

Technische Universität München

Lehrstuhl für Bewegungs - und Trainingslehre

Empirische Untersuchung zur podo-ätiologischen Einflussnahme auf funktionelle Asymmetrien des menschlichen Körpers (eine Längsschnittuntersuchung bei Frauen und Männern ab dem 51sten Lebensjahr)

Antje Schramm

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Sportwissenschaft der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Philosophie genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ. - Prof. Dr. M. Halle

Prüfer der Dissertation:

1. Univ. - Prof. Dr. Dr. h.c. M. Grosser, em.
2. Univ. - Prof. Dr. A. Schwirtz

Die Dissertation wurde am 13.11.2006 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät für Sportwissenschaft am 29.03.2010 angenommen.

Für

Dipl.- Ing. Otto Horn

1908-1999

Vorwort und Danksagung

Alternative Therapiemöglichkeiten werden für den Gesundheitsmarkt zunehmend bedeutungsvoller und rücken in den Vordergrund des Interesses.

Viele Behandlungsmöglichkeiten werden schon seit längerem durchgeführt und basieren auf unterschiedlichen Theorien. Ein neuer Ansatz ist die Nutzung der propriozeptiven Reizleitungen des menschlichen Körpers und nennt sich Podoätiologie. Gezielte Stimulationen unter den Füßen sollen positiven Einfluss auf die funktionellen Asymmetrien des menschlichen Körpers haben und dauerhaft Veränderungen des Körperschemas hervorrufen.

Meine Aufgabe ist es, diese Hypothese nicht nur durch einen Erfahrungsbericht zu beschreiben, sondern dieses Verfahren genau zu beleuchten und empirisch zu überprüfen und damit wissenschaftlich abzusichern.

Bei der Realisierung dieser Arbeit haben verschiedene Menschen unterstützend eingegriffen, bei denen ich mich an dieser Stelle bedanken möchte:

Zunächst einmal möchte ich mich bei Herrn *Professor Dr. Dr. Manfred Grosser* bedanken, der als mein Doktorvater an dem Lehrstuhl für Bewegungs- und Trainingslehre der Fakultät für Sportwissenschaft an der Technischen Universität München mir mit Rat und Tat zur Seite stand.

Mein Mann *Jörn Schramm* ist für mich eine unverzichtbare Stütze bei der gesamten Untersuchung gewesen und wiederum sein Forschungsinteresse ermöglichte es mir, die Daten seiner Studie mit meinen zu vergleichen. Er hat mir für die Anfertigung dieser Arbeit den Rücken frei gehalten, wofür ich ihm außerordentlich danke!

Besonderen Dank gebührt meinem Großvater Herrn *Dipl.-Ing. Otto Horn*, dessen Drang nach Wissen und Ehrgeiz mich bis hierher gebracht haben. Seine Faszination an der architektonischen Statik habe ich in dieser Arbeit versucht auf die menschliche Statik zu übertragen.

Auch meinen Eltern als Architekten ist die Tragweite von statischer Unausgeglichenheit bewusst. Ich danke meinem Vater Herrn *Dipl.-Ing. Rüdiger Lohrengel*, dessen Interesse und Nachfragen den Verlauf meiner Arbeit positiv beeinflusst und vorangetrieben haben und meiner Mutter Frau *Dipl.-Ing. Irmhild Lohrengel*, die mich stets in meinen Entscheidungen unterstützt hat. Mein Werdegang habe ich ihnen beiden zu verdanken.

Des Weiteren möchte ich mich bedanken bei meiner Schwester *Silke Hemmen*, die sich viel Zeit genommen hat zum Korrektur lesen und mir im sprachlichen Bereich schon immer eine Nasenlänge voraus war.

Mein Bruder *Jan Lohrengel* gab mir die Inspiration für den maritimen Vergleich der menschlichen Körperstatik mit dem Aufbau eines Segelschiffes. Bei allen Fragen zur Funktionen auf einem Schiff stand er mir als Segler hilfreich zur Seite.

Bei meiner Schwester *Gesa Lohrengel* möchte ich mich bedanken für die vielen aufmunternden Worte während der Durchführung der Studie.

.

Es dürfen nicht unerwähnt bleiben:

Niko Meyer-Thurow von der Universität Bielefeld, der gewissenhaft die Berechnungen dieser Studie überprüft hat.

Dr. Andreas Million, der durch sein Interesse an der Forschung zu dem Thema den Kontakt zu Professor Grosser hergestellt hat.

Frau *Lydia Aich*, die mich in der Podoätiologie ausgebildet hat und

zu guter Letzt gilt mein Dank der freundlichen Unterstützung der Per-Pedes-Prien GmbH und besonders den Patienten, die ihre Daten für diese Studie zu Verfügung gestellt haben.

Gliederung

Vorwort und Danksagung

1	Einleitung und allgemeine Problemstellung.....	1
2	Körperbewusstsein.....	6
2.1	Körperbild.....	8
2.2	Körperschema.....	10
3	Podoätiologie.....	20
3.1	Körpereigene Regulationsmechanismen des Körperschemas.....	33
3.1.1	Nutzung der Propriozeption.....	34
3.1.2	Nutzung von Muskelketten.....	38
3.1.3	Speicherort des Körperschemas.....	43
3.2	Äußere Einflüsse auf das Körperschema.....	47
3.3	Podoätiologie als Therapieform.....	53
4.	Empirische Untersuchung.....	57
4.1	Konkrete Problemstellung.....	58
4.2	Untersuchungsmethodik.....	70
4.2.1	Personenstichprobe.....	70
4.2.2	Merkmalsstichprobe.....	73
4.2.3	Untersuchungsplan.....	82

4.2.4	Versuchsdurchführung.....	85
4.2.5	Verfahren der Datenverarbeitung.....	88
4.3	Darstellung der Ergebnisse.....	90
4.3.1	Veränderungen zwischen der Erstanalyse, der Zweitanalyse und der Nachkontrolle.....	90
4.3.1.1	Verhältnis zwischen den Altersstufen bei der Erstanalyse und der Nachkontrolle bei der Körperstatik und der Schmerzangabe.....	91
4.3.1.2	Zusammenhang zwischen dem Alter und den Parametern Anfangsstatik, Behaltensleistung, Anfangsschmerzwert und Schmerzverbesserung.....	94
4.3.1.3	Zusammenhang zwischen dem Geschlecht und den Parametern Anfangsstatik, Behaltensleistung, Anfangsschmerzwert und Schmerzverbesserung.....	96
4.3.1.4	Verhältnis bei der großen Gesamtstichprobe zwischen dem Geschlecht und den Parametern Anfangsstatik bzw. Behaltensleistung.....	98
4.3.1.5	Verhältnis bei der großen Gesamtstichprobe zwischen dem Geschlecht und den Parametern Anfangsschmerz bzw. Schmerzverbesserung.....	107
4.3.1.6	Verhältnis zwischen der Erstanalyse und der Zweitanalyse bei der Körperstatik.....	113
4.3.1.7	Verhältnis zwischen der Erstanalyse und der Nachkontrolle bei der Körperstatik.....	120
4.3.1.8	Verhältnis zwischen der Erstanalyse und der Nachkontrolle bei den Schmerzangaben.....	126
4.3.1.9	Zusammenhang zwischen den Parametern Anfangsstatik bzw. Behaltensleistung und den Parametern Anfangsschmerzwert bzw. Schmerzverbesserung.....	135

4.3.1.10	Zusammenhang zwischen der sportlichen Aktivität und den Parametern Anfangsstatik, Behaltensleistung, Anfangsschmerzwert und Schmerzverbesserung.....	137
4.3.1.11	Zusammenhang zwischen der beruflichen Aktivität und den Parametern Anfangsstatik, Behaltensleistung, Anfangsschmerzwert und Schmerzverbesserung.....	139
4.4	Interpretation und Diskussion.....	142
5	Zusammenfassung und Ausblick.....	158
	Literaturverzeichnis.....	164
	Internetverzeichnis.....	170
	Abbildungsverzeichnis.....	172
	Tabellenverzeichnis.....	177

Anhang

1 Einleitung und allgemeine Problemstellung

Ein Segelboot ist das Sinnbild von Elegance und Schönheit, solange sich die äußeren Einflüsse, wie Wind und Welle, mit den Möglichkeiten des Bootes (Segel und Rumpf) im Gleichgewicht befinden.

Vergleicht man nun den menschlichen Körper mit einem Boot, so lassen sich erstaunliche Parallelen finden. Solange sich der Körper im Gleichgewicht befindet und den äußeren Bedingungen gewachsen ist, spricht man von einer aufrechten, eleganten und schönen Haltung.



Abb.1.1: Segelschulschiff Gorch Fock (Data Becker CD-Rom, 1997)

Vergleicht man den Mast eines Schiffes mit der Wirbelsäule, so sieht man diesen im Schiffsrumpf verankert, wie die Wirbelsäule mit dem Becken. Sie erhebt sich bis in die Region des Kopfes. Wo der Mast die queren Rahen trägt, hat die Wirbelsäule in Schulterhöhe die Last des Schultergürtels zu tragen. Wie der menschliche Körper ist das Schiff symmetrisch gebaut (vgl. Abb. 1.2).

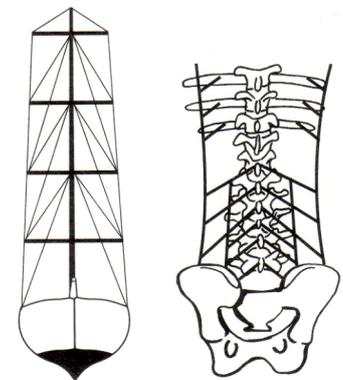


Abb. 1.2: Schiffmastmodell nach Kempf, 1995, 61

Säße der Mast nicht mittig, würde der Rumpf Schlagseite bekommen und das Schiff kentert. Von vorne wird unser „Schiffsmast“ durch die Bauch- und von hinten durch die Rückenmuskulatur gestützt. Diese stabilisierenden Muskel- und Bandzüge verspannen als „Haltetaue“ den „Mast“ mit dem Becken und halten ihn im Lot. Sind diese „Halteseile“ zu schwach, sackt der Rücken in sich zusammen. Dann verstärkt sich der Bogen z.B. im unteren Rücken und das Ergebnis ist ein Hohlkreuz. Wenn die Takelage, also das Tauwerk fehlt, wird der Mast instabil und bricht beim ersten Wind.

Nun hat aber der Kapitän des Schiffes leicht die Möglichkeit, zusätzliche Segel aufzuziehen wenn stärkerer Wind droht, oder er kann Takelage, Mast und Segel austauschen, wenn diese nicht mehr funktionstüchtig sind.

So einfach ist es beim menschlichen Körper nicht. Die bislang im Allgemeinen angestellten „Reparaturmaßnahmen“ an diversen defekten Stellen des Körpers, wie Krankengymnastik oder Operationen, sind aufgrund der Kosten nicht ausreichend häufig und intensiv, oder es sind so massive Eingriffe, dass andere Systeme mit beschädigt werden können.

Die Vorstellung, wie ein Kapitän ein über die Jahre gelockertes Segel zu erkennen und mittels Befehl an die Matrosen dieses wieder stramm ziehen zu lassen um größere Schäden durch Asymmetrien zu vermeiden, wäre in Bezug auf den menschlichen Körper sehr verlockend.

Auf dem Gesundheitsmarkt gibt es ein Verfahren, welches dauerhafte Fehlhaltungen korrigiert, alleine mit der richtigen und zielgerichteten Stimulation von Muskelzügen. Diese Methode nennt sich „Podo – Ätiologie“ (auch „Podoätiologie“) und ist ein geschützter Begriff von Frau Lydia Aich, die dieses Verfahren entwickelt hat. Der Begriff kommt aus dem griechischen von „Podo“ für Fuß und „Ätiologie“ für Ursachenlehre. Hierbei handelt es sich um die propriozeptive Stimulation von Muskelketten, wodurch eine Korrektur von fehlerhafter Körperhaltung erreicht werden kann.

Nachdem die Körperstellung des Patienten über objektive Messparameter festgestellt worden ist, werden am Ende der Muskelketten –für diese Studie unter den Füßen – Korkteilchen platziert, die sich in ihrer Dicke und Form unterscheiden. Dieser leichte Druck auf die Muskelketten bewirkt gerichtet auf einen Muskelbauch eine Aktivierung, platziert gerichtet auf einen Sehnenübergang eine Inhibierung der Muskelaktivität in den entsprechenden Ketten. Die daraus resultierende Wirkung verändert die Muskelaktivität, die Gelenkstellung und schließlich die Gesamtkörperhaltung. Die Segel werden also nach Bedarf lockerer oder straffer gezogen. In einem Fragebogen werden die Schmerzen der Probanden und eventuelle Schmerzverbesserungen bei einem Kontrolltermin festgehalten und ausgewertet.

In dieser empirischen Untersuchung zur podo-ätiologischen Einflussnahme auf funktionelle Asymmetrien des menschlichen Körpers bei Frauen und Männern ab dem 51sten Lebensjahr wird überprüft, ob man auf etablierte Fehlhaltungen überhaupt noch Einfluss nehmen kann, ob der Therapeut als Kapitän die richtigen Befehle gegeben und ob die „Matrosen“ (Muskeln) an den richtigen Seilen gezogen haben. Es wird nicht die propriozeptive Stimulation und ihre korrigierende Wirkung auf die Körperhaltung in Fragen gestellt, da dieses in der Studie von J. Schramm ausführlich beschrieben und belegt wird.

Gerade in der heutigen Zeit sind Äußerlichkeiten, Haltung und Figur für viele Menschen sehr wichtig, so dass eine gerade Haltung ein Schönheitsmerkmal darstellt. So hat die Hexe in den Kindermärchen eine gebückte und die gute Fee eine gerade und aufrechte Haltung. Auch deutsche Sprichwörter wie „krummer Hund“ oder „kein Rückrat haben“ zeigen, dass mit schlechter Haltung nicht nur optische Nachteile, sondern auch Charaktereigenschaften verbunden werden.



Abb.1.3: Hexe

(www.museumonline.at/1999/schools/classic/landeck/hexen/image/hexe.gif, 08.07.2004)

Aber ist ein schönes Körperbild gleichzusetzen mit Beschwerdefreiheit?

In dieser Arbeit wird nicht der optische Faktor überprüft, sondern ob mit der verbesserten Körperhaltung eine Schmerzverbesserung einhergeht oder umgekehrt, ob sich schlechte Haltung und Schmerzen bedingen. Ist der Mensch wie das Segelboot nur funktionstüchtig, wenn die Symmetrien stimmen und bedeuten große Asymmetrien automatisch größere Schmerzen? Des Weiteren wird überprüft, ob ein gutes Muskelkorsett bei sporttreibenden Probanden vor Wind und Welle schützen kann und ob es zu Unterschieden bei Frauen und Männern kommt.

Zunächst einmal muss aber geklärt werden, was unter einer geraden, gesunden, schönen Haltung verstanden wird. Der Laie auf der Straße bezeichnet häufig die Haltung einer Balletttänzerin als optimal. Aber diese makellose Rückenstellung birgt den großen „Schönheitsfehler“ Flachrücken in sich, welches therapeutisch gesehen alles andere als optimal ist.

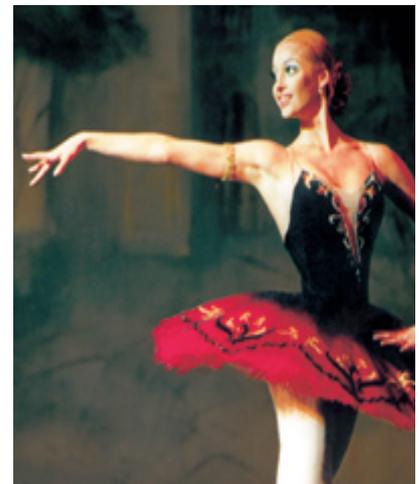


Abb. 1.4: Ballerina

(www.octagon.com/who_we_are/our-ratonale.php, 08.07.2004)

Es wird deutlich, dass die eigene körperliche Wahrnehmung und das Bild von außen durchaus different sein können.

Daher werden in den ersten Kapiteln dieser Arbeit das Körperbewusstsein, das körperliche Erscheinungsbild und dessen Unterteilung in Körperbild und Körperschema behandelt. Es soll herausgearbeitet werden, wie der Körper wahrgenommen und koordiniert wird. Gerade das koordinierte Zusammenspiel von Muskeln und Sehnen ist für den therapeutischen Ansatz dieser Arbeit über die propriozeptive Stimulation

entscheidend, da die Propriozeption (eine der tragenden Säulen der Podoätiologie) der Koordination zugeordnet wird.

Im dritten Kapitel dieser Dissertation zum Thema „Podoätiologie“ wird zunächst versucht, die optimale Haltung aus fachlicher Sicht darzustellen, da eine Verbesserung der Haltung mit der Podoätiologie erreicht werden soll und damit das zu erreichende Ziel beschrieben wird.

In den Unterpunkten werden die inneren und äußeren Einflüsse auf das Körperschema beschrieben. Welche körpereigenen Mechanismen steuern die Körperstellung und welche kann man davon nutzen? Wie kann man des Weiteren von Außen positiven Einfluss auf die Haltung nehmen, z.B. durch Training, oder aber welche Faktoren wirken dem entgegen?

Abschließend soll in diesem dritten Kapitel die Podoätiologie als Therapieform zur Korrektur der Körperhaltung, aber auch für die Schmerzverbesserungen dargestellt werden, so dass dieses dann in Kapitel 4 mit der empirischen Auswertung überprüft werden kann.

Die Darstellung der Ergebnisse geht über die Auswertung der hier erhobenen Daten hinaus, da diese Werte mit den Daten der Dissertation von J. Schramm verglichen werden. Er beschrieb die propriozeptive Beeinflussung der Körperstatik in einer Längsschnittuntersuchung bei 20 bis 50jährigen Frauen und Männern, die damit eine andere Altersklasse darstellen. Die durchgeführten Analysen geben dann Auskunft über die propriozeptive Stimulation über die gesamte Altersspanne der Erwachsenen.

Im letzten Kapitel 5 dieser Studie werden dann schließlich die Ergebnisse interpretiert und die aufgeworfenen Fragen diskutiert.

2 Körperbewusstsein

Zunächst soll geklärt werden, wie sich der Mensch sein eigenes Erscheinungsbild des Körpers bewusst macht und welchen Stellenwert dieses besitzt. Spielen die alten Redewendungen „krummer Hund“, „jemanden etwas krumm nehmen“ oder beim Militär „Haltung annehmen“, indem der Soldat sich übertrieben senkrecht hinstellt, noch eine Rolle, oder hat sich das Schönheitsideal geändert, bzw. sind die äußerlichen Faktoren unbedeutend geworden? Das Gegenteil scheint der Fall zu sein. Alles wird versucht, um einem äußerlich perfekten Idealbild zu entsprechen. Das Paradoxe an dem heutigen Körperbewusstsein ist, dass das Bewusstsein für das äußerliche Erscheinungsbild immer wichtiger zu werden scheint, Schmerzen oder Beschwerden im Inneren des Körpers häufig ignoriert werden. Dieses nimmt so eigenartige Formen an, dass Schmerzen oder Minderfunktionen in Kauf genommen werden, solange das Schönheitsideal stimmt. Gemeint sind hier z.B. die gebilligten Rückenschmerzen nach Brustvergrößerungen oder das eingeschränkte Mimikspiel im Gesicht nach einem Lifting. Ganze Gesichtspartien werden dauerhaft betäubt, damit sich keine Falten bilden können. Man begreift sich als Kunstwerk und nicht mehr als ein biologisches System. Schönheitschirurgen als Berufsgruppe expandieren explosionsartig und physisch gesunde Menschen werden operiert. Aber selbst hier sprechen einige Operateure nicht mehr davon, dass der Körper *operiert*, sondern *modelliert* worden ist, wie ein Bildhauer seine Statue.

Das Bewusstsein für das innere Erscheinungsbild verblasst. Rückenschulen z.B. haben in ihrem Konzept nicht nur das Erlernen vom richtigen Heben und Tragen, sondern auch die Schulung des Bewusstseins der Teilnehmer für den eigenen Körper. Es hat sich herausgestellt, dass aufgrund mangelnder Aufmerksamkeit für die inneren Abläufe des Körpers die erste Anzeichen von Beschwerden oder Überforderung nicht mehr wahrgenommen werden. Nicht selten wird beschrieben, dass ein Bandscheibenvorfall „wie aus heiterem Himmel“ gekommen ist. Tatsächlich wurden aber häufig die vorausgegangenen Schmerzen ignoriert oder unterdrückt.

Feldenkrais (1968, S.55) beschreibt zum Thema Körperbewusstsein: „So mag z.B. einer mit vierzig sich dessen bewusst werden, dass eines seiner Beine kürzer ist als das andere; er wird sich dessen bewusst erst nach Rückenschmerzen, Röntgenaufnahmen und einer Diagnose durch den Arzt“.

Die Voraussetzung für ein Körperbewusstsein ist die Wahrnehmung von Raum-, Zeit- und Spannungszuständen des eigenen Körpers in Ruhe und Bewegung (Kempf, 1995). Verantwortlich für das Messen der Spannungszustände und die Einordnung der Lage im Raum ist ein funktionierendes propriozeptives System, welches in Kapitel 3.1 noch genauer beschrieben wird. Aufgrund von Stress oder minimalsten Körperbewegungen während der Arbeit (gerade bei Computerarbeit wird der Körper kaum noch bewegt) geht das Bewusstsein und der Bezug zum eigenen Körper verloren. Dieser Bezug zum Körper kann wieder unterschiedliche Ansatzpunkte haben und man unterteilt ihn in „Körperbild“ und „Körperschema“ (Häfelinger & Schuba, 2002). In den nun folgenden Kapiteln sollen das Körperbild und das Körperschema näher beleuchtet werden, da diese die Voraussetzungen für das Verstehen und die realistische Einschätzung der eigenen Körperhaltung sind. Auf dieser Basis erklärt sich dann in den späteren Kapiteln, wie sich die Podoätiologie die körpereigenen Regelsysteme zu Nutze macht, die die Haltung beeinflussen.

2.1 Körperbild

„Der Begriff Körperbild resultiert aus der sehenden, gefühlsmäßigen und gedanklichen Vorstellung des Körpers. Das Bewusstsein der eigenen Körperlichkeit umfasst alle körperbezogenen Empfindungen und beschreibt den Erlebniszustand. Ob man seinen Körper als positiv, attraktiv, sportlich usw., oder als negativ, schwach, belastend empfindet, ist verbunden mit Konsequenzen der eigenen Akzeptanz und mit dem daraus resultierenden Verhalten“ (Häfelinger & Schuba, 2002, S.11). Das Körperbild ist also abhängig von dem, wie die Person sich selber wahrnimmt und verankert mit dem Selbstbewusstsein und dem Annehmen des eigenen Körpers. Wie wichtig ein gesundes Körperbild ist, wird an Personen mit einem gestörten Körperbild deutlich. Bei Patienten mit Anorexie liegt so eine Störung vor. Sie können noch so abgemagert sein, trotzdem sehen sie sich immer als zu dick, wenn sie in den Spiegel schauen und auch in ihren gedanklichen Vorstellungen ist der Körper permanent aufgequollen und fett. Das Körperbild ist ein Bestandteil eines umfassenden Körperkonzeptes und nimmt im Laufe des Lebens vielfältige soziale und ästhetische Normen auf und erweitert damit die bildhafte Vorstellung, die das Individuum von seinem Körper macht

Ein gesundes Körperbild ist also ein Resultat aus Erfahrungen und Erlebnissen, so dass die Entstehung, sowie bei Bedarf die Behandlung, vor allem auf der psychologischen Ebene anzuordnen ist. Hier kann die Podoätiologie nur indirekt eingreifen. Wie oben schon erwähnt, wird einer schlechten Haltung umgangssprachlich auch ein schlechterer Charakter zugeordnet. Ein krummer Hund ist eben ein schlechter Mensch und so verschlimmert sich zu der körperlichen Unstimmigkeit auch noch das psychische Körperbild. Wie es dazu kommen kann wird an einem Beispiel von jungen Frauen

deutlich. Mädchen mit mangelndem Selbstbewusstsein versuchen in der Pubertät die heranwachsende Brust zu verstecken, indem sie die Schultern nach vorne nehmen und damit den Rücken rund machen. Sie versuchen so eventuelle Bemerkungen von Mitschülern zu vermeiden, da sie sich verbal nicht ausreichend selbstbewusst verteidigen können. Mit diesen Versteckungsversuchen ist nicht nur ein kleiner Körperteil beeinflusst, sondern das ganze Verhalten wird in Mitleidenschaft gezogen. Aus der physischen Veränderung (heranwachsende Brust) ist ein psychisches Problem (mangelndes Selbstbewusstsein / Minderwertigkeitskomplex) geworden und dann wieder zu einer physischen Beeinträchtigung (krummer Rücken durch Abwehrhaltung). Da der krumme Rücken wieder ein Manko des Idealbildes ist, sinkt das eigene Körperbild weiter in der persönlichen Wertung. Um diesem Verlauf entgegenzuwirken benötigt es eine Stabilisierung des Selbstbewusstseins. Dieses kann auf verschiedenen Wegen passieren. In besonders schlimmen Fällen hilft eine psychologische Betreuung. Aber auch durch den Sport können die nötigen positiven Erfahrungen der körperlichen Leistungsfähigkeit gemacht werden, so dass es keinen Anlass mehr gibt, den erfolgreichen Körper zu verstecken. Die Podoätiologie kann mit Hilfe der propriozeptiven Stimulation von Muskelketten die Körperhaltung aus der Krümmung wieder aufrichten, ohne dass auffällige Maßnahmen ergriffen werden müssen. Eine aufrechte, selbstbewusste Haltung wird dadurch möglich gemacht.

2.2 Körperschema

Im Gegensatz zum Körperbild „...beinhaltet der Begriff Körperschema die Vorstellung der Lage des Körpers und der Körperteile zueinander“ (Häfelinger & Schuba, 2002, S.11).

Das Körperschema ist überwiegend unbewusst und gilt als Kontrollinstanz, mit der alle Lageveränderungen verglichen werden. Es wird gebildet, indem eine konkreten Auseinandersetzung des Ichs mit der Umwelt stattfindet und verändert sich durch entsprechende Informationen aus dem Körper (körpereigene Regulationsmechanismen s. Kapitel 3.1) oder der Umwelt (äußere Einflüsse s. Kapitel 3.2).

Da die inneren Abläufe des Körpers permanent auf die Umwelt reagieren müssen (in Form von Temperaturregelung, muskuläre Anpassung an Belastungen, Reflexe etc.), stellt dieses den einen Teil zur Ausprägung des Körperschemas dar.

Mit der Pubertät ist die Ausprägung des Körperschemas relativ abgeschlossen, es bleibt aber nicht konstant. Faktoren wie Training, Bewegungsmangel, einseitige Belastung, Krankheit, Alterungsprozess, Schockwirkungen können zu störenden oder verändernden Reaktionen führen (Röthig, Becker, Carl, Kayser, Prohl (Hrsg.). Sportwissenschaftliches Lexikon. Körperschema. 1992, S. 259). Diese äußeren Einflüsse auf das Körperschema werden in Kapitel 3.2 noch ausführlich behandelt und sind der zweite nötige Teil zur Bildung des Körperschemas. Hier wird dann auch die Podoätiologie eingeordnet, da sie durch einen externen Faktor (propriozeptiv Muskelketten stimulierende Einlagen) auf das Körperschema – die Haltung – Einfluss nimmt.

Das Institut für angewandte Pädagogik I.F.A.P. in Graz hat sich mit diesem Thema detailliert auseinandergesetzt. Die Aspekte Wahrnehmung, Motorik, Selbstkonzept, Emotion und räumliche Orientierung greifen in das Körperschema ein. Die folgende Grafik (Abb. 2.1) macht dieses deutlich:

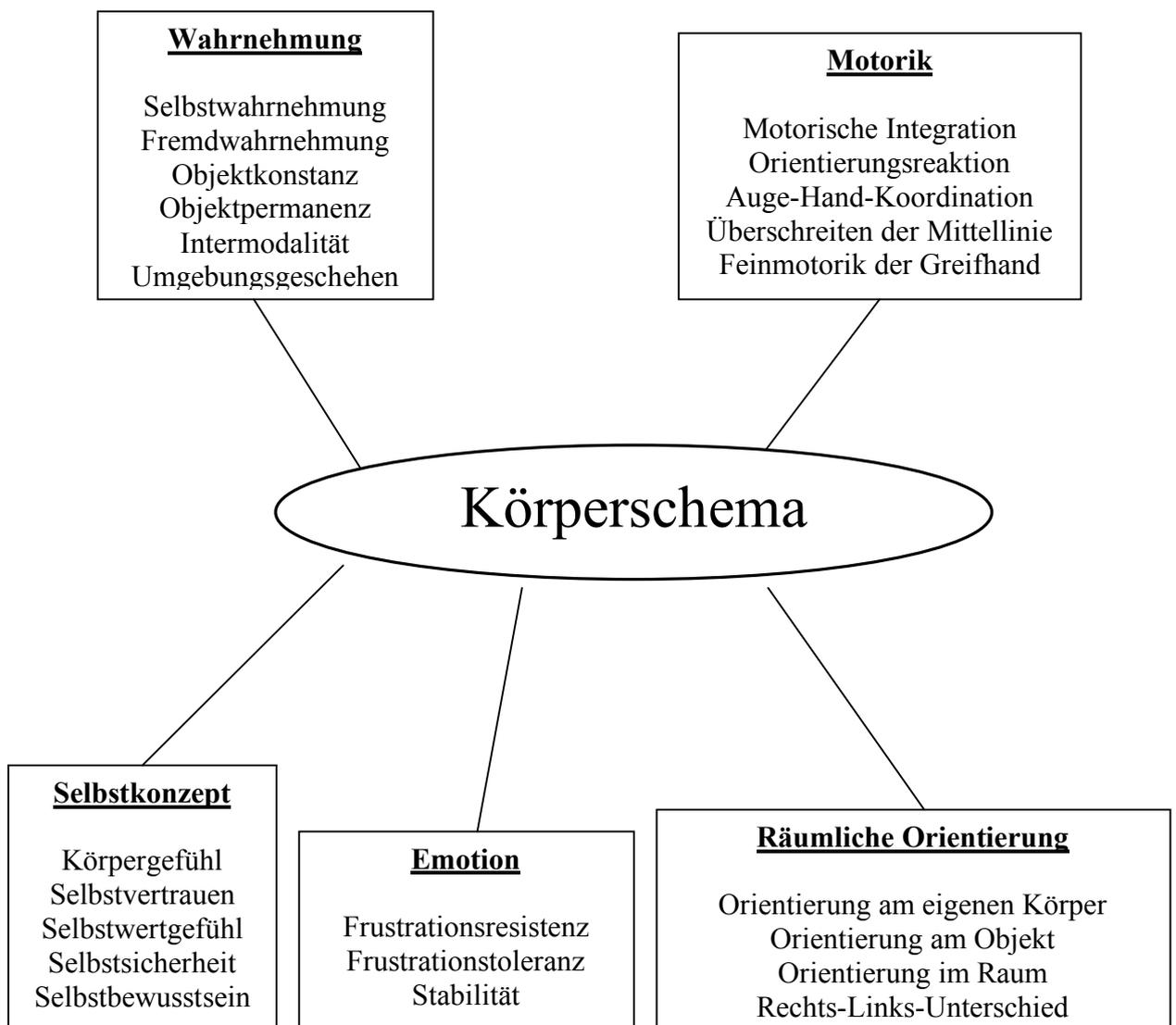


Abb.2.1: Körperschema

(www.ifap.com/en/koerperschema1.gif, Zugriff am 11.Juli.2004)

In den folgenden Ausführungen sollen die einzelnen Aspekte aus der Grafik, die zur Bildung des Körperschemas führen, beschrieben werden. Die Faktoren, die für die Podoätiologie von besonderer Bedeutung sind, werden ausführlicher dargestellt.

Wahrnehmung

Jede Wahrnehmung des Körpers ist an Gefühle und Empfindungen (Freude, Ärger, Zustimmung, Ablehnung) gekoppelt. Selbstwahrnehmung und Fremdwahrnehmung spielen dabei eine zentrale Rolle.

Die „Körperwahrnehmung basiert im starken Maße auf einer Mischung aus Bewegungserfahrung und Kenntnisse über den eigenen Körper. Auf Grund der Vermittlung der Sinnesorgane erhält unser Bewusstsein Informationen bezüglich der Umwelt und von den Vorgängen in unserem Körper“ (Häfelinger & Schuba, 2002, S.11). Es ist also wichtig, über Bewegung Erfahrungen mit dem Körper zu machen, um ihn genau kennen zu lernen. Dieses ist häufig schwieriger, als es sich anhört. Auch Feldenkrais (1968, S.44) beschreibt dieses Phänomen: „Wenn einer sich flach auf den Rücken legt und systematisch versucht, seinen ganzen Körper zu spüren oder gleichsam auf ihn zu hören, d.h. wenn er seine Aufmerksamkeit jedem Teil und Glied seines Körpers einem nach dem anderen zuwendet, so wird er feststellen, dass sich die einen leicht erspüren lassen, während andere sozusagen stumm oder dumpf und außerhalb seiner Wahrnehmung bleiben. So ist es z.B. leicht, die Fingerspitzen oder die Lippen zu spüren, aber schon viel schwieriger sich seines Hinterkopfs – im Nacken, zwischen den Ohren – innezuwerden“. Häufig aktive Teile des Körpers werden also stärker wahrgenommen als andere und dieses ist von Person zu Person verschieden. Es wird deutlich, dass eine ausgeprägte Bewegungserfahrung wichtig ist für die Körperwahrnehmung, um dann auch die persönlichen Belastungsgrenzen definieren zu können. Schmerzen und Verletzungen treten nicht selten nach Überbelastungen auf, welche durch eine realistische Körperwahrnehmung hätten verhindert werden können. Es wird klar, wie wichtig die Körperwahrnehmung für das tägliche Leben ist. Große Probleme entstehen erwartungsgemäß bei Störungen dieses Systems. Im

„Sportwissenschaftlichen Lexikon“ (Röthig et al., 1992, S.552) wird das wie folgt beschrieben:

„Bei Wahrnehmungsstörungen verringert sich die Stabilitätsregulation der Muskulatur im Stehen oder in anderen Balancesituationen, denn die verschiedenen Sinnesrezeptoren (visuelle und vestibuläre Rezeptoren, Mechanorezeptoren der Haut, Muskelspindeln) liefern unterschiedliche Informationen bezüglich der momentanen Körperstellung im Raum. Als Beispiel dafür lassen sich die bekannte Standunsicherheit bei geschlossenen Augen und der sog. physiologische Höhenschwindel anführen, der neuerdings als visuell ausgelöste – Destabilisierung der aufrechten Haltung gedeutet wird. Diese Destabilisierung tritt dann ein, wenn der Abstand zwischen Auge und den nächsten statischen Strukturen im Gesichtsfeld eine kritische Grenze übersteigt. Kopf- und Körperschwankungen werden ohne Fixation eines nahen Gegenstandes infolge zu kleiner und somit unterschwelliger retinaler Bildwanderungen visuell nicht registriert und folglich auch nicht korrigiert. Es besteht ein sog. intersensorischer Konflikt zwischen der visuellen Meldung über scheinbare Stabilität und den vestibulären und somatosensorischen Informationen über eine Körperschwerpunktverschiebung (Schwankung). Die Folge ist eine Stand-Destabilisierung mit Sturzgefahr“.

Es zeigt sich also, dass eine Wahrnehmungsstörung die Verletzungsgefahr steigen lässt. Rost et al. (1995, S. 315) beschreiben hier v.a. die Folgen vom Ausfall der visuellen Rezeptoren, die eine starke und sofort spürbare Auswirkung haben. Wie groß der Einfluss von vestibuläre Rezeptoren, Mechanorezeptoren und Muskelspindeln ist und wie dieses reguliert werden kann, wird in Kapitel 3 noch beschrieben.

Die Körperwahrnehmung ist damit in der Sportrehabilitation ein wichtiger Punkt. So sollten „wegen der großen Bedeutung der Körperwahrnehmung, sowohl für das motorische Lernen als auch für die adäquate Selbsteinschätzung unter körperlicher Belastung, ... Wahrnehmungs- und Koordinationsübungen am Anfang der Sporttherapie einen zentralen Stellenwert einnehmen“.

Welche Rolle die hier angesprochene Koordination in diesem Zusammenhang spielt, soll in dem nächsten Kapitel näher beleuchtet werden.

Motorik

Für das Körperbewusstsein sind eine koordinierte Motorik und ein koordiniertes Bewegungsmuster von entscheidender Bedeutung (Häfelinger & Schuba, 2002). Die Motorik und dessen Unterkategorien haben einen starken Einfluss auf das Körperschema. Wenn die Motorik gestört und diese Störung sichtbar ist, wie z.B. das Nachziehen eines Beines nach einer nervalen Störung, erhält die betroffene Person musternde Blicke aus der Umwelt und der Teufelskreis des Körperschemas der Angst greift (Abb. 2.2, S.19).

Die Qualität der Motorik steigt mit einer guten Koordination. Da auch die Propriozeption zu einer der Unterkategorien der Koordination gehört, soll diese intensiv beleuchtet werden.

„Koordinative Fähigkeiten sind auf Bewegungserfahrungen beruhende Verlaufsqualitäten spezifischer und situationsgemäßer Bewegungssteuerungsprozesse“ (Martin/Carl/Lehnertz, 1993, S. 57). Für die Koordination ist also auch wieder die Bewegungserfahrung wichtig, wie bei der Körperwahrnehmung. Die Koordination zeichnet sich dadurch aus, dass die Bewegungserfahrungen in ihrem Verlauf gespeichert und gesteuert werden. Diese Bewegungserfahrung ist das Zusammenspiel von muskulären Abläufen in einer bestimmten Abfolge. Um Koordination nachzuweisen, werden insbesondere die Präzision und die Ökonomie einer Bewegung ausgewertet. Zu deren objektiven Messung eignen sich die Elektromyographie, das Erfassen des Gleichgewichtsverhaltens mit Hilfe von Kraftmessplatten und motorische Tests.

Gut ausgeprägte koordinative Fähigkeiten bewirken zudem durch das Erleben von vielseitigem, variationsreichen und kreativem Üben nicht nur gute Körpergefühle, sondern auch Freude und neue Bewegungsqualitäten, so dass das Verletzungsrisiko

verringert werden kann. Daher nimmt die Koordination im Allgemeinen und Propriozeption im Besonderen einen hohen Stellenwert für die Gesundheit ein (Häfelinger & Schuba, 2002) und ist die Säule der podoätiologischen Therapieform.

Das Perfektionieren der eigenen Koordination, aber auch die Koordination mit anderen Menschen ist das Ziel vieler Sportler. In jeder Mannschaftssportart wird im Techniktraining versucht, die eigenen Bewegungsabläufe besser zu koordinieren, um ein möglichst gutes Ergebnis zu bekommen. Aber auch die Koordination der einzelnen Sportler einer Mannschaft untereinander wird geübt, damit ein reibungsloser Spielablauf mit möglichst wenigen Fehlpässen, wie z.B. beim Fußball, erreicht wird. Am deutlichsten wird dieses am Beispiel des Formationstanzes:

Hier müssen 16 Tänzer koordinativ so gut geschult sein, dass sie 5 verschiedene Tänze perfekt beherrschen. Jede Kopfbewegung, jede Arm-, Bein-, ja sogar Fingerbewegung ist festgelegt auf die einzelnen Taktschläge der Musik. Da eine Tanzformation aus 8 Paaren besteht, müssen die einzelnen Tänzer sich mit ihrem Tanzpartner koordinativ so im Einklang befinden, dass Griffe, Schrittlängen, Armhaltungen optimal aufeinander abgestimmt sind. Damit daraus zudem eine Formation wird, müssen nun die 8 Paare koordinativ aufeinander abgestimmt werden, denn nur so werden die geometrischen Formierungen, die aus den 8 Paaren gebildet werden, möglich. Nun ist Formationstanz nicht nur eine Aneinanderreihung von verschiedenen geometrischen Bildern, sondern mit der Musik und den Ausführungen soll meistens noch eine Geschichte erzählt werden, so dass es auf die Koordination der Bilder untereinander und deren Abstimmung auf die Musik ankommt. Koordination ist in diesem Sport alles und scheint in alle Richtungen denkbar und nötig zu sein. Nur mit langem und intensivem Training können hier akzeptable Resultate erreicht werden. Wie Häfelinger & Schuba (2002) oben beschrieben haben, bewirkt eine gut ausgeprägte koordinative Fähigkeit Freude an der Bewegungserfahrung. Dieses erklärt, warum der Mensch permanent versucht, sein eigene Koordination und die Koordination mit anderen zu perfektionieren.

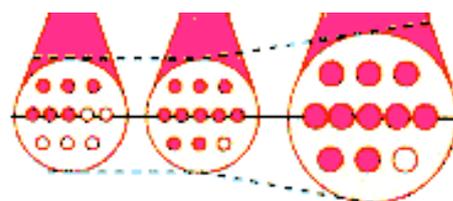
Betrachten wir nun weiter die inneren Abläufe eines Körpers:

Physiologisch unterscheidet man intramuskuläre und intermuskuläre Koordination.

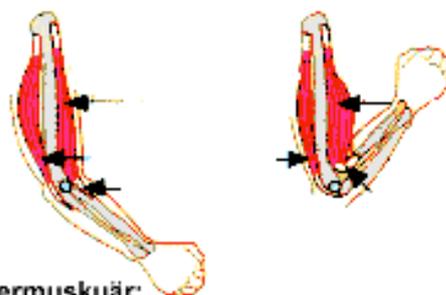
Damit die intra- und intermuskuläre Koordination ablaufen kann, sind Beweglichkeit und Plastizität von Nervenprozessen erforderlich, da die Koordination von Muskeltätigkeit bei der Ausführung von Bewegungen eine Aufgabe des zentralen Nervensystems ist.

Mechanorezeptoren (Muskelspindeln, Golgi-Organ) kontrollieren über Reflexsysteme den Spannungs- und Längenzustand der Muskeln. „Diese Reflexe laufen über das Rückenmark (spinale Motorik), so dass höhere motorische Zentren (Gehirn) gewissermaßen für andere Aufgaben <geschont> werden, aber dennoch als übergeordnete Instanzen die Spinalmotorik kontrollieren“ (Knebel, 1994, S. 47).

Die intramuskuläre Koordination, mit der abgestimmten Aktivierung motorischer Einheiten, ist für die Ausgewogenheit und Zielgerichtetheit von Muskelreaktionen, gleich welcher Qualität, von besonderer Bedeutung. Sie bezieht sich auf das Zusammenwirken von Nerv und Muskel innerhalb eines Muskels.



**Intramuskulär:
Krafttraining
aktiviert immer mehr Muskelfasern**



**Intermuskulär:
besseres Zusammenwirken der beteiligten
Muskeln**

Abb. 2.2 Muskuläre Koordination

(www.sportunterricht.de/lksport/intermusk.html, Zugriff am 20.07.2004)

Die intermuskuläre Koordination bezeichnet das ausgewogene Zusammenwirken zwischen Muskeln oder Muskelgruppen (zwischen Agonisten und Antagonisten oder Synergisten). Es beschreibt also die Kooperation verschiedener Muskeln.

Da in dieser Untersuchung der Einsatz und die Funktion von Muskelketten eine der tragenden Säulen für die podoätiologische Therapieform ist, bekommt die intermuskuläre Koordination besonderes Augenmerk.

Es liegt dann eine intermuskuläre Koordination vor, wenn es zu einer ausgewogenen Zusammenarbeit von beteiligten Muskeln eines Bewegungsablaufes kommt, d.h. wenn mehrere Muskeln innerhalb einer Kette ihren Tonus und damit den Bewegungsablauf miteinander koordinieren. Dabei geht es einerseits um die Abstimmung von Agonist und Antagonist und andererseits um die dosierte Aktivität mehrerer, synergetisch arbeitender Muskeln. Diese Funktionsweise ist für den Einsatz der Podoätiologie zwingend notwendig, welches in Kapitel 3.1.2 noch verdeutlicht wird. „Eine gut ausgeprägte intermuskuläre Koordination verbraucht weniger Energie und vergrößert die Leistungsfähigkeit. Die Bewegungskontrolle wird präziser, flüssiger und harmonischer“ (Häfelinger & Schuba, 2002, S. 14). Diese Form der Muskelabstimmung schützt den Körper auch vor Verletzungen durch ungeschickte Bewegungen. Die vom Zentralnervensystem benötigten Informationen über die koordinierten Bewegungsabläufe erhält dieses von körpereigenen Rezeptorensystemen.

Räumliche Orientierung

Die Lage des Körpers und der Körperteile zueinander wird über die Informationen von spezifischen, inneren und äußeren Reizen bestimmt.

Die äußeren Reize (oder Exterozeptoren) werden auch mit Oberflächensensibilität beschrieben. Hierbei handelt es sich um Sinnesfühler, die der Aufnahme von Reizen aus der Umwelt, die auf die Körperoberfläche treffen, dienen.

Die inneren Reizempfänger oder Interozeptoren empfangen Informationen über die Stellung und Bewegung der Gelenke und verarbeiten diese. Mittels jenes auch als Tiefensensibilität oder Propriozeption bezeichneten Vorganges orientiert sich der Körper im Raum. Da die Propriozeption für die Podoätiologie die zentrale Rolle spielt, wird in Kapitel 3 zunächst die Podoätiologie im Allgemeinen beschrieben. In Kapitel 3.1 werden dann die körpereigenen Regulationsmechanismen des Körperschemas und hier besonders die Propriozeption im Detail aufgezeigt.

Selbstkonzept + Emotion

In dem Buch „Körperschema der Angst“ von Feldenkrais wird beschrieben, wie das Körperschema mit der Haltung direkt zusammenhängt. Ein ängstlicher Mensch habe eine chronische Kontraktion der Beugemuskeln an der Vorderseite des Rumpfes, einen abgeflachten Thorax und damit eine behinderte Atmung. Dieses sei eine chronische, entwicklungsbedingte Form eines sehr alten Schutzreflexes beim Fallen, Erschrecken Angst oder Bedrohung. Der Körper reagiert in solchen Situationen unwillkürlich mit einer Beugung des Körpers, dem Zusammenziehen der Muskulatur und dem Anhalten der Atmung (Wohak, B. (2009). *Das Körperschema der Angst auflösen. Schwertarbeit als Empowerment für Traumaopfer*. Zugriff am 08. Juni 2010 unter www.aiki-zen.de/pdfs/interview_zu_empowerment.pdf.) Mit der gebückten Haltung sinkt das Selbstwertgefühl und die Emotionen Angst und Frustration werden zu häufigen Begleitern. Personen mit einem hohen Selbstvertrauen zeigen eine gerade und offene Haltung, die dann wieder als attraktiv wahrgenommen wird.

Es ist also ein Teufelskreis:

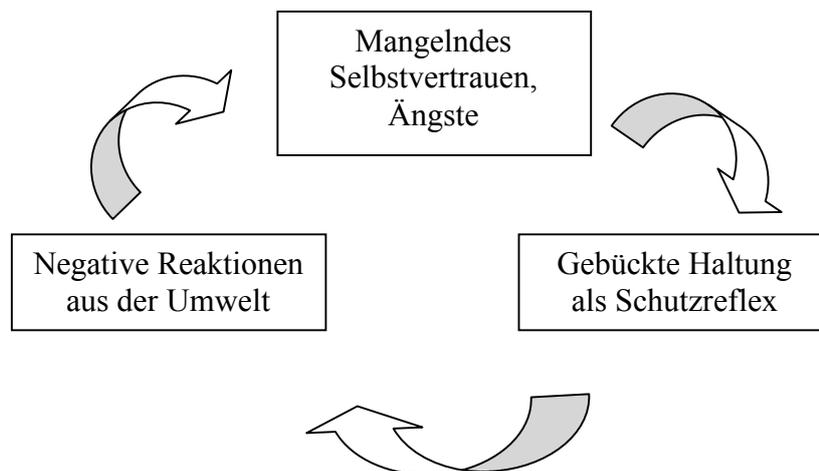


Abb. 2.3: Teufelskreis Körperschema der Angst

Ziel ist es, ein gesundes Körpergefühl zu bekommen, so dass die Person mit dem entsprechenden Selbstvertrauen selbstsicher auftritt und so eine innere Stabilität erreicht, die sie gegen Frustration resistent macht.

3 Podoätiologie

Der von Lydia Aich geschützte Begriff „Podoätiologie“ bedeutet „Podo“ - der Fuß und „Ätiologie“ - die Ursachenlehre. Es ist ein Verfahren, dass über die muskulären Veränderungen an der Fußsohle ursächliche Körperfehlstellungen korrigiert. Wie sich Aich in Deutschland mit dieser Therapiemöglichkeit befasst hat, haben andere dieses vor ihr v.a. in Frankreich und den Niederlanden getan.

Der Vorreiter war Dr. René J. Bourdiol, geboren in Algerien, gelebt und 2003 gestorben in Paris. Er hatte dort Medizin studiert, Schwerpunkten Psychiatrie und Neurologie, und war lebenslanges Mitglied der Akademie der Wissenschaft, New York. Bourdiol entwickelte die Podo-Orthesiologie und veröffentlichte dieses 1980 in seinem Buch „Pied et Statique“ (Fuß und Statik). Auf seinen Forschungen stützen sich alle später weiterentwickelten und / oder spezialisierten Verfahren, so auch die Podoätiologie oder auch Podologie.

Zur begrifflichen Einsortierung: Podologie beschreibt in Deutschland die Fußpflege, wogegen in den Niederlanden mit Podo-Orthesiologie und Podologie Therapieformen zur Korrektur von Fehlhaltungen gemeint sind (Breukhoven, K. J., 1996. *Podo-Orthesiologie / Posturale Therapie*. Zugriff am 19. Juni. 2004 unter www.mcvsa.nl/index.php?pip=3&f=1&tl=dutch).

Ein weiterer großer Vertreter dieser Korrekturmöglichkeit ist Prof. Karel Breukhoven, der eng mit Bourdiol zusammengearbeitet und in den Niederlanden die Podo-Orthesiologie verbreitet hat (te Hamsel, I. 2004. *Podo-Orthesiologie in Deutschland*. Letzter Zugriff am 19. Juni 2004 unter www.podoorthesiologie.de/pages/entwick.htm).

Unabhängig von den Begrifflichkeiten – bei allen Bezeichnungen wird versucht, über die propriozeptive Stimulation an den Fußsohlen Muskelketten so einzustellen, dass der Körper wieder in eine optimale Position kommt und Fehlhaltungen vermindert werden.

An der nicht übereinstimmenden Benennung der Therapieform erkennt man, dass es sich um ein neueres Verfahren handelt, wobei Bourdiol und Breukhoven ihr Augenmerk auf die Neurologie, Aich auf die Orthopädie legt. Allen Verfahren gleich ist der Wirkungsweg Propriozeption und das Ziel, Schmerzen zu beheben, die durch eine falsche oder veränderte Körperhaltung ausgelöst werden muskuläre Dysbalancen sorgen für falsche Fußstellung, falsche Arbeitshaltung, Beinlängenunterschiede und Schonhaltungen. Um diesen entgegenzuwirken sollen die Symmetrien des Körpers wieder hergestellt und somit eine Schmerzreduktion erlangt werden.

Aufgrund der verschiedenen Methoden und unterschiedlichen Ansatzpunkte wird im Folgenden beschreiben, wie der Ablauf mit jedem Probanden der Studie aussah.

Vor jeglicher Behandlung steht eine ausführliche und gründliche Befragung des Patienten über sein akutes Schmerzproblem, aber auch über Verletzungen, Operationen und Frakturen aus der Vergangenheit. Alle Informationen, die zu einer muskulären Asymmetrie führen, sind für die späteren Entscheidungen zur Positionierung der Druckpunkte entscheidend. Wichtig ist auch die Information, ob z.B. eine Fraktur die Fehlstellung ausgelöst hat (also ein nicht wieder in den Ursprung zurück zu versetzender Zustand), oder ob nach Schonhaltungen Probleme auftraten, die auf muskuläre Dysbalancen schließen lassen und veränderbar sind. An dieser Stelle kann man häufig schon erkennen, ob die Therapie mit propriozeptiven Einlagen sinnvoll ist oder nicht.

Nach dem Gespräch entkleidet der Proband die Füße und es wird ein dynamischer Fußabdruck genommen (vgl. Abb.3.1). Hierzu verwendet man ein Blauabdruckgerät. Dieses liegt flach auf dem Boden. Die Rückseite der späteren Kontaktfläche ist mit frischer Tinte bestrichen, darunter liegt ein weißes Blatt Papier. Wenn der Patient dann über das Blauabdruckgerät läuft und mit einem Fuß dabei auf die Kontaktfläche tritt,

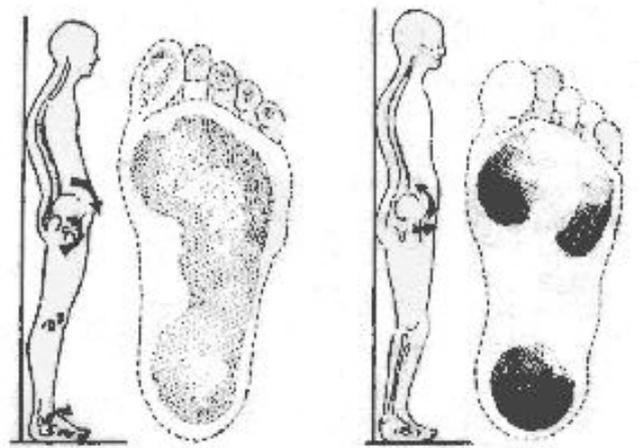


Abb.3.1: Körperhaltung /Fußabdruck

(www.myer-heilpraktiker.de/fuss.gif Zugriff am 19.07.2004)

kann man den Bodenkontakt und damit die Druckverteilung des Fußes in Position und Intensität in der Dynamik auf dem bedruckten Papier ablesen. Bourdiol erkannte die Zusammenhänge von Fußabdruck mit der Körperhaltung, so dass man anhand des Blauabdruckes Fehlstellungen ableiten kann. Da immer Ausnahmen die Regel bestätigen, ist der dynamische Fußabdruck nur ein Hinweis auf zu erwartende Körperhaltungen und ein Indikator für Schonhaltungen. In einem Beispiel soll aufgezeigt werden, was man aus einem Fußabdruck ableiten kann:

Bei normalem Abrollverhalten des Fußes ohne Schonhaltung setzt als erstes die Ferse auf, die Druckverteilung geht weiter über die Außenkante des Fußes, dann vom kleinen Zeh zu den anderen Zehen und als letztes rollt der Großzeh ab, der damit den letzten Bodenkontakt dieses Fußes hat. Solch ein Abrollverhalten ist aber nur möglich, wenn das Fußgelenk, das Kniegelenk und das Hüftgelenk ohne Einschränkungen arbeiten. Damit beim Abrollverhalten der äußerste Punkt (der kleine Zeh) richtig belastet wird, ist eine gute Beweglichkeit in der Hüfte erforderlich. Liegen hier Defizite vor, bekommt man bei einem Patienten mit Hüftproblemen meistens keinen Abdruck vom kleinen Zeh, da durch die Schmerzen das Gelenk geschont wird und die Bewegungen auf ein Minimum reduziert werden.

Anhand solcher funktioneller Zusammenhänge lassen sich mehrere Problemstellungen und Asymmetrien herleiten, wie z.B. Knieproblematiken, spezifische Beckenstellungen etc.. Allerdings darf man nicht ausschließlich auf den Fußabdruck verlassen. So könnten bei den Probanden aus dem obigen Beispiel gar keine Hüftbeschwerden vorliegen, sondern er hatte mal den kleinen Zeh gebrochen oder häufig zu enge Schuhe getragen, so dass der fünfte Zeh nicht neben dem vierten liegt, sondern etwas darüber. D.h., dass zwar bestimmte dynamische Druckverteilungen Hinweise auf Körperstellungen geben können, aber diese nicht immer den tatsächlich vorhandenen Gelenkstellungen entsprechen und überprüft werden müssen.

Daher wurde dann im nächsten Schritt die Körperhaltung palpatorisch abgetestet. Hierfür entkleidete sich der Patient so weit, dass nur die Unterhose angezogen wurde.

Er stellte sich dann auf einen 2D-Fußscanner. Der Scan der Fußsohle mit den später bestimmten Korkteilchen zum Auslösen des propriozeptiven Reflexes erfolgt zwar erst ganz am Schluss, die Vermessung wird aber gleich auf dem Scanner durchgeführt, so dass der Patient sich nicht mehr bewegen muss. Falsche Druckpunkte und damit verfälschte Ergebnisse minimiert diese Vorgehensweise.

Palpiert werden

- 5 die Beckenknochen, um vorliegende Beckenfehlstellungen festzustellen,
- 6 die Hüftköpfe (auf Außen- bzw. Innenrotation überprüft),
- 7 die Patella zur Bestimmung der Beinachsenstellung (X- bzw. O-Beine),
- 8 die Wirbelkörper in aufrechter und gebückter Haltung, um die Wirbelsäulenkrümmung abzutesten (evt. Skoliose) und
- 9 die Scapulaspitzen im Hinblick auf eventuelle Höhenunterschiede.

Hinzu kommt eine Untersuchung auf Hohlkreuz, Rundrücken, Flachrücken und Fußgelenkstellung.

Damit die Körperstellung aber auch objektiv bestimmt werden kann, wird eine Aufnahme des Rumpfes mit Hilfe eines 3D-Oberkörper-scanners durchgeführt, der die Lage und Position der Wirbelkörper und Beckenstellung röntgengenau feststellen kann. In dem Kapitel 4.2 Untersuchungsplan ist die Funktion des 3D-Scanners noch ausführlicher erklärt.

Aufgrund der bis dahin gesammelten Ergebnisse werden dann unter den Füßen speziell geformte Teile als Druckpunkt gelegt. Diese Teile sind vom Material erst mal unabhängig, solange dieses über ausreichende Rückstellkraft verfügt. Daher wird meistens Kork in einer Dicke von 1-4 mm verwendet. Entscheidend ist bei der Positionierung der Teilchen, ob sie auf einen Muskelbauch oder einen Sehnenansatz gelegt werden, da so unterschiedliche Reaktionen ausgelöst werden. Die physiologischen Zusammenhänge von Propriozeption, Rezeptoren und Muskelketten werden im späteren Kapitel 3.1. noch ausführlich geklärt. Nach der Positionierung erfolgt nochmals ein 3D-Scan zur Überprüfung der Richtigkeit und ob sich schon eine leichte Verbesserung der Körperstellung über reflektorische Bahnen eingestellt hat. Wird eine schlechtere Körperhaltung festgestellt, müssen die Korkteile anders positioniert werden, bei einer Verbesserung werden die Fußsohlen eingescannt, um das verbesserte Ergebnis festzuhalten. Anhand des Fußscans wird eine Einlage hergestellt,

auf der die Korkteile fix positioniert sind, so dass sich während des Tragens durch die fortwährenden Reize die Körperhaltung verbessert. Nach ca. 4-6 Wochen und nach 6 Monaten erfolgt ein Kontrolltermin, bei dem dann nicht mehr erforderliche Korkteilchen entfernt oder andere dem jetzigen Stand der Körperhaltung angepasst werden.

Ziel der Bemühungen ist das Erreichen einer optimalen und damit schmerzfreien Körperhaltung.

Zunächst soll aber geklärt werden, was unter einer optimalen oder geraden Haltung überhaupt verstanden wird. Die Podoätiologie und Podo – Orthesiologie stellt den Anspruch, für den Patienten „seine eigene optimale Haltung (wieder) zu finden“ (te Hamsel, I. 2004. *Das Prinzip Podo-Orthesiologie*. Zugriff 19. Juni 2004 unter www.podoorthesiologie.de/pages/prinzip/html.) und dadurch Schmerzen zu lindern. Hierzu gibt es verschiedene Ausführungen.

Schramm, J. (2010, S. 9) diskutiert diesen Punkt in seiner Studie von 2010 und kommt zu folgendem Schluss: „Die Körperstatik des stehenden Menschen beschreibt den Zustand, in dem der Körper eine möglichst geringe Pendelbewegung um einen Punkt vollzieht, in dem sich alle auf den Körper einwirkende Kräfte ausgleichen und somit ein Optimum der Ökonomisierung aller Steuerungsprozesse erreicht wird“.

Man kann also nicht wie häufig beschrieben den Körper als statisches Gebilde betrachten, da man ansonsten die permanent auf den Körper einwirkenden Kräfte nicht berücksichtigen würde. „Die Wechselbeziehung zwischen der Spannung und der Muskulatur einerseits und der Schwerkraft andererseits lassen aufs Neue erkennen, dass jede Bewegung niemals ein isoliertes Geschehen darstellt, sondern vielmehr stets nur als Ausdruck einer Gesamtkörperleistung, an der besonders die Rumpfmuskulatur beteiligt ist, zu werten ist“ (Tittel, 2003, S.109).

Auch Feldenkrais (1968, S.107) war 1968 schon der Auffassung, dass die so häufig beschriebene gerade Haltung nicht richtig ausgedrückt sei, da „gerade“ im geometrischen Sinn statisch ist. „Solange wir das Stehen oder das Sitzen als statische Haltung betrachten, wird es schwer sein, sie im Hinblick auf mögliche Verbesserungen zu beschreiben. Ist es uns um dieses zu tun, so werden wir die Haltungen vom Standpunkt der Dynamik aus untersuchen müssen“. Der Begriff „Körperstatik“ wäre demnach ein Widerspruch in sich, wenn man ihn auf den Menschen bezieht.

Es scheint also immer schwieriger zu werden, die gerade Haltung zu finden. Das Problem ist, dass *gerade* nicht mit *senkrecht* synonym verstanden werden kann und es daher schwer fällt, Messparameter festzulegen, die die optimale Körperhaltung beschreiben. Diese sind für die Überprüfung der erhobenen Daten aber notwendig, da ohne eine Zielvorstellung sich die empirisch errechneten Werte nicht überprüfen und auswerten lassen. Feldenkrais kommt zu dem Schluss, dass dann die Haltung stimmt, wenn trotz des Zugs auf den Knochenbau der Schwerkraft entgegen die Muskeln frei beweglich sind (Feldenkrais, 1968). Diese Aussage mag durchaus richtig sein, ist allerdings für eine empirische Auswertung zu unspezifisch.

Schon von jeher haben sich Mediziner und Anatomen mit dieser Frage beschäftigt.

In diesem Zusammenhang kann man an die...

...Proportionsstudien von Leonardo da Vinci denken...

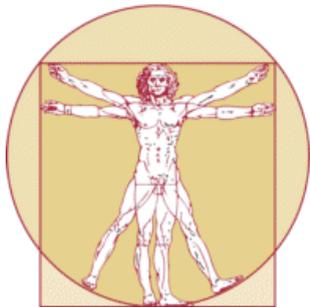


Abb. 3.2: Idealproportionen nach da Vinci

(www.kfo-online.de/gifs/leo.gif. Zugriff am 19.07.2004)

...oder an das Modell eines idealen Skeletts von Albinus aus dem Jahr 1747:

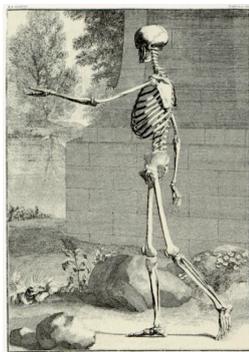


Abb. 3.3: Ideales Skelett von Albinus

(www.udstillinger.dnlb/Udpluk/Images/AlbinusTabAnat1749.jpg. Zugriff am 12.07.2004)



Abb. 3.4: Ideales Muskelkorsett von Albinus

(www.stanford.edu/dept/HPS/WritingScience/etexts/Bender/Col.jpg. Zugriff 12.07.2004)

Auch hier wurde versucht, die ideale Proportion und muskuläre Situation zu finden und darzustellen. Sieht so die optimale Haltung aus? Wenn ja, könnte man leider nur optische Vergleiche ziehen.

Dazu kommt, dass der menschliche Körper ein dreidimensionales Gebilde ist.

In der Kunst wird zum Üben von menschlichen Proportionen häufig ein Holzmodell verwendet.

Es soll eine ausgewogene, harmonische Körperhaltung zeigen. Ob dieses auch physiologisch am geeignetsten ist, ist zu überprüfen.

Der französische Architekt Le Corbusier entwickelte ausgehend von der Teilbarkeit des menschlichen Körpers im Goldenen Schnitt den Modulor für die perfekten menschlichen Proportionen, um dann die Proportionen für



Abb. 3.5: Holzmodell

(www.hql.or.jp/gpd/jpn/www/pnf/body.jpg.

Zugriff am 19. Juli 2004)

die Raumaufteilung, Höhe, Fenstergröße etc. zu entwickeln. Es wird deutlich, dass sich nicht nur die Medizin, sondern auch die Kunst und Architektur mit diesem Problem beschäftigt.

Man braucht also zur Bestimmung der optimalen Haltung Messparameter von allen drei Körperansichten. Hierbei unterteilt man in Körperachsen und Körperebenen.

„Die Körperebenen orientieren sich an drei zueinander senkrecht stehenden Achsen. Die vertikale Achse, die beim aufrechten Stand senkrecht zur Unterlage steht, ist die Longitudinalachse (Längsachse) des Körpers (s. 1 in Abb. 3.6). Dazu senkrecht stehen zwei horizontale Achsen: die sagittale Achse (s. 3 in Abb. 3.6), die von der Körperrückseite zur –vorderseite zeigt und die transversale Achse (s. 2 in Abb. 3.6), die senkrecht zu den beiden anderen Achsen von links nach rechts zeigt. Die vertikale Ebene, die den Körper in zwei näherungsweise gleiche Hälften teilt, heißt Hauptsagittalebene, jede zu ihr parallele Ebene heißt Sagittalebene (s. III in Abb. 3.6). Die vertikale Ebene, die den Körper in eine vorderen und hinteren Teil gliedert und jede

zu ihr parallele Ebene heißen Frontalebene (s. I in Abb. 3.6). Horizontale Ebenen zerlegen den Körper in oben und unten: sie heißen Transversalebene oder Horizontalebene (s. II in Abb. 3.6)“ (Röthig et al. 1992, S. 255).

Der Punkt, in dem sich alle Achsen treffen wird als Schwerpunktzentrum bezeichnet und liegt beim Erwachsenen Menschen im Becken (Schöttl, R. 2004. *Die Cranio-Mandibuläre Orthopädie*. Zugriff am 19. Juli 2004 unter <http://itmr.org/cmo.htm>).

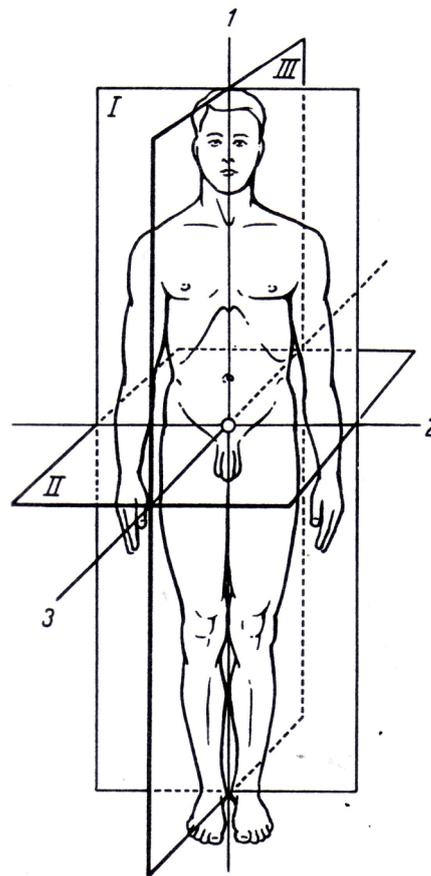


Abb. 3.6: Lage der Ebenen und Achsen des menschlichen Körpers

(Röthig et al. 1992, S.255)

Der Körper muss also nicht nur von einer Seite optimal sein, sondern von allen drei oben beschriebenen Ansichten.

Für eine genaue Beschreibung der Körperverhältnisse wird nicht die optimale Position jedes der über 200 Knochen beschrieben, sondern Proportionsverhältnisse.

Es handelt sich hierbei um eine etwas ausführlichere Darstellung als die von da Vinci, der zu seiner Zeit nicht nur als Künstler, sondern auch als ausgezeichnete Anatom bekannt war.

Im optimalen Fall sind die einzelnen Segmente des Körpers so angeordnet, dass die Muskeln und Bänder die Schwerkraft gut übertragen, so dass die Muskulatur nur noch das labile Gleichgewicht zu stabilisieren braucht, also nur zu einem minimalen Teil an der aufrechten Haltung beteiligt ist (Schöttl, R. 2004. *Die Cranio-Mandibuläre Orthopädie*. Zugriff am 19. Juli 2004 unter <http://itmr.org/cmo.htm>).

„Es ist dies der Fall, wenn in der Sagittalen das Schwerkraftzentrum in einer Linie über den Knie- und Sprunggelenken liegt, und die Schultern und die Ohren in einer Linie über dem Schwerkraftzentrum liegen“ (Schöttl, R. 2004. *Die Cranio-Mandibuläre Orthopädie*. Zugriff am 19. Juli 2004 unter <http://itmr.org/cmo.htm>).

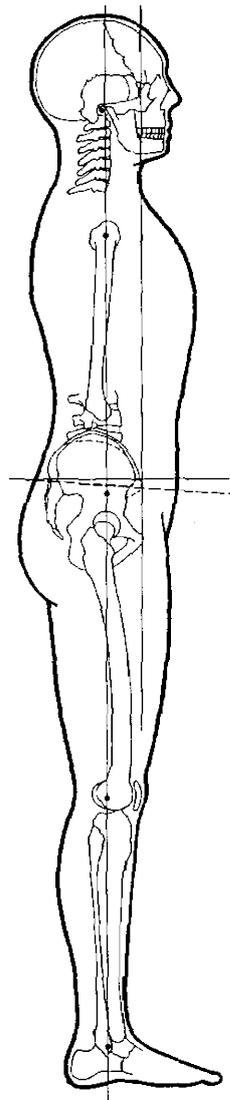


Abb. 3.7: Optimale Körperhaltung sagittal

(Schöttl, R. 2004. *Die Cranio-Mandibuläre Orthopädie*. Zugriff am 19. Juli 2004 unter <http://itmr.org/cmo.htm>)

„Fällt in der Frontalen gleichzeitig das Lot vom Schwerkraftzentrum in der Mitte zwischen beiden Füßen und stehen dabei die Mittellinien des Torso und des Kopfes direkt darüber, so wird die Schwerkraft optimal auf das Skelett übertragen und nur die geringste Beteiligung der Muskulatur ist von Nöten, das heißt, die Muskulatur hat die maximale Leistungsreserve zur Erzeugung von Bewegung, gleichzeitig aber auch das bestmögliche Erholungspotential in Ruhe, da hier nur geringste Aktivitäten zur Erhaltung der Statik gebunden sind“

(Schöttl, R. 2004. *Die Cranio-Mandibuläre Orthopädie*. Zugriff am 19. Juli 2004 unter <http://itmr.org/cmo.htm>).

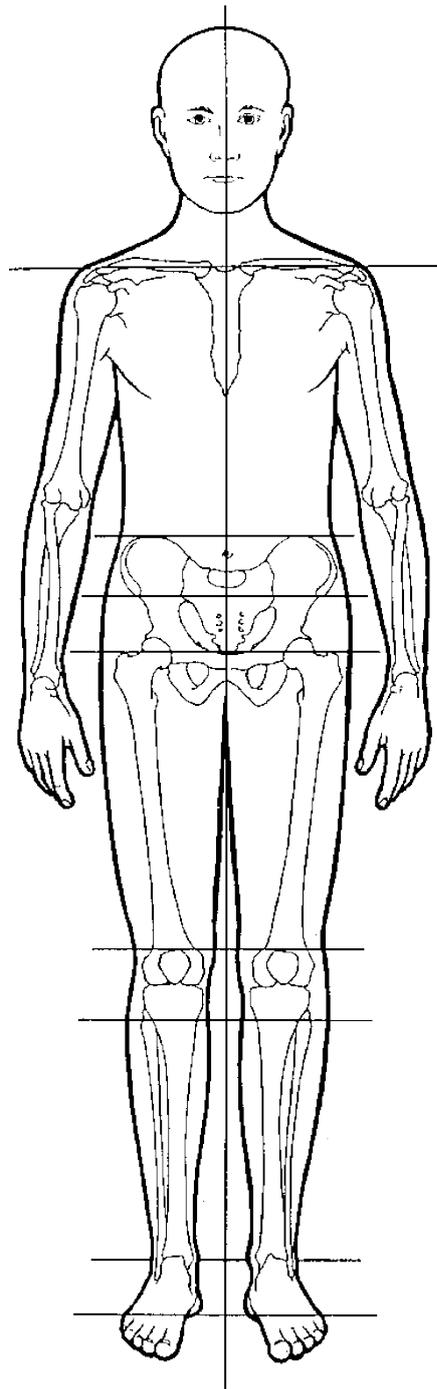


Abb. 3.8: Optimale Körperhaltung frontal

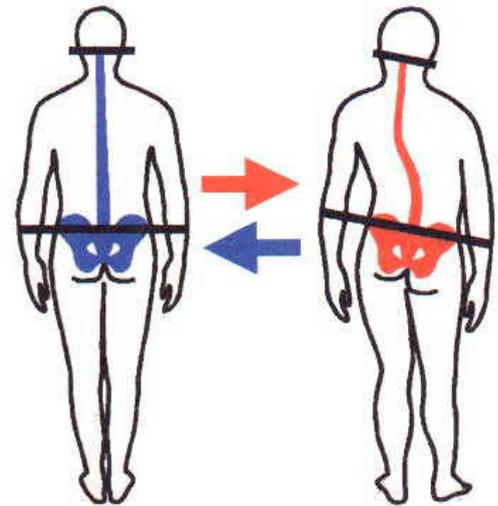
(Schöttl, R. 2004. *Die Cranio-Mandibuläre Orthopädie*. Zugriff am 19. Juli 2004 unter <http://itmr.org/cmo.htm>).

Die optimale Körperhaltung in der Transversalebene ergibt sich, wenn (wie oben beschreiben) das Optimum in der Sagittalebene und Frontalebene gleichzeitig erfüllt sind.

Der Dreh- und Angelpunkt der Körperhaltung liegt im Schwerpunktzentrum, beim Erwachsenen also im Becken. Wenn die Position des Beckens fehlerhaft ist, kann der Rest des Körpers nicht in der Optimalstellung sein. Der menschliche Körper hat die Möglichkeit, durch funktionelle Anpassungen Fehlstellungen, wie z.B. ein schiefes Becken, auszugleichen, welches aber auf Dauer Beschädigungen in einzelnen Segmenten hervorrufen kann.

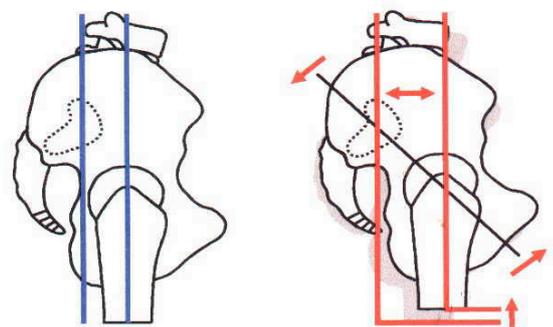
Der sogenannte „Beckenschiefstand“ ist nicht nur eine Fehlstellung, sondern kann unterschiedliche Erscheinungsformen haben. Zum einen gibt es den anatomischen Beckenschiefstand (s. Abb. 3.9), bei dem es knöcherne Unterschiede bei den Beinen gibt. Das Becken kippt zur Seite und die sich anpassende Wirbelsäule bildet die sogenannte „Skoliose“.

Zum anderen tritt häufig der funktionelle Beckenschiefstand auf (s. Abb. 3.10). Da das Becken kein starres Gebilde ist, drehen sich die Beckenschaufeln gegeneinander, wenn durch z.B. einseitige Belastungen ein Ungleichgewicht im Muskeltonus entstanden ist. Die Folge ist, dass Beinlängendifferenzen



*Abb. 3.9: Beckenschiefstand
anatomisch*

*(www.praxis-lahmer.de/Ratgeber/
Beckenschiefstand/patinfo04.jpg.
Zugriff am 19.07.2004)*



*Abb. 3.10: Beckenschiefstand
funktionell*

*(www.praxis-lahmer.de/Ratgeber/
Beckenschiefstand/patinfo02.jpg.
Zugriff am 19.07.2004)*

dadurch provoziert werden, obwohl beide Beine anatomisch gleich lang sind.

Die Wirbelsäule versucht auch in diesem Fall sich anzupassen. Allerdings biegt sich hier die Wirbelsäule nicht nur seitlich, wie bei der anatomischen Beinlängendifferenz, sondern sie verwindet sich zusätzlich in sich und eine Anpassung in allen Segmenten und Gelenken des Körpers wird notwendig (s. Abb. 3.11).

Würde in diesem Fall ein Beinlängenausgleich durchgeführt, wie er bei einer anatomischen Beinlängendifferenz notwendig ist, bekommt der Patient weitere Schmerzen. Hier hakt die Podoätiologie ein. Durch die Optimierung des Muskeltonus über den Einsatz von propriozeptiven Regulationsmechanismen wird versucht, gegen die funktionelle Beinlängendifferenz zu wirken. Ziel ist es, die Verkettung von ungünstigen Muskelspannungen im gesamten Körper zu reduzieren und nach Möglichkeit in den ursprünglichen Zustand zu versetzen, so dass sich alle auf den Körper einwirkenden Kräfte ausgleichen.

Wenn man jetzt noch mal die Aussage von Schramm betrachtet: „Die Körperstatik des stehenden Menschen beschreibt den Zustand, in dem der Körper eine möglichst geringe Pendelbewegung um einen Punkt vollzieht, in dem sich alle auf den Körper einwirkende Kräfte ausgleichen und somit ein Optimum der Ökonomisierung aller Steuerungsprozesse erreicht wird“ (Schramm, 2010, S. 9), kann also einen im

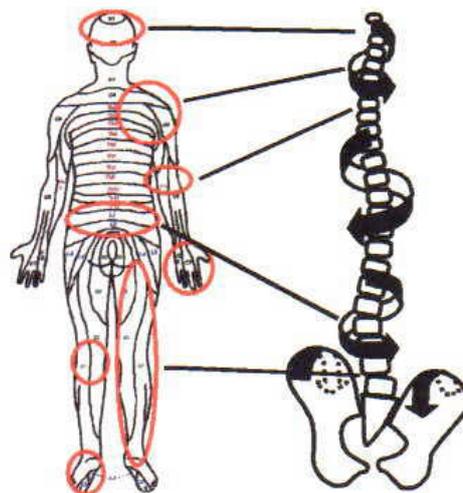


Abb. 3.11: Anpassung der Wirbelsäule

(www.praxis-lahmer.de/Ratgeber/

Beckenschiefstand/patinfo03.jpg. Zugriff am 19.07.2004)



Abb. 3.12 Körper im Gleichgewicht

(www.new-brunswick.net/marcopolo/tallships/thum/mast.jpg.

Zugriff am 19.07.2004)

(www.sanarama.ch/images/sSeilT.jpg. Zugriff am 19.07.2004)

absoluten Gleichgewicht befindlichen Körper eine optimale Haltung zugeschrieben werden. Voraussetzung hierfür ist die Beschwerdefreiheit, da, wie oben angeführt, der Körper Dysbalancen ausgleichen kann und sich dann trotz Schmerzen im Gleichgewicht befindet.

Aus den Ausführungen wird deutlich, was die optimale Haltung beschreibt und welche Parameter dafür stehen. Man kann die in Abb. 3.13 gezeigte Körperhaltung nun nicht nur als subjektiv „schief“ ansehen, sondern auch genaue Punkte festmachen.

Mit solchen festgelegten Punkten wird dann auch bei der Auswertung der erfassten Daten gearbeitet. Der für die Studie verwendete 3D-Rückenscanner der Firma Diers International liefert dazu röntgengenaue Bestimmungen von relevanten Körperpunkten, welches bei der Beschreibung des Untersuchungsaufbaues noch ausführlich beleuchtet wird.

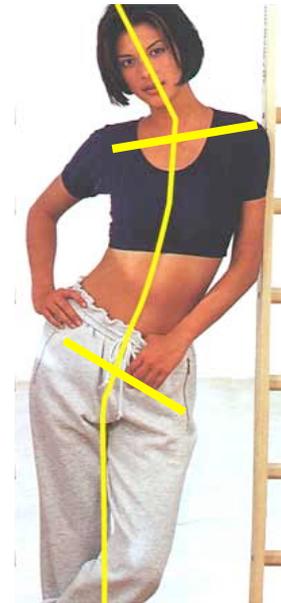


Abb.3.13 Körperhaltung schief

(www.dalank.de/male/sportpose.jpg.

Zugriff am 19.07.2004)

Nachdem nun definiert wurde, was „gerade“ und „schief“ bedeutet, ist der nächste Schritt die Korrektur von Körperfehlhaltungen und die Wiederherstellung der optimalen Haltung, hier mit Hilfe der Podoätiologie.

Wie kann man nun konkret mit der Ausnutzung von körpereigenen Systemen die Körperhaltung korrigieren?

Diese körpereigenen Systeme und deren Beeinflussung, sowie die Einflüsse von außen auf die Körperstellung werden in den nun folgenden Kapiteln beschrieben.

3.1 Körper eigene Regulationsmechanismen des Körperschemas

Das Körperschema an sich beschreibt die Lage des Körpers und der Körperteile zueinander. Dieses Schema ist kein subjektives Körperbild, sondern körpereigene Mechanismen greifen hier ein. Die Stellung der Gelenke, der Tonus der Muskeln und deren Zusammenspiel werden unbewusst kontrolliert und gesteuert. Die Propriozeption und die Verschaltung der Muskeln in Muskelketten sind hierfür verantwortlich.

Durch das Wissen über die Funktionsweise der Propriozeption lässt sich ableiten, wie die Körperhaltung aus der fehlerhaften Stellung heraus dauerhaft korrigiert werden kann.

Die Existenz von Muskelketten ist für die Übertragung von den Informationen und der effektiven Körperänderung wichtig.

Daher wird in den folgenden Kapiteln die Funktionsweisen der Propriozeption, der Muskelketten und ihren Einfluss auf das Körperschema kurz beschrieben.

3.1.1 Nutzung der Propriozeption

Eine gerade Körperhaltung kann, vorausgesetzt es liegen keine Bewegungseinschränkungen vor, willentlich ohne Probleme eingenommen werden. Den Satz „setzt' dich gerade hin“ hat jeder schon einmal gehört und das Einnehmen dieser Position fällt auch nicht schwer. Allerdings wird diese aufgegeben, sobald die betreffende Person abgelenkt ist. Eine andere Körperhaltung ist aufgrund von muskulären Dysbalancen eingespeichert. Der Körper weiß aber unbewusst immer, in welcher Position er sich befindet oder welche Bewegung er gerade ausführt. Neben Haut- und Gelenksensoren liefern Propriozeptoren permanent Informationen über die genauen Gelenkstellungen und Muskelspannungen. Verantwortlich dafür sind Rezeptoren in Muskeln, Sehnen und Gelenken. Die Propriozeptoren melden den aktuellen Stand der Bewegungen über die Nervenbahnen und Rückenmark an das Gehirn weiter. Der Mensch weiß dadurch auch bei geschlossenen Augen, ob er beispielsweise sein Knie gebeugt hält oder nicht. Daher wird das propriozeptive System auch Tiefensensibilität genannt. Sie ist ein Teilaspekt der Koordination. Die Propriozeption ist also ein umfassendes, ständig aktives System. „Sie umfasst die Gleichgewichtsfähigkeit sowie die Anpassungs- und Reaktionsfähigkeit“ (Häfelinger & Schuba, 2002, S. 21). Mit Anpassungs- und Reaktionsfähigkeit sind Reflexe gemeint. Der propriozeptive Reflex wird auch als Eigenreflex bezeichnet, da die Empfangsorgane und Erfolgsorgane identisch sind. Die Weiterleitung der propriozeptiven Information vom Empfangsorgan läuft u.a. zum Cerebellum und zum Kortex. Hier wird der Befehl für das Erfolgsorgan gegeben, so dass die von hier gesteuerte Reaktion sich als unbewusster Reflexe äußert.

Die dann folgende Aktivierung der Muskelspindeln kann über sensible oder motorische Innervation in Gang gesetzt werden. Man spricht hier von der afferenten, bzw.

efferenten Innervation. Auf den zentralen Ebenen durchlaufen die propriozeptiven Signale verschiedene, eng miteinander verknüpfte Steuerungsinstanzen: Kleinhirn, Thalamus und Kortex. In diesen Systemen werden die eingetroffenen Daten analysiert und mit gespeicherten und ererbten Signalmustern verarbeitet bzw. koordiniert. Durch den neuronalen Antrieb wird der Muskel in Gang gesetzt, dessen Spannungsänderungen Reaktionen in Sehnen, Bändern und Kapseln auslösen. „Gelenkrezeptoren nehmen diese Reaktionen wahr, registriert werden sie in spinalen und zentralen „Informationsspeichern der Bewegung“. Demnach ist ein Gelenk kein rein mechanisches System, sondern verfügt über einen so genannten „Empfänger-Kalibreur“, der Stellung und Bewegung ständig überwacht. Afferenzen aus diesen Systemen modulieren den motorischen Antrieb, sensorischer und motorischer Kortex kooperieren auf dieser spinalen Ebene miteinander“ (Froböse & Nellessen, 1998, S.61). Dieses bedeutet, dass ein ständiger Informationsaustausch zwischen den Gelenkrezeptoren und dem Kortex abläuft und das Gelenk nicht nur mechanisch funktioniert, sondern eine aktive Kontrolle über rezeptorisch registrierte Spannungszustände und Bewegungen hat und eine entsprechende Informationsweiterleitung an das Gehirn erfolgt.

Wenn nun beispielsweise ein Gegenstand auf die Muskelspindeln drückt, geht die Meldung als Reflex an das Rückenmark. Als Schutzmechanismus zur Verhinderung eines Muskelrisses durch übermäßige Dehnung kontrahiert der Muskel. Es wird also der Mechanismus genutzt, ungewollte Längenänderungen eines Muskels über Eigenreflexe zu korrigieren.

Dieses körpereigene System macht sich die Podoätiologie zu Nutze.

Bei der Positionierung von Korkteilchen auf einen Muskelbauch wird der Muskel, ähnlich wie bei der PNF (s. Kapitel 3.1.2), gedehnt und die Motoneurone im Rückenmark werden mit Dehnungsmeldungen überschüttet. Verantwortlich dafür sind die im Muskel befindlichen Muskelspindeln, die Dehnungsrezeptoren.

In der folgenden Abbildung wurde eine mögliche Reizsetzung dargestellt.

Das 1-4 mm starke Korkteilchen ist auf dem Muskelbauch des m. abductor hallucis positioniert. Der dadurch ausgeübte Druck auf die Muskelspindel, verändert dessen Länge und bewirkt eine Dehnung des Muskels. Da ungewollte Längenänderungen des Muskels über Eigenreflexe korrigiert werden (Silbernagel, 1988), kontrahiert der M. abductor hallucis und mit ihm alle der entsprechenden Muskelkette zugehörigen Muskeln.



Abb. 3.14 Korkteilchen auf Muskelbauch

(www.ackermann-orthopädie.de/images/Propriozeption01.jpg.

Zugriff am 20.07.2004)

So ist es der Podoätiologie möglich, einen höheren Muskeltonus in der Muskulatur mit Hilfe von körpereigenen Reflexen zu erzeugen. Um das Gegenteil, also eine Reduktion von Muskelspannung zu erlangen, muss man an das Golgi-Sehnenorgan gehen.

Das Golgi-Sehnenorgan ist neben der Muskelspindel ein zweiter propriozeptiver Sensor. Im Gegensatz zur Muskelspindel als Dehnungsrezeptor ist das Golgi-Sehnenorgan ein Spannungsmesser, der langsam an mechanische Reize adaptiert und schon bei geringen Spannungen auslösbar ist. Im Inneren dieses Sehnenrezeptors wird eine Gruppe von kleinen Kollagenfasern von knäulförmigen dendritischen Enden eines afferenten Axons umgeben und durchdrungen. Eine Bindegewebskapsel hüllt sie ein.

„Die Sehnenrezeptoren liegen in Serie zur Arbeitsmuskulatur. Sie werden schon durch die Kontraktion weniger motorischer Einheiten erregt und dienen in erster Linie der

Regelung der Muskelspannung“ (Silbernagel, 1991, S. 278). Da der Muskel ja nicht direkt an den Knochen ansetzt, sondern über die Sehne, ist der Übergang von den Muskelfasern zu den Sehnenfasern ein besonders kritischer Bereich, der zum Reißen neigt. Daher hat der Körper das doppelte Schutzsystem Muskelspindel als Dehnungsrezeptor und Sehnen-spindel als Spannungsrezeptor, so dass bei zu stark angreifenden Kräften an allen Stellen reagiert werden kann.

Wird jetzt ein Korkteilchen auf einen Sehnenansatz gelegt, meldet der Golgi-Apparat als Propriozeptor eine zu hohe Spannung an das zentrale Nervensystem. Als Schutz vor einem eventuellen Sehnenabriss bekommt die beteiligte Muskulatur vom Rückenmark die Information sich zu entspannen. Da auch hier nicht ein Muskel isoliert reagiert, sondern mit ihm die dazugehörige Muskelkette, wird eine Entspannung von mehreren Muskeln möglich und so für die podoätiologische Therapie genutzt.

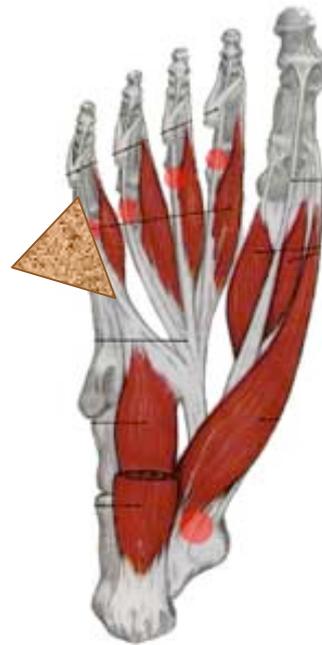


Abb. 3.15 Korkteilchen auf Sehnenansatz

(www.ackermann-orthopaedie.de/images/Propriozeption01.jpg,

Zugriff am 20.07.2004)

3.1.2 Nutzung von Muskelketten

Nachdem nun die Nutzung der Propriozeption mit den verschiedenen Rezeptoren beschrieben worden ist, werden die schon mehrfach erwähnten Muskelketten als wichtigen körpereigenen Mechanismus für die Podoätiologie näher beleuchtet.

Die Funktionsweise von Muskelketten greift permanent in die Körperhaltung ein. Gerade bei Bewegungen leisten Muskelketten enorme Arbeit, ohne dass man sich dessen bewusst ist.

Diese Funktion kann man in einem einfachen Beispiel verdeutlichen:

Tritt eine Person überraschend in eine Glasscherbe, werden auf Grund von Reflexen der Fuß und das Beines angehoben.

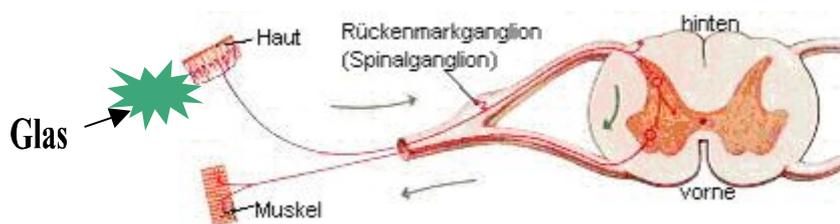


Abb.3.16: Schmerzreflex

(www.modernealtenpflege.de/Anatomie/Nerven/Nervenbahnen.jpg Zugriff am 20.07.2004)

Über die Afferenz wird der Schmerz an der Fußsohle an das Rückenmark weitergeleitet und über die Efferenz bekommen die Muskeln die Information, das Bein anzuheben. Dieser schnelle, helle Schmerz führt also zu einer Fluchtreaktion – das Bein wird intuitiv weggezogen. Nun muss aber nicht nur das betroffene Bein auf den Reflex reagieren, sondern der ganze Körper, da ansonsten die Person umfallen würde. Sämtliche Muskelketten arbeiten sofort mit, um sich auf die neue Situation einzustellen. Plötzlich muss das Körpergewicht auf einem anstelle von zwei Beinen balanciert werden. Es wird die Wichtigkeit der Muskelkettenfunktion deutlich. Der reibungslose Ablauf des Zusammenspiels der Muskeln wird gewährleistet durch eine gute intermuskuläre Koordination.

Das Wissen über diese Funktion kommt schon länger im rehabilitativen und präventiven Training zum Einsatz und wird v.a. bei der PNF-Methode erfolgreich angewendet. Es soll daher kurz beschrieben werden:

Die Abkürzung *PNF* steht für *Propriozeptive Neuromuskuläre Fazilitation*.

Durch die PNF soll ein verbessertes Zusammenspiel von Muskeln und Nerven erreicht werden. Die Methode wurde in den 40er und 50er Jahren von dem Physiologen Herman Kabat und der Physiotherapeutin Maggie Knott entwickelt und hat sich mittlerweile in der Physiotherapie etabliert, und ist ein wichtiger Bestandteil dessen geworden. Sie macht sich die körpereigenen Feedback- und Wahrnehmungssysteme (Propriozeption) zunutze. Grundlage der PNF-Methode sind also die reflektorischen Vorgänge des Nervensystems, die auch in der Podoätiologie genutzt werden. Dabei wird die Fähigkeit des Nervensystems ausgenutzt, um Informationen und Spannungen auf viele verschiedene Zellen zu verteilen, also durch konkrete Bahnung verstärkte Impulse auf bestimmte schwächere Muskeln zu übertragen. Mit anderen Worten – bei zunehmendem Widerstand und längerer Anspannung werden immer mehr motorische Einheiten zugeschaltet. „Diese aktive Methode besteht aus definierten Bewegungsmustern, orientiert an der normalen motorischen Entwicklung. Die Bewegungsmuster (Pattern) zeigen sich in Halte- (statisch) und Bewegungsfunktionen (dynamisch) unseres Körpers. Überwiegend sind sie für das nicht geübte Auge weniger auffällig, obwohl sie bei normaler Motorik immer vorhanden sind. Sie verlaufen dreidimensional und diagonal, da die Muskulatur spiralartig angelegt ist. Mit diesen definierten Bewegungsmustern und bestimmten Techniken wird therapeutisch

gearbeitet. Es werden Stimuli wie z.B. Druck, Zug, Dehnung und Widerstand, Extero- und Propriozeptoren ausgenutzt. In einer festgelegten Art und Folge durchgeführt, kommt es zu den erwarteten Reaktionen im Sinne einer vermehrten Muskelkontraktion oder auch –entspannung“

(Gerg-Dürr. G. 2009. *Behandlungsformen. PNF-Methode*. Zugriff am 19. Juli 2004 unter www.krankengymnastikmuenchen.de/behandlungsformen/pnf.html).

Die PNF macht sich den Umstand zu Nutze, dass sich das Gehirn an komplexe Bewegungsabläufe erinnert, obwohl der Körper diese gerade nicht (z.B. durch eine Verletzung) ausführen kann. Das Ziel ist es, den Muskeltonus zu normalisieren und die Motorik, Mobilität, Kraft, Ausdauer und vor allem die Koordination zu fördern.

Die konkrete anatomische Beschreibung der Muskelketten wird in der Literatur unterschiedlich dargestellt.

Bourdiol, als Gründer der Podo-Orthesiologie unterteilt die Muskelketten hauptsächlich in eine Extensoren- und eine Flexorenkette, in der Physiotherapie werden Muskelketten differenzierter betrachtet. Beide werden im weiteren Verlauf kurz aufführen:

1. Muskelketten nach Bourdiol:

Bourdiol unterscheidet hauptsächlich in die Extoren- und die Flexorenkette:

Extensorenkette:

- M. rectus inferior der Augenhöhle
- Mn. scaleni
- M. longissimus thoracis & M. iliocostalis lumborum
- M. psoas major, M. iliacus & M. pectineus
- Ischiocrurale Muskulatur
- M. tibialis anterior & M. extensor digitorum longus
- M. extensor digitorum brevis

Flexorenkette:

- M. rectus superior der Augenhöhle
- autochthone Rückenmuskulatur
- M. rectus abdominis & M. obliquus externus abdominis
- Mn. glutei
- M. quadriceps femoris
- triceps surae
- Flexoren der Fußsohle

(Bourdiol, R.J. 2001. *Die Fußgewölbe*. Orthopädienschuhtechnik, 9/2001, S.16).

2. Muskelketten in der Physiotherapie:

1. Vordere Muskelkette – gerade Bauchmuskulatur (M. rectus abdominis)
2. Vordere Muskelkette-schräge Bauchmuskulatur (Mm. obliquii abdominis)
3. Hintere Muskelkette - obere Rückenmuskulatur
(M. erector spinae, Mm. rhomboidei)
4. Hintere Muskelkette - komplexe Rückenmuskulatur
(M. erector spinae, M. trapezius, M. latissimus dorsi)
5. Hintere Muskelkette - untere Rücken- und Gesäßmuskulatur
(M. erector spinae, M. quadratus lumborum, M. gluteus maximus, ischiocrurale Muskelgruppe)
6. Hintere Muskelkette – Schulterblattmuskulatur (M. erector spinae, M. trapezius, M. deltoideus, Mm. rhomboidei)
7. Seitliche Muskelkette (M. quadratus lumborum, Mm. obliquii abdominis, M. erector spinae, Mm. gluteus medius und minimus)
8. Rotatorische Muskelkette (Mm. obliquii abdominis, Mm. semispinalis und multifidus)

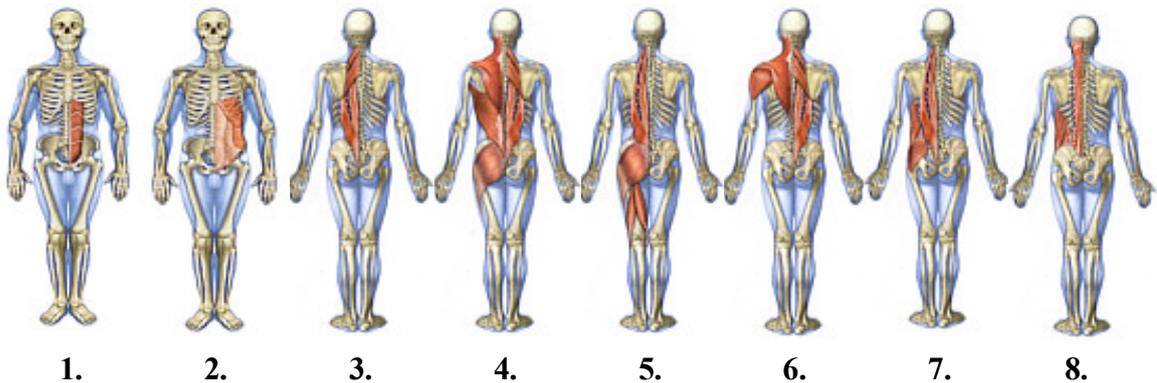


Abb.3.17 : Muskelketten in der Physiotherapie

(www.gesundheitsscout24/sanavartis.de/module/gesundLeben/physiorueckenguide/06/6_5.htm Zugriff am 28.07.2004)

Wie man bei der Beschreibung der Muskelketten sieht, kommen einige Muskelgruppen in verschiedenen Ketten und nicht nur in einer vor. Muskelaktivität darf nicht isoliert betrachtet werden, da sich Muskeln in ihrer Spannung bedingen. Verändert sich der Tonus in einem Muskel, so verändert sich automatisch auch der Tonus seines Gegenspielers. Genau so verhält es sich mit den Muskelketten. Wie bei dem Beispiel mit der Glasscherbe schon deutlich wurde, reagiert nicht die Muskelkette mit dem betroffenen Muskel bei einer eingehenden Information, sondern auch ursprünglich nicht beteiligte Muskelketten müssen sich auf die neue Situation einstellen. Verschiedene Muskeln sind Teil von mehreren Ketten (so z.B. ist der M. erector spinae in der seitlichen und allen vier hinteren Muskelketten zu finden) und allein durch diese Tatsache kann nicht eine Kette isoliert im Tonus verändert werden.

Durch diesen Zusammenhang kann man über die propriozeptive Stimulation nicht nur eine Muskelkette verändern, sondern die gesamte Körperhaltung. Die Zuordnung von einer isolierten Muskelkette zu einer bestimmten Positionierung eines Korkteilchens ist daher nicht möglich.

Als nächstes stellt sich die Frage, ob der veränderte Muskeltonus der Ketten nur mit einer direkten Stimulation ausgelöst werden kann, oder ob der Körper bei einer längeren Dauer der Reizsetzung sich die neuen Spannungsverhältnisse einprägt. Dieses soll in dem nun folgenden Kapitel „Speicherort des Körperschemas“ geklärt werden.

3.1.3 Speicherort des Körperschemas

Nachdem nun die körpereigenen Regulationsmechanismen, die Nutzung der Muskelketten und deren Verlauf beschrieben wurden, soll nun beleuchtet werden, ob die Einflussnahme auf die Körperstatik über die propriozeptive Stimulation mit Hilfe von Korkteilchen von Dauer ist oder nur ein vorübergehender Effekt. In welchen Regionen (Rückenmark / Kleinhirn) werden die neuen Informationen verarbeitet und als Erfahrung in die Motorik eingeflochten? Wo ist der Speicherort für die Motorik?

Das Kleinhirn ist ein wesentliches Steuerzentrum der Motorik. Es koordiniert Bewegung und Haltung und ist an der Bewegungsprogrammierung beteiligt. Es bekommt die Afferenzen über den assoziativen Kortex, das Rückenmark und dem Vestibularorgan. Die im Cerebellum verarbeiteten Informationen gehen als Efferenz zurück über den motosensorischen Cortex und den Hirnstamm mit den Vestibularkernen, dem Nucleus ruber und der Formatio reticularis an das Rückenmark. Zunächst ist zu unterscheiden, dass nicht generell die Motorik über gleiche Bahnen gesteuert wird, da die Motorik unterteilt wird in die Stützmotorik und die langsame und die schnelle Zielmotorik. Da in allen drei Fällen unterschiedliche Ansprüche an die Motorik gestellt werden, läuft dieses auch über jeweils andere Informationswege und Schaltzentralen ab, aber stets über das Kleinhirn.

Die vielfältigen Möglichkeiten der menschlichen Motorik (Stützmotorik, langsame & schnelle Zielmotorik) machen es erforderlich, dass sich die verschiedenen Bereiche des Zentralnervensystems auf unterschiedliche Aufgaben der Motorik spezialisiert haben. Wie man z.B. an den vielen verschiedenen Sportarten erkennen kann, ist der Mensch in der Lage, motorische Abläufe so auszubauen, dass sie die Alltagsmotorik weit übersteigen. Betrachtet man die Sportler in einem olympischen Dorf, werden die unterschiedlichen Ausprägungen deutlich. Turner, Schwimmer, Diskuswerfer oder

Marathonläufer haben durch ihre Spezialisierung physisch keine großen Ähnlichkeiten mehr. Trotzdem wird hier deutlich, zu welchen unterschiedlichsten Leistungen der Mensch durch Training in der Lage ist.

„Neurophysiologische und neuroanatomische Untersuchungen der vergangenen 200 Jahre zeigen die Spezialisierung bestimmter Hirnareale auf bestimmte Aufgaben. Diese ist nicht streng fixiert und erlaubt daher eine Veränderbarkeit und Vielseitigkeit der sensorischen und motorischen Repräsentation, die neuronale Plastizität genannt wird. Plastizität ist eine entscheidende Voraussetzung aller motorischen Lernvorgänge bei Training und Sport“ (Handbuch Sportbiomechanik, Schubert, 2009,15).

Eine weitgehende Automatisierung von motorischen Leistungen wird durch ein Organisationsprinzip gewährleistet. Das Rückenmark, der Hirnstamm und der sensorische Cortex regulieren in einer gleichzeitig parallel und hierarchischen Organisation die Bewegungen vom Reflextyp (z.B. Flucht- oder Beugereflex), vom zyklischen (z.B. Gehen / Radfahren) und Willkürtyp (z.B. Tritt nach Ball / Greifen nach Gegenstand). Es werden die motorische Leistung für Längen Anpassung und Muskelspannung, Haltungs- und Gleichgewichtskontrolle automatisiert, die daher ohne Willküreinfluss und Aufmerksamkeit erfolgen können und erst so eine effiziente Willkürmotorik erlauben.

Um für die korrekte Abfolge, Skalierung, Dimensionierung und Ausgestaltung einer Bewegung zu sorgen bildet das Kleinhirn und die Basalganglien mit der Hirnrinde parallele Schleifensysteme. Hierbei gewährleistet das Kleinhirn die erforderlichen räumlichen und zeitliche Präzision, die Basalganglien sind für die korrekte Auswahl oder Unterdrückung von Bewegungsprogrammen verantwortlich (Schubert, 2009 in Handbuch Sportbiomechanik, S. 25-26).

Für die automatisierte Haltungs- und Gleichgewichtskontrolle (posturale Kontrolle) sind verschiedene motorische Zentren verantwortlich, wobei die Relevanzbedeutung des Motorkortex erst seit 2007/2008 beschrieben ist:

1.) RÜCKENMARK

- schnellste und einfachste Verbindung (Ausrutschen – Dehnreflex der Wade – monosynaptisch – Reflexantwort des Muskels in 40-50 ms)
- das Zentralnervensystem (ZNS) kann allerdings Einfluss auf die Reflexantwort nehmen. Bei postural anspruchsvollen Situationen kann man eine Reduktion der Reflexamplitude erkennen. Die Transmitterausschüttung wird gehemmt und das postsynaptische Neuron wird nicht erregt und ist dadurch „offen“ für andere Zuströme. Die Bewegung ist weniger reflektorisch, höhere Zentren bestimmen das Ausmaß der präsynaptischen Inhibition situationsspezifischer und durch den Motorcortex, die Basalganglien und das Cerebellum werden die spinalen Reflexe dem Kontext angepasst.

2.) HIRNSTAMM

- Rückenmark geht in den Hirnstamm über
- Hirnstamm: verlängertes Rückenmark + Pons + Mittelhirn
- Spielt eine wichtige Rolle für das Gleichgewicht
- Besonders hier die mittig durchlaufende Formatio reticularis hat eine wichtige Funktion für das Gleichgewicht: hier laufen Informationen zusammen aus Vestibularapparat, dem propriozeptiven System und dem visuellen System und können in motorische Kommandos integriert werden.

3.) CEREBELLUM

- Funktionen zeigen sich durch Konsequenzen bei Kleinhirnläsionen:
- Erschlaffung der Muskulatur (Atonie)
- Ermüdung der Muskulatur (Asthenie)
- Unfähigkeit zu stehen (Astasie)

- Bewegungsstörungen, bei denen es entweder zu a) überschießenden Zielbewegungen oder b) zu kurz dimensionierten Zielbewegungen kommt
- Abstimmung und Koordination von Agonist und Antagonist gestört
- Das Cerebellum passt die posturale Kontrolle an die Störsituation an
- Das Cerebellum „merkt“ sich die richtige Antwortreaktion und „lernt“ daraus zur Entwicklung einer Feed forward - Kontrolle

4.) BASALGANGLIEN

- bei Störung (z.B. bei Parkinson) unsicherer Stand, gehäufte Stürze
- durch Basalganglien: a) posturale Flexibilität = Anpassung an wechselnde Bedingungen und b) Kontrolle der sensomotorischen Integration (z.B. bei Parkinsonpatienten, die mit geschlossenen Augen nicht mit einem Arm die Stellung des anderen Armes nachahmen können)
- Parkinsonpatienten nehmen auch ihre Gehschwankungen nicht so stark wahr, wie sie tatsächlich sind.

5.) MOTORKORTEX

- Relevanzbedeutung erst seit 2007/2008
- Gemessen u.a. mit EEG
- Motorkortex beim Gehen beteiligt
- Auch bei Perturbation des aufrechten, bipedalen Standes
- Tritt später ein als die schnelle Rückenmarks-Reaktion, dafür aber differenzierter auf die jeweilige Situation zugeschnitten.
- Allerdings ist der Motorkortex auch im ruhigen Stand (ohne Störung) beteiligt.

(Taube, Gollhofer, Gruber, 2009 in Handbuch Sportbiomechanik, S. 176-180)

Die für die Podoätiologie wichtige Propriozeption, verarbeitet im Hirnstamm / formatio reticularis, wird bei den nervalen Verlaufswegen unterteilt in die propriozeptiven Informationen aus der unteren Körperhälfte und den Beinen, sowie den

Leitungsbahnen der oberen Körperhälfte und den Armen. Für die propriozeptive Stimulation an den Fußsohlen ist demnach die untere Körperhälfte mit den Beinen von besonderer Bedeutung.

Dieses bedeutet, dass bei Personen mit Schädigungen des Hirnstamms, des Cerebellums, der Basalganglien und / oder des Motorkortex die propriozeptive Stimulation der Podoätiologie nicht oder nur unzureichend erfolgen kann.

3.2 Äußere Einflüsse auf das Körperschema

Im vorigen Kapitel wurden die inneren Einflüsse auf das Körperschema beschrieben, ebenso die körpereigenen Regulationsmechanismen, die Nutzung der Propriozeption und die physiologischen Hintergründe der verschiedenen Rezeptoren. Des Weiteren soll nun beleuchtet werden, ob von außen Einfluss auf das Körperschema genommen werden kann. Dieses ist von großer Bedeutung um abzuschätzen, ob und wenn ja welche körperstatische Entwicklung über innere Regulationsmechanismen, welche über äußere Eindrücke läuft und mit welchen Umständen gerechnet werden muss, wenn man in der Podoätiologie gezielt versucht, das Körperschema zu ändern.

Das Körperschema entwickelt sich in der konkreten Auseinandersetzung des Ichs mit der Umwelt und verändert sich durch entsprechende Informationen aus dem Körper oder, wie hier thematisiert, der Umwelt. „Training, Bewegungsmangel, Krankheit, Alterungsprozess, Schockwirkung können das Körperschema akut oder dauernd ändern“ (Röthig et al., 1992, S. 259). Da das Körperschema in starkem Maße auf einer Mischung aus Bewegungserfahrung und Kenntnisse über den eigenen Körper basiert (Häfelinger & Schuba, 2002), werden die oben genannten Aspekte insbesondere unter dem Einfluss der Koordination beleuchtet, denn die Koordination zeichnet sich dadurch aus, dass die Bewegungserfahrungen in ihrem Verlauf gespeichert und gesteuert werden.

Training

Sportliches Training ist in Bezug auf das Erleben des eigenen Körpers besonders wichtig. Im Sport werden vielfältige Bewegungen gefordert, die über die normalen Alltagsbewegungen hinausgehen. Der Mensch lernt so seinen eigenen Körper kennen, was er kann, wie schnell die Muskulatur bei Trainingsreizen adaptiert und zu welchen koordinativen Leistungssteigerungen er im Stande ist.

Das koordinative Training umfasst das gesamte Spektrum des Sports. Man findet es in der Rehabilitation genau so wie bei einem Leistungssportler. „Das Wort „Koordination“ stammt vom lateinischen „cum ordo“ ab und bedeutet „mit Ordnung“. Dies heißt, „koordiniert ist das, was nach einer Ordnung abläuft. Ordnung setzt Vorschriften und Richtlinien voraus, nach denen eine Aktion abläuft“ (Vele, 1989, S. 32).

Je nach Sportart differiert der Stellenwert des koordinativen Trainings. „Wenn Sprinter/innen von Koordinationsläufen sprechen, meinen sie damit Läufe, die die inter- und intramuskuläre Koordination, d.h. die Steuerung von Agonisten und Antagonisten sowie die Rekrutierungsfolge im Muskel auf der spinalen Ebene, koordinieren. Im Kindertraining hat die Schulung koordinativer Fähigkeiten, eine andere Bedeutung; hier soll eine sportartübergreifende Bewegungsvielfalt, die Fähigkeit Bewegungen schnell zu lernen, sie Situationen anzupassen, bewegungsmäßig geschickt, gewandt, reaktionsschnell zu sein, entwickelt werden“ (Martin/Carl/Lehnertz, 1991, S. 56-57). Gut geschulte Koordination bringt nicht nur im Sport Vorteile, sondern auch in verschiedenen Lebensbereichen. Sie sichert die Bewältigung von koordinativen Anforderungen im Alltag, bei der Arbeit und in der Freizeit. Der Mensch ist in seinem Handlungsraum nicht eingeschränkt und dieses erhöht wiederum die Lebensqualität. Meistens fällt dieses Stück Lebensqualität erst demjenigen auf, dem sie durch koordinative Einschränkungen genommen wird, z.B. älteren Leuten oder Verletzten. Gleichzeitig ist eine gute Koordination ein Schutz vor Verletzungen. Sie ist bei dem Erlernen und Optimieren von Bewegungsfertigkeiten und sportlichen

Techniken ein entscheidender Faktor und hilft bei der Ökonomisierung von Bewegungen, die gut koordiniert auch noch rhythmischer und variationsreicher gelingen und so den Spaß daran erhöhen (Neumaier, 2003)

Generell findet man koordinatives Training in den unterschiedlichsten Ausprägungen. Dieses wird z.B. anhand des Baseballsportes deutlich:

1. technisches Ergänzungstraining wie z.B. Gleichgewichtsschulungen um den Stand während eines Baseballschlages zu optimieren
2. das Betreiben einer anderen Sportart, wie z.B. Fußball, Volleyball, Badminton um die unterschiedlichen Reaktionen auf Bälle zu trainieren oder
3. sportartspezifische Inhalte, indem Baseballspieler, die von rechts Schlagen, den Bewegungsablauf auch von der linken Seite trainieren oder ein schwererer Schläger benutzt wird.

Bewegungsmangel

Bewegungsmangel ist eine negative Entwicklungsrichtung des Körperschemas. Die betroffene Person vernachlässigt das mögliche Bewegungsspektrum, leidet häufig unter Übergewicht und verliert schließlich den Kontakt und das Vertrauen in den eigenen Körper. Nicht selten wird bei stark übergewichtigen Personen der Körper dann eher als Störfaktor begriffen. Die bislang erworbenen koordinativen Fähigkeiten sind kein Erwerb für die Ewigkeit. Genau so wie diese trainiert und verbessert werden, können sie sich auch reduzieren.

Krankheit

Spezifische Krankheiten können eine Person zur Ruhe zwingen, oder die Körperhaltung physiologisch verändern. Wenn eine orthopädische oder neurologische Erkrankung es dem Patienten nicht erlaubt sich im normalen Rahmen zu bewegen, nimmt das Vertrauen in den Körper ab. Schonhaltungen und Schonbewegungen werden automatisch angenommen, die komplette Körperhaltung und damit auch Verhaltensmuster ändern sich. Ein stolzer, aufrechter Gang ist mit einer

gekrümmten Schonhaltung nicht mehr möglich. Schmerzen verhindern die Freude an Bewegung und Bewegungserfahrungen. Bei hormonellen Erkrankungen wie Osteoporose oder Morbus Scheuermann verändert sich die Wirbelsäule aufgrund der hormonellen Fehlfunktion. Dass dieses geschlechtsspezifische Unterschiede in sich birgt, sieht man daran, dass Osteoporose zumeist bei Frauen ab mittlerem Alter auftritt und Morbus Scheuermann eine Erkrankung bei jüngeren Männern in der Pubertät ist. Problematisch ist, dass hier der oben beschriebene Bewegungsmangel eintritt, der aber bei irreparablen Schädigungen nicht mehr durch Training behoben werden kann. Durch die Schonhaltung und den eingeschränkten Bewegungsraum nehmen die koordinativen Fähigkeiten ab und die Verletzungsgefahr, wie z.B. ein Sturz, erhöht sich. Gerade bei Osteoporose kann ein Sturz mit einem Oberschenkelhalsbruch zur Folge das Todesurteil eines alten Menschen sein. Hier ist ein Koordinationstraining zur Erhaltung und Abstimmung der noch möglichen Bewegungen und Schulung der intermuskulären Koordination von großer Bedeutung.

Alterungsprozess

Wenn sich die Körperhaltung mit zunehmendem Alter verschlechtert, kann dieses das Körperschema und auch die Psyche verändern. Ist der alte Mensch „...nicht mehr in der Lage, der Krümmung seines Rückens entgegenzuwirken, kann ein fortschreitendes Zusammensinken des Körpers die Kontaktnahme zu seiner Umgebung immer schwerer, schließlich unmöglich machen und ihn dadurch isolieren“ (Scharll, 1989, S. 32). Die Verbesserung von koordinativen Fähigkeiten ist im Kindesalter noch leicht und erfolgt spielend. „Für das Schulalter werden im Allgemeinen drei charakteristische Abschnitte der koordinativen Fähigkeitsentwicklung angegeben: (...)

1. Phase des schnellen, (nahezu) linearen Leistungsanstiegs (vom Vorschulalter bis zum späten Schulkindalter)
2. Phase der Instabilität und Neuanpassung (Pubeszenz)

3. Phase der Annäherung an das maximale Leistungsniveau
(Adoleszenz: nach der Pubeszenz bis zum frühen Erwachsenenalter)
(Roth, 1989 in Bielefelder Sportpädagogen, S. 85).

Dass der Einfluss koordinativen Trainings bei Kindern mehrfach untersucht wurde, erklärt sich mit den Lehrinhalten des Sportunterrichtes. Tatsächlich lassen sich kaum Untersuchungen zur koordinativen Entwicklung im Erwachsenenalter finden. „Zur Entwicklung der Koordination beim älteren Menschen liegen detaillierte empirische Untersuchungen nicht vor, so dass man weitgehend auf allgemeine Beobachtungen bzw. Alltagswissen angewiesen ist. So kommt Jokl (1954) aufgrund seiner Beobachtungen beim Bundesalterstreffen des DTB in Marburg 1962 zu der Auffassung, dass bei Turnern, das heißt bei Geübten, die Koordinationsleistung zwischen dem 40. und 70. Lebensjahr weitgehend konstant bleibt. Für Ungeübte geht Winter von einem beträchtlichen Rückgang der sportmotorischen Lernfähigkeit schon im mittleren Erwachsenenalter aus (1976, 402). Zu dem gleichen Ergebnis muss man aufgrund der Aussagen von Lehr (1977) und Miles (1942) für die motorische Kombinationsfähigkeit kommen“ (Willimczik & Roth, 1991, S. 311).

Schockwirkungen

Eine sehr häufige und lebensgefährliche Komplikation bei vielen Verletzungen ist der Schock. Kalt-feuchte Haut, ein hoher Puls, Unruhe, Angst, Verwirrtheit, Benommenheit sind einige Erkennungsmerkmale. Der Schock kann unterschiedliche Formen haben, aber er ist immer eine Selbstschutzreaktion, bei dem der Kreislauf sich auf die zentralen Organe wie Gehirn, Herz und Lunge konzentriert. Dieses ist der sogenannte Spannungskollaps. „Andere Organe wie Leber, Niere und Darm werden dabei jedoch so gering durchblutet, dass die sich anhäufenden Schadstoffe nicht mehr entgiftet und ausgeschieden werden können. Die darauf eintretende Zellvergiftung wirkt sich auf die Kreislaufregulationszentren derart aus, dass nun alle Gefäße weitgestellt werden und das verfügbare Blut in die Peripherie, die Haut, die

Gliedmaßenmuskulatur und in den Bauchraum absackt. Diese Kreislaufsituation wird Entspannungskollaps genannt“ (Hinrichs, 1994, S. 33). Durch den Verlust von Flüssigkeit (Schwitzen, Erbrechen) tritt gleichzeitig ein Salzverlust in der Umgebung des Gewebszellen ein. Infolgedessen kommt es zu einem Konzentrationsanstieg von Natrium in den Körperzellen. Wenn diese Konzentration weiter ansteigt, sind Krampfstände die Folge. Bei einem Schock sind unkoordinierte Bewegungsabläufe zu beobachten bis hin zum totalen Kollaps. Die schockauslösenden äußeren Einflüsse sind dann so stark, dass der Körper sich auf die nötigsten Funktionen beschränkt und die Motorik dann gar nicht mehr (z.B. durch eine Ohnmacht) oder nur schlecht (z.B. durch verwirrtes, torkelndes Umherirren) willentlich steuerbar ist.

Podoätiologie

Zu den äußeren Einflüssen auf das Körperschema zählt auch die Podoätiologie. Die Veränderung der Körperhaltung durch propriozeptive Stimulation unter den Füßen ist hier der Inhalt. Da dieses das zentrale Thema dieser Ausführungen ist, wird die podoätiologische Therapieform in dem nun folgenden Kapitel ausführlich beleuchtet.

3.3 Podoätiologie als Therapieform

Wie schon erwähnt, kann man mit Hilfe der Podoätiologie von außen Einfluss auf die Körperhaltung und damit auf das Körperschema nehmen.

Die Podoätiologie versucht als Therapieform die körperlichen Unstimmigkeiten auszugleichen, indem sie sich körpereigene Funktionen zu Nutze macht (vgl. Kapitel 3.1). Die eigene optimale Körperhaltung soll wiederhergestellt werden. Hierbei besteht nicht der Anspruch in funktionierende Systeme (d.h. schmerzfreie Körperstellungen) einzugreifen, nur weil sie dem Idealbild des Körperschemas nicht entsprechen.

Die Podoätiologie macht sich vor allem drei Systeme des menschlichen Körpers zu Nutze, um eine individuelle optimale Körperhaltung und damit einhergehende Schmerzlinderung zu erreichen: Es ist die bereits beschriebene Propriozeption, die Muskelketten und die Veränderbarkeit des Körperschemas.

Für diese Studie spielen später die drei Aspekte folgende Rolle:

Propriozeption

Die Propriozeption hat eine direkte Wirkung auf die Muskulatur und damit auf das Körperschema. Ein direkter propriozeptiver Reflex wird nicht überprüft, dieses müsste mit EMG-Studien an der Fußsohle geschehen. Allerdings sind die Auswirkungen über die Muskelketten mit dem 3D-Oberkörperscan messbar.

Muskelketten über die Propriozeptoren

Wenn bei der Kontrolle von der Erstanalyse (Ausgangswert ohne propriozeptive Stimulation) zur Zweitanalyse (direkte Messung nach der

Reizsetzung) eine Veränderung festgestellt wird, ist dieses eine Bestätigung der Funktion der Muskelketten und indirekt damit auch des propriozeptiven Reflexes.

Körperschema

Bei der Nachkontrolle nach 6 Monaten (Messung ohne propriozeptive Stimulation) zeigt sich, ob die Veränderung des Körperschemas abgespeichert wurde. Wenn dieses nicht der Fall wäre, müsste man die gleichen Werte erhalten wie bei dem Ausgangswert der Erstanalyse. Bekommt man differente Werte, zeigt sich, dass die Veränderungen in das Körperschema aufgenommen wurden.

Diese drei Mechanismen der Podoätiologie und die Auswirkungen von deren Stimulation sollen später in dieser Studie empirisch überprüft werden.

Mit der propriozeptiven Stimulation von Muskelkettenendpunkten an der Fußsohle werden die entsprechenden Ketten so im Tonus verändert, dass sich bei richtiger Anwendung die Körperstellung optimiert und sich durch Fehlstellungen bedingte Schmerzen reduzieren. Der Therapeut sollte daher genau wissen, welches Ziel mit der Positionierung der druckauslösenden Korkteilchen verfolgt wird und welche Reaktionen er dabei auslöst. Bei einer willkürlichen oder falschen Stimulation von Muskelketten können sich Schmerzen verstärken oder neue Beschwerden auftreten. Daher ist die richtige Anwendung für die Verbesserung der Schmerzsituation des Patienten von höchster Wichtigkeit. Vorgefertigte Einlagen universell einsetzbar bei jedem Patienten und allen Beschwerdebildern, sind daher undenkbar. Die oben beschriebenen unterschiedlichen Reaktionen bei Druck auf die sich im Muskel befindlichen Muskelspindeln (als Dehnungsrezeptoren) und des am Sehnenübergang liegenden Golgi-Sehnenapparates (als Spannungsrezeptoren) machen es zwingend erforderlich, die Reizpunkte der jeweiligen Fußanatomie anzupassen, da sonst eventuell entgegengesetzte Reaktionen hervorgerufen werden können.

Bei der podo-ätiologischen Therapie werden zunächst verschiedene Körperpositionen der Patienten palpatorisch bestimmt, ohne dass eine propriozeptive Stimulation erfolgte, um den Ausgangsstatus festzulegen. Um die Reaktionen der Muskelketten nach der Positionierung der Korkteilchen auf Muskelbauch und/oder Sehnenansatz zu überprüfen werden die gleichen Parameter direkt nach der Reizsetzung wieder getestet. Dieses sind dann keine endgültigen Ergebnisse der Körperhaltung, allerdings können die ersten Veränderungen über die Reflexe so dargestellt werden.

Durch tägliches Tragen der mit den entsprechenden Druckpunkten versehenen Einlagen (mindestens 6-8 Stunden pro Tag) über einen längeren Zeitraum werden die neuen Haltungs- und Bewegungsprogramme im motorischen Cortex abgespeichert, so dass dann auch ohne Sohlen die veränderte Körperstellung beibehalten wird. Da die Körperhaltung ein Automatismus ist, d.h. sich der Mensch nicht ständig Gedanken über die jeweilige Körperstellung machen muss, ist es besonders schwierig, diesem Automatismus entgegenzusteuern. Vergleichbar ist dieses mit einer Sekretärin, die seit 30 Jahren mit der gleichen Buchstabenanordnung auf der Tastatur arbeitet. Sie muss nicht mehr bewusst überlegen, welchen Finger sie für welchen Buchstaben benutzt, es läuft durch die vielen Wiederholungen automatisch ab. Wenn man dieser Sekretärin nun eine leicht abgeänderte Anordnung der Buchstaben präsentiert, wird sie einen längeren Zeitraum brauchen, bis sie diese genau so gut beherrscht, wie die alte Tastatur, und gleichzeitig die vergangene Buchstabenanordnung vergisst. Die lange Zeit, die benötigt wird, um einen Automatismus zu durchbrechen, erklärt die lange, konsequente Tragezeit der Einlagen. Es wird in der Körperstellung nicht so viel geändert, dass der Träger Sitzen oder Gehen wie ein Baby neu erlernen muss. Allerdings werden einige Einstellungen im Muskeltonus und damit in der Gelenkstellung verändert. Problematisch ist, dass der Körper zu den alten Gewohnheiten wieder zurückkehrt, wenn man über einige Zeit mit dem Tragen der Einlagen aussetzt, bevor die neue Körperstatik fest im motorischen Cortex verankert ist. Sportler kennen das Problem, wenn sich eine Technik im Sport gefestigt hat, aber geändert werden soll. Wurde z.B. ein Golfschwung über längere Zeit falsch ausgeführt, so ist es sehr schwer, diese

Technik zu korrigieren. Zudem fällt es schwerer, je länger die Bewegung falsch ausgeführt worden ist.

Um zu sehen, wie sich die neue durch die podoätiologischen Einlagen hervorgerufene Körperhaltung fixiert hat, wurden nach 6 Wochen und nach 6 Monaten weitere Überprüfungen durchgeführt. Der Termin nach 6 Wochen dient nur zur Kontrolle (richtiges Tragen der Einlagen in Bezug auf die Schuhwahl und Tragedauer). Hier wurden keine weiteren Parameter genommen. Die aus der Nachkontrolle nach einem halben Jahr resultierenden Ergebnisse werden später aufzeigen, ob sich die neue Gesamtkörperhaltung schon als Automatismus etabliert hat.

Die podoätiologische Therapie ist nur dann einsetzbar, wenn es keine Störungen bei der Propriozeption (Reflexen) durch z.B. nervale Erkrankungen oder abgestorbene Nervenenden unter den Füßen (z.B. bei Diabetiker) gibt, sehr starke Schmerzen die propriozeptive Stimulation überdecken (nozizeptiver Schutzreflex) oder Schädigungen im Vestibularapparat, bzw. spezifische Sehstörungen die Korrektur der Körperhaltung verhindern. Auch Schädigungen des Kleinhirns lassen eine nur unzureichende podoätiologische Therapiesohlenversorgung zu. Bei Störungen des motorischen Cortex kann eine podoätiologische Einlagenversorgung erfolgen, allerdings sollten die Einlagen bei erfolgreicher Haltungsoptimierung dann lebenslang getragen werden.

Die bislang beschriebene Theorie soll nun im Kapitel 4 „Empirische Untersuchung“ statistisch abgesichert werden.

4 Empirische Untersuchung

Das Kapitel der empirischen Untersuchung untermauert mit Daten, Berechnungen und Fakten die bislang beschriebene Theorie. Ist es nicht nur theoretisch, sondern auch praktisch und nachweisbar möglich, die körpereigenen Mechanismen so gezielt einzusetzen, dass Veränderungen in dem Körperschema bzw. der Körperstatik messbar sind? Dieses soll hier überprüft werden.

Im weiteren Verlauf und in der Formulierung der Hypothesen in Kapitel 4.1 „konkrete Problemstellung“ wird der Begriff Körperschema synonym mit dem Begriff Körperstatik verwendet, da diese Berechnungen mit denen von J. Schramm verglichen werden und daher nicht nur der Inhalt, sondern auch die Formulierungen der Hypothesen identisch sein sollen.

In dem anschließenden Kapitel 4.2 „Untersuchungsmethodik“ werden die Personenstichprobe, die Merkmalsstichprobe, der Untersuchungsaufbau zur Bestimmung der Körperstatik, der Untersuchungsplan, die Versuchsdurchführung und das Verfahren der Datenverarbeitung aufgezeigt.

Die Darstellung der Ergebnisse mit den ersten isolierten Antworten auf die einzelnen Hypothesen folgt in Kapitel 4.3, woran sich dann in Kapitel 4.4 die Ergebnisinterpretation anschließt, in dem die separaten Antworten auf die einzelnen Hypothesen aus 4.3 in einen Gesamtkontext gebracht werden.

4.1 Konkrete Problemstellung

Die einzelnen zu überprüfenden Parameter werden in diesem Kapitel in Hypothesen genau formuliert, so dass die jeweiligen Faktoren empirisch anhand von Berechnungen überprüft werden können. Es wird mit Haupt- und Nebenhypothesen gearbeitet. Dabei liegt das besondere Augenmerk auf dem Alter und dem Geschlecht der Probanden.

Der konkrete Inhalt der in den Hypothesen erwähnten Untersuchungen Erstanalyse, Zweitanalyse und Nachkontrolle werden in dem Kapitel „Untersuchungsmethodik“ noch genauer beschrieben.

Hauptypothesen

Hauptypothese 1

Die 230 Probanden umfassen eine sehr große Altersspanne. Alle Patienten ab dem 51sten Lebensalter wurden in die Untersuchung aufgenommen. Da ein Patient mit 55 Jahren andere Regenerationsmöglichkeiten hat als ein Patient mit 90 Jahren, wurde die Stichprobengruppe dieser Untersuchung nochmals geteilt. Die erste Untergruppe umfasst 171 Patienten im Alter von 51 bis 65 Jahren, in der zweiten sind die restlichen 59 Patienten ab dem 66sten Lebensjahr zusammengefasst.

Die folgende erste Hauptypothese fragt nach signifikanten Unterschieden der Altersgruppen in der Körperstatik und der Summe der Schmerzen bei der Erstanalyse, sowie nach Unterschieden bei der Behaltensleistung, bzw. Schmerzverbesserungen.

H10: Es gibt keinen signifikanten Unterschied in der Körperstatik bei der Erstanalyse und der Summe der Schmerzen bei der Erstanalyse, sowie bei der Behaltensleistung und der Schmerzverbesserung hinsichtlich **der beiden Altersstufen** innerhalb der Studie.

Haupthypothese 2

Um statistisch einwandfrei zu arbeiten, müssen nach der Prüfung auf Unterschiede auch signifikante Zusammenhänge zwischen den Ergebnissen der beiden Analysetermine und verschiedenen Faktoren beleuchtet werden:

Zunächst wird hier überprüft, inwiefern das Alter eine signifikante Rolle bei den objektiv gemessenen Werten der Körperstatik und den subjektiv gefühlten Schmerzen, angegeben in dem Fragebogen, gibt. Das Alter wird hier unabhängig von Altersgruppen gewertet.

Pro Analysetermin ergeben sich immer ein objektiver Wert und ein subjektiver Wert. Der objektive Wert ist das Resultat aus der Messung mit dem 3D-Oberkörperscanner, der subjektive Wert ist die Schmerzbeschreibung der einzelnen Patienten. Die aus der Likertskala hervorgegangenen Schmerzwerte werden summiert und der sich daraus ergebende Wert als Parameter in der Untersuchung gewertet.

Der erste Analysetermin, die Erstanalyse, hat somit die Parameter Körperstatik (objektiv) und die Summe der Schmerzen bei der Erstanalyse (subjektiv).

Der zweite Analysetermin, die Nachkontrolle nach 6 Monaten, hat die Parameter Behaltensleistung (objektiv, gemessen mit dem 3D-Scanner – hier zeigt sich, ob sich die veränderten Werte der Körperstatik durch die propriozeptive Stimulation schon im Automatismus Körperhaltung gefestigt haben) und Schmerzverbesserung (subjektiv – ob die angegebenen Schmerzparameter in den Fragebögen niedriger ausfallen, als beim ersten mal).

H2₀: Es gibt keinen signifikanten Zusammenhang zwischen dem *Alter* der Probanden und der Körperstatik bei der Erstanalyse, bzw. der Summe der Schmerzen bei der Erstanalyse, sowie bei der Behaltensleistung und der Schmerzverbesserung.

Haupthypothese 3

Im nächsten Schritt wird überprüft, wie hoch der Einfluss des Geschlechts auf die einzelnen Werte ist. Zeigen Frauen schon bei den Ausgangswerten der Körperstatik schlechtere Werte als die Männer, da sich aufgrund von Osteoporose und vorangegangenen Schwangerschaften ihre Statik deutlich verschlechtert hat? Oder sind es doch die Männer, die durch schwere körperliche Arbeit starke Einbußen bei der optimalen Körperhaltung hinnehmen mussten? Interessant wird dann auch in dem Zusammenhang die Auswertung der Schmerzparameter – welches Geschlecht gibt die höheren Schmerzwerte an? Stimmt dieses mit den Körperstatikwerten überein, oder ist eine Geschlechtergruppe schmerzempfindlicher als die andere?

Natürlich werden auch hier die Daten aus der Nachkontrolle (Behaltensleistung der objektiven Statikwerte und Verbesserung der subjektiven Schmerzwerte) überprüft, so dass man über eventuelle Lernleistungen und Schmerzverbesserungen im Alter Rückschlüsse ziehen kann.

H3₀: Es gibt keinen signifikanten Zusammenhang zwischen dem *Geschlecht* der Probanden und der Körperstatik bei der Erstanalyse, bzw. der Summe der Schmerzen bei der Erstanalyse, sowie bei der Behaltensleistung und der Schmerzverbesserung.

In einem weiteren Schritt sollen nun die vorliegenden Ergebnisse mit denen von *J. Schramm* verglichen werden. Da, wie im Vorfeld schon erwähnt, für seine Studie mit seinen Patienten die gleiche Untersuchung durchgeführt wurde, wie hier, lassen sich die Daten gut miteinander vergleichen. Die Probandengruppe von J. Schramm umfasst 228 Patienten im Alter von 20 – 50 Jahren und stellt die Ergänzung zu den Versuchspersonen dieser Studie dar. So können mit den Ergebnissen Aussagen darüber getroffen werden, ob jüngere Probanden weniger oder mehr Statikprobleme haben als Rentner, sich die Behaltensleistungen über die Jahre verändern oder ob Schmerzen unterschiedlich stark empfunden werden. Letztendlich kann man im Fazit eine Aussage darüber treffen, für welche Altersgruppen die podoätiologische Therapie sinnvoll und ab welchem Alter sie nicht mehr einsetzbar ist.

Die Parameter Geschlecht, Alter und die Interaktion von Alter und Geschlecht beider Auswertungen werden für die Gesamtstichprobe in der Haupthypothese 4 im Zusammenhang mit der objektiv gemessenen Körperstatik und in Haupthypothese 5 mit der subjektiv angegebenen Schmerzproblematik überprüft.

An dieser Stelle gehen die Auswertungen einen Schritt weiter, als die von J. Schramm: Wie hier hat auch er in Hypothese 1 seine Stichprobe noch einmal in zwei Gruppen aufgeteilt. Er unterscheidet 20-35 Jahre alte Patienten (n=101) von 36-50 Jährigen (n=127). Die Aufteilung dieser Studie beinhaltete Patienten im Alter von 51-65 (n=171) und Patienten ab dem 66sten Lebensjahr (n=59). Die Ergebnisse der daraus resultierenden vier verschiedenen Altersgruppen mit den Unterschieden in der Statik bzw. den Schmerzparametern werden in den Ergänzungen H4_{d0} und H5_{d0} ausgewertet.

Haupthypothese 4

- H4_{a0}: Es gibt keinen signifikanten Unterschied bei dem ***Geschlecht*** der Gesamtstichprobe hinsichtlich der Körperstatik von der Erstanalyse zur Nachkontrolle nach 6 Monaten.
- H4_{b0}: Es gibt keinen signifikanten Unterschied bei dem ***Alter*** der Gesamtstichprobe hinsichtlich der Körperstatik von der Erstanalyse zur Nachkontrolle nach 6 Monaten.
- H4_{c0}: Es gibt keinen signifikanten Unterschied bei der ***Interaktion von Alter und Geschlecht*** der Gesamtstichprobe hinsichtlich der Körperstatik von der Erstanalyse zur Nachkontrolle nach 6 Monaten.
- H4_{d0}: Es gibt keinen signifikanten Unterschied bei den ***vier Altersstufen*** der Gesamtstichprobe hinsichtlich der Körperstatik von der Erstanalyse zur Nachkontrolle nach 6 Monaten.

Haupthypothese 5

- H5_{a0}: Es gibt keinen signifikanten Unterschied bei dem ***Geschlecht*** der Gesamtstichprobe hinsichtlich der Schmerzangaben von der Erstanalyse zur Nachkontrolle nach 6 Monaten.
- H5_{b0}: Es gibt keinen signifikanten Unterschied bei dem ***Alter*** der Gesamtstichprobe hinsichtlich der Schmerzangaben von der Erstanalyse zur Nachkontrolle nach 6 Monaten.
- H5_{c0}: Es gibt keinen signifikanten Unterschied bei der ***Interaktion von Alter und Geschlecht*** der Gesamtstichprobe hinsichtlich der Schmerzangaben von der Erstanalyse zur Nachkontrolle nach 6 Monaten.
- H5_{d0}: Es gibt keinen signifikanten Unterschied bei den ***vier Altersstufen*** der Gesamtstichprobe hinsichtlich der Schmerzangaben von der Erstanalyse zur Nachkontrolle nach 6 Monaten.

Nachdem in den Hauptthesen die besonders wichtigen Faktoren Alter und Geschlecht beleuchtet worden sind, werden in den nun folgenden Nebenthese noch zusätzliche Faktoren berücksichtigt. Hier wird der Einfluss der Podoätiologie auf die Körperstatik und die Schmerzangaben der Probanden überprüft, aber auch Faktoren wie sportliche oder berufliche Aktivitäten werden in Augenschein genommen.

Nebenhypothesen

Nebenhypothese 1

In dem theoretischen Teil dieser Arbeit wurde ausführlich die Podoätiologie als Therapieform, körpereigene Regulationsmechanismen, sowie Propriozeption und Muskelkette beschrieben. Hierauf bezieht sich die erste Nebenhypothese. Es soll überprüft werden, ob und wenn ja welche Veränderungen es in verschiedenen Körperbereichen des Probanden bei der Stimulation von Muskelketten von der Erstanalyse zur Zweitanalyse gibt. Damit später genau differenziert werden kann, was für Reaktionen an welchen Stellen des Körpers aufgetreten sind, wird die Nebenhypothese 1 nochmals unterteilt und auf festgelegte Körperregionen spezifiziert. Diese liegen vornehmlich im Becken – und Wirbelsäulenbereich und konkretisieren sich in dem Beckenschiefstand, der Lotabweichung der Wirbelsäule, der Oberflächenrotation, der Seitabweichung (skoliotische Abweichung) der Wirbelsäule und der Rumpfneigung.

N1a0: Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen der Erstanalyse und der Zweitanalyse hinsichtlich des Beckenschiefstandes.

N1b0: Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen der Erstanalyse und der Zweitanalyse hinsichtlich der Lotabweichung.

N1c0: Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen der Erstanalyse und der Zweitanalyse hinsichtlich der Oberflächenrotation.

N1d0: Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen der Erstanalyse und der Zweitanalyse hinsichtlich der Seitabweichung.

N1e0: Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen der Erstanalyse und der Zweitanalyse hinsichtlich der Rumpfneigung.

Nebenhypothese 2

Um die Langzeitfolgen überprüfen zu können, wurde nach ca. 6 Monaten eine Nachkontrolle durchgeführt. Die erhobenen Daten sind (wie bei der Erstanalyse) ohne propriozeptive Reizsetzungen und wieder spezifiziert in die unterschiedlichen Körperbereiche.

H2a0: Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen der Erstanalyse und der Nachkontrolle hinsichtlich des Beckenschiefstandes.

H2b0: Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen der Erstanalyse und der Nachkontrolle hinsichtlich der Lotabweichung.

H2c0: Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen der Erstanalyse und der Nachkontrolle hinsichtlich der Oberflächenrotation.

H2d0: Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen der Erstanalyse und der Nachkontrolle hinsichtlich der Seitabweichung.

H2e0: Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen der Erstanalyse und der Nachkontrolle hinsichtlich der Rumpfneigung.

Nebenhypothese 3

Interessant ist natürlich, welche Auswirkungen die Veränderungen der Körperstatik bei dem Patienten haben. Um dieses empirisch erfassen zu können, wurden den Patienten bei ihrem ersten Besuch vor Behandlungsbeginn ein Fragebogen gereicht, auf dem sie verschiedene Körperbereiche mit einer folgenden Likertskala aufgelistet vorfanden. Die aufgeführten Schmerzbereiche sind die Lendenwirbelsäule, das Iliosacralgelenk, die Brustwirbelsäule, die Halswirbelsäule und der Kopf mit Kopfschmerzen, sowie die Hüfte und die Knie. Zusätzlich wurden auch die Schultern, die Oberschenkel, die Unterschenkel, die Knöchel und die Füße abgefragt. Die Patienten sollten auf einer Skala von 0-7 ankreuzen, ob sie bei den bezeichneten Bereichen keinerlei oder sehr starke Schmerzen empfinden.

Nach Ablauf von 6 Monaten bekamen die Patienten erneut einen Fragebogen, mit dessen Hilfe sie den aktuellen Beschwerdestand protokollierten. Die empirischen Auswertungen dieser Fragebögen finden sich in den Berechnungen der Nebenhypothese 3 wieder.

Aus diesen Auswertungen können später auch Schlüsse gezogen werden, ob die podoätiologische Therapie hilfreich für alle, oder nur für einige wenige Körperbereiche ist.

N3a0: Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen der Erstanalyse und der Nachkontrolle hinsichtlich des Schmerzes in der Lendenwirbelsäule.

N3b0: Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen der Erstanalyse und der Nachkontrolle hinsichtlich des Schmerzes des Iliosacralgelenkes.

N3c0: Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen der Erstanalyse und der Nachkontrolle hinsichtlich des Schmerzes in der Brustwirbelsäule.

N3d0: Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen der Erstanalyse und der Nachkontrolle hinsichtlich des Schmerzes in der Halswirbelsäule.

N3e0: Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen der Erstanalyse und der Nachkontrolle hinsichtlich des Kopfschmerzes.

N3f0: Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen der Erstanalyse und der Nachkontrolle hinsichtlich des Schmerzes in der Hüfte.

N3g0: Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen der Erstanalyse und der Nachkontrolle hinsichtlich des Schmerzes in den Knien.

Nebenhypothese 4

Durch diese Nebenhypothese soll überprüft werden, ob die Patienten mit schlechter Körperstatik auch wie anzunehmen die stärkeren Schmerzen haben. Kann man also davon ausgehen, dass sich linear mit der Verschlechterung der Körperstatik auch die Schmerzen erhöhen? Kann man umgekehrt einem Patienten versprechen, dass sich bei einer Verbesserung der Körperstatik auch die Schmerzen verbessern oder sogar verschwinden? Mit der nun folgenden Hypothese soll dieses überprüft und geklärt werden.

N40: Es gibt keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der **Körperstatik und der subjektiven Schmerzeinschätzung** bei der Erstanalyse und der Nachkontrolle.

Nebenhypothese 5

Aus den Ausführungen zu den vorangegangenen Hypothesen wurde deutlich, dass die Veränderbarkeit der Körperstatik über den Zeitraum von 6 Monaten überprüft wird. Die Frage ist nun, ob man diesen Prozess noch anderweitig positiv beeinflussen kann. Haben in diesem Zusammenhang Sportler einen Vorteil, da durch regelmäßiges Training der Körper an Veränderungen gewöhnt ist und so die Ergebnisse bei der Nachkontrolle besser ausfallen? Oder geben Sportler weniger Schmerzen an, da die Muskulatur flexibler und das Muskelkorsett Fehlstellungen besser ausgleichen kann?

Da „Sportler“ ein dehnbarer Begriff ist, wurden die Probanden nach der Häufigkeit ihrer sportlichen Aktivität gefragt und die gewonnenen Werte in der Nebenhypothese 5 mit den anderen Parametern in Zusammenhang gebracht.

N50: Es gibt keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der **Häufigkeit der sportlichen Aktivität** der Probanden und der Körperstatik bei der Erstanalyse, bzw. der Summe der Schmerzen bei der Erstanalyse, sowie bei der Behaltensleistung und der Schmerzverbesserung.

Nebenhypothese 6

Dass körperliche Aktivität Einfluss auf die Auswertungen haben kann, wurde eben erörtert. Daher wird in Nebenhypothese 6 nach der Art der beruflichen Tätigkeit gefragt, denn diese wird täglich über einen längeren Zeitraum ausgeübt und hier kann es zu großen Unterschieden kommen. Dass ein Straßenbauer einen anderen körperlichen Einsatz bringen muss, als ein Buchhalter ist nahe liegend. Allerdings kann dies in Bezug auf die Statik sowohl Vor- als auch Nachteile haben. Ein beruflich körperlich aktiver Mensch setzt seinem Körper höhere Belastungen aus, bei denen sich die Statik verschlechtern kann. Allerdings hat er ein stärkeres Muskelkorsett als ein untätiger Berufsmensch und daraus können sich wiederum Vorteile ergeben. Zeigt sich hier in den Ergebnissen eine eindeutige Tendenz, oder heben sich letztendlich die Vor- und Nachteile gegeneinander auf? Dieses gilt es sowohl für die Statik-, als auch für die Schmerzwerte zu überprüfen.

N60: Es gibt keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der **beruflichen Aktivität** der Probanden und der Körperstatik bei der Erstanalyse, bzw. der Summe der Schmerzen bei der Erstanalyse, sowie bei der Behaltensleistung und der Schmerzverbesserung.

In der nun folgenden Untersuchungsmethodik wird genau beschrieben, welches die Rahmenbedingungen der Studie waren, die dazu führten, dass die Hypothesen berechnet werden konnten.

4.2 Untersuchungsmethodik

In der Untersuchungsmethodik werden die Planung und der Aufbau der Studie in allen Bereichen genau definiert, so dass diese wiederholt werden kann. Die Konstruktion der Untersuchung, mit der die aufgestellten Hypothesen überprüft werden sollen, ist hier beinhaltet. Umfassend beschrieben werden die Personenstichprobe, die Merkmalstichprobe mit dem Untersuchungsaufbau zur Bestimmung der Körperstatik, der Untersuchungsplan, die Versuchsdurchführung und das Verfahren der Datenverarbeitung.

4.2.1 Personenstichprobe

Die Grundgesamtheit dieser Studie bilden Männer und Frauen ab dem 51sten Lebensjahr. Sie setzt sich aus 230 Personen zusammen, wobei es sich um 149 Frauen und 81 Männer handelt mit einem Durchschnittsalter von 61,5 Jahren.

Ihnen ist gemein, dass sie als Patienten zu der Per-Pedes-Prien GmbH gekommen sind und bei ihnen in der Vergangenheit noch nie propriozeptive podoätiologische Stimulationen durchgeführt wurden. Damit die Qualität der Behandlung und die festgelegte Anwendung der podoätiologischen Methode gewährleistet wurden, haben ausschließlich J. Schramm und die Autorin podoätiologische Reizsetzungen durchgeführt. Alle Probanden aus der Grundgesamtheit kamen aus eigenem Antrieb und wurden erst vor Ort gefragt, ob die ermittelten Daten für die Studie benutzt werden durften. Da bis auf die Fragebögen die Probanden die gleiche Aufwendung und den

gleichen Zeitrahmen in Anspruch nahmen, wie alle anderen Patienten, wurde den Testpersonen der Studie der übliche Preis berechnet. Hierdurch wurde u.a. gewährleistet, dass die Versuchspersonen regelmäßig an den schon im Vorfeld bezahlten Nachkontrollterminen teilnahmen. Wie oben schon beschrieben, wurden die Versuchspersonen nicht bewusst rekrutiert, sondern sie kamen ohne Aufforderungen. Hierbei gibt es zu bedenken, dass die Probanden als Grundproblem eine Schmerzproblematik angaben. Andernfalls hätten sie keine Motivation gehabt, um sich für eine podoätiologische Therapie zu entscheiden. So haben alle Versuchspersonen in dem Fragebogen mehr oder weniger Schmerzen in verschiedenen Bereichen angegeben. Ein gewisser Leidensdruck war also anfänglich bei jedem Patienten vorhanden. Da es sich hier um Patienten mit Schmerzen handelte, war es nicht möglich eine Kontrollgruppe einzurichten, in der Schmerzpatienten über 6 Monate weder podoätiologisch, noch von einem Arzt oder Physiotherapeuten behandelt werden durften.

Anfänglich waren für die Studie 250 Personen ausgewählt. Allerdings gab es drei Ausschlusskriterien, die die Versuchsgruppe von 250 auf 230 Personen reduzierten:

- 1.) Der Körperscanner der Firma *Diers International* – genauer noch beschrieben in Kapitel 4.2.2 Merkmalsstichprobe – scannt die Oberfläche des Körpers. Aufgrund dieser ermittelten Werte können die Wirbelsäule und die Position des Beckens bestimmt werden. Wenn Patienten zu starke Fettfalten am Rücken aufweisen, ist die Oberflächenstruktur vom Scanner nicht eindeutig bestimmbar und die Personen sind für die Studie nicht geeignet. Sieben Frauen und vier Männer wurden so aus der Studie ausgeschlossen.
- 2.) Drei Frauen und ein Mann kamen mit durch massive Diabetes verursachte, abgestorbene Nervenenden in den Füßen. Die propriozeptive Weiterleitung von den gezielt gesetzten Reizen ist daher nicht möglich. Dieses gilt für Symptome der Diabetes, sowie für alle anderen neurologischen Erkrankungen.

3.) Im Verlauf des Untersuchungszeitraumes gab es fünf weitere Personen, die entweder gar nicht zur Nachkontrolle kamen, oder den Termin verschoben haben, so dass die vorgegebenen Zeiträume für die Nachkontrolltermine nicht eingehalten werden konnten. Da dieses von 250 Personen nur auf fünf zutraf zeigt das hohe Interesse der Probanden an den Untersuchungsergebnissen.

Bei der Auswertung der Patientenfragebögen zeigte sich trotz des fortgeschrittenen Alters eine Heterogenität in den abgefragten Bereichen, wie der beruflichen Aktivität oder der Häufigkeit des Sporttreibens. Dieses ergibt sich dadurch, dass in meiner Grundgesamtheit sowohl Berufstätige als auch Rentner zu finden sind, sehr fitte und sportlich aktive Personen genau so wie ruhigere Vertreter. Auffallend war, dass die Häufigkeit der sportlichen Aktivität polarisierte: einige Personen waren sehr sportlich aktiv und gingen jeden Tag schwimmen, Rad fahren, wandern etc., andere hingegen übten keinerlei Sport aus.

Es handelt sich also um eine 230 Personen starke, heterogene Gruppe ab dem 51sten Lebensjahr, die in dem Vorhandensein von Schmerzen ihre Gemeinsamkeit hat.

4.2.2 Merkmalsstichprobe

Zur Bestimmung der Merkmalsstichprobe bekamen die Personen die an der Studie teilnahmen einen Fragebogen, in dem die persönlichen Daten erfasst wurden. Dieser ist im Anhang einzusehen.

Verschiedene Parameter wurden von den Probanden erfragt und sollen hier mit Erläuterung aufgezeigt werden.

1.) Name

In dem Fragebogen wurde als erstes nach dem Namen gefragt. In der Auswertung der Parameter wurde dieses dann aus Gründen des Datenschutzes durch Kürzel ersetzt.

2.) Geburtsdatum

Das Alter stellt für die Einordnung der Probanden dieser Studie einen wichtigen Faktor dar. Zum einen werden durch die Sortierung nach den Geburtsjahrgängen die Probanden dieser Stichprobe von den Patienten der Studie von *J. Schramm* separiert. Zum anderen kommt es innerhalb dieser Studie zu einer Trennung von den Probanden in zwei Gruppen (s. Hypothese1)

3.) Berufliche Tätigkeit

Für die Ergebnisse der Untersuchung ist zu vermuten, dass jegliche Form von körperlicher Aktivität relevant ist. Da ein Handwerker meistens hohen körperlichen Belastungen ausgesetzt ist, kann man vermuten, dass bei ihm eine andere muskuläre Situation vorherrscht als bei einem Buchhalter. In dem Fragebogen wurde aber nicht nach der Bezeichnung des Berufes gefragt,

sondern nach Ausübung einer für die Studie relevanten körperlichen Tätigkeit. Der Proband hatte die Wahlmöglichkeiten zwischen:

1. körperliche Tätigkeit / 2. wechselnde Tätigkeit / 3. keine körperliche Tätigkeit.

Des Weiteren ist denkbar, dass differierende körperliche Aktivitäten verschiedene Auswirkungen auf den Therapieerfolg des Einzelnen haben. Antworten darauf werden die Berechnungen geben.

4.) Sportliche Aktivität

Da die körperliche Aktivität der Probanden nicht nur während der Arbeitszeit, sondern auch in der Freizeit durchgeführt werden kann, wurde nach der Häufigkeit von sportlicher Aktivität gefragt. Gibt es einen Einfluss auf die Therapie, wenn man regelmäßig sportlich aktiv ist? Daher wurde gefragt nach

1. Sportart / 2. Häufigkeit der Ausübung pro Woche.

Als mögliche Sportarten zum Ankreuzen wurden Walking / Jogging, Schwimmen, Muskeltraining, Golf, Fußball, Tennis, Bergwandern, Rad fahren und sonstige aufgeführt. Dieses repräsentierten auch die von den Probanden meiner Grundgesamtheit ausgeführten Sportarten.

5.) Schmerzen

Für die gesamte Studie ist letztendlich relevant, ob sich bei einer objektiven Veränderung des Körperschemas auch die Schmerzen reduzieren. Daher ist die Schmerzbefragung ein zentraler Punkt der Untersuchung. Um die subjektiven Schmerzempfindungen statistisch messbar zu machen, wurde zunächst der Körper zur Schmerz –Lokalisierung und –Vergleichbarkeit innerhalb der Probandengruppe in verschiedene Bereiche aufgeteilt.

Diese eingeteilten Körperbereiche sind:

- 1. Kopf / 2. Halswirbelsäule / 3. Schulter / 4. Brustwirbelsäule /
5. Lendenwirbelsäule / 6. Iliosacralgelenk / 7. Hüfte / 8. Oberschenkel /
9. Knie / 10. Unterschenkel / 11. Knöchel / 12. Fuß**

Weiterhin wurden die Ausprägungen des Schmerzes eingeteilt in acht Stufen (0-7), welches einer Likert-Skala entspricht. Beispielhaft für den Bereich der Kopfschmerzen sah die entsprechende Skala wie folgt aus:

<i>keine Schmerzen</i>								<i>sehr starke Schmerzen</i>
<i>Kopf</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>

Wenn in der Zeile für die entsprechende Körperstelle eine „0“ angekreuzt wurde, hat der Patient in diesem Bereich keine Schmerzen, bei einer markierten „7“ dagegen sehr starke. Die Zahlen dazwischen geben verschiedene Abstufungsmöglichkeiten.

An dieser Stelle ist noch mal zu beachten, dass zwar nicht alle Patienten für jeden Körperbereich Schmerzen angegeben haben, allerdings kein Patient schmerzfrei an der Studie teilnahm und auch eine Kontrollgruppe aus ethischen Gründen nicht denkbar ist.

Um für die Statistik eine relevante Aussage über die Schmerzverbesserung geben zu können, wurde die Schmerzbefragung sowohl vor der ersten Untersuchung, als auch bei der Nachkontrolle nach 6 Monaten durchgeführt. Durch die erhaltenen Werte wurden die einzelnen Körperbereiche ausgewertet, sowie den einzelnen Patienten einen Summenwert der von ihnen angegebenen Schmerzen aus allen Bereichen zugeordnet. Die Summe der Schmerzen des einzelnen Patienten bei der Erstanalyse wird mit „SCHMERZE“ bezeichnet, wogegen die errechnete Summe bei der Nachkontrolle nach 6 Monaten mit „SCHMERZN“ benannt wird. Um daraus die Schmerzverbesserung abzuleiten,

wurde die Summe der Schmerzen bei der Nachkontrolle von der Summe der Schmerzen bei der Erstanalyse subtrahiert. Die daraus errechnete Differenz wird als „DSCHMERZ“ definiert und stellt die Schmerzverbesserung dar.

Die sich daraus ergebene Formel lautet:

$$\text{SCHMERZE} - \text{SCHMERZN} = \text{DSCHMERZ}$$

6.) 3D – Körperscanner

Für die objektiven Messparameter der Körperstatik wurde ein 3D-Körperscanner eingesetzt, dessen technische Spezifizierung gleich noch näher erläutert wird. Diese Messparameter sind der Beckenschiefstand, die Lotabweichung, die Oberflächenrotation, die Seitabweichung und die Rumpfneigung.

Diese Parameter wurden zu unterschiedlichen Zeitpunkten genommen:

bei der Erstanalyse vor Beginn der podoätiologischen Therapie (gekennzeichnet durch die „0“ als Zusatz bei den Messparametern),

bei der Zweitanalyse, direkt nachdem die propriozeptiv stimulierenden Teilchen positioniert wurden (gekennzeichnet durch die „1“ als Zusatz bei den Messparametern),

und bei der Nachkontrolle nach 6 Monaten ohne jegliche Reizsetzung (gekennzeichnet durch die „2“ als Zusatz bei den Messparametern).

Die daraus entstehenden Bezeichnungen der Merkmale für die einzelnen Körperbereiche lauten wie folgt:

Beckenschiefstand:	BECKEN0	BECKEN1	BECKEN2
Lotabweichung:	LOTABW0	LOTABW1	LOTABW2
Oberflächenrotation:	OBERFLA0	OBERFLA1	OBERFLA2
Seitabweichung:	SEITABW0	SEITABW1	SEITABW2
Rumpfneigung:	RUMPFNE0	RUMPFNE1	RUMPFNE2

Um einen Wert zu bekommen, der eine Aussage über das Körperschema des jeweiligen Probanden gibt, wurde die Summe der oben aufgeführten Merkmale der Statik gebildet und mit dem Begriff „STATIK“ bezeichnet. Diese Summe

ließ sich wieder für alle drei Messungen bestimmen, welches erneut durch den Zusatz „0“, „1“, „2“ zu erkennen ist. Hieraus ergeben sich die Werte für die Gesamtsituation der Statik bei der Erstanalyse mit „STATIK0“, bei der unmittelbaren Nachkontrolle mit „STATIK1“ und bei der Nachkontrolle nach 6 Monaten wurde der Wert „STATIK2“ gebildet.

Um eine Aussage über die Verbesserung der Statikwerte im Verlauf der Untersuchung machen zu können, wurden der STATIK-Wert der Nachkontrolle von dem Ausgangswert bei der Erstanalyse subtrahiert, da hier die größte Veränderung zu erwarten ist und bei beiden Werten die Messung ohne propriozeptive Stimulation erfolgte.

$STATIK0 - STATIK2 = DSTATIK$

Diese Differenz zeigt, inwiefern sich der Körper die neue Statiksituation gemerkt hat, d.h. in dem Automatismus der Muskelspannungen integriert ist. Sie symbolisiert also die Behaltensleistung der körperlichen Veränderungen.

Die Messungen zum Erlangen der Statikwerte wurden durchgeführt mit dem 3D-Oberkörperscanner „formetric II“ der Firma Diers International GmbH. Er wurde ausgewählt, um eine objektive und möglichst genaue Aussage über die Stellung des Körpers im Raum machen zu können, ohne dem Patienten Röntgenbelastungen auszusetzen. Dieses lichtoptometrische, photogrammetrische Verfahren kann den Rücken und das Becken über Video – Rasterstereographie erfassen und liefert so ein exaktes dreidimensionales Modell des Körpers.



Abb.4.1 Messmethode

(www.ids-imaging.de/fronted/files/Diers_International.jpg.
Zugriff 07. Juni 2010)

Die Genauigkeit dieser Messungen wurde mit ca. 500 digitalisierten, objektivnumerisch analysierten Röntgenaufnahmen in einer Studie von Hierholzer und Drerup überprüft und bestätigt (Hierholzer & Drerup 1996). Dadurch ist es möglich, Beinlängenverkürzungen, Beckenschiefstände, Skoliosen etc. zu bestimmen und Veränderungen von außen, wie z.B. Prothesen, Orthesen oder wie hier podoätiologische Stimulationen über die Propriozeption zu dokumentieren.

Der Einsatz dieses Gerätes sah im Detail wie folgt aus:

Zunächst wurde das Gerät von einem Mitarbeiter der Firma Diers International GmbH aufgestellt und auf seine Richtigkeit überprüft. Danach bekamen J. Schramm und die Autorin eine Schulung für die korrekte Bedienung des Gerätes. Die Messungen, die für die Untersuchungen relevant sind, wurden ausschließlich von J. Schramm und der Autorin durchgeführt, so dass die korrekte Bedienung und das fachliche Wissen gewährleistet waren.

Für eine korrekte Aufnahme mit dem 3D-Scanner zog sich der Patient bis auf die Unterhose aus und stellte sich in einem Abstand von 2 Metern zum Gerät auf einer festgelegten Plattform. Die Füße wurden in einem Winkel von ca. 10° Außenrotation positioniert, die Knie sollten gestreckt werden (um eventuell vorliegende Beinlängenunterschiede nicht auszugleichen), bei möglichst gleichmäßiger Belastung beider Beine. Um Oberkörperrotationen zu vermeiden, richtete sich der Blick gerade aus auf eine im Blickfeld entsprechend positionierte

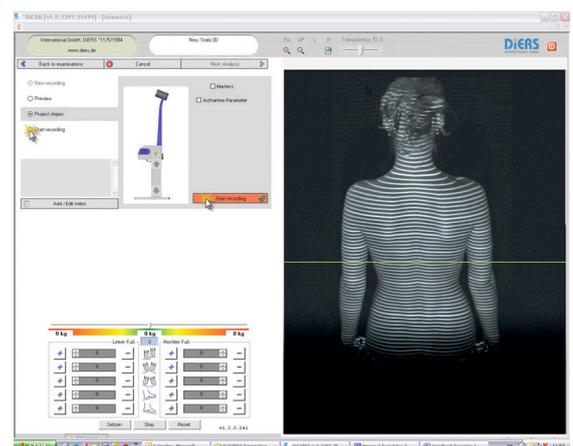


Abb.4.2 Video-Rasterstereographie
(www.biometrixmedica.com/_img/en/interior/formetric3D.gallery/formetric.figure. Zugriff 07. Juni 2010)

Linie. Die Arme wurden locker neben dem Körper hängen gelassen. Kurz bevor die effektive Messung durchgeführt wurde, entblößte der Patient das Gesäß, so dass kein Kleidungsstück die Messung störend beeinflusst. Mit dieser Aufnahme wird die normale Körperstellung des Patienten ohne eine eingreifende Korrektur (wie z.B. ein Beinlängenausgleich) dokumentiert.

Die erhaltene Aufnahme wurde über einen Computer, versehen mit der Software „VRS Version 7.31“, berechnet. Dieses ist die von der Firma Diers International GmbH vorgesehene Software und wurde mit einem PC zusammen mit der Messeinheit geliefert. Damit die Körperstellung exakt bestimmt werden kann, sind vier Fixpunkte von entscheidender Bedeutung. Ist es nicht möglich bei einer Versuchsperson alle vier Punkte zu bestimmen (z.B. durch eine Fettfalte) bekommt man keine gültige Aufnahme, was zu einem Ausschluss des Patienten aus der Untersuchung führte.

Bei diesen vier Fixpunkten handelt es sich um:

VP = Vertebra prominens

DL = linkes Lumbalgrübchen im Bereich der spina illiaca posterior superior

DR = rechtes Lumbalgrübchen im Bereich der spina illiaca posterior superior

SP = Sacrum-Punkt (liegt auf der Sacrumfläche und ist weniger genau

bestimmbar, da er für die Formanalyse von geringerer Bedeutung ist)

Aus den gewonnenen Messwerten errechnet sich ein weiterer Wert „DM“ zur Mittelpunktbestimmung zwischen dem rechten und linken Lumbalgrübchen.

Anhand der bestimmten Punkte lassen sich alle weiteren Werte ermitteln und der Oberkörper genau dargestellt werden. Die für die Studien relevanten Messparameter Beckenschiefstand, Lotabweichung, Oberflächenrotation, Seitabweichung und Rumpfneigung werden auf Basis der Computertechnik von J. Schramm im einzelnen noch mal erläutert:

„1. Der Beckenschiefstand bezieht sich auf die Höhendifferenz der Lumbalgrübchen, die sich im Bereich der *spina illiaca posterior superior* bezogen auf die horizontale Ebene bilden. Der Höhenunterschied zwischen den beiden Grübchen wird hierbei in Millimetern angegeben. In der Auswertungssoftware besagt ein positiver

Wert, dass das rechte Grübchen höher als das linke Grübchen liegt. Ein negativer Wert zeigt an, dass das linke Grübchen höher liegt. Zur Auswertung der Daten wurden allerdings alle Werte auf ein positives Niveau gesetzt, da als optimaler Wert der Höhenunterschied null Millimeter festgesetzt wurde und somit in keine Richtung ein Höhenunterschied vorhanden ist. Eine Abweichung vom Optimalwert auf der linken oder rechten Seite zeigt hier für eine Auswertung der Verbesserung keinen Unterschied und würde die Ergebnisse verfälschen. Die Messwerte sind hierbei unabhängig von der Drehstellung der Probanden, da eine eventuelle Drehung von der Software herausgerechnet wird.

2. Die Lotabweichung

Die Lotabweichung, gemessen in Millimetern, ist definiert als Lateralabweichung der Vertebra prominens von der Mitte zwischen den Lumbalgrübchen. Ein positiver Wert bedeutet eine Verschiebung des VP's nach rechts, ein negativer eine solche nach links (in p.a.-Richtung gesehen). Zur Auswertung der Daten wurden wiederum alle Werte positiv gesetzt, da für die empirischen Berechnungen eine Abweichung vom Optimum (0mm) von Interesse ist und nicht, ob diese nach rechts oder links erfolgte, welches sich in den Berechnungen subtrahieren würde.

3. Rumpfneigung

Die Rumpfneigung ist der Winkel zwischen der Schwerelinie und der Verbindungslinie VP-DM (in seitlicher Projektion). Der Winkel ist positiv, wenn VP anterior zu DM liegt (Vorneigung) und negativ bei VP posterior DM (Rückneigung). Auch hier werden die Werte für die Auswertung positiv gesetzt, da ein Optimum von 0 Grad vorgegeben wird. Die Richtung der Abweichung ist für die empirische Auswertung der Körperstatik nicht von Interesse.

4. Seitabweichung

Dieser Parameter beschreibt die mittlere quadratische Abweichung (RMS) der Mittellinie der Wirbelsäule von der Linie VP-DM (in der Frontalebene). Bei einer gesunden Person sollte der Wert 0 sein (zuzüglich dem Messfehler in der Größenordnung von 3-4 Millimetern).

5. Oberflächenrotation

Dieser Parameter beschreibt den mittleren quadratischen Wert (RMS) der Oberflächenrotation auf der Symmetrielinie. Bei einer gesunden Person sollte der Wert 0 sein (zuzüglich dem Messfehler in der Größenordnung von 3 Grad)“

(Schramm, 2010, S. 90-92)

Mit Hilfe dieser Messparameter ist eine fundierte Aussage über die tatsächliche Körperstellung möglich.

Nachdem die entsprechenden Korkteilchen der podoätiologischen Therapie gefunden sind, wird die oben bezeichnete Aufnahme mit den unter den Füßen positionierten Teilchen wiederholt (objektive Parameter der Zweitanalyse). Eine dritte Kontrollaufnahme wird nach 6 Monaten angefertigt, allerdings hier wieder ohne Reizsetzungen, um die identischen Verhältnisse der Erstanalyse zu erzeugen. Aus diesen Messungen ergeben sich drei Aufnahmen von jedem teilnehmenden Probanden. Die eventuell vorliegenden Veränderungen können protokolliert und ausgewertet werden.

Nachdem nun beschrieben wurde, wie die konkrete Problemstellung (Kapitel 4.1) lautet und die Personenstichprobe (Kapitel 4.2) und die Merkmalsstichprobe (Kapitel 4.2.2) präzisiert worden sind, wird in dem nun folgenden Kapitel „Untersuchungsplan“ die gesamte Strategie erklärt, nach der in dieser Untersuchung vorgegangen worden ist, um die Problemstellung zu klären. Fragestellungen, ob es sich hier um ein Laborexperiment, Feldexperiment oder eine Feldstudie handelt, sollen dabei u.a. geklärt werden.

4.2.3 Untersuchungsplan

In diesem Kapitel wird die systematische Vorgehensweise zur Klärung der Fragestellung beschrieben.

Zu den Rahmenbedingungen dieser Untersuchung gehört ein Wirbelsäulenscanner, der objektive Werte über die Körperhaltung liefert und kleinste Veränderungen dokumentiert. Subjektiv empfundenen Schmerzen der Patienten wurden durch einen Fragebogen mit Hilfe einer Likert-Skala fixiert, die sich im Vorfeld schon bei zahlreichen Versuchsreihen bewährt hat. Veränderungen der Parameter werden ausgelöst durch gezielt positionierte Reizsetzungen.

Da die Rahmenbedingungen des Versuchsaufbaus im Vorfeld bestimmt wurden, handelt es sich hier um ein Experiment. Da dieses Experiment nicht in einem natürlichen Milieu durchgeführt wird, sondern in einer festgelegten Versuchsanordnung, handelt es sich um ein Laborexperiment, dessen Ziel darin besteht, ob das vom Versuchsleiter gegebene Treatment eine allgemeingültige Wirksamkeit aufweist oder nicht (Singer & Willimczik 1985).

Daher wird zunächst bei der Beurteilung der Daten überprüft, ob das Ziel der Signifikanz gegeben ist, d.h. ob eine Verbesserung der Körperstatik und/oder der subjektiven Schmerzen eingetreten ist und dieses kein Zufall war.

Für die Körperstatik wurden die Reaktionen direkt nach der ersten Reizsetzung und auch nach 6 Monaten als Daten mit Hilfe des 3D-Oberkörper-scanners objektiv festgehalten und können so darüber Auskunft geben, ob der Körper in der Lage ist, die podoätiologische Stimulation so zu verinnerlichen, dass man von einer Behaltensleistung sprechen kann. Hier liegt der Kern in der Überprüfung der Wirksamkeit der Reizsetzungen. Es handelt sich hier also eher um einen technischen Aspekt, eine Funktionsüberprüfung und Auswertung über die Reaktionen des menschlichen Körpers auf externe Stimulationen.

Damit nun die propriozeptive Reizsetzung den Patienten täglich begleiten und das dadurch entstandene neue Körperschema in den automatischen Handlungs- und Bewegungsablauf aufgenommen werden kann, wurde von der Fußsohle des Patienten eine Scanaufnahme gemacht, auf der man die Positionierung der Korkteilchen erkennen konnte. Bei diesem Scanner handelt es sich um einen 2D-Fußscanner der Firma Rothballer (modifiziert), der millimetergenau die Positionierung der eingesetzten Stimuli widerspiegelt.

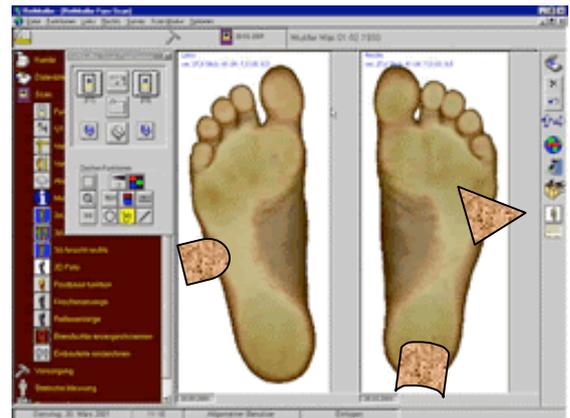


Abb. 4.3 2D-Fußscan

Anhand dieser Aufnahme wurde von einem Orthopädie-Schuhbetrieb eine dünne Einlage angefertigt, auf der die 1-4mm dünnen Korkteilchen genau so positioniert wurden, wie es der Fußscan vorgab.



Abb. 4.4 Propriozeptive Einlage

(www.samberger24.de/cms/upload/home/Sensomotorische_Einlage_klein.jpg Letzter Zugriff 04. Juni 2010)

Diese Einlage wurde dann von den Patienten täglich für mindestens 6-8 Stunden getragen, damit sich die neue Körperhaltung festigt. Ob dieses auch der Fall ist, kann man bei der Auswertung der Behaltensleistung später ablesen, da sowohl die erste

Aufnahme des Oberkörpers bei der Erstanalyse, als auch bei der Nachkontrolle nach 6 Monaten ohne Einlage oder Korkteilchen erfolgte.

Für den Einsatz der Podoätiologie als Therapieform ist die subjektive Schmerzempfindung des Patienten ein genauso wichtiger Aspekt wie die auszulösenden physiologischen Reaktionen. Daher wurden die vom Patienten angegebenen Schmerzempfindungen zum Zeitpunkt der ersten Begegnung und des Endtests bei der Nachkontrolle protokolliert und ausgewertet.

Zusätzlich wurden verschiedene Parameter mit dessen Einfluss auf die Statik und die Schmerzen betrachtet. Gibt es Faktoren, die die Ergebnisse positiv oder negativ beeinflussen können? Man spricht hier von Kriterium und Prädiktor, wobei die Statik- und Schmerzverbesserung das Kriterium darstellen, der Prädiktor dagegen definiert wird durch die Parameter Alter, Geschlecht, die Häufigkeit sportlicher Aktivitäten und die beruflichen Aktivitäten. Wie aus dem Titel dieser Arbeit und der Studie von J. Schramm hervorgeht, spielt das Alter der Patienten bei den Überprüfungen eine besondere Rolle. Da es sich bei dieser Therapiemöglichkeit um körperliche Veränderungen handelt liegt die Frage nah, ob sie nur für bestimmte Altersgruppen zutrifft, oder auch bei älteren Personen einsetzbar ist. Wenn sich dieses bestätigen würde, ergibt sich daraus sofort die nächste Frage, nämlich ob die Veränderung des Körperschemas bei allen Altersgruppen gleich gute Ergebnisse zeigt, oder ob die Therapie ab einem gewissen Alter nicht mehr sinnvoll ist. Daher spielt der Prädiktor „Alter“ in den Untersuchungen eine zentrale Rolle. Durch den gleichen Aufbau der Studien ist diese wichtige Überprüfung möglich.

Üblicherweise gibt es bei empirischen Arbeiten eine Kontrollgruppe. In diesem Fall müsste man Patienten mit Schmerzen ein halbes Jahr lang ohne jegliche Behandlungen belassen um die sich daraus ergebenden Veränderungen zu messen. Dieses ist aber aus ethischen Gründen nicht vertretbar. Daher wurde auf eine Kontrollgruppe verzichtet.

Die auszuwertenden Daten der Patienten wurden innerhalb eines Zeitraumes von ca. einem Jahr ermittelt.

4.2.4 Versuchsdurchführung

Die Versuchsdurchführung umfasst die gesamte Realisierung der Untersuchungsplanung. Hier wird die genaue Vorgehensweise beschrieben und erklärt.

Die Probanden, die die Grundgesamtheit bilden, sind Kunden der Per-Pedes-Prien GmbH, die vom Dezember 2002 bis zum Oktober 2003 dorthin kamen. Nachdem sie über die Studie informiert worden waren, wurde ihnen der Fragebogen gereicht (s. Anhang), der die bereits genannten Parameter Alter, Geschlecht, sportliche Aktivität, berufliche Aktivität und die Likert-Skala zur Schmerzdefinition enthielt. Nachdem alle Fragestellungen sorgfältig von den Probanden ausgefüllt worden waren, wurden sie in den Untersuchungsraum gebeten. Hier wurde zunächst ein intensives Anamnesegespräch geführt, welches darüber Auskunft gab, welche Verletzungen oder Vorerkrankungen bei der Versuchsperson vorlagen. Auch die akuten Schmerzen wurden genauer beschrieben (Ruheschmerz, Belastungsschmerz, Taubheitsgefühle etc.), so dass man an dieser Stelle Patienten mit Neuropathien oder anderen nervalen Störungen

Danach wurde ein dynamischer Fußabdruck (Pedographie) von den Versuchspersonen erstellt. Hierbei handelt es sich um ein Blauabdruckgerät, welches flach auf dem Boden liegt. Die Rückseite, unter der ein Blatt Papier liegt, ist mit frischer Tinte eingefärbt. Geht die Testperson barfuss über dieses präparierte Blauabdruckgerät, werden auf dem Papier verschiedene Druckpunkte deutlich, die Hinweise auf das Abrollverhalten und die Gewichtsverteilung geben (s. Abb. 4.1).



Abb.4.5: Dynamischer Fußabdruck

(private Aufnahmen, Schramm 2003)

Im nächsten Schritt wurde die Körperstatik des Probanden genau untersucht. Dazu musste sich die Testperson bis auf die Unterhose entkleiden und auf einen Fuß-Scanner stellen. Der Proband wird auf einem im Scanner eingebauten Spiegel positioniert, um ohne Veränderungen der Standposition die Fußsohlenanatomie begutachten zu können. Des Weiteren musste sich so die Testperson nicht mehr bewegen, nachdem man die optimale Versorgung mit den podoätiologischen Teilchen gefunden hatte.

Bevor die Teilchen gesetzt wurden, erfolgten ein Sicht- und Palpationsbefund des gesamten Körpers durch den Therapeuten und der erste 3D-Scan des Oberkörpers, um den Status des Probanden festzuhalten. Um optimale Bedingungen für den Vorgang der Messung zu gewährleisten, wurde auf Textilfreiheit im Aufnahmebereich, auf Entfernung reflektierender Gegenstände (z.B. Schmuck) und Abdunkelung des Untersuchungsraumes gedacht. Damit die Voraussetzungen für alle Probanden gleich waren und auch bei der Nachkontrolle möglichst identische Bedingungen herrschten, wurden zusätzlich noch nachfolgende Anweisungen gegeben:

Beide Knie sollten möglichst vollständig gesteckt und das Gewicht gleichmäßig auf beide Seiten verteilt werden. Der Blick sollte geradeaus auf die Markierung gerichtet sein, und die Arme locker neben dem Körper hängen gelassen werden.

Nachdem die Aufnahme gemacht wurde, konnte man am Computer die erste Auswertung in Zahlen und im Bild sehen und wird als „Erstanalyse“ bezeichnet. Aufgrund der bis dahin gesammelten Daten wurden der Testperson die Korksegmente für die podoätiologische Therapie unter den Füßen positioniert. Die körperlichen Veränderungen wurden palpatorisch so lange überprüft, bis die entsprechend richtigen Teilchen des jeweiligen Patienten gelegt worden und die Körperstatik optimiert worden war (die zu Grunde liegenden Parameter s. Kapitel 3). Der Proband wurde erneut gescannt. Diese zweite Aufnahme (Zweitanalyse) unterscheidet sich von der Erstanalyse durch die Dokumentation der ersten direkten propriozeptiven Veränderungen unter Stimulation durch die unter den Füßen verwendeten Korksegmente. Zeigten die Ergebnisse der Zweitanalyse eine erste Verbesserung, wurden die Füße von unten mit den positionierten Korkteilchen gescannt. Die Versuchsperson durfte anschließend den Scannerbereich verlassen. Im Rahmen eines gemeinsamen Abschlussgesprächs wurden

die ersten Ergebnisse der Analyse erörtert. Dem Probanden wurde das weitere Vorgehen erklärt (Tragezeit der Einlagen, eventuelle Umstellungsproblematiken wie Muskelkater etc.) und mit ihm ein Termin zum Anpassen der aufgrund des Fußscans angefertigten Schuhsohle in der darauf folgenden Woche vereinbart. Diese Zeit wurde zum Herstellen der Einlagen in einem Orthopädie-Schuhtechnikbetrieb benötigt.

Zu dem Termin des Anpassens der Sohle brachte der Proband mehrere Schuhe mit und die Sohle wurde entsprechend zugeschnitten. Zusätzlich wurde die richtige Anwendung erklärt und in schriftlicher Form als Gebrauchsanweisung mitgegeben.

Eine Zwischenkontrolle wurde nach 6 Wochen vorgenommen, bei der keine Daten für die Studie genommen wurden, sondern nur kurz der körperliche Status des Patienten überprüft werden sollte.

Ein halbes Jahr nach der Erstanalyse kam der Proband zur Nachkontrolle. Dieser Termin verlief wie die Erstanalyse: zunächst wurde der gleiche Fragebogen erneut ausgefüllt und danach die körperstatische Analyse inklusive 3D-Oberkörpermessung ohne Stimuli durchgeführt.

Alle entstandenen Kosten für die Analysen und die Fertigung der Einlagen wurden dankenswerterweise im vollen Umfang von den Probanden übernommen.

Die aus den Analyseterminen gewonnenen Daten werden nun in einem weiteren Schritt berechnet und ausgewertet. Welche statistischen Verfahren dazu nötig und angewendet worden sind, werden im nächsten Kapitel „Verfahren der Datenverarbeitung“ erläutert.

4.2.5 Verfahren der Datenverarbeitung

Dieses Kapitel über die statistische Analyse umfasst die Anwendung aller statistischen Verfahren, sowie die Darstellung der einzelnen Leistungen und Berechnungen. Das hier angewendete Verfahren zur Datenverarbeitung ist das Computerprogramm „SPSS“. Die angestellten Berechnungen wurden von einem Empiriker auf ihre Richtigkeit überprüft. Im weiteren Verlauf dieses Kapitels soll beschrieben werden, welches statistische Verfahren bei welcher Hypothese (s. Kapitel 4.1) angewandt worden ist.

Haupthypothese H1, sowie Nebenhypothesen N1, N2, N3:

Für die Prüfung auf Unterschiede wurden t-Tests angewendet, da man so testen kann, ob zwei Stichproben, die den gleichen Mittelwert aufweisen, aus zwei Grundgesamtheiten stammen. Dieses wurde bei Haupthypothese H1, sowie Nebenhypothesen N1, N2, N3 angewendet, wobei bei den drei Nebenhypothesen T-Tests für abhängige Stichproben und für die Haupthypothese H1 ein t-Test für unabhängige Stichproben herangezogen wurde. In dem SPSS-Programm wird mit einem t-Test automatisch auch ein F-Test durchgeführt. Dieser gibt an, ob zwischen den Stichproben eine Varianzhomogenität besteht oder nicht. „Ein F-Test berechnet die einseitige Wahrscheinlichkeit, dass sich die Varianzen von der Gruppe 1 und Gruppe 2 nicht signifikant unterscheiden. Mit dieser Funktion kann man feststellen, ob zwei Stichproben unterschiedliche Varianzen haben. Untersucht wird der Unterschied in der Streuung (oder Vielfalt) der Prüfungsergebnisse“ (Schramm, 2010, S. 98).

Hauptypothesen H2, H3, sowie Nebenhypothesen N4, N5, N6:

Da bei diesen Hypothesen Zusammenhänge überprüft werden sollen, wurden Korrelationen berechnet. Der Korrelationskoeffizient lässt erkennen, ob es eine Beziehung zwischen zwei Variablen gibt.

Haupthypothese H4, H5:

In diesen beiden Hauptthesen soll die Untersuchung von J. Schramm mit dieser Studie verglichen werden, damit man letztendlich eine Aussage darüber treffen kann, ob die propriozeptive Stimulation bei Patienten im Alter zwischen 20-50 besser, schlechter oder gleich gut anzuwenden ist wie bei Patienten ab dem 51sten Lebensjahr. An der Problemstellung sieht man schon, dass es sich hier um komplexere Berechnungswege handelt. Daher wurde eine Zweiweg-Varianzanalyse durchgeführt, mittels der eine Verbesserung von unterschiedlichen Leistungsgruppen und die Interaktionen von Einzelparametern überprüft werden kann (Willimczik, 1993).

In dem nun folgenden Kapitel „Darstellung der Ergebnisse“ werden die Berechnungen aufgeführt und in Grafiken veranschaulicht.

4.3 Darstellung der Ergebnisse

Hier werden nun die Berechnungen zu den Hypothesen dargestellt und in Grafiken veranschaulicht. Den Berechnungen folgt die statistische Entscheidung über die Beibehaltung der Nullhypothese H_0 , oder ob die Alternativhypothese H_1 angenommen werden darf. Die Signifikanzgrenzen liegen bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von mindestens 5%. Damit ist das Ergebnis auf einem 95%-Niveau abgesichert. Alle Irrtumswahrscheinlichkeiten über 5% erfordern ein Beibehalten der Nullhypothese. Liegt die Irrtumswahrscheinlichkeit unter 1% kann man das Ergebnis sogar als hochsignifikant bezeichnen (Willimczik, 1992).

Im weiteren Verlauf werden die einzelnen Hypothesen mit deren Berechnungen dargestellt und die statistischen Entscheidungen getroffen. Des Weiteren werden die Ergebnisse aus der Studie von J. Schramm kurz erwähnt und in die jeweilig vergleichbare Hypothese eingeflochten.

4.3.1 Veränderungen zwischen der Erstanalyse, der Zweitanalyse und der Nachkontrolle

In diesem Teil der Arbeit werden die Hypothesen im Einzelnen noch einmal aufgeführt und die Auswertungen der entsprechenden Berechnungen mit den darstellenden Grafiken ihren Platz finden.

4.3.1.1 Verhältnis zwischen den Altersstufen bei der Erstanalyse und der Nachkontrolle bei der Körperstatik und der Schmerzangabe

Wie bei der Beschreibung der Haupthypothese 1 aufgezeigt, wurde die Grundgesamtheit noch einmal in zwei Stichprobengruppen unterteilt. Die erste Gruppe beinhaltet die 51 bis 65 jährigen Testpersonen, die zweite alle Probanden ab dem 66sten Lebensjahr. Man kann vermuten, dass es zu unterschiedlichen Reaktionen auf die podoätiologische Therapie kommt, da altersbedingt unterschiedliche physiologische Voraussetzungen in den beiden Altersgruppen vorzufinden sind. Es kann auch spekuliert werden, dass die Behaltensleistung der Statik und die Schmerzverbesserung in den verschiedenen Altersgruppen zu unterschiedlichen Ergebnissen führt. Diese Vermutung soll hier geklärt werden.

Haupthypothese 1

Zu Haupthypothese 1: Der Unterschied bei der Körperstatik (Statik0) und der Summe der Schmerzen (SchmerzE) bei der Erstanalyse, sowie der Unterschied bei der Behaltensleistung der körperlichen Veränderungen (DStatik) und bei der Schmerzverbesserung (DSchmerz) als Differenz mit den Werten der Nachkontrolle, hinsichtlich der verschiedenen Altersgruppen.

Die nun folgende grafische Darstellung veranschaulicht das Ergebnis:

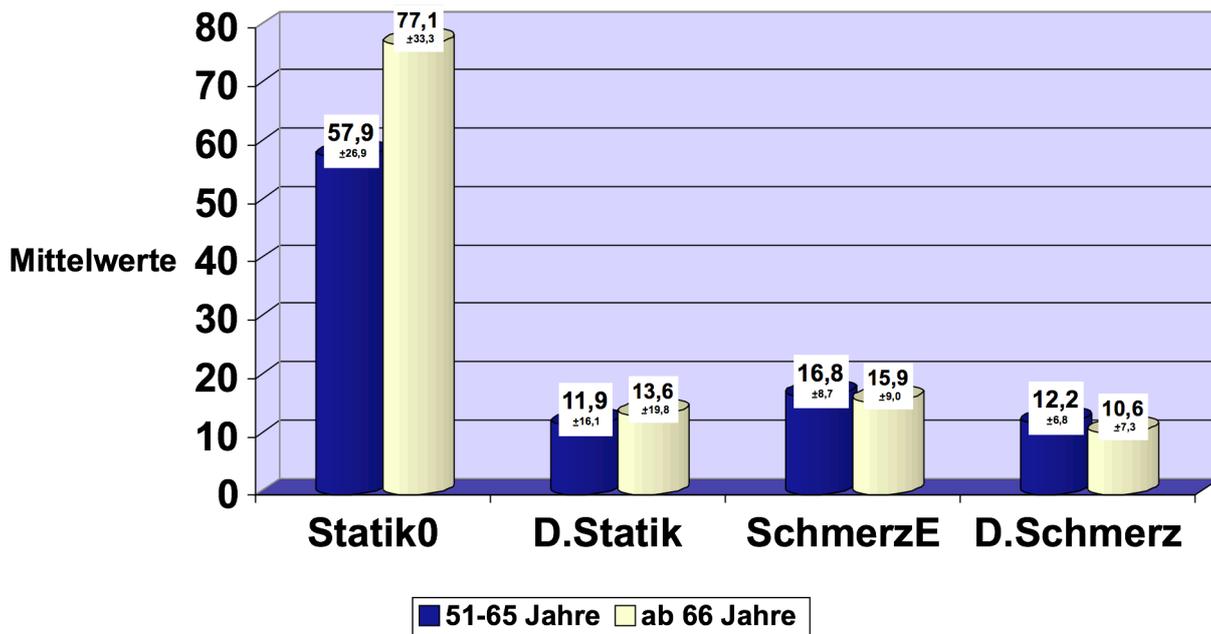


Abb.4.6: Mittelwerte der Körperstatik (Statik0) und der Summe der Schmerzen (SchmerzE) bei der Erstanalyse, sowie die Mittelwerte der Behaltensleistung (DStatik) und der Schmerzverbesserung (DSchmerz) nach ca. 6 Monaten

Es zeigte sich, dass bei den Statikwerten ungleiche Varianzen vorliegen und sich Signifikanzen ergeben. Dieses bedeutet, dass Unterschiede in den beiden Altersgruppen bestehen angesichts der Statik und der Behaltensleistung der neuen Körperstellung:

Statik0 mit $p=0,004$

DStatik mit $p=0,035$

Unter Berücksichtigung der oben dargestellten Mittelwerte kann man nun die Aussage treffen, dass die jüngeren Probanden eine bessere Statik, aber auch eine schlechtere Behaltensleistung aufweisen. Die Suche nach den Gründen hierfür erfolgt in Kapitel 4.4 Interpretation und Diskussion.

Bei den Schmerzwerten gab es gleiche Varianzen und damit keine verallgemeinerbaren Aussagen:

SchmerzE mit $p=0,370$

DSchmerz mit $p=0,529$

Daraus ergibt sich, dass für den Bereich der Statik H_1

H_{11} : Es gibt einen signifikanten Unterschied in der Körperstatik bei der Erstanalyse, sowie bei der Behaltensleistung hinsichtlich der beiden Altersstufen innerhalb der Studie.

...angenommen werden kann und für die Schmerzwerte H_0 beibehalten werden muss

H_{10} : Es gibt keinen signifikanten Unterschied in der Summe der Schmerzen bei der Erstanalyse, sowie bei der Schmerzverbesserung hinsichtlich der beiden Altersstufen innerhalb der Studie.

4.3.1.2 Zusammenhang zwischen dem Alter und den Parametern Anfangsstatik, Behaltensleistung, Anfangsschmerzwert und Schmerzverbesserung

Für die Haupthypothese 2 wurden Zusammenhangsprüfungen angestellt. Hier werden nun sowohl die objektiven Auswertungen des 3D-Scanners, als auch die Ergebnisse der subjektiven Schmerzbefragung berücksichtigt. Die Parameter Anfangsstatik (Statik0), Behaltensleistung (DStatik), Anfangsschmerz (SchmerzE) und die Schmerzverbesserung (DSchmerz) wurden mit dem Faktor Alter in Zusammenhang gebracht.

In der folgenden Tabelle sind die errechneten Werte aufgeführt, wobei in der oberen Zeile die Korrelation nach *Pearson* und in der unteren Zeile die Signifikanz aufgeführt wird.

Hypothese 2

Tab. 4.1: Korrelation nach *Pearson* zwischen dem Alter und den Parametern Anfangsstatik (Statik0), Behaltensleistung (DStatik), Anfangsschmerzwert (SchmerzE) und Schmerzverbesserung (DSchmerz)

	Statik0	DStatik	SchmerzE	DSchmerz
Alter	0,235	0,094	-0,087	-0,114
Signifikanz	P=0,000	P=0,154	P=0,190	P=0,089

Wie bei den Unterschiedsprüfungen ist die Korrelation auf dem Niveau von 0,05 signifikant und von 0,01 hochsignifikant.

Bei den Korrelationen zeigt sich, dass es einen Zusammenhang zwischen dem Alter und der Anfangsstatik gibt. Ob nun die älteren oder jüngeren Probanden meiner Grundgesamtheit bessere Statikwerte aufweisen, kann man aus den Ergebnissen des t-Tests aus Hypothese 4 ableiten: die Stichprobe ab dem 66sten Lebensjahr hat eine signifikant schlechtere Haltung, als die jüngeren Probanden.

Damit kann man für die Anfangsstatik...

*H21: Es gibt einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem **Alter** der Probanden und der Körperstatik bei der Erstanalyse*

...annehmen und für die restlichen Parameter gilt...

*H20: Es gibt keinen signifikanten Zusammenhang zwischen dem **Alter** der Probanden und der Summe der Schmerzen bei der Erstanalyse, sowie bei der Behaltensleistung und der Schmerzverbesserung.*

Bei den Berechnungen aus der Studie von J. Schramm mit den Versuchspersonen im Alter zwischen 20-50 Jahren wurde an dieser Stelle keine signifikante Korrelation festgestellt. So scheinen die körperstatischen Veränderungen mit zunehmenden Alter eine immer größere Rolle zu spielen.

4.3.1.3 Zusammenhang zwischen dem Geschlecht und den Parametern Anfangsstatik, Behaltensleistung, Anfangsschmerzwert und Schmerzverbesserung

Im nächsten Schritt soll nun überprüft werden, ob es einen Zusammenhang zwischen den Statik- und Schmerzparametern mit dem Geschlecht gibt. Dieses entspricht der Fragestellung der sechsten Hypothese.

Die entsprechenden Korrelationen und Signifikanzen kann man aus der nachstehenden Tabelle ablesen:

Haupthypothese 3

Tab. 4.2: Korrelation nach Pearson zwischen dem Geschlecht und den Parametern Anfangsstatik (Statik0), Behaltensleistung (DStatik), Anfangsschmerzwert (SchmerzE) und Schmerzverbesserung (DSchmerz) .

	Statik0	DStatik	SchmerzE	DSchmerz
Geschlecht	-0,81	-0,044	-0,096	-0,115
Signifikanz	P=0,223	P=0,506	P=0,146	P=0,081

Da keinerlei Signifikanzen festzustellen sind, scheinen sowohl die Statikwerte, als auch die Schmerzwerte für diese Gesamtstichprobe unabhängig vom Geschlecht zu sein und daher gilt:

*H30: Es gibt keinen signifikanten Zusammenhang zwischen dem **Geschlecht** der Probanden und der Körperstatik bei der Erstanalyse und der Summe der Schmerzen bei der Erstanalyse, sowie bei der Behaltensleistung und der Schmerzverbesserung.*

Anders stellte sich diese bei der Untersuchung von J. Schramm dar:

Hier gab es zwar auch keinen Zusammenhang zwischen den objektiven Statikwerten zwischen Frauen und Männer, allerdings einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Geschlecht und den subjektiven Schmerzwerten. Mit Hilfe eines weiterführenden t-Tests konnte geklärt werden, dass die Frauen seiner Grundgesamtheit höhere Schmerzwerte bei der Erstanalyse angaben ($p=0,002$), aber nach 6 Monaten auch eine höhere Schmerzverbesserung ($p=0,004$).

Der Zusammenhang zwischen Schmerz und Statik wird in Kapitel 4.3.1.9 geklärt.

4.3.1.4 Verhältnis bei der großen Gesamtstichprobe zwischen dem Geschlecht und den Parametern Anfangsstatik bzw. Behaltensleistung

Nun werden die erhobenen Daten dieser Studie mit der von J. Schramm zu einer großen Grundgesamtheit zusammengefügt. So werden die weiteren Berechnungen basierend auf den 230 Probanden meiner Untersuchung und den 228 Testpersonen aus der Studie von J. Schramm ausgeführt, so dass nun die Werte von 458 Versuchspersonen den Berechnungen zu Grunde liegen. Diese Grundgesamtheit gilt für die Fragestellungen aus Haupthypothese 4, in der die Statikparameter überprüft werden sollen und für Haupthypothese 5, bei der die Schmerzparameter im Vordergrund stehen. Zunächst sollen die Statikparameter auf ihre Signifikanz kontrolliert werden:

Haupthypothese 4

Im weiteren Verlauf wurden die Statikparameter auf ihre Unterschiede bezüglich des Geschlechts, des Alters, der Interaktion zwischen Alter und Geschlecht und schließlich auf die vier Altersgruppen (20-35 Jahre, 36-50 Jahre, 51-65 Jahre, ab 66 Jahre) getestet. Als erstes soll der Unterschied vom Geschlecht zur Körperstatik überprüft und in der Tabelle verdeutlicht werden. Die Abkürzung „WDH“ steht für Wiederholung. Sie bezeichnet den wiederholten Test der Körperstatik hinsichtlich des Geschlechts, der zunächst bei der Erstuntersuchung (Statik0) und dann noch mal bei der Nachkontrolle (Statik2) nach 6 Monaten erfolgte.

Tab. 4.3: Tests der Innersubjektkontraste von dem Geschlecht mit der Erstanalyse und der Nachkontrolle.

Quelle	WDH	Signifikanz	Partielles Eta-Quadrat
WDH	Linear	0,000	0,287
WDH*Geschl	Linear	0,698	0,000
Fehler (WDH)	Linear		

Entscheidend ist hier der Wert der Signifikanz mit der Wiederholung Geschlecht (WDH*Geschl), der in diesem Fall mit $p=0,698$ nicht signifikant ist.

Die Konsequenz daraus ist, dass die Nullhypothese mit...

*H_{4a0}: Es gibt keinen signifikanten Unterschied bei dem **Geschlecht** der Gesamtstichprobe hinsichtlich der Körperstatik von der Erstanalyse zur Nachkontrolle nach 6 Monaten.*

...beibehalten werden muss.

In einem nächsten Schritt wird das Alter auf die Unterschiede in der Grundgesamtheit geprüft. Die 230 Personen starke Untersuchungsgruppe wird mit den 228 Probanden unter 51 Jahren bezüglich der Statik bei der Erstuntersuchung mit der Statik bei der Nachkontrolle verglichen. Der Faktor „Gruppe“ verdeutlicht an dieser Stelle, dass in die zwei Untersuchungsgruppen bei der Berechnung unterschieden wird.

Tab. 4.4: Tests der Innersubjektkontraste von den Gruppen mit der Erstanalyse und der Nachkontrolle.

Quelle	WDH	Signifikanz	Partielles Eta-Quadrat
WDH	Linear	0,000	0,310
WDH*Gruppe	Linear	0,001	0,024
Fehler (WDH)	Linear		

In diesem Fall wird sogar ein hochsignifikantes Ergebnis erzielt. Es gibt also Unterschiede bezüglich des Alters und der Körperstatik und daher gilt...

*H4_{b1}: Es gibt einen signifikanten Unterschied bei dem **Alter** der Gesamtstichprobe hinsichtlich der Körperstatik von der Erstanalyse zur Nachkontrolle nach 6 Monaten*

Dieses besagt bislang aber nur, dass es einen Unterschied gibt, allerdings nicht welchen. Man kann vermuten, dass die jüngeren Patienten bessere Statikwerte aufweisen. Ob dieses auch tatsächlich der Fall ist, stellt sich bei der Betrachtung des Profildiagramms von dem geschätzten Randmittel heraus:

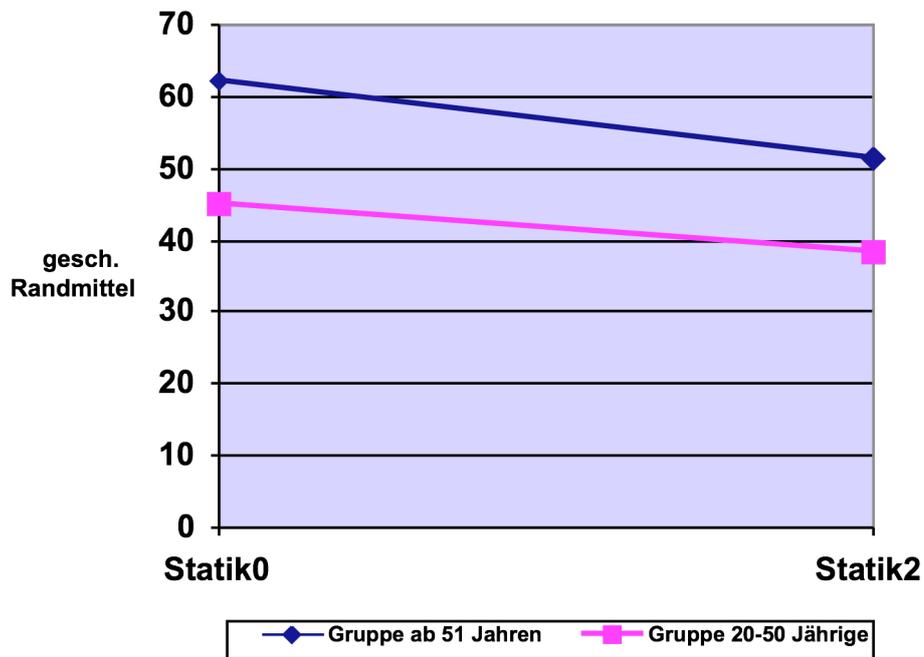


Abb.4.7: Profildiagramm von dem geschätzten Randmittel für die Statik bei den beiden Altersgruppen

Wie zu erwarten hat die Gruppe der Probanden ab dem 51sten Lebensjahr bei der Erstanalyse und bei der Nachkontrolle schlechtere Statikwerte. Beide Gruppen haben sich zwar verbessert, aber immer noch hat die Gruppe der älteren Probanden ein schlechteres Körperschema.

Zur Überprüfung von Hypothese 4c muss die Wechselwirkung oder Interaktion von Alter und Geschlecht berechnet werden. Hieraus wird der Einfluss der einzelnen Faktoren auf die abhängige Variable deutlich. Bislang konnte man nur die Aussage darüber treffen, ob es Unterschiede bei den Frauen beziehungsweise Männern gibt, oder ob die podoätiologische Therapie bei jüngeren oder älteren Testpersonen bessere Erfolge bringt. Hier wird nun dieses miteinander verknüpft, so dass Aussagen über jüngere Frauen, ältere Männer etc. bezüglich des Therapie-Ergebnisses getroffen werden können.

Zunächst wird überprüft, ob die Frauen über 51 Jahren signifikant unterschiedliche Reaktionen bei der Körperstatik zeigen, als die jüngeren Frauen aus der Stichprobe von J. Schramm.

Tab. 4.5: Tests der Innersubjektkontraste von den Frauen in beiden Gruppen mit der Erstanalyse und der Nachkontrolle.

Quelle	WDH	Signifikanz	Partielles Eta-Quadrat
WDH	Linear	0,000	0,300
WDH*Gruppe	Linear	0,003	0,031
Fehler (WDH)	Linear		

Es zeigt sich aufgrund des hochsignifikanten Ergebnisses, dass es deutliche Unterschiede bei den Frauen verschiedener Altersklassen gibt.

Auch hier verdeutlicht das nachstehende Profildiagramm, dass erwartungsgemäß die Frauen ab 51 Jahren bei der Erstanalyse höhere Werte bei den Abweichungen von der Normalstatik zu verzeichnen haben. Auch bei den Werten bei der Nachkontrolle kann von dieser Altersgruppe ein hoher Wert erzielt werden.

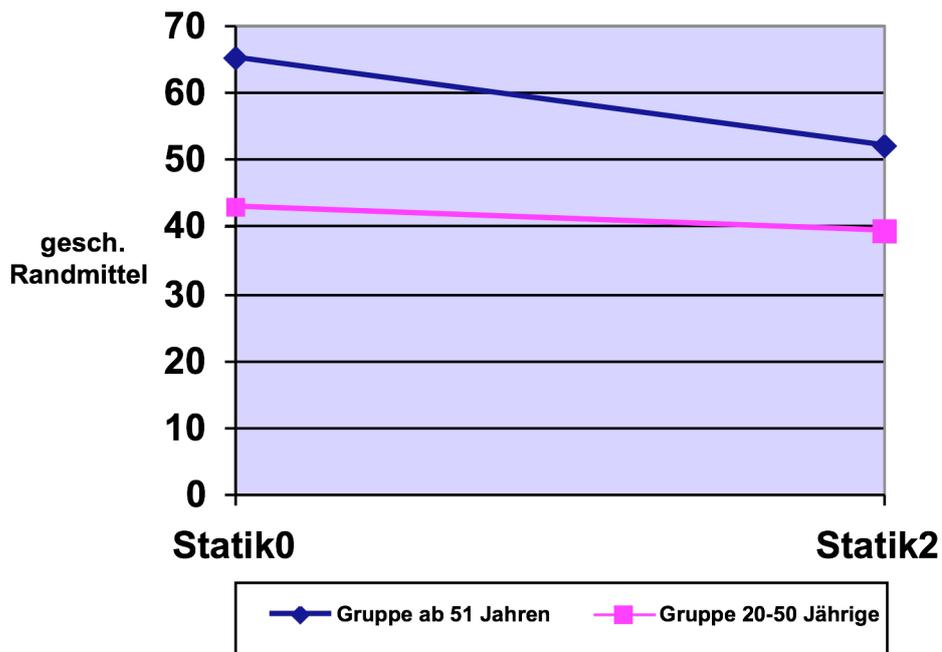


Abb.4.8: Profildiagramm von dem geschätzten Randmittel für die Statik bei den Frauen der beiden Altersgruppen

Nach den Frauen erfolgen nun die Berechnungen der Gruppe der Männer. Liegen hier die jüngeren Testpersonen bezüglich der besseren Statikwerte vorne, wie es bei den Frauen der Fall war?

Diese Frage wird hier beantwortet:

Tab. 4.6: Tests der Innersubjektkontraste von den Männern in beiden Gruppen mit der Erstanalyse und der Nachkontrolle.

Quelle	WDH	Signifikanz	Partielles Eta-Quadrat
WDH	Linear	0,000	0,326
WDH*Gruppe	Linear	0,141	0,013
Fehler (WDH)	Linear		

Erstaunlicherweise konnte für die Gruppe der männlichen Probanden kein signifikantes Ergebnis erzielt werden. Die jüngeren und die älteren Männer scheinen gleich auf die Therapie zu reagieren.

Daraus ergibt sich für die Beurteilung der Hypothesen, dass für die Gruppe der weiblichen Teilnehmer...

*H4c1: Es gibt einen signifikanten Unterschied bei der **Interaktion von Alter und Geschlecht** der Gesamtstichprobe hinsichtlich der Körperstatik von der Erstanalyse zur Nachkontrolle nach 6 Monaten.*

angenommen werden kann und für die männlichen Probanden muss...

*H4c0: Es gibt keinen signifikanten Unterschied bei der **Interaktion von Alter und Geschlecht** der Gesamtstichprobe hinsichtlich der Körperstatik von der Erstanalyse zur Nachkontrolle nach 6 Monaten.*

...beibehalten werden.

Betrachtet man die Gesamtstichprobe, so kann man große Altersunterschiede feststellen. Daher wurden die Probanden nochmals aufgeteilt („Altersgr“).

Die sich daraus ergebenden vier Gruppen...

- 1.) 20 bis 35 Jahre (n=101)
- 2.) 36 bis 50 Jahre (n=127)
- 3.) 51 bis 65 Jahre (n=171)
- 4.) ab 66 Jahre (n=59)

...sollen daher in Haupthypothese 4d auf ihre Unterschiede geprüft werden.

Tab. 4.7: Tests der Innersubjektkontraste bei den vier Altersgruppen mit der Erstanalyse und der Nachkontrolle.

Quelle	WDH	Signifikanz	Partielles Eta-Quadrat
WDH	Linear	0,000	0,266
WDH*Altersgr	Linear	0,000	0,026
Fehler (WDH)	Linear		

Es zeigt sich, dass es hier hochsignifikante Unterschiede gibt.

Hieraus ergibt sich für die Auswertung der Haupthypothese 4d, dass die Alternativhypothese...

H_{4d1}: Es gibt einen signifikanten Unterschied bei den *vier Altersstufen* der Gesamtstichprobe hinsichtlich der Körperstatik von der Erstanalyse zur Nachkontrolle nach 6 Monaten

...angenommen werden darf.

Wie diese Unterschiede aussehen, werden wieder aus dem entsprechenden Profildiagramm deutlich:

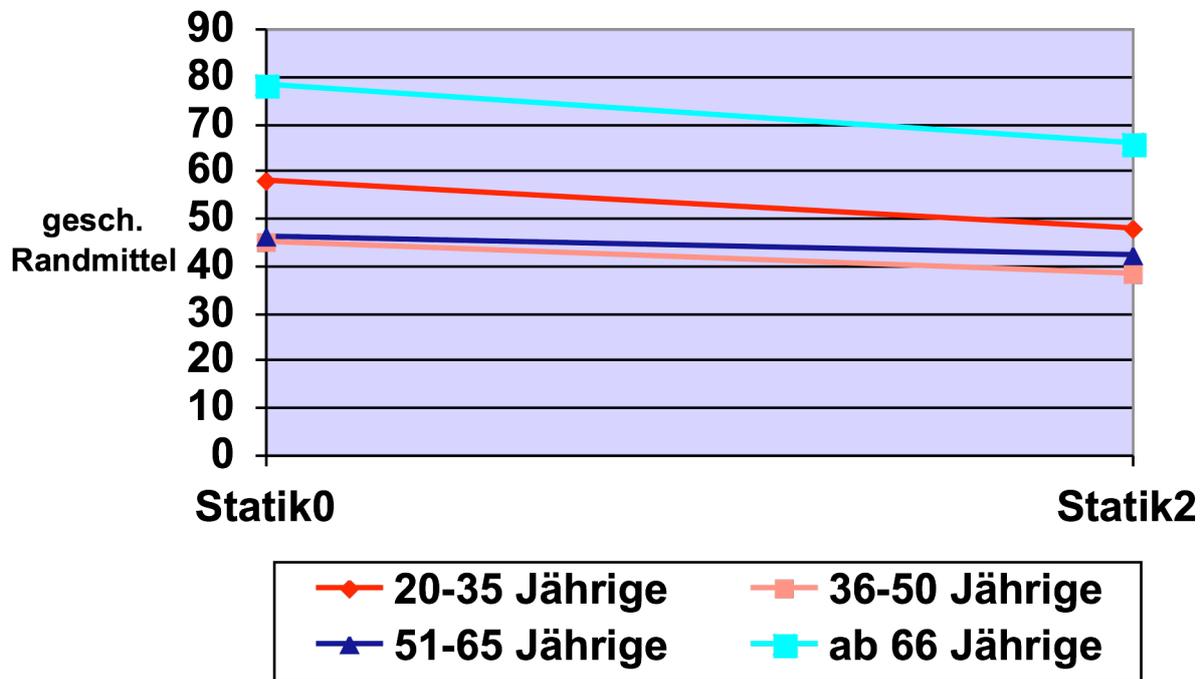


Abb.4.9: Profildiagramm von dem geschätzten Randmittel für die Statik bei den vier Altersgruppen

In der grafischen Darstellung zeigt sich, dass nicht erwartungsgemäß die Fehler bei der Körperstatik mit zunehmenden Alter steigen (s. Säulen „Statik0“) und sich dieses auch nicht nach einem halben Jahr Tragen der propriozeptiven Einlagen korrigiert (s. Säulen „Statik2“). Die älteste Gruppe ab 66 Jahren hat zwar die schlechtesten Werte, aber die jüngsten Probanden im Alter von 20-35 Jahren nicht die besten. Tatsächlich haben die Testpersonen im Alter von 36-50 Jahren die niedrigste Säule und damit die günstigsten Werte für die Körperstatik.

Damit sind alle Fragestellungen aus den Hypothesen bezüglich der Statik ausgewertet.

Im nun folgenden Kapitel werden die restlichen Hypothesen zur Klärung der noch ausstehenden Schmerzproblematik bearbeitet.

4.3.1.5 Verhältnis bei der großen Gesamtstichprobe zwischen dem Geschlecht und den Parametern Anfangsschmerz bzw. Schmerzverbesserung

In der Überprüfung der letzten Haupthypothese 5 werden die Unterschiede des Alters und des Geschlechts bezüglich der Schmerzparameter überprüft. Auch hier werden für die Einzelparameter die verschiedenen Aspekte ausgewertet. Als Schmerzwerte wurden die Angaben aus den Fragebögen benutzt, die bei der Erstanalyse und nach 6 Monaten bei der Nachkontrolle ausgefüllt wurden.

Haupthypothese 5

Zunächst werden erneut die geschlechtsspezifischen Unterschiede überprüft:

Tab. 4.8: Tests der Innersubjektkontraste von dem Geschlecht mit der Erstanalyse und der Nachkontrolle.

Quelle	WDH	Signifikanz	Partielles Eta-Quadrat
WDH	Linear	0,000	0,720
WDH*Geschl	Linear	0,001	0,023
Fehler (WDH)	Linear		

Da das Ergebnis hochsignifikant ist, kann man ...

*H5a1: Es gibt einen signifikanten Unterschied bei dem **Geschlecht** der Gesamtstichprobe hinsichtlich der Schmerzangaben von der Erstanalyse zur Nachkontrolle nach 6 Monaten.*

...annehmen.

Dieses bedeutet, dass es im Bezug auf die Schmerzentwicklung einen signifikanten Unterschied bei den Männern und Frauen gibt. Wie sich dieser Unterschied darstellt, geht aus dem Profildiagramm der geschätzten Randmittel hervor:

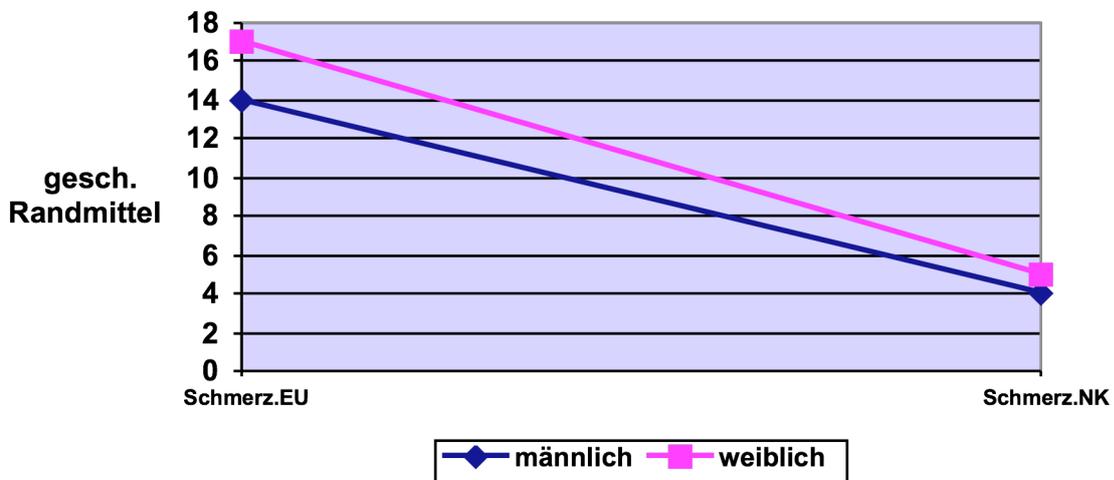


Abb.4.10: Profildiagramm von dem geschätzten Randmittel für die Schmerzproblematik bei den Geschlechtern

Deutlich erkennbar ist, dass Frauen höhere Schmerzwerte angeben als Männer. Die Gründe hierfür werden in dem Kapitel „Interpretation und Diskussion“ darlegt.

Im nun folgenden Abschnitt soll die Frage geklärt werden, ob es einen signifikanten Unterschied bei dem Alter der Gesamtstichprobe hinsichtlich der Schmerzangaben von der Erstanalyse zur Nachkontrolle gibt.

Tab. 4.9: Tests der Innersubjektkontraste von den Gruppen mit der Erstanalyse und der Nachkontrolle.

Quelle	WDH	Signifikanz	Partielles Eta-Quadrat
WDH	Linear	0,000	0,739
WDH*Gruppe	Linear	0,719	0,000
Fehler (WDH)	Linear		

Da hier mit $p=0,719$ keine Signifikanz vorliegt, scheint das Schmerzempfinden eher ein geschlechtsspezifisches Problem zu sein, als eines des Alters.

Daher gilt, dass ...

*H5_{b0}: Es gibt keinen signifikanten Unterschied bei dem **Alter** der Gesamtstichprobe hinsichtlich der Schmerzangaben von der Erstanalyse zur Nachkontrolle nach 6 Monaten*

...beibehalten werden muss.

Im nächsten Schritt wird die Interaktion von Alter und Geschlecht überprüft. Kann man einen Unterschied feststellen, ob ältere oder jüngere Frauen stärkere Schmerzen

angeben, oder fällt die Schmerzangabe auf der Likert-Skala gleich aus? Die Frauen der beiden Untersuchungsgruppen werden als erstes gegenübergestellt.

Tab. 4.10: Tests der Innersubjektkontraste von den Frauen in beiden Gruppen mit der Erstanalyse und der Nachkontrolle.

Quelle	WDH	Signifikanz	Partielles Eta-Quadrat
WDH	Linear	0,000	0,745
WDH*Gruppe	Linear	0,807	0,000
Fehler (WDH)	Linear		

Da hier kein signifikanter Unterschied festzustellen ist, hängt der Grad der Schmerzeinstufung bei den Frauen nicht vom Alter ab.

Ob dieses auch bei den Männern der Fall ist, wird jetzt überprüft.

Tab. 4.11: Tests der Innersubjektkontraste von den Männern in beiden Gruppen mit der Erstanalyse und der Nachkontrolle.

Quelle	WDH	Signifikanz	Partielles Eta-Quadrat
WDH	Linear	0,000	0,747
WDH*Gruppe	Linear	0,393	0,004
Fehler (WDH)	Linear		

Auch hier können keine signifikanten Werte erzielt werden ($p=0,393$), so dass es damit keine Unterschiede der Schmerzeinstufung bei Männern unterschiedlichen Alters gibt.

Dieses hat zur Folge, dass die Hypothese...

*H5_{c0}: Es gibt keinen signifikanten Unterschied bei der **Interaktion von Alter und Geschlecht** der Gesamtstichprobe hinsichtlich der Schmerzangaben von der Erstanalyse zur Nachkontrolle nach 6 Monaten.*

... für die Gruppen beider Geschlechter beibehalten werden muss.

Wie bei den Statikwerten wird auch für die Schmerzparameter die Aufteilung in die vier Altersgruppen...

- 1.) 20 bis 35 Jahre (n=101)
- 2.) 36 bis 50 Jahre (n=127)
- 3.) 51 bis 65 Jahre (n=171)
- 4.) ab 66 Jahre (n=59)

...vorgenommen und überprüft.

Die sich daraus ergebenden Werte werden wieder in der Tabelle veranschaulicht:

Tab. 4.12: Tests der Innersubjektkontraste bei den vier Altersgruppen mit der Erstanalyse und der Nachkontrolle.

Quelle	WDH	Signifikanz	Partielles Eta-Quadrat
WDH	Linear	0,000	0,703
WDH*Altersgr	Linear	0,436	0,006
Fehler (WDH)	Linear		

Im Gegensatz zu den Statikwerten kann man bei den Schmerzwerten keinen signifikanten Unterschied bei verschiedenen Altersgruppen feststellen, so dass die Nullhypothese mit...

H5_{d0}: Es gibt keinen signifikanten Unterschied bei den *vier Altersstufen* der Gesamtstichprobe hinsichtlich der Schmerzangaben von der Erstanalyse zur Nachkontrolle nach 6 Monaten

...beibehalten werden muss.

Das Geschlecht scheint in diesem Fall die einzige Einflussgröße auf die Schmerzwerte zu sein.

4.3.1.6 Verhältnis zwischen der Erstanalyse und der Zweitanalyse bei der Körperstatik

In diesem Kapitel werden die von dem 3D-Oberkörperscanner erfassten Parameter Beckenschiefstand, Lotabweichung, Oberflächenrotation, Seitabweichung und Rumpfeigung aus der Erstanalyse (ohne Stimuli) denen der Zweitanalyse (Messung direkt nach der Reizsetzung) gegenüber gestellt.

Die Parameter aus der Erstanalyse sind gekennzeichnet durch den Zusatz „0“, die Faktoren der Zweitanalyse mit einer „1“.

Jedem Parameter sind eine Grafik und die dazugehörige Hypothese zugeordnet. Betrachtet werden die arithmetischen Mittel, die mit Hilfe der t-Tests errechnet und in Beziehung gebracht wurden. Die ermittelten Irrtumswahrscheinlichkeiten (p) können darüber Auskunft geben, ob die H_0 – Hypothese beibehalten werden muss, oder die H_1 – Hypothese angenommen werden darf.

Nebenhypothese 1

Zu Nebenhypothese 1a: Der Unterschied des Beckenschiefstandes bei der Erstanalyse (Becken0) und bei der Zweitanalyse (Becken1)

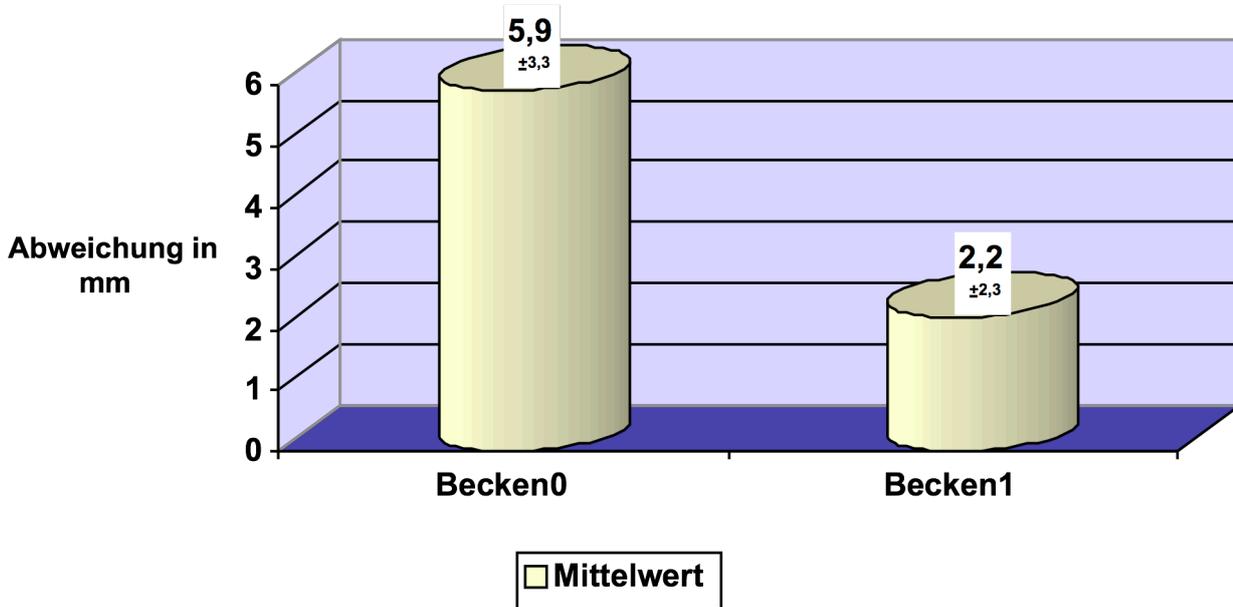


Abb.4.11: Mittelwerte des Beckenschiefstandes im Vergleich von der Erstanalyse zur Zweitanalyse

Da dieses Ergebnis mit $p=0,000$ als hochsignifikant eingestuft werden kann, wird...

N1a1: Es gibt einen signifikanten Unterschied zwischen der Erstanalyse und der Zweitanalyse hinsichtlich des Beckenschiefstandes

...angenommen.

Dieses bedeutet, dass sich die Beckenstellung sofort nach richtiger Reizsetzung nachweis- und verallgemeinerbar verändert. Dieses war auch bei den jüngeren Probanden aus der Untersuchung von J. Schramm mit $p=0,000$ der Fall.

Zu Nebenhypothese 1b: Der Unterschied der Lotabweichung bei der Erstanalyse (Lotabw0) und bei der Zweitanalyse (Lotabw1)

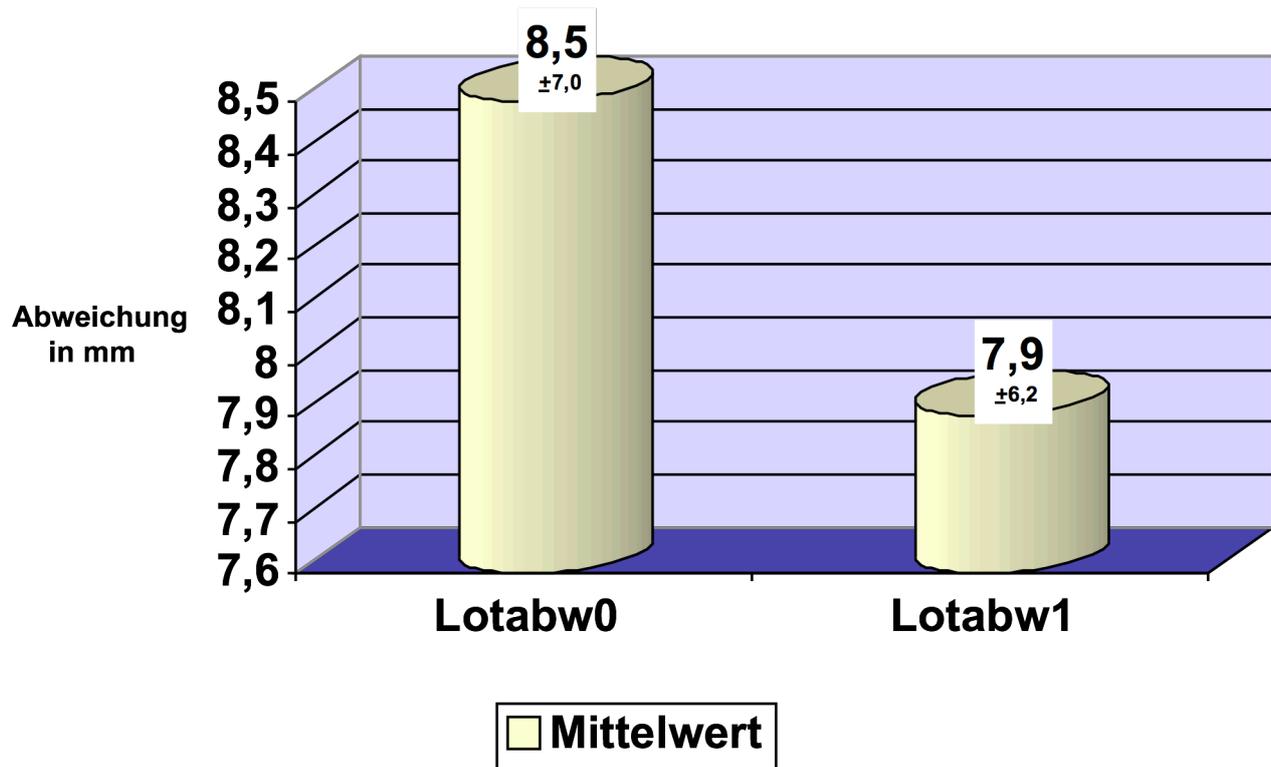


Abb.4.12: Mittelwerte der Lotabweichung im Vergleich von der Erstanalyse zur Zweitanalyse

Dieses Ergebnis ist mit $p=0,099$ nicht signifikant. So muss...

N1b0: Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen der Erstanalyse und der Zweitanalyse hinsichtlich der Lotabweichung

...beibehalten werden.

Die Lotabweichung scheint nicht so schnell beeinflussbar zu sein, wie es beim Beckenschiefstand der Fall war. Ob sie sich überhaupt bei dieser Stichprobengruppe verändern lässt, sehen wir an den späteren Ergebnissen, wenn die Nachkontrolle nach 6 Monaten betrachtet wird. In der Untersuchung von J. Schramm wurde schon an dieser Stelle ein hochsignifikantes Ergebnis erzielt.

Zu Nebenhypothese 1c: Der Unterschied der Oberflächenrotation bei der Erstanalyse (Lotabw0) und bei der Zweitanalyse (Lotabw1)

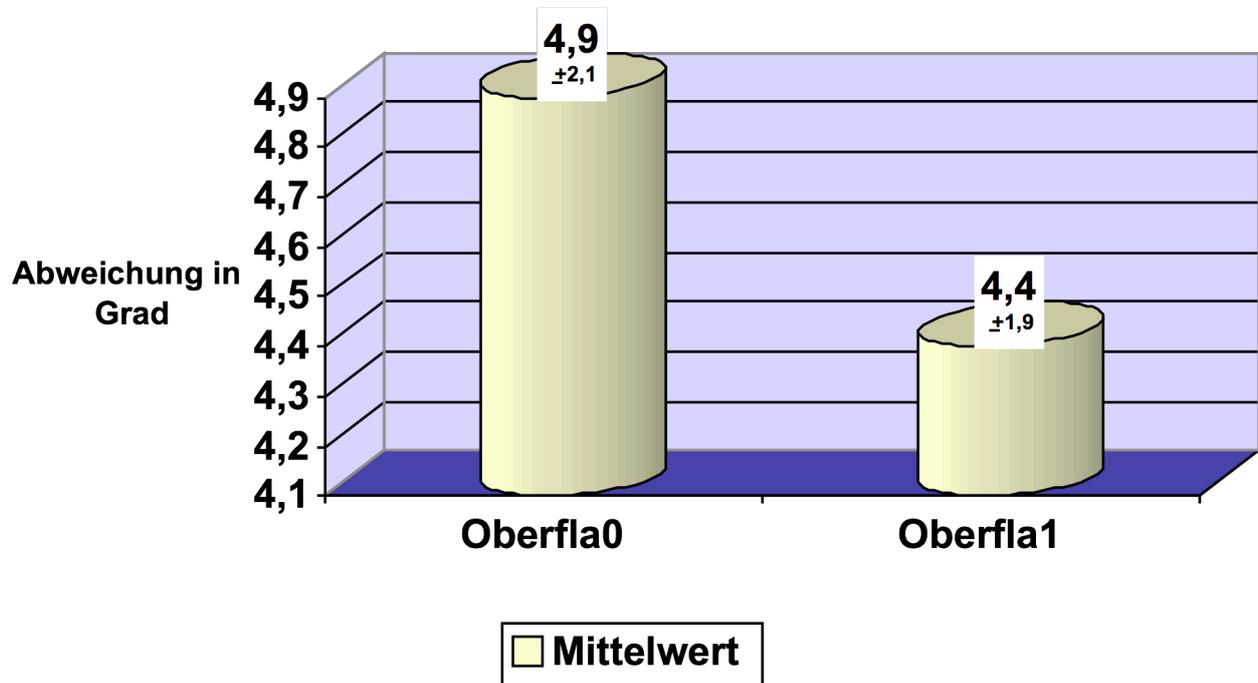


Abb.4.13: Mittelwerte der Oberflächenrotation im Vergleich von der Erstanalyse zur Zweitanalyse

Bei der Oberflächenrotation ist das Ergebnis mit $p=0,000$ hochsignifikant, d.h. ...

N1c1: Es gibt einen signifikanten Unterschied zwischen der Erstanalyse und der Zweitanalyse hinsichtlich der Oberflächenrotation

...kann angenommen werden.

Es zeigen sich also deutliche Unterschiede bei der Oberflächenrotationen der Probanden ab dem 51sten Lebensjahr, wogegen die jüngeren Probanden im Alter von 20 bis 50 hier noch keine signifikanten Veränderungen aufwiesen.

Zu Nebenhypothese 1d: Der Unterschied der Seitabweichung bei der Erstanalyse (Seitabw0) und bei der Zweitanalyse (Seitabw1)

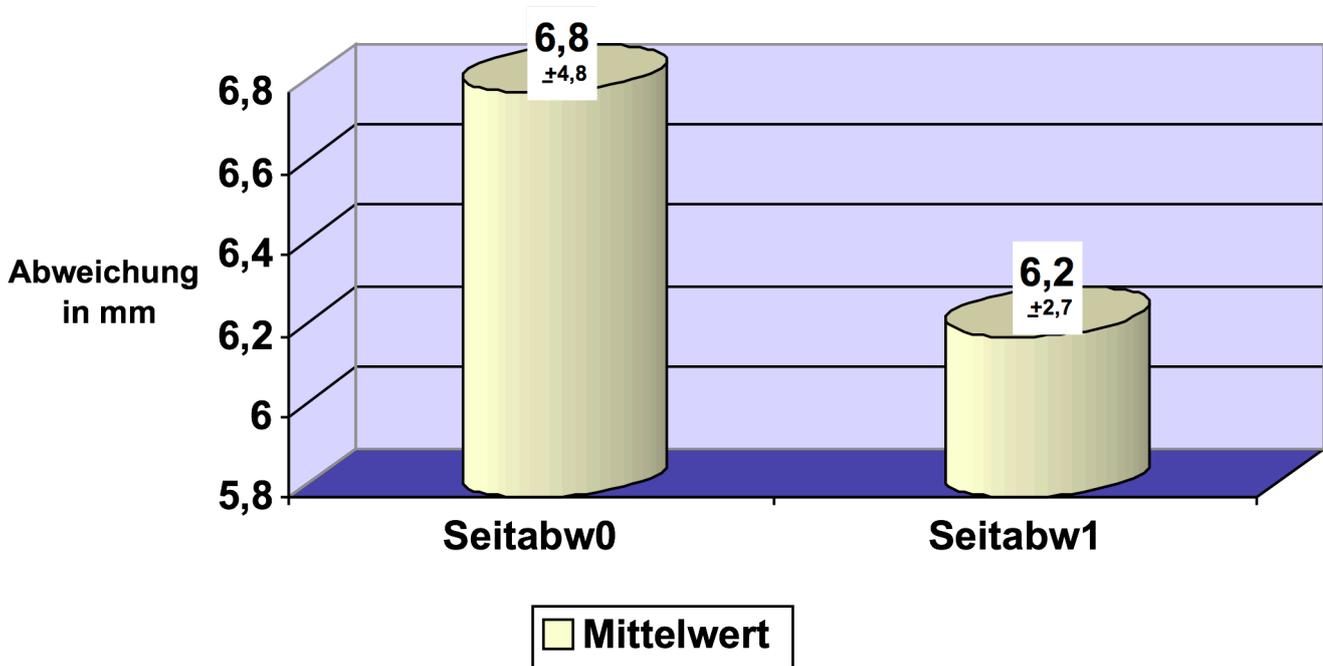


Abb.4.14: Mittelwerte der Seitabweichung im Vergleich von der Erstanalyse zur Zweitanalyse

Das Ergebnis ist mit $p=0,094$ nicht signifikant und daher muss...

N1d0: Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen der Erstanalyse und der Zweitanalyse hinsichtlich der Seitabweichung
...beibehalten werden.

Es gibt also bei der Seitabweichung zunächst keine signifikanten Veränderungen. Bei den jüngeren Probanden aus der Studie von J. Schramm konnte hier wieder ein signifikantes Ergebnis mit 0,008 verzeichnet werden.

Zu Nebenhypothese 1e: Der Unterschied der Rumpfneigung bei der Erstanalyse (Rumpfne0) und bei der Zweitanalyse (Rumpfne1)

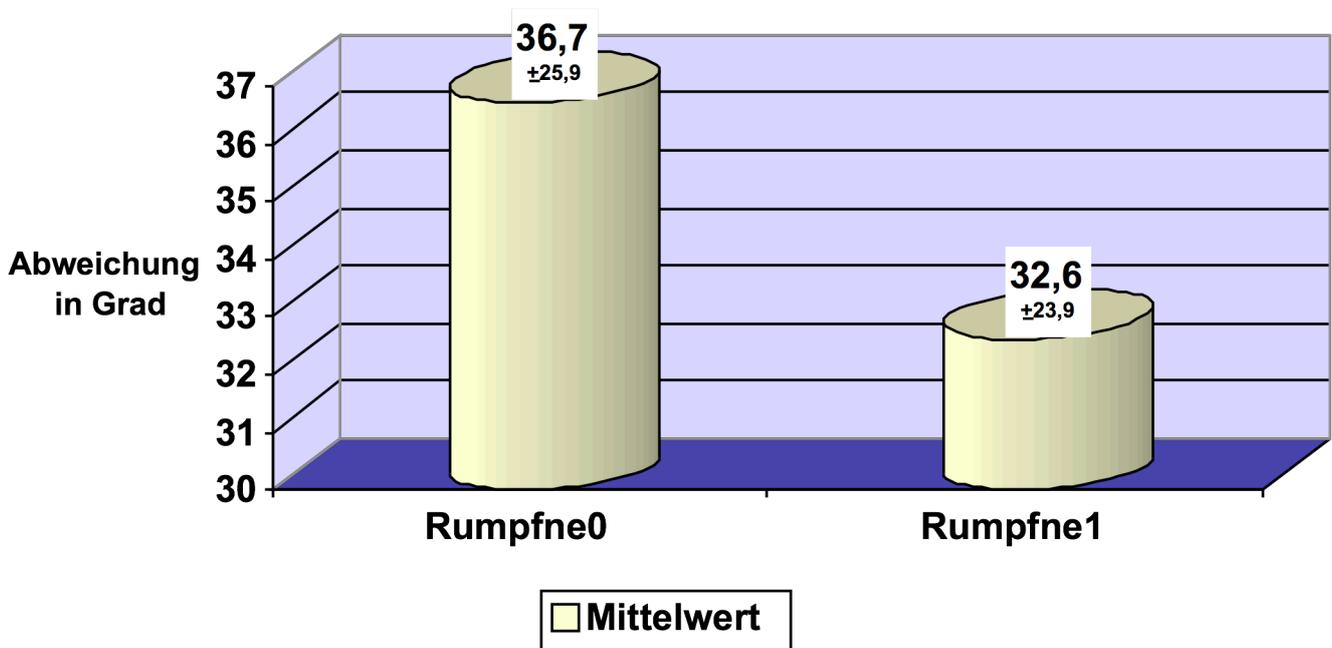


Abb.4.15: Mittelwerte der Rumpfneigung im Vergleich von der Erstanalyse zur Zweitanalyse

Die Werte bei der Rumpfneigung sind $p=0,000$ hochsignifikant und daher kann...

N1e1: Es gibt einen signifikanten Unterschied zwischen der Erstanalyse und der Zweitanalyse hinsichtlich der Rumpfneigung

...angenommen werden.

Es zeigen sich also deutliche Unterschiede nach der Positionierung der propriozeptiven Teilchen unter dem Aspekt der Rumpfneigung. In der Gruppe der 20-50-jährigen Testpersonen von J. Schramm konnte an dieser Stelle noch kein signifikantes Ergebnis erzielt werden.

Abschließend der Nebenhypothese 1 werden alle oben dargestellten Parameter in einer Grafik gegenüber gestellt:

Körperstatische Parameter bei der Erstanalyse und der Zweitanalyse

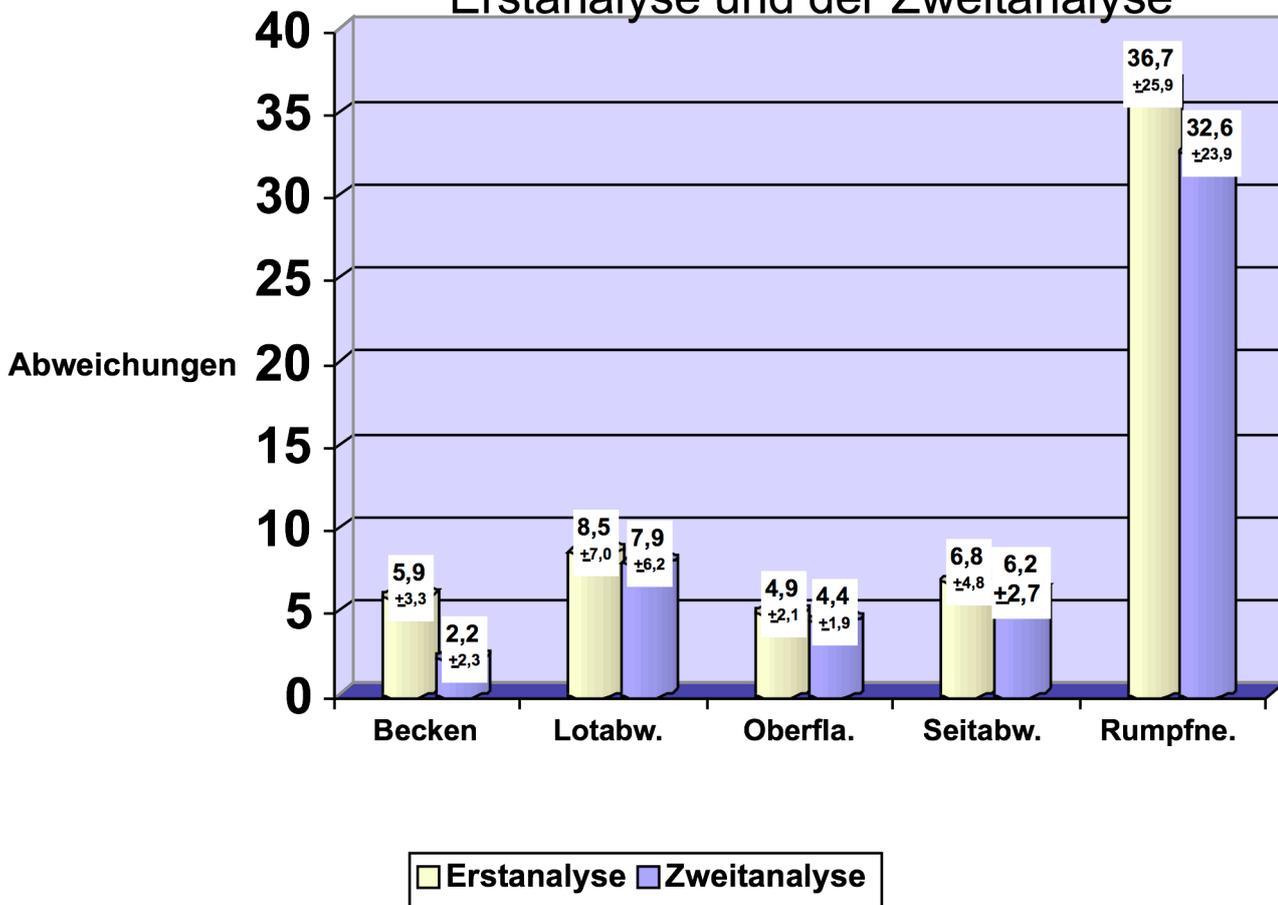


Abb.4.16: Gesamtdarstellung der Körperstatik von der Erstanalyse zur Zweitanalyse

4.3.1.7 Verhältnis zwischen der Erstanalyse und der Nachkontrolle bei der Körperstatik

Nach dem Vergleich zwischen der Erstanalyse mit der Zweitanalyse in Nebenhypothese 1 erfolgt nun die Nebenhypothese 2 mit dem Vergleich der körperstatischen Parameter der Erstanalyse mit denen der Nachkontrolle nach einem halben Jahr. Die Werte werden mit „2“ als Zusatz nach der Parameterbezeichnung gekennzeichnet.

Zu Erinnerung: die Werte der Nachkontrolle wurden ohne Reizsetzungen genommen.

Nebenhypothese 2

Zu Nebenhypothese 2a: Der Unterschied des Beckenschiefstandes bei der Erstanalyse (Becken0) und bei der Nachkontrolle (Becken2)

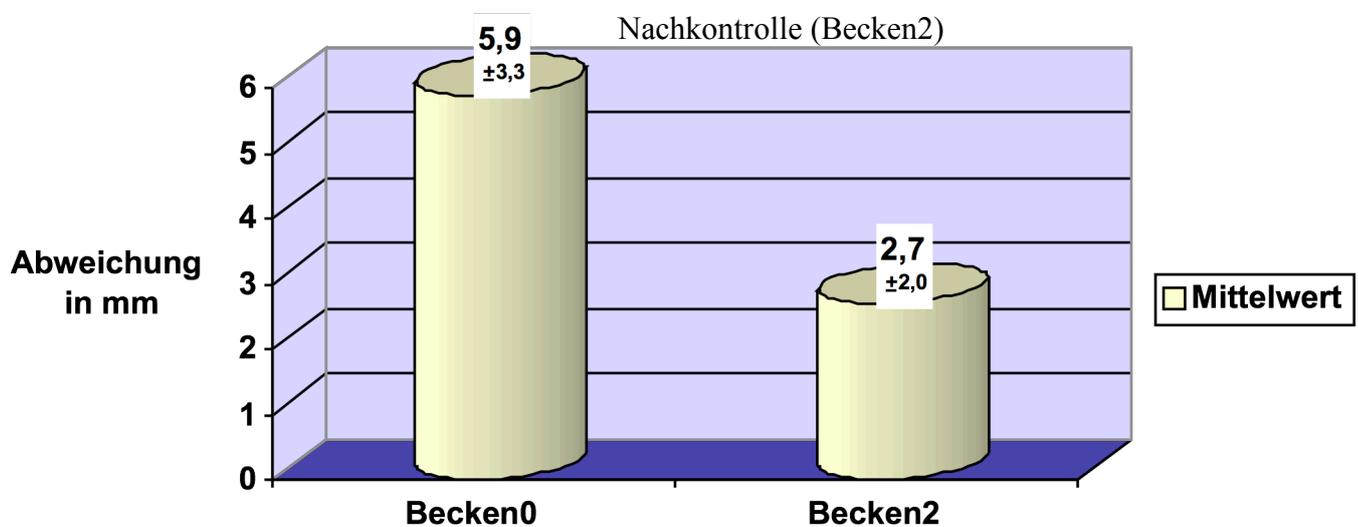


Abb.4.17: Mittelwerte des Beckenschiefstandes im Vergleich von der Erstanalyse zur Nachkontrolle

Das Ergebnis ist mit $p=0,000$ wieder hochsignifikant und es wird...

N2a1: Es gibt einen signifikanten Unterschied zwischen der Erstanalyse und der Nachkontrolle hinsichtlich des Beckenschiefstandes

...angenommen.

Hier kommt es zu den gleichen Ergebnissen, wie bei Untersuchung von J. Schramm. Es zeigt, dass sich die Beckenstellung auch im Alter verändern und abspeichern lässt.

Zu Nebenhypothese 2b: Der Unterschied der Lotabweichung bei der Erstanalyse (Lotabw0) und bei der Nachkontrolle (Lotabw2)

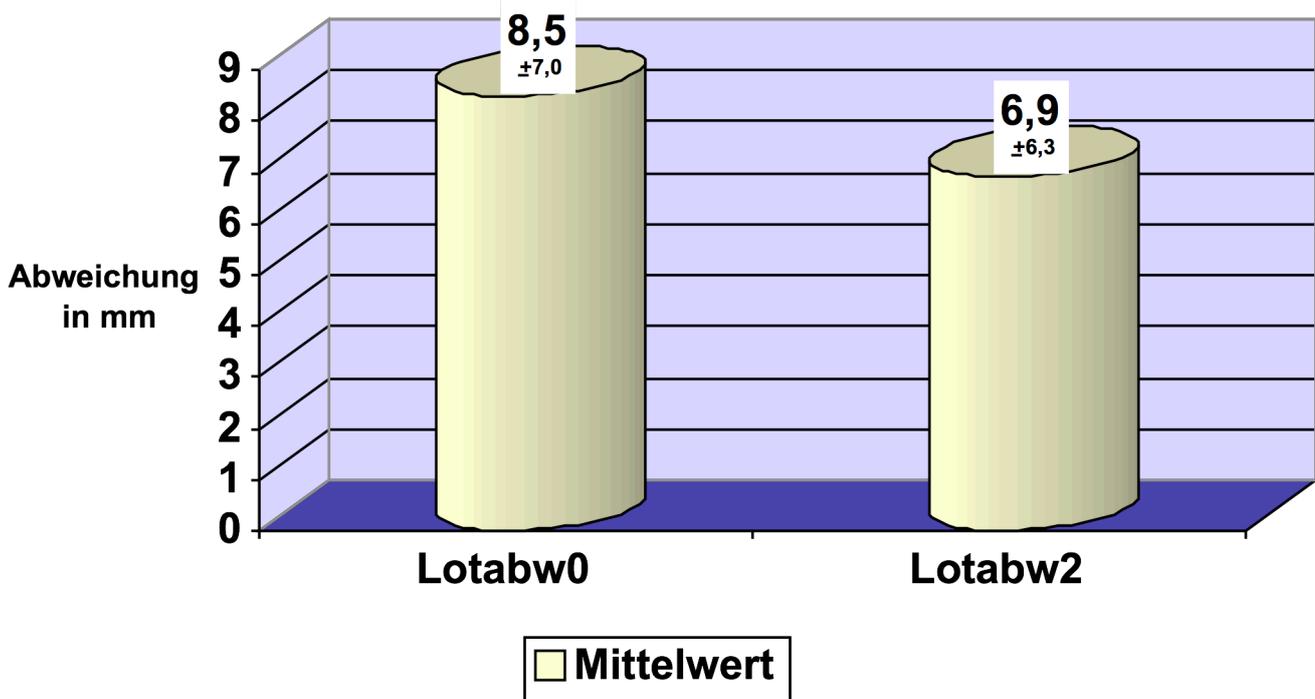


Abb.4.18: Mittelwerte der Lotabweichung im Vergleich von der Erstanalyse zur Nachkontrolle

Hier zeigt sich im Gegensatz zur Zweitanalyse mit $p=0,000$ ein hochsignifikantes Ergebnis. Daher kann

N2b1: Es gibt einen signifikanten Unterschied zwischen der Erstanalyse und der Nachkontrolle hinsichtlich der Lotabweichung
...angenommen werden.

Die Lotabweichung scheint zwar nicht so schnell beeinflussbar zu sein (vgl. Hypothese N1b), dafür aber nach 6 Monaten hochsignifikant in den Organismus aufgenommen zu werden. Auch in der Studie von J. Schramm war ein hochsignifikantes Ergebnis zu verzeichnen.

Zu Nebenhypothese 2c: Der Unterschied der Oberflächenrotation bei der Erstanalyse (Lotabw0) und bei der Nachkontrolle (Lotabw2)

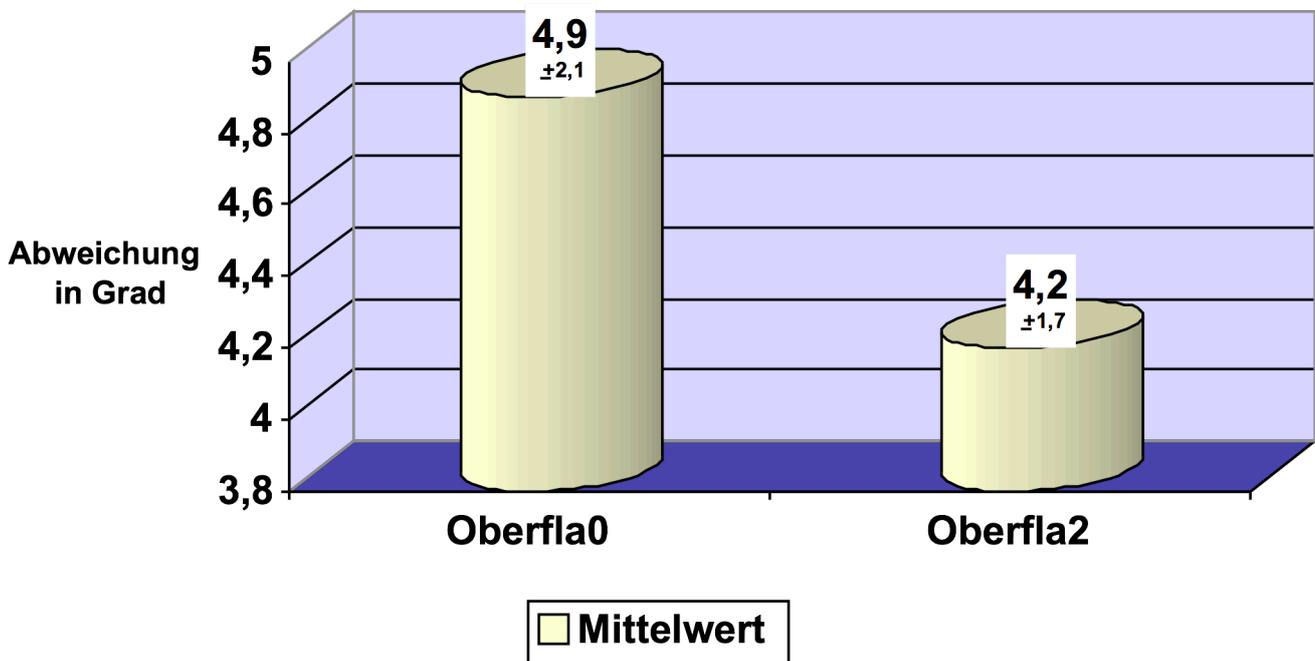


Abb.4.19: Mittelwerte der Oberflächenrotation im Vergleich von der Erstanalyse zur Nachkontrolle

Auch bei der Oberflächenrotation ist das Ergebnis mit $p=0,000$ hochsignifikant, d.h. ...

N2c1: Es gibt einen signifikanten Unterschied zwischen der Erstanalyse und der Nachkontrolle hinsichtlich der Oberflächenrotation

...kann angenommen werden.

Sowohl bei dieser Studie, als auch in der von J. Schramm werden bei der Oberflächenrotation wieder hochsignifikante Resultate verzeichnet.

Zu Nebenhypothese 2d: Der Unterschied der Seitabweichung bei der Erstanalyse (Seitabw0) und bei der Nachkontrolle (Seitabw2)

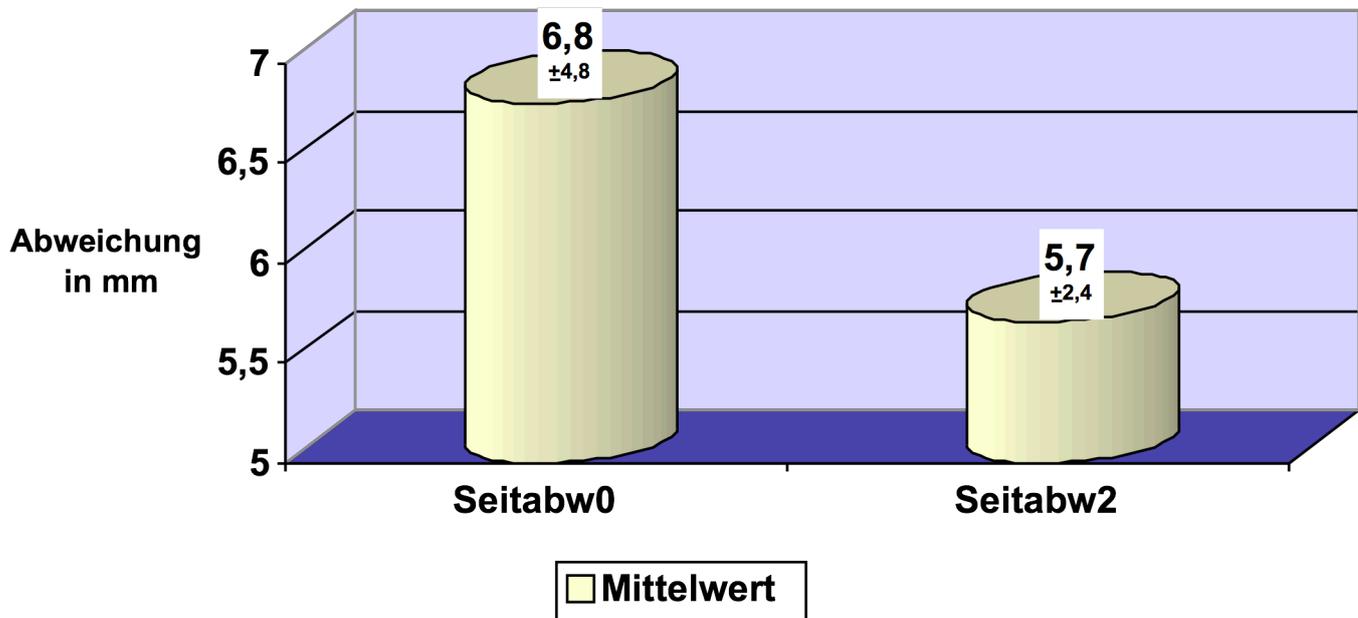


Abb.4.20: Mittelwerte der Seitabweichung im Vergleich von der Erstanalyse zur Nachkontrolle

Dieses mal ergab sich mit $p=0,000$ ein hochsignifikanter Befund und ...

N2d1: Es gibt einen signifikanten Unterschied zwischen der Erstanalyse und der Nachkontrolle hinsichtlich der Seitabweichung

... kann angenommen werden.

Zunächst konnte bei der Zweitanalyse keine signifikante Veränderung registriert werden. Bei der Nachkontrolle zeigen sich jedoch bei den Stichprobengruppen aus beiden Untersuchungen repräsentative Werte.

Zu Hypothese 2e: Der Unterschied der Rumpfneigung bei der Erstanalyse (Rumpfne0) und bei der Nachkontrolle (Rumpfne2)

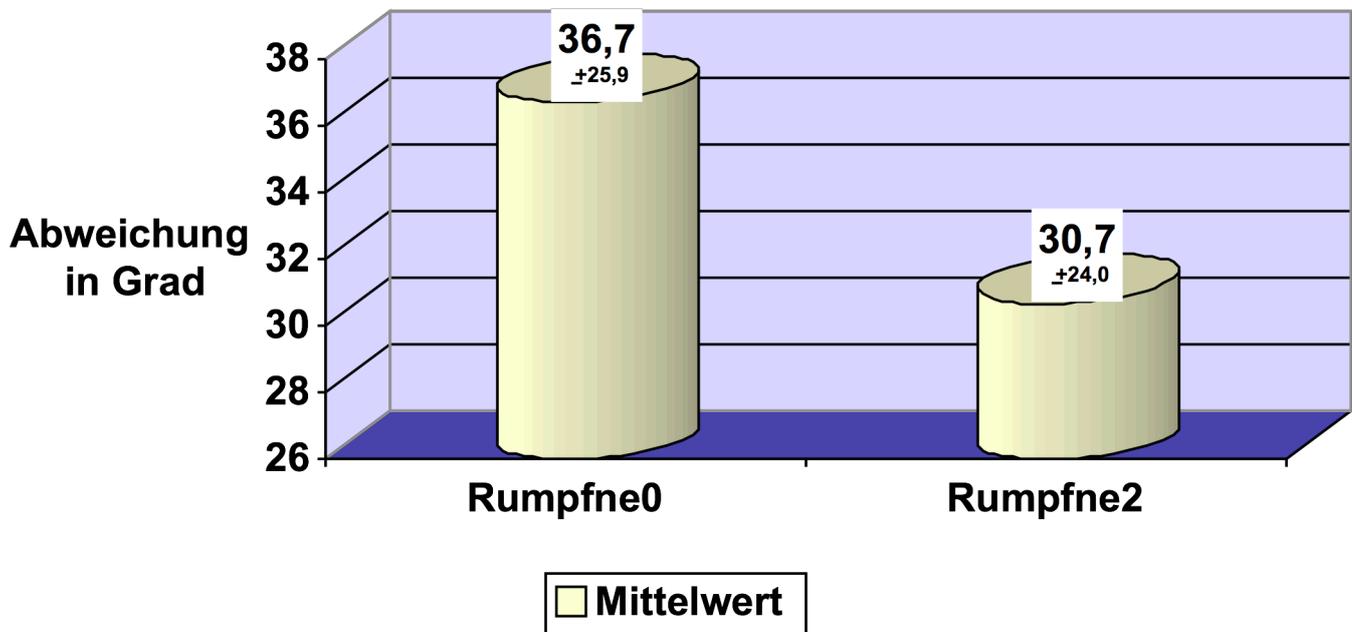


Abb.4.21: Mittelwerte der Rumpfneigung im Vergleich von der Erstanalyse zur Nachkontrolle

Die Werte bei der Rumpfneigung sind wieder mit $p=0,000$ hochsignifikant und daher kann...

H2e1: Es gibt einen signifikanten Unterschied zwischen der Erstanalyse und der Nachkontrolle hinsichtlich der Rumpfneigung
...angenommen werden.

Die Rumpfneigung scheint bei den Probanden ab dem 51sten Lebensjahr eine stärkere Rolle zu spielen, als bei den jüngeren Testpersonen von J. Schramm. Bei den Werten hier konnte wiederholt bei diesem Parameter ein hochsignifikantes Ergebnis verzeichnet werden, wogegen man bei den jüngeren Patienten auch bei der Nachkontrolle keine verallgemeinerbaren Werte feststellen konnte.

Zusammenfassend werden im Folgenden die Ergebnisse der Nebenhypothese 2 grafisch dargestellt:

Körperstatische Parameter bei der Erstanalyse und der Nachkontrolle

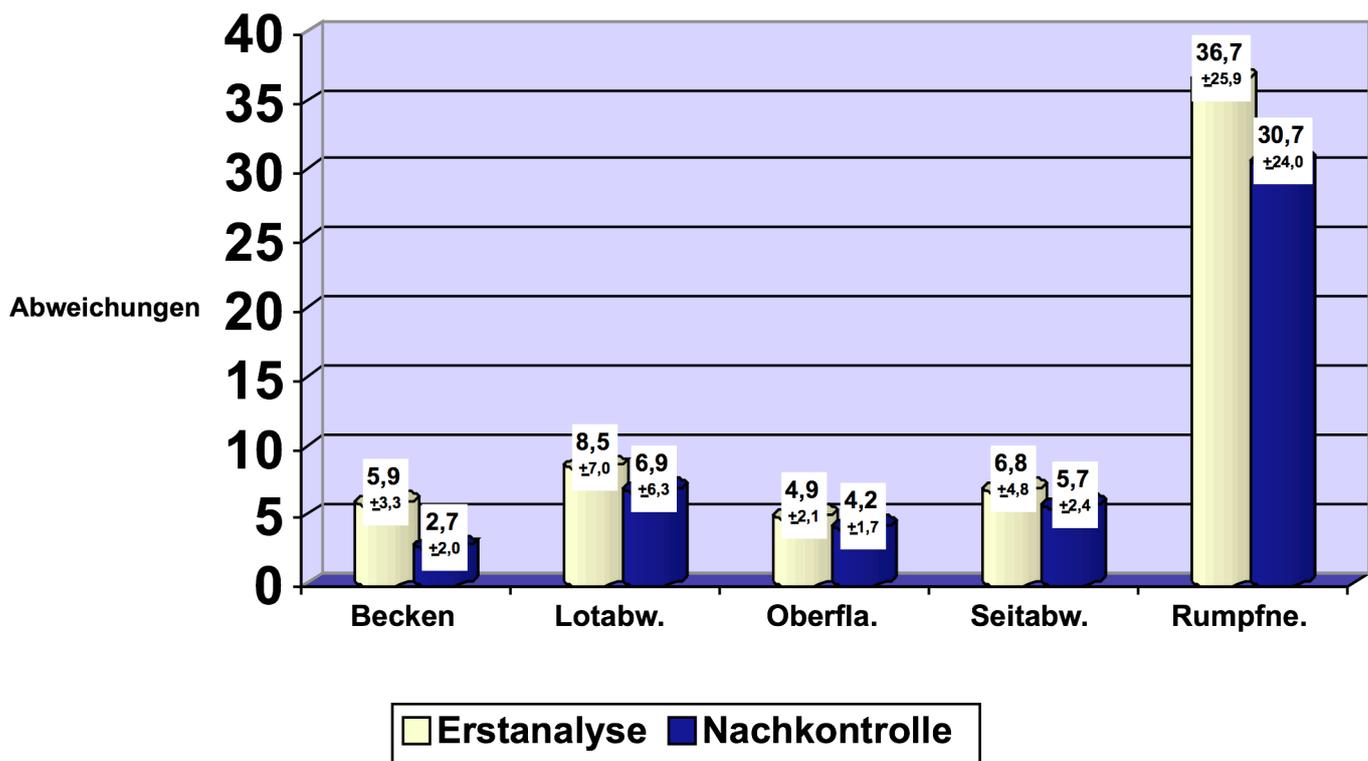


Abb.4.22: Gesamtdarstellung der Körperstatik von der Erstanalyse zur Nachkontrolle

4.3.1.8 Verhältnis zwischen der Erstanalyse und der Nachkontrolle bei den Schmerzangaben

Im nächsten Schritt werden die subjektiven Angaben der Patienten über ihre Schmerzen aus der Likert-Skala ausgewertet. Dieses entspricht inhaltlich der Nebenhypothese 3.

Da sich die Schmerzproblematik nicht unmittelbar verändert, wurden nur die Schmerzwerte der Erstanalyse und die der Nachkontrolle miteinander verglichen. Der Wert „0“ bezeichnet den Zustand der Schmerzfreiheit, wohingegen „7“ von den Patienten angekreuzt wurde, wenn diese Körperregion sehr schmerzhaft war.

Wie in der Untersuchung von J. Schramm sind alle Einzelhypothesen mit $p=0,000$ hochsignifikant und die Alternativhypothesen H1 darf in allen Fällen der dritten Hypothese angenommen werden.

Dieses bedeutet, dass sich an allen abgefragten Körperregionen (Kopf, Halswirbelsäule, Brustwirbelsäule, Lendenwirbelsäule, Iliosacralgelenke, Hüfte, Oberschenkel, Knie) die Schmerzen innerhalb eines halben Jahres nach Tragen der propriozeptiven Einlage signifikant verbessert, unabhängig vom Alter.

Mittels der nun folgenden, den jeweiligen Hypothesen zugeordneten Grafiken, wird die Entwicklung der Schmerzintensität bezogen auf die einzelnen Körperregionen verdeutlicht.

Nebenhypothese 3

Zu Nebenhypothese 3a: Der Unterschied bei den Schmerzen der Lendenwirbelsäule von der Erstanalyse (LWS.EU) zur Nachkontrolle (LWS.NK)

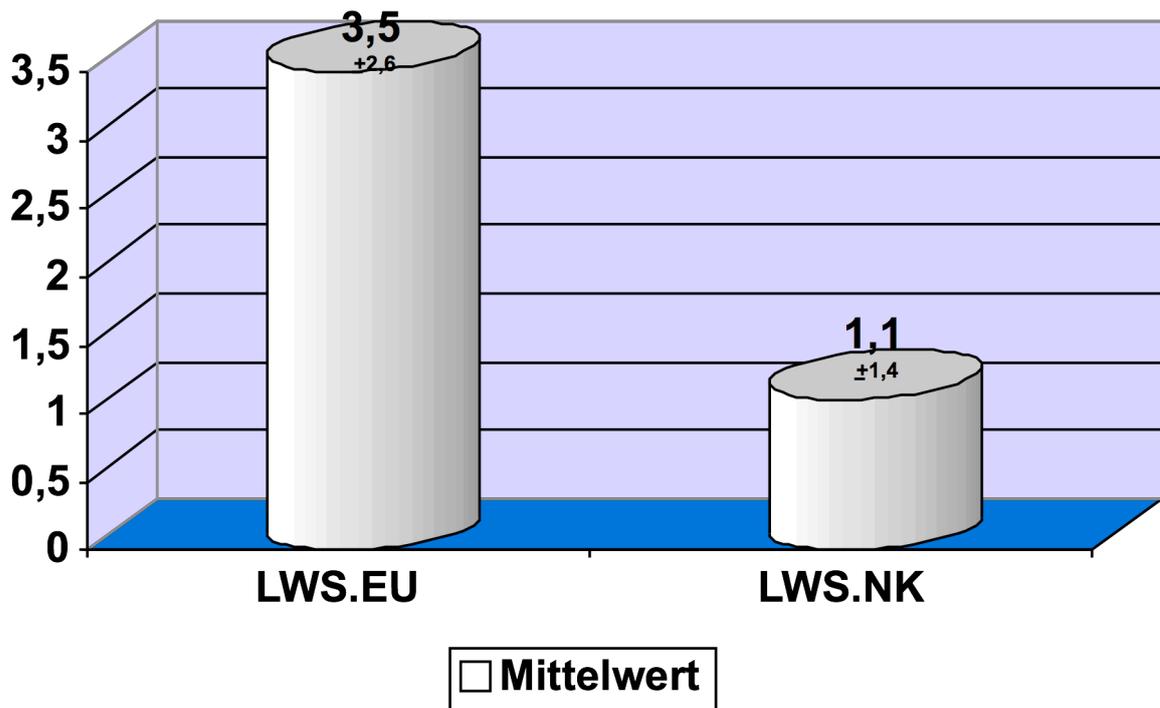


Abb.4.23: Mittelwerte der Lendenwirbelsäule im Vergleich von der Erstanalyse zur Nachkontrolle

N3a1: Es gibt einen signifikanten Unterschied zwischen der Erstanalyse und der Nachkontrolle hinsichtlich des Schmerzes in der Lendenwirbelsäule.

Zu Nebenhypothese 3b: Der Unterschied bei den Schmerzen des Iliosacralgelenkes von der Erstanalyse (ISG.EU) zur Nachkontrolle (ISG.NK)

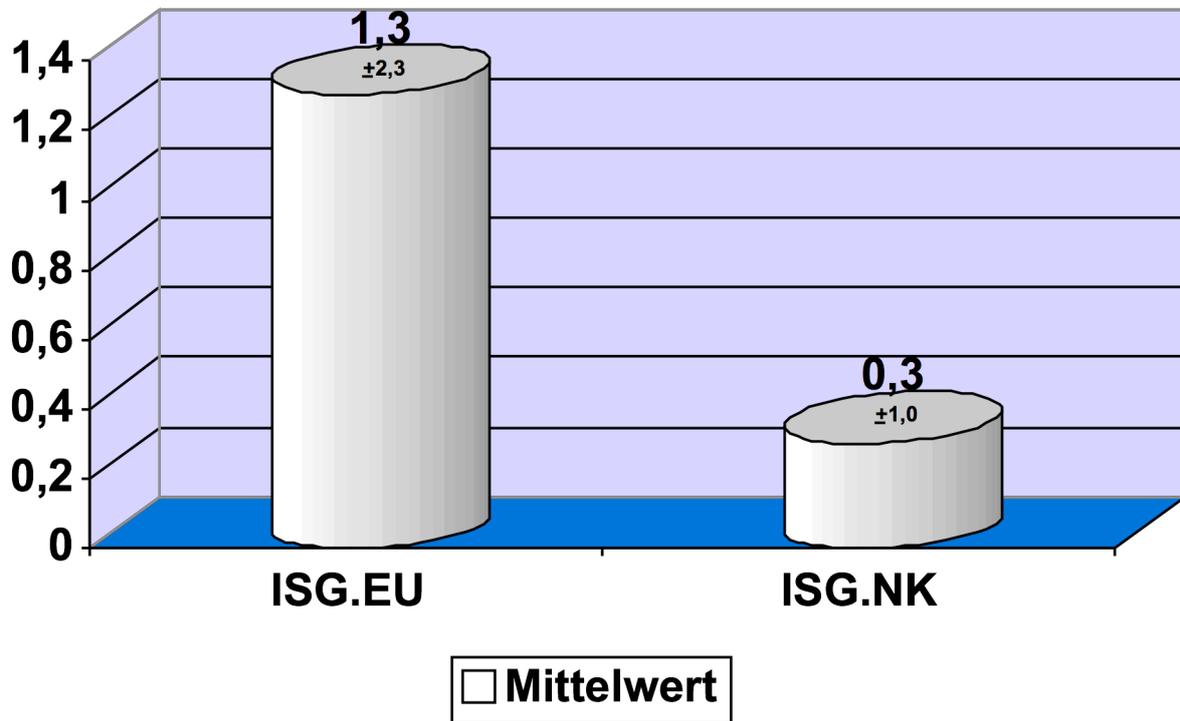


Abb.4.24: Mittelwerte des Iliosacralgelenkes im Vergleich von der Erstanalyse zur Nachkontrolle

N3b1: Es gibt einen signifikanten Unterschied zwischen der Erstanalyse und der Nachkontrolle hinsichtlich des Schmerzes des Iliosacralgelenkes.

Zu Nebenhypothese 3c: Der Unterschied bei den Schmerzen der Brustwirbelsäule von der Erstanalyse (BWS.EU) zur Nachkontrolle (BWS.NK)

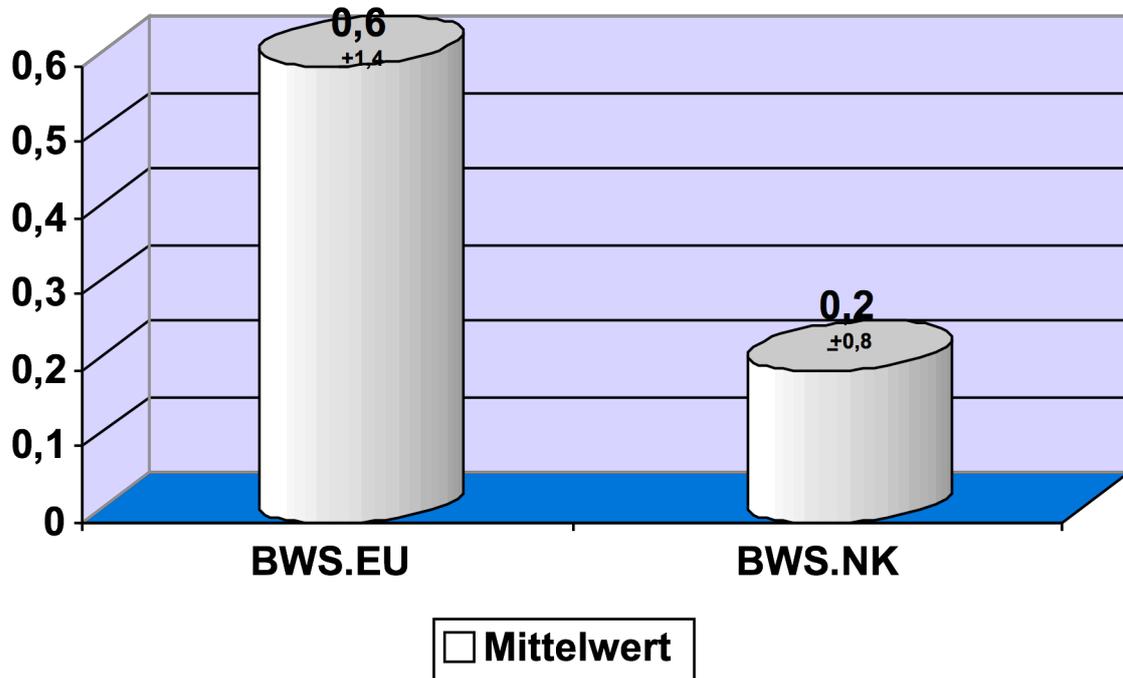


Abb.4.25: Mittelwerte der Brustwirbelsäule im Vergleich von der Erstanalyse zur Nachkontrolle

N3c1: Es gibt einen signifikanten Unterschied zwischen der Erstanalyse und der Nachkontrolle hinsichtlich des Schmerzes in der Brustwirbelsäule.

Zu Nebenhypothese 3d: Der Unterschied bei den Schmerzen der Halswirbelsäule von der Erstanalyse (HWS.EU) zur Nachkontrolle (HWS.NK)

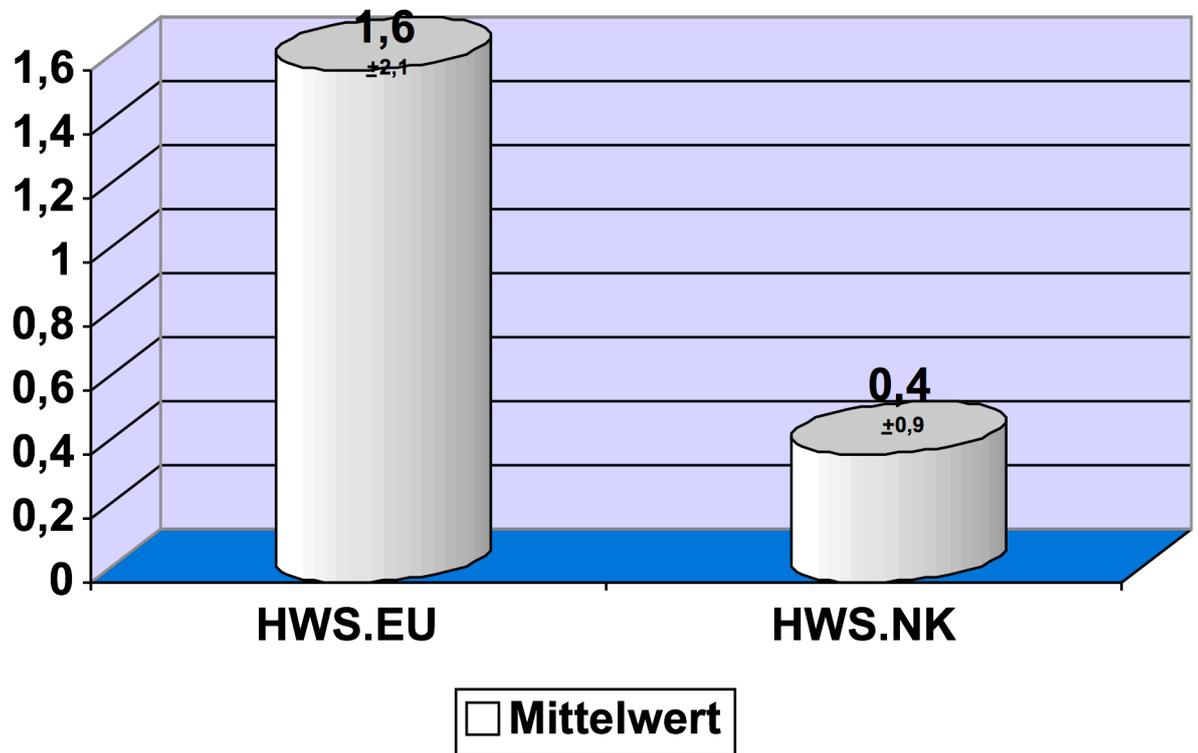


Abb.4.26: Mittelwerte der Halswirbelsäule im Vergleich von der Erstanalyse zur Nachkontrolle

N3d1: Es gibt einen signifikanten Unterschied zwischen der Erstanalyse und der Nachkontrolle hinsichtlich des Schmerzes in der Halswirbelsäule.

Zu Nebenhypothese 3e: Der Unterschied bei den Kopfschmerzen von der Erstanalyse (Kopf.EU) zur Nachkontrolle (Kopf.NK)

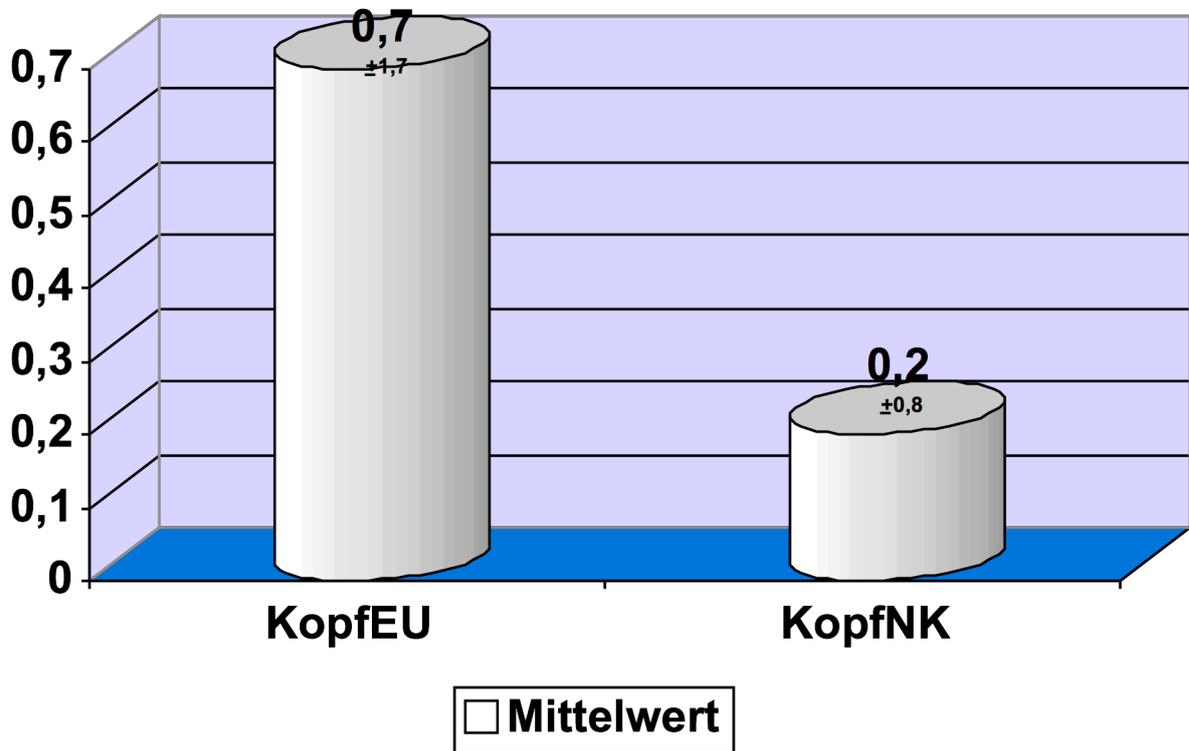


Abb.4.27: Mittelwerte des Kopfschmerzes im Vergleich von der Erstanalyse zur Nachkontrolle

N3e1: Es gibt einen signifikanten Unterschied zwischen der Erstanalyse und der Nachkontrolle hinsichtlich des Kopfschmerzes.

Zu Nebenhypothese 3f: Der Unterschied bei den Hüftschmerzen von der Erstanalyse (Hueft.EU) zur Nachkontrolle (Hueft.NK)

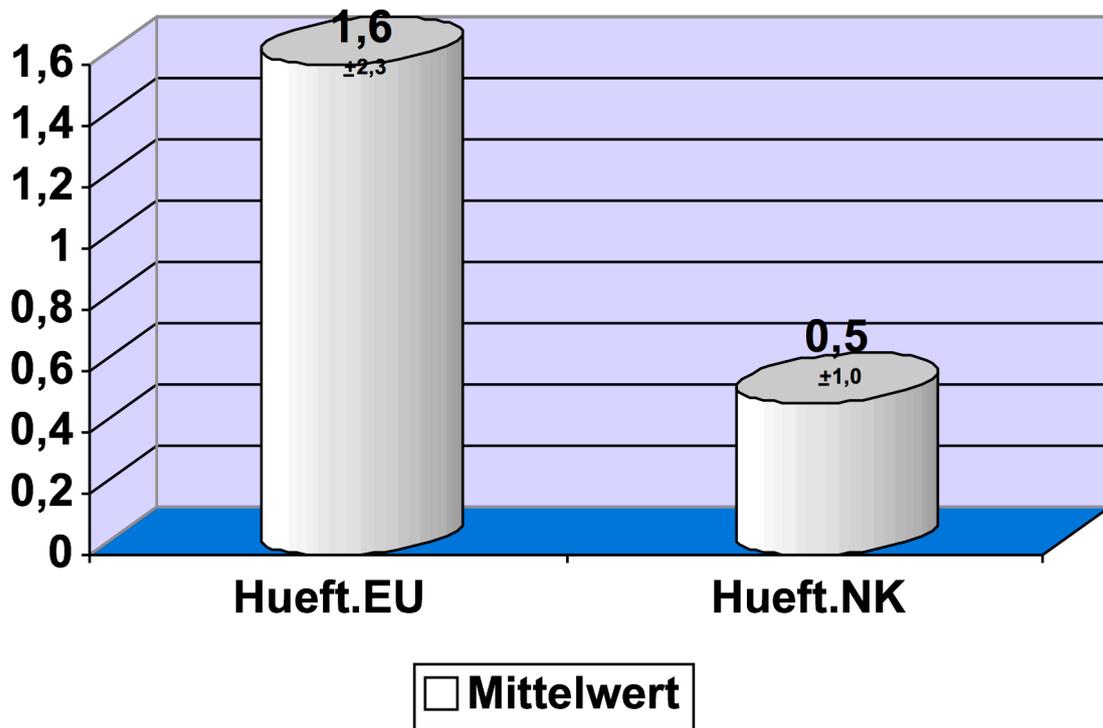


Abb.4.28: Mittelwerte der Hüfte im Vergleich von der Erstanalyse zur Nachkontrolle

N3fi: Es gibt einen signifikanten Unterschied zwischen der Erstanalyse und der Nachkontrolle hinsichtlich des Schmerzes in der Hüfte.

Zu Nebenhypothese 3g: Der Unterschied bei den Knieschmerzen von der Erstanalyse (Knie.EU) zur Nachkontrolle (Knie.NK)

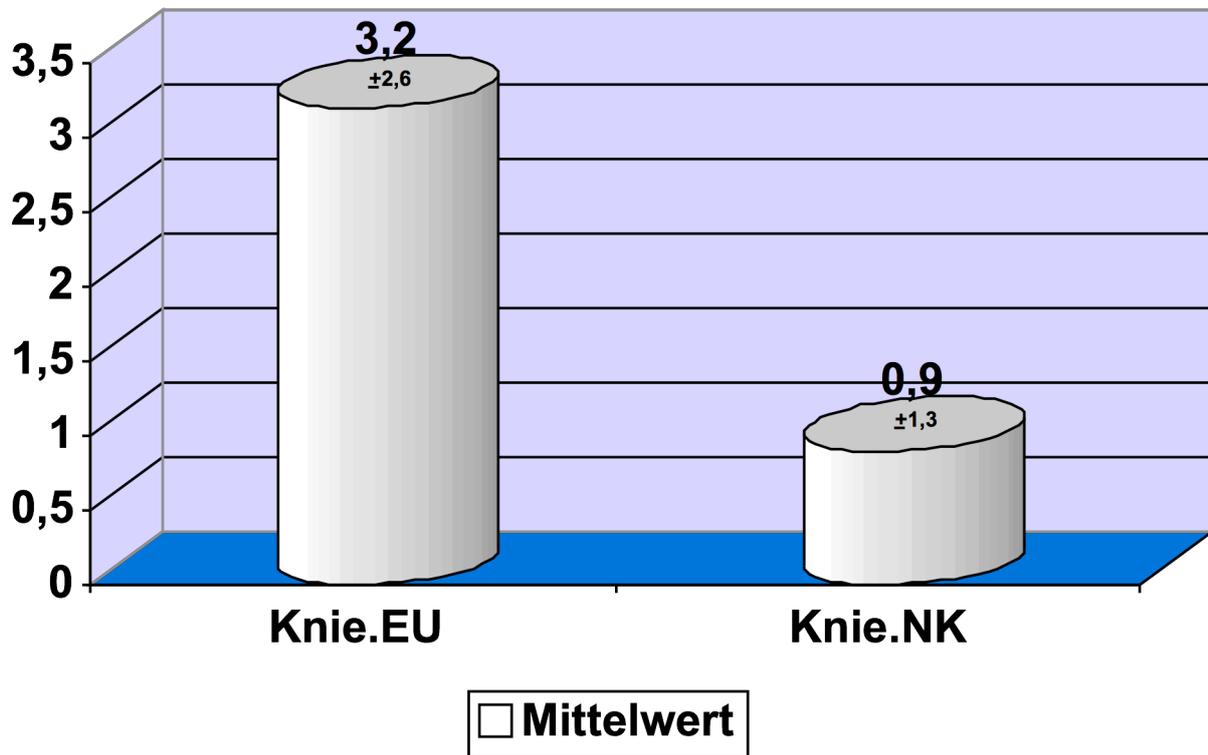


Abb.4.29: Mittelwerte der Knie im Vergleich von der Erstanalyse zur Nachkontrolle

N3g1: Es gibt einen signifikanten Unterschied zwischen der Erstanalyse und der Nachkontrolle hinsichtlich des Schmerzes in den Knien.

Vergleichende Darstellung der Schmerzentwicklung alle untersuchter Körperregionen innerhalb eines Zeitraumes von 6 Monaten unter Einsatz der podiatrischen Therapie:

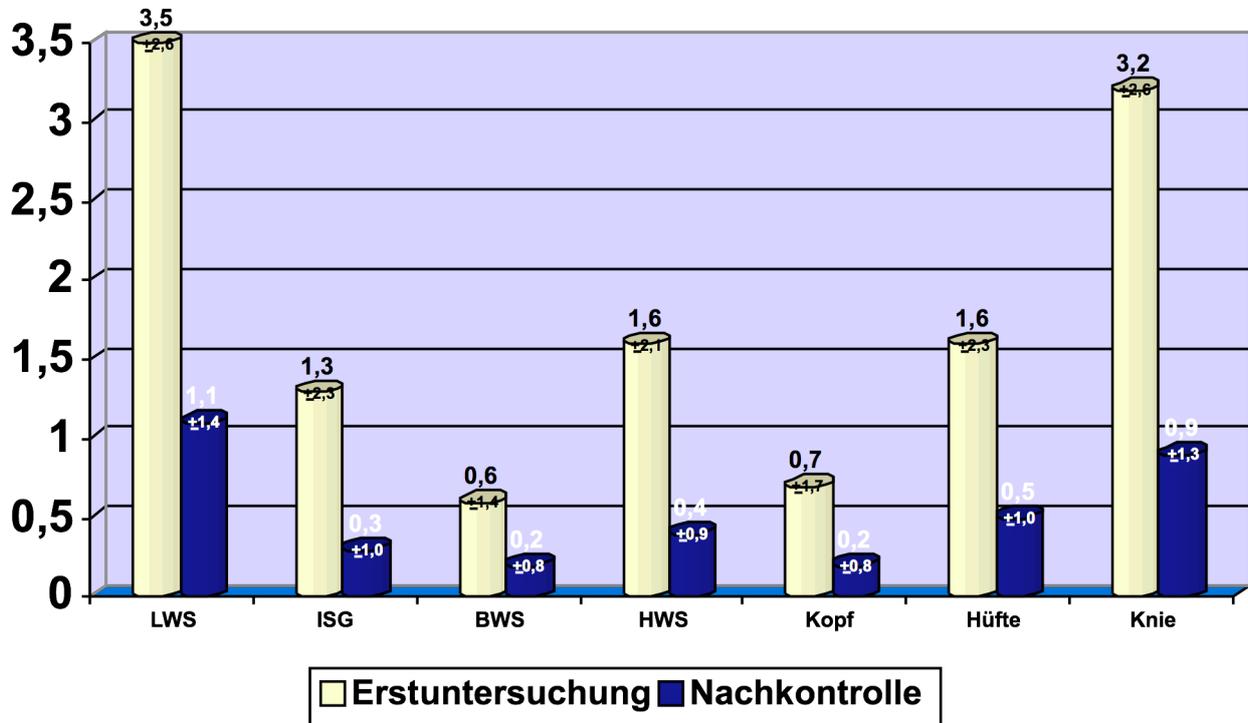


Abb.4.30: Gesamtdarstellung der Schmerzentwicklung

4.3.1.9 Zusammenhang zwischen den Parametern Anfangsstatik bzw. Behaltensleistung und den Parametern Anfangsschmerzwert bzw. Schmerzverbesserung

In dieser Zusammenhangsprüfung soll die Korrelation zwischen der Statik und den Schmerzen berechnet werden. Geben auch die Personen die stärksten Schmerzen an, die die schlechtesten Statikwerte haben? Diese Fragestellung aus der Nebenhypothese 4 soll hier geklärt werden.

Nebenhypothese 4

Tab. 4.13: Korrelation nach Pearson zwischen den Parametern Anfangsstatik (Statik0) und Behaltensleistung (DStatik), sowie den Parametern Anfangsschmerz (SchmerzE) und Schmerzverbesserung (DSchmerz).

	SchmerzE	DSchmerz
Statik0	-0,028	0,458
Signifikanz	P=0,670	P=0,000
DStatik	-0,056	-0,012
Signifikanz	P=0,400	P=0,854

Es zeigt sich, dass es hochsignifikante Zusammenhänge zwischen der Ausgangsstatik und der Schmerzverbesserung gibt. In der Untersuchung von J. Schramm konnten hier keine verallgemeinerbare Korrelationen verzeichnen.

Somit gilt...

*N41: Es gibt einen signifikanten Zusammenhang zwischen der **Anfangsstatik bei der Erstanalyse und der Schmerzverbesserung bei der Nachkontrolle.***

...und..

*N40: Es gibt keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der **Behaltensleistung und des Anfangsschmerzes der Erstanalyse.***

4.3.1.10 Zusammenhang zwischen der sportlichen Aktivität und den Parametern Anfangsstatik, Behaltensleistung, Anfangsschmerzwert und Schmerzverbesserung

Im nun folgenden Kapitel sollen die Parameter Anfangsstatik, Behaltensleistung, Anfangsschmerz und Schmerzverbesserung in Zusammenhang mit der sportlichen Betätigung der Probanden gebracht werden. Ob man über sportliche Aktivität einen positiven Einfluss auf das Körperschema nehmen kann, stellt sich bei der Betrachtung der Korrelationen entsprechend der Fragestellung aus Nebenhypothese 5 heraus:

Nebenhypothese 5

Tab. 4.14: Korrelation nach Pearson zwischen der sportlichen Aktivität und den Parametern Anfangsstatik (Statik0), Behaltensleistung (DStatik), Anfangsschmerzwert (SchmerzE) und Schmerzverbesserung (DSchmerz) .

	Statik0	DStatik	SchmerzE	DSchmerz
Sportliche Aktivität	-0,121	0,030	-0,066	0,020
Signifikanz	P=0,066	P=0,646	P=0,317	P=0,758

Die sportlichen Aktivitäten der Probanden scheinen keinen Einfluss auf deren Körperstatik und Schmerzproblematik zu haben, da es keine signifikanten Korrelationen gibt. Das gleiche Ergebnis konnte schon bei den Versuchspersonen unter 51 Jahren festgestellt werden.

Daher muss

*N10o: Es gibt keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der **Häufigkeit der sportlichen Aktivität** der Probanden und der Körperstatik bei der Erstanalyse, bzw. der Summe der Schmerzen bei der Erstanalyse, sowie bei der Behaltensleistung und der Schmerzverbesserung.*

...beibehalten werden.

4.3.1.11 Zusammenhang zwischen der beruflichen Aktivität und den Parametern Anfangsstatik, Behaltensleistung, Anfangsschmerzwert und Schmerzverbesserung

Als nächstes soll überprüft werden, welchen Einfluss die berufliche Aktivität auf das Körperschema hat. Ist viel oder wenig körperliche Aktivität im Alltag für die Werte von Bedeutung, oder heben sich die unterschiedlichen Aktivitäten vielleicht gegenseitig auf, so dass es zu keinen signifikanten Zusammenhängen kommt? Diese in Nebenhypothese 6 beschriebene Problematik wird hier geklärt. In der ersten Zeile ist wieder der Korrelationskoeffizient, in der zweiten Zeile die Irrtumswahrscheinlichkeit angegeben.

Nebenhypothese 6

Tab. 4.15: Korrelation nach Pearson zwischen der beruflichen Aktivität und den Parametern Anfangsstatik (Statik0), Behaltensleistung (DStatik), Anfangsschmerzwert (SchmerzE) und Schmerzverbesserung (DSchmerz) .

	Statik0	DStatik	SchmerzE	DSchmerz
berufliche Aktivität	0,084	0,120	-0,194	-0,146
Signifikanz	P=0,204	P=0,070	P=0,003	P=0,026

Hier liegt die Irrtumswahrscheinlichkeit des Anfangsschmerzes und der Schmerzverbesserung unter $p=0,050$, so dass diese Ergebnisse verallgemeinerbar sind.

Die Mittelwerte werden verdeutlichen, welche Berufsgruppe mit

1. hoher körperlicher Tätigkeit
2. wechselnder Tätigkeit
3. geringer körperlicher Tätigkeit

die höchsten Schmerzwerte, bzw. dann die stärkste Schmerzverbesserung angegeben haben.

In den folgenden Grafiken kann man die Ergebnisse ablesen:

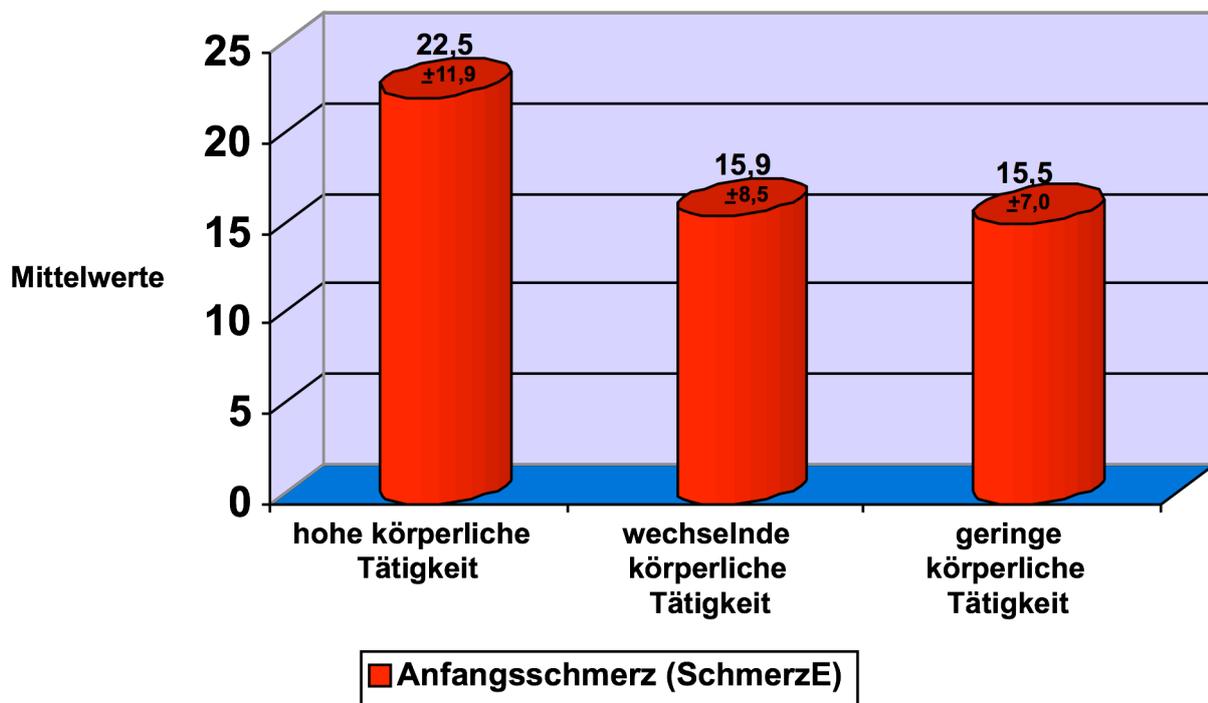


Abb.4.31: Mittelwerte der Anfangsschmerzen (SchmerzE) bei den unterschiedlichen beruflichen Tätigkeiten

Die Probanden mit der hohen körperlichen Tätigkeit geben auch die stärksten Schmerzen bei der Erstanalyse an.

Interessant wird es nun, bei welcher Berufsgruppe für den Schmerzbereich die größten signifikanten Verbesserungen zu verzeichnen sind:

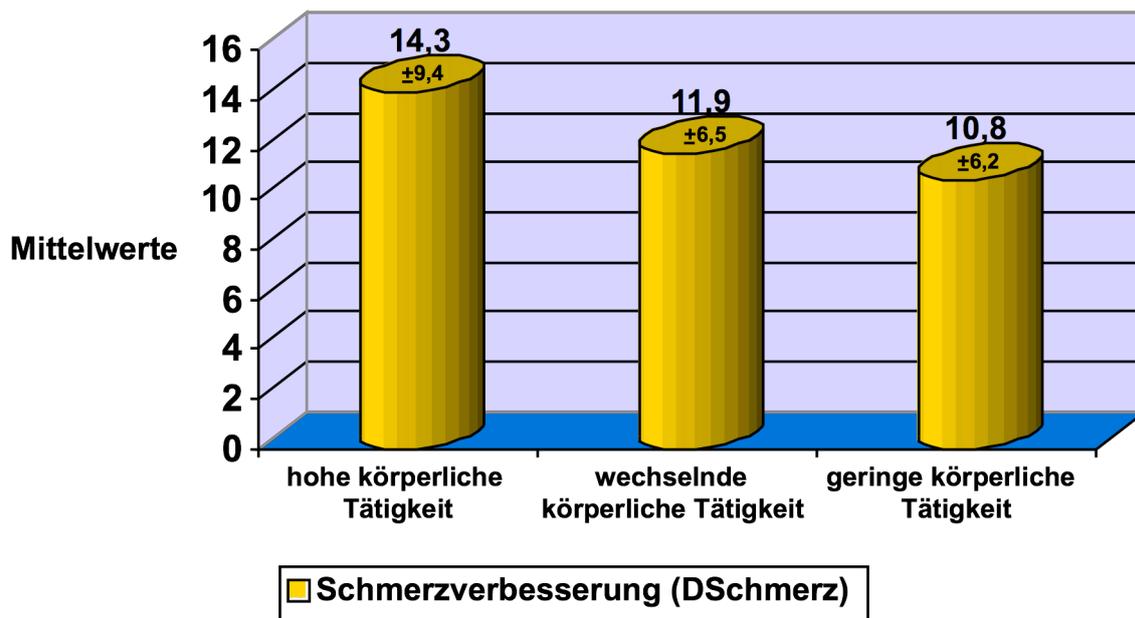


Abb. 4.32: Mittelwerte der Schmerzverbesserung (DSchmerz) bei den unterschiedlichen beruflichen Tätigkeiten

Auch hier zeigen die Testpersonen, die hohe körperliche Leistungen in ihrem Beruf erbringen, die signifikant höchsten Schmerzverbesserungen.

Daher gilt...

*N61: Es gibt einen signifikanten Zusammenhang zwischen der **beruflichen Aktivität** der Probanden bei der Summe der Schmerzen bei der Erstanalyse, sowie bei der Schmerzverbesserung.*

Die Nullhypothese gilt für...

*N60: Es gibt keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der **beruflichen Aktivität** der Probanden und der Körperstatik bei der Erstanalyse, sowie bei der Behaltensleistung.*

In der Untersuchung der Probanden im Alter zwischen 20-50 konnte für diese Hypothese kein signifikantes Ergebnis verzeichnet werden.

4.4 Interpretation und Diskussion

In diesem Kapitel werden die erzielten Ergebnisse interpretiert und mit bereits vorliegenden Erkenntnissen v.a. aus der Untersuchung von J. Schramm verglichen bzw. Theorien eingefügt.

Die Hypothesen werden im Einzelnen aufgeführt, kurz erklärt und die Ergebnisse vorgestellt.

Haupthypothese 1

In den Hauptthesen 1 und 2 ist das Alter der Probanden der Schwerpunkt. Die erste Hauptthese untersucht, ob es innerhalb der Stichprobe Unterschiede bezüglich des Alters gibt: zwei Untergruppen (51-65 Jahre und ab 66 Jahre) wurden gebildet. Diese wurden auf Differenzen bei der Statik und den Schmerzen getestet. Es zeigte sich, dass es signifikante Unterschiede bezüglich der Gesamtstatikwerte (Statik0) und der Behaltensleistung (DStatik) gibt, jedoch für die Schmerzwerte keine Unterschiede festgestellt werden konnten.

Dieses bedeutet bezüglich des Schmerzempfindens, dass die Probanden ab dem 66sten Lebensjahr keine stärkeren Schmerzen haben, als die Versuchspersonen im Alter von 51 bis 65 Jahren.

Für die Körperstatik sind die Konsequenzen, dass nach Auswertung der Mittelwerte die älteren Probanden ab dem 66sten Lebensjahr erwartungsgemäß eine schlechtere Körperstatik haben, allerdings auch einen höheren Wert bei der Behaltensleistung. Man kann vermuten, dass die körperlichen Veränderungen bei den Senioren so gravierend sind, dass diese schneller im Körperschema aufgenommen werden. Außerdem handelt es sich bei den Probanden ab dem 66sten Lebensjahr zumeist um Rentner, d.h. berufliche Belastungen physischer und psychischer Art sind nicht mehr gegeben und so kann die Veränderung des Körperschemas in den Vordergrund rücken.

Bei der Untersuchung von J. Schramm zu den oben beschriebenen internen Gruppenunterschieden konnten keine signifikanten Ergebnisse erzielt werden.

Hauptthese 2

In der zweiten Hauptthese wird der Parameter „Alter“ auf seinen Zusammenhang mit den Statik-, bzw. Schmerzwerten überprüft. Der einzige signifikante Zusammenhang der sich hier darstellt, ist der Zusammenhang des Alters mit der Ausgangsstatik. Dieses lässt nach dem Vergleich der erhobenen Mittelwerte die Aussage zu, dass die älteren Probanden (unabhängig von der Einteilung in die zwei Gruppen) erwartungsgemäß eine schlechtere Ausgangsstatik haben, als die jüngeren Versuchspersonen der Untersuchungsgruppe. Für die Behaltensleistung und die Schmerzwerte konnten keine signifikanten Ergebnisse erzielt werden, sie sind altersunabhängig.

Für die Probanden in der Untersuchung von J. Schramm im Alter zwischen 20 und 50 Jahren konnten keinerlei Zusammenhänge festgestellt werden, die podoätiologische Wirkung scheint in diesem Fall unabhängig vom Alter zu sein.

Zusammenfassend gibt es nur einen, dafür sogar hochsignifikanten Zusammenhang ($p=0,000$) zwischen dem Alter der Versuchsgruppe ab 51 Jahren mit der Ausgangsstatik – je höher das Alter, desto schlechter die Statik.

Eine entscheidende Veränderung (außer dem Ausscheiden aus dem Berufsleben wie oben erwähnt) kommt noch auf die Gruppe der Personen ab dem 51sten Lebensjahr zu: das Gebiss verändert sich!

Mit zunehmendem Alter werden auch die Zähne schlechter, fallen aus oder werden gezogen, werden ersetzt durch Implantate, Brücken oder sogar durch eine Prothese. Was zunächst nichts mit der Thematik zu tun zu haben scheint, stellt sich bei genauerer Betrachtung doch anders dar. Genauso wie die Podoätiologie versucht propriozeptiv über die Fußsohle ursächliche Fehlstellungen zu korrigieren, versucht die Cranio-Mandibuläre Orthopädie das Problem von den anderen Endungen der Muskelketten, hier im Kiefer-Gaumen-Bereich, anzugehen. „Die Cranio-Mandibuläre Orthopädie beschäftigt sich mit der Erforschung der Ätiologie der Diagnose und der Therapie von

chronischen Schmerzen und Leiden, welche aus Körperfehlhaltungen, Fehlbissstellungen und chronischer muskulärer Hyperaktivität hervorgehen“ (Schöttl, R. 2004. *Die Cranio-Mandibuläre Orthopädie*. Zugriff am 19. Juli 2004 unter <http://itmr.org/cmo.htm>). Die aufrechte Körperhaltung mit der maximalen Leistungsfähigkeit steht auch hier im Vordergrund und das entscheidende Verbindungsstück von der Haltung zur Okklusion der Zähne ist der Unterkiefer. So sind Teile der Muskeln zur Bewegung des Unterkiefers mit dem Schädel und der Halswirbelsäule verbunden. Bei einer optimalen Haltung ist zur Ausführung einer Bewegung nur die geringste Beteiligung der Muskulatur von Nöten und es steht eine maximale Leistungsreserve und das bestmögliche Erholungspotential zur Verfügung. Gerade bei Sportarten mit Drehbewegungen spielt die Okklusion eine große Rolle. Beim Baseballschlag, ähnlich des Golfschwunges, bleibt der Kopf auf den Treffpunkt des Balles während des Schwunges fixiert, wogegen der Körper sich weiterdreht. Mit zusammengebissenen Zähnen (festem Unterkiefer) erlebt man hier deutliche Bewegungseinschränkungen, der Schwung ist nicht locker, hat nicht die optimale Kraftentwicklung am Ball, sondern kostet dem Schlagmann nur unnütze Kraft. Bei vielen Baseballspielern sieht man daher, dass während des Spiels irgend etwas gekaut wird, so dass die Kaumuskeln locker bleiben und die Zähne nicht aufeinander gebissen werden. In den USA wurde Jahrzehnte lang Kautabak dafür verwendet, heute meist Kaugummi oder Sonnenblumenkerne. Nichtkundige Zuschauer haben sich schon oft über das eifrige Kauen gewundert. Professionelle Baseballtrainer aus dem In- und Ausland lehren auch den Unterkiefer beim Schlag nicht zusammenzubeißen. Dieses bedeutet jetzt nicht für Personen ab dem 51sten Lebensjahr, dass sie sich mit Kaugummi, Sonnenblumenkernen und Kautabak wappnen müssen. Jedoch zeigt es die Wichtigkeit der richtigen Okklusion beim Anpassen einer Prothese, eines Implantates oder auch nur beim Abschleifen einer neuen Füllung.

Haupthypothese 3

Als nächster Parameter soll das Geschlecht in Zusammenhang mit der Ausgangsstatik (Statik0), der Behaltensleistung (DStatik), dem Ausgangsschmerzwert und der Schmerzverbesserung gebracht werden. Hier zeigte sich allerdings, dass bei dieser Untersuchung keine signifikanten Zusammenhänge hergestellt werden können.

Frauen und Männer dieser Stichprobe zeigen also ähnliche Werte bezüglich der Statik und der Schmerzen.

Statische Fehlstellungen, die bei Männern aufgrund von körperlicher Leistung im Beruf auftreten können, stehen wahrscheinlich den körperlichen Veränderungen der Frauen nach Geburten oder vor allem Frauen betreffenden orthopädische Erkrankungen wie z.B. Osteoporose gegenüber, so dass dann kein Zusammenhang bezüglich des Geschlechts mit den Statikparametern mehr festgestellt werden kann. Auch bei der Untersuchung von *J. Schramm* kann an dieser Stelle kein signifikanter Zusammenhang festgestellt werden.

Für die Schmerzwerte ergaben sich hier keine signifikanten Ergebnisse, bei den Probanden aus der Untersuchung von *J. Schramm* im Alter von 20-50 Jahren schon. Dort gab es sowohl für den Anfangsschmerz, als auch für die Schmerzverbesserung einen signifikanten Zusammenhang. Hier gaben die Frauen stärkere Schmerzen an als die Männer, die wiederum eine deutlichere Schmerzverbesserung anführten.

Ist es tatsächlich so, dass Männer und Frauen ein unterschiedliches Schmerzempfinden haben? Kennt der sprichwörtliche Indianer tatsächlich keinen Schmerz, die Squaw aber schon? Und warum kann man es statistisch bei Personen bis 50 Jahren nachweisen, bei älteren Probanden aber nicht mehr?

Die Universität Mainz ist am Institut für Physiologie und Pathophysiologie durch Zufall darauf gestoßen, dass Frauen und Männer tatsächlich ein unterschiedliches Schmerzempfinden haben. Hier zeigte sich, dass es bei Oberflächenschmerzen kaum, bei Tiefenschmerz aber deutliche Unterschiede bezüglich des Schmerzempfindens gibt (Wenzel, S., 2005, 03. Mai. *Leiden Männer anders?* Zugriff am 18. Oktober 2006 unter www.quarks.de/dyn/23356.phtml)

Ähnliches wurde von der Klinik am Osterbach / Bad Oeynhausen berichtet. Auch hier wird von einer erhöhten Sensibilität für Schmerzreize bei Frauen berichtet. Die

Schmerzschwelle sank auch noch mal deutlich bei Personen, die unter Schmerzen litten. (Loew, M., 2004. *Schmerzempfinden. Schmerzempfinden bei Männern und Frauen*. Zugriff am 18. Oktober 2006 unter www.1-klinik-am-osterbach.de/schmerzempfinden/). Dieses bestätigt die Ergebnisse von J. Schramm.

Wie kommt es aber nun dazu, dass bei dieser Stichprobengruppe über 50 Jahren kein Unterschied gemessen wurde?

Der Grund dafür sind die Geschlechtshormone Testosteron und Östrogen. Sie beeinflussen, wie beide oben genannten Quellen bestätigen, das Schmerzempfinden, nehmen aber im Alter ab (Klimakterium) und spielen im Körper eine immer geringer werdende Rolle. Ihre verminderte Ausschüttung wird dann eher zum Problem (z.B. Osteoporose). Auf das Schmerzempfinden scheint die geringere Dosis an Geschlechtshormonen dann kaum noch Einfluss zu haben, so dass im Alter kein Unterschied mehr festzustellen ist.

Bei den weiteren Auswertungen wurden die Versuchsgruppen von J. Schramm und dieser Studie zusammengefasst, so dass daraus eine Grundgesamtheit im Alter ab 20 Jahren entstand und 458 Versuchspersonen umfasste. Für die Haupthypothesen 4a-4c und 5a-5c dieser Untersuchung ergibt sich, dass ...

...bei **Haupthypothese 4a** es keine signifikanten Unterschiede zwischen dem Geschlecht und der Statik gibt.

...bei **Haupthypothese 4b** sich ein signifikanter Unterschied zwischen dem Alter und der Körperstatik herausstellt. Bei genauerer Überprüfung zeigt sich, dass die älteren Versuchspersonen aus der Stichprobe des Autors eine schlechtere Statik aufweisen. Dieses Ergebnis war zu erwarten, denn die größere Lebenszeit der älteren Versuchspersonen erhöht die Wahrscheinlichkeit Fehlstatiken zu erwerben.

...bei **Haupthypothese 4c** es signifikante Unterschiede bei der Interaktion von Alter und Geschlecht bei den Frauen gibt, allerdings nicht bei den Männern. Ältere Frauen zeigen eine signifikant schlechtere Statik als jüngere Frauen, wogegen bei Männern keine Unterschiede festzustellen sind. Zu vermuten ist, dass hormonell bedingte statische Veränderungen der Grund hierfür sind. Gemeint ist damit zum einen die Scheuermannsche Krankheit, die in der Pubertät vor allem bei Jungen auftritt und an den Wirbelkörpern Schädigungen hervorruft, die zu Fehlstellungen führen. Dieses ist aber bei unseren Versuchspersonen ab einem Alter von 20 Jahren schon abgeschlossen, so dass es keinen Einfluss mehr auf die Probandengruppe geben kann. Zum anderen muss man Osteoporose erwähnen. Diese Erkrankung beeinflusst hormonell bedingt die Knochendichte und tritt am häufigsten bei Frauen in oder nach den Wechseljahren auf. Die hieraus entstehenden Fehlstellungen in der Körperstatik können die signifikant höheren Werte erklären.

Interessant werden nun die Ergebnisse für den Schmerzbereich.

Haupthypothese 5a weist einen signifikanten Unterschied bei den Geschlechtern bezüglich der Schmerzparameter auf. Frauen zeigen höhere Schmerzwerte als die Männer. Dieses entspricht den Ergebnissen der jüngeren Gruppe von *J. Schramm*. Da dieses auch auf die Gesamtgruppe zutrifft, bestätigt die Theorie des Einflusses der Geschlechtshormone auf das Schmerzempfinden, welche nach dem Klimakterium vermindert ausgeschüttet werden (vgl. Haupthypothese 3).

Haupthypothese 5b gibt darüber Auskunft, dass es keinen signifikanten Unterschied in der Gesamtstichprobe bei den Schmerzparametern bezüglich des Alters gibt. Man kann also nicht sagen, dass jüngere Patienten schmerzempfindlicher sind, als ältere oder umgekehrt.

Haupthypothese 5c hat die Schmerzwerte zwischen der Interaktion von Geschlecht und Alter überprüft. Es stellt sich heraus, dass die jüngeren Frauen gleiche Schmerzangaben machen wie die älteren Frauen, obwohl (wie aus Hypothese 4 hervorgeht) ältere Frauen eine signifikant schlechtere Statik haben. Bei den Männern

gibt es auch hier keine Unterschiede. Woran liegt es nun, dass die Frauen aber Differenzen aufweisen? Man kann vermuten, dass ältere Frauen im Laufe ihres Lebens schon häufiger Schmerzen ertragen mussten und sich daher eine gewisse Schmerztoleranz eingestellt hat. Eine jüngere Frau kann daher eine geringe Fehlstellung als sehr schmerzhaft einstufen, wobei eine ältere Frau die gleiche Fehlstellung als einen mittleren Schmerz werten würde. Man kann also vermuten, dass das Schmerzgedächtnis einer älteren Frau besser „trainiert“ ist, so dass die in Relation gesetzten Schmerzproblematiken anders eingestuft werden. Weiterführend wurden in den Hypothesen 4d und 5d die vier Altersstufen der Gesamtstichprobe hinsichtlich der Körperstatik und der Schmerzentwicklung von der Erstanalyse zur Nachkontrolle überprüft.

Für die Auswertung der Körperstatik ergab sich bei Hypothese 4d ein hochsignifikanter Unterschied der vier Altersstufen (1. 20-35 Jahre, 2. 36-50 Jahre, 3. 51-65 Jahre und 4. ab 66 Jahre) für die Entwicklung von der Erstanalyse zur Nachkontrolle. Bei dem Vergleich der Mittelwerte zeigte sich, dass bei der Erstanalyse die älteste Gruppe zwar erwartungsgemäß die schlechtesten Statikwerte aufweist, allerdings die jüngste Gruppe im Alter von 20-35 Jahren nicht die beste, sondern die zweitschlechteste Körperhaltung hatte. Tatsächlich hatten die Probanden im Alter von 36-50 Jahren die wenigsten Probleme mit ihrer Körperstatik.

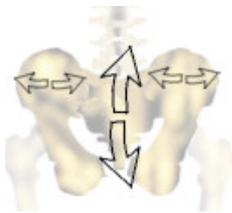
Für die Interpretation ist wieder zu bedenken, dass ausschließlich Probanden mit Schmerzen an der Studie teilnahmen. Gerade bei den jüngeren Versuchspersonen wird ein großer Leidensdruck zu der Behandlung geführt haben, da diese ja auch nicht kostenlos war, sondern bezahlt werden musste. Man kann vermuten, dass leichte Fehlstellungen von den jüngeren Testpersonen noch gut kompensiert werden können, so dass die Teilnehmer der Studie massive Problematiken in Verbindungen mit Schmerzen haben mussten.

Bei der Überprüfung der Unterschiede bei den vier Altersstufen hinsichtlich der Schmerzangaben von der Erstanalyse zur Nachkontrolle nach 6 Monaten konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Dieses bedeutet, dass die Schmerzeinschätzung nicht von der Einstufung in die vier Altersgruppen abhängt.

Nebenhypothese 1

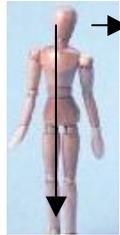
Für die erste Nebenhypothese wurden die objektiv erzielten Daten aus dem Resultat der 3D-Vermessung des Oberkörpers auf Unterschiede geprüft. Der Körper wurde in fünf verschiedene Problembereiche (Beckenschiefstand, Lotabweichung, Oberflächenrotation, Seitabweichung und Rumpfneigung) eingeteilt und die Werte der Erstanalyse mit denen der Zweitanalyse verglichen. Mit „Erstanalyse“ wird die erste Messung des Probanden zur Feststellung der Ausgangswerte bezeichnet, die „Zweitanalyse“ ist die zweite Messung am ersten Analysetermin mit den stimulierenden podoätiologischen Teilchen unter den Füßen zur Dokumentation der ersten spontanen Veränderungen.

Für die verschiedenen Körperbereiche ergaben sich unterschiedliche Ergebnisse:



Beckenschiefstand – Die Unterschiedsprüfung zwischen den Werten der Erstanalyse und der Zweitanalyse brachte ein hochsignifikantes Ergebnis mit $p=0,000$ hervor. Dieses bedeutet, dass es einen signifikanten Unterschied bei der Beckenstellung von der Erstanalyse zur Zweitanalyse gibt. Das gleiche Ergebnis konnte auch bei der jüngeren Stichprobe von J. Schramm festgestellt werden. Unabhängig vom Alter reagiert das Becken gut auf die gezielte propriozeptive Stimulation. Gerade bei Personen mit Hexenschuss, Hüft- und Bandscheibenproblemen in der Lendenwirbelsäule ist die Beckenkipfung ein häufiger Ursachenkomplex, so dass hier bei allen Altersgruppen vom statischen Aspekt her eine Verbesserung erzielt werden kann.

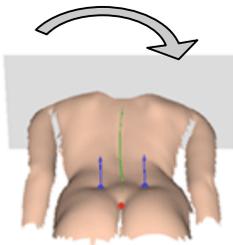
Abb.4.33: Beckenschiefstand
(www.fussgesundheits.de. Zugriff am 19.07.2004)



Lotabweichung – Die Lotabweichung ist bei diesen Probanden nicht so schnell beeinflussbar, da hier noch keine signifikanten Unterschiede ($p=0,099$) festgestellt werden können. Bei den jüngeren Probanden stellte sich dieses different dar, da dort schon an dieser Stelle ein signifikantes Ergebnis erzielt wurde. Hier scheint das Alter bei der Flexibilität der Körperstellung seine Wirkung zu zeigen.

Abb.4.34: Lotabweichung

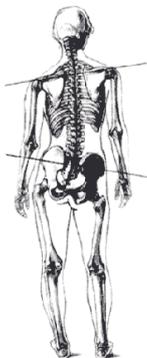
(www.hql.or.jp/gpd/jpn/www/pnf/body.jpg. Zugriff am 19.07.2004)



Oberflächenrotation – Hier konnte für die Versuchsgruppe dieser Studie ein hochsignifikantes Ergebnis erzielt werden ($p=0,000$). Den Rotationsbereich kann man demnach ebenfalls gut und zügig korrigieren. Allerdings traf dieses nicht auf die Probanden von J. Schramm zu. Hier wurde kein signifikantes Ergebnis erzielt. Man kann vermuten, dass ein höherer Muskeltonus der jüngeren Testpersonen eine spontane Veränderung in der Oberflächenrotation verhindert.

Abb.4.35: Oberflächenrotation

(www.diers.de/images/formetricII/vrs_back03.gif. Zugriff am 16.11.2004)



Seitabweichung – Das Ergebnis für die Seitabweichung, also für die skoliotischen Schwingungen der Wirbelsäule, ist genau entgegengesetzt der Ergebnisse für die Oberflächenrotation, da dieses mal bei der hier getesteten älteren Gruppe keine Werte für die Standardabweichung unter 0,050 erzielt werden konnten ($p=0,094$), bei den Versuchspersonen im Alter zwischen 20-50 Jahren schon ($p=0,008$).

Abb.4.36: Seitabweichung

(www.podoätiologie.de/seite2.html. Zugriff am 19.07.2004)

Dieses bedeutet, dass sich die Seitabweichungswerte bei den Probanden über 51 Jahren nicht kennzeichnend veränderten. Ähnlich wie bei der Lotabweichung kann man vermuten, dass die größere Aktivität und die damit zusammenhängende muskuläre Situation bei den jüngeren Probanden ihren Einfluss an dieser Stelle geltend macht und dass eine über Jahre bestehende Skoliose sich so manifestiert, dass sie sich nicht so schnell korrigieren lässt.



Rumpfneigung – Für die Rumpfneigung konnte wiederum ein hochsignifikantes Ergebnis ($p=0,000$) erzielt werden, welches bei der Studiengruppe von J. Schramm nicht gelang. Die Oberkörpervor- bzw. Rückneigung lässt sich demnach bei den Probanden ab dem 51sten Lebensjahr spontan verbessern. An den Mittelwerten für die Rumpfneigung bei der Erstuntersuchung kann man sehen, dass diese bei dieser Versuchsgruppe mit 36,7 Grad deutlich höher sind, als bei den Testpersonen von J. Schramm (21,7). Vielleicht gibt es hier einen Schwellenwert für den Neigungswinkel, der erreicht werden muss, um eine spontane Veränderung zu erzielen.

Abb.4.37: Rumpfneigung

(www.diers.de/images/formetricII/vrs_back01.gif. Zugriff am 16.11.2004)

Zusammenfassend kann man für die Nebenhypothese 1 feststellen, dass für den Beckenschiefstand, die Oberflächenrotation und die Rumpfneigung hochsignifikante Ergebnisse erzielt werden konnten, jedoch die Werte für die Lotabweichung und die Seitabweichung nicht zu verallgemeinern sind und hier die Nullhypothese bestehen bleibt.

Die nächste Nebenhypothese beschäftigt sich mit der gleichen Problematik, nur die Messzeitpunkte differieren. Hier werden die Statikwerte der Erstanalyse mit denen der Nachkontrolle nach 6 Monaten ohne Reizsetzung gegenüber gestellt.

Nebenhypothese 2

Bei der zweiten Nebenhypothese sind für diese Untersuchung alle Berechnungen hochsignifikant. Bei den jüngeren Probanden im Alter zwischen 20-50 Jahren können ebenfalls in allen Bereichen ein hochsignifikantes Ergebnis erzielt werden, bis auf den der Rumpfneigung. Wie bei Nebenhypothese 1 schon erwähnt, wird hier einen gewissen Schwellenwert des Neigungswinkels vermutet, d.h. der Oberkörper muss stark genug nach vorne oder nach hinten gekippt sein, so dass hier die podoätiologischen Eingriffe signifikante Verbesserungen bringen.

Ansonsten gilt für diese Versuchsgruppe, dass alle ausgewählten Parameter gut korrigiert werden können und die podoätiologische Therapie einen hochsignifikant positiven Einfluss auf das Körperschema ausgeübt hat. Somit zeigt sich, dass auch ohne die Reizsetzung unter den Füßen sich die Statik der älteren Probanden korrigiert und dieses sogar in mehr Bereichen des Körpers, als bei den jüngeren Versuchspersonen. Die Veränderungen auf das Körperschema werden also vom Körper gespeichert.

Zur Überprüfung der Nebenhypothese 2 und der folgenden Nebenhypothese 3 wurden komplexe Körperstellungen, wie z.B. die Rumpfneigung oder der Beckenschiefstand verändert in der Hoffnung durch eine optimierte Stellung eine Schmerzverbesserung zu erlangen. Hier ist man auf Mechanismen wie die Propriozeption angewiesen, da es Hilfsmittel wie z.B. eine Kniestütze die am verletzten Knie hilfreich ist, für so komplexe Körperstellungen vergleichbar nicht gibt. Korsetts stützen zwar etwas den Rücken, aber z.B. gegen Beckenschiefstellungen können auch sie nichts ausrichten. Dazu ist die angegangene Problematik wie oben schon erwähnt zu komplex. Dabei würden „Ganzkörperstützen“ vorübergehend gute Dienste leisten, wenn sie genauso gute Resultate bringen würden, wie z.B. Kniestützen:

„For the knee, Stiller and coworkers (50) found that a prophylactic brace reduced the number of ACL and MCL injuries in athletes. Qualitative studies of functional knee bracing have demonstrated that majority of the patients are satisfied and feel it to be some value. (15,58) Noyes and associates (43) found that 78% of ACL-deficient patients who wore functional knee braces felt that the brace decreased their symptoms,

and 60% of the patients were able to increase their level of activity by one grade” (Lephart & Fu, 2000, S. 301+302).

Die Abkürzung ACL steht hier für *anterior cruciate ligament*, das vordere Kreuzband und MCL für *medial collateral ligament*, das Innenband.

Stilter und Mitarbeiter untersuchten in einer Klinik prophylaktische Kniestützen und fanden heraus, dass sich die Kreuz- und Innenbandverletzungen reduzierten und die befragten Athleten sich mit ihnen sicherer fühlten. Es kam also zu objektiven und subjektiven Verbesserungen. Bei den funktionellen Stützen, die Stabilität bei schwachen Bändern bringen soll, zeigten *Noyes u.a.*, dass 78% der Kreuzbandpatienten mit der Stütze verringerte Symptome aufwiesen und sogar 60% der Patienten in der Lage waren ihren Aktivitätslevel zu erhöhen.

Zunächst sind dies sehr gute Ergebnisse. Es stellt sich aber die Frage, was die Patienten für Werte ohne Stütze aufweisen. Sind sie nun dauerhaft an diese Stütze gebunden? Wäre es nicht besser, die Bänder wieder zu stärken um die Eigenstabilität wieder herzustellen? Kann dies auch eine prophylaktische oder funktionelle Stütze leisten? Propriozeptiv ist dies mit der podoätiologischen Versorgung möglich und dies beschränkt sich nicht nur auf einzelne Gelenke, sondern hilft auch bei komplexen Bereichen.

Die prozentualen Schmerzverbesserungen werden in Nebenhypothese 3 nun aufgezeigt. Um zu untersuchen, ob die Veränderungen des Körperschemas auf den Patienten einen positiven Einfluss haben, werden hier die entsprechenden Schmerzwerte berechnet:

Nebenhypothese 3

Die Schmerzwerte aus der Erstanalyse werden mit den angegebenen Schmerzen bei der Nachkontrolle nach 6 Monaten verglichen. Alle Werte der verschiedenen Körperbereiche sind bei dieser Studie und der von J. Schramm hochsignifikant. Für die Patienten ab dem 51sten Lebensjahr deckt sich dies mit den erzielten hochsignifikanten Statikverbesserungen aus Nebenhypothese 2. Das heißt, dass die Verbesserungen, die in der Statik durch die podoätiologische Reizsetzung erzielt werden, auch einen positiven Einfluss auf die Schmerzen des Patienten haben.

Im Detail bedeutet dieses, dass es für die verschiedenen Körperbereiche eine prozentuale Schmerzverbesserung von ...

LWS	70,2%
ISG	76,3%
BWS	66,7%
HWS	72,1%,
Kopf	74,1 %
Hüfte	71,6%
Knie	72,1%

...gibt.

Daraus kann man eine überdurchschnittlich hohe Schmerzverbesserung von 71,9% bei jedem Patienten ableiten.

An den Ergebnissen der ersten drei Nebenhypothesen kann man erkennen, dass sich die Körperstatik Erwachsener positiv und nachhaltig so beeinflussen lässt, das Schmerzen reduziert werden können. Dieses macht deutlich, wie wichtig die richtige Anwendung und das fundierte Wissen über die physiologischen Zusammenhänge ist, denn im Umkehrschluss kann man bei unsachgemäßer Ausführung dem Patienten großen Schaden zufügen.

Nebenhypothese 4

An dieser Stelle soll geklärt werden, ob es einen Zusammenhang zwischen der Statik und den angegebenen Schmerzen gibt, d.h. ob auch die Probanden mit der schlechtesten Körperstatik auch die höchsten Schmerzwerte angegeben haben. Bei der Versuchsgruppe von J. Schramm ließ sich dieses nicht feststellen. In dieser Untersuchung kam es zu einem hochsignifikanten Zusammenhang, nämlich zwischen der Anfangsstatik (Statik0) und der Schmerzverbesserung (DSchmerz). Dieses bedeutet,

dass die Probanden ab dem 51sten Lebensjahr mit einer schlechten Ausgangsstatik auch zuverlässig eine Schmerzverbesserung registrieren.

Da, wie aus den Auswertungen hervorgeht, die Anfangsstatik nicht mit dem Anfangsschmerz in Zusammenhang steht, kann man nicht sagen, dass die Versuchspersonen mit den größten statischen Fehlstellungen auch die meisten Schmerzen haben. Dieses wurde auch während der Untersuchung schon beobachtet, dass einige Patienten starke Schmerzen hatten, aber nur geringe Fehlstellungen und umgekehrt. J. Schramm vermutete hier zu Recht einen Einfluss von Größe und Gewicht, die in der Untersuchung nicht berücksichtigt wurden.

Die Verbesserung der Statik muss bei dieser Versuchsgruppe so einen intensiven Eindruck hinterlassen, dass dieses sogar hochsignifikant ($p=0,000$) bei der Schmerzverbesserung registriert wird. Es wird vermutet, dass die älteren Testpersonen sich über die Jahre an die Schmerzen gewöhnt haben, so dass nur die Probleme angegeben wurden, die erst in letzter Zeit aufgetreten sind. Mit der Statikverbesserung korrigierten sich aber auch alte Fehlstellungen, die sich dann positiv bei der Schmerzverbesserung bemerkbar machen. Dieses wurde verbal auch von einigen Patienten bei den Besprechungen zum Ausdruck gebracht. Sie wunderten sich über körperliche Verbesserungen, mit denen sie gar nicht gerechnet hatten und Äußerungen „ich wusste gar nicht mehr wie das ohne Schmerzen ist“ waren nicht selten.

Nebenhypothese 5

An dieser Stelle wurde die Häufigkeit der sportlichen Aktivität mit den Statik- bzw. Schmerzparametern in Zusammenhang gebracht. Hier ergaben sich keine signifikanten Werte, so dass es zu keinem verallgemeinerbaren Zusammenhang kommt. Das gleiche Ergebnis wurde bei der Gruppe der 20-50 Jährigen erzielt. Sportler und Nichtsportler reagieren also gleich gut auf die podoätiologische Therapie. In wie weit die Angaben über die Häufigkeit der sportlichen Aktivität richtig sind, oder mancher Proband seine Aktivität beschönigt hat, kann hier nicht geklärt werden. Allerdings könnte man die Untersuchung gezielt an Sportlergruppen wiederholen, um dieser Fragestellung nachzugehen.

Die Vermutung, dass sich die Statik eines Sportlers besser verändern lässt und er dieses auch schneller in die Alltagsmotorik mit aufgenommen hat, wurde nicht bestätigt.

Die Annahme, dass Sportler Fehlstellungen besser kompensieren und daher geringere Schmerzwerte haben, konnte auch nicht nachgewiesen werden. Da allerdings ausschließlich Patienten mit Schmerzen an der Untersuchung teilnahmen, könnte es sein, dass nachweislich regelmäßig aktive Sportler eventuelle Fehlstellung so gut kompensieren, dass bei ihnen keine Schmerzen auftreten und sie daher nicht an der Studie teilnahmen. Dieses bleibt zu untersuchen.

Nebenhypothese 6

Nach der sportlichen Aktivität wurden die Ergebnisse für die berufliche Aktivität ausgewertet. In der Untersuchung von J. Schramm wurden an dieser Stelle keine signifikanten Werte erzielt. Bei dieser Studie kam es zu einem signifikanten Zusammenhang zwischen dem Beruf und den Schmerzwerten, sowohl bei dem Anfangsschmerz, als auch bei der Schmerzverbesserung. Die Mittelwerte zeigten, dass die Probanden mit einer hohen körperlichen Aktivität im Beruf auch hohe Schmerzwerte angaben. Daran kann man erkennen, dass körperliches Arbeiten, wie z.B. in einem Handwerksberuf, im Alter zunehmend mehr Probleme bereitet.

Nach den nicht signifikanten Werten der Sportler aus Nebenhypothese 5 und den signifikanten Ergebnissen der im Beruf körperlich aktiven Probanden wäre die Überprüfung der Schnittmenge, die Berufssportler, noch eine interessante Probandengruppe. Kuni hat in ihrem Promotionsfach Orthopädie eine prospektiv kontrollierte Studie zur Kraftentwicklung und Propriozeption am Sprunggelenk bei Tänzern in der professionellen Ausbildung durchgeführt. Die häufigsten Verletzungen bei Tänzern findet man im Sprunggelenk. Es zeigte sich, dass Tänzer im Einbeinstand besser abschnitten als die Kontrollgruppe. Diese Fähigkeit scheint aber überwiegend visuell gesteuert zu sein, denn mit geschlossenen Augen konnten keine Unterschiede festgestellt werden (Kuni, B. 2004, 09. Dezember. *Prospektive kontrollierte Studie zur Kraftentwicklung und Propriozeption am Sprunggelenk bei Tänzern in der*

professionellen Ausbildung. Zugriff am 08. Februar 2006 unter <http://www.ub.uni-heidelberg.de/archiv/5136>).

Kuni schlussfolgerte, dass zur Verbesserung der Gleichgewichtskontrolle und der propriozeptiven Fähigkeit Koordinationsübungen v.a. mit geschlossenen Augen nötig sind. Die propriozeptiven Fähigkeiten stellen also einen wichtigen Bestandteil der Verletzungsprävention dar. Die Vermutung aus Nebenhypothese 5, dass bei regelmäßig aktiven Sportlern kaum Schmerzen auftreten, trifft zumindest bei professionellen Tänzern nicht zu. Die Belastungen, die sie ihren Füßen und Sprunggelenken zumuten, sind allerdings auch extrem.

Auch in weiterer Literatur wird aufgezeigt, wie wichtig eine funktionelle Propriozeption ist um Verletzungen zu verhindern und was eine Störung dieser auslösen kann. In der freien Enzyklopädie Wikipedia (2004. *Propriozeption*. Zugriff am 08. Februar 2006 unter <http://de.wikipedia.org/wiki/Propriozeption>) wird zur kinästhetischen Wahrnehmung, bzw. Propriozeption folgendes berichtet: „Die kinästhetische Wahrnehmung macht uns zum Beispiel das Gehen erst möglich, aber auch das Greifen und andere Tätigkeiten. Tänzer, Akrobaten, Jongleure, Musiker, Seiltänzer, Sportler, Bergsteiger, Fahrradfahrer brauchen eine ausgeprägte Tiefensensibilität ganz besonders; wird sie gestört, zum Beispiel durch Krankheiten, durch Alkoholeinfluss, Medikamente oder Drogen, sind auch vertraute Bewegungen plötzlich schwierig bis unmöglich, bei Handwerkern ist die Gefahr von Arbeitsunfällen erhöht“.

Das Ergebnis dieser Studie aus Nebenhypothese 6, dass körperlich arbeitende Menschen erhöhte Schmerzwerte angaben und die aufgezeigte Dringlichkeit einer guten und ungestörten Tiefensensibilität aus der Enzyklopädie zur Vermeidung von Arbeitsunfällen, machen die körperlich arbeitenden Personen zu einer prädestinierten Zielgruppe für die propriozeptive Versorgung.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Dieses Kapitel stellt sozusagen die Zusammenfassung des Logbuches der Untersuchung dar. Hier werden die Hypothesen mit den Ergebnissen zusammenfassend dargestellt, anschließend die Untersuchung kurz diskutiert und auf weitere Forschungsziele hingewiesen.

Zu Beginn dieser schriftlichen Ausführungen wurde die Metapher eines Kapitäns, der ein über die Jahre gelockertes Segel erkennt und an die Matrosen den Befehl gibt, dieses wieder stramm zu ziehen um durch die entstandene Asymmetrie keine größeren Schäden entstehen zu lassen, als Wunschvorstellung formuliert. Diese Studie sollte zeigen, ob sich die Realisierung bei Probanden ab dem 51sten Lebensjahr verwirklichen lässt.

Die Untersuchung wurde als Langzeitstudie angelegt, bei der die Versuchspersonen nach einem ersten Analysetermin 6 Monate später einen Nachkontrolltermin zur Überprüfung der das Körperschema bedingenden Parameter hatten. 230 Probanden wurden für die Studie ausgewählt. Insgesamt wurden elf Hypothesen mit 5 Haupthypothesen und 6 Nebenhypothesen zur Überprüfung der podoätiologischen Wirkweise auf Probanden mit funktionellen Asymmetrien im Alter ab 51 Jahren formuliert. Zusätzlich wurde diese Gruppe mit den 228 Testpersonen aus der Untersuchung von J. Schramm im Alter zwischen 20-50 Jahren verglichen, so dass in den beiden Haupthypothesen 4 und 5 auf eine Grundgesamtheit von 458 Personen zurückgegriffen werden konnte.

Bei der ersten Haupthypothese (H1) wurde der Unterschied zwischen noch mal zwei gebildeten Alters- Untergruppen innerhalb der Grundgesamtheit überprüft. Diese Gruppen umfassten 171 Probanden im Alter von 51 bis 65 Jahren und 59 Testpersonen

ab dem 66sten Lebensjahr. Es stellte sich heraus, dass es keine Unterschiede bei dem Schmerzempfinden gibt, allerdings bei den Statikwerten. Hier hatten die älteren Versuchspersonen deutlich schlechtere Werte als die jüngeren.

Die zweite Haupthypothese (H2) brachte einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Alter und der Ausgangsstatik. Dieses unterstreicht das Ergebnis aus der ersten Haupthypothese. Die Behaltensleistung und die Schmerzwerte konnten nicht zuverlässig in Zusammenhang gebracht werden.

In Haupthypothese drei (H3) wurde überprüft, ob das Geschlecht einen Einfluss auf die Parameter der Statik und der Schmerzen hat. Hier konnten aber keine signifikanten Zusammenhänge festgestellt werden.

Die beiden Haupthypothesen 4 und 5 hatten wie schon erwähnt eine Grundgesamtheit von n=458, da hier die Stichproben von J. Schramm dazu genommen wurden. Bei beiden Behauptungen wurde der Zeitraum von der Erstanalyse zur Nachkontrolle betrachtet.

Für Haupthypothese vier (H4) wurden die Statikwerte berechnet. Es stellte sich heraus, dass es keinen signifikanten Unterschied bei dem Geschlecht der Probanden und der Entwicklung der Statikwerte im Laufe der beiden Analysetermine gab. Allerdings gibt es einen zuverlässigen Unterschied bei dem Alter (die älteren Probanden haben bei beiden Messungen schlechtere Statikwerte) und demnach auch bei dem Vergleich der in der Untersuchung von J. Schramm und der in dieser Studie noch mal gebildeten Alters-Untergruppen. Es zeigte sich, dass die älteste Gruppe (ab 66 Jahre) zwar die schlechtesten Statikwerte, allerdings die jüngste Testgruppe (20-35 Jahre) nicht die besten zeigten. Es lagen hingegen die 36-50-jährigen Probanden vorne. Die Gruppe der 51-65 Jährigen belegten den dritten Platz der schlechtesten Statikwerte. Des Weiteren wurde ein signifikanter Unterschied bei der Interaktion von Alter und Geschlecht festgestellt. Dieses traf jedoch nur für die Gruppe der Frauen zu, bei denen die älteren Frauen zuverlässig schlechtere Statikwerte hatten als die jüngeren Frauen. Bei den Männern konnten solche Unterschiede nicht festgestellt werden.

In der Haupthypothese fünf (H5) wurden die Schmerzparameter überprüft. Hierbei gab es keinen zuverlässigen Unterschied zwischen den Schmerzparametern bei der Erstanalyse und bei der Nachkontrolle hinsichtlich des Alters, der Interaktion von Alter und Geschlecht, sowie bei den vier Altersgruppen. Allerdings konnte ein signifikanter Unterschied bezüglich des Geschlechts festgestellt werden. Die Frauen der großen Grundgesamtheit hatten sowohl bei der Erstanalyse, als auch bei der Nachkontrolle höhere Schmerzwerte als die Männer.

Nebenhypothese 1 (N1) und 2 (N2) beschäftigen sich mit der Frage der podoätiologischen Einflussnahme auf funktionelle Asymmetrien und deren Ergebnisse zu unterschiedlichen Zeitpunkten. In Nebenhypothese 1 wurden die verschiedenen objektiven Parameter des 3D-Rückenscanners bei der Erstanalyse und direkt nach der Reizsetzung mittels der Zweitanalyse überprüft. Nebenhypothese 2 beschäftigt sich mit dem Zeitraum von der Erstanalyse zur Nachkontrolle ohne jegliche Reizsetzung nach ca. 6 Monaten. Dabei stellte sich heraus, dass für den Beckenschiefstand, die Oberflächenrotation und die Rumpfneigung schon bei der Zweitanalyse eine hochsignifikante Verbesserung erzielt werden konnte. Bei der Nachkontrolle galt dieses für alle Parameter, auch für die Lotabweichung und die Seitabweichung, die zunächst keine spontanen Veränderungen erkennen ließen.

Damit auch eine zuverlässige Aussage über die Schmerzreduktion der Probanden getroffen werden konnte, wurde in der dritten Nebenhypothese (N3) der Unterschied der Schmerzparameter bei der Erstanalyse und der Nachkontrolle überprüft. Auch hier konnte für alle Körperbereiche ein sogar hochsignifikantes Ergebnis erzielt werden.

Aus den Ergebnissen von der vierten Nebenhypothese (N4) geht hervor, dass es einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Ausgangsstatik und der Schmerzverbesserung gibt. Die Versuchspersonen mit der schlechtesten Statik konnten die größte Schmerzverbesserung feststellen.

Die Resultate von Nebenhypothese fünf (N5) zeigten, dass keine allgemeingültige Beziehung zwischen der sportlichen Aktivität und den Statik- bzw. Schmerzparametern hergestellt werden konnte.

Anders stellte sich dieses in der sechsten und damit letzten Nebenhypothese (N6) - der Überprüfung von der beruflichen Aktivität - dar, bei der ein signifikanter Zusammenhang zwischen den angegebenen Schmerzwerten und der Schmerzverbesserung hergestellt werden konnte. Die Statikparameter waren nicht signifikant. Bei genauerer Betrachtung zeigte sich, dass erwartungsgemäß die Versuchspersonen mit einer hohen körperlichen Tätigkeit im Beruf auch die stärksten Schmerzwerte angaben.

Die podoätiologische Therapie ist nach Zugrundelegung der Ergebnisse der Studie demnach gut für Patienten ab dem 51sten Lebensjahr einsetzbar, unabhängig vom weiteren Alter, ob sie besonders sportlich aktiv sind oder noch im Berufsleben stehen.

Dieses sind soweit die Ergebnisse dieser Untersuchung.

Es zeigte sich, dass bei richtiger Stimulation Muskeln in ihrem Tonus verändert werden können und eine Haltungsveränderung hervorgerufen werden kann. Die podoätiologische Einflussnahme auf funktionelle Asymmetrien des menschlichen Körpers bei Versuchspersonen ab dem 51sten Lebensjahr ist demnach eine reelle Therapiemöglichkeit.

Aus jedem Resultat ergeben sich wieder neue Fragestellungen, die bei folgenden Studien Berücksichtigung finden sollten.

Für eine Aussage über die Qualität der verschiedenen, auf dem Markt befindlichen propriozeptiven Korrekturmöglichkeiten über die Stimulation an den Fußsohlen sollten unbedingt Vergleichsstudien angestellt werden, bei denen das hier angewendete Verfahren von Frau Lydia Aich mit anderen Theorien verglichen wird. Sind andere Verfahren gleich gut oder bringen sie sogar noch bessere Ergebnisse? Vielleicht sind sie aber auch nur nicht fundierte Kopieversuche, um mit einer neuen Methode möglichst schnell Geld zu verdienen und sind eher im Bereich vom esoterischen Auspendeln der richtigen Stimulationspunkte anzusiedeln. Es könnten künftig z.B. die an der

Westfälischen Wilhelms Universität Münster laufenden Studien der medizinischen Fakultät zur Einlage, Propriozeption und Körperstatik herangezogen und verglichen werden (Drerup, B. Müller-Gliemann, C., 2003, 18. September. *Einlagen, Propriozeption und Körperstatik*. Zugriff am 08. Februar 2006 unter <http://www.uni-muenster.de/Rektorat/Forschungsberichte-2001-2002/fo05bcc03.htm>).

Zunächst sollten bei allen folgenden Untersuchungen die Parameter Größe und Gewicht mit erhoben werden, um deren Einfluss auf die Schmerz- und Statikproblematik zu ermitteln.

Ob die podoätiologische Therapie bei Kindern einsetzbar ist, wurde bislang noch nicht überprüft. Es wäre unter den gleichen Voraussetzungen eine Studie bei Kindern und bei Jugendlichen von Interesse, vor allem wenn die möglichen Verbesserungen über mehrere Jahre immer wieder überprüft werden können. Kann man körperstatische Fehlstellungen gleich im Kindesalter ausgleichen, so dass die kleinen Probanden im späteren Leben einen körperlichen Vorteil haben? Hier könnten noch gezieltere Einsatzmöglichkeiten denkbar werden, wie z.B. an Kindersportschulen, wo bei den angehenden Leistungssportlern durch Fehlstellungen hervorgerufene Leistungsdefizite ausgeglichen werden könnten. Wenn diese Therapieform bei Kindern möglich ist bleibt dann noch das Anfangsalter zu bestimmen.

Auch die Überprüfung von anderen Indikationen für propriozeptive Einlagen, wie z.B. von der Arztpraxis Gärtner und Servatius eingesetzt bei Kindern mit ADHS, stellt ein spannendes Feld dar

(Gärtner & Servatius, 2006, 05. Januar. *Propriozeptive Einlagen*. Zugriff am 08. Februar 2006 unter <http://www.gaertner-servatius.de/spektrum/usproprio.htm>).

Dass die podoätiologische Therapie bei Erwachsenen ab 20 Jahren ausgezeichnet funktioniert, geht aus dieser Studie und der von J. Schramm hervor.

Gezielte Überprüfungen von Leistungssportlern, aufgeteilt in die verschiedenen Belastungsarten, können interessante Ergebnisse bringen. Zeigen koordinativ gut geschulte Sportler, wie z.B. Turner, bessere Reaktionen und Behaltensleistungen als Leistungssportler, die auf Ausdauer oder Kraft trainiert sind? Hier würde sich eine Studie an einer Universität mit Sportstudenten anbieten, da sich dort Sportler aus den verschiedensten Bereichen an einem Ort sammeln und über mehrere Jahre gut zu überprüfen wären.

Interdisziplinär wäre eine Kooperation mit Kieferorthopäden / Zahnärzten gut denkbar. Kann man durch die Cranio-Mandibuläre Orthopädie bessere Erfolge verzeichnen, als mit der Podoätiologie, ergänzen sich vielleicht beide Therapiemöglichkeiten oder stehen sie sich im Weg? Sollte man zunächst den Kiefer richten und sich danach podoätiologisch einstellen lassen, oder umgekehrt, oder vielleicht sogar das Problem gleichzeitig von oben und unten angehen? Alles Fragen, bei denen sich eine Überprüfung lohnt, um eine optimale Versorgung dem Patienten zu gewährleisten.

Andere oder neue Messverfahren, wie z.B. die Elektro-Myographie (EMG) oder der Ganzkörperkernspin können in diesem Bereich eingesetzt werden und neue, spannende Erkenntnisse bringen. So wird beim EMG eine Nadel-Elektrode direkt in den Muskel des Patienten gestochen. Auf diese (schmerzhafte) Weise kann über entsprechende Verstärker die Aktivität einzelner Muskelfasern im Inneren eines Muskels abgeleitet (vgl. <http://www.netdokter.de/ratschlaege/untersuchungen/elektromyographie.htm>) und der direkte Einfluss der propriozeptiven Stimulation auf bestimmte Muskeln bestimmt werden. Neuere Oberflächenelektroden (OEMG), auch auf Flächen verteilt, bieten gute, schmerzfreie Möglichkeiten der Überprüfung von Muskelaktivität. Allerdings sind auch hier „physiologische Kenntnisse ebenso unabdingbar wie methodische Erfahrungen im Umgang mit den Ableittechniken um Fehl- und Überinterpretation der erhobenen Daten zu vermeiden. Sind diese Voraussetzungen gegeben, dann die OEMG hilfreiche und aussagekräftige Erkenntnisse in der Forschung und Praxis von Sportwissenschaft und Sportmedizin liefern“ (Gruber & Tauge & Gollhofer, 2009, in Handbuch Sportbiomechanik, S. 146).

Durch die ersten beiden Studien zu dem Thema der propriozeptiven Stimulation zur Korrektur funktioneller Asymmetrien von J. Schramm und dem Autor und dem Nachweis über deren Wirksamkeit hat sich an dieser Stelle ein großer Forschungsbereich aufgetan. Die Konsequenz der Ergebnisse sind weiterführende Fragestellungen, denen in weiteren Studien nachgegangen werden sollte.

Für die Nachfolger...

“Mast und Schotbruch“.

Literaturverzeichnis

- ADAMS, J.A. & GOPHER, D. & LINTERN, G. (1977). *Effects of visuell and proprioceptive feedback on motor learning*. In *Journal of Motor Behaviour*.
- AICH, L. (1997) *Podo-ätiologische Therapiesohlenversorgung*. Pentling.
- BALSTER, K. (1998) *Bausteine der sensomotorischen Entwicklungsförderung (3) – die kinästhetische Wahrnehmung*. In *Sportpraxis*, 39,5, S. 19-21.
- BERNSTEIN, N.A. (1987) *Bewegungsphysiologie*. Leipzig.
- BIEDERT, R. & MEYER, S. (1996) *Propriozeptives Training bei Spitzensportlern. Neurophysiologische und klinische Aspekte*. In *Sportorthopädie-Sporttraumatologie* 12.2, S.102-105.
- BIELEFELDER SPORTPÄDAGOGEN(1989) *Methoden im Sportunterricht*. Schorndorf: Hofmann.
- BIZZINI, M. (2000) *Sensomotorische Rehabilitation: Fallbeispiel in allen Heilstadien*. Stuttgart.
- BOURDIOL, R.J. (2001) *Die Folgen der bevorzugten Lateralität*. In *Orthopädieschuhtechnik* 10, S. 36-40.
- BOURDIOL, R.J. (2001) *Die Fußgewölbe*. In *Orthopädieschuhtechnik* 9, S. 14-18.
- BOURDIOL, R.J. (2001) Funktionelle Myologie in *Orthopädieschuhtechnik* 7&8, S. 16-25.
- BOURDIOL, R.J. (1980) *Pied et Statique*. Maisonneuve.
- BRÜGGER, A. (1990) *Gesunde Körperhaltung im Alltag*. Zürich.
- CARRIÈRE, B. (1999) *Der große Ball in der Physiotherapie*. Berlin, Heidelberg, New York.
- CLAUSS, G. & HIEBSCH, H. (1962) *Kinderpsychologie*. Berlin.
- DE MARÉES, H. (1992) *Sportphysiologie*. Köln.

- DEML, T. (2003) *Normalverlauf der Bandscheibendegeneration an der Lendenwirbelsäule in der Magnetresonanztomographie bei beschwerdefreien Patienten*. Ludwig–Maximilians-Universität München.
- DICKINSON, J. (1974) *Proprioceptive control of human movement*. London.
- DIETRICH, P. (2001) *Ein Bewegungsprogramm (BISFR) zur Therapie von Rückenschmerzen: Eine prospektive, kontrollierte Studie zur Effektivität des „Bewegung im schmerzfreien Raum“ – Programms bei Patienten mit chronischen Rückenschmerzen*. Ruhr Universität Bochum.
- DVORÁK, J. & DVORÁK, V. (1988) *Manuelle Medizin – Diagnostik*. Stuttgart, New York.
- ECCLES, J.C. (1973) *The Understanding of the Brain*. New York.
- EDELMAN, G.M. (1993) *Unser Gehirn – ein dynamisches System*. München.
- FALLER, A. (1995) *Der Körper des Menschen*. Stuttgart, New York.
- FELDENKRAIS, M. (1968) *Bewußtheit durch Bewegung*. Frankfurt, Tel Aviv.
- FREIWALD, J. , ENGELHARDT, M. (2001) *Stand des motorischen Lernens und der Koordination in der orthopädisch – traumatologischen Rehabilitation*. In *Sportorthopädie, Sporttraumatologie* 18, S. 5-10.
- FRISCH, H. (1996) *Programmierte Therapie am Bewegungsapparat – Chirotherapie*. Berlin, Heidelberg, New York.
- FROBÖSE, I. & NELLESEN, G. (Hrsg.) (1998) *Training in der Therapie*. Wiesbaden.
- GOLLHOFER, A. & MÜLLER, E. (Hrsg.): *Handbuch Sportbiomechanik*. Schorndorf: Hofmann .
- GEHRKE, T. & KLEINSCHMIDT, S. & LICHTHE, H.(1999) *Sportanatomie*. Berlin.
- GRANIT, R. (1970) *The Basis of Motor Control*. New York.
- GRILL, F. (1989) *Corrections of Complicated Extremity Deformities by External Fixation*. In *Clin Orthop. and Rel. Res.* 241, S. 166-175.
- HÄFELINGER, U. & SCHUBA, V. (2002) *Koordinationstherapie – Propriozeptives Training*. Aachen.
- HAAS, G. (1987) *Quantifizierung von Störungen der Haltungskontrolle*. In: Fichsel, H. (Hrsg.) *Aktuelle Neuropädiatrie*. Berlin, Heidelberg, New York.
- HAASE, J., et al. (1976) *Sensomotorik*. München.

- HAZAN, Z. (1992) *Role of proprioception in neural control. Current Opinion in Neurobiology.*
- HIERHOLZER, E. & DRERUP, B. (1996). *Vermessung der Wirbelsäule mittels Rasterstereografie.* Medizinisches Jahrbuch „Was gibt es Neues in der Medizin“ (Hrsg. H. Neubauer) Dr. Peter Müller Verlag, Wien, S. 171-184.
- HINRICHS, H.-U. (1994) *Sportverletzungen.* Reinbek.
- HIRTZ, P. (1964) *Zur Bewegungseigenschaft Gewandtheit.* In: *Theorie und Praxis der Körperkultur*, 13 (8), S. 729-735.
- HÖHNER, O. & RECKEWEG, R. & WEHRMANN, R. (1996) *F1 – Help !!!.* Bielefeld.
- HOTZ, A. & WEINECK, J. (1988) *Optimale Bewegungslehre.* Erlangen.
- HUMMELSHEIM, H. (1998) *Neurologische Rehabilitation.* Berlin, Heidelberg.
- KAPANDJI, I.A. (2001) *Funktionelle Anatomie der Gelenke.* Stuttgart.
- KARCH, D. (2001) *Entwicklung der Körperwahrnehmung und der Motorik: Seminarunterlagen zum Fortbildungsseminar „Wahrnehmungsentwicklung und Wahrnehmungsstörungen“.* Maulbronn.
- KEMPF, H.-D. (1995) *Die Rückenschule.* Reinbek bei Hamburg.
- KLEIN-VOGELBACH, S. (1993) *Funktionelle Bewegungslehre.* Berlin, Heidelberg, New York.
- KNEBEL, K.-P. (1994) *Funktionsgymnastik.* Reinbek.
- LAVIGNE, A. / NOVIEL, D. (1993) *Troubles statiques du pied de l'adulte.* Paris, Milan, Barcelone, Bonn.
- LEHR, U. (1977) *Psychologie des Alterns.* Heidelberg.
- LEISMAN, G. (1989) *Cybernetic model of psychophysiological pathways: II. Consciousness of tension and kinesthesia.* In *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics* 12,3, S. 174-191.
- LEPHART, S.M. & FU, F.H. (2000) *Proprioception and Neuromuscular Control in Joint Stability.* Winsor, Leeds, Lower Mitcham, Auckland Central.
- LEXIKON-INSTITUT BERTELSMANN (1979) *Grosses Handlexikon in Farbe.* Gütersloh.

- MARTIN,D. & CARL,K. & LEHNERTZ,L. (1991) *Handbuch Trainingslehre*. Schorndorf: Hofmann.
- MEINEL, K. (1960) *Bewegungslehre*. Berlin.
- MEINEL, K. & SCHNABEL, G. (1977) *Bewegungslehre*. Berlin.
- MEINEL, K. & SCHNABEL, G. (1987) *Bewegungslehre*. Berlin.
- MILES, W.R. (1942) *Performance in relation to age*. Washington.
- MOMMERT-JAUCH, P. (1998) Propriozeption. In *Ü-Magazin für Übungsleiterinnen und Übungsleiter*, Heft 02. Aachen.
- MORSCHER, E. (1972) *Ätiologie und Klinik der Beinlängenunterschiede*. In *Orthopädie 1*, S. 1-8.
- MORSCHER, E. & FIGNER, G. (1972) *Die Messung der Beinlängen*. In *Orthopädie 1*, 9-13.
- MORSCHER, E. (1972) *Beinlängenunterschiede. Die orthopädische Versorgung des Fußes*. Stuttgart.
- MORSCHNER, E. (1973) *Ätiologie und klinische Bedeutung der Beinlängendifferenz*. In *Orthopädische Praxis 5*, S. 187-191.
- NEUMAIER,A. (2003) *Training der Bewegungstherapie*. Köln.
- OVERBECK, M. und Kollegium (2001) *Sprunggelenksinstabilitäten – Effektstudie eines Trainingsprogrammes*. In *Zeitschrift für Physiotherapie*, 53, S. 418-427.
- PANJABI, M. M. & White, A. A. (2001) *Biomechanics in the musculoskeletal system*. Philadelphia.
- QUANTE, M. & HILLE, E. (1999) *Propriozeption: eine kritische Analyse zum Stellenwert in der Sportmedizin*. In *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 50, 10, S. 306-310.
- RAINE, C. (1972) *Kinesthesia and proprioception – a clarification of terms?*. In *British Journal of Physical Education*, 3,4, S.27-29.
- REINHARDT, B. (Hrsg.) (1993) *Das Bewegungssegment der Wirbelsäule im Blick der orthopädischen Rückenschule*. Uelzen.
- REINHARDT, B. (1998) *Die große Rückenschule*. Balingen.
- RÖTHIG, P. & BECKER, H. & CARL, K. & KAYSER, D. & PROHL, R. (Hrsg.) (1992) *Sportwissenschaftliches Lexikon*. Schorndorf : Hofmann.

- ROTH, K. & WILLIMCZIK, K. (1999) *Bewegungswissenschaft*. Reinbek bei Hamburg.
- SAINBURG, R.L. & POIZNER, H. & GHEZ, C. (1993) *Loss of proprioception produces deficits in interjoint coordination*. In *Journal of Neurophysiology*, 73, S. 2136-2147.
- SCHEWE, H. (1988) *Die Bewegung des Menschen*. Stuttgart.
- SCHLUMBERG, A. & EDER, K. (2001) *Verletzungsprophylaxe durch Stabilisationstraining*. In *Leistungssport*.
- SCHMIDT, R.A. (1988) *Motor control and learning*. Champaign.
- SCHMIDT, R.A. (1991) *Motor learning and performance*. Champaign.
- SCHMIDT, R.F. (1995) *Neuro- und Sinnesphysiologie*. Berlin, Heidelberg.
- SCHNEIDER, W. & DVORÁK, J. & DVORÁK, V. & TRITSCHLER, T. (1989) *Manuelle Medizin – Therapie*. Stuttgart, New York.
- SCHRAMM, J. (2010) *Empirische Untersuchung zur propriozeptiven Beeinflussung der Körperstatik (eine Längsschnittuntersuchung bei 20 bis 50jährigen Frauen und Männern)*. Technische Universität München.
- SCHARLL, M. (1989) *Bewegungstraining mit alten Menschen*. Stuttgart.
- SCOTT, M.L. & PINCIVERO, D.M. & GIRALDO, J.L. & FU, F.H. (1997) *The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries*. In *American Journal Sports Medicine* 25, 1, S. 130-137.
- SILBERNAGL, S. (1991) *Taschenbuch der Physiotherapie*. München.
- SINGER, R. & WILLIMCZIK, K. (Hrsg.) (1985) *Grundkurs Datenerhebung 2*. Ahrensburg.
- STOLPE, K.-V. (2002) *Einfluss eines kinästhetischen Trainings auf das Erlernen des Golfschwungs*. Universität der Bundeswehr. München.
- TANASESCU, G. & STANCIULESCU, E. (1965) *Beitrag zum Studium der Entwicklung einiger Charakteristiken der höheren Nerventätigkeit bei 7 - 11jährigen Kindern*. In *Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt-Universität Berlin, Mathematisch-naturwissenschaftliche Reihe*, 14, 2, S. 255-257.
- TEN BRUGGENCATE, G., et al. (Hrsg.) (1980) *Allgemeine Neurophysiologie*. München, Wien, Baltimore.
- TITTEL, K. (2003) *Beschreibende und funktionelle Anatomie des Menschen*. München.

- TOREN, V. (2002) *Zur Entwicklung invasiver Behandlungsmethoden der Beinlängendifferenz*. Ludwig-Maximilians-Universität München.
- UNGERER, D. (1977) *Zur Theorie des sensomotorischen Lernens*. Schorndorf.
- VAN DEN BERG, F. (1999) *Angewandte Physiotherapie, Band 1: Das Bindegewebe des Bewegungsapparates verstehen und begreifen*. Stuttgart.
- VELE, F. (1989) *Die Bedeutung der Muskelkoordination für die Leistungssteigerung*. In: H. Binkowski/G. Huber (Hrsg.): *Muskeltraining in der Sporttherapie*. Köln: Echo, S. 31-38.
- WHITING, H.T.A. (Hrsg.) (1984) *Human motor actions*. Amsterdam.
- WILKE, C. & FROBÖSE, I. & SCHULZ, A. (1993) *Einsatzmöglichkeiten des Posturomed im Rahmen des sensomotorischen Trainings für die untere Extremität*. In *Gesundheitssport und Sporttherapie*. 19, S. 9-14.
- WILLIMCZIK, K. (1992) *Statistik im Sport*. Ahrensburg.
- WILLIMCZIK, K. (1996) *Sportmotorische Entwicklung – Vorabversion*. Universität Bielefeld.
- WILLIMCZIK, K. & MEIERAREND, E.-M. & POLLMANN, D. & RECKEWEG, R. (1997) *Das „beste motorische Lernalter“ – Forschungsergebnisse zu einem pädagogischen Postulat und zu kontroversen empirischen Befunden*. Unveröffentlichte Arbeit. Universität Bielefeld.
- WILLIMCZIK, K. & ROTH, K. (1991) *Bewegungslehre*. Reinbek bei Hamburg.
- WINTER, D. (1990) *Biomechanics and motor control of human movement*. New York.
- WINTER, R. (1987) *Die motorische Entwicklung des Menschen von der Geburt bis ins hohe Alter*. In: Meinel, K. / Schnabel, G.: *Bewegungslehre*. Berlin, S. 293-410.
- ZILLES, K. & REHKÄMPER, G. (1998) *Funktionelle Neuroanatomie*. Berlin, Heidelberg, New York.
- ZIMMERMANN, E. (1989) *Funktionelle Anatomie*. Schorndorf.

Internetverzeichnis

BREUKHOVEN, K.J. (1996). *Podo-Orthesiologie / Podoposturale Therapie*.

Zugriff am 19. Juni 2004 unter

www.mcvs.nl/index.php?pip=3&f=1&tl=dutch.
<http://www.mcvs.nl/English/profession.htm>.

DRERUP, B., MÜLLER-GLIEMANN, C. (2003, 18. September). *Einlagen,*

Propriozeption und Körperstatik. Zugriff am 08. Februar 2006 unter
<http://www.uni-muenster.de/Rektorat/Forschungsberichte-2001-2002/fo05bcc03.htm>.

GÄRTNER & SERVATIUS (2006, 05. Januar). *Propriozeptive Einlagen*.

Zugriff am 08. Februar 2006 unter

<http://www.gaertner-servatius.de/spektrum/usproprio.htm>.

GERG-DÜRR, G. (2009). *Behandlungsformen. PNF-Methode*.

Zugriff am 19. Juli 2004 unter

<http://www.krankengymnastikmuenchen.de/behandlungsformen/pnf.html>.

KUNI, B. (2004, 09. Dezember). *Prospektive kontrollierte Studie zur Kraftentwicklung und Propriozeption am Sprunggelenk bei Tänzern in der professionellen Ausbildung*. Zugriff am 08. Februar 2006 unter

<http://www.uni-heidelberg.de/archiv/5136>.

- LOEW, M. (2004). *Schmerzempfinden. Schmerzempfinden bei Männern und Frauen*.
Zugriff am 18. Oktober 2004 unter
<http://1-klinik-am-osterbach.de/schmerzempfinden>.
- SCHNEIDER, M. (2004, 09. Januar). *Elektro-Myographie*.
Zugriff am 08. Februar 2006 unter
<http://www.netdokter.de/ratschlaege/untersuchungen/eklektromyographie.htm>.
- SCHÖTTEL, R. (2004). *Die Cranio-Mandibuläre Orthopädie*. Zugriff am 19. Juli 2004
unter <http://itmr.org/cmo.htm>.
- TE HAMSEL, I. (2004). *Podo-Orthesiologie in Deutschland*. Letzter Zugriff am 19.
Juni 2004 unter <http://www.podoorthesiologie.de/pages/entwick.htm>.
- TE HAMSEL, I. (2004). *Podo-Orthesiologie in Deutschland*. Letzter Zugriff am 19.
Juni 2004 unter <http://www.podo-orthesiologie.de/pop/person1.html>.
- WENZEL, S. (2005, 03. Mai). *Leiden Männer anders?* Zugriff am 18. Oktober 2006
unter <http://www.quarks.de/dyn/23356.phtml>.
- WIKIPEDIA Enzyklopädie (2004). *Propriozeption*. Zugriff am 09. Januar 2004 unter
<http://de.wikipedia.org/wiki/Propriozeption>.
- WOHAK, B. (2009). *Das Körperschema der Angst auflösen. Schwertarbeit als
Empowerment für Traumaopfer*. Zugriff am 08. Juni 2010
unter www.aiki-zen.de/pdfs/interview_zu_empowerment.pdf.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1	Gorch Fock aus Data Becker Lexikon CD-Rom, 1997.....	1
Abb. 1.2	Schiffmastmodell nach Kempf, 1995,61.....	1
Abb. 1.3	Hexe aus www.museumonline.at/1999/schools/classic/landeck/hexen/image/hexe.gif	3
Abb. 1.4	Ballerina aus www.octagon.com/who_we_are/our-ratonale.php	4
Abb. 2.1	Körperschema aus www.ifap.com/en/koerperschema1.gif	11
Abb. 2.2	Muskuläre Koordination aus www.sportunterricht.de/lksport/intermusk.html	16
Abb. 2.3	Teufelskreis Körperschema der Angst.....	19
Abb. 3.1	Körperhaltung / Fußabdruck aus www.meyer-heilpraktiker.de/fuss.gif	21
Abb. 3.2	Idealproportionen nach da Vinci aus www.kfo-online.de/gifs/leo.gif	25
Abb. 3.3	Ideales Skelett von Albinus aus www.udstillinger.dnlb/udpluk/Images/AlbinusTabAnat1749.jpg	25
Abb. 3.4	Ideales Muskelkorsett von Albinus aus www.stanford.edu/dept/HPS/WritingScience/etexts/Bender/Col.jpg	25
Abb. 3.5	Holzmodell aus www.hql.or.jp/gpd/jpn/www/pnf/body.jpg	26
Abb. 3.6	Lage der Ebenen und Achsen des menschlichen Körpers aus Röthig u.a.(Hrsg.), 1992.....	27
Abb. 3.7	Optimale Körperhaltung sagittal aus http://itmr.org/cmo.htm	28
Abb. 3.8	Optimale Körperhaltung frontal aus http://itmr.org/cmo.htm	29

Abb. 3.9	Beckenschiefstand anatomisch aus www.praxis-lahmer.de/Ratgeber/Beckenschiefstand/patinfo04.jp	30
Abb. 3.10	Beckenschiefstand funktionell aus www.praxis-lahmer.de/Ratgeber/Beckenschiefstand/patinfo02.jp	30
Abb. 3.11	Anpassung der Wirbelsäule aus www.praxis-lahmer.de/Ratgeber/Beckenschiefstand/patinfo03.jp	31
Abb. 3.12	Körper im Gleichgewicht aus new-brunswick.net/marcopolo/tallships/thum/mast.jpg und www.sanarama.ch/images/sSeilT.jpg	31
Abb. 3.13	Körperhaltung schief aus www.dalank.de/male/sportpose.jpg	32
Abb. 3.14	Korkteilchen auf Muskelbauch aus www.ackermann-orthopädie.de/images/Propriozeption01.jpg	36
Abb. 3.15	Korkteilchen auf Sehnenansatz aus www.ackermann-orthopädie.de/images/Propriozeption01.jpg	37
Abb. 3.16	Schmerzreflex aus www.modernealtenpflege.de/Anatomie/Nerven/Nervenbahnen.jpg	38
Abb. 3.17	Muskelketten in der Physiotherapie aus www.gesundheitsscout24/sanavartis.de/module/gesundLeben/physiorueckenguide/06/6_5.htm	41
Abb. 4.1	Messmethode aus www.ids-imaging.de/fronted/files/Diers_International.jpg . Zugriff 07. Juni 2010.....	77
Abb. 4.2	Video-Rasterstereographie aus www.biometrixmedica.com/_img/en/interior/formetric3D.gallery/formetric.figure . Zugriff 03. Juni 2010.....	78

Abb. 4.3	2D-Fußscan (modifiziert) aus www.dorfensport.de/service/fussanalyse/rothballer_scan2.gif Zugriff 04. Juni 2010.....	83
Abb. 4.4	Propriozeptive Einlage aus www.samberger24.de/cms/upload/home/Sensomotorische_Einlage_klein.jpg Zugriff 04. Juni 2010.....	83
Abb. 4.5	Dynamischer Fußabdruck (private Aufnahmen, Schramm 2003).....	83
Abb. 4.6	Mittelwerte der Körperstatik (Statik0) und der Summe der Schmerzen (SchmerzE) bei der Erstanalyse, sowie die Mittelwerte der Behaltensleistung (DSchmerz) und der Schmerzverbesserung (DSchmerz) nach 6 Monaten.....	92
Abb. 4.7	Profildiagramm von dem geschätzten Randmittel für die Statik bei den beiden Altersgruppen.....	101
Abb. 4.8	Profildiagramm von dem geschätzten Randmittel für die Statik bei den Frauen der beiden Altersgruppen.....	103
Abb. 4.9	Profildiagramm von dem geschätzten Randmittel für die Statik bei den vier Altersgruppen.....	106
Abb. 4.10	Profildiagramm von dem geschätzten Randmittel für die Schmerz- problematik bei den Geschlechtern.....	108
Abb. 4.11	Mittelwerte des Beckenschiefstandes im Vergleich von der Erstanalyse zur Zweitanalyse.....	114
Abb. 4.12	Mittelwerte der Lotabweichung im Vergleich von der Erstanalyse zur Zweitanalyse.....	115
Abb. 4.13	Mittelwerte der Oberflächenrotation im Vergleich von der Erstanalyse zur Zweitanalyse.....	116

Abb. 4.14	Mittelwerte der Seitabweichung im Vergleich von der Erstanalyse zur Zweitanalyse.....	117
Abb. 4.15	Mittelwerte der Rumpfeigung im Vergleich von der Erstanalyse zur Zweitanalyse.....	118
Abb. 4.16	Gesamtdarstellung der Körperstatik von der Erstanalyse zur Zweitanalyse.....	119
Abb. 4.17	Mittelwerte des Beckenschiefstandes im Vergleich von der Erstanalyse zur Nachkontrolle.....	120
Abb. 4.18	Mittelwerte der Lotabweichung im Vergleich von der Erstanalyse zur Nachkontrolle.....	121
Abb. 4.19	Mittelwerte der Oberflächenrotation im Vergleich von der Erstanalyse zur Nachkontrolle.....	122
Abb. 4.20	Mittelwerte der Seitabweichung im Vergleich von der Erstanalyse zur Nachkontrolle.....	123
Abb. 4.21	Mittelwerte der Rumpfeigung im Vergleich von der Erstanalyse zur Nachkontrolle.....	124
Abb. 4.22	Gesamtdarstellung der Körperstatik von der Erstanalyse zur Nachkontrolle.....	125
Abb. 4.23	Mittelwerte der Lendenwirbelsäule im Vergleich von der Erstanalyse zur Nachkontrolle.....	127
Abb. 4.24	Mittelwerte des Iliosacralgelenkes im Vergleich von der Erstanalyse zur Nachkontrolle.....	128
Abb. 4.25	Mittelwerte der Brustwirbelsäule im Vergleich von der Erstanalyse zur Nachkontrolle.....	129

Abb. 4.26	Mittelwerte der Halswirbelsäule im Vergleich von der Erstanalyse zur Nachkontrolle.....	130
Abb. 4.27	Mittelwerte des Kopfschmerzes im Vergleich von der Erstanalyse zur Nachkontrolle.....	131
Abb. 4.28	Mittelwerte der Hüfte im Vergleich von der Erstanalyse zur Nachkontrolle.....	132
Abb. 4.29	Mittelwerte der Knie im Vergleich von der Erstanalyse zur Nachkontrolle.....	133
Abb. 4.30	Gesamtdarstellung der Schmerzentwicklung.....	134
Abb. 4.31	Mittelwerte der Anfangsschmerzen (SchmerzE) bei den unterschiedlichen beruflichen Tätigkeiten.....	140
Abb. 4.32	Mittelwerte der Schmerzverbesserung (DSchmerz) bei den unterschiedlichen beruflichen Tätigkeiten.....	141
Abb. 4.33	Beckenschiefstand aus www.fussgesundheit.de	149
Abb. 4.34	Lotabweichung aus www.hql.or.jp/gpd/jpn/www/pnf/body.jpg	150
Abb. 4.35	Oberflächenrotation aus www.diers.de/images/formetricII/vrs_back03.gif	150
Abb. 4.36	Seitabweichung aus www.podoätiologie.de/seite2.html	150
Abb. 4.37	Rumpfneigung aus www.diers.de/images/formetricII/vrs_back03.gif	151

Tabellenverzeichnis

Tab. 4.1	Korrelation nach Pearson zwischen dem Alter und den Parametern Anfangsstatik (Statik0), Behaltensleistung (DStatik), Anfangsschmerz (SchmerzE) und Schmerzverbesserung (DSchmerz)94
Tab. 4.2	Korrelation nach Pearson zwischen dem Geschlecht und den Parametern Anfangsstatik (Statik0), Behaltensleistung (DStatik), Anfangsschmerzwert (SchmerzE) und Schmerzverbesserung (DSchmerz).....96
Tab. 4.3	Tests der Innersubjektkontraste von dem Geschlecht mit der Erstanalyse und der Nachkontrolle.....99
Tab. 4.4	Tests der Innersubjektkontraste von den Gruppen mit der Erstanalyse und der Nachkontrolle.....100
Tab. 4.5	Tests der Innersubjektkontraste von den Frauen in beiden Gruppen mit der Erstanalyse und der Nachkontrolle.....102
Tab. 4.6	Tests der Innersubjektkontraste von den Männern in beiden Gruppen mit der Erstanalyse und der Nachkontrolle.....103
Tab. 4.7	Tests der Innersubjektkontraste bei den vier Altersgruppen mit der Erstanalyse und der Nachkontrolle.....105

Tab. 4.8	Tests der Innersubjektkontraste von dem Geschlecht mit der Erstanalyse und der Nachkontrolle.....	107
Tab. 4.9	Tests der Innersubjektkontraste von den Gruppen mit der Erstanalyse und der Nachkontrolle.....	109
Tab. 4.10	Tests der Innersubjektkontraste von den Frauen in beiden Gruppen mit der Erstanalyse und der Nachkontrolle.....	110
Tab. 4.11	Tests der Innersubjektkontraste von den Männern in beiden Gruppen mit der Erstanalyse und der Nachkontrolle.....	110
Tab. 4.12	Tests der Innersubjektkontraste von den vier Altersgruppen mit der Erstanalyse und der Nachkontrolle.....	111
Tab. 4.13	Korrelation nach Pearson zwischen den Parametern Anfangsstatik (Statik0) und Behaltensleistung (DStatik), sowie den Parametern Anfangsschmerz (SchmerzE) und Schmerzverbesserung (DSchmerz).....	135
Tab. 4.14	Korrelation nach Pearson zwischen der sportlichen Aktivität und den Parametern Anfangsstatik (Statik0), Behaltensleistung (DStatik), Anfangsschmerz (SchmerzE) und Schmerzverbesserung (DSchmerz)	137
Tab. 4.15	Korrelation nach Pearson zwischen der beruflichen Aktivität und den Parametern Anfangsstatik (Statik0), Behaltensleistung (DStatik), Anfangsschmerz (SchmerzE) und Schmerzverbesserung (DSchmerz)	139

Anhang

Inhalt:

A I	Abb. A1:	Persönlicher Fragebogen
A II	Abb. A2:	3D-Rekonstruktion der WS-Mittellinie
A III	Abb. A3:	Formanalyse des Sagitalprofils
A IV	Abb. A4:	Transversalprofile mit WS-Modell
A V	Abb. A5:	<i>VRS Visual Spine 2.3 Ansicht der 3D-Rekonstruktion der WS-Mittellinie</i>
A VI	Abb. A6:	<i>VRS Visual Spine 2.3 Ansicht der Formanalyse des Sagitalprofils</i>

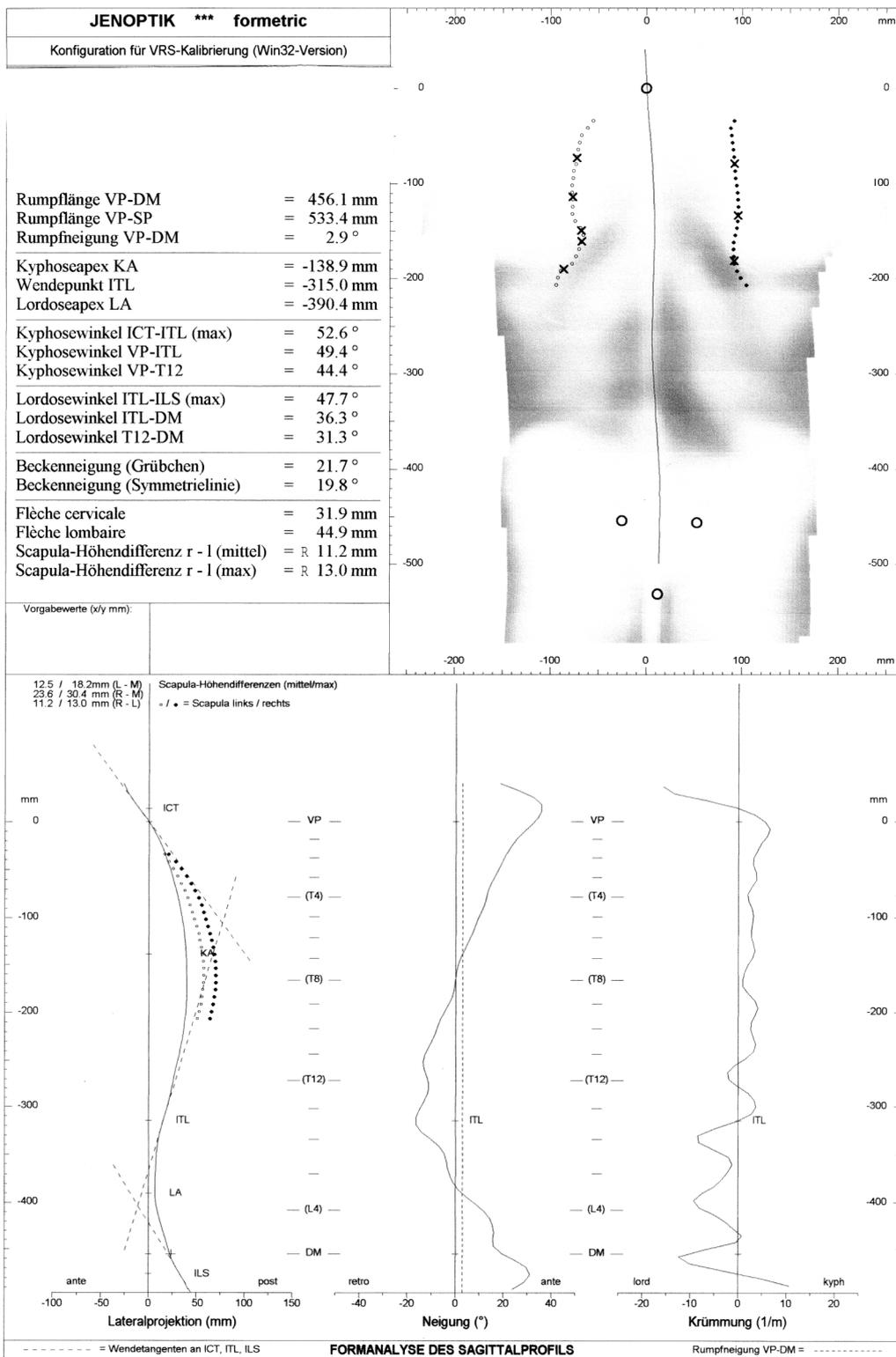


Abb. A3 Formanalyse des Sagittalprofils

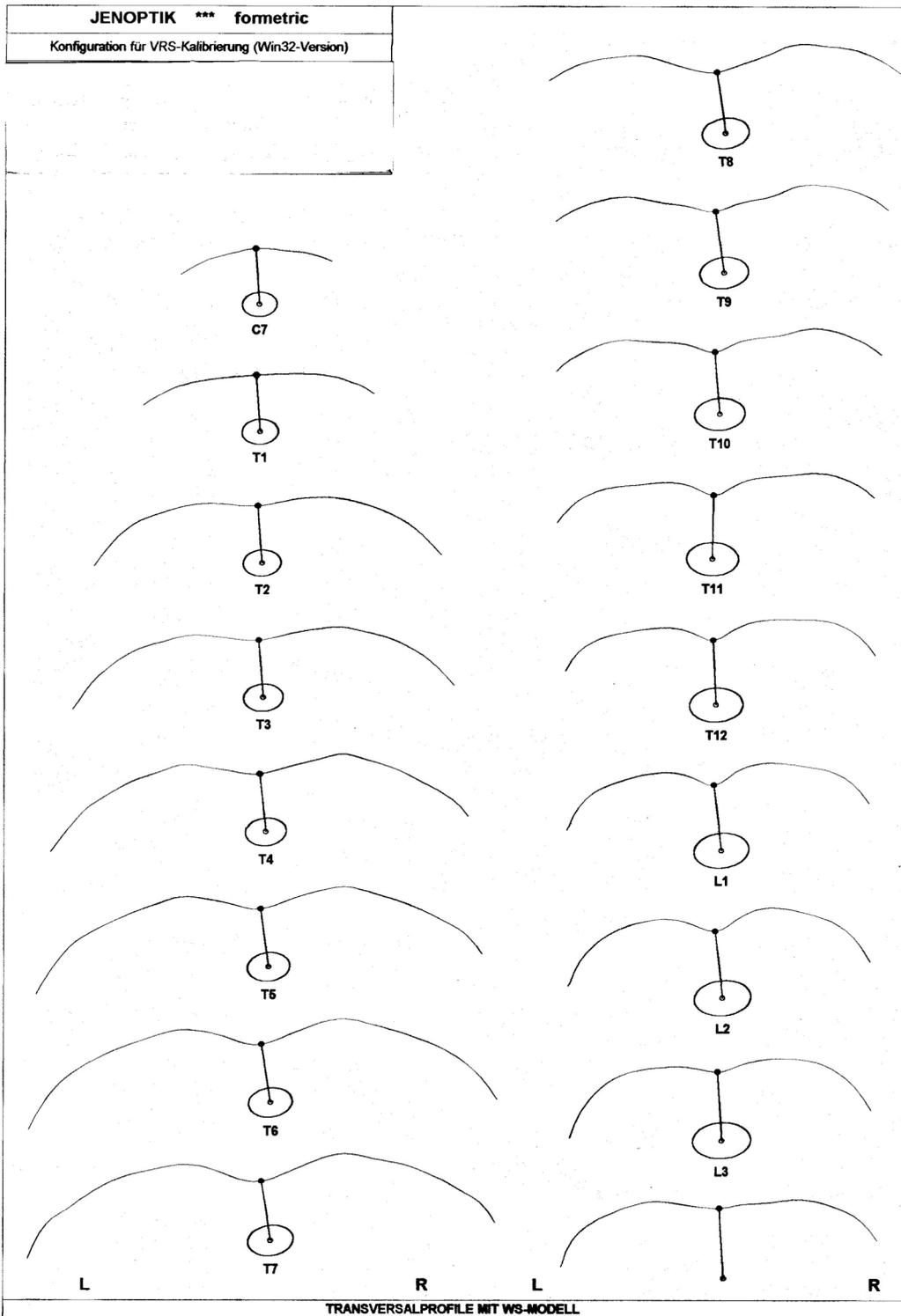


Abb. A4 *Transversalprofile mit WS-Modell*

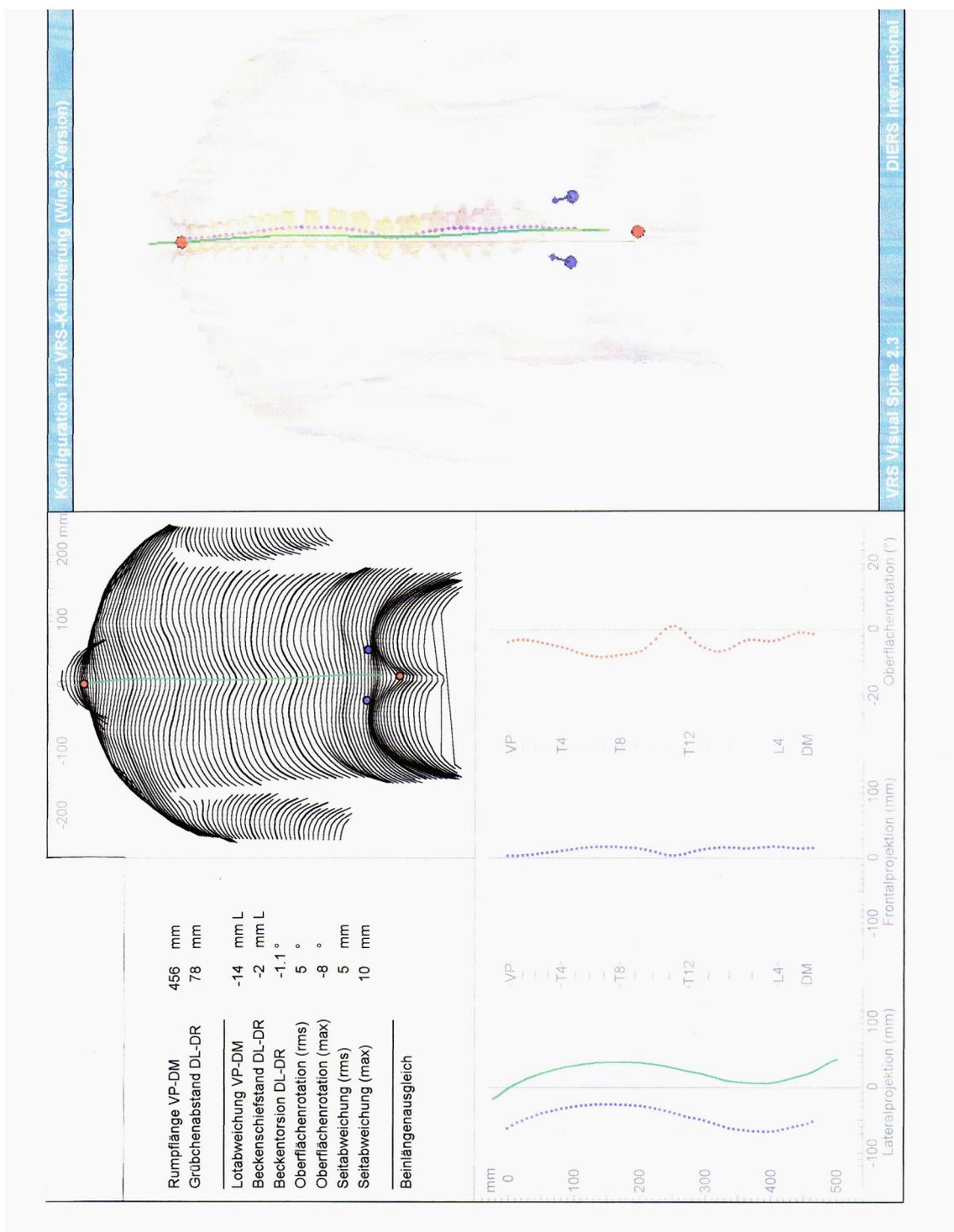


Abb. A5 VRS Visual Spine 2.3 Ansicht der 3D-Rekonstruktion der WS-Mittellinie

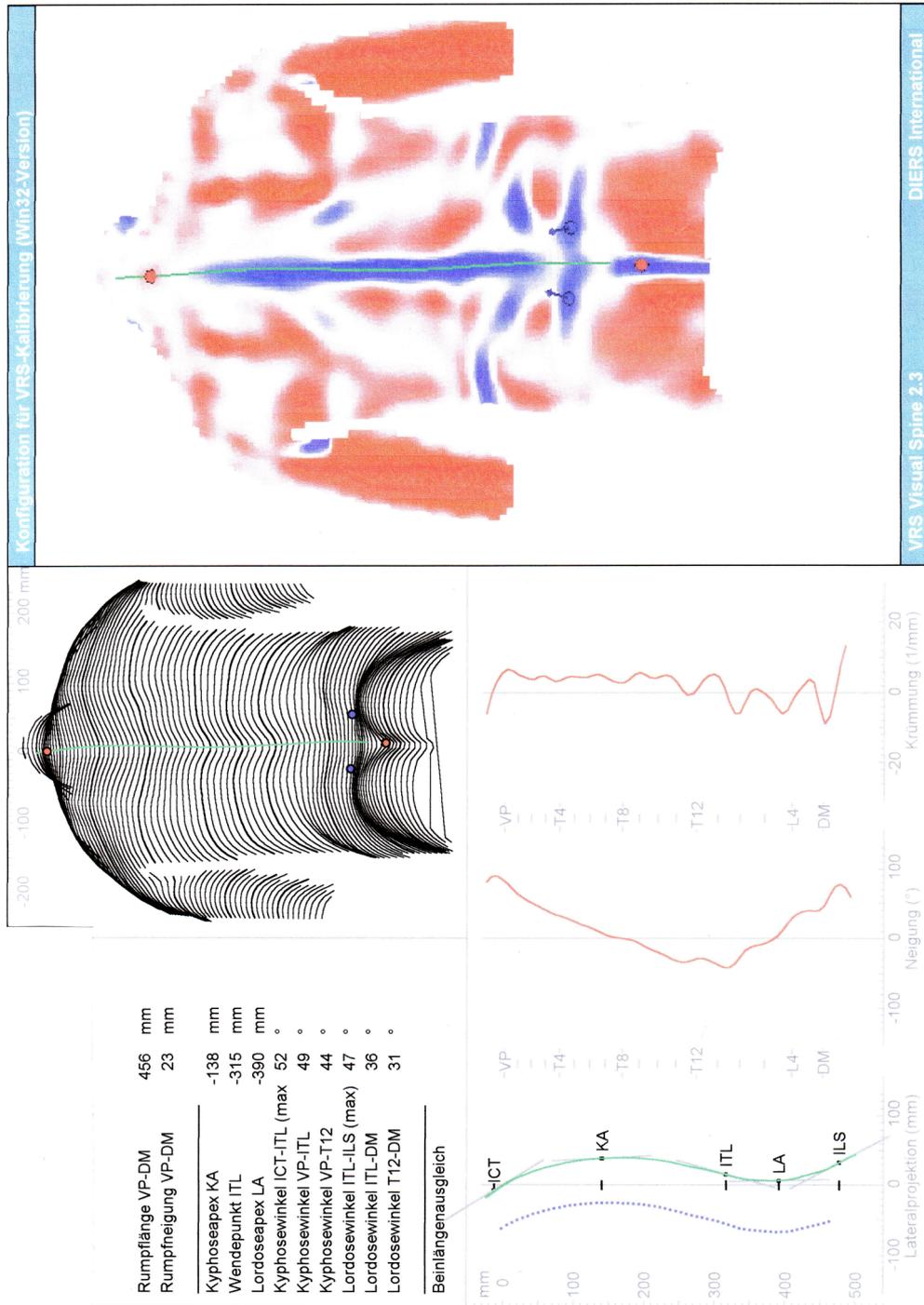


Abb. A6 VRS Visual Spine 2.3 Ansicht der Formanalyse des Sagittalprofils