

**Aus der Orthopädischen Klinik und Poliklinik
der Universität Würzburg**

Direktor: Professor Dr. med. J. Eulert

**Biomechanisch begründeter Rehabilitationsansatz bei verschiedenen
Krankheitsbildern des Handgelenks in der orthopädischen Praxis**

-eine prospektive Studie-

Inaugural – Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der

Medizinischen Fakultät

der

Bayerischen Julius-Maximilians-Universität Würzburg

vorgelegt von

Stefanie Schmitt

aus Mannheim

Würzburg im Mai 2006

Würzburg, März 2006

Referent: Priv.-Doz. M. Walther

Koreferent: Prof. Dr. med. J. Eulert

Dekan: Prof. Dr. med. G. Ertl

Tag der mündlichen Prüfung: 04./05.08.2006

Die Promovendin ist Ärztin

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeine Einleitung	1
1.1	Funktionelle Anatomie des Handgelenks	1
1.1.1	Das Skelett der Handwurzelknochen	2
1.1.2	Das distale Radioulnargelenk	3
1.1.3	Das proximale Handgelenk (Articulatio radiocarpalis)	4
1.1.4	Das distale Handgelenk (Articulatio mediocarpalis/midcarpal joint)	4
1.1.5	Palmares Weichteilgewebe: Karpaltunnel und Loge de Gyon	5
1.1.6	Dorsales Weichteilgewebe: die Extensoren-Kompartimente	5
1.1.7	Muskelwirkung am Handgelenk	6
1.2	Biomechanik (karpale Kinematik)	7
1.3	Krankheitsbilder des Handgelenks	9
1.3.1	Nervenkompressionssyndrome.....	9
1.3.2	Erkrankungen der Sehnen und Sehnenscheiden, Insertionstendinosen.....	10
1.3.3	Verletzungen und Verletzungsfolgen.....	12
1.3.4	Degenerative Erkrankungen.....	14
1.3.5	Therapieschemata der oben genannten Krankheitsbilder.....	14
1.4	Therapiekonzepte der Studie	17
1.4.1	Die Lastrap®-Handgelenksbandage	17
1.4.2	Die Manu-Hit®- Handgelenksbandage (Art. 07031)	19
1.5	Zielsetzung	20
2	Material und Methodik.....	21
2.1	Erfassungsmodus	21
2.2	Patientenkollektiv.....	21
2.3	Datenerhebung.....	22
2.4	Klinische, radiologische und sonographische Untersuchung.....	22
2.5	Der DASH-Score (Disability of Arm, Hand and Shoulder).....	23
2.6	Kraftmessung mit Hilfe des Baseline®-Griffkraftgeräts	24
2.7	Die Bewertung der Schmerzstärke anhand der visuellen Analogskala.....	25
2.8	Fragen zur Behandlung	25
2.9	Statistische Auswertung	26
3	Ergebnisteil	27

3.1	Beschreibung des Patientenkollektivs	27
3.1.1	Geschlechtsverteilung.....	27
3.1.2	Altersverteilung der Patienten	27
3.1.3	Berufe der Patienten	28
3.1.4	Beschwerdedauer bis zur Erstuntersuchung.....	29
3.1.5	Vorbehandlung	29
3.1.6	Seitenverteilung der betroffenen Handgelenke	30
3.1.7	Einteilung der Krankheitsbilder in Kategorien.....	30
3.1.8	Verteilung der erhobenen Parameter auf die Orthesengruppen.....	31
3.2	Behandlungsergebnisse	32
3.2.1	Ergebnisse des DASH-Score.....	32
3.2.2	Griffkraft.....	37
3.2.3	Bewegungsumfang.....	37
3.2.4	Subjektive Einschätzung der Orthesentherapie	38
4	Diskussion.....	44
4.1	Ergebnisse des DASH-Score.....	46
4.2	Griffkraft.....	50
4.3	Bewegungsumfang.....	51
4.4	Subjektive Einschätzung der Orthesentherapie	51
4.5	Anmerkungen zur Lastrap®-Bandage	52
4.6	Verbesserungsvorschläge	52
5	Fazit.....	54
6	Zusammenfassung	56
7	Literaturverzeichnis	59
8	Abbildungsverzeichnis	69
9	Tabellenverzeichnis.....	70
10	Abkürzungsverzeichnis	71
11	Untersuchungsbögen.....	72
11.1	DASH.....	72
11.2	Handgelenksbogen	75

1 Allgemeine Einleitung

Jeder Zustand, der zu Schmerzen im Bereich des Handgelenks führt, beeinflusst die Gebrauchsfähigkeit der Hand bis hin zur Beeinträchtigung der gesamten oberen Extremität [32].

Dementsprechend rückte in den vergangenen Jahren der Begriff der „repetitive strain injuries“ (RSI) zunehmend in das Interesse bei der Behandlung von schmerzhaften Störungen im Bereich des Unterarms und Händen [15, 75, 35, 68].

RSI und andere Handgelenkserkrankungen haben sowohl in den USA, wo über 60% der gemeldeten tätigkeitsbedingten Krankheiten auf „repeated Trauma“ zurückgeführt werden mit deutlicher Zunahme zwischen 1980 und 1996 [59], als auch in Europa [11] mit steigenden Fallzahlen einen durch den Ausfall der Arbeitskraft nicht unerheblichen Einfluss auf die Volkswirtschaft [18]. Diese können aufgrund weitgefasserter und uneinheitlicher Diagnosekriterien lediglich auf die gesellschaftliche Bedeutung des Problems an modernen Arbeitsplätzen hinweisen [11].

Ogleich die Verordnung von Handgelenksorthesen eine allgemein gängige Form der Behandlung von Handgelenkserkrankungen darstellt, gibt es in der Literatur zur kurzzeitigen Anwendung nur zu einigen Krankheitsbildern klinische Daten.

1.1 Funktionelle Anatomie des Handgelenks

Durch das Zusammenwirken zahlreicher Gelenke im Handwurzelbereich, kann die Hand annähernd Bewegungen ausführen, die einem Kugelgelenk entsprechen. Anatomisch unterscheidet man ein proximales Handgelenk (Articulatio radiocarpalis) und ein distales Handgelenk (Articulatio medio-carpalis), die eine funktionelle Einheit bilden. Sie ermöglichen Flexion und Extension sowie Radial- und Ulnarduktion. Das distale Radioulnargelenk ergänzt gemeinsam mit dem proximalen Radioulnargelenk die Bewegungsfreiheit um Pro- und Supination gegenüber dem Ellbogen.

Kräftige interossäre Bänder ermöglichen eine Stabilisierung der Handwurzel und gehören zum intrinsischen Bandapparat. Volar liegen zusätzlich die extrinsischen Bänder als Verstärkungszüge auf.

1.1.1 Das Skelett der Handwurzelknochen

Die karpalen Knochen sind in zwei Reihen zu je vier Knochen angeordnet. Die proximale Reihe besteht von radial beginnend aus Os scaphoideum, Os lunatum und Os triquetrum; ihm liegt palmar das Os pisiforme als Sesambein des M. flexor carpi ulnaris an. Zusammengehalten wird die proximale Reihe durch das Lig. interosseum scapholunatum und das Lig. interosseum lunotriquetrum, die dorsal wesentlich dicker sind als volar. Das Os Scaphoideum kreuzt radial den distalen Gelenkspalt und scheint dadurch teilweise zur distalen Handwurzelreihe zu gehören.

In der distalen Handwurzelreihe befinden sich von radial beginnend: Os trapezium, Os trapezoideum, Os capitatum und Os hamatum, die nach distal mit den Ossa metacarpalia und nach proximal mit der proximalen Handwurzelreihe artikulieren. Straffe Bandverbindungen (Ligg. intercarpalia dorsalia, palmaria und interossea) halten die zweite Reihe der Handwurzelknochen in festerem Zusammenhalt als die erste Reihe [87].

Die Dorsalfläche des Karpus ist konvex, ohne Vorragungen oder Muskelansätze, die Palmarfläche konkav und mit Vorsprüngen für Bänder und Muskeln.

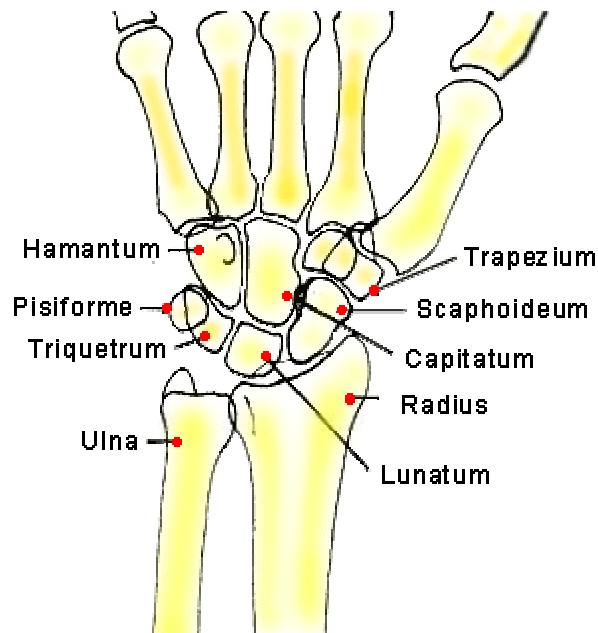


Abb. 1: Anatomie des Handgelenks

1.1.2 Das distale Radioulnargelenk

Die Incisura ulnaris des Radius und die Circumferentia articularis der Ulna bilden das distale Radioulnargelenk, das gemeinsam mit dem proximalen Radioulnargelenk die Pro- und Supinationsbewegung der Hand ermöglicht.

In Supinationsstellung verlaufen Radius und Ulna parallel und haben den größten Abstand voneinander, während in Pronationsstellung der Radius die Ulna überkreuzt.

Den Zusammenhalt zwischen beiden Unterarmknochen sichert proximal das Lig. anulare radii, im Schaftbereich die Membrana interossea antebrachii und die Chorda obliqua und im distalen Radioulnargelenk der ulnokarpale Komplex und die Sehne und Sehnenscheide des M. extensor carpi ulnaris [44]. Muskulär erfolgt eine zusätzliche Stabilisierung durch den tiefen Anteil des M. Pronator quadratus [40]. Der ulnokarpale Komplex („*Triangular fibrocartilage complex*“, *TFCC*) [74,55] ist eine anatomisch und biomechanisch komplexe Struktur bestehend aus: Discus articularis, Ligg. radioulnare dorsale und palmare, Lig. collaterale carpi ulnare und dorsalseitig einem sternförmigen Band. Somit reicht der ulnokarpale Komplex vom distalen ulnaren Ende des Radius bis zur Basis des V. Metakarpalknochens [62]. Der Raum zwischen Os triquetrum und Proc. styloideus ulnae wird durch einen ulnokarpalen Meniskus aufgefüllt, der nicht

dem Discus articularis entspricht [45]. Er löst sich von den dorsalen und ulnaren Kanten des Discus articularis (Discus ulnocarpalis) und befestigt sich nach distal an der Palmarseite des Os triquetrum.

Die distalen Enden von Radius und Ulna werden somit bei allen Umwendbewegungen vom Diskus verklammert [62]. Er bildet die distale Begrenzung der relativ schlaffen Gelenkkapsel des distalen Radioulnargelenks [87]. Mit zunehmendem Alter treten in 8% im dritten, 43% im fünften und 53% jenseits des sechsten Lebensjahrzehnts als degenerative Veränderung Perforationen auf [51, 55].

1.1.3 Das proximale Handgelenk (Articulatio radiocarpalis)

Die distale Radiusgelenkfläche artikuliert über zwei konkave Einbuchtungen: Fossa scaphoidea und Fossa lunata mit dem Os scaphoideum und dem Os lunatum. Die Fossa lunata hat ulnar die Incisura ulnaris, die als Fortsetzung des distalen Radioulnargelenks zustande kommt und an der die Basis des TFCC angeheftet ist. Durch Diskus und TFCC ist die distale Gelenkfläche über das Ulnaköpfchen hinweg verlängert.

Die Facies articularis carpea steht gegenüber der Schaftachse des Radius in der Sagittalebene um 10-15° nach volar und in der Koronarebene um 15-25° zur Ulna hin geneigt [60].

Die Handwurzelknochen der proximalen Reihe [Kap. 1.1.1] fügen sich durch knorpelig überzogene Zwischenbänder zu einem konvexen Gelenkkopf („karpaler Kopf“ [62]) zusammen. Hier sind eine radioulnare Kantenbewegung und eine dorsopalmare Flächenbewegung möglich.

Kräftige interossäre Bänder des intrinsischen Bandapparates liegen stabilisierend zwischen der proximalen und distalen Karpalknochenreihe (Ligg. intercarpalia). Ihnen liegen längere Bandzüge auf, die vor allem palmar stark ausgeprägt sind. Verstärkungszüge des proximalen Handgelenks sind vor allem die extrinsischen oder radiokarpalen Bänder.

1.1.4 Das distale Handgelenk (Articulatio mediocarpalis/midcarpal joint)

Der s-förmige radio-ulnar verlaufende Gelenkspalt beschränkt die Bewegung auf die dorsopalmare Bewegungsebene.

Im Einzelnen artikulieren in der *Articulatio mediocarpea* das *Os scaphoideum* mit dem *Os trapezium* und *Os trapezoideum* (STT-Gelenk) sowie dem *Os capitatum*, das *Os lunatum* mit dem *Os capitatum* und das *Os triquetrum* mit dem *Os hamatum* [87].

1.1.5 Palmares Weichteilgewebe: Karpaltunnel und Loge de Gyon

Auf der volaren Seite des Handgelenks liegen die beiden palmaren Tunnels: der Karpaltunnel (*canalis carpi*) und die Loge de Gyon. Der osteofibröse Karpaltunnel liegt zwischen *Tubercula ossis scaphoidei* und *trapezii* (*Eminentia radialis*) einerseits und *Os pisiforme* sowie *Hamulus ossis hamati* andererseits (*Eminentia ulnaris*) und wird vom *Retinaculum flexorum* überspannt. Die Sehne des *M. flexor pollicis longus*, sowie jeweils die vier Sehnen des *M. flexor digitorum superficialis* und des *M. flexor digitorum profundus* durchlaufen eingehüllt in ihre Sehnenscheiden den Kanal. Im Karpaltunnel verläuft außerdem zwischen tiefen und oberflächlichen Beugern der *N. medianus* (C6-Th1).

Radial verläuft die Sehnenscheide des *M. flexor carpi radialis* in einer eigenen vom *Os trapezium* gebildeten Rinne, zwar auch unter dem *Retinaculum flexorum*, jedoch nicht mehr innerhalb des *Canalis carpi*. In der Loge de Gyon einer Dopplung der *Fascia antebrachii* verlaufen *A. und V. ulnaris* und *R. profundus* des *N. ulnaris* unterhalb des *Lig. carpi palmare* und *Retinaculum flexorum* zum Hypothenar.

Der *M. flexor carpi ulnaris* verläuft über das *Os pisiforme*, das er als Sesambein nutzt, *Lig. pisohamatum* und *Lig. pisometacarpeum* an das *Os hamatum* und *Metacarpale V*.

1.1.6 Dorsales Weichteilgewebe: die Extensoren-Kompartimente

Auf der dorsalen Seite des Handgelenks verlaufen die Sehnen der Extensoren geordnet in sechs durch osteofibröse Bandzüge zu Sehnenfächern ergänzte Rinnen mit ebenso vielen Sehnenscheiden unter dem *Retinaculum extensorum*. Von radial beginnend enthält das erste Sehnenfach die Sehnen des *M. abductor pollicis longus* und *extensor pollicis brevis*, das zweite die Sehnen des *M. extensor carpi radialis longus* und *brevis*, das dritte die Sehnen des *M.*

extensor pollicis longus, das vierte die Sehnen des M. extensor digitorum und extensor indicis, das fünfte die Sehne des M. extensor digiti minimi und das sechste die Sehne des M. extensor carpi ulnaris [87]. Die Sehnen sind durch die Haut und das subcutane Gewebe gut tastbar.

Die Tabatière (Fovea radialis = "Schnupftabaksdose") ist eine wichtige Landmarke bei der Untersuchung des Handgelenks. Die Grenzen werden ulnar von der Sehne des M. extensor pollicis longus und radial von den beiden Sehnen des M. extensor pollicis brevis und M. abductor pollicis longus gebildet. In der Tiefe ist es möglich auf dem Skaphoid oder Trapezium die A. radialis sowie die Sehnen des M. extensor carpi radialis longus und brevis zu tasten [4].

1.1.7 Muskelwirkung am Handgelenk

Am Unterarm unterscheidet man durch Ulna, Radius und Membrana interossea getrennt eine ventrale Beugegruppe sowie eine dorsale Streckgruppe, die wiederum durch bindegewebige Septen von den Radialextensoren getrennt ist. Sowohl dorsale als auch palmare Sehnen liegen vor Eintritt in die karpalen Sehnenscheiden in einer oberflächlichen und tiefen Schicht.

Dorsal verlaufen von ulnar beginnend zunächst die Sehne des M. extensor carpi ulnaris, gefolgt von den Sehnen des M. extensor digiti minimi, M. extensor digitorum sowie M. extensor pollicis longus, letztere bedecken die meist tiefer gelegene Sehne des M. extensor indicis. Radial des Tuberculum dorsale radii verlaufen die Sehnen der Radialextensoren: M. extensor carpi radialis brevis und longus. Im Bereich des distalen Radius überqueren die Sehnen des M. extensor pollicis brevis (EPB) und M. abductor pollicis longus (APL) die Sehne des M. brachioradialis.

Palmar liegt zwischen Ulna und Radius gespannt der M. pronator quadratus. Über ihm verlaufen die Sehnen des M. flexor pollicis longus und des M. flexor digitorum profundus. Die oberflächliche Beugeschicht wird von den Sehnen des M. flexor carpi radialis und M. flexor digitorum superficialis gebildet, die wiederum unter der Sehne des M. palmaris longus und M. flexor carpi ulnaris liegen [87].

1.2 Biomechanik (karpale Kinematik)

Die Karpalknochen lassen sich in zwei horizontale Reihen und drei vertikale Pfeiler unterteilen:

Die proximale Reihe besteht aus Os scaphoideum, Os lunatum, Os triquetrum mit Os pisiforme. Die ersten drei Knochen werden von *Kapanji (1986)* als zwischengeschaltetes Glied („intercalated segment“) einer instabilen Gelenkkette bezeichnet. Hier setzen keine Sehnen und Muskeln an [62], so dass sie funktionell eine frei gleitende Knochenkette zwischen Radius-/Ulna-/Diskus-Komplex sowie der distalen Karpalknochen darstellt [54, 46].

Die distale Reihe besteht aus Os trapezium, Os trapezoideum und Os hamatum und bildet in Verbindung mit den Ossa metacarpalia einen relativ starren Block [Kap. 1.1.1].

Navarro (1937) bildete in seiner Pfeilertheorie folgende Untereinheiten [52]:

- radialer Pfeiler: Os scaphoideum, Os trapezium, Os trapezoideum
- mittlerer Pfeiler: Os lunatum, Os capitatum, Os hamatum
- ulnarer Pfeiler: Os triquetrum, Os pisiforme

1985 stellt *Taleisnik* eine modifizierte Säulentheorie vor. Die zentrale Säule bestehend aus der distalen Handwurzelreihe soll nun über das Os capitatum und lunatum mit dem Radius T-förmig in Verbindung stehen. Radiale Säule aus Os scaphoideum, Os trapezium und Os trapezoideum sowie ulnare Säule aus Os triquetrum und Os pisiforme bilden zwei sich gegenseitig stützende Säulen [74].

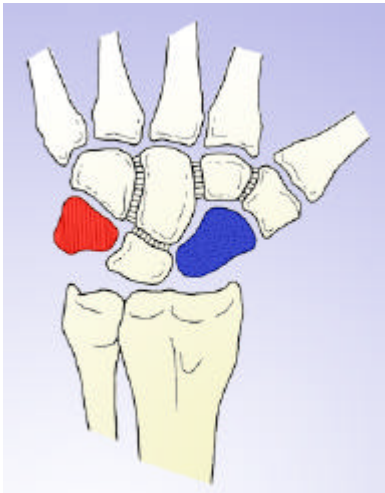


Abb. 2: modifizierte Säulentheorie nach Taleisnik [14]

Die Eigenbewegungen der Os scaphoideum und triquetrum ermöglichen die Reduktion der Höhe der radialen Säule bei Radialduktion und der ulnaren Säule bei Ulnarduktion, so dass ein größerer Bewegungsaus Schlag möglich ist als bei einem starren Block.

Besonders das Os scaphoideum ist stets bei seinen Bewegungen an die Bewegung des Os lunatum gekoppelt. Durch eine Destruktion des Lig. skapholunatum im Sinne einer skapholunären Dissoziation ist die Kopplung

zerstört und es kommt zu gegensinnigen Eigenbewegungen dieser Knochen.

Daher wurden die Handwurzelknochen von *Lichtmann (1981)* als ein unter Spannung stehender Ring mit mobiler, lateraler Verbindung (skaphotrapezoidales und hamatotriquetrales Gelenk) bezeichnet.

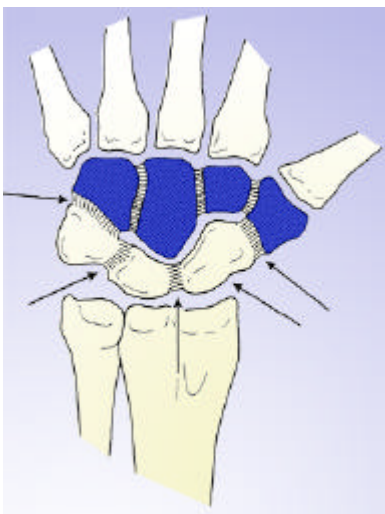


Abb. 3: Ringkonzept nach Lichtmann [14]

Die proximale Reihe wird hier als „intercalated segment“ verstanden, wodurch eine in allen Ebenen vorhandene Beweglichkeit bei größtmöglicher Stabilität gewährleistet ist. Die proximale Reihe tritt bei Radialduktion in Flexionsstellung, es folgt eine Kompression des STT-Gelenks mit nachfolgender Flexionsstellung des Os scaphoideums, dem bei intaktem Bandapparat die proximale Handwurzelreihe folgt. Bei Ulnarduktion folgt die proximale Handwurzelreihe der Bewegung

des Os triquetrum in eine Extensionsstellung [46].

Bei Unterbrechung des Rings nehmen die Handwurzelknochen die durch ihre ligamentäre Führung und anatomische Form vorgegebene Position ein.

1.3 Krankheitsbilder des Handgelenks

Beschwerden des Handgelenks können auf verschiedenen Krankheitsursachen beruhen. Erkrankungen des Handgelenks selbst können durch aseptische Knochennekrosen, Tumoren, Malformationen, septische Arthritiden, Neuroarthropathien, Kristallopathien, Erkrankungen des Rheumatischen Formenkreises, traumatische und degenerative Erkrankungen hervorgerufen werden. Meist handelt sich es dabei um Allgemeinerkrankungen, die sich an verschiedenen Lokalisationen des Körpers manifestieren können.

Die Angabe von Beschwerden im Bereich des Handgelenks kann bei klinischer Untersuchung auch Krankheitsursachen zutage fördern, die nicht auf die Gelenke zurückzuführen sind. Zu diesen zählen unter anderem Insertions-tendopathien, Glomustumoren, Neuralgien und Tendovaginitiden [87].

Im folgenden Abschnitt sollen die Krankheitsbilder des Patientenguts dargestellt werden.

1.3.1 Nervenkompressionssyndrome

1.3.1.1 Karpaltunnelsyndrom

Die distale Kompression des N. medianus im Karpaltunnel führt zum Karpaltunnelsyndrom.

Die Ätiologie ist zu 90% idiopathisch [10], es können jedoch vielfältige Ursachen zugrunde liegen. Die Patienten klagen häufig über ein nächtliches Erwachen mit Schwellungsgefühl und Parästhesien der gesamten Hand. Schwächegefühl, schwitzende Hände, zunehmender Verlust der Schutzsensibilität in den medianusversorgten Fingern sowie Thenaratrophie sind typisch. Bei der Untersuchung findet man ein positives Hoffmann-Tinel-Zeichen (nach *Phalen (1966)* in 70% der Fälle positiv [58]) sowie positiven Palmar- und Dorsalflexionstest [66]. Differenzialdiagnostisch sind eine Kompression, Verletzung oder auch systemische Schädigung des proximal des Karpalkannels gelegenen N. medianus bzw. zervikale Schädigung des Rückenmarks oder Plexus brachialis zu bedenken. Ebenfalls möglich sind ein Gichtanfall oder das Raynaud-Phänomen.

Diagnostischer Goldstandard ist die elektrographische Darstellung, röntgenologisch sollen knöcherne Ursachen ausgeschlossen werden. Bei Tumorverdacht ist eventuell eine Magnetresonanztomographie indiziert.

1.3.2 Erkrankungen der Sehnen und Sehnenscheiden, Insertionstendinosen

1.3.2.1 Paratenonitis crepitans / Tendovaginitis (Sehnenscheidenentzündung)

Das Krankheitsbild ist charakterisiert durch einen akuten Schmerz der Strecksehnen am distalen Unterarm, ausgelöst entweder durch eine Überlastung des Muskel-Sehnen-Übergangs, der proximal und ausserhalb der Sehnenscheiden liegt (Parathenonitis) oder des Sehnenscheidenbereiches (Tendovaginitis) selbst.

Repetitive Beanspruchung der Fingerstrecker führt zu Überforderung des Übergangs von großflächigem Muskelquerschnitt zu hochgespannter dünner Sehne. Die Folge ist eine ödematöse Verquellung des paratendinösen Bindegewebes. In den betroffenen Sehnenscheiden erfolgt ein funktionelles Engpassyndrom (Tendovaginitis crepitans) durch seröse Exsudation. Sowohl aktive als auch passive Bewegung ist schmerzhaft. Druckschmerz besteht über dem Sehnenverlauf besonders im distalen Unterarmbereich bis in Höhe des Handgelenks. Eine maximale Überdehnung durch Flexion des Handgelenks bei Faustschluss führt zur Schmerzverstärkung. Bei der klassischen Paratenonitis crepitans ist ein „Schneeballknirschen“ zu fühlen. Sehnenfunktionstests ermöglichen eine Abgrenzung von Kahnbeinpseudartrosen, Lunatumnekrosen sowie karpalen Instabilitäten.

1.3.2.2 Repetitive strain injuries (RSI)

Seit den 80er Jahren wurden arbeitsbedingte Schmerzen der Arme und Unterarme unter dem Begriff Repetitive strain injuries (RSI) zusammengefasst. Aufgrund der uneinheitlichen Ätiologie konnten die Anforderungen einer nosologischen Einheit nicht erfüllt werden.

Ständige (arbeitsplatzbedingte) Wiederholungen von Fingerbewegungen mit hoher Frequenz werden als ursächlich diskutiert. Anerkannte Grenzwerte für die mechanische Belastung, die Wiederholungsraten und Arbeitsgeschwindigkeit, die die Muskeln und Sehnen schädigen können fehlen jedoch. Die meisten verantwortlich gemachten Tätigkeiten erfordern weder exzentrische Muskelaktivität noch hohe Kräfte. Spezifische histomorphologische Veränderungen, ebenso wie Hinweise auf Tendinitis oder Tendovaginitis fehlen.

Im Vordergrund pathogenetischer Überlegungen steht eine iatrogene Fehlleitung, ausgehend von den Ursachenangaben der Patienten, so dass Gemeinsamkeiten mit den Erkrankungen somatoformer Störungen denkbar sind. Es sind insbesondere jüngere Angestellte der unteren Einkommensklassen in Tätigkeitsfeldern geringer Anerkennung betroffen. Eine Anerkennung als Berufskrankheit Nr. 2101 der Berufskrankheitenverordnung ist nicht möglich. Führendes Symptom ist der Schmerz im Bereich der Unterarme, jedoch ohne einheitlich objektivierbare Befunde. Differentialdiagnostisch sind die bekannten Tendinosen und Engpass-Erkrankungen der oberen Extremität zu bedenken [87].

1.3.2.3 Tendovaginitis stenisans (de Quervain)

Unter der Tendovaginitis stenisans de Quervain versteht man ein chronisches Engpassyndrom struktureller Natur der Extensorensehnen. Prädilektionsort ist das 1. Sehnenscheidenfach unter dem Proc. Styloideus radii, in dem die Sehnen des M. abductor pollicis longus und extensor pollicis brevis verlaufen. Anatomische Varianten mit bis zu fünf Sehnen in diesem Bereich sind möglich. Es kommt zu einer faserknorpeligen Verdickung mit Gefäßvermehrung der Sehnenscheideninnenschicht als Ausdruck chronischer Inflammation, jedoch ohne Infiltrate. Die Krankheitsentstehung wird durch degenerative Ausziehungen des Proc. Styloideus radii begünstigt. Selten können in die Sehnenscheiden hineinreichende Vernarbungen oder Tumoren der Sehnen und Muskelbäuche den Engpaß akzentuieren. Jegliche Bewegung insbesondere unter Vorspannung der betroffenen Sehnen ist schmerzhaft. Schmerzmaximum ist über dem Proc. Styloideus radii, eventuell mit Ausstrahlung nach proximal und distal. Ein positives Finkelstein-Zeichen ist auslösbar [42, 43]. Selten kann die

Daumenstreckung zum Schnappen führen [1]. Beachten sollte man, dass das Finkelstein-Zeichen auch bei distaler Kompression des R. superficialis n. radialis positiv sein kann. Ebenfalls möglich ist eine Insertionstendopathie des M. brachioradialis, eine Rhizarthrose oder eine akute Paratenonitis des M. abductor pollicis longus. Im Röntgenbild sind eventuell begünstigende Knochenvorsprünge zu erkennen.

1.3.3 Verletzungen und Verletzungsfolgen

1.3.3.1 Distale Radiusfraktur

Ursache ist meist ein Sturz auf die dorsalextendierte oder volarflexierte Hand; dementsprechend unterscheidet man Hyperextensions- (Colles-Fraktur) und Hyperflexionsfrakturen (Smith-Fraktur). Sie ist mit 25% aller Frakturen die häufigste Fraktur, vielfach in der Behandlung problematisch durch die postmenopausale osteoporotische Veränderungen der Knochenstruktur bei Frauen zwischen 50 und 70 Jahren. Bei der klinischen Untersuchung imponieren die typischen Frakturzeichen. Konventionelle Röntgenaufnahmen in 2 Ebenen sind in der Regel ausreichend. Ein CT erleichtert die Beurteilung komplizierter Brüche. Wichtig ist der Ausschluss von Begleitverletzungen wie Frakturen und Luxationen im Bereich der Handwurzel, Verletzungen des scapholunären Bandes (SL-Dissoziation), oder Discus articularis (TFCC-Läsion) oder einer Zerreißung des 6. Strecksehnenfaches.

Es gibt zahlreiche Einteilungen der distalen Radiusfraktur, die unter anderem die Wahl über eine konservative oder operative Therapie erleichtern sollen.

1.3.3.2 Distorsion

Von der oberen Extremität wird das Handgelenk am Häufigsten von Distorsionen betroffen. Die Intensität der Gewalteinwirkung bestimmt den Schweregrad der Verletzung von elastischer Dehnung (Zerrung) bis Auf-faserung der gelenkstabilisierenden Strukturen mit Kapsleinrissen. Klinisch bestehen Bewegungsschmerzen im Handgelenk, Minderung der Kraft und Schwellung. Differentialdiagnosen sind bei klinischer Untersuchung die distale Radiusfraktur, die Skaphoidfraktur, Frakturen und Abrissfrakturen des Os

triquetrum sowie Kapsel-Band-Verletzungen der intrinsischen und extrinsischen Bänder des Handgelenks [23].

1.3.3.3 TFCC-Läsion (Triangular Fibro Cartilage Complex)

Verletzungen oder Schädigungen des TFCC können den horizontal verlaufenden Teil, seine Peripherie oder Ansätze betreffen. Ursachen können traumatischer oder degenerativer Natur sein. Die Langzeitfolgen einer TFCC-Läsion können benachbarte Strukturen wie die Knorpelüberzüge des Ulnaköpfchens, des Radius oder der ulnokarpalen Knochen sowie das Lig. lunotriquetrum betreffen.

Unfallmechanismus ist häufig der Sturz auf das dorsalextendierte und radialduzierte Handgelenk. Es können hier neben degenerativen Veränderungen auch Läsionen des Discus triangularis isoliert nach Distorsionstrauma, oder als Begleitverletzung nach Frakturen des Handgelenks, der Karpalia und Bandverletzungen auftreten, welche häufiger bei Ulna plus Variante auftreten [21, 62].

Degenerative Veränderungen der Oberflächen des horizontalen TFCC sind Folge repetitiver Pro- und Supinationsbewegungen [17, 56].

Der ulnokarpalen Degeneration und lunotriquetralen Instabilität folgt nach längerem Verlauf als Endstadium die ausgeprägte Arthrose des ulnokarpalen und distalen radioulnaren Gelenks. *Palmer* veröffentlichte 1989 eine Klassifikation der unterschiedlichen Läsionen des TFCC. Hauptgruppen sind die traumatischen (Klasse 1) und die degenerativen Schäden (Klasse 2) [57]. Danach sind traumatische Läsionen seltener als degenerative. Sie werden nach Lokalisation und Pathologie eingeteilt, während degenerative Schäden eher eine chronologische Abfolge haben.

Klinisch ist ein Druckschmerz unmittelbar distal des Ulnaköpfchens auslösbar, der sich bei Ulnaduktion verstärkt. Typischerweise ist der Provokationstest des TFCC positiv [4, 84]. Differenzialdiagnostisch ist bei Druckschmerz im Bereich des ulnaren Rezessus eine chronische Synovialitis möglich.

Diagnostisch erfolgt zunächst eine Röntgenaufnahme in zwei Ebenen zur Beurteilung des Längenverhältnisses zwischen Radius und Ulna. Bei Verdacht

auf TFCC-Läsion ist eine hochauflösende Magnetresonanztomographie (MRT) notwendig.

1.3.4 Degenerative Erkrankungen

1.3.4.1 Handgelenksarthrose

Viele Patienten mit radiologisch diagnostizierbarer Arthrose der Hand sind beschwerdefrei. Kommt es jedoch zur aktivierten Arthrose macht sich diese durch Schmerzen und deutliche Beeinträchtigung der gesamten Handfunktion bemerkbar. Ursächlich für eine distale Radioulnargelenksarthrose ist häufig eine chronische Lockerung bei Diskrepanz im Längenwachstum der beiden Vorderarmknochen. Diese Diskrepanz kann durch eine Ulna plus Variante, eine Ulna minus Variante, Hypoplasie, Osteodystrophie, Tumor, Brodieabszess oder Madelung-Deformität hervorgerufen werden [87].

Arthrosen des Radiokarpalgelenks sind überwiegend posttraumatischer Natur. Sie können bei distaler Radiusfraktur, Kahnbeinpseudarthrose, perilunärer Luxationsfraktur, Verletzungen der karpalen Bänder mit daraus resultierender Fehlstellung in DISI (dorsal intercalated segment instability)-Deformität [47,65], aseptischer Nekrose des Os scaphoideum (M. Preiser) oder Os lunatum (M. Kienböck) entstehen sowie Spätfolge unspezifischer und spezifischer Entzündungen sein. Neben der Klinik zeigen Standardröntgenaufnahmen die arthrotischen Veränderungen je nach Stadium und geben Auskunft über die zugrunde liegende Pathologie. Differenzialdiagnostisch kann hier ein akzessorisches Os triangulare am Proc. styloideus ulnae gefunden werden [63]. Weiterhin sollte die Polyarthritits ausgeschlossen werden [87].

1.3.5 Therapieschemata der oben genannten Krankheitsbilder

1.3.5.1 Konservative Therapie

Die Ruhigstellung des Handgelenks mittels Handgelenksorthese steht am Beginn der Behandlung der meisten oben genannten Krankheitsbilder.

Beim Karpaltunnelsyndrom erfolgt diese bei gering ausgeprägter Symptomatik, eventuell ergänzt von einer antiinflammatorischen medikamentösen Therapie. Eine Steroidinjektion sowie Diuretika zur Ödeminderung sind weitere Möglich-

keiten [24, 28, 66]. Bei der Therapie der Paratenositis crepitans steht im Vordergrund die Vermeidung der schmerzauslösenden Aktivität. Weitere Maßnahmen sind lokale und orale Antiphlogistika, lokal Eis sowie bei ausgeprägter Schmerzhaftigkeit die Ruhigstellung in einer palmaren Schiene [87].

Bei den RSI führen ausschließlich medizinische somatische Bemühungen meist zur Symptomverschlechterung. Als somatoforme Schmerzstörung sollten physikalische Therapiemaßnahmen mit psychotherapeutischen Anleitungen zum richtigen Umgang mit Stress und zur Schmerzbewältigung kombiniert werden [87].

Nach einer bis zu 3-maligen lokalen Kortikoidinfiltration erfolgt bei der Tendovaginitis stenosans de Quervain eine anschließende Ruhigstellung auf einer palmaren Schiene für 2 bis 3 Wochen [20, 30, 43, 81, 88].

Nach distaler Radiusfraktur kann in der Nachbehandlung nach Gipsabnahme eine Bandagentherapie den Übergang zur vollen Funktionsfähigkeit erleichtern. Eine ausgeprägt schmerzhafte Distorsion des Handgelenks kann ebenfalls eine kurze Ruhigstellung erfordern[23].

Bei Verdacht auf eine isolierte TFCC-Läsion ohne Instabilität erfolgt zunächst die konservative Therapie mit Ruhigstellung und bis zu 3-maliger lokaler Injektion mit Kortikosteroid und Lokalanästhetikum im Abstand von mehreren Wochen [21].

Behandlungsziel bei Arthrose des Handgelenks ist in erster Linie die Schmerzfreiheit, danach folgt die Wiederherstellung der Funktion. In der konservativen Therapie kommen die medikamentöse Therapie, physikalische Maßnahmen und die Handgelenksbandage zum Einsatz. Bei Bedarf können intraartikuläre Kortisoninjektion sowie Krankengymnastik verordnet werden. Diese Maßnahmen helfen jedoch nur im Anfangsstadium, im fortgeschrittenen Stadium ist die Operation angezeigt.

1.3.5.2 Operative Therapie

Bei Beschwerdepersistenz beziehungsweise individuell nach diagnostischer Abklärung ist die Indikation zur Operation zu prüfen.

Operativ besteht beim fortgeschrittenen CTS zum einen die Möglichkeit der endoskopischen Durchtrennung des Retinaculum flexorum in Ein- und Zweipforten-Technik, zum anderen die offene Technik.

Bei Persistenz der Beschwerden bei Tendovaginitis stenosa de Quervain erfolgt eine operative Spaltung des 1. Strecksehnenfaches [87].

Bei Therapieresistenz einer TFCC-Läsion, frischem Trauma mit eindeutiger Klinik oder chronischem Verlauf ohne adäquates Trauma sollte eine Arthroskopie durchgeführt werden. Bei Einriss im TFCC kann je nach Art und Lokalisation eine transarthroskopische Naht oder ein Debridement erfolgen. Bei ulnokarpalem Impaktions-Syndrom und bei Beschwerdepersistenz mit Ulna plus Variante oder neutral Variante ohne Begleitveränderung muss therapeutisch eine Ulnaverkürzungsosteotomie erfolgen [41]. Bei zusätzlichen arthrotischen Veränderungen im DRUG kommen alternative Methoden nach *Sauvé und Kapanji (1936)* [61] sowie die Ulnakopf-Hemiresektions-Sehneninterpositions-Arthroplastik nach *Bowers (1985)* [9] in Frage. Bei weiterer Beschwerdepersistenz bleibt der Rückzug auf die Implantation einer Ulnakopfprothese [64]. Bei distaler Radioulnargelenksarthrose durch chronische Lockerung bei Diskrepanz im Längenwachstum der beiden Vorderarmknochen wäre als operatives Verfahren eine Resektion der distalen Ulna möglich [87]. Arthrosen des Radiokarpalgelenks können zum einen durch Denervierung nach *Wilhelm (1966)* zur Schmerzbeseitigung durch Neurotomie bestimmter Nervenäste behandelt werden [6]. Weitere Möglichkeiten sind je nach betroffener Lokalisation die Entfernung der proximalen Reihe der Ossa carpi (Proximal row carpectomy = PRC), die partielle Arthrodesse des Karpus mit Resektion des Skaphoids (Mediokarpale Teilarthrodesse = Four-corner Arthrodesis), die Arthrodesse des Radiokarpalgelenks (Radioskapholunäre Arthrodesse = Proximal row Fusion), und bei Pangenarthrosen oder als Rückzugsmöglichkeit nach fehlgeschlagenen Eingriffen die Arthrodesse des Handgelenks [87]. Durch hohe Komplikationsraten wird die Alloarthroplastik selten durchgeführt [49].

1.4 Therapiekonzepte der Studie

Ziele der Bandagentherapie sind physiologische Lagerung, -Prävention und Korrektur von Deformitäten bei Rheumatoider Arthritis, Schutz des Gewebes während des Heilungsprozesses, Verminderung von Entzündung und somit Schmerzreduktion durch Ruhigstellung oder Stabilisierung, weiterhin Verbesserung der Muskelfunktion durch leichte Extension (20-30°) des Handgelenks in der Bandage und Stabilisierung der Muskeln bei freier Beweglichkeit des Daumens und der Finger [5, 22, 48, 31, 19, 33, 34].

1.4.1 Die Lastrapâ-Handgelenksbandage

Ihr Material besteht innen wie außen aus blauem Trikotstoff. Im geöffneten Zustand ist sie vollständig aufklappbar. Volar ist eine breite anatomisch vorgeformte Verstärkungsschiene eingearbeitet.

Vier Klettbänder dienen der Fixierung der Bandage am Handgelenk. Eine konkave Aussparung des Stoffes ermöglicht die Bewegungsfreiheit des Daumens.



Abb. 4: Die Lastrapâ-Handgelenksbandage

Auf der Innenseite der Bandage sind gelbe „Kunststoffkissen“ durch Klettverschlüsse verankert. Zwei davon liegen auf Höhe des Daumenballens und des Handrückens, während ein breiteres Kissen sowohl an Extensoren und Flexoren des distalen Unterarms anliegt. In diese Kissen sind sogenannte „Thermovibe- Polster“ eingearbeitet.



Abb. 5: Die „Thermovibe-Polster“

Die Lastrap®-Bandage ist in drei Größen erhältlich (Tab. 1) und wird angepasst, indem man bei gestrecktem Handgelenk und Fingern den Umfang auf Höhe der Metacarpophalangealgelenke misst.

Grösse	cm	inches
Small	17 – 18	6 ⁷ / ₈ – 7 ¹ / ₈
Medium	18 – 20	7 ¹ / ₈ – 7 ⁶ / ₈
Large	20 – 23	7 ⁷ / ₈ – 9

Tab. 1: Größeneinteilung der Lastrap®-Bandage

1.4.1.1 Das Wirkprinzip der Lastrap®-Bandage

Biomechanische Analysen haben gezeigt, dass Beschleunigungskräfte und Vibrationen, welche auf Hand und Handgelenk einwirken, von den Handgelenksflexoren und -extensoren muskulär abgefangen werden [78, 79]. Diese Erschütterungswellen können langfristig zu Entzündung, Schmerz und Degeneration an Sehnen und Muskulatur führen. Die Beeinflussung von Vibrationen und Beschleunigungskräften mittels Dämpfungskörpern in der Akustik führte zu der Entwicklung der Coopercare Lastrap®-Bandage.

Kernstück des Therapiekonzepts sind die weichen, knetbaren und dadurch an die Körperform anpassungsfähigen „Thermovibe- Polster“ auf der Innenseite der Lastrap®-Bandage. Ihr Effekt liegt in einer Dämpfung der auf das Gelenk einwirkenden Vibrationen und Erschütterungen und somit in der Unterbrechung

des oben genannten Pathogenitätsmechanismus. Durch die in der Orthese verankerten Polster wird zusätzlich die Rückführung körpereigener Wärme günstig beeinflusst [16]. Ziel sind die Schmerzreduktion durch Entlastung, Schutz gegen erneute Verletzungen oder Wiederauftreten derselben Verletzung als auch Einleitung des Heilungsprozesses ohne Unterbrechung der aktiven Ausübung der bisherigen Tätigkeit in Sport und Beruf. Als Indikation nennt der Hersteller insbesondere die Behandlung des CTS und der „repetitive strain injuries“ (RSI).

1.4.2 Die Manu-Hit[®]-Handgelenksbandage (Art. 07031)

Im Gegensatz zur Lastrap[®]-Bandage ist diese Orthese nicht voll aufklappbar, sondern durch ein zartes Netzstück verbunden, um ein einhändiges Anlegen zu erleichtern.

Die volare Verstärkungsschiene hält das Handgelenk in Extension. Zusätzlich wird eine schmale dorsale Schiene entweder medial oder lateral in eine der beiden Taschen eingeführt. Das Verschlusssystem besteht aus vier Klettbindern, von denen ein unelastisches breites Klettband auf Höhe des distalen Radioulnargelenks durch dosierten zirkulären Zug die Stabilisierung des Handgelenks erhöht.

Zwei schmale Klettbinden am proximalen Ende der Bandage werden durch Umlenkösen geführt und ermöglichen das Fixieren der Orthese am distalen Unterarm.



Abb. 6: Die Manu-Hit[®]-Handgelenksbandage

Die Manu-Hit®-Bandage ist in fünf Größen erhältlich (Tab. 2).

Grösse	cm	inches
XS	- 15	- 6
S	15 – 17	6 – 6 ³ / ₄
M	17 – 19	6 ³ / ₄ - 7 ¹ / ₂
L	19 – 22	7 ¹ / ₂ - 8 ⁵ / ₆
XL	22 -	8 ⁵ / ₆ -

Tab. 2: Größeneinteilung der Manu-Hit®-Bandage

Hier erfolgt die optimale Anpassung durch Messung des Handgelenksumfangs auf Höhe des distalen Radioulnargelenks.

1.4.2.1 Das Wirkprinzip der Manu-Hit® Bandage

Die Materialien sollen für perfekten Temperatureausgleich und Feuchtigkeitstransport sorgen und so einen hohen Tragekomfort gewährleisten. Eine anatomisch vorgeformte volare Verstärkungsschiene kann individuell angepasst werden. Ziel ist die Stabilisierung und Ruhigstellung, um Belastungen auf die Kapsel- und Bandstrukturen zu minimieren. Zusätzliche Stabilisierung ermöglicht eine schmale dorsale Schiene, die je nach Bedarf mehr medial oder lateral in die vorhandenen Taschen eingeführt werden kann [69].

1.5 Zielsetzung

In dieser Studie werden Ergebnisse nach konservativer Behandlung mit unterschiedlichen Handgelenksorthesen bei verschiedenen Krankheitsbildern der orthopädischen Praxis prospektiv untersucht. Ferner wird erarbeitet, inwieweit eine Verbesserung der Behandlungsergebnisse durch ein neues biomechanisch begründetes Orthesendesign im Vergleich zu einem gängigen Modell zu erzielen ist. Weiterhin wird der Einfluß diverser Parameter wie Epidemiologie und Krankheitsbild auf das Behandlungsergebnis ermittelt. Hierbei steht der Erfolg der beruflichen und sozialen Rehabilitation, gemessen mittels eines subjektiven, vom Patienten auszufüllenden Fragebogens im Mittelpunkt des Interesses.

2 Material und Methodik

2.1 Erfassungsmodus

Im Zeitraum zwischen November 2001 und August 2002 wurden an der Orthopädischen Praxis Dr. med. M. Jansen (Dominikanerplatz 3 D; 97070 Würzburg) und an der Orthopädischen Klinik der Universität Würzburg, König-Ludwig-Haus (Brettreichstr.11, 97074 Würzburg) 34 fortlaufende Patienten mit verschiedenen Handgelenkserkrankungen in eine prospektive, randomisierte und kontrollierte Studie mit konservativer Behandlung sowie Verlaufsbeobachtung über drei Monaten aufgenommen.

2.2 Patientenkollektiv

33 der oben genannten 34 Patienten konnten während der gesamten Studiendauer nachverfolgt werden, eine Patientin schied auf eigenen Wunsch aus der Studie aus. Alle Patienten wurden mündlich bei Eingangsuntersuchung über Art, Zweck und Umfang der Untersuchung informiert und um ihr Einverständnis für die Nachuntersuchung im Rahmen dieser Studie gebeten.

Eine Genehmigung der Ethikkommission war für diese Studie nicht notwendig.

Die Patienten wurden randomisiert je einer Therapiegruppe der beiden Handgelenksbandagen zugelost. Insgesamt wurden 17 Patienten mit der Lastrap®-Bandage und 16 Patienten mit der Manu-Hit®-Bandage behandelt.

In beiden Gruppen wurden die Patienten dazu angehalten, die Bandagen in den darauffolgenden zwei Wochen so oft wie möglich tagsüber zu tragen, bei Bedarf auch nachts beziehungsweise über die zweiwöchige Dauer hinaus.

Weiterhin wurden die Patienten gebeten auf zusätzliche therapeutische Behandlungen zu verzichten.

Der Nachuntersuchungszeitpunkt lag vier Wochen später. Objektiv wurde die Beweglichkeitsprüfung mittels Neutral-Null-Methode und die Griffkraftmessung mittels Baseline®-Griffkraftgeräts erfasst. Die subjektive Einschätzung der Ergebnisse erfolgte mittels DASH-Fragebogens, VAS, sowie der Einschätzung des Tragekomfort, der Handlichkeit und des Therapieerfolgs.

Abschließend erfolgte eine telefonische Nachkontrolle 12 Wochen nach der Erstvorstellung (Tab. 3).

2.3 Datenerhebung

Es wurden von allen Patienten entsprechend des für diese Studie entwickelten Datenblattes folgende Fakten erfasst:

Untersuchung	Zeitpunkt [Wochen]	erhobene Daten		
		Fakten	Objektive Parameter	Subjektive Parameter
Erstvorstellung	0	Geburtsdatum des Patienten Geschlecht Beruf Vorerkrankungen des Handgelenks Unfalldatum/Schmerzursache Unfallart Aufnahmedatum Zeitraum zwischen Beginn der Schmerzen und Bandagenbehandlung Therapieformen vor Behandlungsbeginn Seite des betroffenen Handgelenks Seite der dominanten Hand Primärbefund Primäre Diagnose in Klartext Art der Bandage	Kraftmessung Bewegungsumfang Röntgenbild	DASH VAS
Nachuntersuchung	4	Zusatzmedikation	Kraftmessung Bewegungsumfang	DASH VAS Tragekomfort Handlichkeit Verbesserungsvorschlag
Telefonische Rückfrage	12			VAS Beurteilung Therapieeffektivität

Tab. 3: Zusammenfassung der erhobenen Parameter

2.4 Klinische, radiologische und sonographische Untersuchung

Eine Eingangsuntersuchung erfolgte unter Kontrolle eines Facharztes. Neben der Erfassung der oben genannten Daten (Tab. 3) im Rahmen der Anamnese wurde bei der klinischen Untersuchung der Bewegungsumfang des Handgelenks mittels Neutral-Null-Methode bei 90° Beugung des Ellenbogens in Extension/Flexion (Referenzwerte: 60-0-60°) und Ulnarabduktion / Radial-

abduktion (Referenzwerte: 30-0-40°) erfasst. Ein standardisiertes Röntgenbild in pa und lateralem Strahlengang zum Ausschluß von Frakturen, knöchernen Absprengungen und Fehlstellungen wurde jeweils angefertigt (Abb. 4). Diese Aufnahmen wurden bei Gelenkerguss beziehungsweise zur dynamischen Untersuchung der Sehnenfunktion und des Sehnenverlaufs (z.B. Karpaltunnel) und bei der Suche nach okkulten Ganglien und Weichteiltumoren durch eine sonographische Untersuchung ergänzt [87].

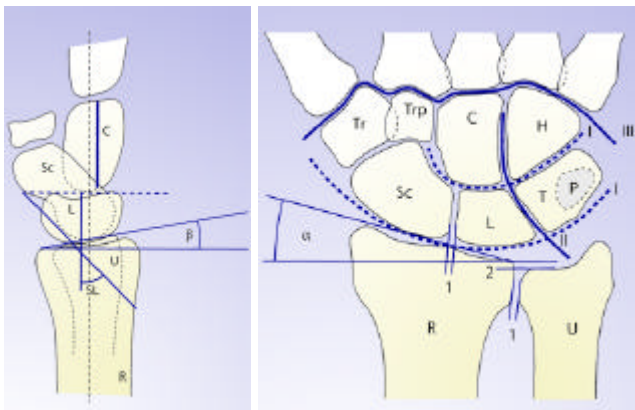


Abb. 7: Röntgenbild des Handgelenks im pa (li) und lateralen Strahlengang [87]

2.5 Der DASH-Score (Disability of Arm, Hand and Shoulder)

Der DASH ist ein von der *American Academy of Orthopedic Surgeons (AAOS)*, dem *Council of Musculoskeletal Specialty Societies (COMSS)* und dem *Institute for Work and Health, Toronto* entwickelter, international anerkannter funktioneller Score zur Beurteilung der Funktionalität der oberen Extremität als Einheit [36]. Diese Betrachtungsweise scheint unter den in der Einleitung genannten Gesichtspunkten zur Gebrauchsfähigkeit der oberen Extremität sinnvoll. Somit haben neben der Funktion der Hand auch Einschränkungen des Ellenbogens und der Schulter Einfluss auf das ermittelte Ergebnis.

Durch die aufwendige Entwicklung seiner Fragen und Integration der Symptome und des funktionellen Status in seiner Bewertung, erfasst der DASH einen weiten Bereich der Aspekte zur Beschreibung der Lebensqualität.

Der Aufbau des DASH lässt eine Vielzahl isolierter Betrachtungen zu [39,38]. Er ist nicht limitiert auf ein Krankheitsbild und ermöglicht den Vergleich verschiedener Operationsverfahren, die Erfassung der Beeinträchtigung des

funktionellen Status und der Lebensqualität verschiedener Krankheitsbilder und ihrer Verlaufsformen [36,25,29,7].

In dieser Studie wurde die deutsche Adaptation des DASH-Fragebogens von *Germann und Mitarbeiter (1999)* [25, 26, 11.1] Version 2.0 verwendet.

Der DASH besteht in dieser Version aus drei Komponenten, aus Teil A mit 23 Fragen (Items) zur Bewertung der Funktion, aus Teil B mit 7 Fragen (Items) zur Bewertung der Symptome und aus einem dritten Teil für Leistungssportler und Berufsmusiker mit 4 Fragen (Items). In dieser Arbeit wurden nur die Teile A und B ausgewertet, da keiner der Patienten Hochleistungssportler oder beruflicher Musiker war.

Die Antworten auf die 30 Fragen wurden zu einem Rohwert summiert. Der maximal mögliche Rohwert beträgt 150, der minimale Score 30 (Anzahl der Stufen = 120). Dieser Rohwert wird dann in eine Skala von 0 bis 100 transformiert, wobei Null keine Einschränkung der Gebrauchsfähigkeit (gute Funktion) und 100 einen hohen Einschränkungsgrad reflektiert.

Transformiert wurde durch die folgende Formel:

$$\frac{\text{Rohwert} - 30 \text{ (minimaler Score)}}{1,20 \text{ (möglicher Umfang)}} = \text{DASH funktioneller Score}$$

Abb. 8: DASH-Auswertungsalgorithmus

Kein Patient ließ mehr als 3 Fragen unbeantwortet, so dass kein Fragebogen wegen fehlender Fragen (Items) angepasst (entsprechend der Anleitung zum DASH) werden musste oder nicht gewertet werden konnte.

2.6 Kraftmessung mit Hilfe des Baseline[®]-Griffkraftgeräts

Zur Messung der Maximalkraft sollten die hantelförmigen Griffelemente mit größtmöglicher Kraft zusammengepresst werden. Zwei Nadeln zeigten die Höhe der Griffkraft an, eine davon blieb auf Höhe des maximalen Ausschlags stehen und wurde nach jedem Messdurchgang manuell auf Null zurückgesetzt. Zur Kraftmessung nahm der Patient eine sitzende Haltung ein, mit adduzierter Schulter und rechtwinklig gebeugtem Ellbogen, den Unterarm in neutraler

Position und das Handgelenk zwischen 0 und 30° dorsiflektiert und zwischen 0 und 15° ulnarabduziert.



Abb. 9: Das Baseline®-Griffkraftgerät [6]

Aus drei Testdurchläufen wurde aus den Messergebnissen jeweils der Durchschnittswert errechnet. Einheit war kg (Standard 3) [6].

2.7 Die Bewertung der Schmerzstärke anhand der visuellen Analogskala

Bei der Erst- und Nachuntersuchung sowie telefonisch nach 12 Wochen wurden die Patienten um die Einschätzung ihrer Ruhe- und Belastungsschmerzen gebeten. Hierzu wurde Ihnen eine visuelle Analogskala (VAS) vorgelegt, die aus einem 10cm langen Balken von 0 bis 10 mit 0 = kein Schmerz und 10 = maximaler Schmerz bestand. Die Patienten wurden aufgefordert, durch einen senkrechten Balken ihr entsprechendes Schmerzniveau anzugeben.

2.8 Fragen zur Behandlung

Bei der Nachuntersuchung wurde der Untersuchungsbogen um spezielle Fragen zur Bandagentherapie erweitert. So sollte ein detaillierter Einblick in die Behandlung aus Sicht der Patienten ermöglicht werden. Die Einstufung des

Tragekomforts erfolgte auf einer Skala von 0 = sehr unbequem bis 10 = hervorragender Komfort.

Die Handlichkeit der Bandagen sowie der Therapieerfolg wurden in Form von Schulnoten von 1 bis 6, „1“ stand dabei für „sehr gut“, „6“ für „ungenügend“ beurteilt.

Zusätzlich gab es für die Patienten die Möglichkeit eines freien Kommentars zu der Behandlung, wie Verbesserungsvorschläge, Probleme, Lob oder Kritik.

2.9 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der erhobenen Daten erfolgte mit Statistikverfahren des Statistikprogramms SPSS.

Bei Untersuchung der Wirkung einer zweikategorialen unabhängigen Variablen (zwei Teilstichproben) auf eine stetige abhängige Variable wurde der T-Test verwendet. Bei komplexeren Analysen mit unabhängigen Variablen die mehr als zweistufig waren und/oder mehr als einer stetigen abhängigen Variable wurde die MANOVA verwendet.

Zur Prüfung der Gleichverteilung von zwei Variablen, z.B. Geschlechtsverteilung auf die Orthesen, wurde der X^2 -Test verwendet.

Symbol	Irrtumswahrscheinlichkeit p^1	Niveau	Bedeutung
***	$p < 0,001$	0,1%	höchst signifikanter Unterschied
**	$p < 0,01$	1%	hoch signifikanter Unterschied
*	$p < 0,05$	5%	signifikanter Unterschied
+	$p < 0,1$	10%	tendenzieller Unterschied
n.s.	$p = 0,1$		Vergleichbarkeit der Gruppen (nonsignifikant)

Tab. 4: Definition Irrtumswahrscheinlichkeit p

¹ Aufgrund der geringen Fallzahl ist der p-Wert rein deskriptiv zu verwenden.

3 Ergebnisteil

3.1 Beschreibung des Patientenkollektivs

3.1.1 Geschlechtsverteilung

Eine Patientin wurde mit beiden Handgelenken in die Studie aufgenommen und in der folgenden Statistik jeweils sowohl mit der linken als auch der rechten Hand separat erfasst. Dadurch handelte es sich bei den 33 Patienten um 12 Männer (36%) und 21 Frauen (64%).

Wie in Abb. 12 zu sehen stellte sich die Orthesenverteilung auf die Geschlechter ausgeglichen dar, wobei Frauen etwa in einer Häufigkeit von 2:1 dominierten gegenüber Männern.

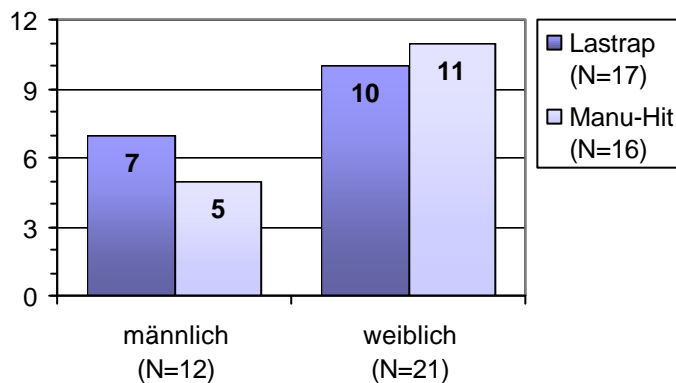


Abb. 10: Geschlechtsverteilung der Patienten auf die Bandagengruppen

3.1.2 Altersverteilung der Patienten

Das durchschnittliche Alter der Patienten bei der Erstuntersuchung betrug 45,7 Jahre (Lastrap: 46,8 J. / Manu-Hit: 44,5 J.), wobei der jüngste Patient 17 Jahre und der älteste Patient 81 Jahre alt war.

Um den Einfluss des Alters auf das Therapieergebnis beurteilen zu können, wurden die Patienten in eine Gruppe unter 40 Jahre (14 Patienten) und eine Gruppe über 40 Jahre eingeteilt (19 Patienten).

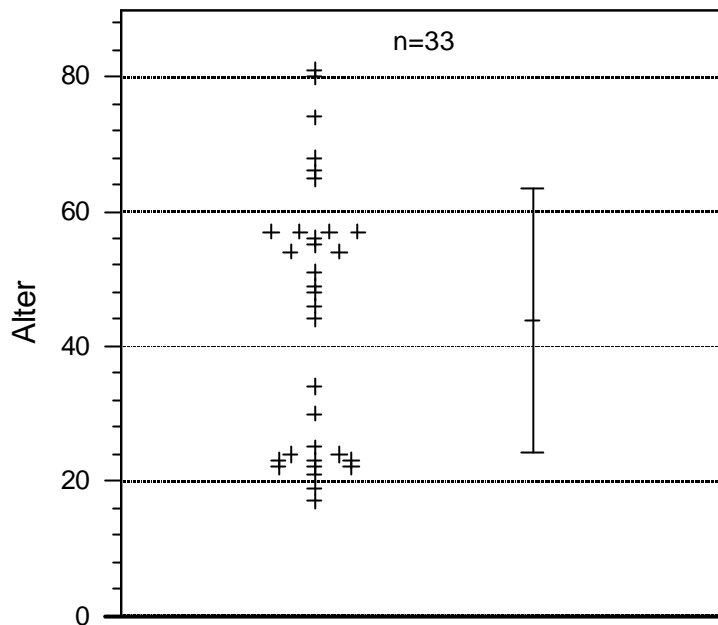


Abb. 11: Altersverteilung der Patienten links, rechts durchschnittliches Alter

3.1.3 Berufe der Patienten

Die Berufe der Patienten wurden in vier Kategorien eingeteilt:

1. Berufe mit schweren oder schwereren körperlichen Arbeiten (hierzu wurden auch Tätigkeiten mit geringem Kraftaufwand, aber monotonen, sich ständig wiederholenden Bewegungsabläufen gezählt)
2. Berufe mit leichten körperlichen oder mehr geistigen Tätigkeiten
3. Hausfrauen
4. Rentner

Zur ersten Kategorie ließen sich 11 Patienten zuordnen (Lastrap: 7 Pat. / Manu-Hit: 4 Pat.). 14 Patienten übten einen Beruf der zweiten Kategorie aus, je 7 in beiden Therapiegruppen. Von den drei Hausfrauen wurde eine mit der Lastrap-Bandage behandelt, zwei mit der Manu-Hit Bandage. Auch die sechs Rentner verteilten sich ausgeglichen auf die Orthesen (Tab. 5).

Berufskategorien	Lastrap®- Bandage	Manu-Hit®- Bandage	Gesamt
1. Kategorie	7	4	11
2. Kategorie	7	7	14
3. Kategorie	1	2	3
4. Kategorie	3	3	6
Gesamt	18	16	34

Tab. 5: Berufe der Patienten verteilt auf die Bandagen

3.1.4 Beschwerdedauer bis zur Erstuntersuchung

Die Patienten sollten den Zeitraum von Beginn der Beschwerden bis zur Erstuntersuchung angeben.

25 der 33 Patienten hatten eine Beschwerdedauer unter einem halben Jahr (ca. 76% der Pat.), der Rest gab Zeiträume zwischen einem halben und bis zu 8 Jahren an. Der Median der Beschwerdedauer lag bei 7 Wochen (1 Tag bis 8,7 Jahre) (Abb. 12).

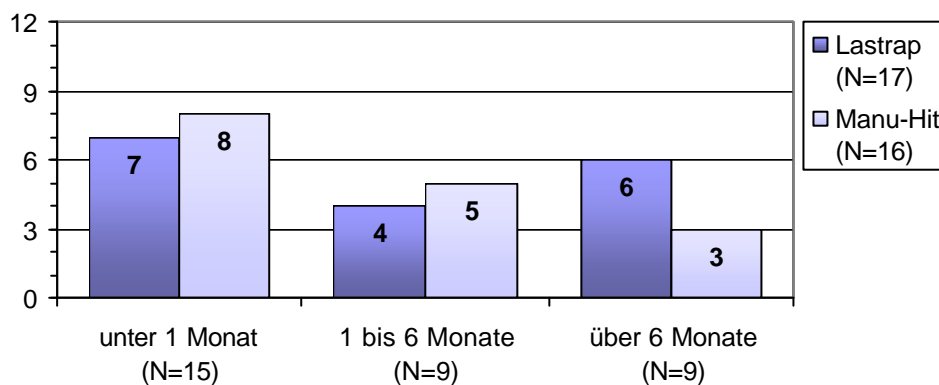


Abb. 12: Beschwerdedauer bis zur Erstuntersuchung

3.1.5 Vorbehandlung

Die Mehrzahl der Patienten (21 Pat. ≈ 62%) hatte keine Vorbehandlung. Die Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Vorbehandlungen auf die Orthesen-Gruppen wird in Tab. 6 deutlich.

	Lastrap®	Patienten Manu-Hit®	Gesamt
Gips	1	3	4
Voltaren-Salbenverband	3	1	4
Tape-Verband	1	0	1
NSAR	0	2	2
Handgelenksorthese	0	1	1
Gesamt	5	7	12

Tab. 6: Vorbehandlung der Patienten

3.1.6 Seitenverteilung der betroffenen Handgelenke

30 Patienten waren Rechtshänder (Lastrap: 17 Pat./ Manu-Hit: 13 Pat.),

4 Patienten Linkshänder (Lastrap: 1 Pat./ Manu-Hit: 3 Pat.).

20 Patienten waren an der dominanten Hand erkrankt, 14 Patienten an der nicht-dominanten Hand. Die Verteilung auf die Orthesen ist aus Abb. 13 ersichtlich.

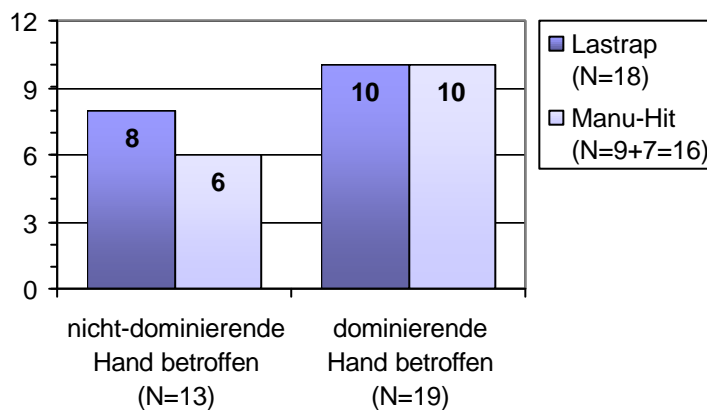


Abb. 13: Seitenverteilung des betroffenen Handgelenks

3.1.7 Einteilung der Krankheitsbilder in Kategorien

Im Untersuchungszeitraum wurden Patienten mit insgesamt sieben verschiedenen Diagnosen in die Studie aufgenommen. Sie wurden ihrer Pathogenese entsprechend in vier Kategorien eingeteilt (Tab. 7).

Gruppe	Ursache	Diagnose	Orthese		Häufigkeit
			L	M	
1	traumatisch	Distorsion	2	3	5
		Z. n. Fraktur des distalen Radius	1	3	4
		TFCC-Läsion	1	0	1
2	entzündlich	Tendovaginitis	7	7	14
		Tendovaginitis stenosans	2	0	2
		Quervain			
3	neurogen	Karpaltunnelsyndrom	2	1	3
4	degenerativ	Arthrose	2	2	4

Tab. 7: Verteilung der Diagnosen auf die Orthesen

49% der Patienten – und damit annähernd die Hälfte – hatten eine entzündliche Erkrankung. Die zweitgrößte Gruppe mit 30% der Patienten stellte die Gruppe mit Verletzungen des Handgelenks dar. Die beiden anderen Gruppen wurden mit kleineren Fallzahlen repräsentiert. 12% der Patienten litten unter einer aktivierten Arthrose und 9% an einem Karpaltunnelsyndrom.

3.1.8 Verteilung der erhobenen Parameter auf die Orthesengruppen

Die Ergebnisse der Patienten zum Zeitpunkt der Erstuntersuchung wurden im Hinblick auf den Therapieverlauf für beide Orthesengruppen auf entscheidende Unterschiede geprüft.

Die beiden Gruppen unterschieden sich jedoch nicht bezüglich der erhobenen Parameter DASH-Score, Schmerzstärke, Griffkraft und Bewegungsumfang (Tab. 8).

Parameter	Lastrap®	Manu-Hit®	p (2-seitig)
DASH-Score	42,4	43,8	0,685
Teil A	41,4	44,7	0,603
Teil B	39,5	37,9	0,794
Belastungsschmerz	6,2 VAS	5,4 VAS	0,329
Ruhschmerz	1,2 VAS	1,3 VAS	0,879
Griffkraft	25,1 kg	23,1 kg	0,651
Ex/Flex	119,1°	107,6°	0,295
Abd/Add	53,1°	54,3°	0,839

Tab. 8: Erhobene Parameter bei Erstuntersuchung

3.2 Behandlungsergebnisse

Die Ergebnisse der Behandlung der einzelnen Orthesengruppen, sowie der Einfluss verschiedener Parameter auf das Therapieergebnis werden anhand der Zielvariablen DASH, Griffkraft, Bewegungsumfang und VAS dargestellt und von der subjektive Einschätzung der Therapie aus Sicht der Patienten komplettiert.

3.2.1 Ergebnisse des DASH-Score

Der DASH-Funktionsscore kann Werte zwischen 0 und 100 annehmen, wobei ein hoher Score ein hohes Maß an Einschränkung bedeutet, während ein niedriger Score wenig Einschränkung und somit ein hohes Maß an Funktionalität bedeutet.

3.2.1.1 Ergebnisse der Orthesen

Die Gruppe der Lastrap®-Orthese erreichte eine hoch signifikante Verbesserung des DASH-Gesamtscores um 18,2 Punkte auf durchschnittlich 22,8 bei der Nachuntersuchung ($p = 0,005$). Diese Verbesserung war im Teil A hoch signifikant ($p = 0,006$), im Teil B signifikant ($p = 0,018$). Demgegenüber kam es bei der Manu-Hit-Orthese zu einer signifikanten Verbesserung um 12,7 Punkte, bei jedoch höherem Endscore von 30,4 ($p = 0,029$). Die Verbesserung war im Teil A tendenziell ($p = 0,050$), im Teil B signifikant ($p = 0,043$). Statistisch unterschieden sich die beiden Orthesengruppen weder im DASH-Score ($p = 0,399$) noch in den Teilen A ($p = 0,515$) und B ($p = 0,208$) (Tab. 9).

abhängige Variable 1 = Zeitpunkt der Erstuntersuchung 2 = Zeitpunkt der Nachuntersuchung		Mittelwert	Standardabw eichung	Differenz	p (2-seitig)
Dash	1	42,0	14,7	-15,5	0,000
	2	26,5	18,4		
Teil A	1	43,0	17,5	-16,2	0,001
	2	26,8	19,7		
Teil B	1	38,7	16,7	-13,3	0,002
	2	25,4	16,7		
Ruheschmerz	1	1,3	2,0	-0,5	0,334
	2	0,8	1,7		
Belastungsschmerz	1	5,8	2,4	-2,1	0,001
	2	3,7	2,5		
Griffkraft	1	24,4	12,4	+4,7	0,127
	2	28,9	12,6		
Extension/Flexion	1	113,5	31,1	+15,1	0,023
	2	128,6	20,3		
Abduktion/Adduktion	1	53,6	16,5	+4,1	0,287
	2	57,7	14,4		

Tab. 9: Ergebnisse des Gesamtkollektivs bei der Nachuntersuchung

3.2.1.2 Itemauswertung

Eine genauere Betrachtung der Items des DASH zeigte jedoch bei einigen Fragen deutliche Unterschiede zwischen den Orthesen. So wurden die Fragen 23, 24, 25 und 30 nach vier Wochen von den Patienten mit der Lastrap®-Bandage besser bewertet als von den Patienten mit der Manu-Hit®-Bandage. Die Frage 28 wurde wiederum von den Patienten mit Manu-Hit®-Bandage deutlich besser eingeschätzt (Abb. 14).

Frage 23 (Waren Sie in der vergangenen Woche durch Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme in Ihrer Arbeit oder anderen täglichen Aktivitäten eingeschränkt)

Patienten, die mit der Lastrap®-Orthese behandelt worden waren, schätzten ihre Beeinträchtigung bei der Nachuntersuchung mit durchschnittlich 1,4 Verbesserung signifikant ($p = 0,017$) geringer ein als Patienten der Manu-Hit®-Gruppe mit durchschnittlich 0,4.

Frage 24: (Schmerzen in Schulter, Arm, Hand)

Mit einer durchschnittlichen Verbesserung von 1,3 hatten die mit der Lastrap®-Orthese behandelten Patienten signifikant ($p = 0,047$) geringere Schmerzen (Manu-Hit: 0,5).

Frage 25 (**Schmerzen in Schulter, Arm, Hand nachdem Sie eine bestimmte Tätigkeit ausgeführt haben**) gingen in der Lastrap®-Gruppe tendenziell ($p = 0,094$) besser zurück (Lastrap: 1,2 / Manu-Hit: 0,3).

Frage 28 (**Steifheit in Schulter, Arm, Hand**)

Patienten der Manu-Hit®-Gruppe hatten tendenziell ($p = 0,068$) weniger Steifheitsgefühl als die Patienten der Lastrap®-Gruppe (Lastrap: 0,2 / Manu-Hit: 0,9).

Frage 30 (**Durch meine Probleme in Schulter, Arm oder Hand fühle ich mich weniger fähig, mein Selbstvertrauen ist eingeschränkt und ich bin weniger nützlich**) fühlten sich Patienten nach Behandlung der Lastrap®-Bandage tendenziell ($p = 0,093$) besser als nach Behandlung mit der Manu-Hit®-Bandage (Lastrap: 0,4 / Manu-Hit: 0,2).

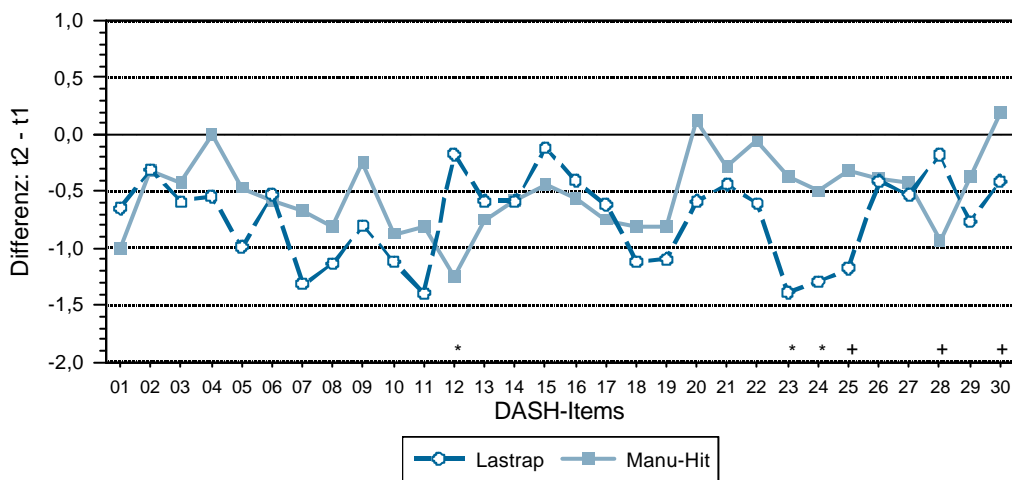


Abb. 14: Itemauswertung der Orthesen

3.2.1.3 Ergebnisse der Kategorienauswertung

Statistisch wurden aufgrund der geringen Fallzahlen nur die Gruppe der traumatischen und der entzündlichen Erkrankungen des Handgelenks ausgewertet. Die Gruppe der neurogenen und degenerativen Erkrankungen werden deskriptiv beschrieben.

Patienten mit entzündlichen Handgelenkerkrankungen hatten bei Behandlung mit der Lastrap®-Bandage eine Verbesserung des DASH-Score um 25,7

gegenüber 7,8 bei Behandlung mit der Manu®-Hit-Bandage. Umgekehrt verbesserte sich der DASH-Score der Patienten mit traumatischen Handgelenkserkrankungen bei Behandlung mit der Manu-Hit®-Bandage um 22,1 gegenüber 13,4 mit der Lastrap®-Bandage (Abb. 15).

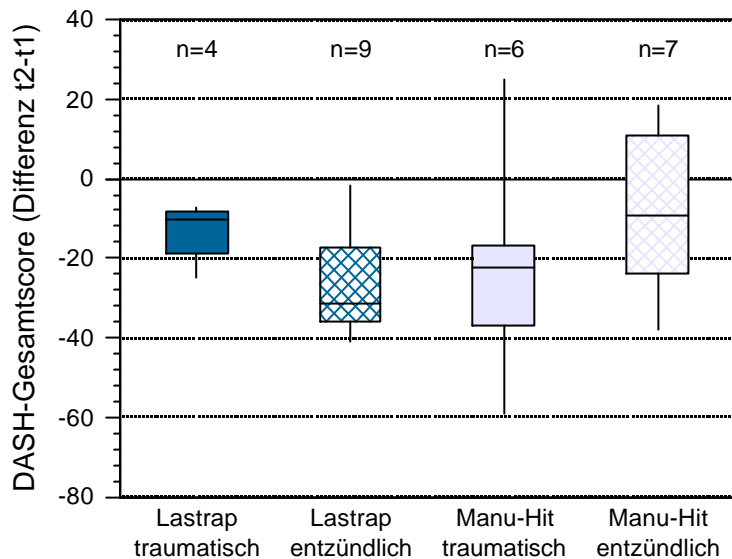


Abb. 15: Differenz des DASH-Score

Diese Unterschiede waren vor allem im Teil A des DASH-Fragebogens tendenziell signifikant ($p = 0,086$).

Bei Patienten mit Arthrose des Handgelenks verbesserte sich der DASH-Score um 10 im Durchschnitt, wobei die größte Verbesserung im Teil B (um 24,11) stattfand. Mit 0,4 blieb der DASH-Score bei Patienten mit Karpaltunnelsyndrom etwa gleich und hatte die geringste Veränderung.

3.2.1.4 Einflüsse der Drittvariablen auf den DASH-Score

3.2.1.4.1 Beschwerdedauer

Eine im Vorfeld längere Beschwerdedauer korrelierte mit einer schlechteren Bewertung des Teil A des DASH-Fragebogens ($p = 0,068$) (Abb. 16).

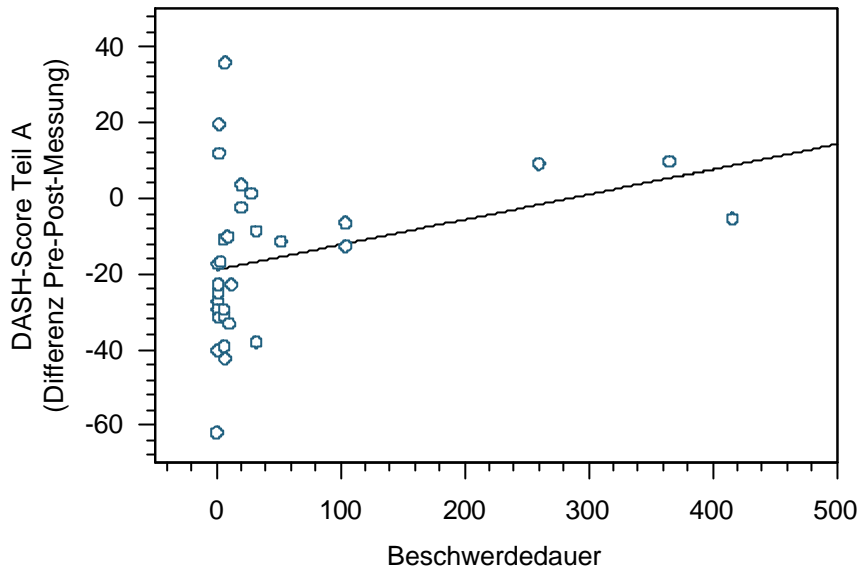


Abb. 16: Korrelation zwischen Beschwerdedauer und Teil A des DASH

3.2.1.4.2 Geschlecht

Männer hatten in beiden Orthesengruppen ein tendenziell ($p = 0,050$) besseres Ergebnis des DASH-Score als Frauen, mit einer Verringerung um durchschnittlich 24,3 gegenüber durchschnittlich 11,1 Punkten. Dieser Unterschied war vor allem im Teil A signifikant ($p = 0,035$).

3.2.1.4.3 Alter

Zur Beurteilung des Alterseffekts wurden die Patienten in eine Gruppe unter 40 Jahre und eine Gruppe über 40 Jahre eingeteilt.

Bei Patienten unter 40 Jahren verbesserte sich der DASH-Scores deutlicher als bei den über 40-jährigen, insbesondere bei Behandlung mit der Lastrap®-Bandage (Lastrap: um 26,9 Punkte/ Manu-Hit: um 14,9 Punkte) (Tab. 10).

Orthese	Alter [Jahre]	Differenz t2-t1	SD	p (2-seitig)
Lastrap	<40	26,9	12,4	0,324
	> 40	10,5	10,1	
Manu-Hit	<40	14,9	27,2	
	> 40	11,4	20,9	

Tab. 10: DASH-Score Alterseffekt

3.2.2 Griffkraft

3.2.2.1 Ergebnisse der Orthesen

Die Bandagen führten beide zu einer Steigerung der Griffkraft (Lastrap: 5,3kg / Manu-Hit: 4,2kg), unterschieden sich hierbei jedoch nicht in ihrer Wirkung ($p = 0,666$).

3.2.2.2 Ergebnisse der Kategorienauswertung

Die Griffkraft bei traumatischen Handgelenkerkrankungen konnte signifikant ($p = 0,011$) im Vergleich zu entzündlichen Erkrankungen mit beiden Orthesen verbessert werden (traumatisch: 10,3 kg/ entzündlich: 2,6 kg) (Abb. 17).

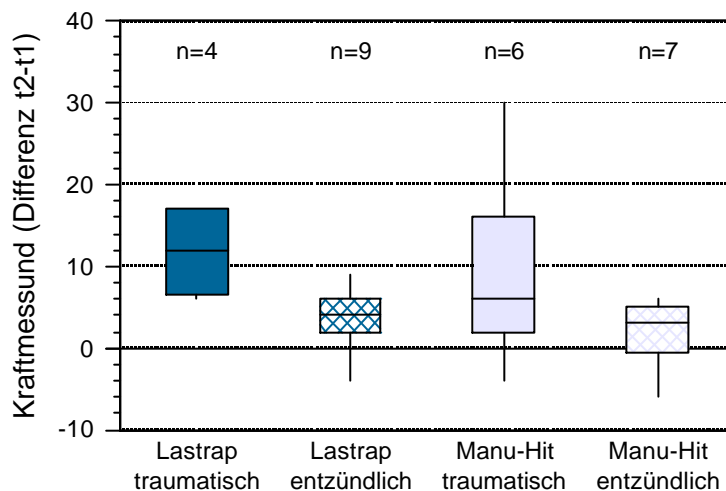


Abb. 17: Differenz Kraftmessung

3.2.2.3 Einflüsse der Drittvariablen auf die Griffkraft

3.2.2.3.1 Geschlecht

Unabhängig von der Orthese hatten Männer einen signifikant ($p = 0,037$) größeren Griffkraftzuwachs um durchschnittlich 8,4kg als Frauen mit 2,9kg.

3.2.3 Bewegungsumfang

3.2.3.1 Ergebnisse der Orthesen

Der Bewegungsumfang sowohl für Extension/Flexion ($p = 0,620$), als auch Abduktion/Adduktion ($p = 0,211$) verbesserte sich ohne signifikanten Unterschied zwischen den Bandagen-Gruppen.

3.2.3.2 Beschwerdedauer bis Therapiebeginn

Je länger die Handgelenksprobleme der Patienten im Vorfeld dauerten, desto tendenziell ($p = 0,069$) schlechter war der Bewegungsumfang bei Extension/Flexion (Abb. 18).

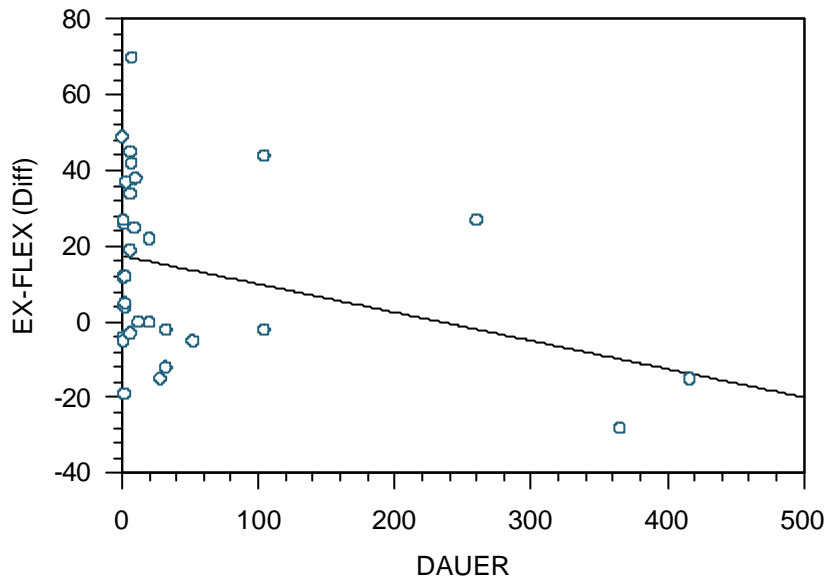


Abb. 18: Korrelation zwischen Beschwerdedauer und Bewegungsumfang

3.2.4 Subjektive Einschätzung der Orthesentherapie

Die Patienten wurden bei der Nachuntersuchung gebeten, den Therapieerfolg, den Tragekomfort und die Handlichkeit zu beurteilen. Das Schmerzempfinden sollte anhand der Visuellen Analogskala (VAS) zu allen drei Untersuchungszeitpunkten bewertet werden.

3.2.4.1 Bewertung der Schmerzstärke

Zu jedem der drei Untersuchungszeitpunkte sollten die Patienten ihre Schmerzstärke in Ruhe und bei Belastung anhand der VAS von 0 = kein Schmerz bis 10 = maximaler Schmerz einschätzen.

3.2.4.1.1 Ergebnisse der Orthesen / Schmerzverlauf

Über den gesamten Zeitraum von 12 Wochen konnte besonders der Belastungsschmerz bei beiden Orthesen hoch signifikant bei der Lastrap-Orthese von 6,2 auf 3,9 VAS und bei der Manu-Hit-Orthese von 5,4 VAS auf 2,6 VAS gesenkt werden ($p = 0,000$). Der Ruheschmerz sank tendenziell bei der

Lastrap-Orthese von 1,2 auf 0,6 VAS und bei der Manu-Hit-Orthese von 1,3 auf 0,4 VAS ($p = 0,079$).

Im Einzelnen nahm der Belastungsschmerz innerhalb der ersten vier Wochen hoch signifikant von 5,8 VAS auf 3,7 VAS ab ($p = 0,001$).

Zwischen der 4. und der 12. Woche verbesserten sich sowohl Ruhe- ($p = 0,418$) als auch Belastungsschmerz ($p = 0,519$) nicht mehr signifikant (Abb. 19).

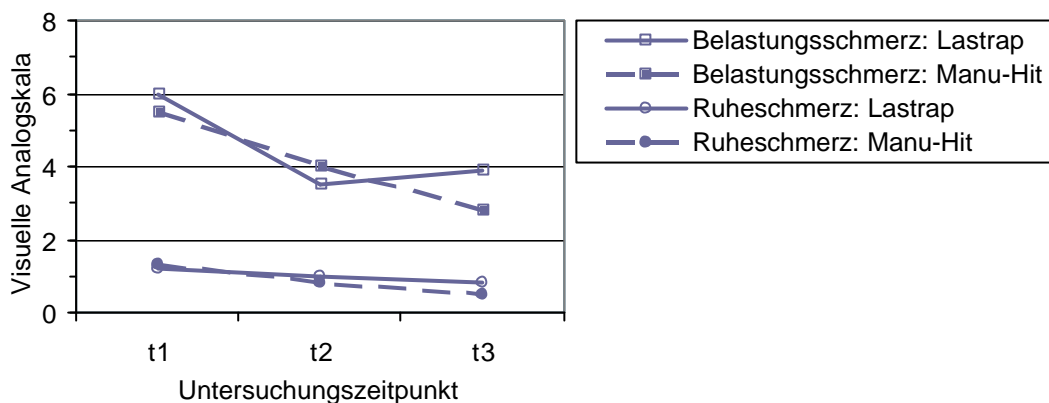


Abb. 19: Schmerzverlauf

3.2.4.1.2 Ergebnisse der Kategorienauswertung

Die Therapie mit der Lastrap®-Bandage führte zu signifikant ($p = 0,029$) geringeren Belastungsschmerzen bei entzündlichen Handgelenkserkrankungen als die Therapie mit der Manu-Hit®-Bandage (Lastrap: um 4,5 VAS/ Manu-Hit: um 1,0 VAS) (Abb. 20).

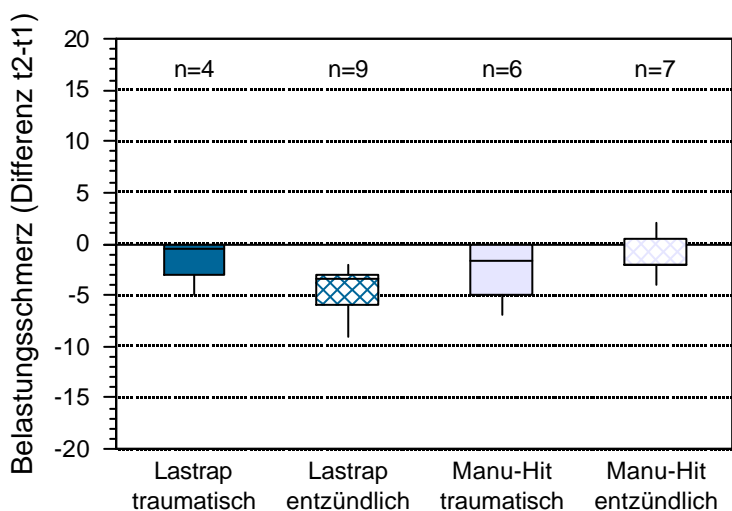


Abb. 20: Differenz VAS Belastungsschmerz

Bei niedrigem Ausgangswert änderte der Ruheschmerz sich nur minimal ($p = 0,837$).

3.2.4.2 Einflüsse der Drittvariablen auf den Schmerz

3.2.4.2.1 Geschlecht

Bei männlichen Patienten ging der Belastungsschmerz tendenziell ($p = 0,078$) (von 5,6 auf 1,9 VAS) besser zurück als bei weiblichen Patienten (von 5,9 auf 4,1 VAS).

3.2.4.2.2 Alter

Er reduzierte sich bei den unter 40-jährigen von 6,8 auf 2,6 VAS und damit tendenziell ($p = 0,051$) besser als bei den über 40-jährigen (von 5,1 auf 4,5 VAS).

3.2.4.3 Therapieeffektivität

Die Patienten wurden gebeten die Effektivität der Therapie anhand von Noten von „1“ bis „6“ einzustufen. Der Effektivität wurde anschließend zur Verdeutlichung der Ergebnisse ein Wert von „0%“ bis „100%“ zugeordnet.

Sie beurteilten den Behandlungserfolg der Manu-Hit®-Bandage mit 75,7% als leicht besser als mit der Lastrap®-Bandage mit 72,4%, jedoch nicht statistisch signifikant ($p = 0,704$).

3.2.4.4 Handlichkeit

Wie die Therapieeffektivität sollte die Handlichkeit in Noten eingestuft werden, welche dann in „0%“ bis „100%“ umgerechnet wurden.

Das An- und Ablegen der Orthesen wurde bei der Manu-Hit®-Orthese als geringfügig leichter bewertet (88%) als bei der Lastrap®-Orthese (82%) ($p = 0,205$).

3.2.4.4.1 Einfluß von Drittvariablen auf die Handlichkeit

Über 40-jährige schätzten sowohl die Lastrap®-Orthese (84%) als auch die Manu-Hit®-Orthese (93%) signifikant ($p = 0,043$) handlicher ein als unter 40-jährige (Lastrap: 80%/ Manu-Hit: 80%).

3.2.4.5 Tragekomfort

Dem Tragekomfort sollte ein Wert zwischen „0“ und „10“ zugeordnet werden, welcher dann in „0%“ bis „100%“ transformiert wurde.

Mit 77% wurde der Tragekomfort bei beiden Orthesen gleich beurteilt.

3.2.4.6 Anmerkung der Patienten zu ihren Behandlungsformen

Nach Abschluss der Behandlung wurde den Patienten während der Nachuntersuchung die Möglichkeit gegeben, eigene Anregungen und Bemerkungen zu der Therapie zu machen. Diese Möglichkeit war jedoch fakultativ. Folgende Kommentare wurden zur Bandagentherapie gemacht:

Positiv	Negativ
Vollständiges Öffnen ermöglicht schmerzarmes Einschlüpfen in die Bandage	Vollständiges Öffnen war vor allem für ältere Patienten beim Anlegen der Orthese eher hinderlich
Waschbarkeit	starkes Schwitzen unter dem Kunststoff
Anatomische Anpassbarkeit durch die Gelkissen	Schlechte Verankerung der Klettverschlüsse in der Bandage führte nach längerem Tragen zum Auflösen der Nähte.
Farbe schön	Farbe zu auffällig
Bandage stützte bei Belastung- gab Sicherheit	Klettverschluss reibt auf der Haut und verursachte Scheuerstellen
Bandage wurde als bequem bewertet	Eine Patientin bekam einen allergischen Ausschlag der Haut auf Höhe der Polster Bandage konnte bei nasser Hausarbeit nicht getragen werden (Geschirrspülen, feuchtes Wischen)
	Drückt prominente Knochenstellen
	Verrutschen der Bandage
	Scheuern der Bandage zwischen Daumen und Zeigefinger durch Klettverschluss

Tab. 11: Bemerkungen zur Lastrapã-Bandage

Positiv	Negativ
Für ältere Patienten war das Anlegen durch die Möglichkeit des Einschlüpfens in die Bandage erleichtert	Bandage konnte bei feuchter Hausarbeit nicht getragen werden
Angenehmes Material	
Waschbarkeit	
Unauffällige Farbe	

Tab. 12: Bemerkungen zur Manu-Hitã-Bandage

3.2.4.7 Drittvariablen ohne Einfluß auf die Zielvariablen

3.2.4.7.1 Vorbehandlung

Elf Patienten wurden vorbehandelt. Die Vorbehandlung hatte keinen Einfluss auf das Therapieresultat beider Bandagengruppen (Tab. 13).

abhängige Variable 1 = keine Vorbehandlung 2 = Vorbehandlung		Lastrap® MW Differenz t2-t1	Manu-Hit® MW Differenz t2-t1	p (2-seitig)
DASH-Score	1	-19,01	-18,20	0,543
	2	-15,64	-5,83	
Teil A	1	-19,20	-18,98	0,558
	2	-16,60	-6,37	
Teil B	1	-18,41	-15,63	0,673
	2	-12,50	-4,08	
Griffkraft	1	5,46	6,0	0,730
	2	4,75	3,29	
Extension/Flexion	1	16,15	17,0	0,331
	2	2,0	23,29	
Abduktion/Adduktion	1	5,31	3,75	0,262
	2	12,0	-1,29	
Ruheschmerz	1	-0,15	-0,63	0,853
	2	-0,75	-0,86	
Belastungsschmerz	1	-2,42	-1,56	0,470
	2	-3,75	-1,29	

Tab. 13: Einfluss der Vorbehandlung

3.2.4.7.2 Handdominanz

Das Therapieergebnis von Patienten mit betroffener dominanter Hand gegenüber Patienten mit betroffener nicht-dominanter Hand unterschied sich nicht für DASH-Scores, Griffkraft, Bewegungsumfang und Schmerzintensität (Tab. 14).

abhängige Variable 1 = nicht dominante Hand betroffen 2 = dominante Hand betroffen	Hand	Lastrap® MW Differenz t2-t1	Manu-Hit® MW Differenz t2-t1	p (2-seitig)
DASH-Score	1	-20,61	-16,58	0,787
	2	-16,10	-8,35	
Teil A	1	-20,91	-17,50	0,792
	2	-16,53	-8,93	
Teil B	1	-19,64	-13,57	0,867
	2	-14,68	-6,43	
Griffkraft	1	5,50	4,20	0,881
	2	5,11	3,00	
Extension/Flexion	1	12,38	31,40	0,148
	2	13,22	5,30	
Abduktion/Adduktion	1	5,13	1,00	0,678
	2	8,44	0,20	
Ruheschmerz	1	-1,44	-0,40	0,167
	2	0,72	-0,75	
Belastungsschmerz	1	-1,81	-1,60	0,373
	2	-3,56	-1,50	

Tab. 14: Einfluss der Handdominanz

4 Diskussion

Die Verordnung von Handgelenksorthesen ist eine gängige Form der Behandlung von Handgelenkserkrankungen, dennoch existieren in der Literatur hierzu nur wenige klinische Daten. Diese konzentrieren sich deutlich auf den Bereich der Hilfsmittelversorgung bei Rheumatoider Arthritis, zur kurzzeitigen Anwendung bestehen jedoch kaum Daten.

Aufgrund steigender Fallzahlen von Krankmeldungen durch „repeated Trauma“ und dadurch bedingten Ausfall der Arbeitskraft in den USA und Europa [11, 15, 35, 59, 75] wurde in dieser Studie ein neues biomechanisch begründetes Prinzip der Orthesentherapie mit kurzer Anwendungsdauer im Vergleich zu einer in der Praxis gängigen Orthese verglichen.

Die Zusammenfassung der Ergebnisse aus den Literaturquellen ist problematisch, da uneinheitliche Bewertungsschemata der verschiedenen Autoren die Vergleichbarkeit unserer Ergebnisse mit denen in der Literatur erschwert. Die einzelnen Veröffentlichungen enthalten nur zu einem Teil der untersuchten Kriterien Angaben, ebenso gibt es keine Angaben für ein vergleichbares Patientenkollektiv zum subjektiven Fragebogen (DASH). Daher ist der Vergleich des Scores mit standardisierten Referenzgruppen anderer Studien nicht möglich. Durch die teilweise geringen Fallzahlen der einzelnen Krankheitsbilder unserer Patienten ist diese Studie als explorativ zu betrachten.

In der vorliegenden prospektiven Studie wurden 33 konsekutive Patienten konservativ mit zwei unterschiedlichen Handgelenksbandagen behandelt. Eine Gruppe, bestehend aus 17 Patienten, erhielt die Lastrap®-Handgelenksbandage der Firma Coopercare, während die andere Gruppe, bestehend aus 16 Patienten, die Manu-Hit®-Handgelenksbandage der Firma Sporalstic erhielt. Es wurden 5 Patienten mit Distorsion, 4 Patienten mit Zustand nach distaler Radiusfraktur, eine Patientin mit Zustand nach traumatischer TFCC-Läsion, 14 Patienten mit Tendovaginitis, 2 Patienten mit Tendovaginitis stenosans de Quervain, 3 Patienten mit Karpaltunnelsyndrom und 4 Patienten mit aktivierter Arthrose in die Studie aufgenommen. Um neben den klassischen bio-

mechanischen Messgrößen und Zielkriterien noch andere Bereiche zu erfassen, um die Effekte von Behandlungen auf die Patienten zu beschreiben [12, 85, 53, 36] wurde in dieser Studie der DASH-Score (*Disabilities of the Arm, Hand and Shoulder*) verwendet.

Dieser von der *American Association of Orthopedic surgeons (AAOS)* entwickelte Fragebogen erfaßt durch die aufwendige Entwicklung seiner Fragen und Integration der Symptome und des funktionellen Status in seiner Bewertung einen weiten Bereich der Aspekte zur Beschreibung der Lebensqualität.

Der DASH ist international validiert und für die Fragestellung anerkannt [2, 3, 26, 67]. Er ist nicht auf ein Krankheitsbild limitiert und ermöglicht durch seinen Aufbau eine Vielzahl isolierter Betrachtung [39, 38] ebenso den Vergleich verschiedener Operationsverfahren sowie von Verlaufsformen [36, 25, 29, 7].

Zur statistischen Auswertung wurden die Patienten in vier Kategorien eingeteilt. Aufgrund der Fallzahlen erfolgte die statistische Auswertung nur für die Kategorien „entzündliche“ und „traumatische“ Erkrankungen, die Gruppe der degenerativen und neurogenen Krankheitsbilder wurden deskriptiv beschrieben. Insgesamt lag eine Geschlechtsverteilung von etwa 2:1 zugunsten der weiblichen Patienten vor. In den Bandagengruppen stellte sich die Geschlechtsverteilung ausgeglichen dar, so dass in jeder Gruppe etwa doppelt so viele Frauen wie Männer waren. Die Altersverteilung war ebenfalls ausgeglichen mit einem durchschnittlichen Alter von 46,8 J. in der Lastrap®-Gruppe und 44,5 J. in der Manu-Hit®-Gruppe. Die einzelnen Krankheitsbilder waren auf beide Orthesen ausgewogen verteilt. DASH-Score, Griffkraft, Schmerzen und Bewegungsumfang waren bei der Erstvorstellung vergleichbar [Kapitel 3.1.8]. In beiden Gruppen wurden die Patienten dazu angehalten, die Bandagen in den darauffolgenden zwei Wochen so oft wie möglich tagsüber zu tragen, bei Bedarf auch nachts, beziehungsweise über die zweiwöchige Dauer hinaus.

Die Nachuntersuchung erfolgte zunächst nach 4 Wochen, sowie telefonisch nach 12 Wochen.

4.1 Ergebnisse des DASH-Score

Zusammenfassend zeigten die Ergebnisse der Therapie der in unserem Patientenkollektiv vertretenen Krankheitsbilder mit beiden Orthesen über einen Zeitraum von zwei Wochen eine signifikante Besserung der Beschwerden. Der DASH konnte in der Gruppe der Lastrap®-Bandage um 18,2 Punkte auf durchschnittlich 22,8 Punkte ($p = 0,005$) gesenkt werden. Patienten mit der Manu-Hit®-Bandage verbesserten sich um durchschnittlich 12,7 Punkte auf einen Endscore von 30,4 ($p = 0,029$). So konnte anhand des DASH gezeigt werden, dass sich sowohl der funktionelle Status als auch die Lebensqualität und Symptome gleichermaßen erheblich verbesserten (Lastrap: Teil A: $p = 0,006$ / Teil B: $p = 0,018$; Manu-Hit: Teil A: $p = 0,05$ / Teil B: $p = 0,043$). Statistisch unterschieden sich die beiden Orthesen weder im DASH-Gesamtscore ($p = 0,399$) noch in den Teilen A ($p = 0,515$) und B ($p = 0,208$).

Auch andere Studien mit vergleichender Untersuchung verschiedener Orthesendesigns bestätigen diese Ergebnisse. *Stern et al. (1996)* konnten keinen Unterschied in der Herabsetzung der Fingergeschicklichkeit und Handfunktion bei Patienten mit rheumatoider Arthritis zwischen drei unterschiedlichen Orthesen-Modellen feststellen [72]. Ebenso führten die drei Modelle gleichermaßen zu einer Schmerzreduktion [73].

Bei einem vergleichbaren Patientenkollektiv mit rheumatoider Arthritis, aktiver Arthrose, Tenosynovitis, traumatischen Verletzungen und Gicht des Handgelenks untersuchte *Biddulph (1981)* den Therapieeffekt der Futuro®-Handgelenksbandage bei einer Behandlungsdauer von zehn Tagen mit dem Ergebnis einer deutlichen Schmerzreduktion des Tag- und Nachtschmerzes, Druckkraft- sowie deutlicher Griffkraftverbesserung. Je 45% der Patienten gaben eine Verbesserung in der Durchführung täglicher Aufgaben an, 45% der Patienten empfanden diese als deutlich. Unverändert blieb der Zustand bei 10% der Patienten [8].

Die Endergebnisse des DASH-Score mit 22,8 bei der Lastrap®-Gruppe und 30,4 bei der Manu-Hit®-Gruppe erscheinen jedoch im Vergleich zu Ergebnissen von *Wiemer (2000)* [85] oder *Jester (2005)* [39], die bei der Mediokarpalen

Teilarthrodese einen DASH-Score von 33,2 bzw. 29,2 und bei der Totalen Handgelenksarthrodese von 45,6 bzw. 61,7 angeben, unverhältnismäßig hoch. Eine Erklärung könnten Pathogenitätsmechanismen sein, die mit den Bandagen nicht erfasst werden, wie zum Beispiel funktionelle Halswirbelsäulenprobleme. Ebenso würde sich eine erhöhte Belastung des Ellenbogens und Schultergelenks im DASH niederschlagen. So studierten *Bulthaupt et al. (1999)* den Einfluss von Handgelenksorthesen auf die Rekrutierung motorischer Einheiten der oberen Extremität bei gesunden Probanden. Unabhängig von der Länge der Orthese kam es zu einer erhöhten Belastung der proximalen Muskulatur sowie der Unterarmflexoren [13]. Auch eine ungenügende Reduktion der Belastung der Unterarmextensoren durch die Handgelenksorthesen würde negative Auswirkungen auf das Ergebnis haben. *Stegnik Jansen et al. (1997)* untersuchten, von der Annahme ausgehend, dass Handgelenksorthesen die Aktivität der Unterarmextensoren herabsetzen, die Höhe der elektrischen Aktivität bei der Oberflächen-Elektromyographie über den Unterarmextensoren bei gesunden Probanden. Ihre Ergebnisse zeigen, dass das Tragen einer Handgelenksorthese die elektrische Aktivität und damit die Belastung der Unterarmextensoren geringer reduziert als angenommen [71].

Durch den Aufbau des DASH-Scores war es zum ersten Mal möglich genauere Aussagen zu den Orthesen durch Auswertung der einzelnen Items (Fragen) des DASH zu erhalten. Patienten, die mit der Lastrap®-Bandage behandelt wurden, bewerteten diese in den Punkten Einschränkung durch Handgelenkschmerzen in der Arbeit/ täglichen Aktivitäten ($p = 0,017$), Schmerz ($p = 0,047$), Schmerz nach Ausführen einer bestimmten Tätigkeit ($p = 0,094$) und Einschränkung des Selbstvertrauens ($p = 0,093$) deutlich besser als die andere Gruppe die Manu-Hit®-Bandage. Diese wurde jedoch signifikant besser in Punkto Rückgang der Steifheit bewertet ($p = 0,068$).

Das interessanteste Ergebnis erbrachte jedoch die Auswertung hinsichtlich des Wirkspektrums der beiden Orthesen. So erzielte die Lastrap®-Bandage bei entzündlichen Handgelenkserkrankungen deutlich bessere Ergebnisse als die

Manu-Hit®-Orthese, während die Manu-Hit®-Orthese bei traumatischen Erkrankungen, insbesondere der Distorsion bessere Ergebnisse erbrachte. Diese Unterschiede waren besonders deutlich im Bereich der Funktion (Teil A: $p = 0,086$).

Eine Erklärung hierfür könnte die mit der Lastrap®-Orthese verwirklichte Kombination aus Wärmeranwendung und Applikation von Dämpfungskörpern geben. In einer Studie von *Michlovitz et al. (2004)* wurden 40 Patienten mit Distorsion, Tendovaginitis, aktivierter Arthrose und Karpaltunnelsyndrom des Handgelenks mit einer kontinuierlichen „low-level“ Wärmeanwendung über 3 Tage behandelt. Zum Vergleich diente ein Patientenkollektiv mit oralem Placebo. Ergebnis war eine signifikante Schmerzreduktion [um 1,68 auf einer fünfstufigen verbalen Analogskala (VeAS)] und Steigerung der Griffkraft (um 19,2 kg) [50].

Stahlschmidt (2002) erzielte gute Behandlungsergebnisse bei der Anwendung der Lastrap®-Schulterbandage, welche ebenfalls das Prinzip der „Thermovibe Kissen“ realisiert. Untersucht wurde die Therapieeffektivität der Lastrap®-Schulterbandage beim subacromialen Schmerzsyndrom mit Impingement-symptomatik im Vergleich zur zentrierenden, mobilisierenden Krankengymnastik [70].

Der Vergleich verschiedener Bandagen-Modellen mit unterschiedlichen biomechanischen Eigenschaften bei Patienten mit Epicondylitis radialis zeigte signifikante Unterschiede in der Therapieeffektivität der Modelle [77, 79]. Bandagen mit Applikation von Dämpfungskörpern (Lastrap®, OFA-Care®) bewirken die größte Reduktion der Vibrations- und Beschleunigungskräfte, welche für den Pathogenitätsmechanismus der Epicondylitis verantwortlich gemacht werden [78].

Bei arthrotischem Handgelenksschmerz konnte vor allem eine Verbesserung der Symptome erzielt werden (um 10 Punkte durchschnittlich im Teil B des DASH).

Patienten mit CTS profitierten im untersuchten Zeitraum kaum von einer Therapie mit Orthesen (0,4 Punkte Verbesserung des DASH auf einen Endscore von

39). Eingeschränkt wird dieses Ergebnis durch die geringe Anzahl der untersuchten Patienten. Es steht im Widerspruch zu neueren Ergebnissen von *Werner et al. (2005)*, die Effekte einer 6-wöchigen nächtlichen Bandagentherapie in Neutralstellung des Handgelenks bei 112 Arbeitern mit klinischen Symptomen eines Karpaltunnelsyndroms im Vergleich zu einer Kontrollgruppe ohne Bandagentherapie untersuchten. Die Bandagentherapie zeigte eine signifikante Besserung der Beschwerden im Levine Carpal Tunnel Severity Index nach sechs Wochen sowie nach einem Jahr, verglichen mit der Kontrollgruppe. Die Symptome besserten sich in der Bandagengruppe unabhängig vom Grad der Medianusaffektion, während sich in der Kontrollgruppe nur bei normaler Nervenleitgeschwindigkeit eine Besserung zeigte [82]. *Michlovitz et al. (2004)* hatten bei dreitägiger „low-level“ Wärmeanwendung insbesondere bei der Therapie des CTS eine signifikante Zunahme der Griffkraft (um 10,7kg), Bewegungsumfangszunahme, Symptomreduktion (um 2,18 VeAS) und Verbesserung des funktionellen Status [Symptom Severity Scale (SSS), functional status scale (FSS)] gegenüber einer Placebogruppe [50]. Ergebnisse von *Gerritsen et al. (2003)* zeigten bei der Nachuntersuchung nach einem Jahr bei sechswöchiger nächtlicher Orthesentherapie an 83 Patienten, dass diese nur bei 31% der Patienten erfolgreich war [27].

Es könnte auch ein Zusammenhang zwischen dem Ergebnis und der Dorsalextensionsposition von ungefähr 20 bis 30° der Orthesen sowie der empfohlenen Tragzeiten bestehen. Verschiedene Studien [83, 80, 76] zeigen, dass in Neutralposition des Handgelenks der geringste Druckanstieg im Karpaltunnel herrscht, welcher für die Pathogenese des Karpaltunnelsyndroms als wichtig erachtet wird. *Walker et al. (2000)* empfehlen zusätzlich das 24-stündige Tragen der Orthesen, um eine größtmögliche Reduktion der Symptome zu erreichen. Dabei hatten Patienten nach 6-wöchiger Behandlung im Vergleich zu einer Kontrollgruppe mit nur nächtlichem Tragen der Orthesen signifikant bessere Ergebnisse in den motorischen und sensorischen Latenzen der Nervenleitgeschwindigkeit [76].

Parameter, die mit einem guten beziehungsweise schlechten Therapieergebnis korrelierten, wurden identifiziert.

Eine lange Beschwerdedauer im Vorfeld der Untersuchung korrelierte auch in dieser Studie erwartungsgemäß mit einer schlechteren Funktionalität des Handgelenks (Teil A des DASH; $p = 0,068$).

Jansen und Adams (2002) untersuchten retrospektiv 52 Patienten mit unschlüssiger klinischer Untersuchung, normalem Röntgenbild und Arthrographie nach Behandlung mit einer Handgelenksbandage, NSAR und Modifikation der Tätigkeiten. Die durchschnittliche Nachuntersuchung nach 6,1 Jahren erbrachte ein generell gutes Langzeitergebnis mit nur milden Symptomen. Der DASH korrelierte dabei mit der Dauer des Handgelenkschmerzes vor Behandlung (durchschnittlich 9 bei 1-3 Monate, 17 bei 4-12 Monate Dauer, 26 bei >12 Monate Schmerz) [37].

Interessant war ein tendenziell besseres Ergebnis von Männern gegenüber Frauen ($p = 0,050$), welches sich besonders im Bereich der Funktion wieder spiegelte (Teil A des DASH; $p = 0,035$). Auch das Alter spielte eine Rolle im Behandlungsergebnis. Jüngere Patienten unter 40 Jahre hatten im Vergleich zu älteren Patienten über 40 Jahre ein besseres Ergebnis im DASH-Score (Lastrap: um 26,9 Punkte / Manu-Hit: um 14,9 Punkte).

4.2 Griffkraft

Die Griffkraft verbesserte sich gleichermaßen mit beiden Orthesen (Lastrap: 5,3kg / Manu-Hit: 4,2 kg / $p = 0,666$). Patienten mit traumatischer Erkrankung hatten einen signifikant größeren Griffkraftzuwachs als Patienten mit entzündlicher Erkrankung unabhängig von der Orthese (traumatisch: 10,3 kg / entzündlich: 2,6 kg / $p = 0,011$). Auch das Geschlecht spielte eine Rolle: bei Männern steigerte sich die Griffkraft signifikant stärker als bei Frauen (Männer: 8,4 kg / Frauen: 2,9 kg / $p = 0,037$).

4.3 Bewegungsumfang

Der Bewegungsumfang war umso schlechter, je länger die Beschwerden schon andauerten. Die Vorbehandlung sowie die Handdominanz hatte keinen Einfluß auf das Therapieergebnis, ebenso wenig wie die verwendete Orthese.

4.4 Subjektive Einschätzung der Orthesentherapie

Nach 12 wöchiger Nachuntersuchung konnte der Belastungsschmerz hoch signifikant bei der Lastrap-Orthese von 6,2 auf 3,9 auf der VAS und bei der Manu-Hit-Orthese von 5,4 auf 2,6 reduziert werden ($p = 0,000$). Der Ruheschmerz sank bei niedrigem Ausgangswert tendenziell bei der Lastrap-Orthese von 1,2 auf 0,6 VAS und bei der Manu-Hit-Orthese von 1,3 auf 0,4 VAS ($p = 0,079$).

Die Verbesserung des Belastungsschmerzes fand vor allem in den ersten 4 Wochen nach Therapiebeginn statt ($p = 0,001$). Im Zeitraum danach veränderte er sich nicht mehr signifikant ($p = 0,519$), so dass Verbesserungen unter anderem auf die Orthesentherapie zurückgeführt werden können. Bei männlichen Patienten nahmen die Belastungsschmerzen tendenziell besser ab als bei weiblichen ($p = 0,078$). Ebenso verhielt es sich mit dem Alter: jüngere Patienten hatten einen besseren Schmerzrückgang ($p = 0,051$).

Bei der subjektiven Einschätzung des Behandlungserfolgs lag dennoch die Lastrap®-Orthese mit 72,4% gegenüber der Manu-Hit®-Orthese (75,7%) leicht zurück, wobei statistisch kein Unterschied bestand. Die Handlichkeit wurde von beiden Bandagengruppen als sehr gut eingeschätzt (Lastrap: 82% / Manu-Hit 88%). Interessanterweise schätzten über 40-jährige Patienten die Handlichkeit signifikant besser ein als unter 40-jährige (Lastrap: 84% / Manu-Hit: 93%; $p = 0,043$). Hier könnte der Umstand hineinspielen, dass ältere Patienten eher mit einer Hilfsmittelversorgung im Alltag konfrontiert sind als jüngere. Der Tragekomfort wurde von beiden Patientenkollektiven gleich bewertet (77%).

Ohne Einfluß auf das Therapieergebnis waren eine eventuell vorhandene Vorbehandlung, sowie die Handdominanz.

4.5 Anmerkungen zur Lastrap®-Bandage

- Für ältere Patienten war die Tatsache, dass die Bandage beim Anziehen vollständig geöffnet ist, beim Anlegen hinderlich. Andere Patienten bemerkten diese Eigenschaft als positiv, da das vollständige Öffnen der Orthese ein schmerzhaftes Einschlüpfen in die Bandage unnötig machte.
- Die Außenhülle der Bandage besteht aus einem relativ dicken Stoff, so dass die Patienten darunter insbesondere in den wärmeren Jahreszeiten stark schwitzten.
- Insbesondere ältere Patienten kritisierten die kräftige Farbe der Bandage.
- Die außen an der Bandage angebrachten Klettverschluss-Streifen, die dem Schließen der Bandage dienen, führten bei einigen Patienten besonders zwischen Daumen und Zeigefinger zu Scheuerstellen.
- Die Klettverschlüsse waren nur schlecht verankert in der Bandage, und nach längerem Tragen lösten sich die Nähte auf.
- Die Außenhülle führte bei einigen Patienten zu Druckstellen über prominenten Knochenstellen.
- Durch den Klettverschluss verrutschte die Bandage bei längerem Tragen.

4.6 Verbesserungsvorschläge

- Es sollte ein Klettverschlusssystem konzipiert werden, das über Umlenkösen befestigt wird, um den direkten Kontakt mit der Haut sicher zu vermeiden und eine optimale Anpassung ohne Verrutschen der Orthese zu gewährleisten. Weiterhin wäre über die Ösen ein leichteres Anziehen mit einer Hand möglich.
- Zwischen Daumen und Zeigefinger sollte ein gepolsterter Befestigungszügel verwendet werden, um im Falle eines unvollständigen Schlusses ein angenehmes Tragen zu ermöglichen.

- Die Klettverschlussriemen sollten durch mehrere Nähte gesichert in die Orthese eingearbeitet sein und die Belastung durch ständigen Zug herabgesetzt werden, z.B. durch oben beschriebene Umlenkösen.
- Die Orthese sollte in mindestens zwei Farben erhältlich sein, um dem Geschmack der Patienten zu entsprechen und damit auch die Compliance beim Tragen zu erhöhen.

5 Fazit

Die Ergebnisse dieser Studie lassen sich zu folgenden Schlussfolgerungen zusammenfassen:

1. Der DASH-Score von durchschnittlich 42,0 bei der Eingangsuntersuchung zeigte, dass Handgelenkserkrankungen zu einer für den Patienten bedeutenden Belastung im Alltag führen. Der hohe Wert von 26,5 bei der Nachuntersuchung ist zum einen durch die unterschiedlichen Krankheitsbilder bedingt, die nicht alle auf die Bandagentherapie angesprochen haben. Zum anderen liegt die Einschränkung auch an dem relativ großen Anteil von älteren Patienten mit eventuellen Komorbiditäten an Schulter- Ellenbogen und der Halswirbelsäule liegen.
2. Beide Bandagen führten gleichermaßen bei dem vorliegenden Patientenkollektiv mit unterschiedlichen Erkrankungen des Handgelenks zu einer Verbesserung der Funktionalität des Handgelenks, der Belastungsschmerzen und damit der Lebensqualität.
Als interessantestes Ergebnis stellte sich der Unterschied im Wirkspektrum der beiden Orthesen dar. Dabei dominierte die Lastrap®-Bandage bei den entzündlichen Erkrankungen. Bei den traumatischen Erkrankungen dominierte die Manu-Hit®-Orthese.
3. Unserer Studie zufolge sind entsprechend dem biomechanischen Ansatz die unter 40-jährigen männlichen Patienten mit seit kurzem bestehender Tendovaginitis die Zielgruppe, die am Besten von einer Bandagentherapie mit der Lastrap®-Bandage profitierte. Bei 40-jährigen männlichen Patienten mit Distorsion des Handgelenks ist die Manu-Hit®-Bandage zu bevorzugen. Durch die deutliche Schmerzreduktion können hier Handgelenksorthesen unter anderem den Gebrauch von NSAR verringern und damit die Arzneimittelausgaben senken.
4. Die Abnahme der Handgelenksbeschwerden könnte auch auf den Spontanverlauf der Erkrankungen zurückgeführt werden. Um die Unterschiede im Wirkspektrum der Bandagen zu erhärten, ist eine Studie mit deutlich größeren Fallzahlen sowie einheitlichem Patientenkollektiv mit nur einem Krankheitsbild, und der Beobachtung einer Kontrollgruppe zu

empfehlen. Eine vergleichende Beurteilung der Bandagen ist durch ein Cross-over Design einer Studie möglich. Es sollte eine Nachuntersuchung nach mindestens einem Jahr durchgeführt werden zur Verbesserung der Langzeitergebnisse.

6 Zusammenfassung

Handgelenkerkrankungen haben sowohl in Amerika wie auch in Europa mit steigenden Fallzahlen einen durch den Ausfall der Arbeitskraft nicht unerheblichen Einfluß auf die Volkswirtschaft. Ständige Wiederholungen in hoher Frequenz werden für die RSI ursächlich verantwortlich gemacht.

Basierend auf der Annahme, dass Vibrationen und Beschleunigungskräften mittels Dämpfungskörpern beeinflusst werden können, wurde die Coopercare Lastrap®-Bandage entwickelt.

Obwohl die Behandlung mit Handgelenksorthesen eine allgemein gängige Form der Behandlung von verschiedenen Handgelenkerkrankungen darstellt, gibt es hierzu nur sehr wenige klinische Daten über den Stellenwert dieser Verfahren.

Daher wurde in einer prospektiven randomisierten Längsschnitt-Studie der Stellenwert einer Bandagenbehandlung mit biomechanisch begründetem Ansatz im Vergleich zur konventionellen Bandagentherapie an 34 Patienten mit unterschiedlichen Erkrankungen des Handgelenks getestet.

Neben der Dokumentation des Bewegungsumfangs, der Griffkraft und epidemiologischer Daten, wurde ein Schwerpunkt auf die Auswertung des DASH-Fragebogens gelegt. Mögliche Parameter, die mit einem guten beziehungsweise schlechten Ergebnis korrelierten, wurden identifiziert. Nachuntersuchungen wurden nach 4 und 12 Wochen durchgeführt.

Zusammenfassend besserten beide Orthesen die Handgelenks-beschwerden signifikant (Lastrap®-Bandage um 18,2 Punkte auf durchschnittlich 22,8 Punkte ($p = 0,005$) / Manu-Hit®-Bandage um durchschnittlich 12,7 Punkte auf 30,4 Punkte ($p = 0,029$)).

Interessantestes Ergebnis war jedoch das unterschiedliche Wirkspektrum der beiden Orthesen. Dabei dominierte die Lastrap®-Bandage bei den entzündlichen Erkrankungen. Bei den traumatischen Erkrankungen dominierte die Manu-Hit®-Orthese (DASH Teil A : $p=0,086$). Mit der Bandagentherapie bei Arthrose des Handgelenks konnte vor allem eine Symptomlinderung erzielt werden. Bei Patienten mit Karpaltunnelsyndrom konnte keine Verbesserung

des Krankheitsbilds erreicht werden. Mit beiden Bandagen konnte der Belastungsschmerz hoch signifikant reduziert werden ($p = 0,000$). Die Griffkraft verbesserte sich gleichermaßen mit beiden Orthesen ($p = 0,666$), wobei Patienten mit traumatischer Erkrankung einen signifikant größeren Griffkraftzuwachs hatten, als solche mit entzündlicher Erkrankung unabhängig von der Orthese (traumatisch: 10,3 kg / entzündlich: 2,6 kg / $p = 0,011$).

Da eine Kontrollgruppe von Patienten ohne Therapie bzw. Placebo-Behandlung nicht vorliegt, muß in Betracht gezogen werden, dass eine Beschwerdeverbesserung durchaus dem Spontanverlauf der verschiedenen Erkrankungen entsprechen könnte.

Prognostisch ungünstige Faktoren stellten zum einen eine lange Beschwerdedauer im Vorfeld der Untersuchung dar, die mit einer schlechteren Funktionalität des Handgelenks korrelierte (DASH Teil A; $p=0,068$).

Zum anderen hatten Patienten mit zunehmendem Alter ein schlechteres Ergebnis im DASH-Gesamtscore (Lastrap: um 26,9 Punkte / Manu-Hit: um 14,9 Punkte). Auch das Geschlecht spielte eine Rolle: Männer profitierten eher von einer Bandagentherapie. Sie hatten eine signifikant größere Kraftsteigerung ($p=0,037$), einen tendenziell besseren Rückgang der Belastungsschmerzen ($p=0,050$) und signifikant bessere Ergebnisse im Funktionsteil des DASH ($p=0,035$) als Frauen.

Somit sind unserer Studie zufolge entsprechend dem biomechanischen Ansatz die unter 40-jährigen männlichen Patienten mit seit kurzem bestehender Tendovaginitis die Zielgruppe, die am Besten von einer Bandagentherapie mit der Lastrap®-Bandage profitieren. Bei 40-jährigen männlichen Patienten mit Distorsion des Handgelenks ist die Manu-Hit®-Bandage zu bevorzugen. Durch die deutliche Schmerzreduktion können hier Handgelenksorthesen unter anderem den Gebrauch von NSAR verringern und damit die Arzneimittelkosten senken.

7 Literaturverzeichnis

1. **Alberton GM, High WA, Shin AY, Bishop AT:** Extensor triggering in de Quervain´s stenosing tenoynovitis. JHand Surg (1999); 24-A: 1311-1314. In: Wirth CJ, Zichner L: Orthopädie und Orthopädische Chirurgie: Ellenbogen, Unterarm, Hand. Stuttgart, New York: Thieme (2003).
2. **Amadio, P, Beaton D, Bombadier C, Cole D, Davis A, Hawker G:** Development of an upper extremity outcome measure: the "DASH" (Disabilities of the Arm, Shoulders and Hand). J Econ Med (1996); 14: 33.
3. **Amadio P, Beaton D, Bombadier C, Davis A, Hawker G:** Measuring disability and symptoms of the upper limb: a validation study of the DASH questionnaire. J Econ Med (1996); 14: 11.
4. **Baumann B, Raab P, Rader C, Bartel Th, Gohlke F, Walther M, Eulert J:** Die Orthopädische Untersuchung. König-Ludwig-Haus.
5. **Baehler A-R:** Orthopädiotechnische Indikationen. Bern: Huber (1996): 316-317.
6. **Baseline®-Griffkraftgerät:** <http://www.nexgenergo.com/>
7. **Beaton DE, Katz JN, Fossel AH, Wright JG, Tarasuk V, Bombardier C:** Measuring the whole or the parts? Validity, reliability and responsiveness of the disabilities of the arm, shoulder and hand outcome measure in different regions of the upper extremity. J Hand Ther (2001); 16-A: 128-146.
8. **Biddulph SL:** The effect of the Futuro wrist brace in pain conditions of the wrist. S Afr Med J (1981); 60(10): 389-391.
9. **Bowers WH:** Distal radioulnar joint arthroplasty: the hemiresection – interposition technique. JHand Surg (1985); 10-A: 169-178. In: Weigel B, Nerlich M: Praxisbuch Unfallchirurgie. Berlin Heidelberg New York: Springer (2005).

10. **Breusch S, Mau H, Sab D:** Klinikleitfaden Orthopädie. München, Jena: Urban und Fischer (2002): 527-529.
11. **Buckle P, Devereux J:** Work-related neck and upper limb musculoskeletal disorders. European Agency for Safety and Health at Work (1999). Bilbao / Spain.
12. **Bullinger M:** Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität mit dem SF-16. Bundesgesundheitsbl – Gesundheitsforsch – Gesundheitsschutz (2000); 43: 190-197.
13. **Bulthaupt S, Cipriani DJ, Thomas JJ:** An electromyography study of wrist extension orthoses and upper-extremity function. Am J Occup Ther (1999); 53(5): 434-440.
14. **Canale ST:** Campbell's Operative Orthopaedics. Philadelphia, Pennsylvania: Mosby (2003).
15. **Cherniak MG:** Epidemiology of occupational disorders of the upper extremity. Occupational Medicine: State of the art reviews (1996); 11 (3): 513-530.
16. **Coopercare Deutschland** (Firmen-Produktinformation); D.&E. Wagener; Postfach 40; 90597 Diethenhofen; <http://www.coopercare.de/>
17. **Darrow JC, Linscheid RL, Dobyns JH, Mann JM, Wood MB, Beckenbaugh RD:** Distal ulnar recession for disorders of the distal radioulnar joint. J Hand Surg (1985); 10-A: 482-491.
18. **den Held M, Cockburn M:** Repetitive strain injuries in the member states of the European union: the results of an information request. European Agency for Safety and Health at Work (2000).
19. **Eberhard BA, Silvester KL:** A comparative study of orthoplast cock-upsplints versus ready-made Droitwich work splints in juvenile chronic arthritis. Disabil Rehabil (1993); 15: 41-43. In: Robbins L, Burckhardt CS,

Hannan MT, DeHoratius RJ: Clinical care in the rheumatic diseases. Atlanta (GA): American College of Rheumatology (2001): 83-88.

20. **Fadale PD, Wiggins ME**: Corticosteroid injections: their use and abuse. J Am Academy Orthopaedic Surg (1994); 2: 133-140.
21. **Felderhoff J, Lehnert M, Mellerowicz H**: Das schmerzhaftes Handgelenk im Sport: Ulnokarpales Gelenkkompartiment und Distales Radioulnargelenk. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin (2003); 54 (1): 27-28.
22. **Feinberg J, Brandt KD**: Use of resting splints by patients with rheumatoid arthritis. Am J Occup Ther (1981); 35: 173-178. In: Harrell PB: Splinting of the hand. In: Robbins L, Burckhardt CS, Hannan MT, DeHoratius RJ: Clinical care in the rheumatic diseases. Atlanta (GA): American College of Rheumatology (2001): 83-88.
23. **Gay B**: Distorsion der Handwurzel. Chirurg (1981); 52(5): 293-296.
24. **Gelbermann RH, Aronson D, Weisman MH**: Carpal tunnel syndrome: results of a prospective trial of steroid injection and splinting. J Bone Joint Surg (1980); 62-A: 1181-1184.
25. **Germann G, Wind G, Harth A**: Der DASH-Fragebogen – Ein neues Instrument zur Beurteilung von Behandlungsergebnissen an der oberen Extremität. Handchir Mikrochir Plast Chir (1999); 31(3): 149-152.
26. **Germann G, Harth A, Wind G, Demir E**: Standardisierung und Validisierung der deutschen Version 2.0 des "Disability of Arm, Shoulder, Hand" (DASH)-Fragebogens zur Outcome- Messung an der oberen Extremität. Unfallchirurg (2003); 106:13-19.
27. **Gerritson AAM, Korthals-de Bos IBS, Laboyrie PM**: Splinting for CTS: prognostic indicators for success. J Neurosurg Psychiatry (2003); 74: 1342-1344.

28. **Graham RG, Hudson DA, Solomons M, Singer M:** A prospective study to assess the outcome of steroid injections and wrist splinting for the treatment of carpal tunnel syndrome. *Plast Reconstr Surg* (2004); 113-A (2): 550-556.
29. **Gummesson C, Atroshi I, Ekdahl C:** The disabilities of the arm, shoulder and hand (DASH) outcome questionnaire: longitudinal construct validity and measuring self-rated health change after surgery. *Musculoskeletal Disorders* (2003); 4: 11.
30. **Harvey FS, Harvey PM, Horsley MW:** De Quervain's disease: surgical or non-surgical treatment. *J Hand Surg* (1990); 15-A: 83-87.
31. **Harrell PB:** Splinting of the hand. In: Robbins L, Burckhardt CS, Hannan MT, DeHoratius RJ: *Clinical care in the rheumatic diseases*. Atlanta (GA): American College of Rheumatology (2001): 83-88.
32. **Herbert T:** The painful wrist. *Aust Fam Physician* (1984); 13(2): 102-104.
33. **Hohmann G:** Orthopädische Technik: Bandagen u. Apparate, ihre Anzeige u. ihr Bau; aus Klinik und Werkstatt. Stuttgart: Enke (1951): 10.
34. **Hohmann D, Uhlig R:** Orthopädische Technik. Stuttgart: Enke (1990).
35. **Huang GD, Feuerstein M, Sauter SL:** Occupational stress and work-related upper extremity disorders: Concepts and models. *Am J Indust Med* (2002); 41: 298-314.
36. **Hudak PL, Amadio PC, Bombardier C et al.:** Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand). *Am J Ind Med* (1996); 29(6): 602-608.
37. **Jansen JC, Adams BD:** Long-term outcome of nonsurgically treated patients with wrist pain and a normal arthrogram. *Am J Hand Surg* (2002); 27(1): 26-30.

38. **Jester A, Harth A, Wind G, German G:** Der "Disability of shoulder, arms and hand"-Fragebogen als Instrument zur Identifikation diagnosespezifischer Aktivitätsprofile. *Unfallchirurg* (2003); 106(10): 834-838.
39. **Jester A, Harth A, Wind G, Germann G, Sauerbier M:** Disabilities of the arm, shoulder and hand (DASH) questionnaire: determining functional activity profiles in patients with upper extremity disorders. *J Hand Surg* (2005); 30-B (1): 23-28.
40. **Johnson RK, Shrewsbury MM:** The pronator quadratus in motions and in stabilization of the radius and ulna at the distal radio-ulnar joint. *J Hand Surg* (1976); 1: 205-209. In: Schmidt HM, Lanz U: *Chirurgische Anatomie der Hand*. Stuttgart: Hippokrates (1992).
41. **Krimmer H, Tränkle M, Schober F, van Schoonhoven J:** Ulna-Impaction-Syndrom – Therapie: Druckentlastende Verfahren am Ulnakopf. *Handchir Mikrochir Plast Chir* (1998); 30: 370-374. In: Weigel B, Nerlich M: *Praxisbuch Unfallchirurgie*. Berlin Heidelberg New York: Springer (2005).
42. **Kutsumi K, Amadio PC, Zhao C, Zobitz ME, Tanaka T, Nan K-N:** Finkelstein's Test: a biomechanical analysis. *J Hand Surg* (2005); 30-A (1): 130-135.
43. **Lane LB, Boretz RS, Stuchin SA:** Treatment of de Quervain's disease: role of conservative management. *J Hand Surg* (2001); 26-B (3): 258-260.
44. **Lengsfeld M, Strauss JM, Koebke JJ:** Funktionelle Bedeutung des M. extensor carpi ulnaris für das distale Radioulnargelenk. *Handchirurgie* (1988); 20: 275-278. In: Schmidt HM, Lanz U: *Chirurgische Anatomie der Hand*. Stuttgart: Hippokrates (1992).
45. **Lewis OJ, Hamshere RJ, Bucknill TM:** The anatomy of the wrist joint. *J Anat* (1970); 106: 539-552. In: Schmidt HM, Lanz U: *Chirurgische Anatomie der Hand*. Stuttgart: Hippokrates (1992).

- 46.**Lichtman DM, Schneider JR, Swafford AR, Mack GR**: Ulnar midcarpal instability-clinical and laboratory analysis. *J Hand Surg* (1981); 6(5): 515-523. In: Schmidt HM, Lanz U: *Chirurgische Anatomie der Hand*. Stuttgart: Hippokrates (1992).
- 47.**Linscheid RL, Dobbys JH, Beckenbaugh RD, Conny WP, Wood MB**: Instability patterns of the wrist. *J Hand Surg* (1983); 8: 682-686. In: Wirth CJ, Zichner L: *Orthopädie und Orthopädische Chirurgie: Ellenbogen, Unterarm, Hand*. Stuttgart, New York: Thieme (2003).
- 48.**Malcus Johnson P, Sandkvist G**: The usefulness of nocturnal resting splints in the treatment of ulnar deviation of the rheumatoid hand. *Clin Rheumatol* (1992); 11: 72-75. In: Robbins L, Burckhardt CS, Hannan MT, DeHoratius RJ: *Clinical care in the rheumatic diseases*. Atlanta (GA): American College of Rheumatology (2001): 83-88.
- 49.**Meuli HC, Fernandez DL**: Uncemented total wrist arthroplasty. *J Hand Surg* (1995); 20-A: 115-122. In: Wirth CJ, Zichner L: *Orthopädie und Orthopädische Chirurgie: Ellenbogen, Unterarm, Hand*. Stuttgart, New York: Thieme (2003).
- 50.**Michlovitz S, Hun L, Erasala GN, Hengehold DA, Weingand KW**: Continuous low-level heat wrap therapy is effective for treating wrist pain. *Arch Phys Med Rehabil* (2004); 85: 1409-1416.
- 51.**Mikic ZD**: Age changes in the triangular fibrocartilage of the wrist joint. *J Anat* (1978); 126: 367-384. In: Schmidt HM, Lanz U: *Chirurgische Anatomie der Hand*. Stuttgart: Hippokrates (1992).
- 52.**Navarro A** Anatomia y fisiologia del carpo. *Ann Inst Clin Quir Chir Exp* (1937); 1: 162-250. In: Schmidt HM, Lanz U: *Chirurgische Anatomie der Hand*. Stuttgart: Hippokrates (1992).
- 53.**Neugebauer E, Bouillon B** Was können Scoresysteme leisten? *Unfallchirurg* (1994); 97: 172-176.

- 54.**Nigst H**: Zur Geschichte des Karpus und der karpalen Instabilität. Handchir Mikrochir Plast Chir (1990); 22: 283-288.
- 55.**Palmer AK, Werner FW**: The triangular fibrocartilage complex of the wrist-anatomy and function. J Hand Surg (1981); 6: 153-162. In: Schmidt HM, Lanz U: Chirurgische Anatomie der Hand. Stuttgart: Hippokrates (1992).
- 56.**Palmer AK, Werner FW**: Biomechanics of the distal radioulnar joint. Clin Orthop (1984); 9-A: 681-683. In: Schmidt HM, Lanz U: Chirurgische Anatomie der Hand. Stuttgart: Hippokrates (1992).
- 57.**Palmer AK**: Triangular fibrocartilage complex lesions: a classification. J Hand Surg (1989); 14-A: 594-606. In: Schmidt HM, Lanz U: Chirurgische Anatomie der Hand. Stuttgart: Hippokrates (1992).
- 58.**Phalen GS**: The carpal-tunnel syndrome. Seventy year's experience in diagnosis and treatment of six hundred fifty-four hands. J Bone Joint Surg (1966); 48-A (2): 211-228.
- 59.**Piligian G, Herbert R, Hearn M, Dropkin J, Landsbergis P, Cherniack M**: Evaluation and management of chronic work-related musculoskeletal disorders of the distal upper extremity. Am J Ind Med (2000); 37: 75-93.
- 60.**Poznanski AK**: Useful measurements in the evaluation of the hand radiographs. Hand Clin (1991); 7 (1): 21-36.
- 61.**Sauvé L, Kapandji M**: Nouvelle technique de traitement chirurgical des luxations récidivantes isolées de l'extrémité inférieure du cubitus. JChir Surg (1936); 47: 589-594. In: Weigel B, Nerlich M: Praxisbuch Unfallchirurgie. Berlin Heidelberg New York: Springer (2005).
- 62.**Schmidt HM, Lanz U**: Chirurgische Anatomie der Hand. Stuttgart: Hippokrates (1992).
- 63.**Schneider-Sickert F, Meves H**: Die Klinik des Os styloideum. Handchirurgie (1975); 7: 165-168. In: Wirth CJ, Zichner L: Orthopädie und

Orthopädische Chirurgie: Ellenbogen, Unterarm, Hand. Stuttgart, New York: Thieme (2003).

64. **Schoonhoven J v, Lanz U**: Rund um den Ellenkopf. Verletzungsmuster und Klassifikation. Handchir Mikrochir Plast Chir (1998); 30: 351-360. In: Weigel B, Nerlich M: Praxisbuch Unfallchirurgie. Berlin, Heidelberg, New York: Springer (2005).
65. **Sennwald G, Kern HP, Jacob HAC**: Die Arthrodesse des Handgelenks als Folge der karpalen Instabilität. Orthopäde (1993); 22: 65-71. In: Wirth CJ, Zichner L: Orthopädie und Orthopädische Chirurgie: Ellenbogen, Unterarm, Hand. Stuttgart, New York: Thieme (2003).
66. **Slater RR Jun**: Carpal tunnel syndrome: current concepts. J South Orthop Assoc. (1999); 8(3): 203-213.
67. **SooHoo NF, McDonald AP, Seiler JG 3rd, Mc Gillivray GR**: Evaluation of the construct validity of the DASH questionnaire by correlation to the SF-36. Am J Hand Surg (2002); 27(3): 537-541.
68. **Sorgatz H**: „Repetitive strain injuries“. Unterarm- / Handbeschwerden aufgrund repetitiver Belastungsreaktionen des Gewebes. Orthopäde (2002); 31: 1006-1014.
69. **Sporlastic-Deutschland** (Firmen-Produktinformation); Sporlastic GmbH; Weberstr. 1, 72622 Nürtingen; <http://www.sporlastic.de/>
70. **Stahlschmidt T**: Stellenwert der Bandagenbehandlung beim subacromialen Schmerzsyndrom mit Impingementsymptomatik im Vergleich zur zentrierenden, mobilisierenden Krankengymnastik. – Eine prospektive Studie –. Inaugural-Dissertation (2002).
71. **Stegink Jansen CW, Olson SL, Hasson SM**: The effect of use of a wrist orthosis during functional activities on surface electromyography of the wrist extensors in normal subjects. J Hand Ther (1997); 10: 283-289.

72. **Stern EB, Ytterberg SR, Krug HE, Mahowald ML**: Finger dexterity and hand function: effect of three commercial wrist extensor orthoses on patients with rheumatoid arthritis. *Arthritis Care Res* (1996); 9: 197-205.
73. **Stern EB, Ytterberg SR, Krug HE, Larson LM, Portoghese CP, Kratz WN, Mahowald ML**: Commercial wrist extensor orthoses: a descriptive study of use and preference in patients with rheumatoid arthritis. *Arthritis Care Res* (1997); 10(1): 27-35.
74. **Taleisnik J**: The wrist. Edinburgh: Churchill Livingstone (1985). In: Schmidt HM, Lanz U: *Chirurgische Anatomie der Hand*. Stuttgart: Hippokrates (1992).
75. **Tanaka S, Petersen M, Cameron L**: Prevalence and risk factors of tendinitis and related disorders of the distal upper extremity among U.S. workers: Comparison to Carpal tunnel syndrome. *Am J Indust Med* (2001); 39: 328-335.
76. **Walker WC, Metzler M, Cifu DX, Swartz Z**: Neutral wrist splinting in carpal tunnel syndrome: a comparison of night-only versus full-time wear instructions. *Arch Phys Med Rehabil* (2000); 81: 424-429.
77. **Walther M, Wölfel R, Wagner A, Bär K**: Die Ofa Care® Bandage - Ein neues biomechanisch begründetes Konzept in der Behandlung der Epicondylitis. Prospektive klinische Studie mit 26 Patienten über 4 Monate. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* (1996) Sonderdruck 46; (11/12): 604-610.
78. **Walther M, Kirschner S, König A, Barthel T, Gohlke F**: Biomechanic evaluation of the treatment of epicondylitis with bandages.
79. **Walther M, Wölfel R, Natalis M, Kirschner S, König A**: Biomechanisch begründeter Rehabilitationsansatz von Patienten mit chronischer Epicondylitis radialis. *Orthopädische Praxis* (1997); 33 (10): 660-663.

80. **Weiss ND, Gordon L, Blooms T, So Y, Rempel DM:** Position of the wrist associated with the lowest carpal-tunnel pressure: Implications for splint design. *J Bone Joint Surg* (1995); 77-A (11): 1695-1699.
81. **Weiss A-PC, Akelman E, Tabatabai M:** Treatment of de Quervain's disease. *J Hand Surg* (1994); 19-A: 595-598.
82. **Werner RA, Franzblau A, Gell N:** Randomized controlled trial of nocturnal splinting for active workers with symptoms of carpal tunnel syndrome. *Arch Phys Med Rehab* (2005); 86(1): 1-7.
83. **Werner R, Armstrong TJ, Bir C, Aylard MK:** Intracarpal canal pressures: the role of finger, hand, wrist and forearm position. *Clinical Biomechanics* (1997); 12(1): 44-51.
84. **Whipple TL:** Chronic wrist pain. *Instr Course Lect* (1995); 44:129-137.
85. **Wiemer P:** Der DASH-Score (disabilities of arm, shoulder and hand): Anwendung und Beurteilung des DASH-Scores im Vergleich der mediokarpalen Teilarthrodese mit der totalen Handgelenksarthrodese. Inaugural-Dissertation (2000).
86. **Wilhelm A:** Die Gelenkdenervation und ihre anatomischen Grundlagen. Hefte zur Unfallheilk (1966): 86. In: Wirth CJ, Zichner L: Orthopädie und Orthopädische Chirurgie: Ellenbogen, Unterarm, Hand. Stuttgart, New York: Thieme (2003).
87. **Wirth CJ, Zichner L:** Orthopädie und Orthopädische Chirurgie: Ellenbogen, Unterarm, Hand. Stuttgart, New York: Thieme (2003).
88. **Witt J, Pess G, Gelberman RH:** Treatment of de Quervain tenosynovitis: a prospective study of the results of injection of steroids and immobilization in splint. *J Bone Joint Surg* (1991); 73-A: 219-221.

8 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Anatomie des Handgelenks	3
Abb. 2: modifizierte Säulentheorie nach Taleisnik	8
Abb. 3: Ringkonzept nach Lichtmann.....	8
Abb. 4: Die Lastrap®-Handgelenksbandage	17
Abb. 5: Die „Thermovibe-Polster“	18
Abb. 6: Die Manu-Hit®-Handgelenksbandage	19
Abb. 7: Röntgenbild des Handgelenks im pa (li) und lateralen Strahlengang	23
Abb. 8: DASH-Auswertungsalgorithmus	24
Abb. 9: Das Baseline®-Griffkraftgerät	25
Abb. 10: Geschlechtsverteilung der Patienten auf die Bandagengruppen.....	27
Abb. 11: Altersverteilung der Patienten links, rechts durchschnittliches Alter	28
Abb. 12: Beschwerdedauer bis zur Erstuntersuchung.....	29
Abb. 13: Seitenverteilung des betroffenen Handgelenks	30
Abb. 14: Itemauswertung der Orthesen.....	34
Abb. 15: Differenz des DASH-Score	35
Abb. 16: Korrelation zwischen Beschwerdedauer und Teil A des DASH.....	36
Abb. 17: Differenz Kraftmessung	37
Abb. 18: Korrelation zwischen Beschwerdedauer und Bewegungsumfang.....	38
Abb. 19: Schmerzverlauf.....	39
Abb. 20: Differenz VAS Belastungsschmerz.....	39

9 Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Größeneinteilung der Lastrap®-Bandage	18
Tab. 2:	Größeneinteilung der Manu-Hit®-Bandage	20
Tab. 3:	Zusammenfassung der erhobenen Parameter	22
Tab. 4:	Definition Irrtumswahrscheinlichkeit p	26
Tab. 5:	Berufe der Patienten verteilt auf die Bandagen.....	29
Tab. 6:	Vorbehandlung der Patienten	30
Tab. 7:	Verteilung der Diagnosen auf die Orthesen.....	31
Tab. 8:	Erhobene Parameter bei Erstuntersuchung	31
Tab. 9:	Ergebnisse des Gesamtkollektivs bei der Nachuntersuchung	33
Tab. 10:	DASH-Score Alterseffekt	36
Tab. 11:	Bemerkungen zur Lastrap®-Bandage.....	41
Tab. 12:	Bemerkungen zur Manu-Hit®-Bandage	41
Tab. 13:	Einfluss der Vorbehandlung	42
Tab. 14:	Einfluss der Handdominanz	42

10 Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
AP	anteroposterior
DASH.....	Disability of Hands, Arm and Shoulder
J.	Jahre
Kg.....	Kilogramm
Lig. / Ligg.....	Ligamentum/ Ligamenta
M. / Mm.....	Musculus/ Musculi
N. / Nn.	Nervus/ Nervi
P.....	Wahrscheinlichkeit
Proc.	Processus
RSI.....	repetitive strain injuries
Tab.....	Tabelle
TFCC	Triangular fibrocartilage complex
VAS.....	Visuelle Analogskala
z.B.....	zum Beispiel

11 Untersuchungsbögen

11.1 DASH

Fragebogen für Arm, Schulter und Hand

Der vorliegende Fragebogen beschäftigt sich sowohl mit Ihren Symptomen als auch Ihren Fähigkeiten, bestimmte Tätigkeiten / Aktivitäten auszuführen.
Bitte beantworten Sie alle Fragen gemäß Ihrem Zustand, indem Sie einfach die entsprechende Zahl einkreisen.
Es ist nicht entscheidend, mit welchem Arm oder Hand Sie Ihre Tätigkeiten / Aktivitäten ausüben. Antworten Sie einfach entsprechend Ihrer Fähigkeiten, egal wie Sie die Aufgaben meistern konnten.

Teil A:

Bitte schätzen Sie Ihre Fähigkeiten ein, folgende Tätigkeiten/ Aktivitäten in der letzten Woche auszuführen, indem Sie die entsprechende Zahl einkreisen.

	keine Schwierigkeiten	wenig Schwierigkeiten	merkliche Schwierigkeiten	erhebliche Schwierigkeiten	nicht möglich
Ein Marmeladen-/Einmach-/Honigglas öffnen	1	2	3	4	5
Schreiben	1	2	3	4	5
Einen Schlüssel umdrehen	1	2	3	4	5
Eine Mahlzeit zubereiten	1	2	3	4	5
Eine schwere Tür aufstoßen	1	2	3	4	5
Etwas auf ein Regal über Kopfhöhe stellen	1	2	3	4	5
Schwere Hausarbeit (Boden putzen, Wände abwaschen)	1	2	3	4	5
Garten- und Hofarbeit	1	2	3	4	5
Betten machen	1	2	3	4	5
Eine Einkaufstüte oder Aktenkoffer tragen	1	2	3	4	5
Schwere Gegenstände (über 10 kg) tragen	1	2	3	4	5
Eine Glühbirne über Kopf wechseln	1	2	3	4	5
Haare waschen oder föhnen	1	2	3	4	5
Den Rücken waschen	1	2	3	4	5
Einen Pullover anziehen	1	2	3	4	5
Ein Messer benutzen, um Lebensmittel zu schneiden	1	2	3	4	5
Freizeitaktivitäten, die wenig körperliche Anstrengung verlangen (z.B. Karten spielen, Stricken usw.)	1	2	3	4	5
Freizeitaktivitäten, bei denen Sie Ihren Arm mit mehr oder weniger Anstrengung benutzen, wie z.B. Tennis, Heimwerken, Golf	1	2	3	4	5
Freizeitaktivitäten, bei denen Sie Ihren Arm frei bewegen (Badminton, Frisbee, Squash)	1	2	3	4	5
Am Straßenverkehr teilnehmen oder öffentliche Verkehrsmittel benutzen, um von einem Platz zum anderen zu gelangen	1	2	3	4	5
Sexuelle Aktivität	1	2	3	4	5

	überhaupt nicht	kaum	merklich	deutlich	extrem
In welchem Ausmaß haben Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme Ihren normalen Kontakt zu Familie, Freunden, Nachbarn, oder anderen Gruppen während der vergangenen Wochen beeinflusst?	1	2	3	4	5
	überhaupt nicht	kaum	merklich	deutlich	extrem
Waren Sie in der vergangenen Woche durch Ihre Schulter- Arm- oder Handprobleme in Ihrer Arbeit oder anderen täglichen Aktivitäten eingeschränkt?	1	2	3	4	5

Teil B:

Bitte schätzen Sie die Schwere der folgenden Symptome während der letzten Woche ein. (Bitte kreisen Sie die entsprechende Zahl ein.)

	keine	leicht	deutlich	stark	sehr stark
Schmerzen in Schulter, Arm, Hand	1	2	3	4	5
Schmerzen in Schulter, Arm, Hand nachdem Sie eine bestimmte Tätigkeit ausgeführt haben	1	2	3	4	5
Kribbeln (Nadelstiche) in Schulter, Arm, Hand	1	2	3	4	5
Schwächegefühl in Schulter, Arm, Hand	1	2	3	4	5
Stiffheit in Schulter, Arm, Hand	1	2	3	4	5

Welche Aussage trifft zu?

	Keine Probleme	Leichte Probleme	Deutliche Probleme	Starke Probleme	So starke Probleme, dass ich nicht schlafen konnte
Hatten Sie in den letzten Wochen Schlafstörungen wegen der Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand?	1	2	3	4	5

Welche Aussage trifft zu?

	stimmt überhaupt nicht	das ist nicht richtig	weiß nicht genau	ja, stimmt	das absolut richtig
Durch meine Probleme in Schulter, Arm oder Hand fühle ich mich weniger fähig, mein Selbstvertrauen ist eingeschränkt und ich bin weniger nützlich.	1	2	3	4	5

Teil C: Sport- oder Musikinstrumente

Die folgenden Fragen beziehen sich auf den Einfluss, den Ihr Schulter-, Arm-, oder Handproblem auf das Spielen Ihres Musikinstrumentes oder das Ausüben Ihres Sports hat.

Wenn Sie mehr als ein Instrument spielen oder mehr als eine Sportart ausführen, so geben Sie bitte an, welches Instrument oder welche Sportart für Sie am wichtigsten ist.

Bitte kreisen Sie die Zahl ein, die Ihre körperlichen Fähigkeiten in der vergangenen Woche am besten beschreibt.

Hatten Sie Schwierigkeiten...

	keine Schwierigkeiten	wenig Schwierigkeiten	merkliche Schwierigkeiten	erhebliche Schwierigkeiten	nicht möglich
In der üblichen Art und Weise Ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben	1	2	3	4	5
Wegen der Schmerzen in Schulter/ Arm / Hand Ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben	1	2	3	4	5
So gut wie Sie es gewohnt waren Ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben	1	2	3	4	5
Ihre gewohnte Zeit mit dem Spielen Ihres Musikinstrumentes oder mit Sporttreiben zu verbringen	1	2	3	4	5

11.2 Handgelenksbogen

Handgelenksbogen

Für Affektionen des Handgelenks:

Frakturen, Fehlstellungen, Bandrupturen, Instabilitäten, TFCC-Läsionen, DRUG-Läsionen, Lunatum-Malazie

Patient:			
Adresse:		Telefon:	
Untersuchungsdatum:	Geburtstag:	männlich: <input type="checkbox"/>	weiblich: <input type="checkbox"/>
Anamnese:			
Unfalldatum:	Arbeitsunfall: <input type="checkbox"/>		privater Unfall: <input type="checkbox"/>
Arbeitsunfähigkeit:			
Ursache der Beschwerden:	Unfall: <input type="checkbox"/>	Überlastung: <input type="checkbox"/>	Schmerzbeginn ohne Ursache: <input type="checkbox"/>
Beschwerdedauer bis zur Erstuntersuchung	> 1 Monat:	> 2 Monate:	> 6 Monate:
Überlastung durch Beruf:	ja: <input type="checkbox"/>	nein: <input type="checkbox"/>	
Überlastung durch Sport:	ja: <input type="checkbox"/>	nein: <input type="checkbox"/>	Sportart:
Vorbehandlung:			
Voroperationen des Handgelenks:			
Diagnose:			

Punktförmig/ flächenhaft

Lokalisation: Schmerzmaximum / diffuse Schmerzlok alisation

Schmerzsymptomatik - Schwellung		Tests zur Stabilität
radiokarpal:	mediokarpal:	Watson-Test:
Ulnokarpal (TFCC):	Rec. praestyl.:	Ballotment-Test:
Tabatière:	STT:	Schubladentest (palmar / dorsal):
Distal radioulnar:	Sonstige:	Stabil.dist.Radioulnargelenk:

Beweglichkeit / Kraft	rechts	links
dominante Hand:		
betroffenes Handgelenk:		
Extension / Flexion (36-60°/50-60°)	/ /	/ /
Radial- / Ulnarabduktion (25-30°/30-40°)	/ /	/ /
Pronation / Supination	/ /	/ /
Griffkraft- Baseline- Dynamometer [kg]		

Schmerz - Visuelle Analogskala (VAS)	
A - bei Belastung, B - in Ruhe	
schmerzfrei	unerträglich
A / B	

Röntgen	
Allgemein:	
SL-Winkel: _____	SL-Spalt verbreitert: _____
RL (DISI/PISI): _____	Ringzeichen: _____
Gelenkflächenwinkel dist.Radius: ____	ulnare Translokation des Lunatum: ____
ap: seitl.: _____	Ulnarvarianz: _____

Therapie					
Lastrap:	ja	nein	Manu-Hit:	ja	nein
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Andere Behandlungsformen:			Häufigkeit / Woche::		
Medikamente:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____		
Krankengymnastik:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____		
Ergotherapie:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____		
Massage:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____		
Lymphdrainage:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____		
Wärme:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____		

Phonophorese:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Kältetherapie:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Elektrotherapie:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Iontophorese:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Magnetfeldtherapie:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Sonstiges:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

Danksagung

Für die freundliche Überlassung des Themas sowie die Betreuung und stetige Unterstützung möchte ich mich besonders bei Herrn Priv.-Doz. Dr. med. Markus Walther bedanken.

Bei Herrn Prof. Dr. med. Jochen Eulert möchte ich mich für die Übernahme des Korreferates bedanken.

Herrn Priv.-Doz. Dr. med. Martin Anetseder möchte ich ganz herzlich für spontane Bereitschaft danken, einen Sitz bei dem Rigorosum zu übernehmen.

Vielen herzlichen Dank Herrn Dr. med. Martin Jansen, Frau Dr. med. Edith Raab, Frau Dr. med. König und dem Praxisteam für die angenehme Zusammenarbeit und Möglichkeit der Durchführung der Studie im Rahmen des Praxisalltags in den Räumlichkeiten der Orthopädischen Praxis.

Meiner Familie gilt ein ganz besonderes Dankeschön für die bedingungslose Unterstützung während meines gesamten Studiums.

Lebenslauf

Stefanie Schmitt

Persönliche Daten

Geboren am: 29.10.1978
Geburtsort: Mannheim
Eltern: Eheleute Raymond und Marianna Schmitt
Geschwister: Oliver Schmitt

Schulische Ausbildung

1995-1998 Matthias-Grunewald-Gymnasium, Tauberbischofsheim
1995-1998 Sportinternat Olympiastützpunkt für Fechten,
Tauberbischofsheim (Mitglied im Bundeskader Junioren
Damendegen 1996-98)

Universitäre Ausbildung

10/1998-06/2005 Studium der Humanmedizin, Bayerische Julius-Maximilians
Universität Würzburg
04/2004-07/2004 1. PJ-Tertial: König-Ludwig-Haus, Universität
Würzburg (Orthopädie)
08/2004-11/2004 2. PJ-Tertial: Kantonsspital Münsterlingen,
Lehrkrankenhaus der Universität Zürich, Schweiz
(Innere)
12/2004-03/2005 3. PJ-Tertial: Middlemore Hospital, Universität
Auckland,
Neuseeland (Unfallchirurgie mit Schwerpunkt
Handchirurgie)

Berufstätigkeit

Seit September 2005 Assistenzärztin an der Klinik für Orthopädie Klinikum
Passau, Lehrkrankenhaus der Universität Regensburg unter der Leitung von
Herrn Prof. Dr. med. K. Glas.

Passau, 12.03.2006