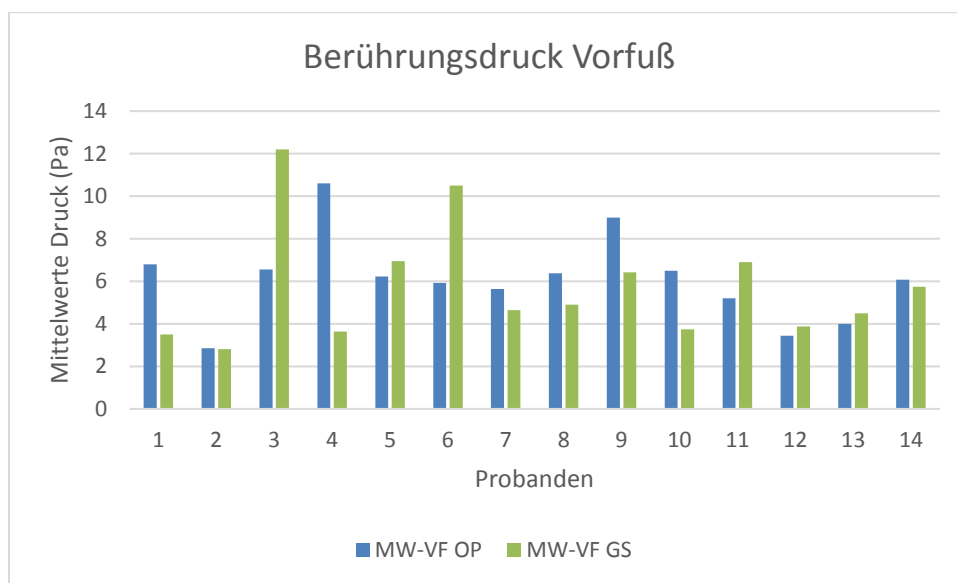


Diagramm 22: Gegenüberstellung Druckverteilung **Vorfuß** operiert/nicht operiert für jeden Patienten individuell. (14. ist der Gesamtmittelwert)

3 Ergebnisse

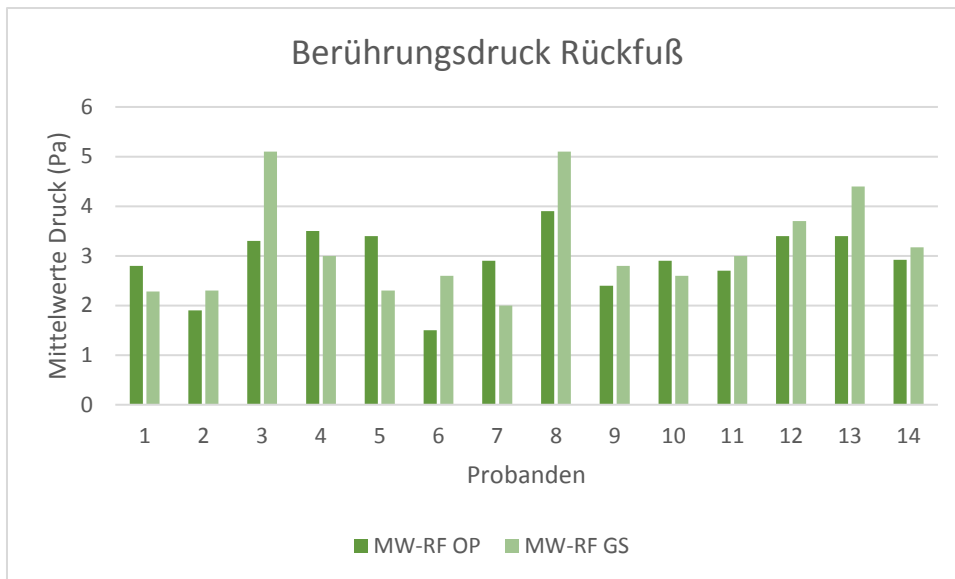


Diagramm 23: Gegenüberstellung Berührungsdruck **Rückfuß** operiert/nicht operiert für jeden Patienten individuell. (14. ist der Gesamtmittelwert)

Wenn man die individuellen Ergebnisse beider Diagramme betrachtet, so ist zu erkennen, dass sich bei der Untersuchung kein klarer Trend zeigt. Es sind Patienten vorhanden, die entweder ihren Vorfuß oder ihren Rückfuß mehr belasten. Auf dem folgenden Kreisdiagramm nur ein geringer Unterschied der Gesamtergebnisse erkennbar.

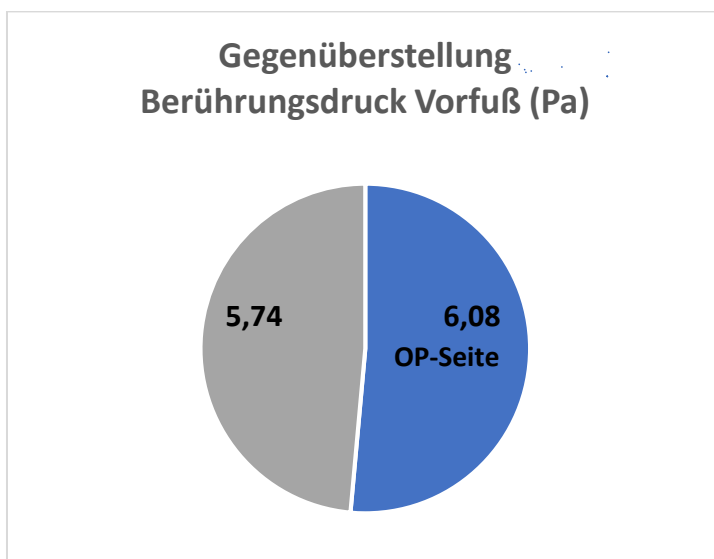


Diagramm 24: Ergebnisse Druckverteilung **Vorfuß** alle Patienten zusammen: OP-Seite(blau)/Gesunde Seite (grau).

3 Ergebnisse

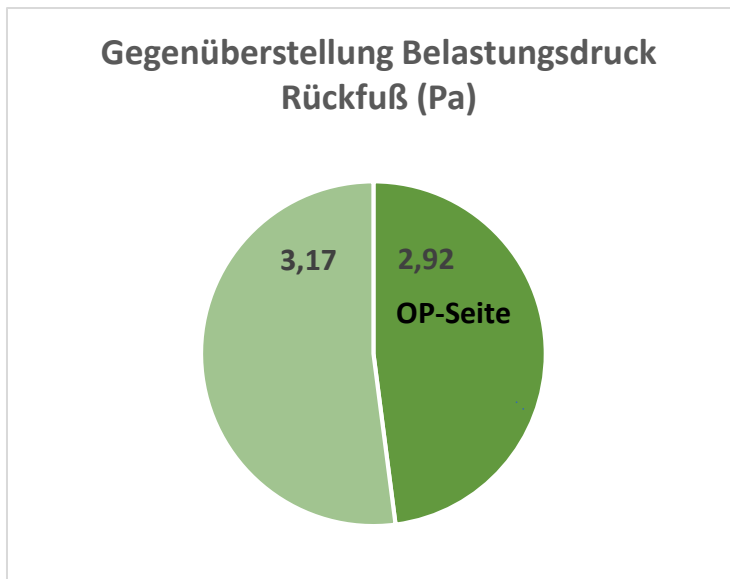


Diagramm 25: Ergebnisse Druckverteilung **Rückfuß** alle Patienten: OP-Seite/Gesunde Seite.

In diesen Diagrammen sieht man, dass auf der operierten Seite der Vorfuß mehr und der Rückfuß weniger als auf der gesunden Seite belastet wird. Die Differenz dieser Unterschiede ist aber gering. Da die Untersuchungsgruppe klein ist, kann man keine gesicherten Aussagen bezüglich des Ursprungs dieser Unterschiede treffen. Es ist allerdings vorstellbar, dass das Ergebnis bei einer größeren Patientengruppe nicht reproduzierbar wäre.

Da bei dieser Untersuchung nur der Maximalwerte des plantaren Druckes gemessen wird, kann auf die Untersuchung des ganzen Fußes verzichtet werden, da der Maximalwert des Druckes im Bereich des Vorfußes auftritt.

Die statistischen Berechnungen haben ergeben, dass dieser Unterschiede nicht statistisch signifikant sind. Der p-Wert des Berührungsdruckes des Vorfußes beim Vergleich der operierten und der nicht operierten Seite liegt bei 0,545, beim Rückfuß bei 0,960.

3 Ergebnisse

Vergleich mit der Kontrollgruppe

Gegenüberstellung der rechten und linken Seite der Kontrollgruppe getrennt in Vorfuß und Rückfuß.

Kontrollgruppe	Vergleich re/li-Seite Kontrollgruppe			
	MW-VF re	MW-VF li	MW-RF re	MW-RF li
X1	4,92	8	2,85	3,6
X2	4,04	14,4	2,35	3,94
X3	4,37	4,66	4,61	4,7
X4	4,27	3,65	4,2	3,2
X5	4,48	6,14	3,25	3,5
X6	5,76	6,05	4,93	5,12
X7	5,86	5,7	4,05	3,7
X8	4,27	3,5	2,69	3
9	6,06	6,53	3,5	2,68
X10	3,49	3,7	1,97	2,23
X11	5,53	4,06	3,5	2,5
X12	4,4	3,9	3,06	2,06
X13	4,83	4,3	3,18	3,15
MW	4,79	5,74	3,4	3,34

Tab. 25: Mittelwerte Berührungsdruck Kontrollgruppe rechte/linke Seite eingeteilt in Vor- (VF) und Rückfuß (RF).

Auch in der Kontrollgruppe sieht man, dass der Vorfuß einen größeren Berührungsdruck ausübt als der Rückfuß, was der physiologischen plantaren Druckverteilung entspricht.

Zur visuellen Darstellung wurden die gemessenen Werte in einem Diagramm dargestellt. Erst als individuelle Ergebnisse und anschließend die berechneten Mittelwerte.

3 Ergebnisse

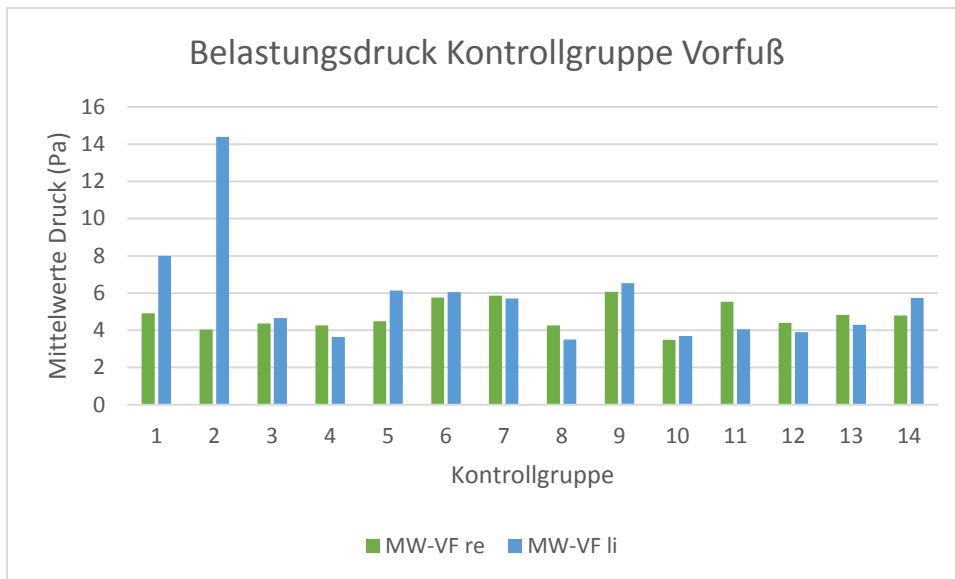


Diagramm 26: Gegenüberstellung Berührungsdruck **Vorfuß** rechte/linke Seite für jeden Probanden individuell.

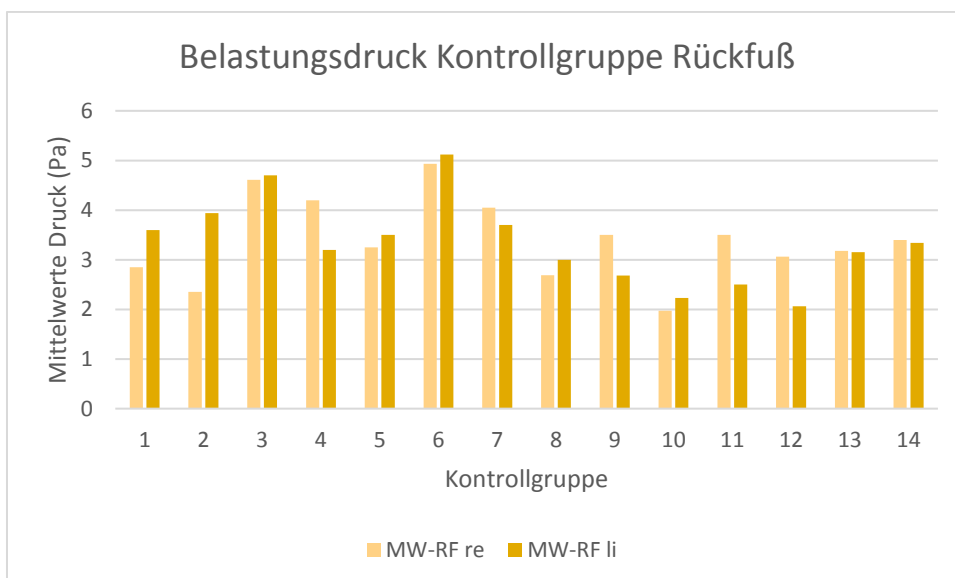


Diagramm 27: Gegenüberstellung Berührungsdruck **Rückfuß** rechte/linke Seite für jeden Probanden individuell.

In beiden Diagrammen sieht man, dass die Ergebnisse individuell sehr unterschiedlich sind. Manche Personen aus der Kontrollgruppe belasten ihren rechten Vorfuß mehr während andere ihren linken Vorfuß vermehrt belasten. Genauso verhält es sich mit der Belastung des Rückfußes.

3 Ergebnisse

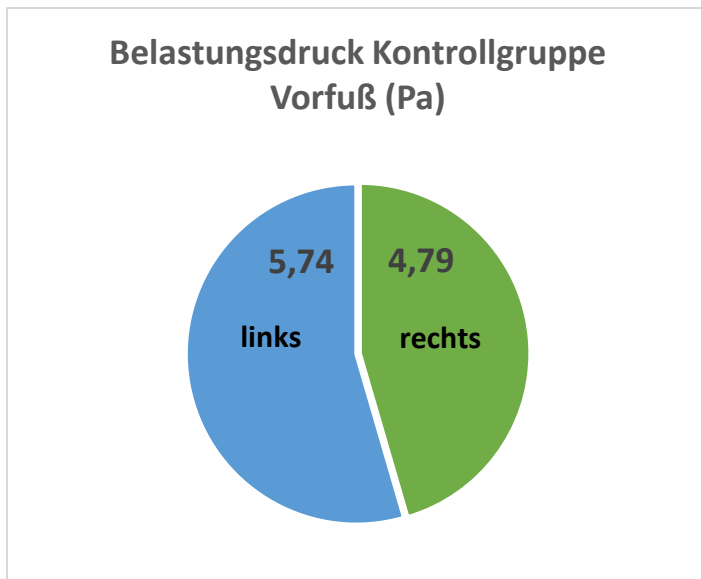


Diagramm 28: Ergebnisse Druckverteilung **Vorfuß** alle Probanden zusammen.

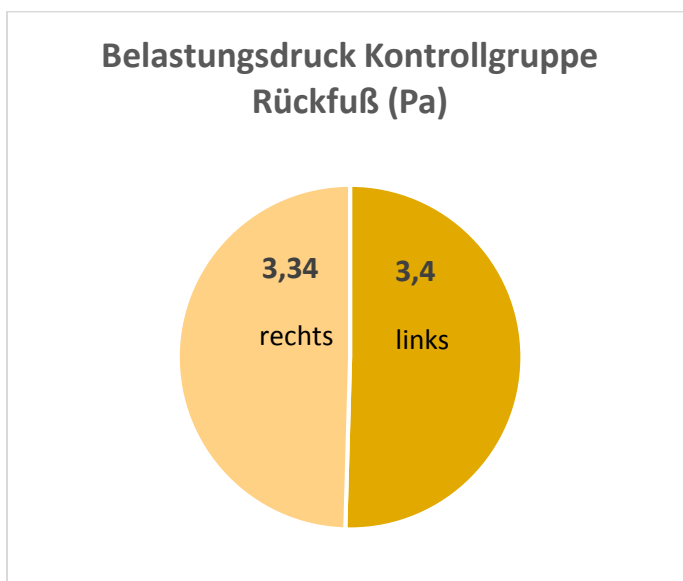


Diagramm 29: Ergebnisse Druckverteilung **Rückfuß** alle Probanden zusammen.

In beiden Kreisdiagrammen sieht man, dass die linke Seite insgesamt geringfügig mehr belastet wird als die rechte Seite. Der p-Wert der Vorfußuntersuchung der Kontrollgruppe lag bei 0,762 und der der Rückfußuntersuchung lag bei 0,880. Somit waren beide p-Werte nicht statistisch signifikant.

3 Ergebnisse

Als nächster Schritt der Untersuchung wurde der Berührungsdruck der operierten Seite der Probandengruppe, sowie der linken und der rechten Seite der Kontrollgruppe, wieder in Vor- und Rückfuß eingeteilt, gegenübergestellt.

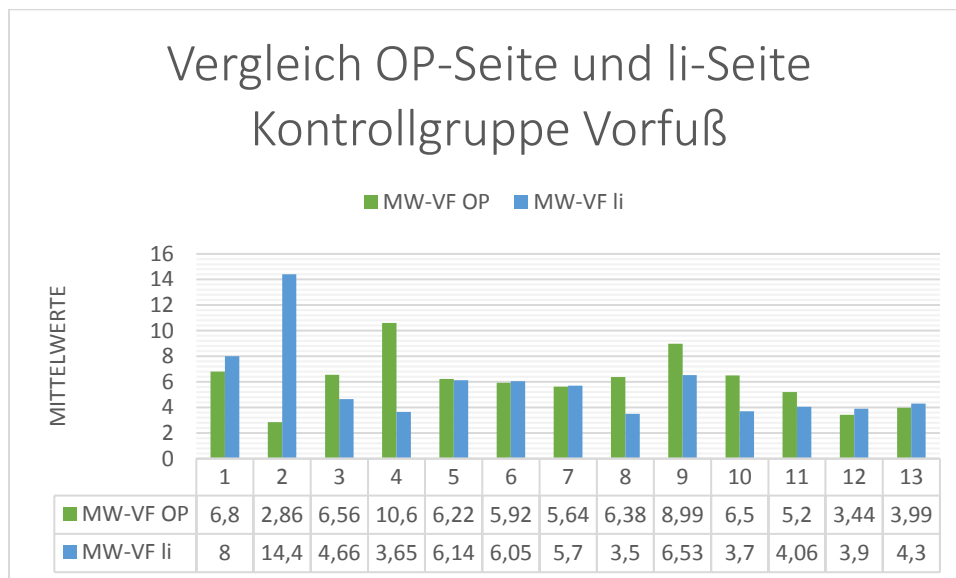


Diagramm 30: Gegenüberstellung Berührungsdruck **Vorfuß** operierte Seite und linke Seite Kontrollgruppe individuell.

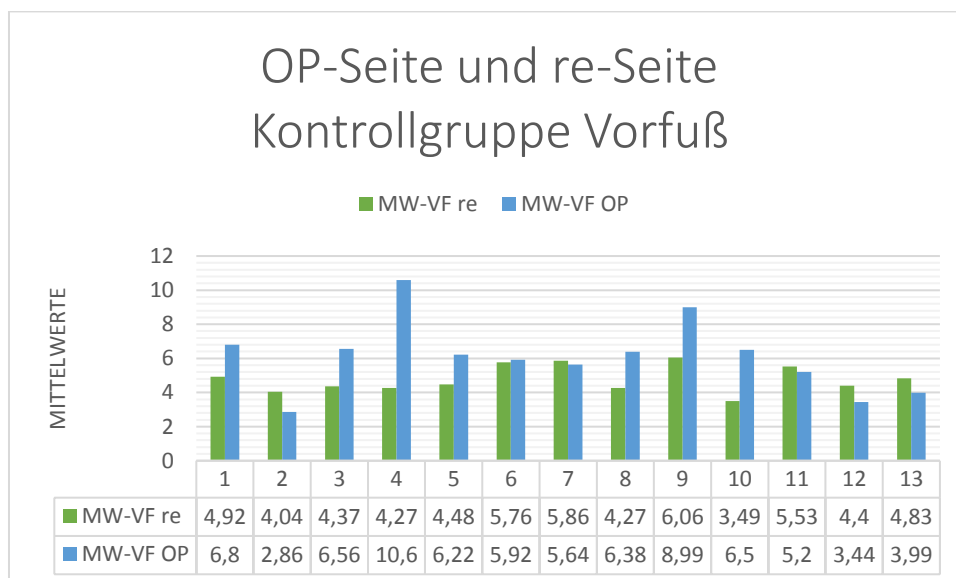


Diagramm 31: Gegenüberstellung Berührungsdruck **Vorfuß** operierte Seite und rechte Seite Kontrollgruppe individuell.

3 Ergebnisse

Um einen aussagekräftigen Vergleich zu bekommen hier ist noch der Vergleich Kontrollgruppe gesamt und die OP-Seite. Der Mittelwert der rechten und der linken Seite ergibt 5,26. Der Mittelwert OP-Seite 6,08.

Berührungsdruck Vorfuß	MW
OP-Seite	6,08
Kontrollgruppe re/li gesamt	5,26

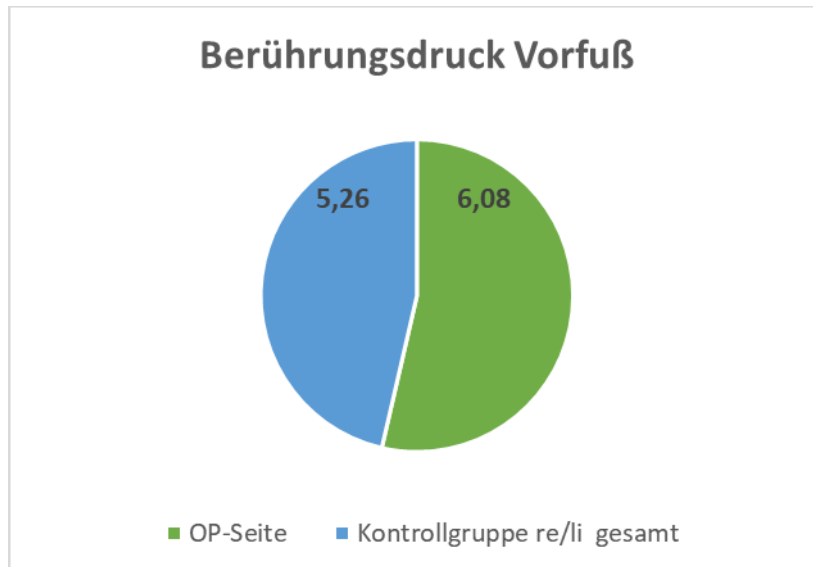


Diagramm 32: Berührungsdruck Vorfuß OP-Seite(grün) gegenüber Kontrollgruppe rechts/links gesamt (blau).

Daraus ergibt sich ein p-Wert: 0,099 und somit kein signifikanter Unterschied.

3 Ergebnisse

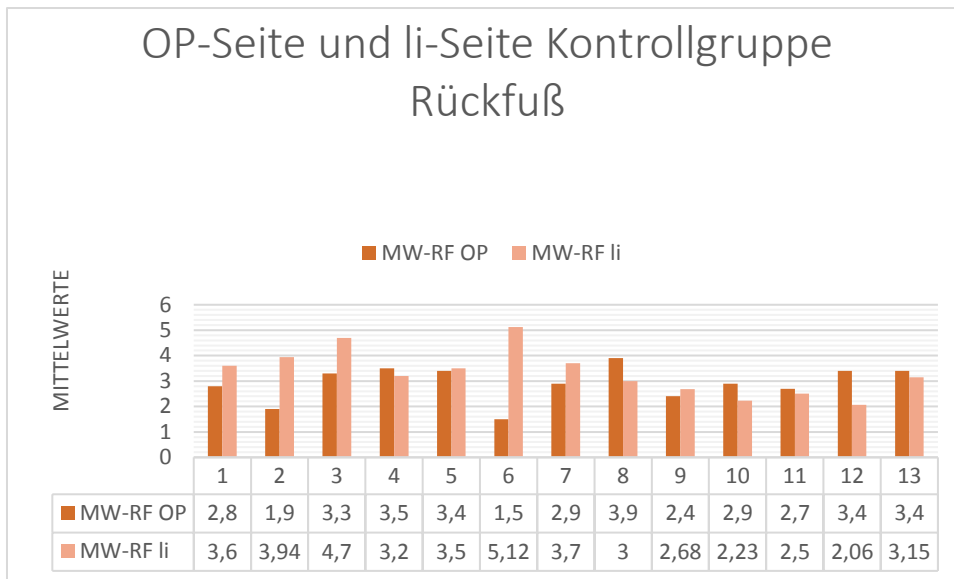


Diagramm 33: Gegenüberstellung Berührungsdruck **Rückfuß** operierte Seite und linke Seite Kontrollgruppe individuell.

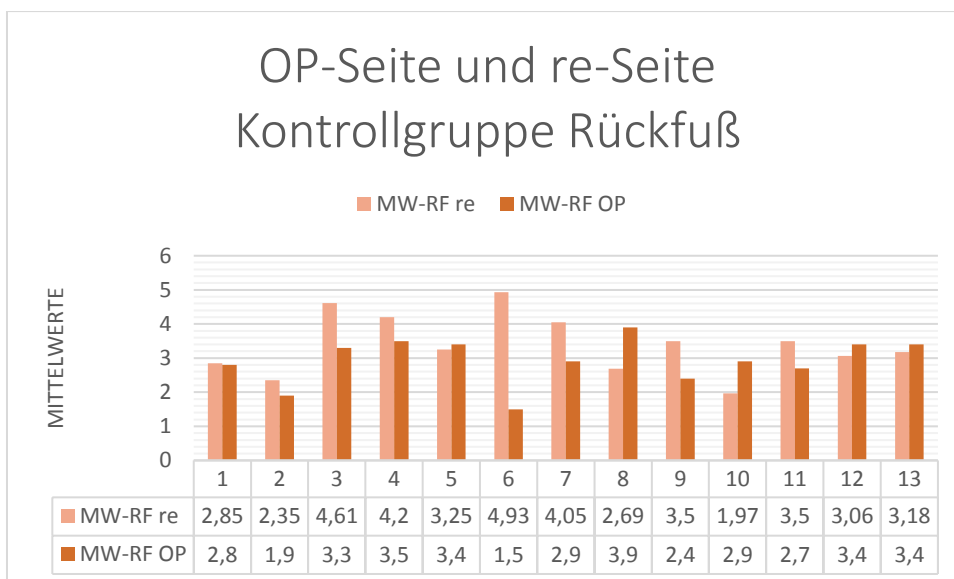


Diagramm 34: Gegenüberstellung Berührungsdruck **Rückfuß** operierte Seite und rechte Seite Kontrollgruppe individuell.

Auch hier konnte kein statistisch signifikanter Unterschied nachgewiesen werden:

Berührungsdruck Vorfuß OP-Seite und linke Seite Kontrollgruppe $p=0,390$

Berührungsdruck Vorfuß OP-Seite und rechte Seite Kontrollgruppe $p=0,05$

Berührungsdruck Rückfuß OP-Seite und linke Seite Kontrollgruppe $p=0,287$

Berührungsdruck Rückfuß OP-Seite und rechte Seite Kontrollgruppe $p=0,243$

3 Ergebnisse

Zum besseren Vergleich auch hier ein Vergleich Berührungsdruck Rückfuß OP-Seite und Rückfuß in der Kontrollgruppe gesamt in einem Diagramm dargestellt.

Berührungsdruck Rückfuß	MW
OP-Seite	2,92
Kontrollgruppe re/li gesamt	3,37

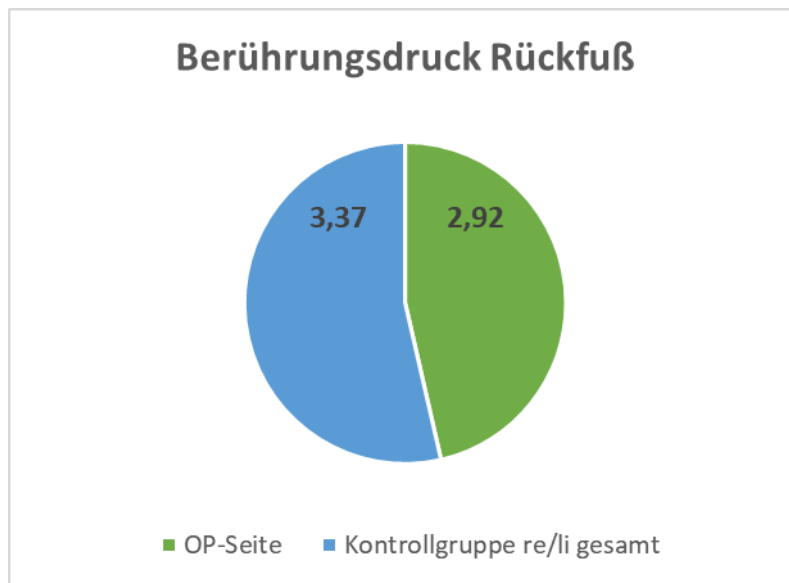


Diagramm 35: Berührungsdruck Rückfuß OP-Seite (grün) gegenüber Kontrollgruppe rechts/links gesamt (blau).

Daraus ergibt sich ein nicht signifikanter Unterschied mit einem p-Wert: 0,187

4 Diskussion

Diese Studie dient der Evaluation postoperativer Ergebnisse nach der operativen Rekonstruktion von Peroneus brevis Sehnen-Splitläsionen. Dadurch, dass die Untersuchungsgruppe aufgrund der geringen Häufigkeit des Eingriffs nur aus einer geringen Anzahl Patienten bestand, bestehen Einschränkungen hinsichtlich der Ergebnisse und Übertragung der Ergebnisse auf die Allgemeinbevölkerung.

85 % der in dieser Studie untersuchten Patienten waren laut der Befragung mit dem Ergebnis der OP sehr zufrieden und würden die Operation erneut durchführen lassen. Postoperativ hat sich der Schmerz deutlich reduziert, das Gefühl der Stabilität ist wiederhergestellt und die schmerzfreie Gehstrecke hat sich deutlich vergrößert.

Andere Studien, z.B. die Studie von Steginsky et al. von 2016 zeigte, dass die operative Therapie bei diesen Verletzungen Mittel der Wahl ist. Hier wurden 201 Patienten postoperativ untersucht und 91,4 % gaben an, dass sie sich für das gleiche Therapieverfahren erneut entscheiden würden (79). 76,5 % der Patienten in dieser Studie, kehrten nach einem Jahr nach der Operation zu den gleichen Vorverletzungsaktivitäten zurück. In dieser Studie wurden allerdings die postoperativen Ergebnisse, im Unterschied zur unseren Studie, mit Hilfe von FAAM-Score (Foot and Ankle Ability Measure) und FF-Index (Foot Funktion Index) evaluiert. In der Studie von Krause und Brodsky an 20 Probanden 1998 wurden die operative Ergebnisse nach der Peroneus brevis Läsion von der Mehrheit der Patienten als gut bis ausgezeichnet gefunden (80).

Bassett et al. genauso wie Dombek et al. beschrieben die OP-Ergebnisse nach der erfolglosen konservativen Therapie als gut, hervorragend bis ausgezeichnet (26,81). Die Erkenntnisse der o.g. Studien und die von uns durchgeführten Untersuchungen zeigten übereinstimmend eine sehr gute Wirksamkeit einer operativen Therapie bei den Patienten mit Peroneus brevis Sehnen-Splitläsionen und belegen damit die Wichtigkeit der operativen Therapie.

Die Prävalenz dieser Verletzung aufgrund der Adipositas lässt sich in dieser Studie nicht genau ermitteln, da die Anzahl der Studienteilnehmer dafür zu gering ist. Ob die normalgewichtigen Probanden mehr von dem Eingriff profitiert haben als adipöse Patienten bleibt daher unklar.

4 Diskussion

Ebenfalls konnte aufgrund der geringen Stichprobengröße dieser Studie nicht genau ermittelt werden, ob diese Verletzung sowie die postoperativen Ergebnisse geschlechtsspezifisch sind.

4.1 Scores

4.1.1 AOFAS-Score

Subjektive Operationsergebnisse wurden in dieser Studie mittels AOFAS- und FAOS-Scores ausgewertet. Der AOFAS-Score beinhaltet unter anderem auch eine orthopädische funktionelle Untersuchung.

In unserer Untersuchung wurde ein AOFAS-Score mit einem Durchschnittswert von 79,84 (von insgesamt 100 Punkten) erreicht. Andere Studien konnten hingegen noch bessere Ergebnisse präsentieren. So wurde in der Studie von Krause und Brodsky mit 20 Patienten nach der chirurgischen Versorgung der Peroneus brevis Läsion, ein postoperativer AOFAS-Score von 85 erreicht (80).

In der Studie von Redfern et al. lag der mittlere postoperative Wert des AOFAS-Scores bei 82, allerdings wurde in diese Studie auch die Verletzung der Peroneus longus Sehne eingeschlossen (82).

Eine weitere Studie an 41 Patienten mit Verletzung der Peronealsehnen (davon 24 isolierte Peroneus brevis Verletzungen) von Saxena et al. präsentierte einen postoperativen AOFAS-Score von $89,7 \pm 10$. Hier wurden ebenfalls auch Patienten mit einer Verletzung der Peroneus longus oder auch beider Peronealsehnen eingeschlossen (83).

In allen diesen Studien zeigte sich eine postoperativ signifikante funktionelle Verbesserung.

Am Ergebnis dieser Studien erkennt man, dass der errechnete AOFAS-Score in Übereinstimmung mit den in der aktuellen Literatur präsentierten Ergebnissen zu sehen ist.

Jeder Patient hat in unserer Studie über eine deutliche funktionelle Verbesserung berichtet. Die Mehrheit unserer Patienten konnte zur Vorverletzungsaktivität zurückkehren.

4 Diskussion

Auch wenn die Ergebnisse unserer Studie niedriger ausfallen und wir präoperativ keinen AOFAS- oder FAOS-Scores erhoben haben, bewerten wir die postoperativen Ergebnisse unserer Studie als gut.

In der Literatur wird immer wieder berichtet, dass viele Verletzungen dieser Art sehr oft übersehen werden (26,27,80,81). Das heißt, dass auch unsere Patienten möglicherweise mehrere Monate bzw. auch Jahre undiagnostiziert mit dieser Verletzung gelebt haben. Dies führt zur Entwicklung eines Schonganges und begünstigt durch die Fehlbelastung die Entwicklung einer sekundären Arthrose. Dies kann zu einem gewissen Teil als Erklärung für die stärkeren Schmerzen postoperativ zum Teil und dadurch auch den niedrigeren AOFAS-Score dienen. Eine gezielte Umfrage bezüglich der Diagnostikdauer wurde in dieser Studie aber nicht durchgeführt, da dies nicht die Fragestellung dieser Studie war.

Es stellt sich weiterhin die Frage, ob sich die Validität des AOFAS-Score mit der Zeit verändert, z.B. die Verbesserung der Ergebnisse im proportionalen Abstand zur Operation. Alle Operationen unserer Studie wurden im Zeitraum von 2012 bis 2015 durchgeführt. Die Untersuchung wurde im Jahr 2016 erhoben. Das heißt, dass die Zeitabstände zur Operation unterschiedlich sind. Malviya et al. zeigten in ihrer Arbeit, dass die Validität des AOFAS-Scores drei Monate postoperativ deutlich niedriger ist als z.B. nach einem Jahr (54).

Das könnte bedeuten, dass die Ergebnisse unserer Studie zu einem späteren Zeitpunkt eventuell anders ausfallen würden. Diese Hypothese war aber nicht der Bestandteil dieser Studie und kann diesbezüglich mit dieser Arbeit nicht beantwortet werden.

Es gibt Autoren die den AOFAS-Score für nur begrenzt valide und zuverlässig halten (53,54). Aus diesem Grund haben wir unsere Studie durch den FAOS-Score ergänzt, um die Ergebnisse vergleichen und somit bessere Rückschlüsse daraus ziehen zu können.

4.1.2 FAOS-Score

Der FAOS-Score gibt einen umfangreichen Überblick über den subjektiven Zustand des Patienten. Bei der von uns untersuchten Patientengruppe war beispielsweise festzustellen, dass die Betroffenen deutlich von der OP bzgl. der Schmerzreduktion profitiert haben.

Der FAOS-Score wird oft als Untersuchungsfragebogen in Kombination mit anderen Untersuchungsbögen für Fußverletzungen eingesetzt (41,43,84,85). Er hat sich bis jetzt als valide Untersuchungsmethode bewiesen, nicht nur bei Erwachsenen sondern auch bei Jugendlichen mit Fußproblematik (42).

Eine niederländische Studie von van den Akker-Scheek bestätigte, dass der FAOS-Score ein zuverlässiger Fragebogen zur Bewertung der Symptome und funktionellen Einschränkungen von Fuß ist (86).

Eine weitere Studie von Roos et al. untersuchte an 213 Patienten mit Fuß- und Sprunggelenkverletzungen nach der postoperativen Rekonstruktion der lateralen Sprunggelenkbänder die Validität und Zuverlässigkeit des FAOS-Scores und bestätigte ebenfalls den Nutzen und die Zuverlässigkeit dieses Fragebogens (87).

Wie auch bei unserer Untersuchung wurden in der Studie von Yong et al. bei chronischer Instabilität und chirurgischen Rekonstruktion des Ligamentum fibulotalare anterieur postoperative Ergebnisse mittels AOFAS- und FAOS-Scores bewertet. Der mittlere AOFAS-Score betrug 91,5 von 100 und der mittlere FAOS-Score 78,8 von 100. 10 Patienten von 15 hatten postoperativ keinerlei Einschränkungen sowohl bei den täglichen Aktivitäten als auch bei den Freizeitaktivitäten (88).

Eine Untersuchung von Singh, Nag et al. über Verletzungen der Achillessehnen mit Peroneus brevis Sehnenaugmentation benutzte ebenfalls zum Bewerten der postoperativen funktionellen Ergebnisse den FAOS-Score. Hier wurde postoperativ ein gutes funktionelles Ergebnis erzielt (89).

Beide Studien mit unterschiedlichen Fußverletzungen haben übereinstimmend zu unserer Studie bei chirurgisch versorgten Patienten einen hohen FAOS-Score erreicht. Das bedeutet für uns, dass in unserer Studie (mit einem FAOS-Score von ca. 70), nach

der operativen Versorgung der Peroneus brevis Splitläsion ein gutes Ergebnis erzielt wurde. Insbesondere in Bezug auf Schmerzreduktion um mehr als 50 % haben unsere Patienten durch die Operation deutlich profitiert, was durch die Ergebnisse des FAOS-Scores in der Studie bestätigt wurde.

In unserer Untersuchung wurde präoperativ keiner der beiden Scores erhoben. Das bedeutet, dass die postoperativ erhobenen Daten nur mit den Aussagen der gesunden Probanden verglichen werden konnten. Es wäre anzunehmen, dass in unserer Patientengruppe die Scores präoperativ deutlich schlechter gewesen wären. Insbesondere in den Kategorien „Schmerz“, „Aktivität des täglichen Lebens“ und „Lebensqualität“ haben die Patienten über eine deutliche Besserung postoperativ berichtet.

4.2 Biodex Balance System

Durch die Verletzung der Sehne kommt es zum Untergang der Mechanorezeptoren und dadurch zur gestörten Propriozeption (13).

In Anbetracht dieser Erkenntnisse wurde im Rahmen dieser Arbeit überprüft, ob nach der operativen Rekonstruktion der Peroneus brevis Sehne, die propriozeptive Fähigkeit der Patienten wieder das Maß der gesunden, kontralateralen Seite erreicht. Dies wurde durch Messung der posturalen Stabilität mit Hilfe des Biodex Balance System ermittelt.

Mit Hilfe des Biodex Balance Systems war es in dieser Studie möglich bei den Patienten und der Kontrollgruppe sensomotorische Defizite und Unterschiede zu messen. Theoretisch sollten die Defizite im Bereich der posturalen Stabilität aufgrund der gestörten sensorischen Funktion durch Verletzung messbar sein. Die gemessenen Indices sollten mit den propriozeptiven Fähigkeiten korrelieren.

Mehrere Studien belegen, dass Biodex Balance System sehr hilfreich ist, um die Haltungskontrolle und Sprunggelenkstabilität zu beurteilen (90–93).

4 Diskussion

Eine der Studien, die bei professionellen und Amateurtänzern durchgeführt wurde, bestätigte, dass mit Hilfe des Biodex Balance Systems Unterschiede in der Haltungsstabilität feststellbar sind (93).

In der Studie von Acar Yasemin et al. wurde das Biodex Balance-System zum Bewerten des statischen und dynamischen Gleichgewichtes bei Patienten mit ankylosierender Spondylitis erfolgreich angewendet (92).

Sierra-Guzman et al. haben bei 50 Sportlern mit chronischer Sprunggelenkinstabilität im Vergleich zu 55 gesunden Kontrollpersonen mit Hilfe des Biodex Balance Systems eine deutlich schlechtere Leistung gemessen (91).

Wenn wir diese Ergebnisse mit unserer Arbeit vergleichen, dann haben unsere Patienten postoperativ bei Ergebnissen verglichen mit den gesunden Probanden, ein hervorragendes Ergebnis erreicht.

Aufgrund dieser Ergebnisse kann man darauf schließen, dass die Patientengruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe keinerlei Einschränkungen in der Propriozeption hatte. Der Vergleich von operierter und nicht operierter Seite zeigte, dass es kein Hinweis gibt, dass die operierte Seite noch Defizite in der Propriozeption aufweist.

Bei der Gegenüberstellung der Messergebnisse des operierten Beines und beider Seiten der Kontrollgruppe konnte gezeigt werden, dass zwischen keinem der gemessenen Indizes signifikante Unterschiede bestanden. Somit kann man behaupten, dass die Patientengruppe nach der OP eine gute propriozeptive Fähigkeit wiedergewonnen hat. Ob diese Fähigkeit nur am Behandlungserfolg liegt, kann man, da keine präoperativen Messwerte vorliegen, nur behaupten. Leider wurden von uns zu diesem Zeitpunkt keine weiteren Studien zu diesem Thema gefunden.

Ob die Patienten ihre Propriozeptionsfähigkeit nach der OP wiedererlangt haben oder ob sie z.B. vor der Verletzung eine bessere Propriozeptionsfähigkeit besaßen lässt sich im Rahmen dieser Studie nicht verifizieren. Diese Hypothese muss kritisch hinterfragt werden. Denn dies würde bedeuten, dass unsere Patienten über eine deutlich bessere propriozeptive Fähigkeit vor der Verletzung verfügt hätten als die Allgemeinbevölkerung.

Eine andere Möglichkeit der guten Messergebnisse wäre z.B. Training der propriozeptiven Fähigkeit im Rahmen der physiotherapeutischen Behandlungen. Alle

unseren Patienten bekamen postoperativ Krankengymnastik. Auch hier fehlen noch entsprechende Studien, um den Erfolg der physiotherapeutischen Behandlungen zu beurteilen.

Außerdem muss man den bereits erwähnten Zeitfaktor beachten. Wie gut würden die Ergebnisse der Messungen z.B. sechs Monate postoperativ oder nach einem Jahr ausfallen? Wie lange braucht der Körper, um die propriozeptive Fähigkeit wiederherzustellen? Unsere Patienten wurden alle in den Jahren 2012 bis 2015 operiert und im Jahr 2016 untersucht. Da die Zeitspanne bei den Patienten individuell unterschiedlich ist, aber die Ergebnisse der Untersuchungen bei allen Patienten sehr ähnlich ausgefallen sind, können wir annehmen, dass der Zeitfaktor in diesem Fall wohl eine untergeordnete Rolle spielt.

4.3 Pedobarographie

Um das Gangbild der Patienten in unserer Studie zu analysieren wurden Messwerte mit Hilfe der Pedobarographie erhoben. Die Ergebnisse wurden mit einer Kontrollgruppe gesunder Probanden verglichen und gegenübergestellt. Zusätzlich wurden die Unterschiede der Fußdruckverteilung zwischen der gesunden und der operierten Seite der Patienten verglichen.

Die Pedobarographie wird als ein leicht anwendbares System für eine gute quantitative dynamische Fußdruckanalyse beschrieben (94).

In der Arbeit von Murphey et al. (95) wurde gezeigt, dass in der Pedobarographie ein geschlechtsspezifisches Muster fehlt. Dies ist für unsere Studie wichtig, da unser Kollektiv aus 9 weiblichen und 4 männlichen Probanden bestand.

Sämtliche Studien verwenden die Pedobarographie, um die Veränderungen des plantaren Druckes (Berührungsdruck), Bodenkontaktzeit und die Belastungsfläche präoperativ/postoperativ zu quantifizieren (96,97,99–102).

Sie wird als nützliches Instrument zur Bestimmung von Veränderungen an der unteren Extremität und deren Reflexion auf der Fußsohle angewendet. Diese Studien beziehen sich allerdings nicht auf die Verletzung der Peroneus brevis Sehne. Eine Studie, die

sich konkret wie in unserem Fall mit der Peroneus brevis Splitläsion beschäftigt, wurde beim Recherchieren aktuell nicht gefunden.

Ein Beispiel für pedobarographische Untersuchung ist eine Studie von Güven et al., bei der es bei Patienten nach erfolgter Knieendoprothetik zur Änderung der plantaren Belastung postoperativ kommt (96).

Viele dieser Studien haben gemeinsam, dass die guten oder schlechten postoperativen Ergebnisse mit den Ergebnissen der pedobarographischen Untersuchung korrelieren (96–100).

Postoperativ erwartet man, dass die Probanden beim Gehen am betroffenen Bein andere plantare Druckverhältnisse, eine andere Belastungszeit und Belastungsfläche aufweisen.

In der Studie von Dürr et al. nach chirurgisch versorgten Calcaneusfrakturen wurde gezeigt, dass zwischen klinischen und pedobarographischen Ergebnissen eine signifikante Korrelation besteht. Vergrößerte Belastungsfläche des Rückfußes und des Mittelfußes, veränderter Belastungsdruck und verlängerte Bodenkontaktzeit korrelierten mit schlechteren postoperativen Ergebnissen (98).

Das würde wiederum für unsere Patienten bedeuten, dass die operative Therapie eine sehr gute Wirksamkeit gezeigt hat, da die Belastungsfläche, Berührungsdruck sowie die Bodenkontaktzeit der operierten Seite sich nicht signifikant von der gesunden Seite oder im Vergleich zur Kontrollgruppe unterscheiden.

4.3.1 Belastungsfläche

Was macht den Unterschied bezüglich der Belastungsfläche der operierten und der nicht operierten Seite aus? Die Patienten könnten das in den Messungen gesehene Verteilungsmuster bereits vor der OP aufgewiesen haben. Es könnte auch sein, dass die Patienten schon immer eine Seite mehr belastet haben. Der geringe Unterschied von operierter Seite (95,2 cm²) und nicht operierter Seite (93,3 cm²) kann sich auch durch anatomische Unterschiede erklären. Es kann nur schwerlich eine abschließende Aussage getroffen werden.

Da unsere Untersuchung nur eine geringe Stichprobengröße aufweist und die gleichen Unterschiede in der Kontrollgruppe bestanden, können wir die gemessenen

Abweichungen auf die geringe Anzahl der untersuchten Personen zurückführen. Vielleicht würde die Studie anders ausfallen, wenn man eine größere Fallzahl untersuchen würde. Ebenso ist zu berücksichtigen, dass die in dieser Studie untersuchten Probanden erstmals postoperativ untersucht wurden. Präoperative Messwerte zum Vergleich standen nicht zur Verfügung. Wenn man davon ausgehen würde, dass die Patienten vor dem Eingriff durch ständige Schmerzen eine Schonhaltung angelernt haben, dann würde die Belastungsfläche der betroffenen Seite möglicherweise zu diesem Zeitpunkt deutlich kleiner ausfallen.

Mit dieser Arbeit wurde nachgewiesen, dass die gemessenen Unterschiede zwischen der operierten und der nicht operierten Seite, sowie der Vergleich mit der Kontrollgruppe, statistisch nicht signifikant sind. Das bedeutet für uns, dass die Patienten postoperativ beide Füße gleichermaßen belasten.

4.3.2 Bodenkontaktzeit

Wie schon bei der Belastungsfläche würde man auch bei der Bodenkontaktzeit erwarten, dass sie auf der operierten Seite, aufgrund der angelernten Schonhaltung, deutlich kürzer ausfallen würde als auf der gesunden Seite. Unsere Messungen haben aber ergeben, dass es kaum einen Unterschied gibt. Dieses Ergebnis korreliert auch mit den Ergebnissen beider erhobener Scores. Die Patienten haben mittelmäßige, wenig oder keine Schmerzen. Das heißt, dass zum Untersuchungszeitpunkt keine Schonhaltung bestand. Dadurch gleicht sich die Bodenkontaktzeit der operierten Seite derjenigen der Gesunden an.

Die Bodenkontaktzeit ist stark von der Laufgeschwindigkeit abhängig. Aus diesem Grund sollten die Patienten ebenso wie die Kontrollgruppe mit der für sie gewohnten Geschwindigkeit während des Tests laufen. Bei dieser Untersuchung wurde erwartet, dass die Kontrollgruppe im Durchschnitt schneller geht und dadurch eine kürzere Bodenkontaktzeit aufweist. Ebenfalls wurde erwartet, dass die operierte Seite eine kürzere Bodenkontaktzeit im Sinne einer Schonhaltung aufweist. Die Untersuchung hat jedoch gezeigt, dass die Bodenkontaktzeit der operierten und der nicht operierten Seite keinen statistisch signifikanten Unterschied aufweist. Auch beim Vergleich mit der Kontrollgruppe zeigte sich kein signifikanter Unterschied.

Die vermutete Mehrbelastung der gesunden Seite und dadurch auch die längere Bodenkontaktzeit hat sich in dieser Studie nicht bestätigt. Ob sich die Ergebnisse verändert hätten, z.B. wenn die Untersuchten mit einer bestimmter Geschwindigkeit hätten laufen müssen (Laufband), kann durch unsere Untersuchung nicht beantwortet werden. Wichtig war es festzustellen, ob die Patienten nach dem Eingriff ihre davor eingeschränkte Lebensqualität, unter anderem auch in Bezug auf ihre Gehfähigkeit mit gewohnter Geschwindigkeit wiedererlangten.

4.3.3 Berührungsdruck

Die Studie von Horisberger et al. bei den Patienten mit posttraumatischer Arthrose des Sprunggelenkes ergab zwischen dem betroffenen und dem gesunden Fuß signifikante Unterschiede in der Belastungsfläche sowie beim Berührungsdruck. Die Kontaktfläche sowie Spitzendruck am betroffenen Bein waren signifikant verringert (101).

Aufgrund von angelerntem Schonverhalten wurde auch in unserer Studie erwartet, dass die betroffene Seite einen niedrigeren plantaren Druck aufweist. Unsere Untersuchungen zeigten aber das Gegenteil der gestellten Hypothese. Die operierte Seite zeigte im Vergleich zur nicht operierten Seite einen höheren Berührungsdruck. Dieser Unterschied ist aber gering und statistisch nicht signifikant.

Wenn man das Gesamtergebnis betrachtet, sieht man, dass die Patienten ihren Vorfuß mehr belasten, sowohl auf der operierten als auch auf der gesunden Seite.

Diese Ergebnisse korrelieren mit der Studie von Jasiewicz et al. (94).

Bei der quantitativen Analyse des Plantardrucks wurde gezeigt, dass normalerweise die Summe aller Drücke mit 39 % auf den Vorfuß fallen und 30 % auf den Rückfuß. Allerdings wurden hier die Drücke in der Standphase gemessen.

Es ist auch nicht verifizierbar, ob dieses Gangmuster schon vor der Verletzung vorhanden war. Es verbleibt aber die Möglichkeit, dass die Ursache hierfür in der Verletzung und in der daraus resultierenden Schonhaltung besteht. Oder aber es kam erst nach der OP zu diesem Gangmuster. Auch hier wie schon bei den oben gezeigten Untersuchungen stellt sich die Frage, ob die pedobarographische Untersuchungen anders ausgefallen wären, wenn man die Tests präoperativ durchgeführt hätte.

4 Diskussion

Insgesamt bleibt bei dieser Studie ebenfalls unklar, ob die Messergebnisse anders ausfallen würden, wenn die Probandenzahl größer wäre.

Unsere Studie zeigte postoperativ eine sehr gute Erfolgsrate. Ergebnisse unserer Studie sind vergleichbar mit den Studien von Basset et al, Dombeck et al und Bahad et al, wo über hervorragende Ergebnisse mit deutlicher Schmerzreduktion und Funktionsverbesserung nach chirurgischer Versorgung der Peroneus brevis Sehne berichtet wird (26,81,102).

5 Zusammenfassung

Ziel der Arbeit war es zu überprüfen, ob die Patienten mit einer Peroneus brevis-Sehnen Splitläsion von der durchgeführten Operation profitieren.

Eine Verletzung der Peroneus brevis-Sehne wird oft übersehen (25–27,81).

Aus diesem Grund werden die Betroffenen oft erst spät oder gar nicht diagnostiziert und ggf. operiert. Die Zeit bis zur richtigen Diagnose und bis zur anschließenden Operation dauert aus diesem Grund unterschiedlich lang. Eine Umfrage bei unseren Patienten diesbezüglich wurde nicht durchgeführt. In dieser Studie wurde aber gezeigt, dass alle untersuchten Patienten von einer OP, ohne Erkenntnisse wie lange der diagnostische Weg bis zur operativen Versorgung gedauert hat, profitiert haben.

Subjektiv waren 85 % der Patienten (11 von 13) mit dem OP-Ergebnis sehr zufrieden. 92,3 % der Patienten haben postoperativ ≥ 50 % weniger Schmerzen und haben an Lebensqualität deutlich gewonnen. Das Gefühl der Instabilität war bei 12 von 13 Patienten postoperativ verschwunden.

Die Ergebnisse des AOFAS- und FAOS-Scores zeigten, dass die Patienten in allen Lebensbereichen nach der durchgeführten Operation über eine deutlich bessere Fußfunktion verfügen und mit ihrer Lebensqualität deutlich zufriedener sind.

Noch besser haben die Patienten bei objektiven Untersuchungen abgeschnitten. Das objektive Operationsergebnis wurde mit AOFAS-Score, Untersuchung der Propriozeption mittels Biodex Balance-System sowie durch dynamische Ganganalyse mittels Pedobarographie gemessen.

Auf dem Biodex Balance System zeigte sich im bilateralen Vergleich, dass die betroffene Seite sich postoperativ der gesunden funktionell angeglichen hat. Und nicht nur das, im Vergleich mit der Kontrollgruppe haben die Patienten keine schlechteren Ergebnisse geliefert als die gesunden Personen, weder im beidbeinigen Stand noch in der einbeinigen Untersuchung. Die Differenzen, die bei den Messungen aufgetreten sind, zwischen der Patienten- und Kontrollgruppe, sowie bei bilateraler Untersuchung zwischen operierter und gesunder Seite, zeigten statistisch keine signifikanten Unterschiede.

Somit konnte im Rahmen dieser Untersuchung festgestellt werden, dass die Patienten mit Splitläsion der Peroneus brevis Sehne durch die OP deutlich profitiert haben. Die

5 Zusammenfassung

posturale Stabilität hat sich, verglichen mit der kontralateralen Seite, wieder nahezu auf das Niveau der nicht operierten Seite hergestellt.

Ein wesentlicher Bestandteil dieser Studie war die pedobarographische Untersuchung. Diese Untersuchung umfasste Messungen der Bodenkontaktzeit, Belastungsfläche und des Berührungsdrucks des operierten Fußes beim Gehen. Ein objektives Messverfahren, bei dem die Behandlungserfolge/-misserfolge zur Darstellung kommen. Es konnte gezeigt werden, dass durch die Operation an der Peroneus brevis Sehne die Patienten beinahe wieder normale, im Vergleich mit der gesunden Seite und der Kontrollgruppe, Funktion erlangt haben. Anhand der erhobenen pedobarographischen Messdaten konnte kein signifikanter Unterschied zwischen der operierten und der gesunden Seite nachgewiesen werden. In diesem Sinne erscheint das durchgeführte Operationsverfahren vorteilhaft. Die Ergebnisse dieser Studie kann man mit einem hervorragenden Outcome konstatieren. Jeder Patient hat aus dem durchgeführten Eingriff einen klaren Benefit getragen. Selbstverständlich muss man auch an einen Placebo-Effekt denken, dies benötigt aber neue Untersuchungen mit größeren Patientengruppen, was nicht das Ziel dieser Arbeit war.

6 Anhang

6.1 Abbildungsverzeichnis

<i>Abb.1: Peroneus brevis et longus Splitläsion (11)</i>	6
<i>Abb. 2: Verlauf M. peroneus brevis et longus (11).</i>	8
<i>Abb. 3: Anatomie der Peroneussehnen auf Höhe der häufigsten Veränderungen.</i>	9
<i>Abb. 4: Riss der Peroneussehnen am Beispiel der Peroneus-brevis-Sehne.</i>	11
<i>Abb. 5: Peroneus brevis Sehne mit Splitläsion</i>	11
<i>Abb. 6: Präparation auf das Retinaculum</i>	15
<i>Abb. 7: Auftrennung der gemeinsamen Sehnenscheide</i>	15
<i>Abb. 8: Darstellung der Fibularis brevis-Sehne.</i>	16
<i>Abb. 9: Prüfung, ob eine Längsruptur vorhanden ist.</i>	16
<i>Abb. 10: Debridement der Sehne</i>	17
<i>Abb. 11: Reposition der Sehnen in ihr Lager, Naht des Retinaculums.</i>	17
<i>Abb. 12: Schichtweiser Wundverschluss und Hautnaht.</i>	18
<i>Abb. 13: Display Biodex Balance System (65).</i>	30
<i>Abb. 14: Patient bei der Messung auf dem Biodex Balance System, beidbeinig</i>	33
<i>Abb. 15: Messungen auf dem Biodex Balance System, einbeinig</i>	34
<i>Abb. 16: Zuschneidbare Sensorfolien und Datenabnehmer</i>	37
<i>Abb. 17: Farbliche Darstellung der Druckintensität</i>	38
<i>Abb. 18: Einteilung des Fußes in Boxen Vorfuß (grün) und Rückfuß (rot).</i>	38
<i>Abb. 19: Zuggeschnittene Sensorfolien</i>	39
<i>Abb. 20: Patient mit fixierten Sensorfolien und Datenabnehmern</i>	40
<i>Abb. 21: Darstellung der Graphik für Bodenkontaktzeit</i>	62
<i>Abb. 22: Darstellung der Graphik für Belastungsfläche</i>	68
<i>Abb. 23: Einteilung der plantaren Druckverteilung in Vorfuß und Rückfuß</i>	73

6.2 Tabellenverzeichnis

<i>Tab. 1: Gewichtsklassifikation bei Erwachsenen anhand des BMI (nach WHO, Stand 2008) (56).</i>	25
<i>Tab. 2: Anthropometrische Daten/BMI-Berechnung, Patienten.</i>	26
<i>Tab. 3: Anthropometrische Daten/BMI-Berechnung, Kontrollgruppe</i>	26
<i>Tab. 4: BMI-Vergleich Probandengruppe gegenüber Kontrollgruppe</i>	27
<i>Tab. 5: BMI-Vergleich: Summe, Mittelwert, Standardabweichung, p-Wert</i>	27
<i>Tab. 6: AOFAS-Score individuelle Ergebnisse</i>	42
<i>Tab. 7: Statistische Werte AOFAS-Score</i>	45
<i>Tab. 8: Berechnung von einzelnen Score-Werten (Individuelle Ergebnisse)</i>	48
<i>Tab. 9: Zusammenfassung von einzelnen Scores-Werten</i>	49
<i>Tab. 10: Statistische Werte FAOS-Score</i>	50
<i>Tab. 11: Ergebnis Posturale Stabilität, Probanden, Stufe 8, beidbeinig.</i>	52
<i>Tab. 12: Ergebnis Posturale Stabilität, Kontrollgruppe, Stufe 8, beidbeinig.</i>	54
<i>Tab. 13: Ergebnisse Gesamtindex Probanden gegenüber Kontrollgruppe</i>	55
<i>Tab. 14: Gegenüberstellung Gesamtindex Posturale Stabilität operierte/nicht operierte Seite</i>	56
<i>Tab. 15: Gegenüberstellung Gesamtindex Posturale Stabilität rechte/linke Seite</i>	57
<i>Tab. 16: Gegenüberstellung der Gesamtindex der operierten Seite und der re/li Seiten der Kontrollgruppe</i>	58
<i>Tab. 17: Bodenkontaktzeit Probanden</i>	59
<i>Tab. 18: Gemessene Mittelwerte Bodenkontaktzeiten operierte und nicht operierte Seite</i>	60
<i>Tab. 19: Bodenkontaktzeit Kontrollgruppe</i>	64
<i>Tab. 20: Gegenüberstellung Bodenkontaktzeit Proband/Kontrollgruppe</i>	65
<i>Tab. 21: Belastungsfläche in cm² (Kontaktfläche) gesamt: Vergleich operierter und nicht operierter Fuß.</i>	69
<i>Tab. 22: Mittelwerte Belastungsfläche in cm operierte/nicht operierte Seite</i>	69
<i>Tab. 23: Belastungsfläche Kontrollgruppe gesamt</i>	71
<i>Tab. 24: Mittelwerte Berührungsdruck Probanden OP-Seite/gesunde Seite eingeteilt in Vor- und Rückfuß</i>	73
<i>Tab. 25: Mittelwerte Berührungsdruck Kontrollgruppe rechte/linke Seite eingeteilt in Vor- und Rückfuß</i>	77

6.3 Diagrammverzeichnis

<i>Diagramm 1: Individuelle Verteilung des AOFAS-Scores.</i>	43
<i>Diagramm 2: Mittelwerte in AOFAS-Score.</i>	43
<i>Diagramm 3: AOFAS-Score Ergebnis.</i>	44
<i>Diagramm 4: Vergleich Median-Wert, Mittelwerte und die Maximalpunktzahl.</i>	45
<i>Diagramm 5: Boxplot für AOFAS-Score.</i>	46
<i>Diagramm 6: FAOS-Score-Ergebnisse graphisch dargestellt.</i>	49
<i>Diagramm 7: Boxplot für FAOS-Score.</i>	50
<i>Diagramm 8: Vergleich Schmerz vs. andere Symptome</i>	51
<i>Diagramm 9: Individuelle Ergebnisse Posturale Stabilität, Probanden, beidbeinig...</i>	53
<i>Diagramm 10: Individuelle Ergebnisse posturale Stabilität, Kontrollgr., beidbeinig ..</i>	54
<i>Diagramm 11: Vergleich Gesamtindex Probanden/ Kontrollgruppe.</i>	55
<i>Diagramm 12: Ergebnisse Posturale Stabilität Gesamtindex. Vergleich OP-Seite/Gegenseite.</i>	56
<i>Diagramm 13: Ergebnisse Posturale Stabilität Gesamtindex. Kontrollgruppe Vergleich rechts/links.</i>	57
<i>Diagramm 14: Gegenüberdarstellung der Fußbodenkontaktzeit von operiertem und nicht operiertem Fuß.</i>	61
<i>Diagramm 15: Graphische Darstellung der Bodenkontaktzeit operierte/nicht operierte Seite.</i>	61
<i>Diagramm 16: Bodenkontaktzeit gesamt operierte und nicht operierte Seite.</i>	63
<i>Diagramm 17: Gegenüberdarstellung der Fußbodenkontaktzeit linker/rechter Fuß.</i>	65
<i>Diagramm 18: Graphische Darstellung der Bodenkontaktzeit linke/rechte Seite.</i>	66
<i>Diagramm 19: Bodenkontaktzeit gesamt operierte Seite und Mittelwert der Kontrollgruppe.</i>	66
<i>Diagramm 20: Direkter Vergleich Belastungsfläche gesamt operierte Seite/nicht operierte Seite</i>	70
<i>Diagramm 21: Belastungsfläche Kontrollgruppe linke/rechte Seite</i>	71
<i>Diagramm 22: Gegenüberstellung Druckverteilung Vorfuß operiert/nicht operiert für jeden Patienten individuell</i>	74
<i>Diagramm 23: Gegenüberstellung Berührungsdruck Rückfuß operiert/nicht operiert für jeden Patienten individuell</i>	75

<i>Diagramm 24: Ergebnisse Druckverteilung Vorfuß alle Patienten zusammen: OP-Seite(blau)/Gesunde Seite.....</i>	<i>75</i>
<i>Diagramm 25: Ergebnisse Druckverteilung Rückfuß alle Patienten: OP-Seite/Gesunde Seite.</i>	<i>76</i>
<i>Diagramm 26: Gegenüberstellung Berührungsdruck Vorfuß rechte/linke Seite für jeden Probanden individuell.</i>	<i>78</i>
<i>Diagramm 27: Gegenüberstellung Berührungsdruck Rückfuß rechte/linke Seite für jeden Probanden individuell.....</i>	<i>78</i>
<i>Diagramm 28: Ergebnisse Druckverteilung Vorfuß alle Probanden zusammen.</i>	<i>79</i>
<i>Diagramm 29: Ergebnisse Druckverteilung Rückfuß alle Probanden zusammen.....</i>	<i>79</i>
<i>Diagramm 30: Gegenüberstellung Berührungsdruck Vorfuß operierte Seite und linke Seite Kontrollgruppe individuell.</i>	<i>80</i>
<i>Diagramm 31: Gegenüberstellung Berührungsdruck Vorfuß operierte Seite und rechte Seite Kontrollgruppe individuell.</i>	<i>80</i>
<i>Diagramm 32: Berührungsdruck Vorfuß OP-Seite gegenüber Kontrollgruppe rechts/links gesamt.....</i>	<i>81</i>
<i>Diagramm 33: Gegenüberstellung Berührungsdruck Rückfuß operierte Seite und linke Seite Kontrollgruppe individuell.</i>	<i>82</i>
<i>Diagramm 34: Gegenüberstellung Berührungsdruck Rückfuß operierte Seite und rechte Seite Kontrollgruppe individuell.....</i>	<i>82</i>
<i>Diagramm 35: Berührungsdruck Rückfuß OP-Seite gegenüber Kontrollgruppe rechts/links gesamt.</i>	<i>83</i>

6.4 AOFAS-Score

American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) Score

Rückfuß Section / Hindfoot Section

(Validierte deutsche Version, max. 100 Punkte)

Schmerz:	1: kein 2: leicht, gelegentlich 3: mittelmäßig, täglich 4: heftig, fast immer	☐ 40 Pkt. ☐ 30 Pkt. ☐ 20 Pkt. ☐ 00 Pkt.
Funktion:	1: keine Einschränkung, keine Stütze/ Hilfe 2: keine Einschränkung bei den täglichen Aktivitäten Einschränkung bei Freizeitaktivitäten, keine Hilfen 3: Einschränkungen bei den tägl. Aktivitäten, Freizeitaktivitäten, Stock 4: Starke Einschränkungen bei tägl. Aktivitäten, Gehstütze, Krücke, Rollstuhl, Korsett	☐ 10 Pkt. ☐ 07 Pkt. ☐ 04 Pkt. ☐ 00 Pkt.
Gehstrecke (in Blocks):	1: mehr als 6 2: 4 bis 6 3: 1 bis 3 4: weniger als 1	☐ 05 Pkt. ☐ 04 Pkt. ☐ 02 Pkt. ☐ 00 Pkt.
Gehen auf Oberfläche:	1: keine Schwierigkeiten auf sämtlichen Oberflächen 2: geringe Schwierigkeiten auf unebenem Terrain, Treppen, Neigung, Leiter 3: große Schwierigkeiten auf unebenem Terrain, Treppen, Neigungen, Leiter	☐ 05 Pkt. ☐ 03 Pkt. ☐ 00 Pkt.
Gangabnormalität:	1: keine, leichte 2: augenscheinlich 3: erhebliche	☐ 08 Pkt. ☐ 04 Pkt. ☐ 00 Pkt.
Sagittale Bewegung:	1: normal, leichte Einschränkung. (30° oder mehr) 2: mäßige Einschränkung (15°-29°) 3: starke Einschränkung (weniger als 15°)	☐ 08 Pkt. ☐ 04 Pkt. ☐ 00 Pkt.
Hinterfußbewegung (Inversion/ Eversion):	1: normal, oder leichte Einschränkungen (75%- 100% von normal) 2: mäßige Einschränkungen (25%-74%) 3: massive Einschränkungen (weniger als 25%)	☐ 06 Pkt. ☐ 03 Pkt. ☐ 00 Pkt.
Gelenk-Hinterfuß-Sta- bilität (ap, varus/valgus)	1: stabil 2: definitiv instabil	☐ 08 Pkt. ☐ 00 Pkt.
Achse:	1: gut plantigrader Fuß, Gelenk-Hinterfußachse norm. 2: ausreichend plantigrader Fuß, um einige Grad der Gelenk-Hinterfußachse abweichend o. Symptome 3: nicht plantigrader Fuß, erhebliche Abweichung der Gelenk-Hinterfußachse mit Symptomen	☐ 10 Pkt. ☐ 05 Pkt. ☐ 00 Pkt.

6.5 FAOS-Score

„FAOS“ Fragebogen Fuß & Sprunggelenk

Datum: ____/____/____ Geburtsdatum: ____/____/____

Name: _____

ANLEITUNG: Dieser Fragebogen stellt Ihnen Fragen zum Zustand Ihres Fuß und Sprunggelenks. Die dadurch gewonnenen Informationen erlauben uns Ihre Beurteilung von Ihrem Fuß und Sprunggelenk zu verfolgen und dokumentiert wie gut Sie in der Lage sind, Ihre üblichen Aktivitäten zu verrichten.

Beantworten Sie bitte jede Frage durch Ankreuzen des zugehörigen Kästchens.

Bitte nur ein Kästchen pro Frage ankreuzen. Wenn Sie sich unsicher sind, wie Sie die Frage beantworten sollen, wählen Sie die Antwort aus, die Ihnen am zutreffendsten erscheint.

Symptome

Diese Fragen beziehen sich auf Ihre Fuß/Sprunggelenksbeschwerden während der **vergangenen Woche**.

S1. Hatten Sie Schwellungen an Ihrem Fuß/Sprunggelenk?

niemals	selten	manchmal	oft	immer
☐	☐	☐	☐	☐

S2. Fühlten Sie ein Mahlen, hörten Sie ein Klicken oder irgendein Geräusch, wenn Sie Ihren Fuß/Ihr Sprunggelenk bewegten?

niemals	selten	manchmal	oft	immer
☐	☐	☐	☐	☐

S3. Blieb Ihr Fuß/Sprunggelenk hängen, oder blockierte er/es bei Bewegung?

niemals	selten	manchmal	oft	immer
☐	☐	☐	☐	☐

S4. Konnten Sie Ihren Fuß/Ihr Sprunggelenk ganz ausstrecken?

immer	oft	manchmal	selten	niemals
☐	☐	☐	☐	☐

S5. Konnten Sie Ihren Fuß/Ihr Sprunggelenk ganz beugen?

immer	oft	manchmal	selten	niemals
☐	☐	☐	☐	☐

Steifigkeit

Die nachfolgenden Fragen betreffen die Steifigkeit in Ihrem Fuß/Sprunggelenk während der **letzten Woche**. Unter Steifigkeit versteht man ein Gefühl der Einschränkung oder Verlangsamung der Fähigkeit Ihre Gelenke zu bewegen.

S6. Wie stark war Ihre Fuß/Sprunggelenkssteifigkeit morgens direkt nach dem Aufstehen?

keine	schwach	mäßig	stark	sehr stark
☐	☐	☐	☐	☐

6 Anhang

S7. Wie stark war Ihre Fuß/Sprunggelenksteifigkeit nach dem Sie saßen, lagen, oder sich im **Verlauf des Tages** ausruhten?

keine	schwach	mäßig	stark	sehr stark
☐	☐	☐	☐	☐

Schmerzen

P1. Wie oft haben Sie Schmerzen im Fuß/Sprunggelenk?

nie	monatlich	wöchentlich	täglich	immer
☐	☐	☐	☐	☐

Wie ausgeprägt waren Ihre Schmerzen in der **vergangenen Woche** als Sie z.B.:

P2. Sich im Fuß/Sprunggelenk drehen

keine	schwach	mäßig	stark	sehr stark
☐	☐	☐	☐	☐

P3. Ihren Fuß/Ihr Sprunggelenk ganz ausstrecken

keine	schwach	mäßig	stark	sehr stark
☐	☐	☐	☐	☐

P4. Ihren Fuß/Ihr Sprunggelenk ganz beugen

keine	schwach	mäßig	stark	sehr stark
☐	☐	☐	☐	☐

P5. Auf ebenem Boden gehen

keine	schwach	mäßig	stark	sehr stark
☐	☐	☐	☐	☐

P6. Treppen herauf oder herunterstiegen

keine	schwach	mäßig	stark	sehr stark
☐	☐	☐	☐	☐

P7. Nachts im Bett liegen

keine	schwach	mäßig	stark	sehr stark
☐	☐	☐	☐	☐

P8. Saßen oder lagen

keine	schwach	mäßig	stark	sehr stark
☐	☐	☐	☐	☐

P9. Aufrecht standen

keine	schwach	mäßig	stark	sehr stark
☐	☐	☐	☐	☐

Aktivitäten des täglichen Lebens

Die nachfolgenden Fragen beziehen sich auf Ihre körperliche Leistungsfähigkeit.

Hierunter verstehen wir Ihre Fähigkeit, sich selbständig zu bewegen bzw. sich selbst zu versorgen.

Für jede der nachfolgenden Aktivitäten geben Sie bitte das Ausmaß der Schwierigkeiten an, welche Sie aufgrund Ihres Fuß/Sprunggelenks innerhalb der **letzten Woche** erfahren haben.

Welche Schwierigkeiten hatten Sie in der **letzten Woche** als Sie z.B.:

A1. Treppen herunterstiegen

keine	wenig	einige	große	sehr große
☐	☐	☐	☐	☐

A2. Treppen hinaufstiegen

keine	wenig	einige	große	sehr große
-------	-------	--------	-------	------------

6 Anhang

☐	☐	☐	☐	☐
A3. Vom Sitzen aufstanden				
keine	wenig	einige	große	sehr große
☐	☐	☐	☐	☐

Welche Schwierigkeiten hatten Sie in der **letzten Woche** als Sie z.B.:

A4. Aufrecht standen				
keine	wenig	einige	große	sehr große
☐	☐	☐	☐	☐

A5. Sich bückten um z.B. etwas vom Boden aufzuheben				
keine	wenig	einige	große	sehr große
☐	☐	☐	☐	☐

A6. Auf ebenem Boden gingen				
keine	wenig	einige	große	sehr große
☐	☐	☐	☐	☐

A7. Ins Auto ein- oder ausstiegen				
keine	wenig	einige	große	sehr große
☐	☐	☐	☐	☐

A8. Einkaufen gingen				
keine	wenig	einige	große	sehr große
☐	☐	☐	☐	☐

A9. Socken/Strümpfe anzogen				
keine	wenig	einige	große	sehr große
☐	☐	☐	☐	☐

A10. Vom Bett aufstanden				
keine	wenig	einige	große	sehr große
☐	☐	☐	☐	☐

A11. Socken/Strümpfe auszogen?				
keine	wenig	einige	große	sehr große
☐	☐	☐	☐	☐

A12. Im Bett lagen und sich drehen, ohne den Fuß/Sprunggelenk dabei zu beugen				
keine	wenig	einige	große	sehr große
☐	☐	☐	☐	☐

A13. In oder aus der Badewanne stiegen				
keine	wenig	einige	große	sehr große
☐	☐	☐	☐	☐

A14. Saßen				
keine	wenig	einige	große	sehr große
☐	☐	☐	☐	☐

A15. Sich auf die Toilette setzten oder aufstanden				
keine	wenig	einige	große	sehr große
☐	☐	☐	☐	☐

A16. Schwere Hausarbeit verrichteten (schwere Kisten umstellen, Boden schrubben, etc)				
keine	wenig	einige	große	sehr große
☐	☐	☐	☐	☐

A17. Leichte Hausarbeit verrichteten (kochen, Staub wischen, etc.)				
keine	wenig	einige	große	sehr große
☐	☐	☐	☐	☐

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Aktivitäten bei Sport und Freizeit

Die nachfolgenden Fragen beziehen sich auf Ihre körperliche Belastbarkeit im Rahmen von Sport- und Freizeitaktivitäten. Für jede der nachfolgenden Aktivitäten geben Sie bitte das Ausmaß der Schwierigkeiten an, welche Sie aufgrund Ihres Fuß/Sprunggelenks innerhalb der **letzten Woche** erfahren haben.

- SP1. In die Hocke gingen
keine wenig einige große sehr große
☐ ☐ ☐ ☐ ☐
- SP2. Rannten
keine wenig einige große sehr große
☐ ☐ ☐ ☐ ☐
- SP3. Hüpfen
keine wenig einige große sehr große
☐ ☐ ☐ ☐ ☐
- SP4. Sich auf Ihrem kranken Fuß umdrehen
keine wenig einige große sehr große
☐ ☐ ☐ ☐ ☐
- SP5. Sich hinknieten
keine wenig einige große sehr große
☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Lebensqualität

- Q1. Wie oft sind Sie sich Ihres Fuß/Sprunggelenksproblems bewusst?
nie monatlich wöchentlich täglich immer
☐ ☐ ☐ ☐ ☐
- Q2. Haben Sie Ihre Lebensweise verändert, um eventuell Ihrem Fuß/Sprunggelenk schadende Tätigkeiten zu vermeiden?
gar nicht wenig etwas stark vollständig
☐ ☐ ☐ ☐ ☐
- Q3. Wie sehr leiden Sie unter einem Mangel an Vertrauen und Zuversicht hinsichtlich Ihres Fuß/Sprunggelenks?
gar nicht wenig etwas stark sehr stark
☐ ☐ ☐ ☐ ☐
- Q4. Wie würden Sie insgesamt die Schwierigkeiten bewerten die Sie durch Ihren Fuß/Ihr Sprunggelenk haben?
keine wenig einige große sehr große
☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Vielen Dank für die Beantwortung aller Fragen.

Fragebogen und Anleitung sind auf der folgenden Internetadresse zu finden: www.koos.nu

Supplement to:

C.J.A. van Bergen,* I.N. Sierevelt, P. Hoogervorst, H. Waizy, C.N. van Dijk, C. Becher: Translation and Validation of the German Version of the Foot and Ankle Outcome Score. Arch Orthop Trauma Surg 2014

* Orthopaedic Research Center Amsterdam, Department of Orthopaedic Surgery, Academic Medical Center, University of Amsterdam, The Netherlands. c.j.vanbergen@amc.nl

6 Anhang

6.6 Anamnese und Untersuchungsbogen

Standard für Fußuntersuchungen

Patientenname (Initialen):

Geburtsdatum:

Nr.

Untersuchungsdatum:

Einverständniserklärung liegt vor:

Beruf:

Anamnese:

Gab es ein erinnerliches Trauma, das zu der Verletzung führte

☐ ja ☐ nein

Wenn ja: Bei welcher Betätigung ist die Verletzung entstanden:

☐ Fußball ☐ Skifahren ☐ Anderes

Hatten Sie im Vorfeld bereits Beschwerden mit dem Sprunggelenk?

☐ ja ☐ nein

Hatten Sie unmittelbar vor dem Unfallereignis ein Aufwärmtraining durchgeführt?

☐ ja ☐ nein

Üben Sie die Sportart, bei der die Verletzung eintrat wieder aus

☐ ja ☐ nein

Wenn ja

☐ in gleicher Intensität ☐ in verminderter Intensität ☐ in gesteigerter Intensität

Wie weit ist Ihre schmerzfreie Gehstrecke?

Konnten Sie Ihr ursprüngliches Leistungsniveau wieder erreichen

☐ ja ☐ nein ☐ verbessert

Erfolgte nach der OP physiotherapeutische Behandlung

_____ mal

Subjektives Befinden des Patienten

☐ stabil ☐ instabil ☐ schmerzhaft ☐ Restbeschwerden
☐ gut ☐ moderat
☐ genauere Angaben

Verwenden Sie spezielle Einlagen?

☐ ja ☐ nein

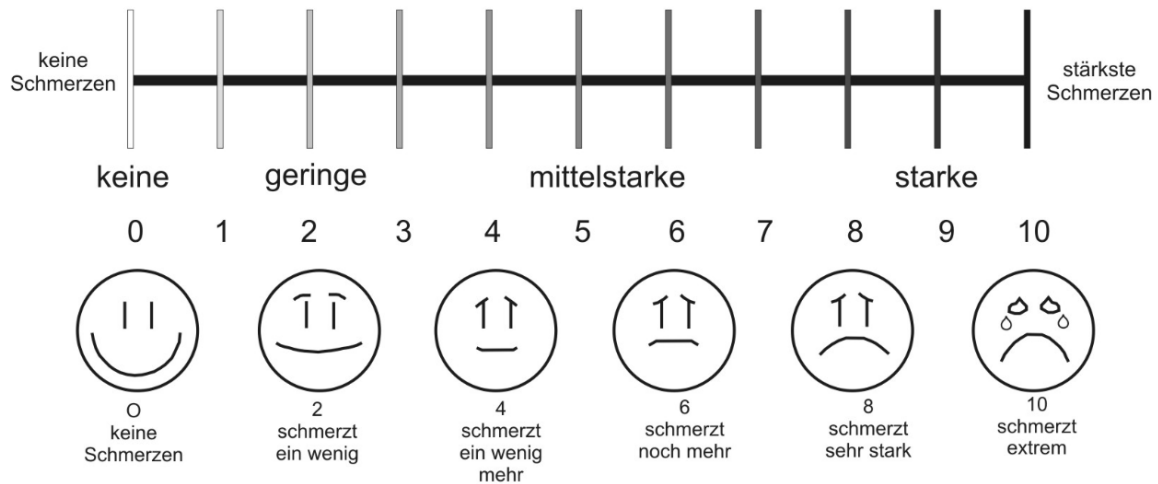
Tragen Sie normales (Konfektions-) Schuhwerk?

☐ ja ☐ nein

Körpergrösse:

Gewicht:

Schmerzskala



Georg
Wittschier

Nehmen Sie Schmerzmittel? ☐ nein ☐ ja

Vorerkrankungen

Diabetes ☐ nein ☐ ja
 pAVK ☐ nein ☐ ja
 Allergien ☐ nein ☐ ja
 andere

Stabilität

Schublade ☐ unauffällig ☐ positiv
 laterale Aufklappbarkeit ☐ unauffällig ☐ positiv
 mediale Aufklappbarkeit ☐ unauffällig ☐ positiv
 Syndesmose ☐ unauffällig ☐ positiv

6 Anhang

Aktuelle Medikation

Antikoagulationen ☐ nein ☐ ja _____ Antidiabetika ☐ nein ☐ ja _____

andere _____

Klinischer Befund

Gangbild ☐ unauffällig ☐ verändert _____

Fußmorphologie Längsgewölbe ☐ erhalten ☐ verändert _____

Quergewölbe ☐ erhalten ☐ verändert _____

Rückfuß ☐ unauffällig ☐ verändert _____

Vorfuß ☐ unauffällig ☐ verändert _____

Inspektion ☐ Hyperkeratosen ☐ Ulkus ☐ Hämatom ☐ Schwellung

Sensibilität ☐ unauffällig ☐ verändert _____

Durchblutung

	rechts	links
ADP		
ATP		

Erguss?

☐ ja

☐ nein

Schwellung?

☐ ja

☐ nein

Rötung

☐ ja

☐ nein

OP-Seite

☐ rechts

☐ links

Narbenverhältnis

Achsenfehlstellung

☐ valgus

☐ varus

Sind Sie mit dem OP-Ergebnis zufrieden?

☐ Ja

☐ Nein

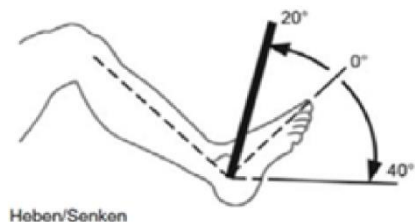
Würden Sie es noch Mal operieren lassen?

☐ Ja

☐ Nein

Obere Sprunggelenke:

Heben / Senken des Fußes

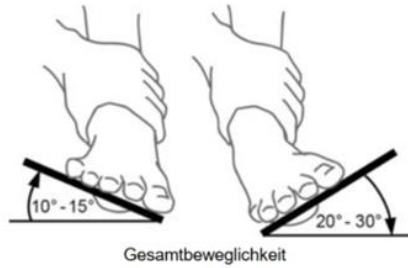


--	--	--	--	--	--

Untere Sprunggelenke:

Gesamte Beweglichkeit (Fußaußenrand
heben Abb. 7 a / senken Abb. 7 b)
(in Bruchteilen der normalen Beweglichkeit)

--	--



Umfangmaße in cm:

20 cm ob. innerer Knie-Gelenkspalt

10 cm ob. innerer Knie-Gelenkspalt

Kniescheibenmitte

15 cm unterhalb innerer Gelenkspalt

Unterschenkel, kleinster Umfang

Knöchel

Rist über Kahnbein

Vorfußballen

Beinlänge in cm:

Vorderer oberer Darmbeinstachel
- Außenknöchelspitze

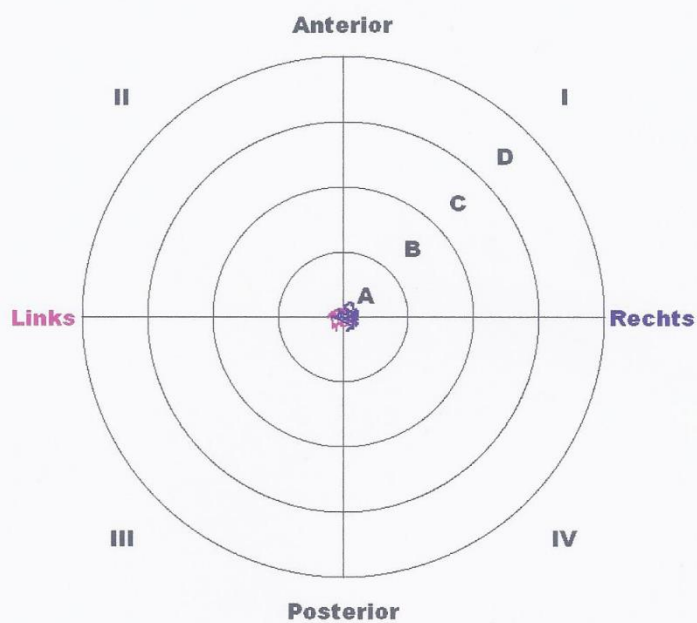
--	--

6.7 Beispielprotokoll Biodex Balance System

Ergebnisse Posturaler Stabilitätstest

Name: <u>ansch</u>		Datum: <u>03.06.2016 12:15</u>	
Größe: <u>166-186</u>		Alter: <u>0</u>	
Fuß Positionierung		Protokoll	
Fuß Winkel		Plattform <u>8</u>	
Ferse Position		Testzeit <u>20</u>	
		Probewiederholungen <u>3</u>	

	Prozent Unterschied	Ist Ergebnis	Links STD Abweichung	Rechts Ist Ergebnis	STD Abweichung
Gesamt:	-1%	0.9	0.30	0.9	0.38
Index Anterior/Posterior:	-37%	0.4	0.32	0.5	0.35
Medial Lateral Index:	12%	0.7	0.35	0.7	0.41



 Kommentare:

 Arzt:

7 Literaturverzeichnis

1. Bindiya Chauhan, MD, Pina Panchal, MD, Edward Szabo, DPM. Split Peroneus Brevis Tendon: An Unusual Cause of Ankle Pain and Instability. JABFM. 2014;(Vol. 27 No. 2):297–302. [zuletzt geprüft am 14.10.21].
2. Geppert MJ, Sobel M, Bohne WH. Lateral ankle instability as a cause of superior peroneal retinacular laxity: an anatomic and biomechanical study of cadaveric feet. Foot Ankle. 1993;14(6):330–4. [zuletzt geprüft am 14.10.21].
3. Sobel M, DiCarlo EF, Bohne WH, Collins L. Longitudinal splitting of the peroneus brevis tendon: an anatomic and histologic study of cadaveric material. Foot Ankle. 1991;12(3):165–70. [zuletzt geprüft am 14.10.21].
4. Sobel M, Geppert MJ, Hannafin JA, Bohne WH, Arnoczky SP. Microvascular anatomy of the peroneal tendons. Foot Ankle. 1992;13(8):469–72. [zuletzt geprüft am 14.10.21].
5. Krause JO and Brodsky JW. Peroneus brevis tendon tears: pathophysiology, surgical reconstruction, and clinical results. Foot. Ankle Int. 1998;19(5):271-279. [zuletzt geprüft am 14.10.21].
6. Sobel M, Geppert MJ, Olson EJ, Bohne WH, Arnoczky SP. The dynamics of peroneus brevis tendon splits: a proposed mechanism, technique of diagnosis, and classification of injury. Foot Ankle. 1992;13(7):413–22. [zuletzt geprüft am 14.10.21].
7. Sobel M, Pavlov H, Geppert MJ, Thompson FM, DiCarlo EF, Davis WH. Painful os peroneum syndrome: a spectrum of conditions responsible for plantar lateral foot pain. Foot Ankle Int. 1994;15(3):112–24. [zuletzt geprüft am 14.10.21].
8. Sobel M, Bohne WH, Levy ME. Longitudinal attrition of the peroneus brevis tendon in the fibular groove: an anatomic study. Foot Ankle. 1990;11(3):124–8. [zuletzt geprüft am 14.10.21].
9. Sobel M, Warren RF, Brouman S. Lateral ankle instability associated with dislocation of the peroneal tendons treated by the Chrisman-Snook procedure. A case report and literature review. American Journal of Sports Medicine 1990; 18(5):539–43. [zuletzt geprüft am 14.10.21].

10. Sobel M, Geppert MJ, Warren RF. Chronic ankle instability as a cause of peroneal tendon injury. Clin Orthop Relat Res. 1993;(296):187–91. [zuletzt geprüft am 14.10.21].
11. Houston Methodist Leading Medicine (Hg.). PDF Booklet, A Patient`s Guide to Peroneal Tendon Problems [Internet]. 2003 [zuletzt geprüft am 14.10.21]. ; [8 p.]. Available from: <https://eorthopod.com/peroneal-tendon/>
12. BIODEX Medical Systems, Inc., 20 Ramsay Road, Shirley, New York, editor. Biodex Balance System SD. 73 p. [zuletzt geprüft am 14.10.21].
13. Behrends J, Bischofberger J, u.a. Physiologie; Duale Reihe. 2nd ed. Stuttgart: Thieme; 2020. 830 p. (Duale Reihe, S.594-595). Deutsch.
14. Wikipedia. Propriozeption [Internet]. 2020 [updated 2020 Nov 21; [zuletzt geprüft am 14.10.21]. Available from: <https://de.wikipedia.org/w/index.php?oldid=154298328;>
<https://de.wikipedia.org/wiki/Propriozeption>
15. Testerman C, Vander GR. Evaluation of ankle instability using the Biodex Stability System. Foot Ankle Int. 1999;20(5):317–21. [zuletzt geprüft am 14.10.21].
16. Wikipedia. Posturale Kontrolle [Internet]. 2016 [updated 2016 Sep 7; [zuletzt geprüft am 14.10.21]. Available from: https://de.wikipedia.org/wiki/Posturale_Kontrolle
17. Bosch, SAVECOMP MEGASCAN GmbH Göttinger Chaussee 12-14 30453 Hannover. Flyer FastSCAN 2016 [Internet] [zuletzt geprüft am 14.10.21]. 18. Pedographie [Internet]. 2016 [updated 2016 Sep 8; zuletzt geprüft am 14.10.21]. Available from: <https://de.wikipedia.org/w/index.php?oldid=156238997>
19. Schünke M, Schulte E, Schumacher U, Voll M, Wesker K, editors. Prometheus: Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem. 3rd ed. Stuttgart: Thieme; 2011. 3 vol. [cited 2021]. 607 p. (Prometheus; vol. LernAtlas der Anatomie / Michael Schünke; Erik Schulte; Udo Schumacher. Ill. von Markus Voll und Karl Wesker). Deutsch.
20. Easley M, Wiesel SW, editors. Operative techniques in foot and ankle surgery. Philadelphia, Pa.: Wolters Kluwer Health Lippincott Williams & Wilkins; 2011 [zuletzt geprüft am 14.10.21]. (Operative techniques; S. 982 ff.). eng.

21. Wiesel SW, editor. Operative techniques in orthopaedic surgery. 2nd ed. Philadelphia, Pa. [u.a.]: Wolters Kluwer, Lippincott Williams & Wilkins; 2016 [zuletzt geprüft am 14.10.21].
22. Knupp M, Hintermann B. Behandlung akuter und chronischer Verletzungen der Peronäalsehnen. Der Orthopäde volume 39, 1158–1162(2010) [Internet]. 2010 [zuletzt geprüft am 14.10.21]. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00132-010-1695-0>
23. Knupp M, Hintermann B. Behandlung akuter und chronischer Verletzungen der Peronäalsehnen - Google Scholar [Internet] [zuletzt geprüft am 14.10.21].
24. Karlsson J, Wiger P. PDF; Longitudinal Split of the Peroneus Brevis Tendon ... [Internet] [zuletzt geprüft am 14.10.21].
25. Brage ME, Hansen ST Jr. Traumatic subluxation/dislocation of the peroneal tendons. [Internet]. 1992 Sep;13(7):423–31. [zuletzt geprüft am 14.10.21].
26. Bassett FH, Speer KP. Longitudinal rupture of the peroneal tendons. Am J Sports Med [Internet]. 1993;(3):354–7. [zuletzt geprüft am 14.10.21].
27. Karlsson J, Wiger P. Longitudinal Split of the Peroneus Brevis Tendon and Lateral Ankle Instability: Treatment of Concomitant Lesions. J Athl Train [Internet]. 2002;(4):463–6. [zuletzt geprüft am 14.10.21].
28. Brent L. Arnold, PhD, ATC*, Randy J. Schmitz PhD, ATC. Examination of Balance Measures Produced by the Biodex Stability System. Journal of Athletic Training 1998, 33(4): 323-327 [Internet]. 1998;323–7. [zuletzt geprüft am 14.10.21]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1320582/pdf/jathtrain00012-0029.pdf>
29. Breitenseher M. Der MR-Trainer untere Extremität. 2nd ed. Stuttgart: Thieme; 2013 [cited 2021]. S. 58 ff.
30. Lamm BM, Myers DT, Dombek M, Mendicino RW, Catanzariti AR, Saltrick K. Magnetic resonance imaging and surgical correlation of peroneus brevis tears. - PubMed - NCBI. J Foot Ankle Surg. [Internet]. 2004 Jan-Feb; 43(1):30-6. [zuletzt geprüft am 14.10.21]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=magnetic+resonance+imaging+and+surgical+correlation+of+peroneus+brevis+tears%2C+Lamm>

31. Sobel M, Bohne WH, Markisz JA. Cadaver correlation of peroneal tendon changes with magnetic resonance imaging. Foot Ankle [Internet]. 1991;(6):384–8. [zuletzt geprüft am 14.10.21].
32. Beck E. Operative treatment of recurrent dislocation of the peroneal tendons. [Internet]. 1981;Volume 98, Issue 4, pp 247–250. [zuletzt geprüft am 14.10.21].
33. Sobel M, Bohne WH, O'Brien SJ. Peroneal tendon subluxation in a case of anomalous peroneus brevis muscle. Acta Orthop Scand [Internet]. 1992; 63(6):682–4. [zuletzt geprüft am 14.10.21].
34. Becher C., Sierevelt I., van Bergen C., Hoogerworst P., et al. Validierung der deutschen Version des Foot and Ankle Outcome Score (FAOS) [Internet]. 2015 [zuletzt geprüft am 14.10.21]. Available from: <http://www.koos.nu/faosgerman.pdf>
35. Roos EM, Brandsson S, Karlsson J. FAOS Users Guide 2003.DOC: Validation of the Foot and Ankle Outcome Score for Ankle Ligament Reconstruction. [Internet];2001Foot & Ankle Int 22(10):788–794. [zuletzt geprüft am 14.10.21]. Available from: <http://www.koos.nu/FAOSGuide2003.pdf>
36. Jerosch J, Pfaff G, Thorwesten L, Schoppe R. Effects of a proprioceptive training program on sensorimotor capacities of the lower extremity in patients with anterior cruciate ligament instability [Auswirkungen eines propriozeptiven Trainingsprogramms auf die sensomotorischen Fähigkeiten der unteren Extremität bei Patienten mit einer vorderen Kreuzbandinstabilität]. Sportverletz Sportschaden [Internet]. 1998 [cited2021];12(4):121–30. [zuletzt geprüft am 14.10.21].
37. Savecomp Megascan GmbH. Fußdruckmessung im Schuh - Megascan.de - FastSCAN [Internet] [cited 2021]. [zuletzt geprüft am 14.10.21]. <http://megascan.de/produkte/im-schuh-messung/>;
38. Ahroni JH, Boyko EJ, Forsberg R. Reliability of F-scan in-shoe measurements of plantar pressure. Foot Ankle Int [Internet]. 1998 [cited 2021];19(10):668–73.
39. Wikipedia. Pedographie [Internet]. 2016 [updated 2020 Jan.24.]. Available from: <https://de.wikipedia.org/wiki/Pedographie>. [zuletzt geprüft am 14.10.21].
40. Zammit GV, Menz HB, Munteanu SE. Reliability of the TekScan MatScan(R) system for the measurement of plantar forces and pressures during barefoot

- level walking in healthy adults. *Journal of Foot and Ankle Research*. 2010 Jun 18. [zuletzt geprüft am 14.10.21].
41. Knobloch K, Schreibmueller L, Longo U, Vogt P. Eccentric exercises for the management of tendinopathy of the main body of the Achilles tendon with or without the AirHeel Brace. A randomized controlled trial. A: effects on pain and microcirculation. *Disability and Rehabilitation [Internet]*. 2008, Volume 30;30(20-22):1685–91. [zuletzt geprüft am 14.10.21].
42. Kramer DE, Glotzbecker MP, Shore BJ, Zurakowski D, Yen Y-M, Kocher MS, Micheli LJ. Results of Surgical Management of Osteochondritis Dissecans of the Ankle in the Pediatric and Adolescent Population. *Journal of Pediatric Orthopedics [Internet]*. 2015, Okt-Nov [cited 2021];35(7):725–33. [zuletzt geprüft am 14.10.21].
43. Smyth NA, Murawski CD, Levine DS, Kennedy JG. Hindfoot arthroscopic surgery for posterior ankle impingement: a systematic surgical approach and case series. *The American Journal of Sports Medicine*. 2013 May 29;41(8):1869–76. [zuletzt geprüft am 14.10.21].
44. Becher Ch. Validierung der deutschen Version des Foot and Ankle Outcome Score (FAOS) [Internet]. [zuletzt geprüft am 14.10.21].
45. Raikin SM. Intrasheath subluxation of the peroneal tendons. Surgical technique. *Journal of Bone and Joint Surgery*. 2009; Vol.91 Suppl 2 Pt 1146–55. [zuletzt geprüft am 14.10.21]. doi:10.2106/JBJS.H.01356
46. Saxena A, Ewen B. Peroneal subluxation: Surgical results in 31 athletic patients. *Journal of Foot and Ankle Surgery*. 2010;49(3):238–41. [zuletzt geprüft am 14.10.21]. doi:10.1053/j.jfas.2010.02.007
47. Zhenbo Z, Jin W, Haifeng G, Huanting L, Feng C, Ming L. Sliding fibular graft repair for the treatment of recurrent peroneal subluxation. *Foot Ankle Int*. 2014;35(5):496–503. [zuletzt geprüft am 14.10.21].
48. Staresinic M, Bakota B, Japjec M, Culjak V, Zgaljardic I, Sebecic B. Isolated inferior peroneal retinulum tear in professional soccer players. *Injury. International journal of the care of the injured*. 2013 Sep.; 9Vol.44;S67-S70. [zuletzt geprüft am 14.10.21]. doi:10.1016/S0020-1383(13)70202-X
49. Jockel JR, Brodsky JW. Single-stage flexor tendon transfer for the treatment of severe concomitant peroneus longus and brevis tendon tears. *Foot Ankle Int*.

- 2013;34(5):666–72. [zuletzt geprüft am 14.10.21].
doi:10.1177/1071100712470939
50. Raikin SM, Elias I, Nazarian LN. Intratheath subluxation of the peroneal tendons. *J Bone Joint Surg Am*. 2008;90(5):992–9. [zuletzt geprüft am 14.10.21]. doi:10.2106/JBJS.G.00801
51. Rapley JH, Crates J, Barber A. Mid-substance peroneal tendon defects augmented with an acellular dermal matrix allograft. *Foot Ankle Int*. 2010;31(2):136–40. [zuletzt geprüft am 14.10.21]. doi:10.3113/FAI.2010.0136
52. Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS, Nunley JA, Myerson MS, Sanders M. Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes. *Foot Ankle Int*. 1994;15(7):349–53. [zuletzt geprüft am 14.10.21]. doi:10.1177/107110079401500701
53. Hunt KJ, Hurwit D. Use of patient-reported outcome measures in foot and ankle research. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American volume* [Internet]. 2013;95(16):e118(1-9). [zuletzt geprüft am 14.10.21].
54. Malviya A, Makwana N, Laing P. Correlation of the AOFAS scores with a generic health QUALY score in foot and ankle surgery. *Foot Ankle Int*. 2007;28(4):494–8. [zuletzt geprüft am 14.10.21]. doi:10.3113/FAI.2007 Apr.
55. Guyton GP. Theoretical limitations of the AOFAS scoring systems: an analysis using Monte Carlo modeling. *Foot Ankle Int*. 2001 Okt;22(10):779–87. [zuletzt geprüft am 14.10.21]. doi:10.1177/107110070102201003.
56. Wikipedia. Body-Mass-Index [Internet]. 2016 [updated 2021 Sep 3].
57. Deutsche Adipositas Gesellschaft e.V. DAG - Deutsche Adipositas Gesellschaft [Internet] [cited 19.04.21]. Available from: <http://www.adipositas-gesellschaft.de/index.php?id=39>; <https://adipositas-gesellschaft.de/ueber-adipositas/definition-von-adipositas/>. [zuletzt geprüft am 14.10.21].
58. Bruzek R. Leitfaden Gelenkmessung. München u.a.: Elsevier Urban & Fischer; 2006 [zuletzt geprüft am 14.10.21]. X, 277 S. (vol. S. 149-157).
59. Fussinger D. Diagnostik der Beweglichkeit: Neutral-Null-Methode. München GRIN Verlag GmbH 2012: Grin Verlag; 2013 [zuletzt geprüft am 14.10.21].
60. Fußinger D, Otto A, Bennewitz K. Diagnostik der Beweglichkeit: Neutral-Null-Methode. München: GRIN Verlag GmbH; 2012 [cited 2021]. Online-Ressource. [zuletzt geprüft am 14.10.21].

61. Carter ND, Jenkinson TR, Wilson D, JonesnDW, Torode ASet. Joint position sense and rehabilitation in the anterior cruciate ligament deficient knee. *British Journal of sports medicine*.1997 Sep;31(3):209-12. [zuletzt geprüft am 14.10.21]. doi:10.1136/bjsm.31.3.209.
62. Jerosch J., Schäffer C., Prymka M. Proprioceptive abilities of surgically and conservatively treated knee joints with injuries of the cruciate ligament]. *Der Unfallchirurg*. 1998 Jan, 101(1):26-31. [zuletzt geprüft am 14.10.21].
63. Julia Greve, Angelica Alonso, Ana Carolina P.G. Bordini, Gilberto Luis Camanho. Correlation between body mass index and postural balance [Internet]. *SciELO Analytics*. 2007 [zuletzt geprüft am 14.10.21]. Available from: <https://www.scielo.br/j/clin/a/cBrWc6QbrVpxRwhbbhGDfpf/?lang=en&format=pdf>.
64. Glave AP, Didier JJ, Weatherwax J, Browning SJ, Fiaud V. Testing Postural Stability: Are the Star Excursion Balance Test and Biodex Balance System Limits of Stability Tests Consistent? *Gait Posture* [Internet]. 2016 Jan; 43:225–7 [zuletzt geprüft am 14.10.21]. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2015.09.028.
65. Yong R, Lai KW, Ooi LH. Ankle lateral ligament reconstruction for chronic instability. *Journal of Orthopaedic Surgery (Hong Kong)*. 2015 Apr. ;23(1):62–5. [zuletzt geprüft am 14.10.21].
66. Biodex Balance System SD: Handbuch [Internet] [cited 2021]. Clinical Resource Manual; <http://mobilitysystems.se/edit/Klinisk-resursmanual-for-BalanceSD.pdf> [zuletzt geprüft am 14.10.21]..
67. Schepers T, van der Stoep A, van der Avert H, van Lieshout EMM, Patka P. Plantar pressure analysis after percutaneous repair of displaced intra-articular calcaneal fractures. *Foot Ankle Int*. 2008;29(2):128–35. [zuletzt geprüft am 14.10.21]. doi:10.3113/FAI.2008.0128.
68. Fritsch C, Haslbeck M. Diagnostik und Therapie des diabetischen Fussyndroms. Was leistet die Pedographie? Significance of pedography in the diagnosis and treatment of the diabetic foot syndrome [Significance of pedography in the diagnosis and treatment of the diabetic foot syndrome]. *MMW Fortschr Med*. 2004;146(26):51–4. ger. [zuletzt geprüft am 14.10.21].
69. Schmidt R, Meyer-Wölbert B - PubMed - NCBI. [Dynamic gait analysis. Means for quality assurance after surgically treated ankle joint fractures]. *Dynamische*

- Ganganalyse. Mittel zur Qualitätssicherung nach chirurgisch behandelten Sprunggelenkbrüchen. [Internet]. Unfallchirurg. 1999 Feb; [zuletzt geprüft am 14.10.21].;102(2):110-4.
70. Götz-Neumann K. Gehen verstehen: Ganganalyse in der Physiotherapie. 4th ed.: Thieme; 2016. 211 Seiten. (Physiofachbuch).
71. Mittlmeier T, Rosenbaum D. Klinische Ganganalyse [Clinical gait analysis]. Unfallchirurg. 2005;108(8):614–29. ger. [zuletzt geprüft am 14.10.21]. doi:10.1007/s00113-005-0978-0 .
72. Ludwig O. Ganganalyse in der Praxis: Anwendung in Prävention, Therapie und Versorgung. 2nd ed. Geislingen: Maurer; 2015. 256 S.
73. Murray HJ, Young MJ, Hollis S, Boulton A. The Association Between Callus Formation, High Pressures and Neuropathy in Diabetic Foot Ulceration. Diabetic Medicine. 1996;13(11):979–82. [zuletzt geprüft am 14.10.21]. doi:10.1002/(SICI)1096-9136(199611)13:11<979:AID-DIA267>3.0.CO;2-A
74. Grifka Joachim. Einlagen, Schuhzurichtungen, orthopädische Schuhe: Indikation, Verordnung, Ausführung. 4th ed.: Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2005.
75. Rosenbaum D, Westhues M, Bosch K. Effect of gait speed changes on foot loading characteristics in children. Gait Posture. Epub 2013 May 3;38(4):1058–60. [zuletzt geprüft am 14.10.21]. doi:10.1016/j.gaitpost.2013.03.020.
76. Pataky TC, Caravaggi P, Savage R, Parker D, Goulermas JY, Sellers WI, Crompton RH. New insights into the plantar pressure correlates of walking speed using pedobarographic statistical parametric mapping (pSPM). J Biomech. 2008;41(9):1987–94. [zuletzt geprüft am 14.10.21]. doi:10.1016/j.jbiomech.2008.03.034.
77. Zhu H., Wertsch JJ., Harris GF., Alba HM. Walking cadence effect on plantar pressures. Arch Phys Med Rehabil. [Internet]. 1995 Nov;76(11):1000-5. 76(11):1000-5. Available from: [https://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993\(95\)81037-4/pdf](https://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993(95)81037-4/pdf). [zuletzt geprüft am 14.10.21].
78. FAOS Users Guide 2003.DOC [Internet] [cited 2021]. Available from: <http://www.koos.nu/FAOSGuide2003.pdf>. [zuletzt geprüft am 14.10.21].

79. Steginsky B, Riley A, Lucas DE, Philbin TM, Berlet GC. Patient-Reported Outcomes and Return to Activity After Peroneus Brevis Repair. *Foot Ankle Int* [Internet]. 2016 [cited 2021];37(2):178–85. [zuletzt geprüft am 14.10.21].
80. Krause JO, Brodsky JW. Peroneus brevis tendon tears: pathophysiology, surgical reconstruction, and clinical results. *Foot Ankle Int*. 1998;19(5):271–9. [zuletzt geprüft am 14.10.21]. doi:10.1177/107110079801900502.
81. Dombek M F , Orsin R, Mendicino R W, Saltrick K. Peroneus brevis tendon tears. August 2001. *Clinics in Pediatric Medicine and Surgery* 18(3):409-27. [zuletzt geprüft am 14.10.21].
82. Redfern D, Myerson M. The management of concomitant tears of the peroneus longus and brevis tendons. *Foot Ankle Int*. 2004;25(10):695–707. [zuletzt geprüft am 14.10.21]. doi:10.1177/107110070402501002 .
83. Saxena A, Cassidy A. Peroneal tendon injuries: An evaluation of 49 tears in 41 patients. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*. Volume 42 [Internet]. 2003 July 01;42(4):215–20. [zuletzt geprüft am 14.10.21].
84. Angthong C. Validity and reliability of Thai version of the Foot and Ankle Outcome Score in patients with arthritis of the foot and ankle. *Foot and Ankle Surgery*. 2016;22(4):224–8. [zuletzt geprüft am 14.10.21].
85. Korner D, Gueorguiev B, Niemeyer P, Bangert Y, Zinser W, Aurich M, Walther M, Becher C, Ateschrang A, Schroter S. Parameters influencing complaints and joint function in patients with osteochondral lesions of the ankle-an investigation based on data from the German Cartilage Registry (KnorpelRegister DGOU). *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*. 2017;137(3):367–73. [zuletzt geprüft am 14.10.21]. doi:10.1007/s00402-017-2638-6.
86. van den Akker-Scheek I. Reliability and validity of the Dutch version of the foot and ankle outcome score (FAOS). *BMC musculoskeletal disorders*. 2013;14(1):1–6. [zuletzt geprüft am 14.10.21]. doi:10.1186/1471-2474-14-183
87. Roos EM, Brandsson S, Karlsson J. Validation of the foot and ankle outcome score for ankle ligament reconstruction. *Foot Ankle Int*. 2001;22(10):788–94. [zuletzt geprüft am 14.10.21]. doi:10.1177/107110070102201004.
88. Yong R, Lai KW, Ooi LH. Ankle lateral ligament reconstruction for chronic instability. *Journal of Orthopaedic Surgery (Hong Kong)* [Internet]. 2015 [cited 2021];23(1):62–5. [zuletzt geprüft am 14.10.21].

89. Singh A, Nag K, Roy SP, Gupta RC, Gulati V, Agrawal N. Repair of Achilles tendon ruptures with peroneus brevis tendon augmentation. *Journal of Orthopaedic Surgery (Hong Kong)*. 2014;22(1):52–5. [zuletzt geprüft am 14.10.21].
90. Riad J, Coleman S, Henley J, Miller F. Reliability of pediobarographs for paediatric foot deformity. *Journal of Childrens Orthopaedics*. 2007;1(5):307–12. [zuletzt geprüft am 14.10.21]. doi:10.1007/s11832-007-0053-1.
91. Sierra-Guzmán R, Jiménez F, Abián-Vicén J. Predictors of chronic ankle instability: Analysis of peroneal reaction time, dynamic balance and isokinetic strength. *Clinical Biomech (Bristol, Avon)*. 2018;54:28–33. [zuletzt geprüft am 14.10.21]. doi:10.1016/j.clinbiomech.2018.03.001.
92. Acar Y, İlçin N, Gürpınar B, Can G. Core stability and balance in patients with ankylosing spondylitis. *Rheumatology International*. 2019;39(8):1389–96. [zuletzt geprüft am 14.10.21]. doi:10.1007/s00296-019-04341-5.
93. Rein S, Fabian T, Zwipp H, Rammelt S, Weindel S. Postural control and functional ankle stability in professional and amateur dancers. *Clinical Neurophysiology*. 2011 Aug;122(8):1602–10. Epub 2011 Mar 23. [zuletzt geprüft am 14.10.21]. doi:10.1016/j.clinph.2011.01.004.
94. Jasiewicz B, Klimiec E, Młotek M, Guzdek P, Duda S, Adamczyk J, Potaczek T, Piekarski J, Kołasczyński G. Quantitative Analysis of Foot Plantar Pressure During Walking. *Medical Science Monitor*. 2019 Jul 03; 254916–22. [zuletzt geprüft am 14.10.21]. doi:10.12659/MSM.914915.
95. Murphy DF, Beynnon BD, Michelson JD, Vacek PM. Efficacy of plantar loading parameters during gait in terms of reliability, variability, effect of gender and relationship between contact area and plantar pressure. *Foot Ankle Int* [Internet]. 2005 [cited 2021];26(2):171–9. [zuletzt geprüft am 14.10.21].
96. Güven M, Kocadal O, Akman B, Şayli U, Altıntaş F. Pedobarographic Analysis in Total Knee Arthroplasty. *J Knee Surg*. 2017;30(9):951–9. [zuletzt geprüft am 14.10.21]. doi:10.1055/s-0037-1599247.
97. Ozkan H, Ege T, Koca K, Can N, Yurttaş Y, Tunay S. Pedobarographic measurements after repair of Achilles tendon by minimal invasive surgery. *Acta Orthopaedica Belgica*. 2016;82(2):271–4. [zuletzt geprüft am 14.10.21].

98. Dürr C, Apinun J, Mittlmeier T, Rammelt S. Foot Function After Surgically Treated Intraarticular Calcaneal Fractures: Correlation of Clinical and Pedobarographic Results of 65 Patients Followed for 8 Years. *Journal Orthopaedic Trauma*. 2018;32(12):593–600. [zuletzt geprüft am 14.10.21]. doi:10.1097/BOT.0000000000001325.
99. Çetin E, Deveci MA, Songür M, Özer H, Turanlı S. Evaluation of plantar pressure distributions in patients with anteriorcruciate ligament deficiency: preoperative and postoperative changes. *Turkish Journal Medical Sciences*. 2017;47(2):587–91. [zuletzt geprüft am 14.10.21].doi:10.3906/sag-1601-146.
100. Schmidt R, Meyer-Wölbert B, Röderer M, Becker HP, Benesch S, Fels T, Gerngross H. Dynamische Ganganalyse. Mittel zur Qualitätssicherung nach operativ versorgten Sprunggelenkfrakturen [Dynamic gait analysis. Means for quality assurance after surgically treated ankle joint fractures]. *Unfallchirurg*. 1999;102(2):110–4. ger. [zuletzt geprüft am 14.10.21]. doi:10.1007/s001130050381.
101. Horisberger M, Hintermann B, Valderrabano V. Alterations of plantar pressure distribution in posttraumatic end-stage ankle osteoarthritis. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2009;24(3):303–7. [zuletzt geprüft am 14.10.21]. doi:10.1016/j.clinbiomech.2008.12.005.
102. Bahad SR, Kane JM. Peroneal Tendon Pathology: Treatment and Reconstruction of Peroneal Tears and Instability. *The Orthopedic Clinics of North America*. 2020;51(1):121–30.[zuletzt geprüft am 14.10.21]. doi:10.1016/j.ocl.2019.09.001 .

Danksagung

Herrn Prof. Dr. Dr. h.c. mult. J. Grifka danke ich für die Möglichkeit diese Studie in der Klinik und Poliklinik für Orthopädie des Asklepios Klinikums Bad Abbach machen zu können. Ich danke für die Erlaubnis, die Patientendaten nutzen zu dürfen und für die gestellten Räumlichkeiten, für die Untersuchungen und Begutachtungen.

Mein besonderer Dank gilt Herrn PD Dr. med. Jürgen Götz, der stets freundlich und kompetent mich während der ganzen Arbeit unterstützt hat. Der immer für mich da war, um mich zu beraten und gute Lösungsvorschläge zu machen. Ich danke auch für die Überlassung des Themas und Durchsicht des Manuskripts. Ich bedanke mich herzlich für alle seine Bemühungen und Geduld.

Ich bedanke mich bei Fr. S. Dullien, der sportwissenschaftlichen Leiterin des Ganglabors, dafür, dass sie mich in alle notwendigen Messverfahren und die Methodik der Auswertungen eingearbeitet hat. Für Ihre Geduld und guten Ratschläge.

Ich danke meiner geschätzten Kollegin Julia Kornosky für ihre Unterstützung und gute Vorschläge.

Ich danke allen an der Studie teilgenommenen Patienten und Probanden, die ihre Freizeit für die Untersuchungen geopfert haben und zum Teil lange Anreisewege zurücklegen mussten.

Meiner Familie danke ich dafür, dass sie mich in meinem Vorhaben die ganze Zeit unterstützt haben. Meinem Ehemann dafür, dass er mir das Medizinstudium ermöglicht hat. Meiner Tochter, die mir bei Erstellung dieser Arbeit immer zur Seite stand.