

Universität Bielefeld
Fakultät für Psychologie und Sportwissenschaften
Abteilung Sportwissenschaften
Wintersemester 2024/2025
Studiengang: MA-Sportwissenschaften
Intelligenz und Bewegung (IuB)

Veranstaltung: Sportmedizinische/neuroorthopädische Krankheitsbilder und Diagnostik

Veranstalter: Dr. med. Andreas Elsner, MHA und Lorenz Bachmann

**Die Erstellung von wissenschaftlichen für Biofeedbacktraining mit dynamischer
Fußdruckmessplatte bei verschiedenen orthopädischen Fußfehlstellungen**

vorgelegt von:

Julia Laske

4106608

julia.laske@uni-bielefeld.de

Bielefeld, 31.03.2025

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	II
1. Einleitung	1
2. Theoretischer Hintergrund	2
2.1 Orthopädische Fußfehlstellungen	2
2.1.1 Plattfuß	2
2.1.2 Spreizfuß	3
2.1.3 Hallux valgus	4
2.1.4 Hallux rigidus	5
2.1.5 Hohlfuß	6
2.2 Biofeedbacktraining	7
2.2.1 Definition	7
2.2.2 Anwendungsbereiche	8
2.3.1 Chronische Rückenschmerzen	9
2.3.2 Kopfschmerzen	10
2.3.3 peak performance	10
2.4 Kritik	11
3. Methodik	12
3.1 Programme	12
3.1.1 Fußdruckmessplatte	12
3.1.2 Videoaufnahmen	12
3.2 Erarbeitung der Videos	13
4. Resultate	14
5. Diskussion	16
Literaturverzeichnis	17
Anhang	18

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Druckverteilung bei einem Plattfuß aus: gutgehen.org

Abbildung 2: Darstellung eines Fußes von hinten betrachtet mit einer 5° und größer 5°-Valgusposition aus Farshad, 2021, Seite 157

Abbildung 3: Verbreiterung des Vorfußes bei einem Spreizfuß aus: gutgehen.org

Abbildung 4: b) Druckerteilung der Mittelfußköpfchen aus: Grifka & Krämer, 2013, Seite 385

Abbildung 5: Darstellung des Hallux valgus-Winkels = $23,05^\circ$ (HVA) aus: Farshad, 2021, Seite 147

Abbildung 6: Hallux rigidus mit klassischen Arthrosezeichen aus: Farshad, 2021, Seite 149

Abbildung 7: Darstellung des erhöhten Längsgewölbes eines Hohlfußes aus: Grifka & Krämer, 2013, Seite 382

Abbildung 8: Positionierung des Stativs für die Aufnahme der Übungen

Abbildung 9: Bildaufnahme eines Trainingsvideo zur Darstellung der übereinandergelegten Videosequenzen

1. Einleitung

Die Analyse der Druckverteilung des menschlichen Fußes bildet die Basis für eine zielführende Therapie. Besonders bei Fußfehlstellungen sind exakte Messungen erforderlich, um gezielte Behandlungsmethoden vorzuschlagen. Eine Möglichkeit zur Erfassung des Fußdruckes ist die dynamische Fußdruckmessplatte. Diese erlaubt eine detaillierte Analyse der Druckverteilung sowohl während des Gehens als auch während des Stehens.

Ein innovativer Ansatz zur Therapie orthopädischer Fußfehlstellungen ist das Biofeedbacktraining. Hierbei erhält der Patient in Echtzeit visuelles oder auditives Feedback zu der ausgeführten Bewegung. Dies ermöglicht dem Patienten, aktiv an der Optimierung der Bewegung oder des gewünschten Prozesses zu arbeiten. Der Einsatz der dynamischen Fußdruckmessplatte als Biofeedbacktool kann ein innovativer Therapieansatz in der Orthopädie sein, der dazu führen kann, dass Patienten ihre Fehlstellungen und die damit verbundenen Beschwerden lindern können, ohne einen operativen Eingriff vornehmen zu lassen.

Die Erstellung wissenschaftlicher Videos zu diesem Thema ist essenziell, um Trainingsübungen anschaulich zu vermitteln und somit für Kinder und Jugendliche, aber auch für ältere Personen zugänglich zu machen. Außerdem bieten sie eine wissenschaftliche Grundlage für die behandelnden Therapeuten, die auf dieser Basis weitere Übungen für das Biofeedbacktraining erarbeiten können.

Das Ziel dieser Arbeit war die Recherche der Effektivität der bisherigen Anwendungsfelder des Biofeedbacktrainings und darauf ausbauend die Erstellung eigener wissenschaftlicher Trainingsvideos bei verschiedenen orthopädischen Fußfehlstellungen. Außerdem werden Ausblicke für die Zukunft des Biofeedbacktrainings in der Orthopädie gestellt.

2. Theoretischer Hintergrund

2.1 Orthopädische Fußfehlstellungen

2.1.1 Plattfuß

Bei der Problematik des *Plattfußes* (lat. *pes planus*) wird in angeborener und erworbener *Plattfuß* unterschieden. Im Falle dieser Erläuterung wird sich nur auf den erworbenen *Plattfuß* und zusätzlich auftretende Problematiken bezogen (s. Abbildung 1). Dieser tritt durch ein Einsenken des Fußlängsgewölbes, auf Grund von Insuffizienz der Muskeln und Bänder, auf. Häufig ist hier die Ursache, dass durch das Tragen von Schuhen, der Fuß und die Zehen nicht ausreichend Freiraum haben und somit die Fußmuskulatur nicht ausreichend trainiert ist.

Abbildung 1

Druckverteilung bei einem Plattfuß aus: gutgehen.org



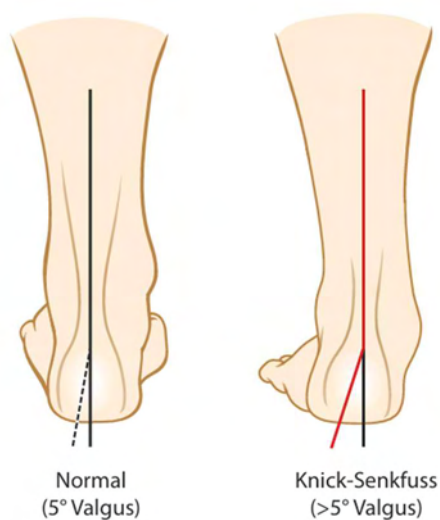
Somit kommt es zu einer Erschlaffung der Bänder, woraus häufig ein *Knick-Senkfuß* oder ein *Knick-Plattfuß* (lat. *pes planovalgus*) entsteht (s. Abbildung 2). Durch das Einsenken des Längsgewölbes und der wenig ausgeprägten Muskulatur treten bei Belastungen vermehrt Schmerzen am Fußlängsgewölbe und in der Wadenmuskulatur auf. Neben

Einlagen zur Unterstützung des Fußlängsgewölbes, wird empfohlen die Unterschenkel- und Fußmuskulatur zu kräftigen. In schwierigen Fällen sind operative Eingriffe nötig. Da bei Kinder und Jugendlichen möglichst ein chirurgischer Eingriff vermieden werden soll, sollen diese neben Fußübungen auch häufig Barfuß laufen oder Schuhe mit einem weichen Boden tragen, da diese die Muskelaktivität des Fußes steigern. Auch bei dieser Problematik sind Frauen im Vergleich zu Männern drei Mal so häufig betroffen. (vgl. Grifka & Krämer, 2013; Farshad, 2021).

Abbildung 2

links: Fuß mit einer 5° Valgusposition

rechts: Knick-Senkfuß mit einer größer 5° Valgusposition aus: Farshad, 2021, Seite 157



2.1.2 Spreizfuß

Der *Spreizfuß*, in medizinischer Fachsprache auch *pes transversoplanus* genannt, wird durch ein Einsinken des Vorfußgewölbes definiert, welches durch ein nicht ausreichend gebildetes Fußgewölbe entsteht. Außerdem liegt hierbei eine Verbreiterung des Vorfußes vor (s. Abbildungen 3 & 4).

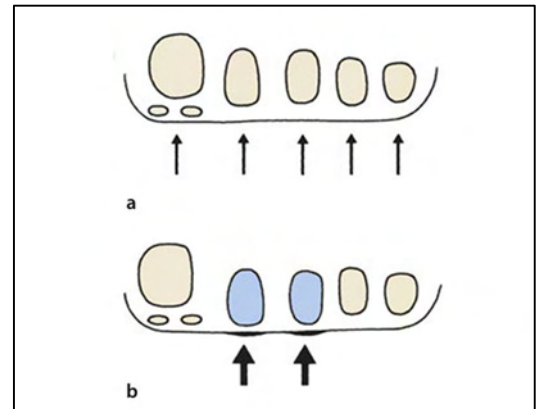
Abbildung 3

Verbreiterung des Vorfußes aus: gutgehen.org



Abbildung 4

b) Druckerteilung der
Mittelfußköpfchen aus: Grifka &
Krämer, 2013, Seite 385



Zu typischen Symptomen gehören Schmerzen bei langem Gehen oder Stehen. Zudem kommt es häufig zu Schwielen und Druckstellen an den Mittelfußköpfen und damit zu Kompressionsschmerzen im Mittelfuß. Der Spreizfuß tritt auch in Verbindung mit der Plattfußproblematik auf. Durch die Schwielen und Druckstellen sind die Folgen eines *Spreizfußes* nicht selten ein *Hallux valgus* oder Hammerzehen. Frauen sind meist häufiger von solch einer Problematik betroffen wie Männer (vgl. Grifka & Krämer, 2013; Schünke et al., 2007).

2.1.3 *Hallux valgus*

Bei der Problematik *Hallux valgus* liegt einer Lateraldeviation der Großzehe vor (s. Abbildung 5). Der *Hallux valgus* ist bei Frauen vier-Mal häufiger als bei Männern. Bei den meisten Personen starten die Probleme zwischen dem 30ten und 50ten Lebensjahr. Ursachen können sowohl genetischer Natur, aber auch die Folge zu engen und besonders hohen Schuhwerks sein. Um eine genaue Diagnose zu stellen wird der Fuß des Patienten geröntgt. Anschließend untersucht der Arzt sowohl die Bilder als auch den Patienten und bestimmt anhand des *Hallux valgus* – Winkels das Ausmaß der Problematik. Der Normwert

liegt hier bei einem Winkel von 15° vor. Außerdem resultiert diese Art der Fußfehlstellung häufig aus der Spreizfußproblematik. Die gängige konservative Therapiemethode ist die Verschreibung für Einlagen in die Schuhe. Dies ist allerdings keine dauerhafte Lösung. Außerdem kann die Problematik operativ korrigiert werden (vgl. Farshad, 2021; Schünke et al., 2007; Zirngibl et al., 2017).

Abbildung 5

Darstellung des Hallux valgus-Winkels = $23,05^\circ$ (HVA) aus: Farshad, 2021, Seite 147



2.1.4 Hallux rigidus

Bei einem *Hallux rigidus* liegt eine Arthrose am MTP I vor. Diese ist meist die Folge von Überlastungen oder Mikrotraumata und führt zu Bewegungseinschränkungen im Großzehengrundgelenk. Außerdem kann Gicht oder rheumatische Arthritis zu einem *Hallux rigidus* führen. Zur Diagnose wird ein Röntgenbild gemacht und der Arzt untersucht den Patienten. Konservative Therapiemethoden können nicht-steroidale Antirheumamedikamente, eine Infiltration mit Kortison in die betroffene Region oder ein spezieller Schuh mit einer Sohlenversteifung sein (vgl. Farshad, 2021; Grifka & Krämer, 2013).

Abbildung 6

Hallux rigidus mit klassischen Arthrosezeichen aus: Farshad, 2021, Seite 149

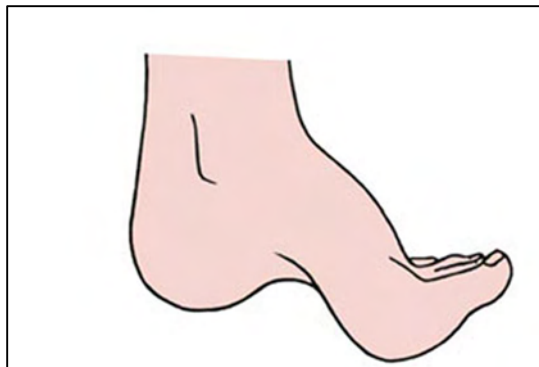


2.1.5 Hohlfuß

Die Problematik des *Hohlfußes* (lat. *Pes excavatus*) ist die Folge eines erhöhten Längsgewölbes (s. Abbildung 7). Dabei wird zwischen einem Hacken- und Ballenhohlfuß unterschieden, je nachdem, ob die Ferse oder der Vorderfuß der tiefste Punkte ist. Als Ursache sind häufig Störungen des Muskelgleichgewichtes. Diese treten vor allem bei neurologischen Erkrankungen, wie Lähmungen oder Muskeldystrophien, auf. Meistens entwickelt sich der *Hohlfuß* im Laufe des achten und zwölften Lebensjahres und schreitet bis zum Ende des Wachstums vor. Durch das erhöhte Längsgewölbe kommt es mehrfach zu Druckstellen über dem Großzehengelenk. Außerdem kann durch eine vermehrte Vorfußbelastung ein *Hohl-Spreizfuß* resultieren. Als Therapie wird meistens eine Einlagenversorgung zur Entlastung der entstehenden Druckstellen gewählt. Bei einer schwerwiegenden Problematik kann es auch nötig sein, spezielle orthopädische Schuhe anfertigen zu lassen. Teilweise kann auch ein operativer Eingriff zur Korrektur erfolgen, dieser würde aber frühestens nach dem Wachstumsabschluss vorgenommen werden (vgl. Grifka & Krämer, 2013).

Abbildung 7

Darstellung des erhöhten Längsgewölbes eines Hohlfußes aus: Grifka & Krämer, 2013, Seite 382



2.2 Biofeedbacktraining

2.2.1 Definition

Unter dem Begriff „Biofeedback“ versteht man die Rückmeldung körperliche Prozesse, die meistens unterbewusst ablaufen. Am Beispiel des Herzschlages lässt sich dieser Begriff gut erläutern. Das Herz schlägt in Ruhe durchschnittlich 60-80 Mal die Minute, ohne, dass es jedes Mal daran erinnert werden muss. Bei körperlicher Anstrengung steigt die Herzfrequenz; abermals unbewusst, um den Körper mit ausreichend Blut für die Belastung zu versorgen. Das Ziel des „Biofeedbacktrainings“ ist es nun diesen automatisierten Prozess für den Patienten sichtbar zu machen. Dies geschieht über verschiedene Messinstrumente, die die gewünschten Informationen über die trainierte Körperfunktion liefern (vgl. Haus et al., 2016).

Die frühere Annahme war, dass das autonome Nervensystem nicht durch aktives Lernen beeinflusst werden kann. Es wurde lediglich anerkannt, dass das seelische Empfinden gesteigert wurde. Eine physiologische Wirkung wurde nicht nachgesagt. Mittlerweile hat das Biofeedbacktraining ein höheres Ansehen in dem Feld. Während es bei pharmazeutischen Behandlungen zu unzähligen, nicht beabsichtigten, körperlichen Veränderungen kommt, zählt Biofeedbacktraining zu den nebenwirkungsärmsten Behandlungsmethoden. Ein weiterer Vorteil ist es, dass alle körperlichen Prozesse, bei

denen ein direktes Feedback möglich ist, verstärkt und beeinflusst werden können. Dadurch ist der Anwendungsbereich auffallend breit (vgl. Rief & Birbaumer, 2011).

Viele Biofeedbacktherapeuten nutzen ein „Elektroenzephalogramm“ (EEG) oder ein „Elektromyogramm“ (EMG) für die Sitzungen. Dabei erfassen die elektrischen Instrumente die Signale, verstärken diese und melden sie an den Patienten zurück. Es werden selbst kleinste Veränderungen, zum Beispiel kleine Muskelzuckungen, im EMG dargestellt. Der Prozess der eigenen Körperwahrnehmung wird Interozeption genannt und bildet die Basis der Therapieerfolge. Besonders bei Panikattacken und Angststörungen besteht ein hohes Risiko, dass Körpersignale fehlinterpretiert werden, die wiederum zu weiteren Attacken führen (vgl. Rief & Birbaumer, 2011).

Die direkte und vor allem korrekte Rückmeldung, um eigene Körperfunktionen besser und schneller wahrzunehmen ist ein großer Teil des Trainings mit Biofeedback. Durch dieses Training können Lernprozesse auch verändert und optimiert werden. Ein weiteres Ziel des Biofeedbacktrainings ist die Verbesserung der Selbstregulation von psychischen und physischen Prozessen (vgl. Haus et al., 2016; Rief & Birbaumer, 2011).

2.2.2 Anwendungsbereiche

Die Anwendungsbereiche von Biofeedbacktraining sind weitgefasst. Es wird vor allem in der Psychotherapie genutzt, um Patienten an ein Therapiesetting heranzuführen. Außerdem wird es zur Verbesserung der Atemfunktion und Kontrolle, sowie der Regulation der Herzfrequenz und des Blutdrucks genutzt. Mittlerweile wird Biofeedback auch vermehrt im Sport angewendet, wenn es darum geht, nach muskulären Verletzungen die Intramuskuläre Koordination zwischen Gehirn und Muskel wiederherzustellen (vgl. Rief & Birbaumer, 2011).

2.3 Studien

2.3.1 Chronische Rückenschmerzen

„Die zervikale (Halswirbelsäule) und lumbosakrale (Lendenwirbelsäule) Regionen der Wirbelsäule sind am häufigsten von Schmerzen betroffen [...]“ (Rief & Birbaumer, 2011, S. 8) Dabei ist die Lendenwirbelsäule mit 70% die am häufigsten betroffene Region. Durch steigende Häufigkeiten von chronischen Rückenschmerzen nehmen auch die Krankheitstage der Personen zu. Bloß 40% der Patienten, die mehr als sechs Monate krankgeschrieben wurden, kehren wieder zur Arbeit zurück. Bei Patienten, die mehr als ein Jahr krankgeschrieben waren, kehren nur 15% davon in den Arbeitsalltag zurück. Für den Rest sind die Schmerzen zu stark, um wieder arbeiten zu können. Dies lässt darauf schließen, dass die bisherigen Behandlungen von chronischen Rückenschmerzen nicht erfolgreich gelaufen sind und überarbeitet sowie ergänzt werden müssen. Zu den Einsatzmöglichkeiten des Biofeedbacktrainings bei chronischen Rückenschmerzen zählt neben Entspannungstraining durch Progressive Muskelrelaxation (PMR) auch die gezielte Technik, die Fehlhaltung zu korrigieren und die erhöhte Muskelanspannung wahrzunehmen und darauf effektiv zu reagieren (vgl. Rief & Birbaumer, 2011).

Solch ein Training wurde bei einer 46-Jährigen Verkäuferin mit starken Beschwerden und Schmerzen in der Nackenmuskulatur und Lendenwirbelsäule angewandt. Seit einem Bandscheibenproblem drei Jahre vorher wurden ihre Beschwerden immer erheblicher, sodass sie sich schließlich Arbeitsunfähig melden musste. Vor allem langes stehen und gehen bereitet ihr starke Schmerzen. Bei der Eingangsdagnostik wurde eine erhöhte Muskelspannung in der Nackenmuskulatur und in der Muskulatur der Lendenwirbelsäule festgestellt. Das Ziel der Therapie war es, dass die Patientin eine direkte Rückmeldung über ihre Muskelanspannung wahrnehmen und diese auch regulieren kann. Nach Ende der Therapie äußerte sie eine subjektive Verbesserung der Rückenschmerzen und es lag eine Verbesserung der Körperkontrolle vor (vgl. Rief & Birbaumer, 2011).

2.3.2 Kopfschmerzen

„Kopfschmerzen gehören neben Rückenschmerzen zu den häufigsten Schmerzbildern überhaupt, nahezu jeder hat sie bereits einmal erlebt.“ (Rief & Birbaumer, 2011, S. 29) Vor allem das regelmäßige Auftreten führt bei den Betroffenen zu starken Belastungen. Dies führt zu Arbeitseinschränkungen und individuellen Leiden. Circa 30-70% der Bevölkerung klagen mehrfach unter Kopfschmerzen und ca. 10-20% der deutschen Bevölkerung leidet mehrfach unter Migräneanfällen.

Bei einer 64-jährigen Patientin mit starken ausstrahlenden Kopfschmerzen wurde ebenfalls Biofeedbacktraining als Behandlungsmethode empfohlen. Diese Patientin leidet seit 11 Jahren an Migräne, die meist alle 14 Tage auftritt und bis zu drei Tagen dauern kann. Dabei leidet sie unter Auraphänomenen in Form von Gesichtsfeldausfällen und optischen und akustischen Halluzinationen. Bisher nahm sie zur Therapie Antidepressiva. Ziel des Training war es Schmerzbewältigungskompetenzen zu entwickeln, die Selbstfürsorge zu steigern und Strategien zum Umgang mit Ängsten zu erarbeiten. Dafür nutzen die Therapeuten das EMG zur Ableitung der Trapezius-Muskulatur, um die Muskelentspannung und Muskelanspannung zu visualisieren. Nach 14 Sitzungen hatte die Patientin ein neues Verständnis über ihre Problematik und ihre Kopfschmerzen sind nahezu vollständig verschwunden. Auch ihre begleitenden Depressionen und Ängste wurden gelindert. Solche sehr positiven Ergebnisse sind allerdings die Ausnahme und nicht die Regel. Allerdings kann man sagen, dass auch schon nach einer kurzen Anzahl von Sitzungen (8-14) wirksame Erfolge erreicht werden können. Für viele ist Patienten ist schon eine kleine Linderung ihrer täglichen Probleme ein Therapieerfolg (vgl. Rief & Birbaumer, 2011).

2.3.3 peak performance

Die Verbesserung der „peak performance“, also gesteigerte Spitzenleistungen im Leistungssport ist von größter Bedeutung, wenn es um Weltrekorde oder Medaillen bei internationalen Wettkämpfen geht. In einer Untersuchung von Haus et al. (2016) wurde das Biofeedbacktraining bei einem Motorcross-Athleten angewandt, der durch eine 90-minütige

Schlafpause zwischen zwei Durchgängen, seine guten Ausgangspositionen mit einem schlechten zweiten Durchgang verloren hat. Nach einer EEG-Messung fanden die Therapeuten heraus, dass in Folge der Schlafphase ein höheres Maß an langsamer Hirnaktivität vorlag und somit die schlechteren Leistungen erklärt werden konnten. Anstelle der Schlafpause nutzen die Therapeuten ein Tiefenentspannungstraining. Durch diese Veränderung und einer gesteigerten Leistung im zweiten Durchgang konnte der Athlet sein gutes Ergebnis aus dem ersten Lauf halten und sich eine sehr gute Ausgangsposition sichern (vgl. Haus et al., 2016).

2.4 Kritik

Trotz vieler Therapieerfolge ist das Biofeedbacktraining von vielen diskutiert und wird kritisch betrachtet. Vor allem Krankenkassen glauben noch nicht an den Erfolg dieser Art von Therapie und nehmen daher keine Kostenübernahme der Behandlungen vor. Dabei gibt es vor allem bei Kopfschmerzen, Rückenschmerzen und zur Leistungsoptimierung viele erfolgreiche Therapieerfolge. Allerdings reicht das Biofeedbacktraining meist nicht ausschließlich aus und muss durch andere Therapiemethoden unterstützt und ergänzt werden, da auch zugehörige Körperregionen trainiert werden müssen, um den optimalen Therapieerfolg zu erlangen. Somit sollte vor allem bei chronischen Schmerzen Krankengymnastik verschrieben werden, damit die verkürzte Muskulatur gedehnt werden kann und es zu einer gezielten Stärkung der geschwächten Muskulatur kommt (vgl. Rief & Birbaumer, 2011).

Anhand der Literatur ist zu erkennen, dass das Biofeedbacktraining in vielen Bereichen einen positiven Einfluss hat und sich als Therapiemethode etabliert hat. Da diese allerdings vor allem im Bereich der Psychotherapie der Fall ist, kam die Idee auf, dass es ähnliche Effekte bei Fußfehlstellungen geben kann. Wenn die Patienten ihre Fehlstellung erkennen und durch die Fußdruckmessplatte ein direktes Feedback bekommt, ist es möglich, dass sich dadurch die Fehlstellung verbessern kann.

3. Methodik

3.1 Programme

Zur Erarbeitung der wissenschaftlichen Videos wurden verschiedene Programme und Endgeräte verwendet. Dieser Vorgang wird in den nächsten Unterkapiteln erläutert.

3.1.1 Fußdruckmessplatte

Die dynamische Fußdruckmessplatte ist von der Firma T&T medilogic © Oktober 2015. Die Version des Programms lautet: Druckmessung/FußScanner 5.8.0 DE. Bei der dynamischen Fußdruckmessplatte kann sowohl statische als auch dynamische Messungen des Fußes und des Gangbildes. Sie hat eine Messfläche von 384x384 mm mit insgesamt 4096 Sensoren. Dies entspricht 2,8 Sensoren pro cm^2 . Für die jeweilige Druckverteilung gibt das Programm verschiedene Farben aus. Bei einer leichten Belastung erscheint ein Blau, je tiefer der Blau, desto geringer ist die Belastung. Bei einer intensiven Belastung erscheint eine gelbe (mittlere Belastung) bis rote (starke Belastung) Farbe. Diese Bilder bilden die Basis der Diagnostik und Analyse durch den Therapeuten und den behandelnden Arzt (vgl. T&T medilogic Medizintechnik GmbH, o. D.).

3.1.2 Videoaufnahmen

Die Übungen auf der Messplatte wurden mit einem *iPhone 11* im Querformat aufgenommen. Dafür wurde das Gerät in einem Stativ befestigt und so positioniert, dass man die Platte und die Trainierende Person bis zur Mitte des Schienbeins sehen konnte. Um die Livebilder der Druckverteilungen zu erlangen, wurde dieser mit der Funktion Bildschirmaufnahme über den Fernseher aufgenommen, auf denen die Bilder projiziert wurden.

Abbildung 8

Positionierung des Stativs für die Aufnahme der Übungen



3.1.3 Bildbearbeitungsprogramm

Für das Schneiden der Videos wurde das Bildbearbeitungsprogramm *Davinci Resolve* verwendet. Dafür wurden die Videoaufnahmen des Handys und die Bildschirmaufnahmen übereinander gepackt (s. Abbildung 9). Die Audiodatei wurde über die App *Sprachmemos* auf dem *iPhone 11* aufgenommen und passend über das fertige Video gepackt.

Abbildung 9

Bildaufnahme eines Trainingsvideo zur Darstellung der übereinandergelegten Videosequenzen



3.2 Erarbeitung der Videos

Als Grundlage für die medizinischen Informationen diente die Website: <https://gutgehen.org>, die von dem Orthopäden Dr. med. Andreas Elsner betrieben wird. Auf dieser Website sind neben medizinischen Erläuterungen auch allgemeine Übungen angegeben, die Patienten mit den entsprechenden Problemen durchführen können. Basierend auf diesen Informationen wurde für jede Fußfehlstellung ein Skript geschrieben. Diese starteten mit einer Beschreibung der Symptome und des typischen Krankheitsbildes jeder Fußfehlstellung. Im Anschluss folgten die gewählten Übungen für das Training auf der dynamischen Fußdruckmessplatte.

4. Resultate

Auf der Basis von vorhandenen Fußübungen sind vier Trainingsvideos, für die oben genannten orthopädischen Fußfehlstellungen, entstanden. Außerdem wurde ein Erklärvideo über das Biofeedbacktraining im Allgemeinen und für das spezifische Training mit der dynamischen Fußdruckmessplatte erstellt. Zu Beginn jedes der Trainingsvideos wurden die Charakteristika der jeweiligen Fußfehlstellung erklärt (s. Anhang Punkt 1a-f).

Das Erklärvideo über das Biofeedbacktraining hat eine Länge von 1:09 Minuten. In diesem Video wurde erklärt, dass Biofeedback die Rückmeldung körperlicher Prozesse ist, die meist unbewusst ablaufen und durch ein Messinstrument oder einen Alltagsgegenstand visualisiert werden können. Außerdem wurde erläutert, dass man nach dem Biofeedbacktraining die Messinstrumente nicht mehr benötigt und die Probleme selbstständig erkennt und ansteuern kann. Ein Beispiel war die aufrechte Körperhaltung. Der Spiegel galt als Hilfsmittel und gibt ein visuelles Feedback über die Körperhaltung, die dann korrigiert werden kann.

Das Erklärvideo über die dynamische Fußdruckmessplatte hat eine Länge von 0:57 Minuten. Es wurde erläutert, dass die Belastung der Füße in verschiedene Farben visualisiert wird. Bei einer geringen Belastung liegt eine blaue Farbe vor und bei einer starken Belastung eine rote Farbe. Außerdem wurden weitere Möglichkeiten zur Fußdruckmessung vorgestellt. Solche wären ein Laser, ein Blauabdruck mit Stempelkissen oder ein Schaumpolster. Für den Alltag wurde vorgeschlagen, dass ein fester Sanduntergrund genutzt werden kann.

Das Trainingsvideo zur *Hallux*-Problematik hat eine Länge von 1:28 Minuten. Die gezeigten Übungen zielen vor allem darauf an die Balance und Druckverteilung zu optimieren. Dies wird durch Gewichtsverlagerungen auf die Außen- und Innenkante und durch Zehengreifen erreicht.

Das Trainingsvideo für die Problematik des *Spreizfußes* beträgt 1:36 Minuten. Das Ziel dieser Übungen ist die Stärkung der Fußmuskulatur. Eine Übung ist einen Ball, der ebenfalls auf der Fußdruckmessplatte liegt, so anzusteuern, dass die Druckverteilung aufgezeichnet werden kann. Außerdem werden die Zehen trainiert, indem die Großzehe gezielt auf die Platte gedrückt wird und die Kleinzehen angezogen werden und andersherum.

Das Trainingsvideo zur Problematik des *Plattfußes* beträgt 1:29 Minuten. Hierbei liegt der Fokus auf der aktiven Anhebung des Fußlängsgewölbes durch Gewichtsverlagerungen auf die Außen- und Innenkante. Zudem wird das Fußgelenk stabilisiert, in dem die Person das Gewicht von einem normalen Stand auf die Ballen, also den Vorderfuß verlagert.

Das Trainingsvideo zum zur Problematik des *Hohlfußes* beträgt 0:56 Minuten. Die Übung in diesem Video hat das Ziel, die Fußaußenkante aktiv zu belasten und dadurch wieder für Stabilität zu sorgen. Dafür soll das Gewicht auf die Außenkante verlagert werden. In jedem der Trainingsvideos ist die letzte Übung die Belastung der Druckverteilungen bei einem gesunden und normalen Stand. Dabei wird der Druck auf die Ferse, den großen Zeh und den kleinen Zeh aufgeteilt.

5. Diskussion

Vor allem für Kinder und Jugendliche, die früh unter Fehlstellungen leiden wäre das Biofeedbacktraining eine geeignete Therapiemethode. Durch das Livebild der eigenen Druckverteilung entsteht ein interaktives Training, welches die Motivation hochhalten könnte, im Vergleich zu den klassischen Übungen für zu Hause.

Für zukünftige Untersuchungen kann eine Interventionsstudie durchgeführt werden, um die Trainingsvideos zu validieren und um herauszufinden, ob Biofeedbacktraining tatsächlich bei orthopädischen Fußfehlstellungen hilfreich ist. Dafür sollten pro Fußfehlstellung mindestens 20 Probanden teilnehmen. Als Präuntersuchung wird ein Abdruck auf der dynamischen Fußdruckmessplatte erstellt. Nun folgt ein achtwöchiger Interventionsblock mit zwei Trainingseinheiten die Woche. Dabei führen die Patienten die Übungen für die spezifische Fußfehlstellung auf der dynamischen Fußdruckmessplatte durch. Im Anschluss an die 16 Sitzungen wird als Postuntersuchung abermals ein Abdruck auf der dynamischen Fußdruckmessplatte erstellt. Dieser wird von dem behandelnden Orthopäden mit dem Abdruck aus der Präuntersuchung verglichen. Der Orthopäde kann nun sagen, ob durch das Biofeedbacktraining die Fußfehlstellung verbessert besser geworden konnte.

Sollten bei dieser Untersuchung keine ausreichende Verbesserung in der Postuntersuchung vorliegen, müsste man davon ausgehen, dass das Biofeedbacktraining nicht allein genügt, um ein orthopädische Fußfehlstellung zu optimieren. Dies ginge einher mit den Ergebnissen aus den Studien von Rief & Birbaumer (2011), die dem Biofeedbacktraining kleine Therapieerfolge zu sprechen, allerdings auch betonen, dass diese Art von Therapie nur ein Teil einer multidisziplinären Behandlung sei.

Literaturverzeichnis

Elsner, A. (o.D). **gut gehen**. <https://www.gutgehen.org>

Farshad, M. (2021). *Lehrbuch Orthopädie. Was man wissen muss*. Springer Nature

Grifka, J & Krämer, J. (2013). *Orthopädie. Unfallchirurgie*. 9. Auflage. Springer Medizin

Haus, K.-M., Held, C., Kowalski, A., Krombholz, A., Nowak, M., Schneider, E., Strauß, G. & Wiedemann, M. (2016). *Praxisbuch Biofeedback und Neurofeedback*. 2. Auflage. Springer-Verlag

Rief, W. & Birbaumer, N. (2011). *Biofeedback. Grundlagen. Indikationen. Kommunikation. Vorgehen*. 3. Auflage. Schattauer

Schünke, M., Schulte, E., Schumacher, U., Voll, M. & Wesker, K. (2007). *Prometheus. LernAtlas der Anatomie*. 2. Überarbeitete Auflage. Georg Thieme Verlag

T&T medilogic Medizintechnik GmbH. (o. D.). *Biomechanische Messtechnik und Bewegungsanalyse*. <https://mediologic.com>

Zirngibl, B., Grifka, J., Baier, C. & Götz, J. (2017). Hallux valgus. Ätiologie, diagnostische und therapeutische Prinzipien. *Der Orthopädie*, 46 (3), 283-296.

Anhang

1. Skripte zu den einzelnen Trainings- und Erklärvideos

a. Erklärvideo zum Biofeedbacktraining

„Biofeedback!? Was ist das und wie kann das trainiert werden? Das stellen wir dir heute vor. Beim Biofeedback geht es um die Rückmeldung körperlicher Prozesse, die meist unbewusst ablaufen und reguliert werden. Wie zum Beispiel die Kontrolle der Körperhaltung vor einem Spiegel.

Das Biofeedbacktraining stärkt die Wahrnehmung für diese unbewusst ablaufenden Prozesse. Das Ziel nach dem Biofeedbacktraining ist es, dass du diese Prozesse auch ohne den visuellen Hinweis erkennen und ansteuern kannst. Es wird also der Körper mit dem Geist verbunden. Außerdem kann das Biofeedbacktraining die Leistungsoptimierung unterstützen, da das Gehirn lernt, die eigenen Körperfunktionen effizienter zu regulieren.“

„Ein Beispiel: Durch das viele Arbeiten am Computer, haben viele Menschen eine gekrümmte Sitzhaltung, ohne, dass sie diese überhaupt wahrnehmen.

Wenn ich mich nun vor einen Spiegel setze, sehe ich meine gekrümmte Körperhaltung und kann mich korrigieren. Der Spiegel gibt mir dabei ein direktes Feedback. Dabei trainiere ich mein Gehirn, diese Regulation auch ohne Spiegel durchzuführen, sodass ich danach ohne das visuelle Feedback des Spiegels meine Körperhaltung wahrnehmen und regulieren kann.“

b. Erklärvideo zur dynamischen Fußdruckmessplatte

Weitere Möglichkeiten zur Fußdruckmessung sind der Laser (*Bild einfügen*), ein Blauabdruck durch ein Stempelkissen (*Bild einfügen*) und ein Schaumpolster (*Bild einfügen*), in das man seinen Fuß reindrückt. Ihr zu Hause werdet wahrscheinlich keinen Zugriff auf solche Geräte haben. Dafür könnt ihr einen festen Sanduntergrund als Alternative nehmen. Dieser Abdruck wird nicht hundertprozentig akkurat sein, reicht aber für den Alltag aus.

Wie du sehen kannst, bekommst du bei der Fußdruckmessplatte ein direktes Live-Bild von deinem Stand auf den Bildschirm (*Video einfügen, wie jemand auf der Messplatte steht*). Die verschiedenen Farben zeigt dir deine Druckverteilung im Stand an. *Skala von dunkel-blau bis rot*. Erscheint eine dunkelblaue Farbe so wird diese Stelle nur gering belastet. Erscheint wiederum eine rote Farbe so wird diese Stelle sehr stark belastet.

Dieses Live-Bild ist unsere Grundlage für das Biofeedbacktraining. Wenn du sehen willst, wie die Trainings funktionieren schau dir gerne die folgenden Videos an.“

Biofeedbacktraining bei:

- ... Hohlfuß
- ... Spreizfuß
- ... Hallux valgus/ Hallux rigidus
- ... Senkfuß, Knickfuß und Plattfuß

c. Trainingsvideo zur Hallux-Problematik

Beim Hallux valgus liegt eine Fehlstellung der Großzehe mit vorspringendem Zehenballen am Grundgelenk vor. Dabei weicht der Mittelfußknochen nach innen ab und der Zeh steht schräg in Richtung der Fußaußenseite. Diese Fehlstellung steht häufig in Zusammenhang mit Tragen des falschen oder zu engen Schuhwerks, aber auch mit Fehlbelastungen durch Gelenkinstabilität des Mittelfußes.

Der Hallux rigidus ist eine ausgeprägte Form der Arthrose im Großzehengrundgelenk mit schmerzhaften Bewegungseinschränkungen. Diese entstehen durch eine Schädigung des Gelenkknorpels.

Für das Biofeedbacktraining dieser Fehlstellungen gibt es drei Übungen. Du startest aus deinem normalen Stand und verlagerst dein Gewicht abwechselnd auf die Außen- und Innenkante. Für die Bewegung nach außen ziehst du die Großzehe nach oben und drückst die Kleinzehen auf die Platte. Für die Bewegung nach innen drückst du die Großzehe auf die Platte und ziehst die Kleinzehen an. Diese beiden Bewegungen führst du abwechselnd und ohne Pause durch. Bei der nächsten Übung beugst du deinen Fuß, in dem du die Zehen einrollst und nach unten ziehst. Die letzte Übung wird dir bereits von einem der anderen Videos bekannt sein. Hierfür belastet ihr abwechselnd die drei Fußdruckpunkte, das sind die Ferse, der große Zeh und der kleine Zeh.

d. Trainingsvideo bei einem Spreizfuß

Beim Spreizfuß ist der Vorfuß in der Breite ausgedehnt. Dabei ist das Quergewölbe im Bereich des Vorderfußes durchgetreten, weswegen häufig Schwielen unterhalb der Grundgelenke auftreten. Der Spreizfuß wird auch Metatarsalgie genannt. Dies passiert vor allem dann, wenn man häufig hohe Absatzschuhe trägt, da sich dadurch die Belastung auf den Vorfuß verfünffacht.

Für das Biofeedbacktraining bei dieser Fußfehlstellung gibt es einige Übungen, um die Fußmuskulatur zu stärken. Bei der ersten Übung liegt deine Ferse auf der Druckmessplatte und der Vorderfuß auf dem Ball. Du sollst nun mit deinem Vorderfuß den Ball auf die Messplatte drücken. Für die nächste Übung verlagerst du dein Gewicht abwechselnd von der Außenkante auf die Innenkante. Für die Bewegung nach außen ziehst du die Großzehe nach oben und drückst die Kleinzehen auf die Platte. Für die Bewegung nach innen drückst du die Großzehe auf die Platte und ziehst die Kleinzehen an. Diese beiden Bewegungen führst du abwechselnd und ohne Pause durch. Zuletzt belastest du abwechselnd die drei Fußdruckpunkte bei einem gesunden Stand das sind die Ferse, der große Zeh und der kleine Zeh.

e. Trainingsvideo bei der Plattfuß-Problematik

Beim Senkfuß ist das Fußlängsgewölbe, das heißt die Wölbung von der Ferse zum Vorderfußballen, abgeflacht. Eine extreme Form davon ist der Plattfuß, bei dem das Fußlängsgewölbe vollkommen durchhängt und auch der Rückfuß, heißt der hinteren Teil des Fußes mit Fersen- und Sprungbein, betroffen ist. Zudem gibt es hier auch die Problematik des Knickfußes, bei dem die Fersen nach schräg außen stehen. Letzteres tritt häufig zusammen mit dem Senkfuß auf und wird dann als Knick-Senkfuß bezeichnet. Diese Fehlstellungen treten häufig auf, wenn eine Instabilität im Fußgelenk vorliegt.

Bei diesen drei Fußfehlstellungen gibt es drei Übungen, die man beim Biofeedbacktraining machen kann. Bei der ersten wird die Fußinnenseite aktiv angehoben, dabei verlagerst du dein Gewicht auf die Fußaußenkante. Bei der zweiten geht man von dem normalen Stand in den Ballenstand, man verlagert das Gewicht nach vorne und stellt sich in umgangssprachlich auf die Zehenspitzen. Die letzte Übung könnte dir bereits von einem der anderen Videos bekannt sein. Hierfür belastest du abwechselnd die drei Fußdruckpunkte, das sind die Ferse, der große Zeh und der kleine Zeh.

f. Trainingsvideo bei einem Hohlfuß

Beim Hohlfuß ist das Fußlängsgewölbe, das heißt die Wölbung von der Ferse zum Vorderfußballen, erhöht und bildet einen hohen Rist, das ist der Fußrücken. Hohlfüße sind der Gegensatz des Senkfußes.

Bei dieser Fußfehlstellung gibt es zwei Übungen, die man beim Biofeedbacktraining machen kann. Bei der ersten wird die Fußaußenkante aktiv auf die Platte gedrückt, dabei verlagerst du dein Gewicht nach innen. Die andere Übung könnte dir bereits aus einem der anderen Videos bekannt sein. Hierfür belastest du abwechselnd die drei Fußdruckpunkte, das sind die Ferse, der große Zeh und der kleine Zeh.