



Erfolgskontrolle bei der Versorgung mit Hilfsmitteln:

Kann die körpereigene Biomechanik einen signifikant messbaren Wirkungsnachweis bei der Versorgung mit Einlagen geben?

Parallelstudie 2023

Michael Weiß OSM

(Orthopädienschuhmacher-Meister, HWK-München)

Abstract:

Einleitung:

Jeder trägt Einlagen in seinen Schuhen, ...früher oder später! Wie kann für den Patient die Einlage mit der „besten“ Wirkung quantifiziert werden? Die vorliegende Studie versucht, diese Frage der Wirksamkeit anhand des Grades der Kopfdrehfähigkeit zu beantworten.

Fragestellung:

Verändert sich die **Kopfdrehfähigkeit** durch eine Einlagenversorgung nicht (H_0), oder verändert sie sich (H_1)?

Material und Methoden:

Mit einem digitalen Winkelmessgerät (HMSU) kann die Kopf- und Halsdrehung dargestellt und verglichen werden. Die Parallel-Studie untersucht vorhandene Daten von Personen, die im Zeitraum von 2016 bis 2022 mit dem HMSU, im Rahmen von alltäglichen Einlagenversorgungen gesammelt wurden.

Ergebnis:

Verglichen wurden Barfuß-Messung (B) zu versorgter Messung mit Einlagen (nE) bei 1439 Personen. Der Vergleich konnte mit durchschnittlich 44° Grad Verbesserung der Kopfdrehfähigkeit einen starken Versorgungs-Effekt zeigen, also H_1 unterstützen.

Dies ist auch ein deutlicher Beweis dafür, dass Manipulationen unter den Füßen, die Biomechanik der vertikal verlaufenden Muskelketten, die am Kopf enden, beeinflussen.

Diskussion:

Es werden mögliche Problematiken zum Messvorgang und zum Gebrauch des Messgerätes ebenso diskutiert wie mögliche Beeinflussungen, die bei der Datenerhebung störende Auswirkungen haben könnten. Durch den Transfer dieser Mess-Anwendung (HMSU) auf andere Versorgungen könnte eine bessere und ressourcen-

schonende Rehabilitation der Patienten erreicht werden.

Einleitung

Jeder trägt Einlagen, früher oder später. Zum Sportsupport, zur Prophylaxe oder aus orthopädischen Gründen zur Rehabilitation.

Was ist für den Patienten die „richtige“ Einlage? Bekannt ist, dass Einlagen in erster Linie vorhandene Fußproblematiken wie Schmerzen oder Bewegungseinschränkungen beseitigen sollen. Einlagen sind ein Medizinprodukt¹ das nicht nur in Deutschland und Europa millionenfach in unterschiedlicher Darreichungsform abgegeben wird.

Eine immer wiederkehrende Frage ist, wie die positive Wirkung von Einlagen nachgewiesen werden kann. Oder: Leistet eine Einlage das, was sie verspricht? Diese Fragen stellt sich jeder, der Einlagen verschreibt, herstellt, oder in Seinen Schuhen trägt. Die Frage wird durch die Vorstellung erschwert, dass die Wirkung von Einlagen über die Funktion des Fußes hinausgeht.

Ein Rehabilitationserfolg wird nach Augenschein und Patientenzufriedenheit eingeordnet.

Die Frage und damit Inhalt dieser Studie ist es:

Wie kann der Organismus, ohne großen Aufwand zwischen Fuß und Kopf abgefragt, gemessen, und verglichen werden ob die angedachte Einlage gut für den Patienten ist, ob sie tatsächlich Rehabilitation schafft?

So sollen folgende Punkte zur Überprüft werden:

- Wie kann die aktuelle Situation, der Zustand des Körpers schnell und sicher erfasst oder abgefragt werden?
- Was zeigt uns sofort Verbesserungen, was zeigt uns Verschlechterungen einer Versorgung?

Es gibt zahlreiche Autoren, die den Zusammenhang zwischen der Fußfunktion und beispielsweise der Körperhaltung^{2,3}, der Okklusion^{4,5,6}, der Kraniomandibulären,⁷ und der Wirbelsäulenfunktion betonen,^{8,9,10,11}.

Darüber hinaus liefert das Konzept der Bio-Tensegrity^{12,13} eine biomechanische Grundlage für unsere Einlagenversorgung unter zwingender Berücksichtigung der Gravitation sowie des "Röhrendrucks" der einzelnen Körperabschnitte¹⁴

Ändert sich also der sensorische¹⁵ Bodenkontakt der Füße, z.B: durch eine Einlage, so könnte es, über die Biomechanik der senkrecht verlaufenden Muskelketten unseres Körpers, auch an der Hals-

und Kopfbewegung Veränderungen geben. Insbesondere wegen des großen Abstands zwischen Fuß und Kopf könnte die veränderte Nackenbewegung ein wertvoller Indikator für die Wirkung von Einlagen auf die körpereigene Biomechanik sein.

Es wird angenommen, dass ein vergrößerter Bewegungsumfang, also eine verbesserte Fähigkeit den Kopf zu drehen, als eine allgemeine Verbesserung der Statik und der Haltsregulation angesehen wird. Dies wird durch die Grundsätze aus der Physio-, Osteo- und Podotherapie bestätigt, wo die Funktion der oberen Halsgelenke als wichtiger Parameter für Einflüsse jeglicher Art auf das Körpersystem angesehen wird. Diese Bewegung wird als Range Of Motion (ROM) bezeichnet.

Für die genaue Erfassung der Kopf-Nacken-ROM in einer klinischen Umgebung ist jedoch ein geeignetes und genaues Gerät erforderlich. Es gibt Systeme zur Messung des Nackenbewegungsumfangs. Die meisten Systeme sind jedoch ungenau, schwer abzulesen und zeichnen die Messungen nicht automatisch auf. Andere Geräte sind aufgrund des Preisniveaus für die regelmäßige Praxis schwer zu erreichen. Deshalb wurde ein Messgerät entwickelt, mit dem die Kopf-Hals-ROM einfach und schnell gemessen und aufgezeichnet werden kann (Head-Mount-Support-Unit, HMSU).

Die Validität dieses Instruments wurde in früheren Studien ermittelt.¹⁶

In der vorliegenden Studie wird untersucht, ob das Gerät in der Lage ist, den Einfluss von Einlagen auf die Kopf-Nacken-ROM zu erkennen.

Wenn die Unterscheidungsfähigkeit der HMSU nachgewiesen werden kann, könnte das System ein Werkzeug sein, um die Wirkung von Einlagen objektiv zu bestimmen.

Für die Parallel-Studie wurden die gesammelten HMSU - Daten von 2/2016 bis 12/2022 zu Grunde gelegt und folgende Hypothesen benannt:

Die Nullhypothese H_0 :

Die Kopfdrehfähigkeit verändert sich durch eine Einlagenversorgung nicht.

Die Alternativhypothese H_1 :

Die Kopfdrehfähigkeit verändert sich durch eine Einlagenversorgung.

Material und Methoden

Die ROM wurde mithilfe eines digitalen Goniometers (HMSU)¹⁷ gemessen. Dieses Messgerät besteht aus einem Sensor¹⁸ und einen

grünen Linienlaser¹⁹ sowie einem Kabel zum PC und einem Haarreif. Das Gehäuse für die Verbindung der einzelnen Bauteile wurde im 3D-Druck hergestellt. Das komplette Gerät wiegt knapp 125g.

Der verbaute Sensor der die Kopfdrehung misst ist mit je einem 3-Achsen Beschleunigungssensor, Magnetfeldsensor (Kompass) und Gyroskop ausgestattet und arbeitet als USB-Inertialsensor. Dieser kann 9 Freiheitsgrade messen und berechnet Quaternionen sowie auch unabhängige Gier-, Roll- und Nick-Winkel. Es ist ein vollständiges Attitude-and-Heading-Reference-System. Die Genauigkeit wird laut Hersteller mit 1-2°Grad angegeben²⁰. Für die Anwendung in dieser Studie werden nur die horizontalen Messwerte ausgelesen.

Bei den Patienten handelt es sich um Personen verschiedenen Alters und Geschlechts, die eine Einlagenversorgung vom Arzt verschrieben bekommen haben oder wegen Schmerzen an Fuß oder Bewegungsapparat, aus eigenem Antrieb eine Einlagenversorgung anstrebten. Die Patientengruppe unterliegt nur in soweit einer gewissen Vorauswahl, als vermieden wurde Patienten mit bekannter, degenerativer Halswirbelsäule zu testen. Alle Messungen wurden im Rahmen einer regulären Einlagenversorgung wie folgt vorgenommen:

Das HMSU wird mit dem Haarreif auf dem Kopf der Patienten gesetzt. Die senkrechte Laserlinie wird mittig fluchtend zur senkrechten Gesichtssache des Patienten ausgerichtet. Das kann durchaus „schief“ sein wenn der Kopf „schief auf dem Hals“ sitzt. Wichtig ist, dass die Kopfhaltung eine realistische und naturgetreue Messsituation möglich macht. Der Patient schaut „gerade“ aus und bringt den Laser auf einen externen Nullpunkt vor sich. Dieser Nullpunkt wird über das Programm vor jeder Messung aktualisiert. Anschließend wird der Patient aufgefordert seinen Kopf langsam und soweit wie möglich nach links zu drehen, wieder zum Nullpunkt und dann nach rechts. Dabei fixiert der Untersucher den Patienten leicht an den Schultern, um ein Mitdrehen des Oberkörpers zu verhindern. Das HMSU übermittelt die ROM-Daten an ein Computerprogramm, das die Winkelmessungen visuell und tabellarisch darstellt. Jeder Patient wurde zuerst ohne und anschließend mit der Einlagenversorgung gemessen. Zwischen den beiden Messungen lagen wenige Minuten. Jeweils die Messung mit der größten ROM, ohne (B = barfuß) und mit Einlage (nE = neue Einlage) wurde beschriftet und in der Patientenakte gespeichert.

Alle Patienten wurden mit individuell angepassten, neurophysiologischen Einlagen²¹ versorgt.

Aus dem Datenpool (2988 Patienten) der sich von 2/2016 bis 12/2022 angesammelt hatte, konnten die Daten von 1439 Patienten ausgewertet werden. Die einzelnen Messungen dieser Daten waren so genau beschriftet, dass sie gut ins Verhältnis gesetzt und berechnet werden konnten.

Die Barfußmessung (B) zeigt den Ausgangszustand, die Messung (nE) zeigt die Veränderung durch die unterlegten neuen Einlagen.

Es wurde von 1453 Patienten die ROM der Barfußmessung (B) mit der ROM der Einlagenversorgung (nE) verglichen.

Zur Auswertung der Datenpaare, wurde jeweils die Winkelsumme aus der Drehung nach links und rechts ohne und mit Einlage ermittelt. So ergab sich für jeden Patienten ein Datenpaar mit einer ROM „barfuß“ gemessen und einer ROM mit „neuer Einlage“ gemessen. Manche Patienten kamen mehrmals, so gibt es auch mehr Messungen wie Patienten.

Als Signifikanzniveau für den verbundenen, zweiseitigen t-Test wurde $\alpha = 0,005$ festgelegt. Die

von größer 500 zum Signifikanzniveau 0,005, beträgt 2,586²².

Ergebnisse

Veränderung der Kopfdrehfähigkeit von „Barfuß“ und „mit Einlage“:

Bei der Auswertung der Daten wurde eine Normalverteilung der Winkelsummen (ROM) aus Links- und Rechtsdrehung des Kopfes ohne Einlage festgestellt. Bei der Messung ohne Einlage war der kleinste Wert eine ROM von 67,9 Grad, die größte ROM lag bei 288,6 Grad. Der Mittelwert lag bei 176,0 Grad, mit einer Standardabweichung von 28,0 Grad.

Auch die Unterschiede der Kopfdrehfähigkeit der Patienten bei der Messung mit Einlagenversorgung waren normalverteilt. Bei den Messungen mit Einlage war ROM-min 99,9 Grad und ROM-max 310,8 Grad. Im Mittel lagen die ROM's bei 220,0 Grad bei einer Standardabweichung von 30,0 Grad. Die Ergebnisse werden zusammen in Abbildung 2 gezeigt.

Bei 2565 Patienten-Messungen vergrößerte sich die ROM, bei 6 Patienten-Messungen wurde die ROM mit Einlage kleiner. Die Veränderung der ROM der Kopfdrehfähigkeit nach links und rechts zwischen der Messung ohne und mit Einlage lag im Mittel bei einer Zunahme von 44,0 Grad, bei einer Standardabweichung von 17,0 Grad.

Um die statistische Signifikanz dieser Ergebnisse zu prüfen, testen wir sie anhand der benannten

Es wurden folgende Datenpaare gefunden:

634 Patienten	1 Datenpaar
587 Patienten	2 Datenpaar
139 Patienten	3 Datenpaar
59 Patienten	4 Datenpaar
12 Patienten	5 Datenpaar
6 Patienten	6 Datenpaar
2 Patienten	7 Datenpaar
1430 Patienten	2571 Datenpaare

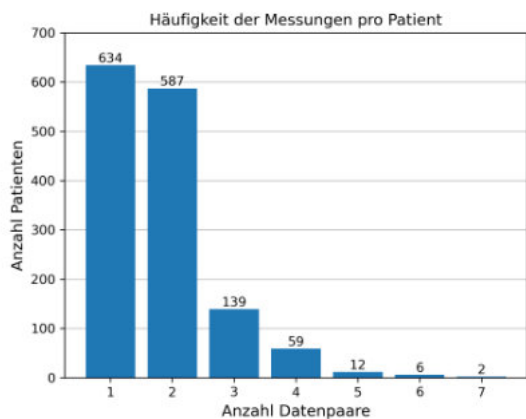


Abb. 1: Patienten - Messungen

Auswertung der Daten ergibt eine Teststatistik $t = 127,49$. Der kritische Wert bei einem Freiheitsgrad

Messung	Durchschnittliche ROM	Standartabweichung v. durchschnittlichen ROM's
Barfuß B	176°	28°
Mit Einlage nE	220°	30°
Ergebnis	44°	17°

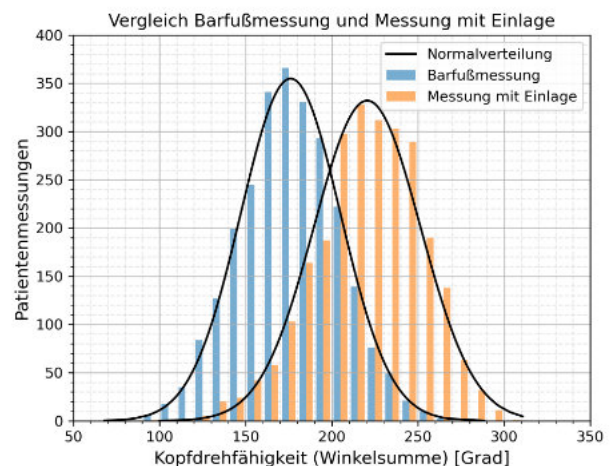


Abb. 2: Vergleich von Barfuß und Messung mit Einlagen

Hypothesen.

Da die Teststatistik mit 127,49 größer ist als der kritische Wert von 2,586 ist der Unterschied der Mittelwerte signifikant. Die Nullhypothese kann also mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,5% abgelehnt werden. Die entsprechende Korrelationskoeffizient nach Pearson²³ betrug $r = 0,93$. Die Messungen zeigen also, dass die Einlagenversorgung einen statistisch signifikanten Einfluss und eine sehr starke Wirkung auf die Kopfdrehfähigkeit des Patienten hat.

Diskussion

In dieser Studie konnte eine signifikante Verbesserung der Kopfdrehfähigkeit bei 2565 von 2571 Patientenmessungen, nach der Versorgung mit neurophysiologischen Einlagen beobachtet werden. Die 6 Messungen ohne Veränderung oder mit Verschlechterung könnten darauf hinweisen, dass keine Einlagen (mehr) benötigt werden. Möglichkeiten hierfür könnten sein: Rehabilitation oder die ursächliche Pathologie muss anders adressiert werden.

Die Vergrößerung der Winkelsumme der Kopfdrehung von „B“ zu „nE“, nach links und rechts lag im Mittel bei 44° Grad. Die Werte sind ein starker Hinweis auf die positive auch Wirkung der Versorgung. Neurophysiologische Einlagen²⁴ zielen darauf ab, die gesamte Körperstatik²⁵ und Biomechanik von einer pathologischen Veränderung, wieder in ihre physiologische Funktion zu bringen. Auf lange Sicht könnten die Einlagen (Fallabhängig) sogar überflüssig werden (1,5 bis 3 Jahre Tragezeit). Ein Augenmerk während der Versorgung gilt dabei einem möglichst „geraden“ (neutral-0) Becken, einer möglichst symmetrischen Kopfdrehung und einer guten Aufrichtung des Organismus.

Durch den einfachen Versuchsaufbau den das HMSU-Program braucht, ist es leicht möglich die Kopfdrehfähigkeit, hier Range of Motion (ROM) genannt, ohne (barfuß) und mit Manipulation (Einlage) sicher und schnell abzufragen, zu dokumentieren und so für jeden Patienten einen direkten Wirkungsnachweis und, möglicherweise, die Rehabilitation des Bewegungsapparates aufzuzeigen.

Immerhin sind neben Stabilität und Kontrolle der Haltungsregulation, größere Bewegungsauslenkung und flüssige Beweglichkeit DAS rehabilitative Ziel einer jeden Beübung.

Durch die Schnelligkeit und die Einfachheit in der Anwendung des Messsystems lässt sich dieses Werkzeug im betrieblichen Alltag gut für Versorgungen und deren Dokumentation einsetzen.

Als Nächstes stellt sich die Frage, ob das wiederholte Drehen des Kopfes zu einer Dehnung der Muskulatur und der Bänder des Nackens führt, was unabhängig von der Einlage zu einer Verbesserung der Kopfdrehfähigkeit führen könnte. Dieser Punkt kann durch die Beobachtung entkräftet werden, dass die Kopfdrehfähigkeit auch wieder abnimmt, wenn man anschließend an die Messung **mit** Einlage noch einmal **ohne** Einlage, also wieder barfuß misst.

Gleichzeitig konnte bei vielen Patienten zunächst eine Art muskulärer Memoryeffekt beobachtet werden: Entfernte man die Einlagen, so hielt der positive Effekt der guten ROM noch einige Sekunden an bevor er abebbte und verschwand. Das lässt vermuten, dass sich die Muskulatur der Haltungsregulation den guten Support sofort „merkt“ und auch ohne die Einlagen versucht diese optimaleren Muskeltoni wieder herzustellen. Hierzu wäre weitergehende Forschung äußerst interessant.

Um jedoch Fehlinterpretationen der Messungen auszuschließen, sollten die Probanden vor der ersten Testung mehrmals den Kopf nach links und rechts drehen. Grundsätzlich sind beim Anfertigen solcher Messungen einige Dinge zur Situation an sich zu beachten. Siehe hierzu den Anhang: Voraussetzung für gute Messergebnisse²⁶

Wichtig erscheint auch, dass die Testsituation so unaufregend und angenehm wie möglich für die Patienten verläuft. So wurde, zum Einen, aus ethischen Gründen, darauf verzichtet die Schultern der Patienten an fest montierten Vorrichtungen zu fixieren, um so möglichst genaue Messergebnisse der reinen Kopfdrehung zu erhalten. Zum Anderen würde eine feste Fixierung der Schultern eine hier gern gesehene Aufrichtung der Postur verhindern.

Dieser kritische Punkt kommt immer gern als mögliche Schwachstelle der Datenerhebung in die Diskussion, da nicht gänzlich ausgeschlossen werden kann, dass der Untersucher bewusst oder unbewusst den Patienten in seiner Bewegung beeinflusst. Die Erfahrung und eine interne Studie²⁷ mit wechselnden Untersuchern zeigen jedoch, dass geübte Testende sehr gut einschätzen können wie die Probanden an den Schultern gehalten werden müssen, um realistische Testergebnisse zu kommen. Im Rahmen eines individuellen, persönlichen Bewegungsmusters dreht jede:r Patient:in auf eigene Art und Weise.

Als bestes Herangehen hat sich das seitliche Umfassen der Schultergelenke mit den Händen durchgesetzt. Anfänglich gab es die Idee die Hände auf die Schultern, nahe an den Hals zu legen. Das ist jedoch für manche Patienten sehr

unangenehm und macht außerdem zu viel palpatorischen Druck auf kopfhaltende Strukturen, die man beim Testen gerne „frei“ wissen möchte. Außerdem bietet es wenig effektiven Halt gegen ein mögliches Mitdrehen des Schultergürtels und Rumpfes seitens des Patienten. Das seitliche Festhalten der Schultergelenke ermöglicht auch bei großen und kräftigen Personen, einen guten Ansatz, um ein eventuelles Mitrotieren des Schultergürtels zu verhindern.

Die eigentliche Testung mit der Unterlegung der kleinen Keilchen die sich dann in der Einlage wiederfinden, kann in wenigen Minuten durchgeführt werden. Die Einlage selbst wird nicht in einem Stück unterlegt, sondern aufbauend wird jedes Keilchen auf seine Wirksamkeit getestet. Verändert sich die Kopfdrehung durch das zugefügte Keilchen positiv bleibt es liegen, getestet es negativ wird es wieder entfernt. Sicherlich sollte auch berücksichtigt werden, dass sich bei dieser Art der Versorgung viel Zeit für die Patienten genommen wird. Der Erstbesuch ist mit einer Dauer von 1 Stunde veranschlagt (der Kontrollbesuch mit einer halben Stunde) dabei wird ein umfassendes, ganzheitliches Bild des Patienten und seiner körperlichen Problematik erfasst. Hieraus könnte ein Care-Taking-Effekt entstehen, der sich positiv auf die Messergebnisse auswirkt.

Ein wichtiger Punkt während des ersten Besuchs ist auch die Beratung der Patienten zum richtigem Schuhwerk für die Nutzung mit Einlagen. Hier nur eine kurze Liste der oft angetroffenen Wirkungskiller: Zu weicher Sohlenbau, zu kurze, zu enge Schuhe, falsche Schnürung, zu enge Socken²⁸, eingebaute Längsgewölbestützen oder zu lange Zehenkappen schmälern den Erfolg einer Versorgung immens.

Die Patientengruppe unterliegt wie in Material und Methoden schon erwähnt nur in soweit einer gewissen Vorauswahl, als vermieden wurde Patienten mit bekannter, degenerativer Halswirbelsäule zu testen, was sich auf die Ergebnisse auswirken könnte. Hier wären kontrollierte Studien mit randomisierten Gruppen schön. Ein gewisser Placeboeffekt lässt sich nicht ausschließen, da die Patienten mitbekommen, dass Manipulationen durch die Keilchen, unter den Füßen vorgenommen werden. Dagegen spricht, dass ein falsches oder störendes Keilchen sofort zu weniger Kopfdrehung führt. Eine Doppelverblindung lässt sich hier nur schwer erreichen. Studien in denen zumindest der Untersucher verblindet wird, setzten unbedingt einen gleichen Ausbildungslevel bei den

teilnehmenden Untersuchern voraus.

Diese Studie zeigt das große Potential welches das Messen der Kopfdrehfähigkeit hat. Als weiterführende Überlegung aus den positiven Ergebnissen stellt sich die Frage, ob nicht jede Versorgung auf eine Verbesserung der Kopfdrehfähigkeit hin überprüft werden sollte. Immerhin können mit dieser Methode alle senkrechten Muskelketten ohne viel Aufwand abgefragt werden. Sicherlich gibt es wenige Fälle bei denen keine sofortige Verbesserung erreicht werden kann, aber auch hier sollte langfristig eine Verbesserung der Kopfdrehfähigkeit das Ziel sein. Nicht nur Einlagen, sondern auch Schuhe, Schuhzurichtungen und andere Hilfsmittel könnten dann mit einer solchen Überprüfung in ihrer Wirkung bewertet werden. Wird mit der Versorgung keine Verbesserung der Kopfdrehfähigkeit erreicht kann das ein Hinweis sein, dass die Problematik der Patienten andere Ursachen hat und nicht über biomechanische Manipulation vom Fuß her erreicht werden kann. Neben einer Ressourcenschonung könnte damit auch viel Frust für Patient:innen und Versorger:innen erspart werden.

Zusammenfassung

Kann die körpereigene Biomechanik einen messbaren Wirkungsnachweis für die Sicherheit bei der Versorgung mit Einlagen geben?

Hält eine Einlage was sie verspricht? Kann die Wirkung von Einlagen sichtbar gemacht werden? Ist eine messbare Kopfdrehfähigkeit ein Indikator für diese Hypothesen?

Über einen Zeitraum von 6 Jahren, wurden mit dem Messsystem HMSU, einem digitalen Winkelmesser, Daten von 2988 Patienten gesammelt. Aus diesem Pool konnten von 1439 verschiedenen Patienten insgesamt 2571 Datenpaare von horizontaler Kopfdrehfähigkeit ausgewertet werden.

Verglichen wurde: Barfuß-Messung (B) zu Versorgter Messung mit Einlagen (nE).

Durch die Auswertung der Daten „B“ zu „nE“ konnte eine signifikante Vergrößerung der Winkelsumme der Kopfdrehung nach links und rechts bei 2565 von 2571 Patientenmessungen, die mit neurophysiologischen Einlagen versorgt wurden, nachgewiesen werden. Im Mittel lag die Verbesserung bei 44 Grad und stellt somit einen starken Effekt dar.

Die Kopfdrehfähigkeit wird als probates Mittel zur Überprüfung der Wirksamkeit von Einlagen gesehen. Gleichzeitig wurde mit dieser Studie ein deutlicher Beweis erbracht, dass Manipulationen unter den Füßen, die Biomechanik der vertikal

verlaufenden Muskelketten, die am Kopf enden, beeinflussen.

Diskutiert wird wie der Versuchsaufbau verbessert werden kann, um eine mögliche Beeinflussung durch den Untersucher, sowie mögliche Effekte durch Dehnung der Muskulatur und Bänder, Care-Taking-Effekt und Placebo zu minimieren. Ebenso wird auf die Wichtigkeit des richtigen Schuhwerks verwiesen. Vor dem Hintergrund der guten Ergebnisse wird abschließend überlegt, ob ein Transfer dieser Mess-Anwendung (HMSU) auf andere Versorgungen möglich ist, was gleichzeitig ein Auslöser für mehr Forschung sein könnte.

Durch die Einfachheit und Schnelligkeit in der Anwendung des Messsystems lässt sich dieses vergleichsweise günstige Werkzeug im betrieblichen Alltag gut für Versorgungen einsetzen und eine deutliche Kosten- und Ressourcenersparnis erzielen, da schon während der Testphase erkannt wird wie die Einlage aufgebaut sein muss. Das HMSU - System schafft auch durch seine gute Dokumentationsmöglichkeit die gewünschte Sicherheit in der Versorgung von Patienten.

Weitergehende Forschung mit randomisiertem, kontrolliertem Studienaufbau wären wünschenswert.

OSM Michael Weiß

Endnoten

- 1 MDR: Medical Device Registration. Eine Europäische Richtlinie zum in Verkehrbringen von Hilfsmitteln mit Gesetzescharakter. Übergeordnete Klinische Bewertung der Sonderanfertigungsprodukte Einlagen, Dokument: DGIHV Klinische Bewertung_ Sondereinlagen_2021-01-27, Datum: 27.01.2021
- 2 Tom Myer, Anatomy Trains, 3. Auflg. 2015, Elsevier Verlag, ISBN: 978-3-4375-6733-9
- 3 Kirsten Götz-Neumann, Gehen – Verstehen, Thieme, 4. Auflage, 2015, ISBN 9783131323743
- 4 Dr. P. Ridder, Craniomandibuläre Dysfunktion, 4. Auflage, ELSEVIER, ISBN 978-3-4375-8633-0
- 5 Dissertation, Katrin Riedlinger: Der Zusammenhang zwischen Temporomandibulärer Dysfunktion und Schmerzen im Bewegungssystem. Eine Querschnittsstudie bei Patienten mit neuromuskulären Erkrankungen, 2008 (Seite 71/73)
- 6 Dr. Anette Jasper, Verzahnt, Riva-Verlg., 2019, ISBN 978-3-7432-0711-8
- 7 Dr. med. dent. Jürgen Dapprich, Interdisziplinäre Funktionstherapie, Deut.Zahnärzte Verlag,2016, ISBN 978-3-7691-2998-4
- 8 Orthopädie-Schuhtechnik, 3.Auflg. 2018, Baumgartner, Möller, Stinus, Verlg.: C. Maurer, Seite 136fff, Kap. 20 Haltung und Haltungsregulation
- 9 Ina Ter Harmsel(†), Wolfgang P. Schallmeyer, Podo-Orthesiologie, Seite 17, Kap. 2.1, ML-Verlg, 2020, ISBN 978-3964743541
- 10 Dr. B. Bricot, Posturologie, 2.Auflage 2017M. Lochner KG Heilbronn, ISBN 978-3-00-045332-8
- 11 M. Weiß, Blauabdruck – neurophysiologische Einlagen – Schuhe, 2021, Schuh-Werk-Verlag, ISBN: 978-3-9823563-0-3
- 12 Graham Scarr, Biotensegrity, The Structural Basis of Life, Handspring Publishing, 2018, ISBN 978-1-909141-84-1
- 13 Tom Myer's, Anatomy Trains, 3. Auflg. 2015, Elsevier Verlag, ISBN: 978-3-4375-6733-9, Seite
- 14 Graham Scarr, Biotensegrity, The Structural Basis of Life, Handspring Publishing, 2018, ISBN 978-1-909141-84-1 Seite 65 ff.
- 15 Dr. Wolfgang Laube, Sensomotorisches System : Physiologisches Detailwissen für Physiotherapeuten, 2009, Verlag Thieme
- 16 Anhang 2, Messgenauigkeit Anhang 4: 2018, (interne)Studie B (16 Personen). Ein Workshop mit Prof.Dr. G.J. Kleinrensink (NL) und J.P. van Wingerden (NL) zum Thema: »Kritische Überlegung in der wissenschaftlichen Forschung« Rummelsberg.
- 17 Siehe auch: www.hmsu.de und Anlagen, Anhang 1: HMSU – HaedMountSupportUnit
- 18 Tinkerforge, <http://www.tinkerforge.de>, IMU-Brick 2.0
- 19 Picotronic, <http://www.picotronic.de>, [picopage/de/product/detail/id/356694](http://www.picotronic.de/picopage/de/product/detail/id/356694),

LD520-5-3(12x60)

- ²⁰ Siehe: Anhang 2, Messgenauigkeit
- ²¹ Orthopädie-Schuhtechnik, 3.Auflg. 2018, Baumgartner, Möller, Stinus, Verlg.: C. Maurer, Seite 54/55
- ²² Lothar Papula, Mathematische Formelsammlung für Ingenieure und Naturwissenschaftler, 10. Auflage, ISBN 978-3-8348-0757-1, Seite 514, siehe auch Anlagen, Anhang 5.
- ²³ Der Korrelationskoeffizient nach Pearson (Pearson-Korrelationskoeffizient) ist ein quantitatives Maß zur Beurteilung der Stärke der Beziehung zwischen 2 stetigen Merkmalen (s. Merkmal). Er beschreibt die lineare Komponente des Zusammenhangs zwischen den beiden Merkmalen
- ²⁴ Orthopädie-Schuhtechnik, 3.Auflg. 2018, Baumgartner, Möller, Stinus, Verlg.: C. Maurer, Seite 54/55
- ²⁵ Ina Ter Harmsel(†), Wolfgang P. Schallmey, Podo-Orthesiologie, Seite 17, Kap. 2.1, ML-Verlg, 2020, ISBN 978-3964743541
- ²⁶ Anhang 3: Voraussetzung für gute Messergebnisse
- ²⁷ Anhang 4: 2018, (interne)Studie B (16 Personen). Ein Workshop mit Prof.Dr. G.J. Kleinrensink (NL) und J.P. van Wingerden (NL) zum Thema: »Kritische Überlegung in der wissenschaftlichen Forschung« Rummelsberg.
- ²⁸ Anhang 4: 2017, (interne)Studie A (Workshop M. Weiß, L. Aich, 16 Personen) Unterschiedlichen Auswirkungen/Ergebnisse je Person durch Messungen von 1) mit Schuhen, 2) mit Socken, 3) barfuß, 4) barfuß, mit "Retro" und "Calc" (retrokapitales und calcaneares Element), Rummelsberg.

Nebeneffekt der Studie:

Kann über die Kopfdrehung eine Rehabilitation durch neurophysiologische Einlagen nachgewiesen werden?

Ergänzend zu den schon beschriebenen Gliederungspunkten der vorangegangenen Studie:

Material und Methode:

Aus den gleichen Daten des vorgenannten Pools (1453 Pat.) haben sich **nochmals 528** (B1) Patienten isolieren lassen die im Zeitraum von **3-12 Wochen zu einer Nachkontrolle** kamen. Hier wurde je Patient eine 2. Barfußmessung (B2) durchgeführt.

Die erste Messung (B1) zeigt den Ausgangszustand, die zweite Messung (B2) zeigt die veränderte Kopfdrehfähigkeit des Patienten nachdem die Einlage 3 bis 12 Wochen getragen wurde.

Ergebnisse:

Der Vergleich von Barfuß-B1 zu Barfuß-B2 nach 3 – 12 Wochen mit **durchschnittlich 16° Grad Verbesserung** der Kopfdrehfähigkeit konnte zu dem **starken rehabilitativen Effekt der Versorgung aufzeigen**.

Messung	Durchschnittliche ROM	Standardabweichung der durchschnittlichen ROM's
Barfuß B1	171°	27°
Barfuß B2	187°	29°
Ergebnis	16°	24°

Veränderung der Kopfdrehfähigkeit nach 3 bis 12 Wochen:

Bei B1 zeigten die 528 Patienten eine mittlere ROM von 171 Grad, bei einer Standardabweichung von 27 Grad. Bei B2 lag sie bei 187,0 Grad (SA = 29). So liegt der Mittelwert der Veränderung der ROM bei 16,0 Grad, bei einer Standardabweichung von 24 Grad. Es zeigt sich also, dass die Einlagenversorgung einen statistisch signifikanten Einfluss auf die ROM des Patienten nach 3 bis 12 Wochen hat ($t = 15,00$, $\alpha = 0,005$, $n = 528$). Bei der Barfußmessung nach dem Tragen der Einlagen für 3 bis 12 Wochen können die Patienten signifikant weiter mit dem Kopf nach links und rechts drehen, als vor der Einlagenversorgung. Der Korrelationskoeffizient nach Pearson liegt bei $r = 0,55$ und entspricht damit einem starken Effekt

Diskussion:

Der Vergleich von Barfuß-B1 zu Barfuß-B2 nach 3 – 12 Wochen mit durchschnittlich 16° Grad Verbesserung der Kopfdrehfähigkeit konnte zu dem den starken rehabilitativen Effekt der Versorgung aufzeigen. Diese Studie zeigt zum Einen das große Potential welches a) das Messen der Kopfdrehfähigkeit schon während der Versorgung hat, aber auch b) von neurophysiologischen Einlagen selbst. Intensivere Forschung mit kontrolliertem Studiendesign wäre auch hier wünschenswert.

Die Ergebnisse werden in Abbildung 3 gezeigt.

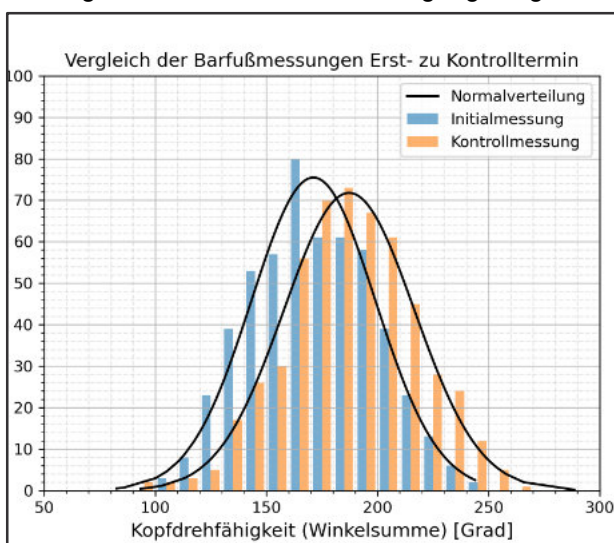


Abb 3: Vergleich Erst - und Kontrolltermin.

Anlagen

- Anhang 1: HMSU – HeadMountedSupportUnit
- Anhang 2: Messgenauigkeit
- Anhang 3: Voraussetzungen für gute Messergebnisse
- Anhang 4: Studien
- Anhang 5: Formelsammlung L.Papular
- Anhang 6: Übersicht MDR, 41 Studien

Für weitere und, oder genauere Informationen zu HMSU, Untersuchungsablauf und Fallbeispiele sei auf das folgendes Buch verwiesen: *Vom Blauabdruck über neurophysiologische Einlagen zum Schuh*, Verlag: Schuh-Werk & Statik, M. Weiß, 2021, ISBN 978-3-9823563-0-3

Anhang 1:

HMSU: Head-Mounted-Support-Unit,



HMSU ist ein einfaches, aber sehr genaues, schnelles und leicht bedienbares Messgerät. Verbunden mit einem Computer oder Laptop, misst es digital die horizontale Kopfdrehung. Die Werte werden graphisch und in Tabelle dargestellt. Die Messeinheit:
Ein Haarreifen mit Sensor und Linienlaser (grün).
Ein Programm mit Kunden und Messmaske.
Der Laser dient hauptsächlich der externen Nullung des Sensors. Somit sind die Messungen vergleichbar.

Der Sensor misst insgesamt 9 sogenannte Freiheitsgrade. Das Programm stellt nur die horizontalen Werte dar, damit das Gerät ein Werk-

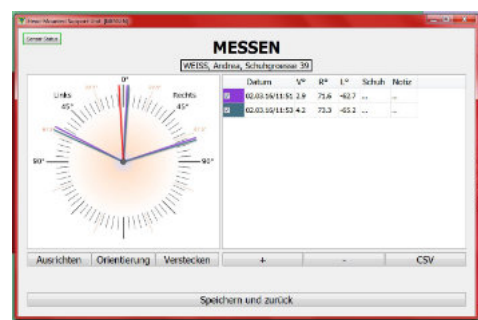
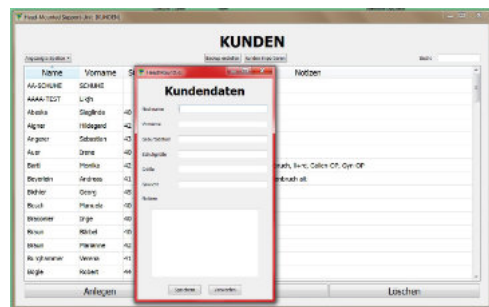
zeug bleibt, das schnell und genau Ergebnisse zeigt. Das heißt auch: Wenn ein Proband bei der Messung den Kopf in den Nacken kippt, wird das die horizontalen Messwerte nicht verfälschen. Um weiter Dreh- oder Kippwerte sichtbar zu machen, müsste man weitere Programmierungen vornehmen. Es darf jedoch davon ausgegangen werden, dass bei einer besseren Kopfdrehung auch die anderen Bewegungsmöglichkeiten des Kopfes profitieren. Grund dafür ist die insgesamt bessere posturale Aufrichtung durch die neurophysiologischen Einlagen. Selbstverständlich gilt das auch in die negative Richtung!

Mit dem HMSU liegt hier nun Anwendungs-Technik vor, die die gesamte Statik miteinbezieht, da alle vertikalen Muskelketten von den Zehen bis zum Kopf in den Messungen Niederschlag finden.

Wenn also „Manipulationen“ an/unter den Füßen stattfinden, so kann man Veränderungen der Statik dann nachweisen, wenn sie über dem obersten Gelenk (Atlas-Schädelbasis) eindeutig messbar sind. Positiv oder negativ.

Falsche Einlagen, ungenaue Verkürzungsausgleiche, schlechte Schuhe, erlittene Traumatisierungen, Verletzungen, etc., verschlechtern die Kopfdrehung.

Auch Läsionen, die eigentlich von oben (Zähne / Augen / etc.) kommen und so zu weniger oder zu störender Statik oder Beweglichkeit führen, schränken die Kopfdrehung ein. So wird nach nozizeptiver (=schmerzauslösend) Okklusion weniger Kopffrotation gemessen werden können als vorher. Möglicherweise zeigt das HMSU sogar die Seite, auf der die Störung liegt. Dies muss aber



noch untersucht werden.

Anhang 2: Messgenauigkeit

Versuch einer Genauigkeitsbestimmung des HMSU-Sensors:

Es geht darum, praktisch nachzuweisen, dass Messungen reproduzierbar sind.

Dazu habe ich folgenden Versuchsaufbau gewählt:

Der Sensor wurde mit Laser auf ein Stativ montiert, damit der Rotationspunkt immer gleich ist.

An der Wand gab es links und rechts je 3 Markierungen (M):

M1 bei ca. 40°,

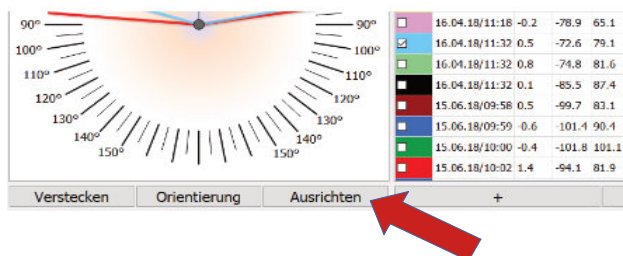
M2 bei ca. 80°,

M3 bei ca. 70°.

Durch Drehung mit der Hand nach links und rechts wurden nacheinander die Messpunkte M1(10 mal) – M2(10 mal) – M3(10 mal) angefahren.

Dabei wurde bei den Messungen für M1 und M2 **keine Mittenkalibrierung** vorgenommen. (Tabelle Messgenauigkeit: Spalte „Ausrichtung“: **ohne**).

Für die 10 Messungen von M3 wurde vor jeder Messung **eine Kalibrierung** (HMSU, Schalter: Ausrichten) auf den mittigen Fixpunkt (0,0°) gesetzt. (Tabelle Messgenauigkeit: Spalte „Ausrichtung“: **mit**).



Die Messwerte zu M1 (gelb), M2 (ocker), M3 (orange) sind in der Tabelle (Abb.11.2) aufgeführt. Die Zeile: Schnitt/10 gibt die Durchschnittswerte der jeweiligen 10 Messungen an. Dieser Durchschnittswert (DS) wurde in den Spalten »L° in % v. DS« und »R° in % v. DS« mit den Messungen prozentual verrechnet. Diese Prozentwerte wurden dann summiert und wieder durch 10 geteilt.

Fazit: Das Gyroskop des Sensors arbeitet sehr genau und zuverlässig.

Siehe nächste Seite: Tabelle, Messgenauigkeit

Technische Informationen:

Der IMU Brick 2.0 ist mit je einem 3-Achsen Beschleunigungssensor, Magnetfeldsensor (Kompass) und Gyroskop ausgestattet und arbeitet als **USB Inertialsensor**. Dieser kann 9 Freiheitsgrade messen und berechnet Quaternionen sowie auch unabhängige Gier-, Roll- und Nick-Winkel. Es ist ein vollständiges Attitude and Heading Reference System.

Tabelle: Messgenauigkeit

Versuch einer Genauigkeitsbestimmung des Sensors:

Natürliche Dreh-Bewegung mit der Hand.

Rotationspunkt immer gleich, durch Stativ.

Es wurde versucht, auf beiden Seiten immer die gleiche Markierung zu treffen.

Drehtest, ca. 40°, **OHNE** Mittenkalibrierung (Ausrichten), 10 malige Wiederholung.

Datum	Vorne°	Links°(L)	Rechts°(R)	L+R	Ausrichten	L° in % v. DS	R° in % v. DS	(L°+R°)/2
09.11.16/16:21	-0,1	35,9	40,4	76,4	ohne	102,441	98,673	100,4108
09.11.16/16:22	-0,3	34,9	40,8	75,7	ohne	99,590	99,436	99,5070
09.11.16/16:22	-1,2	35,1	40,8	75,9	ohne	99,947	99,588	99,7535
09.11.16/16:22	-0,7	35,4	41,0	76,4	ohne	101,015	100,046	100,4930
09.11.16/16:23	0,2	35,4	41,6	77,1	ohne	101,015	101,571	101,3147
09.11.16/16:23	0,6	34,8	41,1	75,8	ohne	99,056	100,198	99,6713
09.11.16/16:23	0,1	34,6	41,6	76,2	ohne	98,521	101,571	100,1643
09.11.16/16:23	0,2	35,2	41,1	76,3	ohne	100,303	100,351	100,3287
09.11.16/16:24	-0,2	34,1	41,2	75,3	ohne	97,274	100,503	99,0140
09.11.16/16:24	-0,4	35,4	40,2	75,6	ohne	100,837	98,063	99,3426
Summe	-1,8	350,8	409,8	760,6		1.000,0000	1.000,00000	1.000,00000
SCHNITT /10	-0,2	35,1	41,0	76,1		100,000000	100,000000	100,000000

Drehtest, ca. 80°, **OHNE** Mittenkalibrierung (Ausrichten), 10 malige Wiederholung.

Datum	Vorne°	Links°(L)	Rechts°(R)	L+R	Ausrichten	L° in %v. DS	R° in % v. DS	(L°+R°)/2
09.11.16/16:30	0,0	-79,1	84,1	-163,2	ohne	102,229	98,853	100,462
09.11.16/16:30	0,5	-78,6	84,3	-162,9	ohne	101,502	99,147	100,269
09.11.16/16:30	0,8	-78,2	84,3	-162,4	ohne	101,017	99,074	100,000
09.11.16/16:31	1,3	-78,3	83,6	-161,9	ohne	101,098	98,339	99,654
09.11.16/16:31	0,5	-79,0	83,8	-162,8	ohne	102,067	98,559	100,231
09.11.16/16:31	0,5	-78,6	83,6	-162,1	ohne	101,502	98,265	99,808
09.11.16/16:32	0,6	-78,6	83,6	-162,3	ohne	101,583	98,339	99,885
09.11.16/16:32	0,7	-76,9	85,5	-162,4	ohne	99,402	100,544	100,000
09.11.16/16:32	3,3	-74,4	87,8	-162,3	ohne	96,172	103,263	99,885
09.11.16/16:33	5,9	-72,3	89,8	-162,1	ohne	93,427	105,615	99,808
Summe	13,9	-774,0	850,4	-1.624,4		1.000,000	1.000,000	1000,000
SCHNITT /10	1,4	-77,4	85,0	-162,4		100,000000	100,000000	100,000000

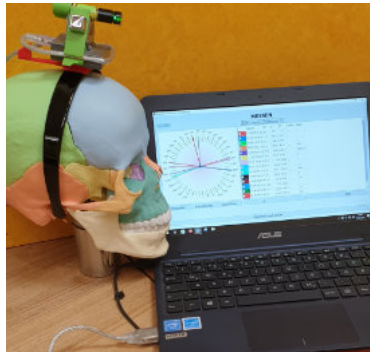
Drehtest, ca. 70°, **MIT** Mittenkalibrierung (Ausrichten), 10 malige Wiederholung.

Datum	Vorne°	Links°(L)	Rechts°(R)	L+R	Ausrichten	L° in %v. DS	R° in % v. DS	(L°+R°)/2
09.11.16/17:26	0,0	-71,8	69,9	-141,7	mit	100,253	100,985	100,612
09.11.16/17:27	0,0	-70,3	69,9	-140,3	mit	98,159	101,075	99,592
09.11.16/17:28	0,0	-70,6	69,4	-140,0	mit	98,595	100,262	99,414
09.11.16/17:28	0,0	-69,9	69,1	-139,0	mit	97,635	99,810	98,704
09.11.16/17:29	0,0	-71,1	70,1	-141,1	mit	99,206	101,256	100,213
09.11.16/17:29	0,0	-70,9	67,6	-138,5	mit	98,944	97,733	98,349
09.11.16/17:29	0,0	-70,8	70,1	-140,9	mit	98,857	101,256	100,036
09.11.16/17:30	0,0	-73,8	67,8	-141,6	mit	103,045	97,913	100,524
09.11.16/17:30	0,0	-73,1	69,5	-142,6	mit	102,085	100,443	101,278
09.11.16/17:31	0,0	-73,9	68,7	-142,6	mit	103,220	99,268	101,278
Summe	0,0	-716,3	691,9	-1.408,3		1.000,000	1.000,000	1.000,000
SCHNITT /10	0,0	-71,6	69,2	-140,8		100,000000	100,000000	100,000000

Anhang 3:

Voraussetzungen für gute Messergebnisse

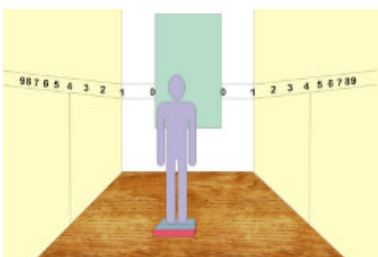
Um gute Messergebnisse zu erhalten ist es äußerst wichtig, dass sich die Patienten während des gesamten Vorgangs wohl fühlen. Dazu gehört beispielsweise, dass die Patienten nicht erst auf ein erhöhtes Podoskop steigen müssen. Vor allem bei älteren Menschen ist das wichtig. Ich empfehle, dass die Patienten schon so (auf einer kleinen Empore) sitzen, so dass sie nur nach vorne gehen müssen um auf die Messposition des Spiegels zu gelangen.



Des Weiteren sollte sich der Laser bei der Kopfdrehung, möglichst gleichmäßig auf die linke und rechte Wand projizieren. Heißt: Das Podoskop sollte optimalerweise in der Mitte zwischen den nicht allzu weit entfernten Wänden stehen. Falls das nicht geht ist es besser man schaltet den Laser nach der mittigen Ausrichtung wieder aus.



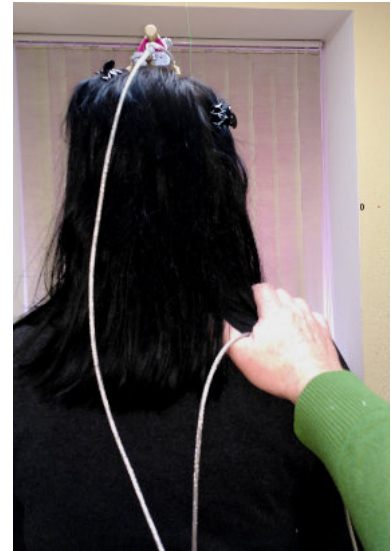
Mittig vor den Patienten ist eine 0-Kennzeichnung anzubringen, auf die die Patienten vor jedem Messvorgang den Laser zur Deckung bringen. Diese 0-Kennzeichnung fluchtet mit der Mitte der Fläche auf der die Patienten stehen. Wichtig, damit die Ergebnisse gut verglichen werden können. Eine weitere Skalierung an den Wänden ist eigentlich nicht nötig, zeigt aber den Patienten, dass was passiert. (Show-Effekt)



Prüfen Sie, ob der Laser auch genau

über die Kopf-, beziehungsweise Gesichtsmitte des Patienten läuft. Zum Beispiel Stirn – Nase. Steht der Kopf schief, ist der Laser auch schief. Das ist OK. Dann soll der Laser mit der 0-Kennung „kreuzen“.

Auch noch als hilfreich hat sich herausgestellt das Kabel mit viel Spiel, über den Daumen einer Hand zu hängen, damit es beim messen nicht stört. Bitte vorher ausprobieren, da dies sehr davon abhängt wo der PC oder Laptop steht. Deswegen sollte der Laptop unmittelbar und gut bedienbar direkt neben den Messenden stehen. So wird der Patient zwischen den Messvorgängen nicht unsicher. Dann ist es gut, wenn klare und genaue Kommandos erfolgen:



- Bitte den Laser vorne auf die Mitte bringen...
- jetzt bitte den Kopf so weit es geht, nach links drehen...
- und jetzt soweit es geht nach rechts drehen...
- ... und wieder zurück zur Mitte. Danke.

Ich setzte mich nach den Messungen hin, benenne über die Notizspalte die einzelnen Messungen eindeutig und lösche die nicht mehr benötigten Messungen. Dann erkläre ich dem Patienten was gerade passiert ist.

Mit diesem Rüstzeug sollten gute Ergebnisse zu erzielen sein, die sich dann auch tatsächlich vergleichen lassen.

Anhang 4: Studien

Mini – Studien 2017 und 2018:

Bei den IFPB-Kongressen 2017 und 2018 in Rummelsberg konnten wir in 2 Workshops 2 kleine Blitz-Studien erstellen.

2017, (interne)Studie A (Workshop zusammen mit Lydia Aich, 16 Personen) will die unterschiedlichen Auswirkungen/Ergebnisse je Person zeigen, die durch Messungen

1. mit Schuhen,
2. mit Socken,
3. barfuß,
4. barfuß, mit "Retro" und "Calc" retrokapitales und calcaneares Element), zu erzielen sind.

Fazit:

Für die Kopfdrehung der gemessenen Personen, ausgehend von einer Barfußmessung, ist:

1. die Wirkung von Socken, überraschenderweise nicht zu vernachlässigen,
2. die Wirkung von Schuhen, je nach Schuh erwartungsgemäß positiv oder negativ,
3. die Wirkung einer Versorgung, schon mit "neutraler" Podo-Unterlegung, erwartungsgemäß positiv!

Es ist also wichtig, genau darauf zu achten, wie der Patient seinen "gehenden" Alltag bewältigt, um gute Ergebnisse bei einer Versorgung zu erzielen.

2018, (interne)Studie B (16 Personen). Ein Workshop mit Prof.Dr. G.J. Kleinrensink (NL) und J.P. van Wingerden (NL) zum Thema:

»Kritische Überlegung in der wissenschaftlichen Forschung«

Die 16 Teilnehmer wurden in 4 Gruppen á 4 'Untersucher/Anwender' unterteilt. Jeder Anwender wurde so auch zum Probanden.

Basistest: Stehen, Mitte kalibrieren, Messung starten, Kopf links und rechts drehen.

Also: 1 Proband, 3 Anwender, 3 Messungen je Anwender/Proband.

Gruppen 1 und 3 ohne Neu-positionieren des Messgerätes. Messgerät bleibt bei Anwenderwechsel auf dem Kopf.

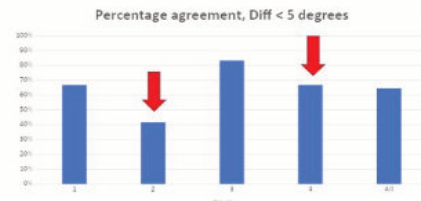
Gruppen 2 und 4 mit Neu-positionieren des Messgerätes. Jeder Anwender positioniert das Messgerät neu auf dem Kopf des Probanden.

Zusammenfassung:

System selbst ist sehr genau, auch mit untrainierten 'Anwendern':

- Bei < 5 Grad Abweichung: 67% bereinstimmung
 - Positionieren des Messgerätes hat großen Einfluß. System ist valide für Veränderungsmessungen ROM (Range Of Motion).
 - Richtiges Protokoll, sehr wichtig.
 - Einarbeitung der Untersucher ist sehr wichtig.
- Siehe hierzu auch die Auswertungstabellen aus den Powerpointfolien:

Percentage agreement
Prozentuelle Übereinstimmung



Erfolge reproduktionsfähigkeit



Studien bei denen das HMSU Verwendung fand:

2018: Sabine Bayr-Seifert

Wissenschaftliche Studienarbeit:

Mehr Kopfbeweglichkeit (Seitenrotation) & Muskelentspannung durch pflanzliche Augentropfen: Kamille und Malve, ein Lichtblick für verspannte HWS-Schulter-Patienten.

Konzenberg, 2018

2018:

Dr. Dietmar Basta, Wolfgang P. Schallmey, Arneborg Ernst:

Einfluss einer Einlegesohle mit individuellem sensorischem Feedback auf die kranio-cervikale Mobilität im Stand und das Abrollverhalten des Fußes beim Gehen.

HNO-Klinik im UKB, mit Universität Berlin, Warener Str. 7, 12683 Berlin, Deutschland,

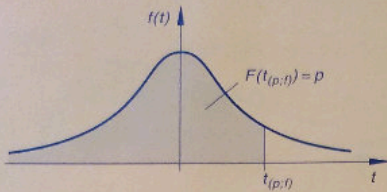
Lehrinstitut für Podo-Posturaltherapie, Schloßstr. 1, 48336 Sassenberg, Deutschland

International Federation for Proprioceptive-and Biomechanical Therapies e.V., www.ifpb-ev.de

Anhang 5: Formelsammlung L.Papular

Lothar Papula:
 Mathematische Formelsammlung für Ingenieure
 und Naturwissenschaftler
 10. Auflage
 ISBN 978-3-8348-0757-1

Tabelle 4: Quantile der t -Verteilung von „Student“



- p : Vorgegebene Wahrscheinlichkeit ($0 < p < 1$)
- f : Anzahl der Freiheitsgrade
- $t_{(p,f)}$: Zur Wahrscheinlichkeit p gehöriges Quantil bei f Freiheitsgraden (obere Schranke)

Die Tabelle enthält für spezielle Werte von p das jeweils zugehörige Quantil $t_{(p,f)}$ in Abhängigkeit vom Freiheitsgrad f (einseitige Abgrenzung nach oben).

f	p				
	0,90	0,95	0,975	0,99	0,995
1	3,078	6,314	12,707	31,820	63,654
2	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925
3	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841
4	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604
5	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032
6	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707
7	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499
8	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355
9	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250
10	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169
11	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106
12	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055
13	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012
14	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977
15	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947
16	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921
17	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898
18	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878
19	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861
20	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845
22	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819
24	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797
26	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779
28	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763
30	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750
40	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704
50	1,299	1,676	2,009	2,403	2,678
60	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660
100	1,290	1,660	1,984	2,364	2,626
200	1,286	1,653	1,972	2,345	2,601
500	1,283	1,648	1,965	2,334	2,586
∞	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576

Formeln:

$$t_{(1-p;f)} = -t_{(p;f)}$$

$$t_{(p;f)} = -t_{(1-p;f)}$$

**Anhang 6:
MDR, tabellarische Übersicht des 41 Studien**

DGIHV

Arbeits- Nr.	Name	Jahr	Thema	Studie	Hilfsmittel	Probanden	Alter	als hilfreich einstufen....
1	Xu et al	2019	FSP	rand. Kontrolliert, 1-fach blind	3-D-EL	60	31-61	Alle 3 = gut
2	Khan et al	2018	Knie Firstpeak, EL m. AR + Knie-Orthese	rand. Pilot.	Orthese +AR+EL	20	50-70	wirksam
3	Neto et al	2017	Senso-EL b. CP Kinder, Gangleistung	rand. Kont. DoppBlind	senso	24	4-12	weniger Druck
4	Teller et al	2017	D/AB-II, Druckentl. d. EL	CrossOver	Spezial-EL / Normal-EL	20	no 10g filament	Verringerung des Drucks
5	Caravaggi et al	2016	Arbeitschuhe, Druck vergl. EL	analyse	EL-Bettg. / indiv-EL	17	Ca 45	weniger Muskelarbeit, mehr Effizienz
6	Choi et al	2015	Hohlfuß, effekte v. EL	untersuchen	EL-Bettg.	20	hohlfuß	Ind-EL=best, viel Behandlg. Zusatzl
7	Wrobl et al	2015	FSP	rand. kont. Prospektiv	ind-EL / indiv-EL / keine EL	77	1. Jahr FSP	Verringerung d Drucks
8	Arts et al	2015	D/AB-II, neurop. + ulcus Druckentl. d. EL	prospektiv	Diab-EL	85	Diab-Neuro-Ulcus	Verringerung d Drucks
9	Tang et al	2015	Plattfuß, Druck	untersuchen	EL-Bettg. + IR	10	15-45	besser
10	Chen et al	2015	Fersenverletzung	untersuchen	EL-Bettg. + 2,5-3cm Fersenkeil	11	18-66	weniger Druck
11	El-Hilaly et al	2013	Diab n. Amputat	untersuchen	Diab-EL	20	Amputation	Sensos möglicherweise sinnvoll
12	Aminiam et al	2013	Plattfuß, EL-Bettg. / Senso	analysierten	Bettg. / Senso	12	Plattfuß	eine EL-Form für alle, dann nachbessern
13	Stolwijk et al	2015	Fußbeschwerden allg.	untersuchen	Ohne / mit EL	204	Fußschmerz	mit EL besser
14	Shaw et al	2018	Kniearthrose	sys. Rech + Metaanalyse	EL-Bettg. + 2,5-3cm Fersenkeil	4 Datenbanken	Kniearthr.	könnte gut sein, eher dünne Beweise
15	Heuch, Gomersall	2016	Diab + Fußgeschwür prävent.	sys. Rech	EL + Schuhe	14 Datenbanken	Diab	Kann verbessern....
16	Ganjehie et al	2016	Innenrotatorio Kinder	untersuchen	Deterions-EL	17	4-10	kann sein
17	Aboutorabi	2015	Einlagen u Schuhe+Gleichgewicht	sys. Lit. Rech	EL	22	Artikel	12 Monate weniger Druck
18	Paton et al	2014	Diab. Neurop. + halbarkeit v. EL	rand. Kont.	EL	60	diab	EL mit weniger Scherkrft = besser
19	Lavery et al	2012	Diab + Neurop. Fußgeschwür prävent.	Rand., 1-fach blind	EL	299	diab	Bessere Lastübn, kein norm. Gang
20	Öçüder et al	2012	Fersenverletzung	untersuchen	EL	14 Datenbanken	Fersenbruch	Druck wird reduziert
21	Bonanno	2011	Fersenschmerz	untersuchen	EL	36	Bis 65	Besser
22	Perhamre et al	2011	Achillessehne	rand. Prospektiv.	EL	51	9-14	versorg sind möglich
23	Bishop et al	2016	Plattfuß	vergleich	EL / Tape	18	22-29	weniger Schmerzen
24	McPoil et al	2011	Knie	rand.	EL	10	18-40	EL besser
25	Mills et al	2012	Knie	rand. Kont.	EL / abwarten	40	18-40	EL hat Vorteile
26	Aboutorabi et al	2014	Plattfüße, Kinder	untersuchen	EL	30	Plattfuß	red. v. Schmerzen
27	Hlastead et al	2016	Mittelfuß, Arthrose	rand.	EL	33	Mittelfußarthrose	ähnliche Effekte
28	Menz et al	2016	MBT, Gzgg	Vergleich	MBT / EL	102	Gzgg	25 Wahrscheinlich günstig
29	Chapman et al	2016	Mittelfuß, Arthrose Druckmessg	rand. DoppBlind	EL / pseudo-EL	33	Mittelfußarthrose	Elsind nützlich, Fersenpolster schlecht
30	Arnold et al	2018	Senkfuß	experimentelle Studie	EL	18		Bessere haltg. u. Gleichgewicht
31	Chia et al	2009	FSP, Fußdruck	Vergleich	EL / Ind. EL FSP-Polster	30	20-65	Gute Versorgungsmöglichkeit
32	Christovao et al	2015	Kinder mit CP	rand. Kont. DoppBlind	EL, Bettung	20	4-12	besser, schneller
33	Farzadi et al	2015	Hallux u LG, Pelotte, Druck	Quasi experimentelle Studie	EL	16	Hallux	besser mit Memory-Mat.
34	Mabuchi et al	2012	Senso-EL, Kinder, innenrot. Gangbild	untersuchen	Sensos	10	5-6	EL=gut, Schuhe mit u. oh. EL: mehr Forschung
35	Chang et al	2012	Bettung bei rheumatoide Arthritis u. Mittelfußschmerzen	untersuchen	EL	17		EL könnte gut sein
36	Chen et al	2010	Plattfuß	untersuchen	EL	11	Plattfuß	könnte gut sein
37	Cobb et al	2011	Mehr med. Mobilität mit EL	crossOver, untersuchen	EL	16	weng Fußhaltung	Verbesserung
38	Hurd et al	2010	flexibler Plattfuß, Vorfuß-Varus	Vergleich	EL	15	Plattfuß	Weniger Druck, kein Unterschied zw Cad-Cam und Konfektioniert, mehr Forschung
39	Michalitsis et al	2019	Spitzfuß idiopath. b. Kindern	rand. Kont.	EL, Stiefel	15	4-10	
40	Naderi	2019	MTSS b. Freizeitleufern	untersuchen	EL	50	18-22	
41	Khodaeei et al	2017	Plattfuß, Cad/Cam/ konfektionierte EL	Vergleich	Cad-Cam-EL / konfekt.-EL	19	18-45	

Zuordnung der Studien:

Fuß, Schuhe, Knie
Fersensporn
Diabetes
Plattfuß / Senkfuß
Kinder