

Einfluss einer Fuß und Sprunggelenk übergreifenden Knieorthese auf die Körperlastlinie am Kniegelenk, die Wohlfühlgeschwindigkeit und kniespezifische Beschwerden bei Patienten mit Varusgonarthrose

The Effect of a Novel Ankle-Foot-Orthosis on Weight Bearing Line, Comfortable Walking Speed and Knee-specific Symptoms in Patients with Varus Knee Osteoarthritis

Ziel der hier vorgestellten prospektiven Studie war es, die Wirksamkeit einer den Fuß und das Sprunggelenk übergreifenden Knieorthese auf die Kraftwirkungslinie, die Gehgeschwindigkeit sowie kniegelenkassoziierte Beschwerden zu evaluieren. Dazu wurden 24 Patienten (insgesamt 30 Knie, bei einigen Probanden beide) mit fortgeschrittener Varusgonarthrose (Kellgren & Lawrence II oder III) ohne bzw. mit Orthese evaluiert. Vermessen wurden die Lage der Kraftwirkungslinie im Stand, die „Wohlfühlgeschwindigkeit“ und die Schrittlänge. Als sekundäre Outcome-Parameter wurde im Abstand von 4 Wochen ein kniespezifischer Fragebogen (Knee Osteoarthritis Outcome Score, KOOS) erhoben sowie über 8 Wochen ein Schmerztagebuch geführt und longitudinal ausgewertet. Ergebnis: Alle Patienten zeigten eine laterale Verschiebung der Kraftwirkungslinie am Kniegelenk (Mittelwert $16,03 \text{ mm} \pm 5,22 \text{ mm}$; $p < 0,001$). Die selbst gewählte Wohlfühlgeschwindigkeit war bei allen Patienten mit Orthese höher ($2,50 \pm 0,54 \text{ km/h}$ vs. $2,12 \pm 0,53 \text{ km/h}$; $p = 0,001$) und die Schritte länger ($41,53 \pm 10,19 \text{ cm}$ vs. $45,30 \pm 8,81 \text{ cm}$, $p = 0,09$). Im weiteren Verlauf konnte eine signifikante

Schmerzreduktion beobachtet werden ($p < 0,001$). Im KOOS zeigte sich in der Subskala „Aktivität im täglichen Leben“ eine statistisch signifikante Verbesserung durch das Tragen der Orthese ($p = 0,013$). Alle anderen Subskalen zeigten zwar ebenfalls eine tendenzielle Verbesserung, jedoch ohne statistische Signifikanz.

Schlüsselwörter: Varusgonarthrose, Knieorthese, prospektive Studie

The aim of this prospective study was to evaluate the effectiveness of a knee orthosis encompassing the foot and ankle on the force vector, walking speed and knee-related complaints. In this study, 24 patients (total of 30 knees, both knees for some subjects) with advanced varus knee osteoarthritis (Kellgren & Lawrence grade II or III) were evaluated with and without an orthosis. The position of the force vector while standing, the “comfortable walking speed” and step length were measured. As a secondary outcome parameter, a knee-specific questionnaire (Knee Osteoarthritis Outcome Score, KOOS) was completed at intervals of 4 weeks and a pain diary was kept for 8 weeks and evaluated longitudinally. Result: All patients showed a lateral shift of

the force vector at the knee (mean $16.03 \text{ mm} \pm 5.22 \text{ mm}$; $p < 0.001$). The self-selected comfortable walking speed was higher in all patients with an orthosis ($2.50 \pm 0.54 \text{ km/h}$ vs. $2.12 \pm 0.53 \text{ km/h}$; $p = 0.001$) and the steps were longer ($41.53 \pm 10.19 \text{ cm}$ vs. $45.30 \pm 8.81 \text{ cm}$, $p = 0.09$). In the further course, a significant reduction of pain was observed ($p < 0.001$). In the KOOS, the subscale “Activities of Daily Living” showed statistically significant improvement through wearing the orthosis ($p = 0.013$). All other subscales showed a tendency to improvement, but without statistical significance.

Key words: varus knee osteoarthritis, knee orthosis, prospective study

Hintergrund

Pathomechanismen der Gonarthrose

Der Begriff „Gonarthrose“ bezeichnet die Reduktion des hyalinen Knorpels der artikulierenden Gelenkflächen im Kniegelenk [1]. Ging man früher von einem Gelenkverschleiß aus, ist mittlerweile evident, dass es sich bei der Gonarthrose um zellspezifische Pro-

zesse der Chondrozyten mit Signalkaskaden und konsekutivem Knorpelzelluntergang handelt [2]. Neben einer genetischen Disposition spielen auch eine punktuelle mechanische Belastung des Knies sowie ein hohes Alter eine essenzielle Rolle in der Entwicklung einer Gonarthrose [3]. Die Vorstellung eines reinen Verschleißes wie bei einem technischen Gegenstand als Ursache der Arthrose ist jedoch obsolet [4].

Unter den Arthrosen der menschlichen Gelenke spielt die Gonarthrose eine relevante Rolle [5]. Sie ist neben der Coxarthrose (Hüftgelenksarthrose) unter den häufigsten Formen der Arthrose zu nennen [6]. Eine häufige Form der Gonarthrose ist die sogenannte Varusgonarthrose. Dabei entstehen durch Fehlstellungen der Beinachsen mit vermehrter Varus-Achse Druckspitzen im medialen Kompartiment [7]. Typisch für Varusgonarthrosen sind Anlaufschmerzen im medialen Kompartiment und Druckschmerz im medialen Gelenkspalt. Radiologisch zeigen sich die Verschmälerungen des Gelenkspaltes besonders im medialen Gelenkanteil [8].

Konservative Therapie der Gonarthrose

Nachweislich sind Bewegung und Aktivität sehr förderlich in der Therapie der Gonarthrose. Maßnahmen zur Kraft-Ausdauer und zur Beweglichkeitsförderung sind effiziente Therapiemaßnahmen bei Gonarthrose [9]. Die Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie (DGOOC) nennt im Kapitel über Therapiemöglichkeiten auch die Orthopädietechnik als einen Pfeiler der konservativen Therapiemaßnahmen [10].

Orthopädietechnische Therapieansätze bei Gonarthrose

Zwar kann für Orthesen keine Minderung der Erkrankungsprogredienz nachgewiesen werden, allerdings bestehen bezüglich Schmerzreduktion und funktioneller Verbesserungen entsprechende evidenzbasierte Empfehlungen [9, 10]. In jedem Falle können Orthesen dazu beitragen, die Aktivität betroffener Patienten zu verbessern, was wiederum förderlich für die Schmerzreduktion ist. Auch

zur Förderung der Alltagspartizipation können Orthesen beitragen und auf diese Weise sekundär auch die Lebensqualität beeinflussen [10].

Eine Unterart der Knieorthesen sind sogenannte Entlastungsorthesen („unloader braces“). Diese werden besonders bei achsdeviationsbedingten Gonarthrosen eingesetzt. Das Grundprinzip besteht darin, durch Veränderung der femorotibialen Artikulationswinkel Belastungsveränderungen im Kniegelenk zu erzielen. Dadurch werden andere, nicht so stark arthrotische Gelenkflächen belastet, was zur Schmerzreduktion und konsekutiv zu mehr Teilhabe am täglichen Leben führen kann [11–13]. Eine neuere Art der Entlastungsorthesen ist die in diesem Artikel behandelte „Fuß und Sprunggelenk übergreifende Knieorthese“.

Zur Evidenz Fuß und Sprunggelenk übergreifender Knieorthesen

Es wurde bereits eine Reihe von Studien zu Fuß und Sprunggelenk übergreifenden Knieorthesen durchgeführt. Diese bestätigen die Wirksamkeit dieses Orthesentyps bezüglich der Reduktion des Knieadduktionsmoments [14] sowie der Lateralisierung der Kraftwirkungslinie [15] im Stand und im Gang. Die Veränderung durch das Tragen einer solchen Orthese auf ossärer Ebene hinsichtlich einer signifikanten Veränderung der Verhältnisse von Tibia zu Femur sowie von Tibia-Außenkante zu Mikulicz-Linie wurde auch radiologisch verifiziert [16]. Hinsichtlich klinischer Parameter konnten Schmerzreduktion und vermehrte Teilhabe am täglichen Leben bestätigt werden, Letzteres bislang jedoch nur in einer Studie anhand des WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index) [17].

Hypothesen dieser Studie

Diese Studie untersuchte die Einflüsse einer Fuß und Sprunggelenk übergreifenden Knieorthese auf die Körperlastlinie am Kniegelenk, auf die Wohlfühlgeschwindigkeit und auf kniespezifische Beschwerden bei Patienten mit Varusgonarthrose. Es wurde angenommen, dass sich die signifikante Lateralisierung der Kraftwirkungslinie durch die Orthese, die in

anderen Studien nachgewiesen wurde, durch diese Studie bestätigen lässt. Ferner wurde angenommen, dass Patienten mit Orthese schneller gehen und größere Schritte machen, was für eine indirekte Schmerzreduktion und erhöhte Aktivität sprechen würde. Schließlich wurde angenommen, dass sich signifikante Veränderungen im Knieschmerz über 4 Wochen einstellen und kniespezifische Beschwerden signifikant abnehmen würden.

Methoden

Feldzugang und Ablauf der Studie

An der Klinik und Poliklinik für Orthopädie, Physikalische Medizin und Rehabilitation der Universität München (LMU) wurde im Rahmen der Kniesprechstunde bei Patienten mit fortgeschrittener Varusgonarthrose eine freiwillige Teilnahme an der Studie angeboten. Die Probanden wurden ausführlich über das Vorhaben aufgeklärt, und eine Einwilligungserklärung wurde unterschrieben. Die Einschlusskriterien waren folgendermaßen definiert:

- Alter > 18 Jahre
- Knieschmerzen (im medialen Kompartiment) > 3/10 NRS (Numeric Rating Scale 0–10, wobei 0 „kein Schmerz“ bedeutet und 10 dem „schlimmsten vorstellbaren Schmerz“ entspricht)
- radiologisch gesicherte Varusgonarthrose (Kellgren & Lawrence II oder III)
- bislang keine operativen Maßnahmen am Kniegelenk durchgeführt

Die Fuß und Sprunggelenk übergreifende Knieorthese

Verwendet wurde eine Vorversion der „KNEO“-Orthese (Abb. 1; Sporlastic GmbH, Nürtingen); die nun im Handel erhältliche Orthese ist technisch unverändert. Die Orthese besteht aus einer festen Sohle, die im Schuh getragen wird. Lateral verfügt sie über einen Metallrahmen, der oben am Fibulaköpfchen ansetzt und eine Kraft nach medial verabreicht. Dies geschieht vornehmlich in der Standphase des Gehens, wenn die Sohle durch das eigene Körpergewicht fest

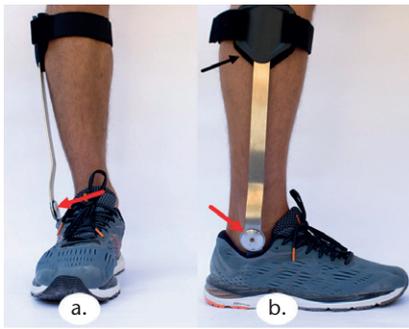


Abb. 1a u. b Die verwendete Orthese an einem rechten Bein in Frontalebene (a) und in Sagittalebene (b). Gut zu erkennen ist das Gelenk auf Höhe des Malleolus lateralis (roter Pfeil) sowie die Fixierung am Fibulaköpfchen (schwarzer Pfeil) mit geringer Beweglichkeit nach oben und unten. Am Gelenk kann die Federspannung eingestellt werden.

im Schuh verankert wird. Federspannung und Sohlengröße werden individuell angepasst. Die Pelotte am Fibulaköpfchen ist begrenzt mobil und erlaubt einen geringen Hub nach oben und unten, um beim Gehen den Längenunterschied durch die Plantarflexion des Fußes auszugleichen. Im Bereich des Malleolus lateralis verfügt die Orthese über ein Gelenk, um die obere Sprunggelenkbewegung im Gang zu tolerieren.

Messung der Kraftwirkungslinie

Die vertikale Belastungslinie wurde mittels des validierten und etablierten Statik-Messgeräts „L.A.S.A.R. Posture“ (Otto Bock Healthcare Deutschland GmbH, Duderstadt) gemessen [18]. Die Patienten wurden gebeten, die Orthese

anzuziehen und sich auf die Plattform zu stellen. Die Belastungslinie wurde mittels Hautstift über der Patella nachgezeichnet. Anschließend wurde – ohne die Position zu verändern – der laterale Hebel der Orthese nach vorne geklappt; die Orthese wurde dadurch unwirksam. Die Belastungslinie wurde wieder an ihrem Verlauf nachgezeichnet und der Abstand der beiden Belastungslinien horizontal in Millimetern gemessen. Anschließend wurden die Markierungen entfernt und erneut gemessen. Diese Messung wurde dreimal pro Patient durchgeführt und anschließend gemittelt.

Wohlfühlgeschwindigkeit

Die Messung der Wohlfühlgeschwindigkeit geschah mittels Laufbandes („Rehawalk“, Zebri GmbH, Isny). Die Patienten wurden gebeten, auf dem Laufband zu gehen; sie hielten dabei den Geschwindigkeitsregler in der Hand. Dabei war das Display abgedeckt, sodass keine Orientierungsmöglichkeit über die aktuelle Geschwindigkeit bestand. Die Ansage an die Patienten lautete: „Stellen Sie sich vor, Sie gehen an einem schönen Sommertag spazieren. Stellen Sie die Geschwindigkeit des Laufbandes so ein, dass Sie das Gefühl haben, so könnten Sie einen ausgedehnten Spaziergang machen.“ Die verblindete eingestellte Geschwindigkeit wurde notiert und die Patienten gebeten, für eine Minute in dieser Wohlfühlgeschwindigkeit weiterzugehen. In dieser Minute wurde zusätzlich mittels im Laufband befindlicher Pedobarographie die Schrittlänge gemessen und gemittelt.

Diese Messung wurde einmal mit Orthese und einmal komplett ohne Orthese durchgeführt. Dabei wurde jedoch die Reihenfolge, ob zuerst mit oder ohne Orthese gestartet wird, randomisiert und per Los entschieden. Somit konnte ausgeschlossen werden, dass potenzielle Erschöpfungszustände durch die erste Messung die nachfolgende Messung negativ beeinflussen könnten.

KOOS

Der Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) wurde 1998 erstmalig publiziert und stellt einen adäquaten Score für Menschen mit höherer physischer Aktivität trotz Arthrose dar [19]. Es handelt sich dabei um einen rein patientenbezogenen Fragebogen mit 42 Fragen, die sich auf 5 Domänen erstrecken:

1. Schmerz: 9 Fragen
2. Symptome: 7 Fragen
3. Tätigkeiten des Alltags: 17 Fragen
4. Funktionsfähigkeit im Sport und in der Freizeit: 5 Fragen
5. Lebensqualität im Zusammenhang mit dem betroffenen Knie: 4 Fragen

Jede Dimension des KOOS wird unabhängig berechnet und ausgewertet. Somit gibt es insgesamt 5 verschiedene Punktwerte, mit denen man die jeweilige Dimension beurteilen kann, wobei 0 immer das schlechteste und 100 immer das beste Ergebnis darstellt. Der KOOS wurde ins Deutsche übersetzt und validiert [20]. Diese validierte Version wurde verwendet.

Schmerztagebuch

Über die Dauer von 8 Wochen (4 Wochen ohne und 4 Wochen mit Orthese) wurde ein Schmerztagebuch geführt, bei dem täglich am Abend ein subjektiver Durchschnittsschmerz von 0 bis 10 auf einer Numerischen Ratingskala (NRS) angegeben wurde.

Statistische Auswertung

Die statistische Analyse wurde mit „SPSS Statistics 24“ (SPSS, Inc., IBM Company, Chicago, IL, USA) durchgeführt. Die Daten wurden von März bis August 2018 gesammelt. Vor der Auswertung der Daten wurden alle Daten zu Kontrollzwecken nochmals einge-

Patienten (n = 24)	Mittelwert (±)	Intervall
Alter (Jahre)	61,43 (± 7,85)	44,00–79,00
Geschlecht (m/w)	12/12	
Größe (in cm)	171 (± 13,21)	159–191
Gewicht (in kg)	84,50 (± 14,51)	65,00–138,00
BMI (kg/m ²)	29,01 (± 4,20)	23,50–39,04
Kellgren-Lawrence Score	2,33 (± 0,43)	2,00–3,00
Schmerz an Tag 1 (NRS)	4,25 (± 1,33)	1,00–7,00

Tab. 1 Baseline-Daten mit Standardabweichung.

geben, um Eingabefehler zu vermeiden. Erste und zweite Dateneingabe wurden subtrahiert, um auf etwaige Tippfehler schließen zu können. Diese doppelte Kontrolle wurde von zwei verschiedenen Prüfern durchgeführt, um die Richtigkeit der Daten zu gewährleisten.

Die statistische Analyse der gemittelten lateralen Verschiebung der Belastungslinie mit und ohne Orthese als primäres Ergebnis wurde mit dem Wilcoxon-Rangsummentest durchgeführt. Die Differenzen der Wohlfühlgeschwindigkeit, der Schrittlänge sowie der KOOS-Werte wurden ebenso mittels Wilcoxon-Rangsummentests ermittelt. Zur Evaluation der longitudinalen Schmerzentwicklung wurde ein randomisiertes gemischtes Effektivmodell berechnet, indem einzelne Trends mit Hilfe von Random-Intercept-Modellen modelliert wurden. Für jeden Patienten wurde ein individuelles Random-Intercept-Modell angepasst. Dann wurde eine autoregressive Korrelationsmatrix erster Ordnung verwendet. Diese Berechnun-

gen wurden vom Institut für medizinische Informationsverarbeitung, Biometrie und Epidemiologie (IBE) der Ludwig-Maximilians-Universität München durchgeführt.

Ergebnisse

Deskriptive Statistik

Von März bis August 2018 wurden insgesamt $n = 27$ Patientinnen und Patienten rekrutiert. Davon waren 7 bilateral versorgt, sodass $n = 34$ Knie in die Untersuchung eingeschlossen wurden. Drei Patienten brachen die Studie vorzeitig ab, sodass sie aus der Berechnung entfernt wurden. Die Gründe waren zu große Knieschmerzen und der Wunsch nach operativen Maßnahmen ($n = 2$) sowie fehlende Akzeptanz der Orthese aufgrund von Druckschmerz und Optik ($n = 1$). Einer der ausgeschlossenen Patienten war bilateral versorgt. Daher konnten letztendlich $n = 24$ Patienten ($n = 30$ Knie) untersucht werden. Die bilateral versorgten Patien-

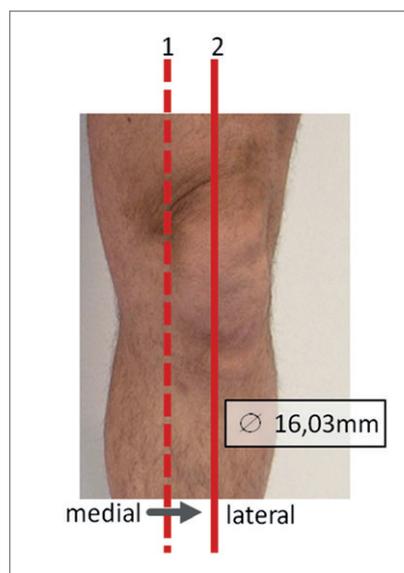


Abb. 2 Skizze zur Demonstration der Lateralisierung. Die Lastlinie verschiebt sich durch die laterale Anlage der Orthese nach lateral (1 = ohne Orthese; 2 = mit Orthese). Dadurch wird das arthrotische mediale Kompartiment nicht mehr so stark belastet. Im Schnitt lateralisierte sich die Linie in dieser Studie um 16,03 mm.

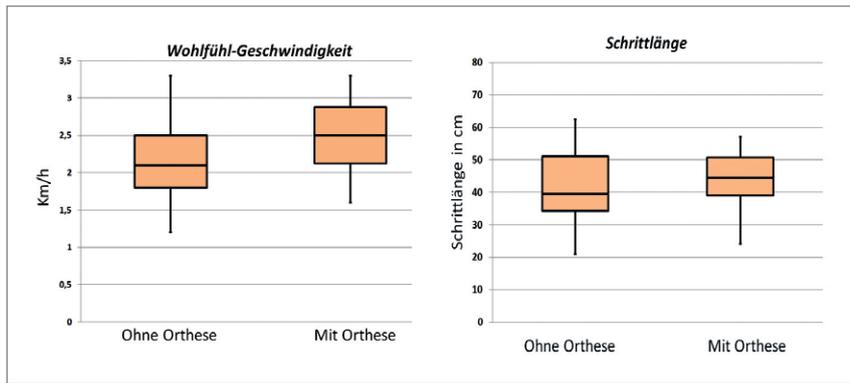


Abb. 3 Boxplots zur gewählten Wohlfühlgeschwindigkeit und zur Schrittlänge. Deutlich zu erkennen ist der signifikante Anstieg der Wohlfühlgeschwindigkeit durch die Nutzung der Orthese.

ten wurden sowohl bei der Messung der Lastlinie als auch bei der Messung der Wohlfühlgeschwindigkeit jeweils unilateral vermessen. Ebenso wurde pro Kniegelenk ein Schmerzfragebogen geführt und ein KOOS-Fragebogen ausgewertet. Das Durchschnittsalter der Probanden (12 weiblich, 12 männlich) betrug 61,43 (\pm 7,85) Jahre. Der mittlere Body-Mass-Index (BMI) betrug 29,01 kg/m² (\pm 4,2) (23,5 min/39,04 max). Der Median des Kellgren-und-Lawrence-Score lag bei 2. In Tabelle 1 sind alle Patientendaten aufgeführt.

Ergebnisse zur Kraftwirkungslinie

Jede Kraftwirkungslinie verschob sich durch die Nutzung der Orthesen nach lateral mit insgesamt hoch signifikanten

Unterschieden ($p < 0,001$). Im Mittel verschob sich die Linie um 16,03 mm (\pm 5,22) nach lateral (Abb. 2). Das Minimum waren 9,00 mm und das Maximum 31,00 mm.

Ergebnisse zur Wohlfühlgeschwindigkeit

Alle Patienten gingen mit Orthese schneller (Abb. 3). Der Median der selbst eingestellten Wohlfühlgeschwindigkeit für einen Spaziergang lag bei 2,5 \pm 0,54 km/h (= 41 Meter/Minute) mit Orthese und 2,12 \pm 0,53 km/h (35,33 Meter/Minute) ohne Orthese. Dieser Unterschied war statistisch signifikant ($p = 0,001$). Die dazu gemessene Schrittlänge war ebenso mit Orthese im Mittel länger als ohne Orthese (41,53 \pm 10,19 cm ohne Orthese; 45,30 \pm 8,81 cm mit Or-

these; $p = 0,093$), jedoch ohne statistische Signifikanz.

Ergebnisse des KOOS

Der KOOS zeigte in allen Domänen eine Verbesserung durch das vierwöchige Tragen der Orthese. Allerdings zeigte nur die Domäne „Aktivität im täglichen Leben“ einen signifikanten Unterschied zwischen „mit Orthese“ und „ohne Orthese“ (Abb. 4; Tab. 2).

Ergebnisse zur Schmerzintensität im Verlauf

Der Abendschmerz war während der Phase mit Orthese durchweg geringer. Zu Beginn der 4 Wochen erreichte der Schmerz der Patienten im Mittel eine Intensität von 4,25 \pm 1,33 auf der NRS. Die Schmerzen reduzierten sich durch das Tragen der Orthese nicht unmittelbar, da sich die 4 Wochen mit Orthese an den letzten Tag der Phase ohne Orthese anschlossen (Abb. 5; die rote Linie folgt zeitlich auf die blaue Linie). Dennoch zeigte sich im longitudinalen Verlauf ein hoch signifikanter Unterschied der Schmerzintensität zwischen dem Zeitraum mit und dem Zeitraum ohne Orthese, berechnet durch ein randomisiert-gemischtes Modell ($p < 0,001$).

Diskussion

Die vorliegende Studie belegt die Wirksamkeit dieser Fuß und Sprunggelenk übergreifenden Orthese in

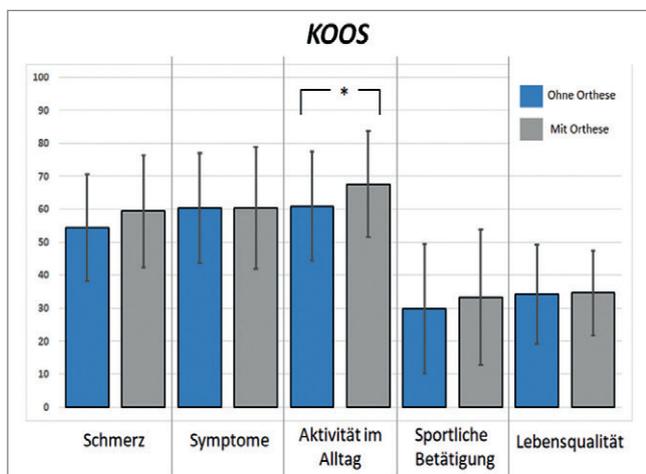


Abb. 4 Balkendiagramm der Ergebnisse des KOOS mit (grau) und ohne Orthese (blau); * markiert eine signifikante Änderung. Bei „Schmerz“ und „Symptome“ ist die Punktzahl reziprok: Je höher die Zahl, desto geringer der Schmerz/die Symptome.

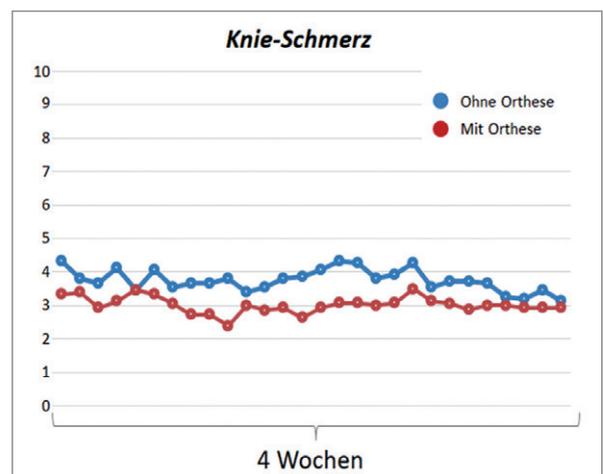


Abb. 5 Schmerzintensität im Verlauf gemittelt über 4 Wochen ohne Orthese (blau) und mit Orthese (rot) von 0 bis 10 auf der Numerischen Ratingskala (Numeric Rating Scale, NRS).

Knee Osteoarthritis Outcome Score (KOOS; maximal 100 Punkte)				
Domäne	ohne Orthese	mit Orthese	Delta (Δ)	p-Wert
Schmerz	54,40 (\pm 16,14)	59,30 (\pm 17,01)	4,9	p = 0,08
Symptome	60,33 (\pm 16,67)	60,37 (\pm 18,46)	0,04	p = 0,68
ADL	60,87 (\pm 16,53)	67,57 (\pm 16,13)	6,7	p = 0,01
Sport	29,83 (\pm 19,67)	33,33 (\pm 20,48)	3,5	p = 0,16
Lebensqualität	34,17 (\pm 14,97)	34,57 (\pm 12,91)	0,4	p = 0,85

Tab. 2 Auflistung der Ergebnisse des KOOS der einzelnen 5 Domänen mit und ohne Orthese; \pm gibt die Standardabweichung an.

Bezug auf Lastlinienveränderung, Schmerzreduktion und Erhöhung der Wohlfühlgeschwindigkeit bei Patienten mit Varusgonarthrose. Über Fuß und Sprunggelenk übergreifende Orthesen bei Gonarthrose wurde bereits eine Zusammenfassung relevanter Studien auf dem Stand des Jahres 2017 publiziert [21]. Die Veränderung der Kraftwirkungslinie durch diese Art von Orthese bestätigt in der wissenschaftlichen Literatur genannte Werte. Schmalz et al. konnten bei einer ähnlich aufgebauten Messung ebenso Verschiebungen der Linie nach lateral im Mittel von 11 mm bestätigen [15]. Dennoch unterscheiden sich die Ergebnisse bezüglich der absoluten Zahlen. Mögliche Gründe dafür werden im Folgenden genannt:

- Messungen mittels L.A.S.A.R. Posture sind sehr empfindlich, und die Federspannung des lateralen Hebels kann individuell eingestellt werden. Diese wurde in der vorliegenden Studie bewusst stark eingestellt.
- Zudem wurden für die hier vorgestellte Studie Patienten mit deutlicher Varusgonarthrose untersucht, während Schmalz et al. keine genauen Auskünfte über die Beinachsen ihrer Probandinnen und Probanden treffen.

Diese beiden Umstände könnten zu den leicht unterschiedlichen Ergebnissen geführt haben.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die vertikale Körperlasterlinie durch die hier im Zentrum stehende Art von Orthese etwa um 1 bis 2 cm nach lateral verschoben werden kann. Die Lateralisierung der Lastlinie bei einer varischen Beinach-

se resultiert in einer Verringerung des Knieadduktionsmomentes (KAM). Fantini Pagani et al. sowie Mauricio et al. konnten eine deutliche Reduktion des KAM von 11,9 % bis zu 21 % in biomechanischen, dynamischen Ganganalysen in der Frontalebene zeigen [14, 22]. Dies bestätigt indirekt die stattfindende Lateralisierung der Lastlinie. Diese konnte in einer separaten Untersuchung mittels Ganzbein-Standaufnahmen auch radiologisch bestätigt werden [16]. Der Hüftknie-Winkel sowie die Distanz des lateralen Rands der Tibia zur Mikulicz-Linie verringerten sich durch die hier untersuchte Orthesen-Art.

Unabhängig von radiologischen oder biomechanischen Veränderungen sind es jedoch vor allem die Beschwerdesymptomatik und die Einbußen im täglichen Leben, die den Patienten mit schmerzhafter Gonarthrose einen hohen Leidensdruck bescheren. Nach Auffassung der Autoren können und sollen Orthesen bei Arthrose nur in einem Kontext mit aktivitätsfördernden Maßnahmen verwendet werden. Diese sind es letztendlich, die nachweislich zu einer Besserung der Beschwerden führen [9, 10].

Orthesen sollten dazu beitragen, dass die Motivation zur Bewegung gesteigert werden kann. Das Tragen einer Orthese mit nachfolgender Immobilisation kann daher nur kontraproduktiv sein. Die Stärke einer Fuß und Sprunggelenk übergreifenden Orthese besteht darin, dass das Knie dadurch nicht in seiner Beweglichkeit eingeschränkt wird. Nach den Daten dieser Studie konnte die Spaziergeschwindigkeit durch die Orthese gesteigert werden. Das bestätigt indirekt auch eine Schmerzredukti-

on, denn wenn man intuitiv schneller spazieren gehen kann, hat man offensichtlich weniger Beschwerden. Die Wohlfühlgeschwindigkeit ist kein explizit wissenschaftliches Maß, aber sie liefert sehr wohl einen Hinweis auf das aktivitätsfördernde Potenzial einer bewussten Nutzung dieser Orthesen-Art. Denkbar wäre ein bewusster Einsatz der Orthese bei Wanderungen oder milder sportlicher Betätigung, um diese wieder schmerzreduziert oder sogar schmerzlos durchführen zu können. Dies könnte in den Augen der Autoren einen Teil eines multimodalen Konzeptes zur Behandlung der Gonarthrose darstellen. Allerdings ist dabei immer die Aktivitätsförderung und die hinzugewonnene Bewegung das oberste therapeutische Ziel.

Diese Zunahme an Aktivität im täglichen Leben spiegelt auch das Ergebnis im KOOS wider. Die Domäne der Aktivität im täglichen Leben verbesserte sich signifikant. Ebenso wurden in der beschriebenen Zeit die Knieschmerzen gemäß dem Schmerztagebuch signifikant reduziert. Da es typisch für Arthroseschmerz ist, dass Undulationen in der Schmerzintensität auch ohne relevante Therapie immer wieder vorkommen [23], wurde absichtlich kein Mittelwertvergleich (vorher/nachher) vorgenommen, sondern eine longitudinale Schmerzbeobachtung durchgeführt. Das hat den Vorteil, dass kurze Phasen von Schmerzexazerbation nicht so sehr ins Gewicht fallen. Dafür sind jedoch komplexe statistische Verfahren notwendig, um den Grad der Schmerzreduzierung so genau wie möglich statistisch zu erfassen. Dies konnte bei der hier vorgestellten Studie durch das Institut für medizini-

sche Biometrie der LMU sichergestellt werden. Gleichwohl ist die Schmerzmessung eine sehr subjektive Messmethode, und die Interpretation der vorliegenden Daten muss mit Vorsicht geschehen.

Limitationen

Auffällig ist, dass die Schmerzintensität ohne Orthese innerhalb der ersten vier Wochen von selbst tendenziell abnahm. Das könnte damit zu tun haben, dass die Probandinnen und Probanden wussten, dass sie bald die Orthese bekommen, und davon ausgingen, dass die Schmerzen dann abnehmen. Allein die Erwartung einer Schmerzreduktion kann bereits eine solche bewirken. Daher besteht eine Limitation dieser Studie darin, dass die Reihenfolge in der Schmerzmessung festgelegt war. Allerdings bestand dafür organisatorisch und ethisch keine Alternative, da zu erwarten war, dass die Gruppe, die zuerst die Orthese bekommt und diese nach 4 Wochen abgeben muss, eine Schmerzzunahme erfahren könnte, was nicht mit dem ärztlich-therapeutischen Ethos vereinbar wäre.

Ein mögliches Studiendesign bezüglich einer reinen Auswirkung der Orthese auf den Knieschmerz wäre ein paralleles randomisiertes Gruppensdesign, bei dem eine Gruppe eine Verum-Orthese mit effektiver Federspannung des lateralen Hebelarmes erhält, die Kontrollgruppe aber eine Orthese mit annähernd keiner Federspannung. Da die Schmerzmessung jedoch in dieser Studie nur ein sekundärer Messparameter war, wurde von einem solchen Design Abstand

genommen. Weitere Studien mit diesem Design wären aber sicher sehr sinnvoll, um weitere Evidenz zu erzeugen.

Eine weitere Limitation dieser Studie besteht in der Einbeziehung von bilateral und unilateral versorgten Patienten. Dies könnte zu einem Bias führen, indem die bilateralen Patienten beim Ausfüllen des Schmerzfragebuchs oder des KOOS die Knie nicht trennen können. Doch auch hier wurden die primären Messparameter priorisiert. Die Veränderungen der Kraftwirkungslinie und der Wohlfühlgeschwindigkeit wurden stets nur unilateral gemessen, weshalb die Werte durch diese Herangehensweise nicht beeinflusst wurden.

Fazit

Zusammengefasst kann anhand der hier vorgestellten Studie gezeigt werden, dass Fuß und Sprunggelenk übergreifende Orthesen mit lateralem Hebelarm bei Patienten mit Varusgonarthrose sinnvoll eingesetzt werden können. Sie reduzieren den Knieschmerz und erhöhen sowohl die Wohlfühlgeschwindigkeit beim Spazierengehen als auch die Aktivität im täglichen Leben.

Interessenkonflikt

Die Firma CHW-Technik GmbH und im weiteren Verlauf die Firma Sportlastic GmbH stellten die Orthesen für diese Studie kostenlos zur Verfügung. Die Firmen hatten jedoch keinerlei Einfluss auf das Studiendesign, die Datenerhebung, die statistische Auswertung oder die Art der Publikation. Auch die Wahl des Journals zu Publi-

kationszwecken spiegelt allein die Entscheidung der Autoren wider.

Hinweis

Die hier vorgestellten Ergebnisse sind Auszüge aus der medizinischen Dissertation von Felix Tino Friedl. Seine Dissertationsstudie mit dem Titel „The influence of a novel ankle-foot orthosis on biomechanical parameters and its clinical outcome for patients with medial knee osteoarthritis“ wurde an der Klinik und Poliklinik für Orthopädie, Physikalische Medizin und Rehabilitation der Medizinischen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München durchgeführt. Sie ist in der dortigen Universitätsbibliothek einsehbar.

Für die Autoren:

Dr. Dr. med. Alexander Ranker
 Facharzt für Physikalische und
 Rehabilitative Medizin
 Klinik für Rehabilitationsmedizin
 Medizinische Hochschule Hannover
 Carl-Neuberg-Str. 1
 30625 Hannover
 Alexander.ranker@gmail.com

Cand. med. Felix Tino Friedl
 Klinik und Poliklinik für Orthopädie,
 Physikalische Medizin und Rehabilitation
 Klinikum der Universität München (LMU)
 Marchioninistraße 15
 81377 München
 Schön Klinik München Harlaching
 Harlachinger Straße 51
 81547 München
 felix_friedl@outlook.de

Begutachteter Beitrag/reviewed paper

Literatur:

- [1] Diehl P, Gerdemeyer L, Schauwecker J et al. Konservative Therapie der Gonarthrose. *Continuing Medical Education*, 2013; 10 (10): 63–72
- [2] Madry H, Kohn D. Konservative Therapie der Kniegelenkarthrose [Conservative treatment of knee osteoarthritis]. *Unfallchirurg*, 2004; 107 (8): 689–700. doi: 10.1007/s00113-004-0817-8
- [3] Schipplein OD, Andriacchi TP. Interaction between active and passive knee stabilizers during level walking. *J Orthop Res*, 1991; 9 (1): 113–119. doi: 10.1002/jor.1100090114
- [4] Hannan MT, Felson DT, Pincus T. Analysis of the discordance between radiographic changes and knee pain in osteoarthritis of the knee. *J Rheumatol*, 2000; 27 (6): 1513–1517

- [5] Felson DT, Lawrence RC, Dieppe PA, et al. Osteoarthritis: new insights. Part 1: the disease and its risk factors. *Ann Intern Med*, 2000; 133 (8): 635–646. doi: 10.7326/0003-4819-133-8-200010170-00016
- [6] Murphy L, Schwartz TA, Helmick CG, et al. Lifetime risk of symptomatic knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum*, 2008; 59 (9): 1207–1213. doi: 10.1002/art.2402
- [7] Tetsworth K, Paley D. Malalignment and degenerative arthropathy. *Orthop Clin North Am*, 1994; 25 (3): 367–377
- [8] Kuster MS, Grob K, Gächter A. Knieendoprothetik – Sportorthopädische Möglichkeiten und Einschränkungen [Knee endoprosthesis: sports orthopedics possibilities and limitations]. *Orthopäde*, 2000; 29 (8): 739–745. doi: 10.1007/s001320050520
- [9] Bannuru RR, Osani MC, Vaysbrot EE, et al. OARSI guidelines for the non-surgical management of knee, hip, and poly-articular osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage*, 2019; 27 (11): 1578–1589. doi: 10.1016/j.joca.2019.06.011
- [10] Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie e. V. (DGOOC) (Hrsg.). S2k-Leitlinie „Gonarthrose“ (AWMF-Leitlinienregister Nr. 033-004). Stand: 30.11.2017 (in Überarbeitung), gültig bis 29.11.2022. https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/033-004l_S2k_Gonarthrose_2018-01_1-verlaengert.pdf (Zugriff am 07.12.2021)
- [11] Mistry DA, Chandratreya A, Lee P. An Update on Unloading Knee Braces in the Treatment of Unicompartmental Knee Osteoarthritis from the Last 10 Years: A Literature Review. *Surg J (NY)*, 2018; 4 (3): e110–e118. doi: 10.1055/s-0038-1661382
- [12] Lee PY, Winfield TG, Harris SR, Storey E, Chandratreya A. Unloading knee brace is a cost-effective method to bridge and delay surgery in unicompartmental knee arthritis. *BMJ Open Sport Exerc Med*, 2017; 2 (1): e000195. doi: 10.1136/bmjsem-2016-000195. PMID: 28879034. PMCID: PMC5569259
- [13] Moyer RF, Birmingham TB, Bryant DM, Giffin JR, Marriott KA, Leitch KM. Valgus bracing for knee osteoarthritis: a meta-analysis of randomized trials. *Arthritis Care Res (Hoboken)*, 2015; 67 (4): 493–501. doi: 10.1002/acr.22472. PMID: 25201520
- [14] Fantini Pagani CH, Willwacher S, Benker R, Brüggemann GP. Effect of an ankle-foot orthosis on knee joint mechanics: a novel conservative treatment for knee osteoarthritis. *Prosthet Orthot Int*, 2014; 38 (6): 481–491. doi: 10.1177/0309364613513297
- [15] Schmalz TB, Drewitz H. The application of orthoses for lower leg in conservative treatment of gonarthrosis. *MOT*, 2011
- [16] Ranker A, Friedl F, Baur-Melnyk A, Winkelmann A. A New Ankle-Foot-Orthosis Alters Radiographic Parameters of the Lower Limb on Micro-Dose Full-Length Standing Radiographs in Patients with Medial Knee Osteoarthritis. *Physical Medicine & Rehabilitation Journal*, 2019; 2 (2): 121
- [17] Menger B, Kannenber A, Petersen W, Zantop T, Rembitzki I, Stinus H. Effects of a novel foot-ankle orthosis in the non-operative treatment of unicompartmental knee osteoarthritis. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2016; 136 (9): 1281–1287. doi: 10.1007/s00402-016-2500-2
- [18] Blumentritt S. A new biomechanical method for determination of static prosthetic alignment. *Prosthet Orthot Int*, 1997; 21 (2): 107–113. doi: 10.3109/03093649709164538. PMID: 9285954
- [19] Collins NJ, Prinsen CA, Christensen R, Bartels EM, Terwee CB, Roos EM. Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS): systematic review and meta-analysis of measurement properties. *Osteoarthritis Cartilage*, 2016; 24 (8): 1317–1329. doi: 10.1016/j.joca.2016.03.010
- [20] Kessler S, Lang S, Puhl W, Stöve J. Der Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score – ein Funktionsfragebogen zur Outcome-Messung in der Knieendoprothetik [The Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score – a multifunctional questionnaire to measure outcome in knee arthroplasty]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*, 2003; 141 (3): 277–282. doi: 10.1055/s-2003-40083
- [21] Drewitz H, Schmalz T, Wille N. Konservative Behandlung der Varusgonarthrose mit einer Unterschenkelorthese. *Orthopädie Technik*, 2017; 67 (4): 36–40
- [22] Mauricio E, Sliepen M, Rosenbaum D. Acute effects of different orthotic interventions on knee loading parameters in knee osteoarthritis patients with varus malalignment. *Knee*, 2018; 25 (5): 825–833. doi: 10.1016/j.knee.2018.06.017
- [23] Allen KD, Coffman CJ, Golightly YM, Stechuchak KM, Keefe FJ. Daily pain variations among patients with hand, hip, and knee osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage*, 2009; 17 (10): 1275–1282. doi: 10.1016/j.joca.2009.03.021