

Aus der Orthopädischen Universitätsklinik  
der Medizinischen Fakultät  
der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg  
Direktor: Prof. Dr. med. C.H. Lohmann

*Autologous Conditioned Plasma* bei  
Epicondylitis humeri radialis  
- Eine prospektive klinische Studie zu  
proliferativen Therapieverfahren

**Dissertation**

zur Erlangung des Doktorgrades  
Dr. med.  
(doctor medicinae)

an der Medizinischen Fakultät  
der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

vorgelegt von  
aus  
Magdeburg

Elisa Tetschke  
Berlin  
2015

# Dokumentationsblatt

## Bibliographische Beschreibung:

Tetschke, Elisa:

Autologous Conditioned Plasma bei Epicondylitis humeri radialis - Eine prospektive klinische Studie zu proliferativen Therapieverfahren. -2015. -47 Bl.: 16 Abb., 9 Tab., 6 Anl.

*Kurzreferat:* In dieser Studie wurden die klinischen Effekte zweier proliferativer Therapieverfahren zur Behandlung der chronischen Epicondylitis humeri radialis verglichen. Bisher hat sich kein wissenschaftlich fundiertes Therapiekonzept mit erfolgreichem Langzeiteffekt in der Behandlung der lateralen Epicondylopathie finden können. Ziel dieser Studie war es die klinischen Effekte der neueren ACP-Therapie mit der etablierten Lasertherapie zu vergleichen. Dabei wurden 52 Patienten mit klinisch diagnostizierter chronischer lateraler Epicondylopathie evaluiert. 26 Patienten erhielten dreimal eine ACP-Injektion im Abstand von je sieben Tagen. Die andere Gruppe mit ebenfalls 26 Patienten erhielt 12 Laserbehandlungen mit je zwei Sitzungen pro Woche. Anschließend erhielten alle Patienten eine standardisierte physiotherapeutische Nachbehandlung nach einem eigens dafür entwickeltem Protokoll. Neben Lokalbefund und Beweglichkeit wurden VAS- und DASH-Werte vor der Behandlung, nach zwei, sechs und zwölf Monaten erfasst. Mit einer Erfolgsrate von insgesamt 64% konnten beide proliferativen Therapieverfahren eine Besserung der Epicondylitis humeri radialis bewirken. Dabei konnte durch die ACP-Therapie bei 73% der Patienten und durch die Lasertherapie bei 54% ein Therapieerfolg erzielt werden. Die Anwendung von ACP hat sich hierbei als weniger zeitintensiv und im Vergleich zur Lasertherapie als ein mindestens genauso effektives, sicheres und zum Erfolg führendes, proliferatives Therapieverfahren erwiesen.

## **Schlüsselwörter**

Tennisellenbogen, ACP, Lasertherapie, Wachstumsfaktor, Platelet-rich plasma

# Inhaltsverzeichnis

Dokumentationsblatt . . . . .	ii
Abkürzungsverzeichnis . . . . .	vi
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Das Krankheitsbild Epicondylitis humeri radialis . . . . .	1
1.2 Behandlungskonzepte bei Epicondylitis humeri radialis . . . . .	6
1.3 Proliferative, autologe Therapieverfahren . . . . .	7
<b>2 Material und Methoden</b>	<b>10</b>
2.1 Zusammenstellung der Patienten . . . . .	10
2.2 Therapieverfahren . . . . .	12
2.3 Erfasste Parameter . . . . .	20
2.4 Statistische Auswertung . . . . .	23
<b>3 Ergebnisse</b>	<b>26</b>
3.1 Patientencharakteristik bis zum Follow-up . . . . .	26
3.2 Soziodemografische und klinische Basiswerte . . . . .	27
3.3 Analyse der Scorewerte der Therapiegruppen . . . . .	32
3.4 Analyse der Therapie-erfolgreichen und nicht-erfolgreichen Gruppen	35
3.5 Gegenüberstellung der Therapiekosten . . . . .	38
<b>4 Diskussion</b>	<b>39</b>
<b>5 Zusammenfassung</b>	<b>48</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>49</b>
<b>Danksagungen</b>	<b>61</b>

<b>Ehrenerklärung</b>	<b>63</b>
<b>Bildungsweg</b>	<b>64</b>
<b>Anhang</b>	<b>67</b>
<b>A Patientenfragebogen</b>	<b>68</b>
<b>B Untersuchungsprotokoll</b>	<b>70</b>
<b>C Aufklärung für die ACP-Therapie</b>	<b>72</b>
<b>D Aufklärung für die Lasertherapie</b>	<b>75</b>
<b>E Therapieprotokoll</b>	<b>78</b>
<b>F DASH-Fragebogen</b>	<b>81</b>

## Abkürzungsverzeichnis

<b>ACP</b>	Autologous Conditioned Plasma .....	7
<b>bFGF</b>	Basic Fibroblast Growth Factor .....	4
<b>DASH</b>	Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand .....	20
<b>GOÄ</b>	Gebührenordnung für Ärzte .....	12
<b>IGel</b>	Individuelle Gesundheitsleistung .....	12
<b>IGF-I</b>	Insulin-like Growth Factor .....	4
<b>M.</b>	Musculus .....	2
<b>MANOVA</b>	Multivariate Analysis of Variance .....	23
<b>MRT</b>	Magnetresonanztomographie .....	2
<b>N.</b>	Nervus .....	1
<b>NSAR</b>	Nichtsteroidale Antirheumatika .....	10
<b>PDGF</b>	Platelet-derived Growth Factor .....	4
<b>PRP</b>	Platelet-rich plasma .....	7
<b>TGF</b>	Transforming Growth Factor .....	4
<b>VAS</b>	Visuelle Analogskala .....	20

# 1 Einleitung

## 1.1 Das Krankheitsbild Epicondylitis humeri radialis

Die Epicondylitis humeri radialis ist mit einer Prävalenz von 1-3% der Gesamtbevölkerung [60] und einer Inzidenz von 5/100 Patienten pro Jahr in ärztlichen Praxen [67] die häufigste Myotendinose. Die Hauptbetroffenen sind Berufstätige zwischen 45 und 54 Jahren [60]. Das klinische Bild ist gekennzeichnet durch Druckdolenz im Bereich des lateralen Epicondylus, Ruheschmerzen im chronischen Stadium, Greifschwäche der betroffenen Hand und auslösbare Schmerzen bei bestimmten Stresstests [48, 65]. Typische diagnostische Tests sind die Schmerzprovokation beim Händeschütteln, der Thomson-Test durch Extension der Faust gegen Widerstand, sowie die Provokation von Schmerzen bei Extension des Mittelfingers gegen Widerstand [34, 10, p. 166]. Häufig ist die dominante Hand betroffen [34].

### Mögliche Differenzialdiagnosen:

- Läsion des Nervus (N.) radialis, beispielsweise bei Supinatorlogensyndrom mit diffusen Schmerzen und positivem Supinationstest [23, 48, 10, p. 197]
- Sulcus-ulnaris-Syndrom durch Druckschädigung mit Parästhesien und positivem Tinel-Test [48, 10, p. 170]
- Entzündliche Erkrankungen mit lokalen Entzündungszeichen, wie Synovialitis und Bursitis, sowie Erkrankungen mit systemischem Charakter wie Rheumatoide Arthritis (diese sollten durch entsprechendes Labor abgeklärt werden)
- Degenerative Erkrankungen, wie Arthrose und Chondromatose mit Bewe-

gungseinschränkung durch Gelenkblockierungen und typischen radiologischen Befunden [34]

- Aseptische Knochennekrosen, wie Osteochondrosis dissecans, Morbus Panner und Morbus Hegemann durch Gelenkschmerzen bei typischen radiologischen Befunden (Röntgen, Magnetresonanztomographie (MRT)) [48, 34]
- Plica-Syndrome mit posterolateralen Schmerzen über dem Radiocapitallgelenk und Gelenkblockierungen [34, 23]
- Cervikobrachiale Neuralgien und Erkrankungen des Schultergürtels sollten ebenfalls durch genaue Untersuchung der Halswirbelsäule, sowie der Schulter-/ Nackenpartien und gegebenenfalls radiologischer Diagnostik ausgeschlossen werden [32, 34, 64, p.164-165]

## **Genese und Histopathologie**

Ursächlich für die Epicondylopathie ist eine Überbeanspruchung der Unterarmextensoren mit degenerativen Umbauvorgängen im Insertionsbereich [48]. Charakteristische Merkmale von Epicondylitispatienten sind ein Alter über 35 Jahre, hohes berufliches oder sportliches Aktivitätsniveau und anspruchsvolle Belastungen [48]. Es handelt sich bei der Erkrankung folglich um einen degenerativen Prozess, verursacht durch repetitive Mikrotraumata. Auslöser der degenerativen Umbauvorgänge können sich wiederholende Extensionsbelastungen des Handgelenkes, etwa bei der Arbeit mit Tastatur und Maus oder bei handwerklichen Tätigkeiten, aber auch Überlastungen durch Extensionsbewegungen bei der Ausübung von Rückschlagsportarten sein. Meistens ist die gering vaskularisierte Insertion des Musculus (M.) extensor carpi radialis brevis involviert [49, 48]. Aber auch altersabhängige Veränderungen spielen eine große Rolle. Das Alter ab der dritten Lebensdekade ist assoziiert mit der Abnahme metabolischer Aktivität der Sehne, der Zellularität und des Durchmessers der Kollagenfasern [35]. Das Resultat ist

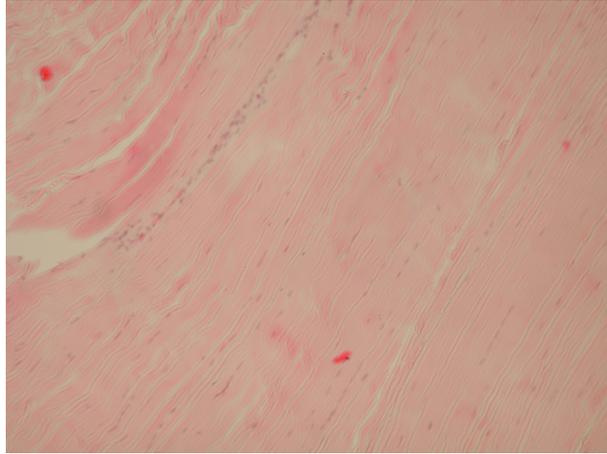


Abbildung 1.1: Fotomikroskopische Abbildung eines longitudinalen Schnittes von gesundem Sehngewebe (bereitetgestellt von A. Brückner und Dr. K. Chamaon, Orthopädisches Labor, Direktor Prof. Dr. med. C.H. Lohmann, Leipziger Str. 44, Universitätsklinikum Magdeburg)

eine verminderte Heilungskapazität des Sehngewebes.

Gesundes Sehngewebe (Abbildung 1.1) setzt sich zusammen aus Tenozyten, die morphologisch gewebespezifischen Fibroblasten zuzuordnen sind. Den weiteren Aufbau bilden primär quer vernetzte Kollagenfibrillen, welche in Bündel zusammengefasst sind [39, 20, 27]. Die Kollagenbündel sind longitudinal angeordnet und bestehen primär aus Typ-I-Kollagen, als Grundsubstanz, Proteoglykanen zur Separierung der Fibrillen und zur Regulation von Scherkräften, sowie aus Glykosaminoglykanen zum Ausgleich von Kompressionskräften [27, 35].

Umgeben sind die Kollagenbündel von Endotenon, welches Blutgefäße und Lymphe enthält und Primär-, Sekundär- und Tertiärbündel formt. Um mehrere dieser Bündel legt sich letztlich das Peritenon, sowohl reich an Gefäßen und Nerven, als auch bestehend aus elastischen Fasern und Synoviazellen [20, 43].

Tendinosis dagegen ist charakterisiert durch rupturierte Sehnenfasern, desorganisierte Kollagenbündel, Fibroblastenhypertrophie und vaskuläre Hyperplasie der sonst avaskulären Faszikel [48, 39](Abbildung 1.2).

Die Sehnenheilung hat extrinsische und intrinsische Regenerationskapazitä-

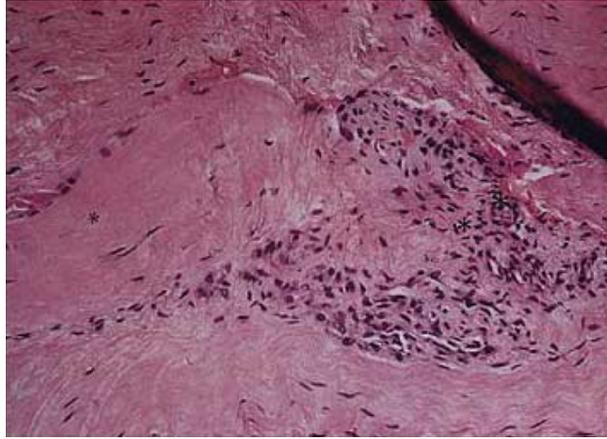


Abbildung 1.2: Fotomikroskopische Abbildung von Kraushaar und Nirschl 1999 beschrieben [39] mit angiofibroblastischer Hyperplasie, sowie aufgelockerter und blass erscheinender Matrix bei Tendinosis (rechts gekennzeichnet) neben normalem Sehngewebe (linksseitig) (mit Genehmigung zur Abbildung von Dr. Robert P. Nirschl, Nirschl Orthopaedic Center for Sports medicine and Joint Reconstruction, Arlington Virginia 22205, USA)

ten [35, 43]. Extrinsische Reparaturmechanismen werden durch das umgebende Gewebe gewährleistet, mit Zelleinwanderung und Neovaskularisation. Intrinsische Heilungskapazitäten werden durch gewebeeigene Aktivitäten ermöglicht, mit Mitogenese, Fibroblastenaktivierung, Kollagenproduktion und -organisation. Der Heilungsprozess folgt natürlicherweise bestimmten Phasen, die in Tabelle 1.1 dargestellt sind [48, 43, 46].

Dabei spielen Cytokine und Wachstumsfaktoren, zur Initiierung und Aufrechterhaltung von Reparaturprozessen und bei der Remodellierung des Gewebes während des gesamten Heilungsverlaufes, eine entscheidende Rolle [39, 46, 35]. Vor allem Wachstumsfaktoren, wie Platelet-derived Growth Factor (PDGF), Transforming Growth Factor (TGF)  $\beta$ , Insulin-like Growth Factor (IGF-I) und Basic Fibroblast Growth Factor (bFGF), sind mit ihrer Wirkung auf die extra- und intrazelluläre Gewebeheilung hervorzuheben. Sie ermöglichen die Proliferation von Fibroblasten, die Kollagensynthese, die Angiogenese und die Remodellierung verletzten Gewebes [46]. Die abgebildete Tabelle 1.2 zeigt einen Überblick der einzelnen Faktoren und

ihrer Funktionen.

<b>Phase</b>	<b>Prozess</b>
Entzündungsphase, direkt post-traumatisch (0-2 Tage)	Koagelformation, Einwanderung von Thrombozyten und Biomodulato- ren, Erhöhung der Wachstumsfaktorkonzentration
Proliferations- und Repara- turphase (2-21 Tage)	Weitere Einwanderung extrinsischer Zellen mit ver- mehrter Ausschüttung von Wachstumsfaktoren, Neovaskularisation, Kollagenproduktion und -deposition, Matrixorganisation
Remodellierung (> 21 Tage)	Kollagenorganisation und cross-linking mit gesun- dem Gewebe, Kollagengehalt, Wasserkonsistenz und Zellularität näher sich dem Ausgangszustand an, Kräftigung des Gewebes

Tabelle 1.1: Ablauf der körpereigenen Regeneration

<b>Wachstumsfaktor</b>	<b>Funktion</b>
Insulin-like Growth Factor (IGF-I)	Stimulation von Fibroblastenproliferation und -migration, Steigerung der Kollagenproduktion und Synthese anderer extrazellulärer Matrixstrukturen [1, 46]
Transforming Growth Factor $\beta$ (TGF $\beta$ )	Vermehrte Sekretion bei Gewebehypoxie, Stimulierung der extrinsischen Zellmigration, Erhöhung der Kollagen-I und -II-Produktion [38, 46, 41]
Platelet-derived Growth Factor (PDGF)	Induktion der Synthese anderer Wachstumsfaktoren, wie IGF-I, Stimulierung der DNA-Synthese und der Kollagenproduk- tion [41, 70, 46]
Basic Fibroblast Growth Factor (bFGF)	Stimulierung der Angiogenese, Zellmigration und Fibroblastenproliferation (vor allem im intrinsischen Ge- webe) [46]

Tabelle 1.2: Einfluss der Wachstumsfaktoren auf die Gewebeheilung

Nach abgeschlossenem Heilungsprozess kann eine Annäherung an den Ausgangszustand der gesunden Sehne vor Verletzung erreicht werden. In der Realität werden die Regenerationsprozesse oftmals durch erneute Traumata unterbrochen, sodass in einem verletzten Gewebe unterschiedliche Heilungsstadien anzutreffen sind. So resultieren aus der meist unterbrochenen, nicht unterstützten Spontanheilung der Sehne schlecht verlinkte Kollagenfasern, die anfällig für neue Traumata sind [46, 35]. Immobilisierung führt sogar zur Steifheit, Schwäche und Abnahme der Dehnbarkeit. In vivo und in vitro Studien zeigen nach Immobilisierung eine Reduktion der Zellularität und des Kollagenfibrillen-Durchmessers, Abnahme der Cross-Links und der Gewebematrix und somit der Sehnenqualität [35, 43, 28]. Aufgrund minderer Stoffwechselfersorgung und meist unterbrochenen Reparaturphasen des Sehnengewebes haben es körpereigene Regenerationsmechanismen schwer, die Sehne mit guter Belastbarkeit wiederherzustellen.

Wenn die Erkrankung arbeitsbedingt ist, Schmerzen bei alltäglichen Bewegungen auftreten und zusätzlich die Ausübung von Freizeitaktivitäten negativ beeinflusst wird, kann das eine enorme Beeinträchtigung der Lebensqualität zur Folge haben. Vor allem der Übergang in eine chronische Erkrankung mit dauerhaften Beschwerden über drei Monate kann die tägliche Lebensgestaltung erheblich einschränken.

## **1.2 Behandlungskonzepte bei Epicondylitis humeri radialis**

Bei der Behandlung der Epicondylitis gibt es eine Vielzahl an bestehenden konservativen Therapiemöglichkeiten ohne etablierten, evidenzbasierten einheitlichen Standard. So finden abwartendes Verhalten, Orthesen, physiotherapeutische Bewegungs- und Dehnungsübungen, manuelle Therapie, physikalische Verfahren wie Laserapplikation und Stoßwellen- und Ultraschallbehandlungen Anwendung

[34, 6, 14]. Nach aktueller AWMF<sup>1</sup>-Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und orthopädische Chirurgie zur Epicondylopathia radialis humeri werden, neben physikalischen Therapien, Injektionstherapien mit Corticosteroiden und anschließender ein- bis zwei-wöchiger Ruhigstellung, auch Botulinumtoxin- und Lokalanästhetikainfiltrationen empfohlen [37]. Dabei sollte unter Ruhigstellung eine Vermeidung überlastender Ereignisse verstanden werden ohne komplette Immobilität [48]. Trotz zahlreicher Studien hat sich bisher allerdings kein wissenschaftlich fundiertes Therapiekonzept mit erfolgreichem Langzeiteffekt durchsetzen können. Die wesentlichen Resultate dieser Studien zeigen, dass durch verschiedene Therapiekonzepte mit “wait-and-see“-Therapie, physiotherapeutischen Dehnungsübungen, physikalischen Anwendungen oder Injektionstherapien nur mäßige Langzeiteffekte erzielbar sind. Dabei schneiden in diesen Studien vor allem die Patienten mit Stoffwechsel-inhibierenden Cortikosteroidinjektionen langfristig schlechter ab [6, 14, 62].

Ein gegensätzlicher Ansatz ist die gezielte Anwendung proliferativer, Stoffwechsel-aktivierender Verfahren. Ein relativ neues, erfolgversprechendes proliferatives Therapieverfahren scheint die Anwendung von Wachstumsfaktoren durch Injektion von Autologous Conditioned Plasma (ACP) zu sein [44, 53, 31]. Aber auch physikalische Interventionen, wie platzierte Laserapplikationen und punktuelle manual-therapeutische Maßnahmen, können proliferative Effekte erzielen.

### **1.3 Proliferative, autologe Therapieverfahren**

Autologe Wachstumsfaktorkonzentrate, wie ACP, auch bezeichnet als Platelet-rich plasma (PRP), werden in der Orthopädie und Sportmedizin vielfältig angewendet [4, 25]. Dabei können autologe Wachstumsfaktoren, welche in  $\alpha$ -Granula der Thrombozyten enthalten sind, durch Zentrifugation aus dem Blut gewonnen werden. Wachstumsfaktorkonzentrate, wie ACP, werden zur Unterstützung des

---

<sup>1</sup>Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e.V.

Knochenaufbaus [40, 59] , von Heilungsmechanismen bei Verletzungen des Bandapparates [47, 18, 3] sowie der Muskel- und Sehnenregeneration [21, 69, 58, 53, 44] eingesetzt.

Epicondylitispatienten profitieren dabei nachgewiesener Maßen vor allem bezüglich der Schmerzsymptomatik sowohl kurz-, als auch langfristig von Wachstumsfaktor-Injektionen [16, 53, 44, 45, 31, 63].

Ein bereits etabliertes, proliferatives Therapieverfahren ist die Applikation von Soft-Level-Laserstrahlen. Durch die Laser-Applikation können ebenfalls autologe Heilungsmechanismen induziert und beschleunigt werden [26, 17]. Laseremissionen bewirken auf zellulärer Ebene die Anregung der Wachstumsfaktorexpression [26], die Induktion der Fibroblastenproliferation [68, 66] sowie eine Steigerung der Kollagensynthese [17]. Zudem wurde in vielen Studien durch Laseranwendungen ein schmerzlindernder Effekt [13] und ein erfolgreicher Therapieverlauf bei lateraler Epicondylitis berichtet [61, 8].

Die Synthese oder Aktivität von endogenen Wachstumsfaktoren und der Ablauf regenerativer Prozesse kann auch durch exogene Stimuli angeregt werden [39]. So können gezielte, vorsichtige, repetitive Dehnungsübungen den Gewebemetabolismus anregen, die Kollagenausrichtung und so die Remodellierung unterstützen [39, 46]. Durch gezielte manualtherapeutische Techniken und Dehnungsübungen als exogene Stimuli ist daher eine Translation in biologische Aktivität möglich.

Das Ziel proliferativer Therapieansätze ist die Unterstützung der körpereigenen Heilungskapazitäten und Proliferationsprozesse während der Regenerationsphasen und darüber hinaus, um möglichst eine Rückkehr in den Grundzustand vor Verletzung mit optimaler Gewebelastbarkeit und -qualität zu erzielen. Ein multimodales Behandlungskonzept, durch welches körpereigene Regenerationsmechanismen induziert und gefördert werden, könnte der Schlüssel zu einer optimalen Therapie der Epicondylitis humeri radialis sein. Das Ziel dabei sollte die Wiederherstellung von starkem, funktionell belastbarem, gesundem Muskel- und Sehnenewebe sein. Dabei ist die Anwendung von autologen Wachstumsfaktoren wie PRP sehr

erfolgsversprechend, aber aufgrund mangelnder Evidenz auch umstritten [42, 2]. Somit wird der Vergleich mit etablierten proliferativen Verfahren bei einzelnen Krankheitsentitäten wie der Epicondylopathie motiviert. Gezielte Studien sind eine Voraussetzung für die Entwicklung von einheitlichen Therapieschemata und die Optimierung von bestehenden Behandlungskonzepten.

Das Anliegen dieser Studie ist es, die klinischen Effekte bei chronischer Epicondylitis humeri radialis durch die Anwendung proliferativer Therapien zu vergleichen. Dabei wurden neben klinischen Parametern wie Schmerzstärke und Bewegungsausmaß, Einschränkungen durch die Erkrankung im Alltag, bei Freizeitaktivitäten und bei der Berufsausübung mit spezifischen Fragebögen (siehe Appendix B, F) ermittelt. Es sollte durch zusätzliche Anwendung eines patientenadaptierten, physiotherapeutischen Behandlungskonzeptes die Notwendigkeit multimodaler Therapien für ein erfolgreiches Behandlungsergebnis hervorgehoben werden. Zudem sollte ein klares Therapiekonzept erarbeitet werden, welches zur Optimierung der bereits bestehenden Behandlungsvariationen beitragen kann. Die Hypothese hierbei war, dass ACP-Injektionen bei der Epicondylitis humeri radialis ebenso effektiv sind wie die bereits etablierte Lasertherapie.

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Zusammenstellung der Patienten

Für diese prospektive Therapiestudie wurden 61 Patienten mit chronischer Epicondylitis humeri radialis aus der Ambulanz der Orthopädischen Universitätsklinik Magdeburg ausgewählt. Alle Patienten wurden aufgrund von therapieresistenter, mindestens seit drei Monaten diagnostizierter Epicondylitis humeri radialis in die Ambulanz der Orthopädischen Universitätsklinik überwiesen. Die Rekrutierung der Patienten erfolgte im Zeitraum zwischen März 2011 und Juli 2012. Für die Studienteilnahme mussten folgende, vorher festgelegte Kriterien erfüllt sein:

#### **Einschlusskriterien**

- klinisch diagnostizierte Epicondylitis humeri radialis
- mindestens 3 Monate therapieresistente Beschwerden mit frustraner, physiotherapeutischer und schmerztherapeutischer Vorbehandlung (Dehnung, Kräftigung, Manuelle Therapie, Ultraschall, Nichtsteroidale Antirheumatika (NSAR), Unterarmorthese)
- Wohnort in Magdeburg oder der näheren Umgebung

#### **Ausschlusskriterien**

- lokale Injektionen (Corticosteroide, Lokalanästhetika) innerhalb der letzten 3 Monate
- erfolgte Laserbehandlung am betroffenen Epicondylus
- regelmäßige Schmerzmitteleinnahme

- Hinweis auf gestörte Schmerzverarbeitung oder psychosomatisches Grundleiden
- Alter < 18 Jahre
- Hinweis auf Rentenbegehren
- degenerative Erkrankungen des Ellenbogengelenkes (Arthrosen) oder bereits erfolgte operative Eingriffe am betroffenen Ellenbogengelenk
- systemisch-entzündliche Erkrankungen, wie Rheumatoide Arthritis oder Morbus Bechterew
- hämato-onkologische Erkrankungen mit niedriger Thrombozytenzahl wie Leukämien, Myelodysplastische Syndrome, maligne Lymphome, Anämien
- bestehende Infektionskrankheiten

## **Patientenallokation**

In einer speziell für Epicondylitis-Patienten eingerichteten Sprechzeit, montags von 14.00 bis 16.00 Uhr, erfolgte im Zeitraum zwischen März 2011 und Juli 2013 die Aufnahme, Zuteilung und Evaluation der Patienten. Die Rekrutierung der Patienten mit ausführlicher Anamnese, klinischer Untersuchung und die folgenden Nachkontrollen wurden immer von den gleichen Personen durchgeführt und dokumentiert (siehe Appendix A, B). Die Patienten wurden sequentiell in zwei Therapiegruppen eingeteilt. Die Zuteilung erfolgte dabei nach Anmeldung und Aufnahme in der orthopädischen Ambulanz abwechselnd in die jeweilige Therapiegruppe. Um eine angemessene Compliance zu gewährleisten, wurden hierbei Angst vor Blutabnahmen oder Injektionen, negative Einstellung zu physikalischen Behandlungsmaßnahmen, sowie frustrane Therapieerlebnisse mit Injektions- oder physiotherapeutischen Behandlungen erfragt und berücksichtigt.

Alle Patienten erhielten eine Aufklärung über die Teilnahme an einer klinischen Studie, den jeweiligen Therapieaufwand, den Nachbeobachtungszeiträumen von zwei Monaten, sechs Monaten und von einem Jahr sowie die Verwendung und Veröffentlichung gewonnener Daten (siehe Appendix C, D). Ein positives Ethikvotum der Ethik-Kommission der Otto-von-Guericke-Universität an der Medizinischen Fakultät und am Universitätsklinikum A.ö.R. lag vor (Registraturnummer 95/12).

## **2.2 Therapieverfahren**

Nach der gruppenspezifischen Behandlung in den ersten zwei Monaten, erfolgte für alle Patienten eine standardisierte physiotherapeutische Nachbehandlung. Die Therapie mit ACP wurde in der Epicondylitis-Sprechstunde der Ambulanz der Orthopädischen Universitätsklinik durchgeführt. Für die Durchführung der Lasertherapie und für die standardisierte Nachbehandlung aller Patienten waren zwei physiotherapeutische Einrichtungen zuständig. Das Studienprotokoll und der genaue Therapieablauf (Appendix E) wurden allen involvierten Physiotherapeuten ausführlich erläutert.

Zudem erfolgte eine Gegenüberstellung der Kosten beider Therapieverfahren. Erfasst wurden dabei die anfallenden Kosten als Individuelle Gesundheitsleistung (IGel) auf Basis der Gebührenordnung für Ärzte (GOÄ) [11] und der Haustarife des Universitätsklinikums Magdeburg.

### **Therapie mit Autologous Conditioned Plasma**

Für die Präparation von ACP (Abbildung 2.1) wurden 10 *ml* Blut aus einer Vene im Bereich der Fossa cubitalis mit einer 21 Gauge Butterfly-Nadel abgenommen und in eine Doppel-Lumenspritze (Arthrex ACP™ Double Syringe, Arthrex Inc. Naples, FL 34108-1945, USA) aufgezogen.

Die Doppel-Lumenspritze wurde mit einer Kappe verschlossen und bei 1500 Umdrehungen pro Minute für fünf Minuten zentrifugiert. Danach wurde die Spritze

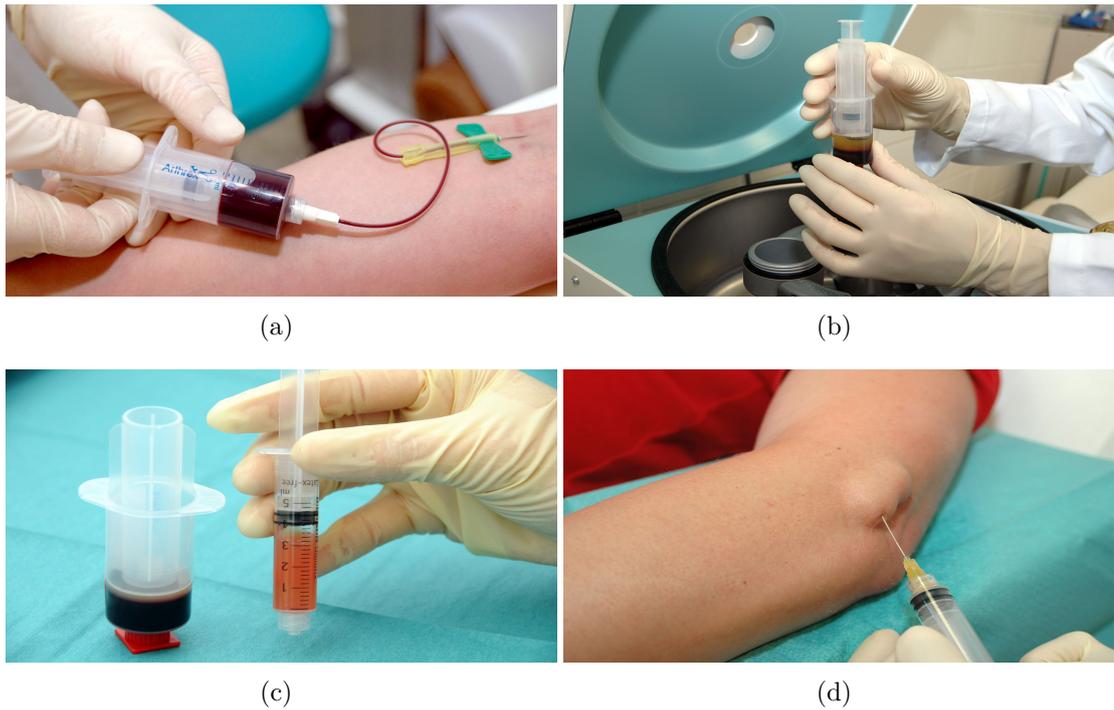


Abbildung 2.1: Durchführung der ACP-Therapie: Für die Präparation von ACP werden  $10\text{ ml}$  Blut aus einer Armvene entnommen (a), bei  $1500\text{ U/min}$  in einer speziellen Doppel-Lumenspritze zentrifugiert (b) und der helle, wachstumsfaktorreiche Überstand in die innen liegende Spritze aufgezogen (c), damit die intraläsionale ACP-Injektion erfolgen kann (d).

in aufrechter Position aus der Zentrifuge entnommen, damit sich das thrombozytenreiche Plasma und die roten Blutbestandteile nicht mischen. Der Überstand mit  $3\text{--}5\text{ ml}$  ACP konnte nun von der größeren, äußeren Spritze in die kleine, innen liegende Spritze aufgezogen werden. Für die intraläsionale ACP-Injektion wurde eine Einmalkanüle ( $25\text{ G} \times 1/2, 0,5 \times 40\text{ mm}$ ) verwendet. Die Injektion des autologen Plasmas erfolgte zuerst subfaszial im Bereich des Caput commune der Extensoren mit weiterer intraläsionaler Verteilung durch zweimalige, fächerförmige Quaddelung.

Es wurden drei ACP-Injektionen im Abstand von jeweils sieben Tagen durchgeführt. Nach jeder Injektion wurden die Patienten angehalten, für 24 Stunden größere Belastungen des betroffenen Armes zu vermeiden. Außerdem sollten für sechs bis acht Wochen Beschwerde auslösende Aktivitäten, wie Rückschlagsportar-

ten (z.B. Tennis, Badminton), reduziert werden. Die Patienten wurden angewiesen, die sportliche Aktivität zwar weiterzuführen, aber vorübergehend die Frequenz und Intensität zu senken.

## **Therapie mit Soft-Level-Laser**

Die Behandlung mit dem Soft-Level-Lasergerät (Abbildung 2.2) erfolgte mit einem Gallium-Arsenid-Infrarotlaser (Geräteserie BTL 5000, Infrarote Sonde - konvergent, ©BTL, BTL MEDIZINTECHNIK GmbH, Rgr. Ulm) mit einer Wellenlänge von  $830\text{ nm}$  und einer Dosis von  $7\text{ J/cm}^2$ , wie auch von Bjordal [7] empfohlen.

Vor Therapiebeginn bekamen Patient und Therapeut Schutzbrillen für den speziellen Wellenlängenbereich, um Verletzungen der Netzhaut zu vermeiden.

In den ersten fünf Minuten einer Sitzung erfolgte die Laserapplikation mit konstanter Bestrahlung. In den folgenden fünf Minuten wurde gepulst mit einer Frequenz von  $10\text{ Hz}$  bestrahlt.

Dabei wird der Applikator  $1\text{ cm}$  über der Haut des lateralen Epicondylus mit gleichmäßig kreisenden Bewegungen geführt (Abbildung 2.2).

Im Anschluss an jede Behandlung erfolgten manualtherapeutische Techniken im Bereich der jeweiligen Schmerzpunkte (meistens am Ursprung der Extensorengruppe), wie fasziales Ausstreichen und Triggerpunktbehandlungen zur unterstützenden Stoffwechselaktivierung (Abbildung 2.2).

Es wurden 12 Laserbehandlungen mit zwei Therapiesitzungen pro Woche durchgeführt. Die Patienten wurden ebenfalls angewiesen, 24 Stunden nach der Therapie größere Belastungen des betroffenen Armes zu vermeiden sowie die Intensität von Beschwerde provozierenden Aktivitäten, wie die Ausübung von Rückschlagsportarten, für die nächsten sechs bis acht Wochen zu reduzieren.

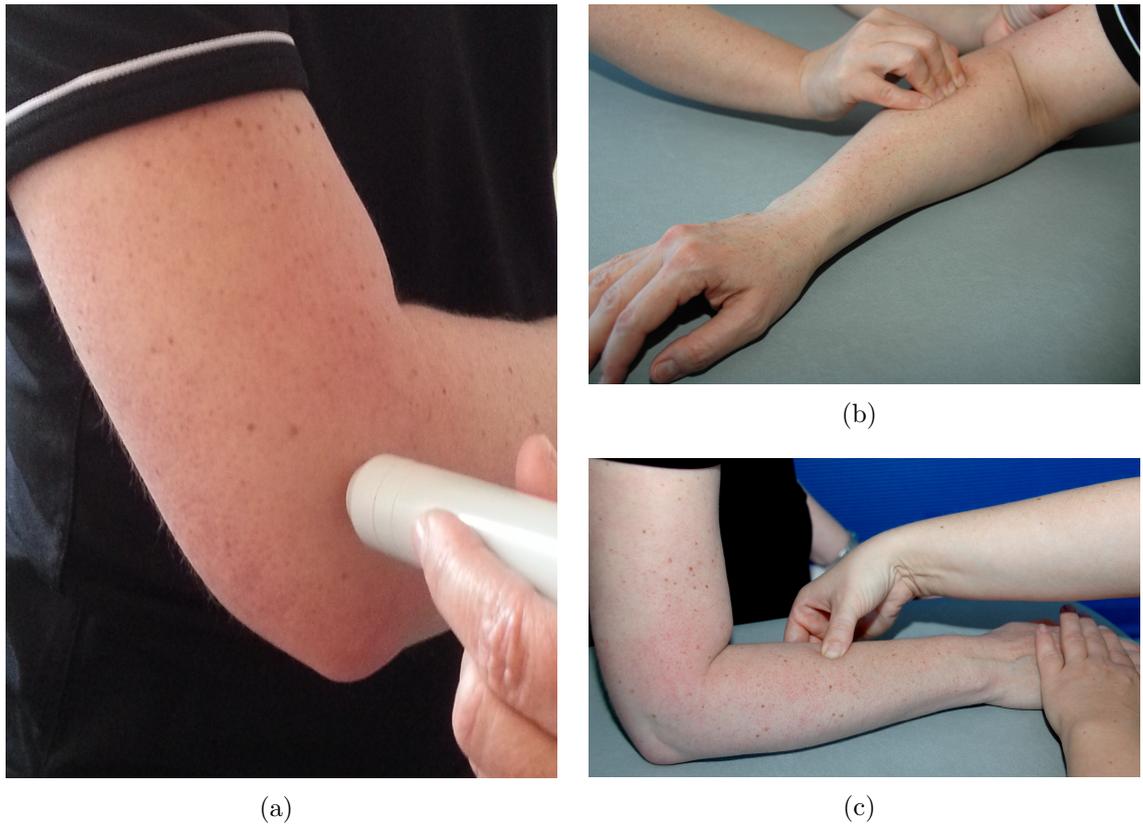


Abbildung 2.2: Lasertherapie mit anschließender Querfriktion und Triggerpunktbehandlung: Die Laserapplikation erfolgt im Abstand von 1 *cm* über dem Bereich der Insertion der betroffenen Extensorensehnen am Epicondylus (a), durch fasziales Ausstreichen der Mm. extensor digitorum wird eine zusätzliche Stoffwechselaktivierung durch Hyperämisierung erreicht (b) und durch Triggerpunktbehandlung können Schmerzpunkte gelöscht werden (c).

### **Physiotherapeutische Nachbehandlung**

Alle Patienten erhielten acht Wochen nach dem jeweiligen Therapiebeginn eine standardisierte physiotherapeutische Nachbehandlung mit 12 Sitzungen. Die Therapeuten orientierten sich hier an einem Therapieprotokoll (Appendix E), das in Zusammenarbeit zwischen Ärzten und Physiotherapeuten eigens für diese Studie erarbeitet wurde. Neben genauer Detektion der Funktionalität des Ellenbogengelenkes und der Unterarmmuskulatur, wurden die Halswirbelsäule, die Schulter-/Nackermuskulatur und die Schultergelenke in die Analyse der

Beschwerde verursachenden Strukturen mit einbezogen. Es sollte auf Halswirbelsäulenbeschwerden im Bereich C5/C6 und C6/C7 geachtet werden, da in diesem Bereich die nervale Versorgung der Extensoren ihren Ursprung hat. Unbehandelte funktionelle Störungen in diesen Bereichen können so den Therapieverlauf negativ beeinflussen [32, 24].

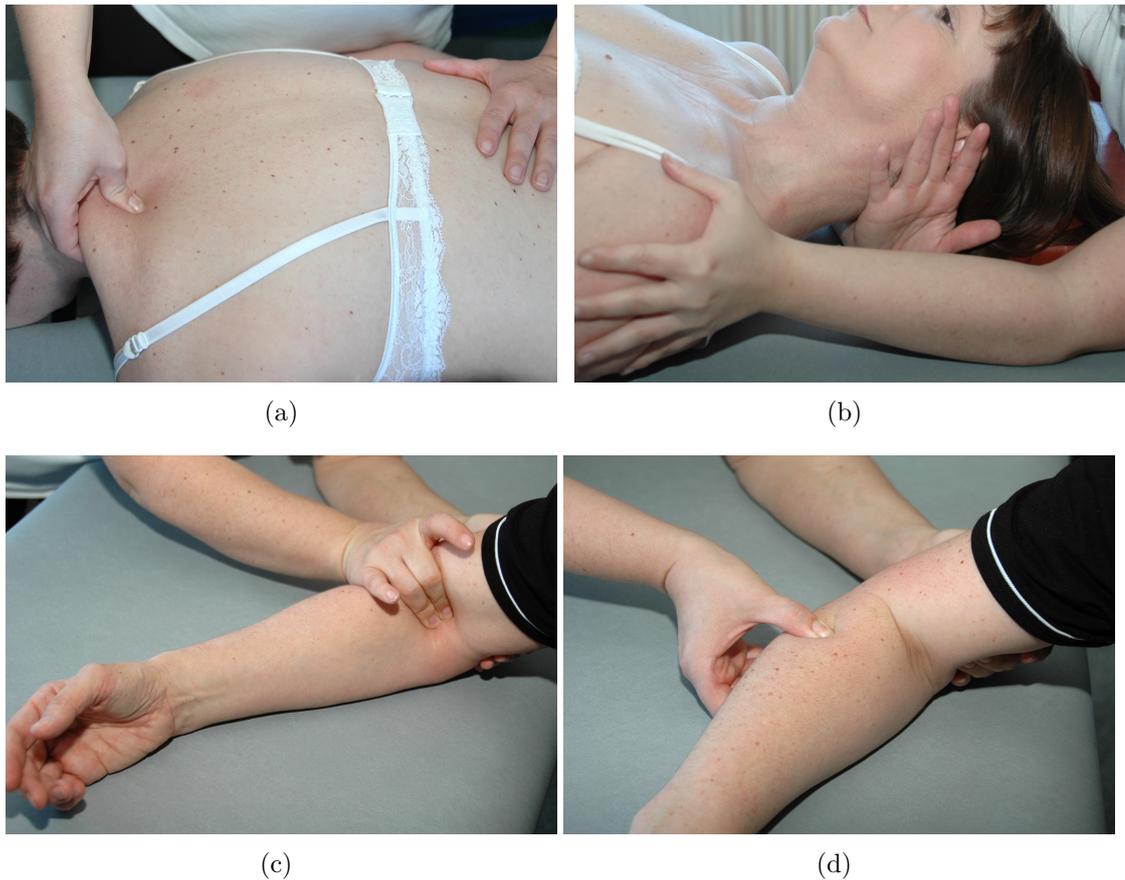


Abbildung 2.3: Physiotherapeutische Nachbehandlung: Behandlung von Nackenschmerzen und Muskelhartspannung durch Tiefenmassage des M. trapezius nach Marnitz (a), sowie durch Dehnung des M. trapezius Pars descendens (b). Querfriktionen nach Cyriax zur Schmerzlinderung und Mobilisierung im Bereich des Muskelbauches des M. brachioradialis (c) und der Mm. carpi radialis longus et brevis (d).

Zur Hyperämisierung und Detonisierung wurden lokale Querfriktionen sowie fasziales Ausstreichen mit Quermassage im Bereich der betroffenen Strukturen und Schmerzpunkte angewendet. Bei Muskelhartspannung im Nackenbereich wurde die

Marnitz-Therapie durchgeführt mit gezielter Tiefenmassage in vorher palperten Schmerzschlüsselzonen [24, S.168] (Abbildung 2.3a). Für die lokale Schmerzbehandlung und Tonussenkung der Unterarmextensoren erfolgten Querfriktionen nach Cyriax meist insertionsnah der Mm. carpi radialis longus et brevis (Abbildung 2.3c). Der Arm des Patienten wird dabei entspannt in 45° Flexion/Abduktion des Oberarmes mit leichter Ellenbogengelenksflexion auf der Therapieliege positioniert [64].

Zur Verbesserung der Funktionalität und der Beweglichkeit kamen Bewegungsübungen der Gelenke und Muskeldehntechniken zur Anwendung (Abbildung 2.4).

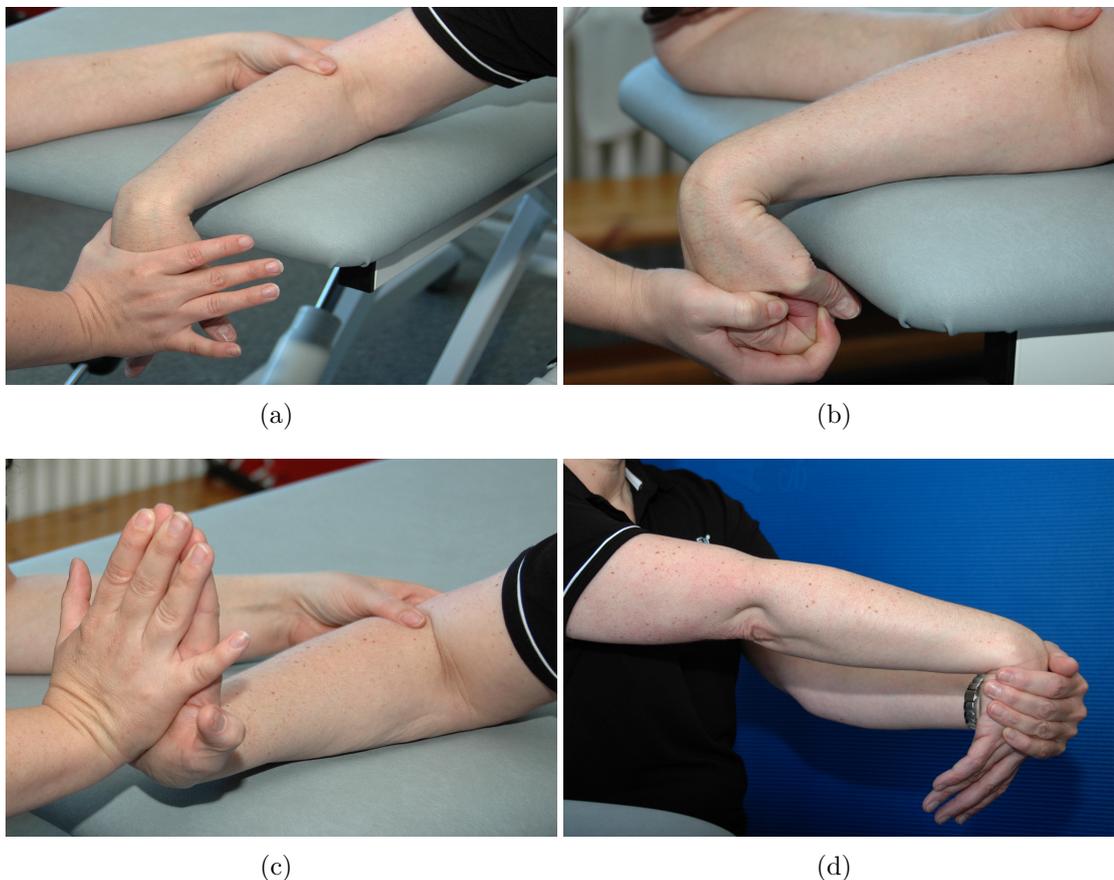


Abbildung 2.4: Dehnungsübungen: Dehnung der Mm. extensor carpi radialis longus et brevis (a), des M. extensor digitorum (b), sowie der antagonistischen Unterarmflexoren (c). Selbständige Dehnung der Unterarmextensoren (d).

Für die Muskeldehnung wurde nach passiver Vordehnung der entsprechende

Muskel isometrisch angespannt und nachfolgend postisometrisch gedehnt. Die Anspannungsphase wurde mit geringer, nicht schmerzauslösender Anspannungsstärke für 10-20 Sekunden gehalten, um einen größeren Entspannungseffekt zu erzielen [5, S.252]. Dabei erfolgt die postisometrische Nachdehnung in der Expirationsphase des Patienten und wird für 10 Sekunden gehalten. Für die Dehnung der Mm. extensor carpi radialis longus et brevis wird bei entspannt liegendem, ausgestrecktem Arm des Patienten das Handgelenk in Ulnarabduktion und Palmarflexion geführt und in Richtung Dorsalextension und Radialabduktion angespannt. Die Dehnung erfolgt nun durch Extension im Ellenbogengelenk. Für die Dehnung des M. extensor digitorum liegt der Unterarm proniert mit Palmarflexion des Handgelenkes und Flexion der Fingergelenke. Die isometrische Anspannung erfolgt in Richtung Dorsalextension des Handgelenkes mit Dehnung über nachfolgender Palmarflexion (Abbildung 2.4a,b).

Des Weiteren wurden die Unterarmflexoren zum Ausgleich und zur Prophylaxe muskulärer Dysbalancen manualtherapeutisch mitbehandelt. Danach wurden den Patienten Übungen zur Eigendehnung gezeigt (Abbildung 2.4d).

Sie wurden instruiert, selbstständige Dehnungsübungen einmal pro Tag mit mindestens zehn Wiederholungen durchzuführen. Es wurde ebenfalls angeraten, für die Dehnungsübungen einen feucht-warmen Handtuchwickel ("heiße Rolle") anzuwenden um den Stoffwechsel zusätzlich anzuregen. Prophylaktische Empfehlungen für den Alltag wie Haltungskorrektur am sitzenden Arbeitsplatz, Pausen bei stereotypen Bewegungen sowie Vermeidung überlastender Aktivitäten, wurden ebenfalls mitgegeben.

Nach den ersten Therapiesitzungen mit Beschwerdebesserung wurde mit Trophiktraining der Muskulatur begonnen. Für die Muskelkräftigung erfolgten patientenadaptierte, statische und dynamische Übungen mit Steigerung des Widerstandes in nachfolgenden Sitzungen. Dabei kamen Streckübungen mit dem Handgelenktrainer mit einstellbaren Widerständen zur Leistungssteigerung, Greifübungen mit dem



(a)

(b)



(c)

(d)

Abbildung 2.5: Trophiktraining der Muskulatur: Trophiktraining durch Streckübungen mit dem Handgelenkstrainer (a), Greifübungen mit dem Digi-Flex<sup>®</sup>-Fingertrainer (b), Übung mit dem Pezziball (c), sowie Training am Seilzug (d).

Digi-Flex-Handtrainer (Digi-Flex<sup>®</sup> IMC Products Corp., Westbury, NY 11590 USA), Übungen am Seilzug und Übungen mit dem Pezziball zur Anwendung (Abbildung 2.5).

Um zusätzlich den Haltungsapparat und das Koordinationsvermögen zu schulen, wurde auf einer weichen Unterlage und auf dem Posturomed<sup>®</sup>-Brett trainiert (Appendix E). Im fortgeschrittenen Therapieverlauf wurden außerdem sportartenspezifische Übungen durchgeführt um spezielle Bewegungsabläufe zu schulen und zur Prophylaxe typischer, sportspezifischer Verletzungen.

## 2.3 Erfasste Parameter

Sowohl bei der Erstvorstellung, als auch bei den Nachkontrollen der Patienten erfolgte eine klinische Untersuchung des Ellenbogengelenkes sowie eine Erfassung der Schmerzstärke mittels Visueller Analogskala (VAS)-Werte und der Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH)-Werte mit dem DASH-Fragebogen (Appendix F) für den Einfluss der Beschwerden im Alltag, im Beruf und bei Freizeitaktivitäten. Zusätzlich wurden die Händigkeit der Patienten und konkrete Berufs- und Freizeitaktivitäten in einem Fragebogen erfasst (Appendix A). Außerdem erfolgte nach sechs Monaten und zum Follow-up eine Erfragung und Dokumentation von erfolgten Zusatzbehandlungen außerhalb des Studienprotokolls wie NSAR-Einnahme, oder zusätzliche therapeutische Maßnahmen, die durch externe Ärzte verordnet wurden.

### Klinische Untersuchung des Ellenbogens

Es wurde bei der klinischen Untersuchung des Ellenbogengelenkes im Rahmen der Erstvorstellung eine genaue Inspektion des Gelenkes mit den knöchernen Bezugspunkten durchgeführt sowie auf Armachsenfehler, Stellungsanomalien und auf lokalisierte Schwellungen geachtet. Bei Verdacht auf Inkongruenz der knöchernen Bezugspunkte, wie beispielsweise ein gestörtes Hueter-Dreieck, erfolgte eine röntgenologische Abklärung. Die Epicondylen wurden palpiert und auf Druckschmerz getestet, sowie positive Triggerpunkte im Bereich der Extensorengruppe, des M. brachioradialis und des M. biceps brachii erfasst. Spezielle Funktionstests, wie der Thomson-Test und der Cozen-Test mit Dorsalextension der geschlossenen Faust gegen Widerstand sowie die Extension des Mittelfingers gegen Widerstand [34, 10, p. 166] wurden ebenfalls durchgeführt. Der Bewegungsumfang des Ellenbogengelenkes wurde mit der Neutral-Null-Methode für Flexions-/Extensions- und Pronations-/Supinationsbewegungen ermittelt. Dabei wurde besonders auf Extensionseinschränkungen geachtet, da Streckhemmungen Ausdruck von schwerwiegenden

motorischen Dysfunktionen sein können. Extensionseinschränkungen wurden extra vermerkt und Streckhemmung mit der Ziffer 1 und keine Extensionslimitierungen mit 0 gekennzeichnet.

Die klinische Evaluierung zu den Nachkontrollen erfolgte nach gleichem Schema mit Dokumentation auf einem für die Studie angefertigten Untersuchungsbogen (Appendix B). Zudem wurden zu jedem Untersuchungszeitpunkt zusätzliche therapeutische Maßnahmen, wie Schmerzmedikation, Epicondylitisbandagen und zusätzliche physiotherapeutische Behandlungen, erfragt und dokumentiert. Die ermittelten Streckdefizite und die Zusatztherapien wurden als sekundäre Endpunkte in der Auswertung berücksichtigt.

### **Die visuelle Analogskala (VAS) zur Bewertung der Schmerzstärke**

Die Erfassung der subjektiven Empfindung der Schmerzintensität erfolgte mit der VAS. Dabei wurden Skalenniveaus von 0 für "keine Schmerzen" bis 10 für "stärkste Schmerzen" vorgegeben.

### **Der DASH-Fragebogen (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand)**

Für die Erfassung der subjektiven Beeinträchtigungen der Patienten im täglichen Leben, während der Berufsausübung und bei Freizeitaktivitäten musste zu jeder Vorstellung ein DASH-Fragebogen ausgefüllt werden. Dabei wurde die deutsche Übersetzung des DASH-Scores von Germann et al. von 1999 [30] in der validierten Version 2.0 [29] (Appendix F) verwendet.

Der DASH-Fragebogen setzt sich aus drei Teilen zusammen, in denen der jeweilige Beeinträchtigungsgrad auf einer Skala von 1-5 Punkten (1 - für "keine Schwierigkeiten", 5 - für "stärkste Schwierigkeiten") angegeben werden muss. Im ersten Teil werden durch 30 Fragen der Gesundheitszustand, die Lebensqualität und

die funktionelle Beeinträchtigung des Patienten im Alltag erfasst. Der zweite und dritte Teil mit jeweils vier Fragen erfragt Beeinträchtigungen im Berufsleben und Schwierigkeiten bei der Ausübung von Freizeitaktivitäten. Alle Teile wurden separat ausgewertet, da einige Patienten nicht berufstätig waren oder keiner sportlichen, beziehungsweise musikalischen Aktivität nachgingen.

Für die Auswertung der Fragebögen wurden die Antwortpunkte zu einem Rohwert summiert. Mit Hilfe der DASH-Auswertungsformel wurden die Rohwerte in DASH-Werte auf einer Skala von 0-100 konvertiert. Der Wert von 0 steht für keine Einschränkungen und der Wert von 100 für starke Funktionsbeeinträchtigungen.

Die Berechnung der DASH-Werte erfolgte nach folgenden Formeln:

**Teil 1:**

$$\frac{(\text{Rohwert} - 30)}{1,2} = \text{DASH-Wert (0 - 100)}$$

**Teil 2 und 3:**

$$\frac{(\text{Rohwert} - 4)}{1,6} = \text{DASH-Wert Sport/Musik (0 - 100)}$$

## **Berufstätigkeit und Freizeitaktivitäten**

In einem Fragebogen erfolgte die Ermittlung der jeweiligen Berufe und spezieller Freizeitaktivitäten (Appendix A). Danach konnten Patienten mit repetitiver, die Extensoren beanspruchender Berufstätigkeit und einem erhöhten Epicondylitisrisiko herausgefiltert werden. Es erfolgte eine Einteilung in Berufe mit normaler Beanspruchung der Extensoren und Berufe mit hoher Beanspruchung der Extensoren.

Berufe mit hohem Epicondylitisrisiko nach [50, 52, 55] wären:

- Büroarbeiter mit PC-Arbeitsplatz wie Sekretärinnen, Sachbearbeiter, Software-Entwickler

- Handwerkliche Berufe und Berufe mit hoher Belastung der oberen Extremität wie Heizungsmonteure, Schlosser, Elektriker, sowie Sport-/ Fitnesstrainer
- Arbeiter in der Lebensmittelindustrie, wie Fleischer, Verkäuferinnen
- Fabrikarbeiter wie Fließbandarbeiter, Packer
- Krankenschwestern in der Patientenversorgung

Des Weiteren wurde eine Einteilung nach Sportaktivitäten mit besonderem Risiko für Epicondylitis humeri radialis vorgenommen. Zu den Risikosportarten zählen nach [12, 22]:

- Rückschlagsportarten wie Tennis, Badminton, Squash
- Sportarten mit repetitiven Überkopfbewegungen wie Handball, Volleyball, Golf

## 2.4 Statistische Auswertung

Für die Verwaltung der Daten und für die Erstellung von Diagrammen wurde die Tabellenkalkulationssoftware Excel (Microsoft Office Excel 2010, Microsoft Corporation, Redmond, USA) verwendet. Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit dem Statistikprogramm SPSS (IBM SPSS Statistics 21). Es wurden die Mittelwerte der erfassten Parameter gruppenspezifisch zu den jeweiligen Zeitpunkten mit Standardabweichung ermittelt und in Tabellen gegenübergestellt. Die Irrtumswahrscheinlichkeit  $p$  wurde für ein signifikantes Ergebnis kleiner 5% gewählt ( $p < 0,05$ ).

Für die Auswertung von mehrkategorialen, abhängigen Variablen, wie der Beweglichkeit, sowie der VAS und der DASH-Werte der jeweiligen Gruppen im Zeitverlauf wurde eine mehrfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung (Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)) durchgeführt. Bei Verletzung der Voraussetzung der Zirkularität wurden die Freiheitsgrade der Signifikanzprüfung

korrigiert. Dabei werden Korrekturverfahren verwendet, die Zähler und Nennerfreiheitsgrade mit dem Faktor  $\varepsilon$  multiplizieren [54, S.110-111]. Es wurde das Korrekturverfahren nach Greenhouse-Geisser angewandt mit  $\varepsilon = 1/(p-1)$  [54, S.111]. Die Differenzen zwischen den beiden Therapiegruppen hinsichtlich des Geschlechts, der betroffenen Hand, der Extensionsdefizite, zusätzlicher Therapiemaßnahmen sowie der beruflichen und sportlichen Belastung wurden mit Hilfe von  $\chi^2$ -Tests zur Klassifizierung zweier dichotomer Merkmale analysiert. Dabei werden zur Klassifizierung 2x2-Kontingenztabellen erstellt [9, S.137]. Bei erwarteten Häufigkeiten  $< 5$  wurde mit dem exakten Test nach Fischer (Fischer-Yates-Test) [9, S.141] korrigiert. Die Untersuchung einer Veränderung der Extensionshemmung vor und nach Therapie sowie im Zeitverlauf erfolgte mittels GLIMMIX Prozedur mit der SAS Software Version 9.2 (Statistical Analysis System Institute Inc., Cary, North Carolina, USA).

Für die Vergleiche von Score-Mittelwerten zu einem bestimmten Zeitpunkt sowie des Alters der Patienten wurde der  $t$ -Test für unabhängige Stichproben verwendet. Der  $t$ -Test ist ein parametrisches Verfahren zur Überprüfung einer aufgestellten Hypothese, indem systematische, standardisierte Mittelwertsdifferenzen ( $t$ -Werte) ermittelt werden [9, pp.117]. Die Nullhypothese ( $H_0$ ) wurde dadurch definiert, dass sich die Differenzen der Mittelwerte nicht unterscheiden. Eine Ablehnung der  $H_0$  erfolgt, wenn der  $p$ -Wert unter dem vorher festgelegten Signifikanzniveau ist. Des Weiteren wurde die Einteilung der Patienten nach Therapieerfolg und Misserfolg vorgenommen. In einer Studie von Jensen et al. [36] wurden 27,9 % Besserung durch eine Behandlung auf einer Zehn-Punkteskala als klinisch bedeutsamer Effekt für chronische Schmerzpatienten beschrieben. Zudem ist nachgewiesen, dass eine Beschwerdebesserung von 30-33 % der angegebenen Skalenwerte, im Vergleich zu den Werten vor einer Behandlung, eine signifikante Verbesserung für den Patienten bedeutet [51, 57]. In dieser Studie wurde daher ein Benefit von mindestens 30 % Verbesserung der VAS-Werte im Verhältnis zum Ausgangswert festgelegt und als Therapieerfolg definiert. Beim DASH-Score wurde eine Verbesserung der

Scorewerte um mindestens 10,2 Punkte während einer Behandlung als minimale, klinisch-relevante Differenz ermittelt [56]. Für die Einschätzung einer erfolgreichen Behandlung wurde in dieser Arbeit eine Besserung des DASH-Scores um mindestens 10,2 Punkte im Vergleich zum Ausgangswert definiert.

# 3 Ergebnisse

## 3.1 Patientencharakteristik bis zum Follow-up

Von März 2011 bis Juli 2012 wurden Patienten zur Studienteilnahme aufgenommen.

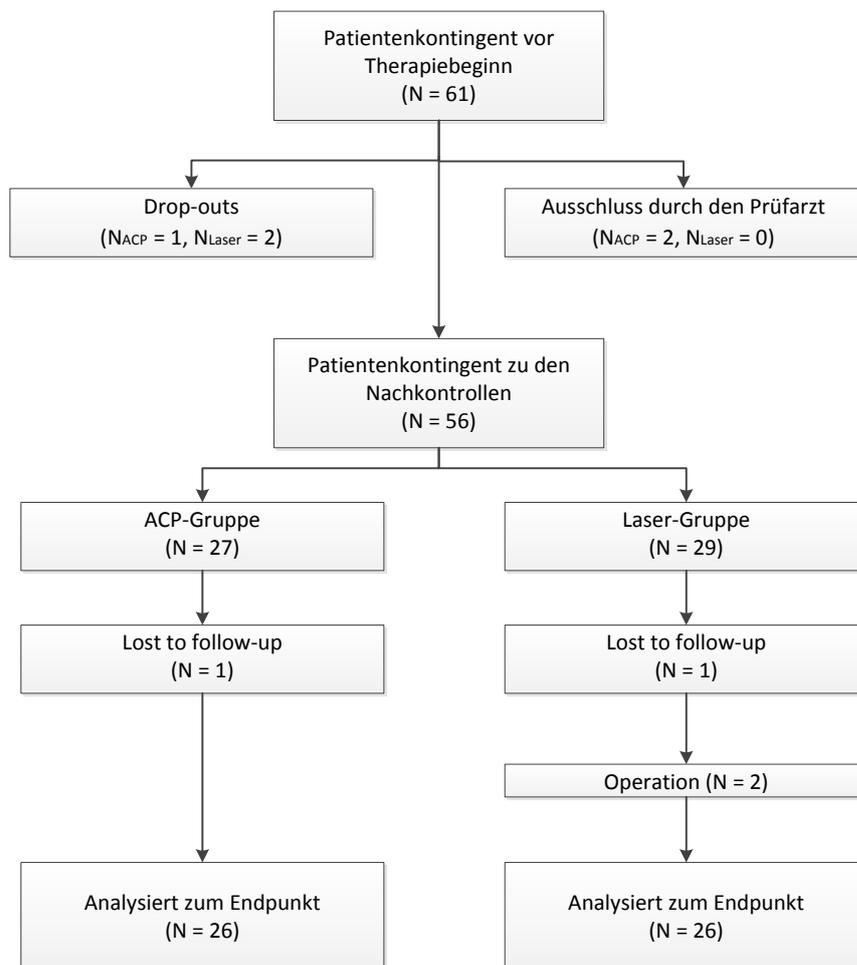


Abbildung 3.1: Patientenentwicklung bis zum Follow-up

Davon waren fünf Drop-outs aufgrund fehlerhaften Einschlusses und zwei “Lost-to-follow-up-Patienten“, welche zu den Nachkontrollen nicht mehr erschienen sind

(Abbildung 3.1). Zwei weitere Patienten der Lasergruppe wurden ebenfalls aus den Analysen ausgeschlossen, da sich beide nach sechs Monaten für eine operative Behandlung der Epicondylitis entschieden. Insgesamt konnten 52 Patientendaten vollständig evaluiert und analysiert werden.

### 3.2 Soziodemografische und klinische Basiswerte

Die soziodemografischen und klinischen Basiswerte sind in Tabelle 3.1 dargestellt. Soziodemografische Unterschiede zwischen den beiden Gruppen hinsichtlich des Alters, des Geschlechts, sowie der Ausübung von Berufen beziehungsweise Sportarten mit besonderem Risiko für Epicondylitis humeri radialis lagen nicht vor ( $t$ -Test, sowie  $\chi^2 - Test$ ,  $p > 0,05$ ). Die Analysen der klinischen Basisparameter zeigten keine signifikante Differenz zwischen ACP- und Lasergruppe bezüglich bestehender Extensionshemmungen, Anwendung zusätzlicher Therapiemaßnahmen und der betroffenen Handseite. Dabei war bei beiden Gruppen zu über 88 % der dominante Arm betroffen.

<b>Basiswerte</b>	<b>ACP (Anzahl <math>n</math> (%))</b>	<b>Laser (<math>n</math> (%))</b>	<b>p-Wert</b>
Geschlecht, w/m	14 (53,8) / 12 (46,2)	17 (65,4) / 9 (34,6)	0,40
Dominante Hand	23 (88,5)	24 (92,3)	1,00
Risikoberuf	15 (57,7)	15 (57,7)	1,00
Risikosportart	6 (23,1)	8 (30,8)	0,53
Extensionshemmung	8 (30,8)	12 (46,2)	0,25
Zusatztherapien	9 (34,6)	11 (42,3)	0,57
Therapieerfolg	19 (73,1)	14 (53,8)	0,15
<b>Basiswerte</b>	<b>ACP (<math>\bar{x} \pm SD</math>)</b>	<b>Laser (<math>\bar{x} \pm SD</math>)</b>	<b>p-Wert</b>
Alter	51,54 $\pm$ 10,44	53,12 $\pm$ 12,71	0,63
VAS	3,35 $\pm$ 1,47	4,41 $\pm$ 1,61	0,02
DASH	27,89 $\pm$ 18,10	35,39 $\pm$ 16,96	0,13
DASH-Beruf	26,99 $\pm$ 24,88	21,55 $\pm$ 23,95	0,38
DASH-Sport	42,68 $\pm$ 20,36	40,95 $\pm$ 19,46	0,81

Tabelle 3.1: Soziodemografische und klinische Basiswerte

## Alter und Geschlechtsverteilung der Patienten

Das durchschnittliche Alter der Patienten bei Erstuntersuchung betrug 52,3 Jahre. Dabei waren der jüngste Patient 31 Jahre und der älteste Patient 75 Jahre alt. Das Patientenkollektiv bestand aus 31 Frauen (59 %) und 21 Männern (40,4 %). Die Altersverteilung wurde nach Geschlechtern getrennt und in Gruppen von 10 Jahren eingeteilt (Abbildung 3.2).

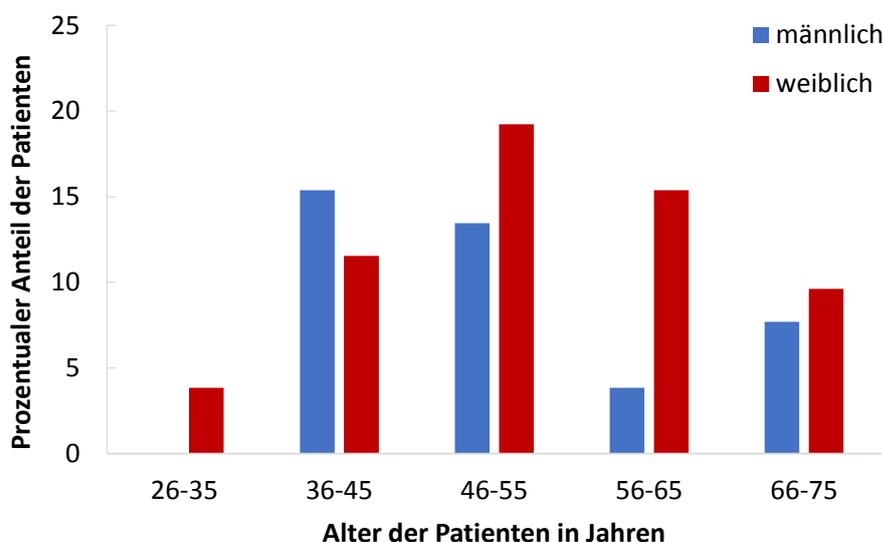


Abbildung 3.2: Alters- und Geschlechtsverteilung der Patienten

## Berufliche Belastung der Patienten

Die Berufe der Patienten wurden nach dem Risiko einer beruflichen Unterarmüberlastung durch vermehrte Beanspruchung in zwei Kategorien eingeteilt:

- Berufe mit hohem Risiko mit schwerer körperlicher Arbeit oder sich monoton wiederholenden Bewegungsabläufen der oberen Extremität (handwerkliche Tätigkeiten, PC-Arbeit, Fabrikarbeiten, Arbeiter in der Lebensmittelindustrie)

- Berufe mit geringem Risiko mit leichten körperlichen Tätigkeiten oder mehr geistigen Tätigkeiten, beziehungsweise Hausfrauen und Rentner

Insgesamt 57,7 % der Patienten übten einen Beruf mit vermehrter Belastung der oberen Extremität aus, dabei war die Verteilung in beiden Therapiegruppen mit je 15 der 26 Gruppenpatienten gleich (Tabelle 3.1). Die Risiko-Berufe wurden nach einzelnen Tätigkeitsfeldern aufgeschlüsselt (Abbildung 3.3). Hier ließen sich 14 der 30 Patienten in die Kategorie PC-Arbeit zuordnen.

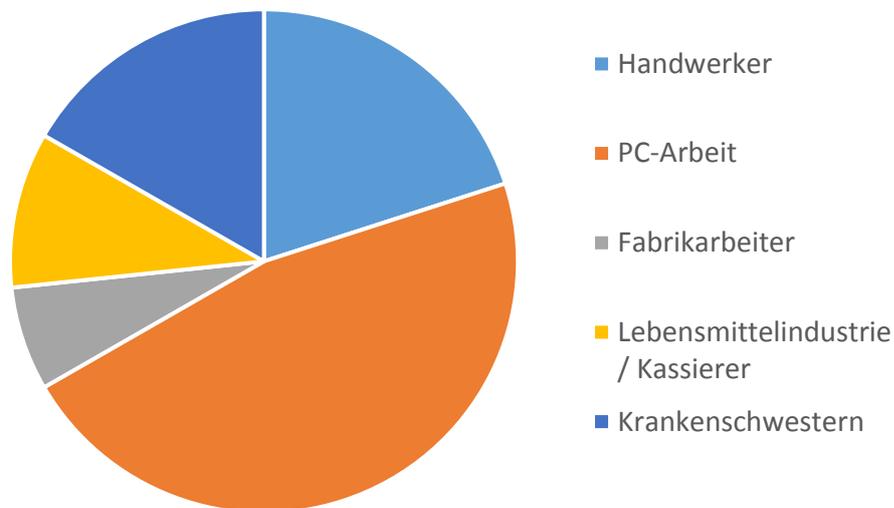


Abbildung 3.3: Prozentuale Verteilung der Risikoberufe mit vermehrter Beanspruchung der Extensoren

### **Ausübung von Risikosportarten**

Die Ausübung von Sportarten mit vermehrter Beanspruchung der Extensorengruppe bei Überkopf-, Schlag- oder Wurfbewegungen wurde erfasst. Dabei wurde in folgende Kategorien eingeteilt:

- Rückschlagsportarten wie Tennis, Badminton, Squash, Tischtennis
- Sportarten mit repetitiven Überkopfbewegungen wie Handball, Volleyball, Golf, Kanu

Bei 14 Patienten (26,9 %) konnte eine Risikosportart ermittelt werden (Tabelle 3.1). Angegebene Sportarten waren hier Tennis, Badminton, Tischtennis, Golf, Kanu fahren und Volleyball. Neun der Patienten (64,3 %) konnten dabei der ersten Kategorie zugeordnet werden.

## Extensionshemmung

Es wurden bestehende Extensionslimitierungen zu den jeweiligen Zeitpunkten erfasst. Dabei war kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Häufigkeit des Vorliegens eines Streckdefizites zwischen den Therapiegruppen feststellbar ( $\chi^2 - Test$ ,  $p > 0,05$ ) (Tabelle 3.1). Im Zeitverlauf konnte eine Abnahme der angegebenen Extensionseinschränkungen erreicht werden (Abbildung 3.4). Vor Therapie wiesen 28,8 % der Patienten ein Streckdefizit auf und beim Follow-up von 12 Monaten nur noch 7,7 %. Der Vergleich der Extensionshemmungen vor Therapiebeginn und im Zeitverlauf nach 12 Monaten ergab eine signifikante Besserung der Bewegungseinschränkung (GLIMMIX Procedure,  $p = 0,0491$ ).

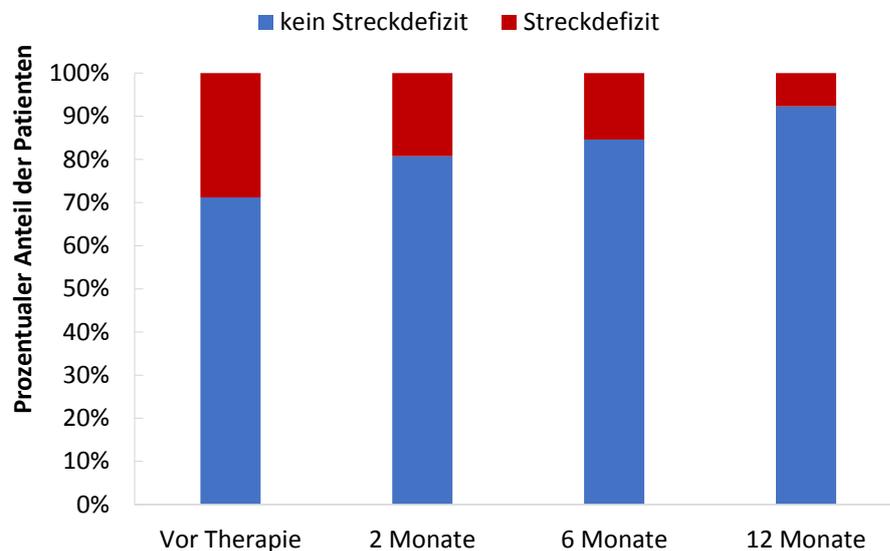


Abbildung 3.4: Entwicklung der ermittelten Extensionshemmung im Zeitverlauf

## Zusätzliche Behandlungen

Zusätzlich erhaltene therapeutische Maßnahmen wurden erfragt und dokumentiert. Insgesamt wurden bei 20 Patienten (38,46 %) zusätzliche therapeutische Maßnahmen erfasst (Tabelle 3.1). Darunter waren neben Epicondylitisbandage, NSAR-Einnahme und Physiotherapie auch zusätzliche Laseranwendungen ermittelbar. In der ACP-Gruppe gaben 34,6 % und in der Lasergruppe 42,3 % Zusatzbehandlungen an, ohne signifikanten Gruppenunterschied ( $\chi^2 - Test, p > 0.05$ , Tabelle 3.1).

	ACP (n (%))	Laser (n (%))	Gesamt (n (%))
Gesamtanzahl	26 (100)	26 (100)	52 (100)
keine Zusatzbehandlung	17 (65,38)	15 (57,69)	32 (61,54)
Zusatz während Therapie	2 (7,69)	2 (7,69)	4 (7,69)
Zusatz nach 6 Monaten	8 (30,77)	10 (38,46)	18 (34,62)
Zusatz nach 1 Jahr	1 (3,85)	4 (15,38)	5 (9,62)

Tabelle 3.2: Patienten ohne und mit zusätzlichen therapeutischen Maßnahmen während und nach den studienbezogenen Behandlungen

	ACP (n (%))	Laser (n (%))	Gesamt (n (%))
Gesamtanzahl	26 (100)	26 (100)	52 (100)
Physiotherapie	8 (30,77)	10 (38,46)	18 (34,62)
Laserbehandlung	2 (7,69)	7 (26,92)	9 (17,31)
NSAR	5 (19,23)	9 (34,62)	14 (26,92)
Bandage	0	1 (3,85)	1 (1,92)

Tabelle 3.3: Zusätzliche angewendete therapeutische Maßnahmen in den jeweiligen Patientengruppen

Die meisten der zusätzlichen Therapiemaßnahmen waren physiotherapeutische Anwendungen (Tabelle 3.3). Zudem kamen bei neun Patienten Laseranwendungen erweiternd hinzu, ohne signifikante Gruppenunterschiede. Aus Tabelle 3.2 kann entnommen werden, dass bei vier Patienten der jeweiligen Gruppe zusätzliche therapeutische Maßnahmen während der Interventionsphase (in der Kontrolle nach zwei Monaten) erfasst wurden. Es wurden für diesen Zeitraum NSARs und das Tragen von Epicondylitisbandagen angegeben. Bei 90 % der zusätzlich

behandelten Patienten erfolgte ein Großteil der ergänzenden Behandlungen im Erfassungszeitraum ab sechs Monaten (bei 30,8 % der ACP-Patienten und 38,5 % der Lasergruppe, Tabelle 3.2). Es wurden nach einem Jahr bei fünf Patienten (9,6 %) noch Zusatzinterventionen angegeben.

### **3.3 Analyse der Scorewerte der Therapiegruppen**

Die Analysen der 52 VAS- und der DASH-Werte durch die MANOVA zeigten eine signifikante Besserung im Zeitverlauf bei beiden Therapien (MANOVA,  $p < 0,05$ ). Aufgrund der Annahme einer Verletzung der Sphärizität bei signifikantem Mauchly-Test, erfolgte eine Korrektur der Freiheitsgrade nach Greenhouse-Geisser (Tabellen 3.4 und 3.5, Abbildungen 3.5 und 3.6 über die Zeit mit zusammengefassten Werten).

#### **Auswertung der VAS für die Schmerzstärke**

Der Vergleich der gemittelten Werte für die visuelle Analogskala ergibt einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen ( $t$ -Test,  $p = 0,016$ , Tabelle 3.1). Dabei sind die gemittelten VAS-Werte mit 3,3 in der ACP-Gruppe geringer, als in der Lasergruppe mit 4,4. Zwischen ACP- und Lasergruppe konnte im Laufe der Zeit kein signifikanter Unterschied der VAS-Werte festgestellt werden (MANOVA,  $p = 0,716$ , Tabelle 3.5). Wie in Abbildung 3.5 deutlich, führen beide Therapien zu einer Reduktion der VAS-Werte. Allerdings hatte die Lasergruppe in der Analyse der einzelnen Kontrollzeitpunkte deutlich schlechtere VAS-Werte vor Therapiebeginn mit einem signifikanten Unterschied zur ACP-Gruppe ( $t$ -Test,  $p = 0,008$ )

	ACP ( $\bar{x} \pm \text{SD}$ )	Laser ( $\bar{x} \pm \text{SD}$ )	p-Wert
VAS vor Therapie	5,23 $\pm$ 1,85	6,69 $\pm$ 2,00	0,01
VAS 2 Monate	3,67 $\pm$ 2,04	4,71 $\pm$ 2,33	0,09
VAS 6 Monate	2,67 $\pm$ 1,59	3,56 $\pm$ 2,19	0,10
VAS 12 Monate	1,81 $\pm$ 2,02	2,67 $\pm$ 2,34	0,16

Tabelle 3.4: VAS-Werte der ACP- und der Lasergruppe zu den jeweiligen Zeitpunkten

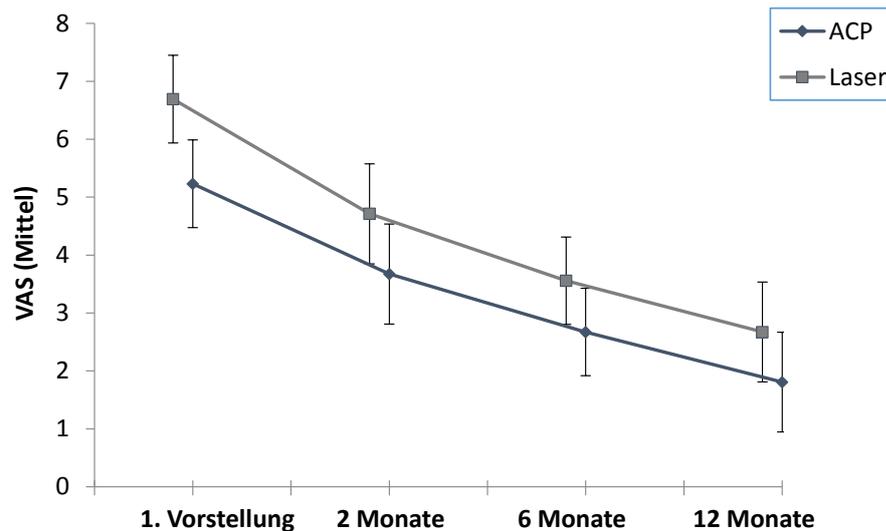


Abbildung 3.5: Verlauf der VAS-Werte für das Schmerzempfinden. Die Balken zeigen das 95%-Konfidenzintervall.

## Auswertung der DASH-Scorewerte

Der Verlauf der DASH-Werte zu den einzelnen Kontrollzeitpunkten in Abbildung 3.6 zeigt, dass die Werte in beiden Gruppen abnehmen. Die gemittelten DASH-, sowie Berufs- und Sport-DASH-Werte zeigen keinen Unterschied zwischen den Gruppen (Tabelle 3.1). Die berufstätigen Patienten profitieren durch beide Behandlungen im Zeitverlauf gleichermaßen (MANOVA,  $p < 0,001$ ), wie Abbildung 3.6 verdeutlicht. Die gleiche Aussage kann für die Sport-DASH-Werte getroffen werden.

	DASH-Wert	ACP ( $\bar{x} \pm SD$ )	Laser ( $\bar{x} \pm SD$ )	p-Wert
	vor Therapie	36,98 $\pm$ 18,33	47,04 $\pm$ 19,60	0,06
	2 Monate	29,84 $\pm$ 21,08	38,85 $\pm$ 20,70	0,13
	6 Monate	26,53 $\pm$ 21,21	29,01 $\pm$ 19,61	0,66
	12 Monate	18,20 $\pm$ 19,49	26,69 $\pm$ 21,80	0,15
Beruf	vor Therapie	34,38 $\pm$ 24,68	47,37 $\pm$ 24,68	0,10
	2 Monate	28,41 $\pm$ 25,35	40,13 $\pm$ 25,46	0,15
	6 Monate	26,14 $\pm$ 29,73	29,57 $\pm$ 28,05	0,71
	12 Monate	19,03 $\pm$ 30,40	25,00 $\pm$ 28,26	0,52
Sport	vor Therapie	64,06 $\pm$ 26,95	59,38 $\pm$ 31,91	0,65
	2 Monate	46,48 $\pm$ 27,19	49,26 $\pm$ 34,30	0,80
	6 Monate	36,33 $\pm$ 26,73	31,25 $\pm$ 18,22	0,53
	12 Monate	23,83 $\pm$ 24,28	23,90 $\pm$ 18,12	0,99

Tabelle 3.5: DASH-Werte der ACP- und Lasergruppe zu den Erfassungszeiträumen

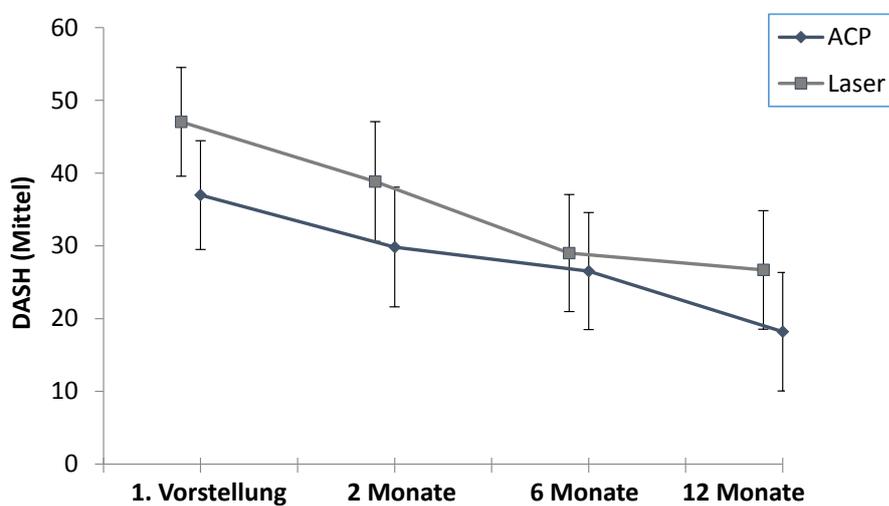


Abbildung 3.6: DASH-Werte im Zeitverlauf mit 95%-Konfidenzintervall

### 3.4 Analyse der Therapie-erfolgreichen und nicht-erfolgreichen Gruppen

Insgesamt wurden 63,5 % aller Patienten erfolgreich behandelt. Dabei wurde Therapieerfolg definiert als mindestens 30 % Besserung der VAS-Ausgangswerte und mindestens 10,2 Punkte Besserung des DASH-Ausgangsscores ohne Reintervention nach 1 Jahr.

<b>Basiswerte</b>	<b>Erfolg (<i>n</i> (%))</b>	<b>Misserfolg (<i>n</i> (%))</b>	<b>p-Wert</b>
ACP/Laser	19 (73,1) / 14 (53,8)	7 (26,9) / 12 (46,2)	0,15
Geschlecht, w/m	19 (57,6) / 14 (42,4)	12 (63,2) / 7 (36,8)	0,69
Dominante Hand	30 (90,9)	17 (89,5)	1,00
Risikoberuf	19 (57,6)	11 (57,9)	0,98
Risikosportart	11 (33,3)	3 (15,8)	0,17
<b>Basiswerte</b>	<b>Erfolg (<math>\bar{x} \pm SD</math>)</b>	<b>Misserfolg (<math>\bar{x} \pm SD</math>)</b>	<b>p-Wert</b>
Alter	52,9 $\pm$ 12,6	51,3 $\pm$ 9,6	0,64
VAS	3,3 $\pm$ 1,3	4,8 $\pm$ 1,7	0,00
DASH	28,4 $\pm$ 18,0	37,2 $\pm$ 16,4	0,09
DASH-Beruf	22,4 $\pm$ 21,5	42,9 $\pm$ 23,9	0,01
DASH-Sport	40,8 $\pm$ 21,7	43,6 $\pm$ 16,0	0,70

Tabelle 3.6: Soziodemografische und klinische Basiswerte der Therapie-erfolgreichen und nicht-erfolgreichen Gruppe

Hinsichtlich der Basisparameter (Alter, Geschlecht, dominante Hand, Extensionshemmung, Berufs- und Sportrisiko) gab es keinen Unterschied zwischen erfolgreich und nicht-erfolgreich Therapierten (Tabelle 3.6). Die Scorewerte unterschieden sich im Mittel in beiden Gruppen signifikant. Die Misserfolgs-Gruppe hatte im Mittel signifikant schlechtere VAS-, DASH- und Berufs-DASH-Werte als die Erfolgsgruppe (Tabelle 3.6). Bei den Sport-DASH-Werten zeigten sich im Mittel zwar keine signifikanten Gruppendifferenzen, bei den einzelnen Werten dahingegen wurden nach zwölf Monaten signifikante Unterschiede im Sport-DASH sichtbar.

## Therapieerfolg hinsichtlich der VAS

Die VAS-Werte nahmen zu den einzelnen Kontrollzeitpunkten sowohl bei den insgesamt erfolgreich therapierten Patienten, als auch bei der Misserfolgs-Gruppe ab. Allerdings zeigten sich ab dem sechsten Monat signifikante Gruppendifferenzen mit erheblich stärkerer Abnahme der Schmerzscore-Werte in der Erfolgsgruppe (Tabelle 3.7, Abbildung 3.7).

Bei insgesamt 42 Patienten (80,8 %) konnte im Hinblick auf eine alleinige 30 %-ige Verbesserung der VAS-Werte ein Therapieerfolg erzielt werden. Es profitierten 88,5 % der ACP-Patienten und 73,1 % der Laserpatienten von einer erfolgreichen Schmerzreduktion ohne signifikanten Gruppenunterschied ( $t$ -Test,  $p = 0,085$ , Tabelle 3.7).

VAS-Wert	ACP ( $\bar{x} \pm SD$ )	Laser ( $\bar{x} \pm SD$ )	p-Wert
vor Therapie	5,22 $\pm$ 1,84	6,82 $\pm$ 2,16	0,01
2 Monate	3,50 $\pm$ 2,11	4,34 $\pm$ 2,14	0,21
6 Monate	2,52 $\pm$ 1,56	2,74 $\pm$ 1,66	0,67
12 Monate	1,35 $\pm$ 1,34	1,55 $\pm$ 1,35	0,63

Tabelle 3.7: Gemittelte VAS-Werte zwischen den Gruppen mit 30- %iger Besserung zum Ausgangswert vor Therapiebeginn und zu den jeweiligen Erfassungszeiträumen

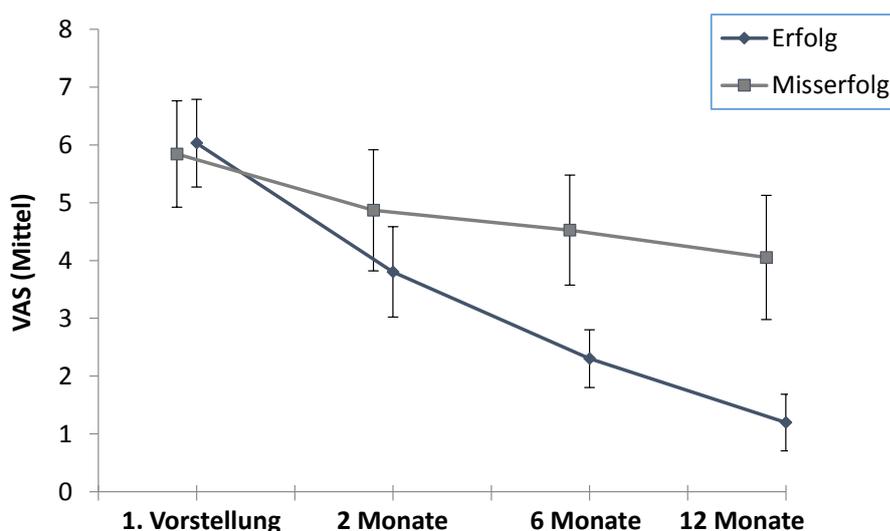


Abbildung 3.7: VAS-Werte der Schmerzstärke der erfolgreichen versus der nicht-erfolgreichen Patienten im Zeitverlauf mit 95%-Konfidenzintervall

## Therapieerfolg hinsichtlich des DASH-Scores

Obwohl die Erfolgsgruppe vor Therapiebeginn mit im Mittel 45,7 Punkten einen höheren DASH-Wert als die Misserfolgs-Gruppe mit 35,6 Punkten hatte (Abbildung 3.8), verschlechterte sich der DASH-Score in der Misserfolgs-Gruppe und ist zum Follow-up mit 36,9 Punkten schlechter als zum Zeitpunkt vor Therapie.

Bei 36 Patienten (69,2 %) konnte hinsichtlich einer alleinigen Betrachtung der DASH-Werte ein erfolgreicher Therapieverlauf erzielt werden. Davon profitierten 73,1 % der ACP-Patienten und 65,4 % der Laserpatienten hinsichtlich eines erfolgreichen Therapieverlaufes ohne signifikanten Gruppenunterschied ( $t$ -Test,  $p = 0,095$ , Abbildung 3.8). Der Berufs-DASH-Score der Therapie-erfolgreichen Gruppe profitierte ebenfalls mehr von der Behandlung mit signifikanten Unterschieden im Zeitverlauf als die Berufs-DASH-Werte der Misserfolgs-Gruppe.

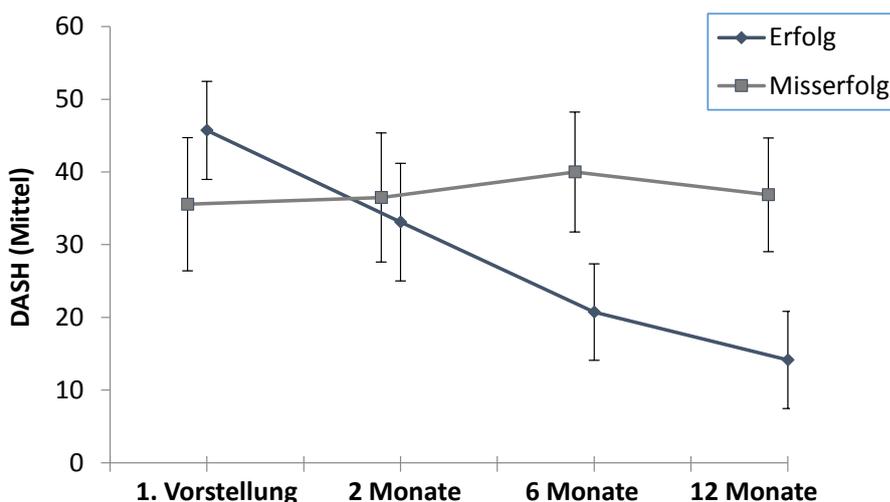


Abbildung 3.8: DASH-Werte der erfolgreichen und der nicht-erfolgreichen Gruppe im Zeitverlauf mit 95%-Konfidenzintervall

## Erfolgsrate im Zeitverlauf

Hinsichtlich der Erfolgsrate erfüllten 19,2 % der ACP- und 34,6 % der Laserpatienten die Kriterien für ein erfolgreiches Therapieergebnis nach 2 Monaten

(Abbildung 3.9). Nach einem halben Jahr lag die Erfolgsrate bei ungefähr 50 % in beiden Gruppen und zum Follow-up zeigten 73 % der ACP-, sowie 53,9 % der Laserpatienten einen Therapieerfolg an.

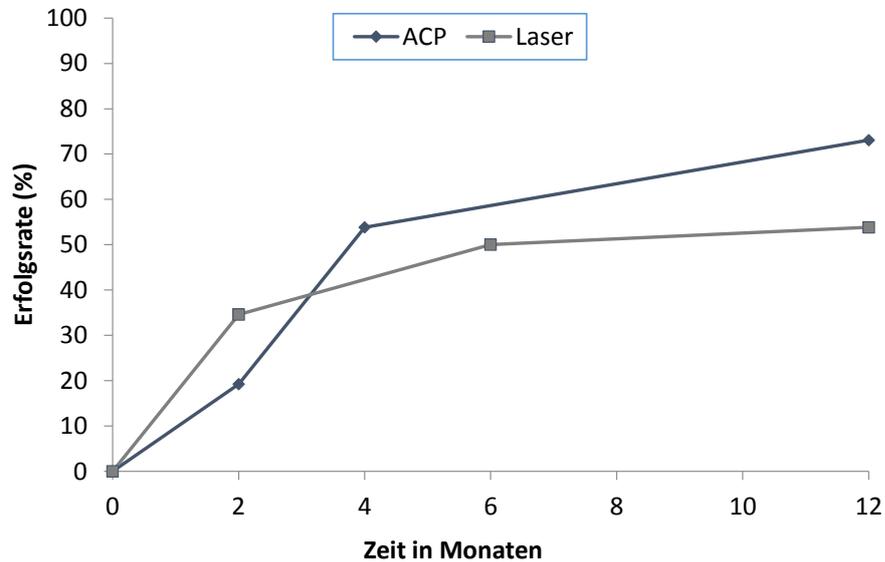


Abbildung 3.9: Erfolgreich therapierte Patienten im Therapieverlauf

### 3.5 Gegenüberstellung der Therapiekosten

Auf Basis der Gebührenordnung für Ärzte [11] und der Haustarife des Universitätsklinikums Magdeburg belaufen sich die Gesamtkosten als IGeL für die ACP-Therapie auf 246,72 € und für die Laser-Behandlung mit manueller Therapie auf 432,72 €. Dabei betragen die Kosten für eine von drei Behandlungen mit ACP 82,84 € und für eine von zwölf Laser-Therapiesitzung 36,06 €.

## 4 Diskussion

In dieser prospektiven klinischen Studie wurden die klinischen Effekte zweier proliferativer Therapieverfahren bei chronischer Epicondylitis verglichen. Durch einen Therapieerfolg von insgesamt rund 64 % mit Reduktion von VAS und des DASH-Scores bei allen Patienten kann der Benefit beider Therapien verdeutlicht werden. Vor allem die Besserung der Schmerzsymptomatik bei 81 % der Patienten zum Follow-up (Abbildung 3.7) untermauert den anhaltenden positiven Therapieeffekt. Eine weitere Bestätigung ist bei ausschließlicher Beurteilung der Verbesserung der DASH-Scorewerte ein 69 %-iger Therapieerfolg. Beide Behandlungsmethoden konnten dabei sicher und einfach ohne Nebenwirkungen angewendet werden.

### **Diskussion zur Entwicklung eines optimalen Therapieregimes**

Orientierend an den Kenntnissen zur histopathologischen Morphologie und Genese der Epicondylitis humeri radialis wurde versucht, ein optimales Therapiekonzept zur Behandlung dieser Erkrankung zu entwickeln. Dabei sollte durch optimale Therapieführung in Anlehnung an Kraushaar und Nirschl et al. [39, 48] eine Schmerzreduktion - durch Kontrolle der Exsudation und Vermeidung überlastender Ereignisse -, eine Wiederherstellung der allgemeinen Beanspruchbarkeit - durch kontrollierte forcierte Belastungen und Kräftigung -, eine Unterstützung der Gewebeheilung und eine Vermeidung von Retraumatisierungen ermöglicht werden.

Sowohl die Therapie mit ACP als auch die Behandlung mit Laseremissionen erfüllt den Anspruch einer Unterstützung der Geweberegeneration sowohl histomorphologisch auf zellulärer Ebene als auch durch extrinsische Einwirkung. Beide proliferativen Therapieverfahren haben eine Anreicherung von Wachstumsfaktoren

im Bereich der betroffenen Sehne zur Folge. Wie in Tabelle 1.2 verdeutlicht, spielen Wachstumsfaktoren eine grundlegende Rolle beim Ablauf zellulärer Reparaturmechanismen der Sehne. Zudem ist der Heilungsprozess der Sehne in mehrere Phasen nach der ersten Verletzung gegliedert (Tabelle 1.1). Nach Molloy et al. [46] kommt es in den ersten zwei Tagen zu einer entzündlichen Veränderung des Gewebes, in der bereits Wachstumsfaktoren wie PDGF, TGF  $\beta$  und IGF-I zur Unterstützung extrinsischer Zellmigration ausgeschüttet werden. Nach zwei Tagen setzt die Proliferationsphase ein, in der neben anderen Wachstumsfaktoren durch PDGF und IGF-I die Fibroblastenproliferation induziert und die Mitogenese und Proteinsynthese unterstützt wird [41]. In der folgenden Reparationsphase kommt es zur Kollagenanlagerung, Revaskularisation und beginnender Reorganisation der zellulären Matrix [46]. Nach 14 Tagen setzt dann die Remodellierung durch gesteigerte Kollagensynthese, unter anderem getriggert durch TGF  $\beta$  [41], und die Neu-Verlinkung von Kollagenfasern ein [46]. Diese Prozesse werden oftmals durch Retraumatisierung unterbrochen und laufen vermutlich in der Realität nebeneinander im traumatisierten Sehnengewebe ab. Mikroskopische Studien zeigen daher Normalbefunde von Kollagenfasern neben angiofibroblastischer Hyperplasie und desorganisierten Kollagenfasern als typisches Bild der Tendinosis (Abbildung 1.2) [39]. Die Selbstheilungskapazität der Sehne wird so immer wieder unterbrochen und läuft fehlerhaft. Eine randomisierte kontrollierte Studie von Smidt et al. [62] zeigte keine statistisch signifikanten Unterschiede des Outcomes von Patienten mit physiotherapeutischer Behandlung und Patienten nach “wait and see“-Behandlung. Jedoch haben Patienten ohne Interventionen ein höheres Risiko für Rezidive. Hyman und Rodeo [35] verdeutlichen, dass der Selbstheilungsprozess von Sehnen nur zu einer Annäherung an den ehemals gesunden Ausgangszustand führt. Das verheilte Sehnengewebe ist schwächer und verletzungsanfälliger. Vor allem bei Chronizität der Erkrankung ist das Gewebe durch mindere Qualität ausgezeichnet, da repetitive Mikrotraumata zu einer wiederkehrenden Unterbrechung der Reparaturphasen geführt haben. Das Resultat ist eine schlechte Sehnenqua-

lität mit desorganisierten, unfunktionellen Kollagenfasern [39]. Zudem wird in vielen Studien weiterhin hervorgehoben, dass eine frühzeitige Bewegungstherapie unterstützend für die korrekte Ausrichtung der Kollagenfasern und die Kräftigung der Sehne ist [39, 20, 35].

Bei der Therapieplanung wurde daher darauf Wert gelegt, sowohl auf extrinsischem, als auch intrinsischem Weg die Regeneration zu unterstützen, so den Heilungsprozess zu optimieren und die ursprüngliche, belastbare Sehnenqualität wiederherzustellen. Zudem sollte in dieser Studie die natürliche Selbstheilungstendenz jedes Patienten den gleichen Einfluss in beiden Therapiegruppen haben, da eine sequentielle Zuteilung erfolgte.

Die angewandten Therapien durch ACP-Injektionen und Laserapplikationen mit angeknüpfter physiotherapeutischer Nachbehandlung vereinen beide Ansprüche an ein optimales Therapieregime. Um möglichst in allen Reparaturphasen unterstützend zu wirken, wurden drei ACP-Injektionen im wöchentlichen Abstand von sieben Tagen durchgeführt. Die Laserbehandlung erfolgte in zwölf Sitzungen mit einem GaAs-Infrarotlaser mit einer Wellenlänge von  $830\text{ nm}$  und einer Energiedosis von  $7\text{ J/cm}^2$ , wie auch von Bjordal [7] empfohlen. Um einen möglichst großen reparativen Effekt zu erzielen, erfolgte die Laserapplikation sowohl in Daueremission zur effektiven Biostimulation als auch mit einer gepulsten Frequenz von  $10\text{ Hz}$  zur verstärkten Tiefenwirkung und größerem analgetischem Effekt [33]. Die anschließende physiotherapeutische Behandlungsphase erfolgte nach standardisiertem Therapieprotokoll, welches eigens für diese Studie erstellt wurde, für beide Gruppen (Appendix E). Es wurden physiotherapeutisch assistierte Mobilisierungen erst passiv, dann aktiv gefolgt von Dehnungsübungen durchgeführt. Zudem erfolgten Querfriktionen zur Hyperämisierung, welche bei Epicondylitis schon durch Cyriax 1936 [15] mit profitablen Effekt angewendet wurden. Auch Triggerpunktbehandlungen und Mitbehandlung der Schulter-/Nackenpartien wurden durchgeführt, da oftmals bei Epicondylitispatienten zusätzliche Beschwerdesymptomatiken im Halswirbelsäulen- und Nackenbereich vorliegen [32, 5, 24].

Ziel war es durch externe Stimuli die internen Heilungskapazitäten der Sehne zu unterstützen und nach den Vorbehandlungen weiter zu aktivieren. Hierbei sollten muskuläre Dysbalancen und motorische Defizite behoben, Schonhaltungen vorgebeugt, gekräftigt und prophylaktisch die Patienten für Verletzung-auslösende Aktivitäten sensibilisiert werden.

Ein Kritikpunkt am Therapiekonzept für beide Gruppen wäre die Diskrepanz der Anwendungszahlen. Da die ACP-Patienten in der ersten Studienphase drei Injektionen erhielten und die Laserpatienten zwölf Anwendungen bekamen, ist eine wichtige Limitierung der Lasertherapie der zusätzliche Zeitaufwand gewesen.

Laut Studienlage haben sowohl eine, als auch bis zu drei ACP-Injektionen zum Therapieerfolg geführt [53, 16, 44].

In einer Studie von Mishra und Pavelko [44], die 140 Patienten mit chronischer Epicondylitis umfasst, zeigten 60 % der Patienten nach zwei Monaten, 81 % nach sechs Monaten und 93 % ab zwölf Monaten eine Verbesserung der Symptomatik. Die Ergebnisse von Edwards und Calandruccio [16] mit 79 % Therapieerfolg bei 28 mit bis zu drei PRP-Injektionen behandelten Patienten bestätigen die positiven Effekte ebenfalls. Eine randomisierte, kontrollierte Studie von Peerbooms et al. [53] mit 100 Patienten zeigt ebenfalls signifikant bessere Ergebnisse bei der Behandlung mit einer PRP-Injektion im Vergleich zu Corticosteroidinjektionen. Es wurde sich für drei ACP-Injektionen entschieden um möglichst in allen Heilungsphasen die Gewebeheilung zu unterstützen, möglicherweise eine Aufsummierung der Wachstumsfaktorkonzentration intraläsional zu erreichen und so eine größere Wirksamkeit und Beschleunigung extrinsischer und intrinsischer Regenerationsprozesse zu erzielen.

Die empfohlenen Anwendungszahlen von Laserbehandlungen variieren ebenfalls. Björdal et al. [7] empfiehlt nach einer Metaanalyse von insgesamt 78 randomisierten, kontrollierten Studien einen Laserbehandlungszyklus alle zwei Tage für vier Wochen. Da bei berufstätigen Patienten ein Behandlungszyklus jeden zweiten Tag kaum realisierbar war, wurden jeweils zwei wöchentliche Sitzungen für sechs

Wochen vereinbart. Mit diesem Zeitrahmen war es möglich auch eine gewisse Compliance der Patienten zu erhalten. Auch die Bedingungen der Heilmittelverordnung mit einer Vorgabe von mindestens sechs Sitzungen für Lasertherapie begünstigte die Entscheidung für zwölf Sitzungen.

Die Heterogenität der Laserbehandlung könnte als eine weitere Limitierung dieser Studie angezeigt werden, da nach der Laserapplikation im Bereich des betroffenen Extensorenansatzes je nach Schmerzangaben des Patienten eventuelle Schmerzpunkte am betroffenen Arm mit behandelt wurden. Hier muss gleichfalls der Anspruch einer optimalen Therapie an die Praktikabilität im klinischen Alltag erwähnt werden, um ein entwickeltes Behandlungskonzept auch anwendbar zu machen.

Eine weitere Studienlimitierung wäre die zwar nach standardisiertem Protokoll, aber dennoch Patienten-adaptiert ablaufende Nachbehandlung. Da Patienten mit größeren Schmerzen zur Nachbehandlung geringer belastbar waren, wurden hier eventuell weniger Bewegungsübungen und mehr schmerzlindernde manualtherapeutische Techniken angewandt. Weiterhin waren die Patienten ihren unterschiedlichsten beruflichen Belastungen neben der Physiotherapie ausgesetzt, was einer erfolgreichen Regeneration bei Berufsgruppen mit starker alltäglicher Beanspruchung der Extensoren möglicherweise entgegenwirken kann. Zur Vorbeugung der alltäglichen Fehlbelastungen der Extensoren wurden zwar Prophylaxehinweise gegeben, allerdings bleibt offen, wie groß die einzelne Compliance der Patienten war.

Zudem sollte die Zuteilungsart der 52 Patienten kritisch beleuchtet werden. Es erfolgte eine sequentielle Zuteilung als Quasi-Randomisierung in der Reihenfolge der Vorstellung der Patienten in der orthopädischen Ambulanz. So ist zwar eine gewisse Balance zwischen den Gruppen gewährleistet, aber eine Verzerrung ist aufgrund der leichten Durchschaubarkeit für Untersucher und Patient möglich.

Demografische Unterschiede hinsichtlich Alter und Geschlechtsverteilung lagen allerdings sowohl zwischen ACP- und Laser-Gruppe als auch zwischen Erfolgs-

und Misserfolgs-Gruppe nicht vor. Auch war bei den meisten Patienten (> 90 %) ohne Differenzen zwischen den einzelnen Gruppen die dominante Hand betroffen. Daher lässt sich hier kein Zusammenhang zwischen Therapieerfolg und diesen Parametern herstellen.

Eine weitere Limitierung der Studie ist sicherlich die Stichprobenstärke von 52 Patienten. Obwohl es sich um eine Art kontrollierte Zufallsstichproben handelt, kann kein sicherer Schluss für ein repräsentatives Ergebnis getroffen werden. Jedoch sollte durch diese positiven Resultate die Durchführung weiterer Studien mit höherer Stichprobengröße motiviert werden.

## **Diskussion des Therapieerfolgs**

Bei insgesamt 64 % der Patienten konnte hinsichtlich des VAS- und des DASH-Scores ein erfolgreiches Behandlungsergebnis erzielt werden. Dabei lag die Erfolgsrate der ACP-Patienten zum Follow-up nach Absolutwerten etwas höher, als die der Laserpatienten, jedoch ohne signifikanten Unterschied (Abbildung 3.9).

Betrachtet man jedoch die Erfolgsergebnisse von VAS- und DASH-Scorewerten separiert voneinander, fallen die Zahlen der erfolgreich Therapierten höher aus. So konnten 81 % der Patienten hinsichtlich der Schmerzsymptomatik erfolgreich behandelt werden, unter der Voraussetzung einer mindestens 30%-igen Verbesserung der Werte zu den Ausgangsangaben (Tabelle 3.7). Auch die alleinige Betrachtung der DASH-Scorewerte zeigt mit 69 % aller Patienten mit positivem Therapieverlauf gute Erfolgszahlen (Abbildung 3.8). Es ist anzunehmen, dass bei einigen Patienten nur hinsichtlich der Schmerzsymptomatik, aber nicht in Bezug auf den DASH-Score ein Benefit erzielt werden konnte. Beziehungsweise konnte gleichermaßen auch nur hinsichtlich der DASH-Werte ein erfolgreiches Ergebnis erzielt werden. Die Voraussetzungen für Therapieerfolg mit mindestens 30 % Besserung der VAS- und 10,2 Punkte der DASH-Werte könnten hier auch als zu strenge Definition zur Objektivierung eines erfolgreichen Behandlungsergebnisses gewertet werden.

Diese Studie zeigt einen erfolgreichen Effekt durch die direkte autologe Wachstumsfaktorinjektion mit ACP in Kombination mit einer adäquaten physiotherapeutischen Nachbehandlung bei Patienten mit Epicondylopathie. In Absolutzahlen überragt die ACP-Gruppe mit 73 % erfolgreich behandelten Patienten die Lasergruppe mit 54 % Therapieerfolg. Die Patientengruppe, welche ACP-Therapie erhalten hat, gab jedoch im Mittel geringere Schmerzen auf der VAS an, als die Lasergruppe (Tabelle 3.1,  $p = 0,016$ ). Hier sollte auf mögliche verzerrende Effekte bei der Angabe von Absolutwerten zur Erfolgsdefinition eingegangen werden. Wie bei Jensen et al. [36] und Farrar et al. [19] beschrieben, ist eine geringe Änderung in Absolutwerten bei Patienten mit niedrigen VAS-Ausgangslevels bedeutungsvoller, als bei Patienten mit hohen Schmerzskalen. Um verzerrende Einflüsse möglichst gering zu halten, wurde sich für die prozentuale Änderung der Werte vor Therapie um mindestens 30 % zur Definition des Therapieerfolgs entschieden. Natürlich schließt diese Definition nicht aus, dass auch Patienten mit einer Schmerzverbesserung unter 30 % einen Therapiebenefit hatten. Um Werte vergleichbar zu machen und die Interpretation zu erleichtern, ist jedoch die Festlegung von Grenzwerten notwendig. Hinsichtlich des DASH-Scores wurde sich daher, in Anlehnung an eine Studie zur Evidenz des DASH-Scores von Roy und Kollegen [56], für eine Besserung von mindestens 10,2 Punkten zum Wert vor Therapiebeginn entschieden und dieser Wert als ein erfolgreiches Therapieergebnis definiert.

Im DASH-Score gab es, ganz im Gegensatz zu den VAS-Werten, keine Unterschiede zwischen den beiden Therapiegruppen (Tabelle 3.1,  $p = 0,129$ ). Hier wird eine Limitierung der Studie deutlich, nämlich die Subjektivität der Patientenangaben, die vielleicht nicht immer das tatsächliche Beschwerdebild wiedergeben. Denn die Schmerzangabe über die VAS ist lediglich eine Momentaufnahme der gegenwärtigen Empfindungen des Patienten. Der DASH-Fragebogen erfasst hingegen Beschwerden im Alltag und bei der Ausführung von Alltagsaktivitäten zu verschiedenen Zeitpunkten des Tages. Diese Angaben werden zwar auch in

einem bestimmten Moment gemacht, sind aber auf mehrere Zeitpunkte des Tages bezogen. Daher spiegeln die DASH-Werte durch umfangreichere Detektion der Beschwerden so möglicherweise eher die tatsächlichen Beeinträchtigungen der Patienten wieder.

Der Vergleich der Erfolgs- mit der Misserfolgs-Gruppe (Tabelle 3.6) zeigt eindeutige Unterschiede, sowohl der VAS-Werte ( $p < 0,0001$ ) als auch des DASH-Scores ( $p = 0,0017$ ). Die Gruppe, die erfolgreich therapiert wurde, wies im Mittel und im Zeitverlauf geringere Scorewerte auf. Im Zeitverlauf stiegen die DASH-Werte der Misserfolgs-Gruppe bei beiden Therapiegruppen nach sechs Monaten an. Auch die zusätzlichen Behandlungen wurden nach sechs Monaten vermehrt in Anspruch genommen (Tabelle 3.2). Die Erwartungshaltung der Patienten an die Therapie spielt hier vermutlich eine Rolle, da nach sechs Monaten die Therapiedurchführung abgeschlossen sein sollte. Zu dieser Zeit sind bereits umfangreiche physiotherapeutische Nachbehandlungen erfolgt und der Patient erwartet eine Besserung der Beschwerdesymptomatik. Bei unbestätigten Erwartungen an die Therapie oder noch vorhandenen Restbeschwerden wurden daher vermutlich in der halbjährigen Verlaufskontrolle vermehrt zusätzliche, therapeutische Maßnahmen eingefordert.

Trotz alledem kann eine gesamt Erfolgsrate von 81 % hinsichtlich der Schmerzsymptomatik und fast 70 % der DASH-Scorewerte als durchaus positives Ergebnis gewertet werden. Beide Therapien mit entsprechenden physiotherapeutischen Nachbehandlungen sind dabei für den Heilungsverlauf förderlich. Bei der Betrachtung der Praktikabilität und des Zeitmanagements beider Therapieverfahren sollten allerdings die Vorteile der ACP-Therapie mit drei Anwendungen hervorgehoben werden. Auch in Anbetracht der Gesamttherapiekosten mit 246,72 € für die ACP-Therapie und für die Laser-Behandlung mit 432,72 € hat die Therapie mit ACP einen Kostenvorteil. Beide Therapien konnten hierbei einfach und sicher angewendet werden, ohne Auftreten von Nebenwirkungen.

## 5 Zusammenfassung

Diese Studie zeigt, dass beide proliferativen Therapieverfahren mit einer Erfolgsrate von insgesamt 64 % eine klinische Besserung der Epicondylitis humeri radialis bewirken können. Dabei kann die Behandlung mit ACP mit 73 % erfolgreich therapierten Patienten als ein sowohl für die Patienten als auch für die Therapeuten profitables Therapieverfahren hervorgehoben werden. Die Applikation von Soft-Level-Laser führte mit 54 % Therapieerfolg allerdings ebenfalls zu positiven Resultaten. Bei der Durchführung der Lasertherapie mit 12 Sitzungen ist jedoch ein größerer Zeitaufwand und eine gewisse Patientencompliance Voraussetzung. Die Therapie mit ACP konnte dahingegen mit drei Injektionen einfach und komplikationslos erfolgen. Dabei war die anschließende physiotherapeutische Nachbehandlung für den einzelnen Patienten zwar trotzdem relativ langwierig, aber um muskuläre Dysbalancen zu beheben, den Ausgangszustand und die ursprüngliche Leistungsfähigkeit der Sehne wieder voll herzustellen und Rezidive zu vermeiden obligat.

Zusammenfassend belegt diese Studie die vorteilhaften Effekte von proliferativen Therapien, vor allem der ACP-Therapie, bei der Behandlung der chronischen Epicondylitis humeri radialis. Dabei gewährleistete das speziell entwickelte Nachbehandlungsschema zusätzliche postinterventionelle Kontinuität. Durch eine enge Zusammenarbeit von Ärzten und Physiotherapeuten konnte ein multimodales patientenadaptiertes Therapiekonzept mit proliferativen Behandlungsverfahren entwickelt und angewendet werden. Die Anwendung von ACP hat sich hierbei als weniger zeitintensiv und im Vergleich zur bereits etablierten Lasertherapie als ein mindestens genauso effektives, sicheres und zum Erfolg führendes, proliferatives Therapieverfahren erwiesen.

# Literaturverzeichnis

- [1] ABRAHAMSSON, S. O.: Similar effects of recombinant human insulin-like growth factor-I and II on cellular activities in flexor tendons of young rabbits: experimental studies in vitro. In: *Journal of orthopaedic research : official publication of the Orthopaedic Research Society* 15 (1997), Nr. 2, S. 256–262. <http://dx.doi.org/10.1002/jor.1100150215>. – DOI 10.1002/jor.1100150215. – ISSN 0736–0266
- [2] AHMAD, Z. ; BROOKS, R. ; KANG, S.-N. ; WEAVER, H. ; NUNNEY, I. ; TYTHERLEIGH-STRONG, G. ; RUSHTON, N.: The effect of platelet-rich plasma on clinical outcomes in lateral epicondylitis. In: *Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 29 (2013), Nr. 11, S. 1851–1862. <http://dx.doi.org/10.1016/j.arthro.2013.07.272>. – DOI 10.1016/j.arthro.2013.07.272. – ISSN 0749–8063
- [3] ALMEIDA, A. M. d. ; DEMANGE, M. K. ; SOBRADO, M. F. ; RODRIGUES, M. B. ; PEDRINELLI, A. ; HERNANDEZ, A. J.: Patellar Tendon Healing With Platelet-Rich Plasma: A Prospective Randomized Controlled Trial. In: *The American Journal of Sports Medicine* 40 (2012), Nr. 6, S. 1282–1288. <http://dx.doi.org/10.1177/0363546512441344>. – DOI 10.1177/0363546512441344. – ISSN 0363–5465
- [4] ANITUA, E. ; ANDIA, I. ; ARDANZA, B. ; NURDEN, P. ; NURDEN, A. T.: Autologous platelets as a source of proteins for healing and tissue regeneration. In: *Thrombosis and haemostasis* 91 (2004), Nr. 1, S. 4–15

- [5] BISCHOFF, H. P. ; MOLL, H.: *Kurz gefasstes Lehrbuch der manuellen Medizin*. 5. Balingen : Spitta, 2007. – ISBN 3938509120
- [6] BISSET, L.: A systematic review and meta-analysis of clinical trials on physical interventions for lateral epicondylalgia. In: *British Journal of Sports Medicine* 39 (2005), Nr. 7, S. 411–422. <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2004.016170>. – DOI 10.1136/bjism.2004.016170. – ISSN 0306–3674
- [7] BJORDAL, J. M. ; COUPPE, C. ; LJUNGGREN, A. E.: Low Level Laser Therapy for Tendinopathy. Evidence of A Dose–Response Pattern. In: *Physical Therapy Reviews* 6 (June 2001), Nr. 2, S. 91–99 (9)
- [8] BJORDAL, J. M. ; LOPES-MARTINS, R. A. B. ; JOENSEN, J. ; COUPPE, C. ; LJUNGGREN, A. E. ; STERGIOULAS, A. ; JOHNSON, M. I.: A systematic review with procedural assessments and meta-analysis of Low Level Laser Therapy in lateral elbow tendinopathy (tennis elbow). In: *BMC Musculoskeletal Disorders* 9 (2008), Nr. 1, S. 75. <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2474-9-75>. – DOI 10.1186/1471-2474-9-75. – ISSN 1471–2474
- [9] BORTZ, J. ; SCHUSTER, C.: *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler*. 7., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Berlin and Heidelberg : Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 2010. – ISBN 3642127703
- [10] BUCKUP, K. ; BUCKUP, J.: *Klinische Tests an Knochen, Gelenken und Muskeln: Untersuchungen - Zeichen - Phänomene*. 5.Auflage. Stuttgart and New York : Thieme, 2012. – ISBN 3131706554
- [11] BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ: *Gebührenordnung für Ärzte (GOÄ)*. zuletzt geändert durch Art. 17 G v. 4.12.2001 I 3320
- [12] CHARD, M. D. ; LACHMANN, S. M.: Racquet sports–patterns of injury presenting to a sports injury clinic. In: *British journal of sports medicine* 21 (1987), Nr. 4, S. 150–153. – ISSN 0306–3674

- [13] CHOW, R. T. ; JOHNSON, M. I. ; LOPES-MARTINS, R. A. B. ; BJORDAL, J. M.: Efficacy of low-level laser therapy in the management of neck pain: a systematic review and meta-analysis of randomised placebo or active-treatment controlled trials. In: *Lancet* 374 (2009), Nr. 9705, S. 1897–1908. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)61522-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(09)61522-1). – DOI 10.1016/S0140-6736(09)61522-1. – ISSN 0140-6736
- [14] COOMBES, B. K. ; BISSET, L. ; VICENZINO, B.: A new integrative model of lateral epicondylalgia. In: *British Journal of Sports Medicine* 43 (2009), Nr. 4, S. 252–258. <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2008.052738>. – DOI 10.1136/bjism.2008.052738. – ISSN 0306-3674
- [15] CYRIAX, J. H.: The pathology and treatment of tennis elbow. In: *The Journal of Bone & Joint Surgery* 18 (1936), Nr. 4, 921–940. [+http://dx.doi.org/](http://dx.doi.org/)
- [16] EDWARDS, S. G. ; CALANDRUCCIO, J. H.: Autologous blood injections for refractory lateral epicondylitis. In: *The Journal of Hand Surgery* 28 (2003), Nr. 2, S. 272–278. <http://dx.doi.org/10.1053/jhsu.2003.50041>. – DOI 10.1053/jhsu.2003.50041. – ISSN 03635023
- [17] ENWEMEKA, C. S.: The biological effects of Laser therapy and other physical modalities on connective tissue repair processes. In: *LASER THERAPY* 12 (2000), Nr. 1, S. 22–30
- [18] FALLOUH, L. ; NAKAGAWA, K. ; SASHO, T. ; ARAI, M. ; KITAHARA, S. ; WADA, Y. ; MORIYA, H. ; TAKAHASHI, K.: Effects of autologous platelet-rich plasma on cell viability and collagen synthesis in injured human anterior cruciate ligament. In: *The Journal of bone and joint surgery* 92 (2010), Nr. 18, S. 2909–2916. <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.I.01158>. – DOI 10.2106/JBJS.I.01158. – ISSN 0021-9355
- [19] FARRAR, J. T. ; YOUNG, J. P. JR ; LAMOREAUX, L. ; WERTH, J. L. ; POOLE, R. M.: Clinical importance of changes in chronic pain intensity

- measured on an 11-point numerical pain rating scale. In: *Pain* 94 (2001), Nr. 2, S. 149–158. – ISSN 0304–3959
- [20] FEDORCZYK, J. M.: Tendinopathies of the elbow, wrist, and hand: histopathology and clinical considerations. In: *Journal of hand therapy : official journal of the American Society of Hand Therapists* 25 (2012), Nr. 2, S. 191–200; quiz 201. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jht.2011.12.001>. – DOI 10.1016/j.jht.2011.12.001. – ISSN 0894–1130
- [21] FIBBI, G. ; D’ALESSIO, S. ; PUCCI, M. ; CERLETTI, M. ; DEL ROSSO, M.: Growth factor-dependent proliferation and invasion of muscle satellite cells require the cell-associated fibrinolytic system. In: *Biological chemistry* 383 (2002), Nr. 1, S. 127–136. <http://dx.doi.org/10.1515/BC.2002.013>. – DOI 10.1515/BC.2002.013. – ISSN 1431–6730
- [22] FIELD, L. D. ; ALTCHER, D. W.: Elbow injuries. In: *Clinics in sports medicine* 14 (1995), Nr. 1, S. 59–78. – ISSN 0278–5919
- [23] FIELD, L. D. ; SAVOIE, F. H.: Common elbow injuries in sport. In: *Sports medicine (Auckland)* 26 (1998), Nr. 3, S. 193–205. – ISSN 0112–1642
- [24] FLEISCHHAUER, M. ; HEIMANN, D. ; HINKELMANN, U.: *Leitfaden Physiotherapie in der Orthopädie und Traumatologie. 2.* Munich : Elsevier, 2006. – ISBN 3437452118
- [25] FOSTER, T. E. ; PUSKAS, B. L. ; MANDELBAUM, B. R. ; GERHARDT, M. B. ; RODEO, S. A.: Platelet-Rich Plasma: From Basic Science to Clinical Applications. In: *The American Journal of Sports Medicine* 37 (2009), Nr. 11, S. 2259–2272. <http://dx.doi.org/10.1177/0363546509349921>. – DOI 10.1177/0363546509349921. – ISSN 0363–5465
- [26] GAO, X. ; XING, D.: Molecular mechanisms of cell proliferation induced by low power laser irradiation. In: *Journal of Biomedical Science* 16 (2009), Nr. 1,

- S. 4. <http://dx.doi.org/10.1186/1423-0127-16-4>. – DOI 10.1186/1423-0127-16-4. – ISSN 1423-0127
- [27] GARTNER, L. P. ; HIATT, J. L.: *Color atlas of histology*. 4. Philadelphia : Lippincott Williams & Wilkins, 2006. – ISBN 9780781798280
- [28] GELBERMAN, R. H.: Flexor tendon physiology: tendon nutrition and cellular activity in injury and repair. In: *Instructional course lectures* 34 (1985), S. 351–360. – ISSN 0065-6895
- [29] GERMANN, G. ; HARTH, A. ; WIND, G. ; DEMIR, E.: Standardisation and validation of the German version 2.0 of the Disability of Arm, Shoulder, Hand (DASH) questionnaire. In: *Der Unfallchirurg* 106 (2003), Nr. 1, S. 13–19. <http://dx.doi.org/10.1007/s00113-002-0456-x>. – DOI 10.1007/s00113-002-0456-x. – ISSN 0177-5537
- [30] GERMANN, G. ; WIND, G. ; HARTH, A.: Der DASH-Fragebogen - Ein neues Instrument zur Beurteilung von Behandlungsergebnissen an der oberen Extremität. In: *Handchirurgie · Mikrochirurgie · Plastische Chirurgie* 31 (1999), Nr. 3, S. 149–152. <http://dx.doi.org/10.1055/s-1999-13902>. – DOI 10.1055/s-1999-13902. – ISSN 07221819
- [31] GOSENS, T. ; PEERBOOMS, J. C. ; LAAR, W. van ; OUDSTEN, B. L.: Ongoing Positive Effect of Platelet-Rich Plasma Versus Corticosteroid Injection in Lateral Epicondylitis: A Double-Blind Randomized Controlled Trial With 2-year Follow-up. In: *The American Journal of Sports Medicine* 39 (2011), Nr. 6, S. 1200–1208. <http://dx.doi.org/10.1177/0363546510397173>. – DOI 10.1177/0363546510397173. – ISSN 0363-5465
- [32] GUNN, C. C. ; MILBRANDT, W. E.: Tennis elbow and the cervical spine. In: *Canadian Medical Association journal* 114 (1976), Nr. 9, S. 803–809. – ISSN 0008-4409

- [33] HASHMI, J. T. ; HUANG, Y.-Y. ; SHARMA, S. K. ; KURUP, D. B. ; TABOADA, L. d. ; CARROLL, J. D. ; HAMBLIN, M. R.: Effect of pulsing in low-level light therapy. In: *Lasers in Surgery and Medicine* 42 (2010), Nr. 6, S. 450–466. <http://dx.doi.org/10.1002/lsm.20950>. – DOI 10.1002/lsm.20950. – ISSN 0196–8092
- [34] HOFWEGEN, C. van ; BAKER, C. L. 3RD ; BAKER, C. L. [JR]: Epicondylitis in the athlete’s elbow. In: *Clinics in sports medicine* 29 (2010), Nr. 4, S. 577–597. <http://dx.doi.org/10.1016/j.csm.2010.06.009>. – DOI 10.1016/j.csm.2010.06.009. – ISSN 0278–5919
- [35] HYMAN, J. ; RODEO, S. A.: Injury and repair of tendons and ligaments. In: *Physical medicine and rehabilitation clinics of North America* 11 (2000), Nr. 2, S. 267–288. – ISSN 1047–9651
- [36] JENSEN, M. P. ; CHEN, C. ; BRUGGER, A. M.: Interpretation of visual analog scale ratings and change scores: a reanalysis of two clinical trials of postoperative pain. In: *The journal of pain : official journal of the American Pain Society* 4 (2003), Nr. 7, S. 407–414. – ISSN 1526–5900
- [37] JEROSCH, J.: *Epicondylopathia radialis humeri: Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie, AWMF-Registernummer: 033/019, Klasse: S1. 09/2011*
- [38] KLEIN, M. B. ; YALAMANCI, N. ; PHAM, H. ; LONGAKER, M. T. ; CHANG, J.: Flexor tendon healing in vitro: effects of TGF-beta on tendon cell collagen production. In: *The Journal of hand surgery* 27 (2002), Nr. 4, S. 615–620. – ISSN 0363–5023
- [39] KRAUSHAAR, B. S. ; NIRSCHL, R. P.: Tendinosis of the elbow (tennis elbow). Clinical features and findings of histological, immunohistochemical, and electron microscopy studies. In: *The Journal of bone and joint surgery* 81 (1999), Nr. 2, S. 259–278. – ISSN 0021–9355

- [40] LOWERY, G. L. ; KULKARNI, S. ; PENNISI, A. E.: Use of autologous growth factors in lumbar spinal fusion. In: *Bone* 25 (1999), Nr. 2 Suppl, S. 47S–50S. – ISSN 1873–2763
- [41] LYNCH, S. E. ; COLVIN, R. B. ; ANTONIADES, H. N.: Growth factors in wound healing. Single and synergistic effects on partial thickness porcine skin wounds. In: *The Journal of clinical investigation* 84 (1989), Nr. 2, S. 640–646. <http://dx.doi.org/10.1172/JCI114210>. – DOI 10.1172/JCI114210. – ISSN 0021–9738
- [42] MARQUES, Lais F. ; STESSUK, Talita ; CAMARGO, ISABEL CRISTINA CHERICI ; SABEH JUNIOR, Nemi ; SANTOS, Lucineia D. ; RIBEIRO-PAES, Joao T.: Platelet-rich plasma (PRP): Methodological aspects and clinical applications. In: *Platelets* (2014). <http://dx.doi.org/10.3109/09537104.2014.881991>. – DOI 10.3109/09537104.2014.881991. – ISSN 0953–7104
- [43] MAST, B. A.: Healing in other tissues. In: *The Surgical clinics of North America* 77 (1997), Nr. 3, S. 529–547. – ISSN 0039–6109
- [44] MISHRA, A. ; PAVELKO, T.: Treatment of Chronic Elbow Tendinosis With Buffered Platelet-Rich Plasma. In: *American Journal of Sports Medicine* 34 (2006), Nr. 11, S. 1774–1778. <http://dx.doi.org/10.1177/0363546506288850>. – DOI 10.1177/0363546506288850. – ISSN 0363–5465
- [45] MISHRA, A. K. ; SKREPNIK, N. V. ; EDWARDS, S. G. ; JONES, G. L. ; SAMPSON, S. ; VERMILLION, D. A. ; RAMSEY, M. L. ; KARLI, D. C. ; RETTIG, A. C.: Efficacy of Platelet-Rich Plasma for Chronic Tennis Elbow: A Double-Blind, Prospective, Multicenter, Randomized Controlled Trial of 230 Patients. In: *The American Journal of Sports Medicine* (2014), Nr. 42, no. 2, S. 463–471. <http://dx.doi.org/10.1177/0363546513494359>. – DOI 10.1177/0363546513494359. – ISSN 0363–5465

- [46] MOLLOY, T. ; WANG, Y. ; MURRELL, G.: The roles of growth factors in tendon and ligament healing. In: *Sports medicine (Auckland, N 33 (2003)*, Nr. 5, S. 381–394. – ISSN 0112–1642
- [47] MURRAY, M. M. ; SPINDLER, K. P. ; ABREU, E. ; MULLER, J. A. ; NEDDER, A. ; KELLY, M. ; FRINO, J. ; ZURAKOWSKI, D. ; VALENZA, M. ; SNYDER, B. D. ; CONNOLLY, S. A.: Collagen-platelet rich plasma hydrogel enhances primary repair of the porcine anterior cruciate ligament. In: *Journal of orthopaedic research : official publication of the Orthopaedic Research Society* 25 (2007), Nr. 1, S. 81–91. <http://dx.doi.org/10.1002/jor.20282>. – DOI 10.1002/jor.20282. – ISSN 0736–0266
- [48] NIRSCHL, R. P. ; ASHMAN, E. S.: Elbow tendinopathy: tennis elbow. In: *Clinics in sports medicine* 22 (2003), Nr. 4, S. 813–836. – ISSN 0278–5919
- [49] NIRSCHL, R. P. ; PETTRONE, F. A.: Tennis elbow. The surgical treatment of lateral epicondylitis. In: *The Journal of bone and joint surgery* 61 (1979), Nr. 6A, S. 832–839. – ISSN 0021–9355
- [50] OCHSMANN, E.: Literatur Report über berufsbedingte muskulo-skelettale Erkrankungen zur MSE-Konferenz. MSE – Identifizierung und Priorisierung relevanter Präventionsthemen und Handlungsfelder arbeitsbezogener Muskel-Skeletterkrankungen (MSE) und Zusammenstellung erfolgsversprechender Präventionsmaßnahmen: Arbeitspaket 1: Übersicht arbeitsbezogener Muskelskeletterkrankungen, gegliedert nach betroffenen Körperregionen und Diagnose, und deren Häufigkeit in verschiedenen Tätigkeitsfeldern/Berufsgruppen. Dresden (2009)
- [51] OSTELO, R. W. J. G. ; DEYO, R. A. ; STRATFORD, P. ; WADDELL, G. ; CROFT, P. ; KORFF, M. v. ; BOUTER, L. M. ; DE VET, H. C.: Interpreting change scores for pain and functional status in low back pain: towards international consensus regarding minimal important change. In: *Spine* 33 (2008),

Nr. 1, S. 90–94. <http://dx.doi.org/10.1097/BRS.0b013e31815e3a10>. – DOI 10.1097/BRS.0b013e31815e3a10. – ISSN 0362–2436

- [52] PALMER, K. T. ; HARRIS, E. C. ; COGGON, D.: Compensating occupationally related tenosynovitis and epicondylitis: a literature review. In: *Occupational medicine (Oxford, England)* 57 (2007), Nr. 1, S. 67–74. <http://dx.doi.org/10.1093/occmed/kql127>. – DOI 10.1093/occmed/kql127. – ISSN 0962–7480
- [53] PEERBOOMS, J. C. ; SLUIMER, J. ; BRUIJN, D. J. ; GOSENS, T.: Positive Effect of an Autologous Platelet Concentrate in Lateral Epicondylitis in a Double-Blind Randomized Controlled Trial: Platelet-Rich Plasma Versus Corticosteroid Injection With a 1-Year Follow-up. In: *The American Journal of Sports Medicine* 38 (2010), Nr. 2, S. 255–262. <http://dx.doi.org/10.1177/0363546509355445>. – DOI 10.1177/0363546509355445. – ISSN 0363–5465
- [54] RASCH, B. ; HOFMANN, W. ; FRIESE, M. ; NAUMANN, E.: *Quantitative Methoden: Einführung in die Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler*. 3., erw. Aufl. Berlin and Heidelberg : Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010 (Springer-Lehrbuch). – ISBN 364205272X
- [55] RITZ, B. R.: Humeral epicondylitis among gas- and waterworks employees. In: *Scandinavian journal of work, environment & health* 21 (1995), Nr. 6, S. 478–486. – ISSN 0355–3140
- [56] ROY, J.-S. ; MACDERMID, J. C. ; WOODHOUSE, L. J.: Measuring shoulder function: a systematic review of four questionnaires. In: *Arthritis and rheumatism* 61 (2009), Nr. 5, S. 623–632. <http://dx.doi.org/10.1002/art.24396>. – DOI 10.1002/art.24396. – ISSN 0004–3591
- [57] SALAFFI, F. ; STANCATI, A. ; SILVESTRI, C. A. ; CIAPETTI, A. ; GRASSI, W.: Minimal clinically important changes in chronic musculoskeletal pain intensity measured on a numerical rating scale. In: *European journal of*

*pain (London, England)* 8 (2004), Nr. 4, S. 283–291. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejpain.2003.09.004>. – DOI 10.1016/j.ejpain.2003.09.004. – ISSN 1090–3801

- [58] SANCHEZ, M. ; ANITUA, E. ; AZOFRA, J. ; ANDIA, I. ; PADILLA, S. ; MUJICA, I.: Comparison of surgically repaired Achilles tendon tears using platelet-rich fibrin matrices. In: *The American journal of sports medicine* 35 (2007), Nr. 2, S. 245–251. <http://dx.doi.org/10.1177/0363546506294078>. – DOI 10.1177/0363546506294078. – ISSN 0363–5465
- [59] SAVARINO, L. ; CENNI, E. ; TARABUSI, C. ; DALLARI, D. ; STAGNI, C. ; CENACCHI, A. ; FORNASARI, P. M. ; GIUNTI, A. ; BALDINI, N.: Evaluation of bone healing enhancement by lyophilized bone grafts supplemented with platelet gel: a standardized methodology in patients with tibial osteotomy for genu varus. In: *Journal of biomedical materials research* 76 (2006), Nr. 2, S. 364–372. <http://dx.doi.org/10.1002/jbm.b.30375>. – DOI 10.1002/jbm.b.30375. – ISSN 1552–4973
- [60] SHIRI, R. ; VIKARI-JUNTURA, E. ; VARONEN, H. ; HELIOVAARA, M.: Prevalence and Determinants of Lateral and Medial Epicondylitis: A Population Study. In: *American Journal of Epidemiology* 164 (2006), Nr. 11, S. 1065–1074. <http://dx.doi.org/10.1093/aje/kwj325>. – DOI 10.1093/aje/kwj325. – ISSN 0002–9262
- [61] SIMUNOVIC, Z. ; TROBONJACA, T. ; TROBONJACA, Z.: Treatment of Medial and Lateral Epicondylitis—Tennis and Golfer’s Elbow—with Low Level Laser Therapy: A Multicenter Double Blind, Placebo-Controlled Clinical Study on 324 Patients. In: *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery* 16 (1998), Nr. 3, S. 145–151
- [62] SMIDT, N. ; VAN DER WINDT, D. A. W. M. ; ASSENDELFT, W. J. J. ; DEVILLE, W. L. J. M. ; KORTHALS-DE BOS, I. B. C. ; BOUTER, L. M.:

- Corticosteroid injections, physiotherapy, or a wait-and-see policy for lateral epicondylitis: a randomised controlled trial. In: *Lancet* 359 (2002), Nr. 9307, S. 657–662. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(02\)07811-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(02)07811-X). – DOI 10.1016/S0140-6736(02)07811-X. – ISSN 0140-6736
- [63] STENHOUSE, G. ; SOOKUR, P. ; WATSON, M.: Do blood growth factors offer additional benefit in refractory lateral epicondylitis? A prospective, randomized pilot trial of dry needling as a stand-alone procedure versus dry needling and autologous conditioned plasma. In: *Skeletal Radiology* 42 (2013), Nr. 11, S. 1515–1520. <http://dx.doi.org/10.1007/s00256-013-1691-7>. – DOI 10.1007/s00256-013-1691-7. – ISSN 0364-2348
- [64] STREECK, U. ; FOCKE J. ; KLIMPEL L.D. ; NOACK D.-W.: *Manuelle Therapie und komplexe Rehabilitation: Band 1*. Heidelberg : Springer Medizin, 2006. – ISBN 9783540342694
- [65] TAYLOR, S. A. ; HANNAFIN, J. A.: Evaluation and management of elbow tendinopathy. In: *Sports health* 4 (2012), Nr. 5, S. 384–393. <http://dx.doi.org/10.1177/1941738112454651>. – DOI 10.1177/1941738112454651. – ISSN 1941-0921
- [66] TSAI, W.-C. ; HSU, C.-C. ; PANG, J.-H. S. ; LIN, M-S. ; CHEN, Y.-H. ; LIANG, F.-C.: Low-level laser irradiation stimulates tenocyte migration with up-regulation of dynamin II expression. In: *PloS one* 7 (2012), Nr. 5, S. e38235. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0038235>. – DOI 10.1371/journal.pone.0038235. – ISSN 1932-6203
- [67] VERHAAR, J. A.: Tennis elbow. Anatomical, epidemiological and therapeutic aspects. In: *International orthopaedics* 18 (1994), Nr. 5, S. 263–267. – ISSN 0341-2695
- [68] VINCK, E. M. ; CAGNIE, B. J. ; CORNELISSEN, M. J. ; DECLERCQ, H. A. ; CAMBIER, D. C.: Increased fibroblast proliferation induced by light emitting

diode and low power laser irradiation. In: *Lasers in Medical Science* 18 (2003), Nr. 2, S. 95–99. <http://dx.doi.org/10.1007/s10103-003-0262-x>. – DOI 10.1007/s10103-003-0262-x. – ISSN 0268–8921

- [69] WANG, X. ; QIU, Y. ; TRIFFITT, J. ; CARR, A. ; XIA, Z. ; SABOKBAR, A.: Proliferation and differentiation of human tenocytes in response to platelet rich plasma: an in vitro and in vivo study. In: *Journal of orthopaedic research : official publication of the Orthopaedic Research Society* 30 (2012), Nr. 6, S. 982–990. <http://dx.doi.org/10.1002/jor.22016>. – DOI 10.1002/jor.22016. – ISSN 0736–0266
- [70] YOSHIKAWA, Y. ; ABRAHAMSSON, S. O.: Dose-related cellular effects of platelet-derived growth factor-BB differ in various types of rabbit tendons in vitro. In: *Acta orthopaedica Scandinavica* 72 (2001), Nr. 3, S. 287–292. <http://dx.doi.org/10.1080/00016470152846646>. – DOI 10.1080/00016470152846646. – ISSN 0001–6470

## Danksagungen

Dr. med. Margit Rudolf und PD Dr. med. Christian Stärke danke ich für die Vergabe des interessanten Promotionsthemas, die zielgerichtete Betreuung meiner Arbeit und für die Unterstützung und Hilfe bei der Umsetzung meiner Ideen und Veröffentlichungen, ohne welche diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

Dabei danke ich Christian Stärke für seine professionelle Begleitung in jeder Phase der Arbeit, die wertvollen Anregungen, sowie die konstruktiven Ratschläge und die Hilfe, vor allem beim Gelingen meiner ersten Veröffentlichung auf internationaler Ebene.

Margit Rudolf danke ich besonders für die jederzeit sachkundige, erfahrene und wertvolle Unterstützung bei der Planung, Durchführung und dem Abschluss der Arbeit. Ihre Erfahrungen, unermüdliche Hilfe und das jederzeit für mich "offene Ohr" haben maßgeblich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen.

Prof. Dr. med. Christoph Lohmann danke ich für die Möglichkeit diese Arbeit in der Ambulanz der Orthopädischen Universitätsklinik der Otto-von-Guericke-Universität durchführen zu können und für die Anregungen, Unterstützung und Motivation zu Kongresspräsentationen und zur Publikation.

Mein ganz besonderer Dank gilt den Physiotherapeuten der Otto-von-Guericke Universität Birgit Winter, Antje Glasse und Ines Kauert die von Anfang bis Ende der Arbeit mit Rat und Tat zur Seite standen. Vielen Dank für die exzellente physiotherapeutische Betreuung der Patienten und die produktive Zusammenarbeit, die die Entwicklung eines anwendbaren Physiotherapieschemas ermöglicht hat.

Frau Glasse danke ich für Ihre Zeit und produktiven Ratschläge bei der Entwicklung des Therapieprotokolls und der Weitergabe physiotherapeutischen Fachwissens.

Frau Glasse und Frau Kauert danke ich zudem für tatkräftige Unterstützung bei der Entwicklung des Physiotherapieprotokolls und für die Mitwirkung als Fotomodelle, sowie Erlaubnis zur Abbildung.

Den Schwestern der orthopädischen Ambulanz, vorallem Martina Falkowskaja danke ich für die Hilfe bei der Durchführung der Studie und die liebevolle Betreuung der Patienten.

Yvonne Rieback und Brigitte Specht aus der Studienzentrale danke ich für die Koordination der Nachuntersuchungen und die zahlreichen Terminvergaben an die Patienten.

Sebastian Günther und dem Team vom Osteopathiezentrum Magdeburg danke ich ebenfalls für die exzellente physiotherapeutische Mitbetreuung der Patienten.

Prof. Dr. rer. nat Siegfried Kropf danke ich für seine Kooperation, seine wertvollen Ratschläge und die Unterstützung bei der statistischen Auswertung.

Dr. rer. nat. Janet Siegmund danke ich ebenfalls herzlich für Ihre Unterstützung bei der statistischen Auswertung, für Ihre Geduld bei der Beantwortung meiner trivialen Fragen, für die Korrekturen meines Artikels, für die vielen wertvollen Anregungen und für die für mich sehr wichtige Freundschaft.

Meiner Familie, meinen Eltern und meinen Freunden danke ich ebenso für den Beistand, die Hilfe zur Motivation und dem Interesse an meiner Arbeit.

Resa, Clara und Franzi, ich danke euch herzlich für eure Ehrlichkeit, für die konstruktive Kritik und für das aufmerksame Lesen meiner ersten Entwürfe.

Meinem Mann Manuel Tetschke danke ich von ganzem Herzen für seine Unermüdlichkeit, Geduld, Liebe, Motivation und die stete Unterstützung.

## **Ehrenerklärung**

Ich erkläre, dass ich die der Medizinischen Fakultät der Otto-von-Guericke-Universität zur Promotion eingereichte Dissertation mit dem Titel:

**Autologous Conditioned Plasma bei Epicondylitis humeri radialis -  
Eine prospektive klinische Studie zu proliferativen Therapieverfahren**

in der Orthopädischen Universitätsklinik mit Unterstützung durch

PD Dr. med. C. Stärke

Dr. med. M. Rudolf

ohne sonstige Hilfe durchgeführt und bei der Abfassung der Dissertation keine anderen als die dort aufgeführten Hilfsmittel benutzt habe.

Bei der Abfassung der Dissertation sind die Rechte Dritter nicht verletzt worden.

Ich habe diese Dissertation bisher an keiner in- oder ausländischen Hochschule zur Promotion eingereicht. Ich übertrage der Medizinischen Fakultät das Recht, weitere Kopien meiner Dissertation herzustellen und zu vertreiben.

Magdeburg, den 10. Juli 2015

# Darstellung des Bildungsweges

## (von Elisa Tetschke, geb. Grabau)

### Schulische Ausbildung

1993 - 1995	Grundschule Berlin-Hellersdorf
1995 - 1999	Grundschule Blumberg
1999 - 2003	Paulus-Praetorius-Gymnasium Bernau
1993 - 2006	Gottfried-Arnold-Gymnasium, Perleberg Abschluss mit der Allgemeinen Hochschulreife

### Studium

10/2006 - 11/2012	Studium der Humanmedizin
08/2008	Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
11/2012	Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung

### Famulaturen

08/2009 - 09/2009	Klinik für Gynäkologie und Geburtshilfe, Klinik St. Marienstift Magdeburg
09/2009 - 10/2009	Klinik für Orthopädie, Universitätsklinikum Magdeburg
02/2010 - 03/2010	Facharztpraxis für Orthopädie Dr. Michael Flach
07/2010 - 08/2010	Klinik für Neurochirurgie, Universitätsklinikum Magdeburg
03/2011	Facharztpraxis für Pädiatrie Dipl. med. Brigitte Berge

## Praktisches Jahr

08/2011 - 12/2011	Klinik für Gastroenterologie, Hepatologie und Infektiologie, Universitätsklinikum Magdeburg
12/2011 - 01/2012	Chirurgische Intensivstation, Universitätsklinik für Allgemein-, Viszeral- und Gefäßchirurgie Magdeburg
01/2012 - 03/2012	Universitätsklinik für Unfallchirurgie Magdeburg
03/2012 - 07/2012	Orthopädische Universitätsklinik Magdeburg

## Promotionsarbeit

seit 03/2011	<b>Promotionsthema: Autologous Conditioned Plasma bei Epicondylitis humeri radialis</b>
11/2012 - 07/2013	Stipendium im Rahmen des Doktorandenprogramms der Medizinischen Fakultät
06/2012	Posterpräsentation von Teilergebnissen auf dem Norddeutschen Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie 2012 ( <i>Grabau, E.; Rudolf, M.; Lohmann, C.H.; Stärke, C.: Autologous Conditioned Plasma bei Epicondylitis humeri radialis, E-Postersession VI, 61. Jahrestagung der Norddeutschen Orthopäden- und Unfallchirurgenvereini-gung e.V., Hamburg 15.06.2012</i> )
06/2013	Vortragspräsentation auf dem Kongress der Deutschen Vereinigung für Schulter- und Ellenbogenchirurgie (DVSE) ( <i>Grabau, E.; Rudolf, M.; Lohmann, C.H.; Stärke, C.: Au-tologous Conditioned Plasma bei Epicondylitis humeri radialis, Junges Forum, 20. Jahreskongress der DVSE e.V., Würzburg 21.06.2013</i> )

- 10/2013 Posterpräsentation auf dem Deutschen Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie (DKOU) 2013 (*Tetschke, E.; Rudolf, M.; Lohmann, C.H.; Stärke, C.: Autologous Conditioned Plasma bei Epicondylitis humeri radialis, Varia-Klinik, DKOU, Berlin 23.10.2013*)
- 10/2014 Veröffentlichung der Ergebnisse im American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation (*Tetschke, E.; Rudolf, M.; Lohmann, C.H.; Stärke, C.: Autologous Proliferative Therapies in Recalcitrant Lateral Epicondylitis. Am J Phys Med Rehabil 2014 Oct 29. [http://dx.doi.org/10.1097/PHM.0000000000000234.](http://dx.doi.org/10.1097/PHM.0000000000000234)*)
- 07/2015 Fertigstellung der Arbeit

### **Zusatzqualifikationen**

- 11/2010 - 01/2011 Weiterbildung zur Transfusionsbeauftragten
- 07/2013 Grundkurs mit integrierter Einführung im Strahlenschutz
- 02/2014 Arthrosonographie Grundkurs Stütz- und Bewegungsapparat
- 11/2014 Blockseminar "Good Clinical Practice" in der klinischen Forschung
- 03/2015 AFOR Prüfartztkurs

Magdeburg, den 10. Juli 2015

# Anhang

# A Patientenfragebogen



## Klinische Studie zur Therapie bei Epicondylitis humeri radialis

Name:

### Soziodemographische Daten

Geburtsdatum:

Beruf:

Freizeitaktivitäten ( *Beschäftigung / Sportart / Musikinstrument* ):

### Händigkeit

Rechts

Beidhändig

Links

Eigene Bemerkungen:

# **B Untersuchungsprotokoll**

# Untersuchungsprotokoll

Datum: \_\_\_\_\_  
Untersucher: \_\_\_\_\_

## Jetzt Anamnese:

Schmerz: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

VAS: (1 - 10) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Ruheschmerz: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## Lokalbefunde:

Druckschmerz am Epicondylus: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

positive Triggerpunkte: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

schmerzhafte Dorsoextension gegen Widerstand: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

schmerzhafter Händedruck: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Ex/Flex: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Pro/Sup: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Schwellung: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Rötung: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Wiedervorstellung: \_\_\_\_\_

## **C Aufklärung für die ACP-Therapie**



## **Einverständniserklärung zur Teilnahme an einer klinischen Studie**

### **“Autologous Conditioned Plasma bei Epicondylitis humeri radialis”**

Name, Vorname:

Geburtsdatum:

Ich wurde über die Teilnahme an einer klinischen Studie zur Anwendung von Autologous Conditioned Plasma bei Epicondylitis humeri radialis informiert.

Mir wurden **der Studienablauf**

- 3 ACP-Injektionen im Abstand von jeweils 7 Tagen
- nach 2 Monaten physiotherapeutische Nachbehandlung

#### **das Therapieverfahren**

1. Blutentnahme aus einer Armvene
2. Trennverfahren zur Gewinnung von konzentrierten körpereigenen Wachstumsfaktoren
3. Intraläsionale Injektion der körpereigenen Wirkstoffe

#### **der Nachkontrollzeitraum**

- 2 Monate, 6 Monate, 12 Monate

#### **Allgemeine Komplikationen während und nach der Behandlung**

- Nebenwirkungen, Reizerscheinungen, Druck- und Spannungsgefühl nach Injektion, Hämatom nach Blutentnahme
- Infektionen nach Einspritzen oder Blutentnahme trotz Einhaltung der Hygiene- und Sterilitätsvorschriften
- Beschwerdepersistenz

ausführlich erläutert und alle meine Fragen zu meiner Zufriedenheit beantwortet.

Ich bestätige hiermit sämtliche Punkte des Aufklärungsgesprächs und der Einverständniserklärung verstanden zu haben.

Ich weiß, dass ich meine Zustimmung jederzeit ohne Begründung und ohne Nachteile für meine weitere medizinische Versorgung widerrufen kann.

Hiermit willige ich in die Studienteilnahme und Auswertung meiner Daten ein. Für die Entscheidung zur Studienteilnahme hatte ich genügend Zeit. Auf die erhobenen Daten habe ich keinen Anspruch.

Ich erkläre mich damit einverstanden, dass im Rahmen dieser Studie erhobene Daten/Krankheitsdaten auf Fragebögen und elektronischen Datenträgern aufgezeichnet und gespeichert werden können. Es wurde mir zugesichert, dass die Daten mit der notwendigen Sorgfalt behandelt und nur den Beteiligten bzw. berechtigten Ärzten zugänglich sind. Die Daten werden in Ihrer Rohform nicht an Dritte weitergegeben. Auch mit der Weiterverarbeitung der Daten in pseudonymisierter Form (d.h. dass Merkmale, die eine Identifikation erlauben, durch einen nur dem Prüfarzt bekannten Schlüssel ersetzt werden), sowie mit der Veröffentlichung der gewonnenen Ergebnisse auf fachspezifischen Kongressen und in wissenschaftlichen Zeitschriften bin ich einverstanden.

\_\_\_\_\_  
Datum

\_\_\_\_\_  
Unterschrift des Patienten

Hiermit erkläre ich den/die o.g. Teilnehmer/in am ..... über Wesen, Bedeutung, Tragweite und Risiken der o.g. Studie mündlich und schriftlich aufgeklärt und ihm/ihr eine Ausfertigung der Information, sowie der Einwilligungserklärung übergeben zu haben.

\_\_\_\_\_  
Datum

\_\_\_\_\_  
Unterschrift des aufklärenden Prüfarztes

# **D Aufklärung für die Lasertherapie**



## **Studieninformation und Einverständniserklärung zur Teilnahme an einer klinischen Studie zur Therapie bei Epicondylitis humeri radialis**

Name, Vorname:

Geburtsdatum:

Ich wurde über die Teilnahme an einer klinischen Studie zur Anwendung von Lasertherapie bei Epicondylitis humeri radialis informiert.

Mir wurden

### **der Studienablauf**

- 12 Lasertherapiesitzungen mit 2 Sitzungen pro Woche (a 30 min)
- nach 2 Monaten physiotherapeutische Nachbehandlung

### **das Therapieverfahren**

1. Lokale Applikation mit Softlaser
2. Faszientechnik, Triggerpunktbehandlung und Dehnübungen

### **der Nachkontrollzeitraum**

- 2 Monate, 6 Monate, 12 Monate

### **Allgemeine Komplikationen während und nach der Behandlung u.a.**

- Reizerscheinungen, Druck-, Spannungsgefühl nach physikalischer Intervention
- Hautveränderungen und Verletzungen während physiotherapeutischer Behandlung
- Beschwerdepersistenz

ausführlich erläutert und alle meine Fragen zu meiner Zufriedenheit beantwortet.

Ich bestätige hiermit sämtliche Punkte des Aufklärungsgesprächs und der Einverständniserklärung verstanden zu haben.

Ich weiß, dass ich meine Zustimmung jederzeit ohne Begründung und ohne Nachteile für meine weitere medizinische Versorgung widerrufen kann.

Hiermit willige ich in die Studienteilnahme und Auswertung meiner Daten ein. Für die Entscheidung zur Studienteilnahme hatte ich genügend Zeit. Auf die erhobenen Daten habe ich keinen Anspruch.

Ich erkläre mich damit einverstanden, dass im Rahmen dieser Studie erhobene Daten/Krankheitsdaten auf Fragebögen und elektronischen Datenträgern aufgezeichnet und gespeichert werden können. Es wurde mir zugesichert, dass die Daten mit der notwendigen Sorgfalt behandelt und nur den Beteiligten bzw. berechtigten Ärzten zugänglich sind. Die Daten werden in Ihrer Rohform nicht an Dritte weitergegeben. Auch mit der Weiterverarbeitung der Daten in pseudonymisierter Form (d.h. dass Merkmale, die eine Identifikation erlauben, durch einen nur dem Prüfarzt bekannten Schlüssel ersetzt werden), sowie mit der Veröffentlichung der gewonnenen Ergebnisse auf fachspezifischen Kongressen und in wissenschaftlichen Zeitschriften bin ich einverstanden.

---

Datum

---

Unterschrift des Patienten

Hiermit erkläre ich den/die o.g. Teilnehmer/in am ..... über Wesen, Bedeutung, Tragweite und Risiken der o.g. Studie mündlich und schriftlich aufgeklärt und ihm/ihr eine Ausfertigung der Information, sowie der Einwilligungserklärung übergeben zu haben.

---

Datum

---

Unterschrift des aufklärenden Prüfarztes

# **E Therapieprotokoll**

# Physiotherapeutische Behandlung bei lateraler Epicondylopathie

## Detektion der betroffenen Strukturen (häufig Sehne des M. extensor carpi radialis brevis)

- Palpation der Sehnenansätze und Muskelsehnenübergänge am Epicondylus
- Erhebung des Muskelstatus mit Tonusveränderungen und Druckschmerzhaftigkeit (Ursprünge der Handextensoren am Epicondylus einzeln palpieren)
- Grundfunktionsüberprüfung der HWS und Schulter (aktive Basisbewegungen des Halses und der Schulter)
- aktive und passive Funktionsbewegungen des Ellenbogengelenkes und Handgelenkes mit Widerstandstests

## Anfangsphase zum Aktualisieren von Regenerationsprozessen

- Im Rahmen der Funktionsuntersuchung:
  - ⇒ fasziales Ausstreichen und Quermassage zur lokalen Hyperämisierung und Detonisierung
  - ⇒ Triggerpunktbehandlung durch Akkupressur (insbesondere TP der Unterarmextensoren, des M. supinator, M. anconeus, M. brachioradialis, M. trapezius und M. supraspinatus)



Abb. 1

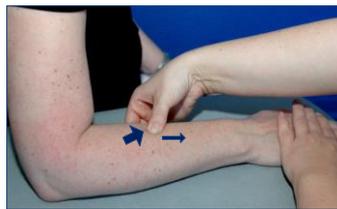


Abb. 2



Abb. 3



Abb. 4

Triggerpunkte mit möglicher Ausstrahlung: Abb. 1 Triggerpunkt des M. brachioradialis, Abb. 2 Triggerpunkt des M. extensor digitorum zwischen proximalem und medialem Drittel des Unterarmes, Abb. 3 Triggerpunkt des M. extensor carpi radialis longus im proximalem Drittel des Unterarmes, Abb. 4 Triggerpunkte des M. trapezius Pars transversa und ascendens

Immer Blockierungen der Hals- und Brustwirbelsäule (C5/C6, C6/C7), sowie Funktionsstörungen der Schulter- und Nackenmuskulatur mitbehandeln, da diese die Regeneration zusätzlich negativ beeinflussen können.

- Lokale Schmerzbehandlung:
  - ⇒ Querfriktionen am Schmerzpunkt der betroffenen Extensoren (meist insertionsnah im Bereich der Mm. extensor carpi radialis longus et brevis)
  - ⇒ M. extensor carpi radialis longus: Sehne durch Dorsalextension und Radialabduktion der Hand identifizieren und Querfriktion von der Crista condylaris nach lateral und proximal (blaue Pfeile)
  - ⇒ M. extensor carpi radialis brevis: Insertion radial und distal des Extensor carpi radialis longus identifizieren durch Dorsalextension des Handgelenkes und Querfriktionsbewegung nach lateral (roter Pfeil)

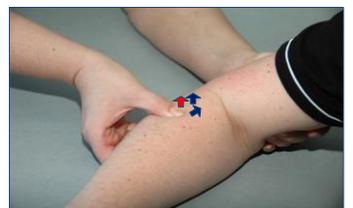


Abb. 5 Querfriktion des M. extensor carpi radialis longus und brevis am Sehnenverlauf

- Verbesserung der muskulären Funktionalität und der Beweglichkeit:
  - ⇒ Aktive Bewegung der Schulter-, Ellenbogen-, Hand- und Fingergelenke
  - ⇒ Dehnungsübungen mit Vordehnung, isometrische Anspannung und postisometrische Nachdehnung:
    - Dehnung der Mm. Extensor carpi radialis longus et brevis: durch isometrische Anspannung Richtung Dorsalextension und Radialabduktion mit Dehnung durch Handgelenksflexion
    - Dehnung des M. extensor digitorum: zusätzlich Flexion der Fingergelenke
  - ⇒ Mitbehandlung der Antagonisten



Abb. 6

Abb. 6 Dehnung des M. extensor carpi radialis longus und brevis, Abb. 7 Dehnung des M. extensor digitorum



Abb. 7



Abb. 8



Abb. 9

Abb. 8 + 9 Aktive Eigendehnung der Mm. Extensor carpi radialis longus + brevis

- Empfehlungen für den Alltag:
  - ⇒ Anleitung zur selbstständigen Dehnung 1x pro Tag mit mindestens 10 Wiederholungen, ggf. mit feucht-warmen Umschlägen („heiße Rolle“)
  - ⇒ Überbelastungen vermeiden (z.B. Trainingsintensität verringern, Erwärmung vor dem Sport)
  - ⇒ Haltungskorrektur

## Fortgeschrittene Phase mit Trophiktraining der Muskulatur zur Optimierung der Funktionalität

Weiterhin an das individuelle Beschwerdemuster angepasst Durchführung manueller Weichteiltechniken der Anfangsphase und Gelenkmobilisation zur Verbesserung der Beweglichkeit.

- Muskelkräftigung:

→ Patienten adaptierte statische und dynamische Übungen mit Steigerung des Widerstandes im Therapieverlauf:



Abb. 10



Abb. 11



Abb. 12



Abb. 13

Muskelkräftigung mit dem Handgelenkstrainer mit variablen Widerständen: Kräftigung der Extensoren Abb. 10 + 11 und der Flexoren Abb. 12 + 13



Abb. 14



Abb. 15



Abb. 16

Abb. 14 – 16 Konzentrische und exzentrische Bewegungsübungen am Seilzug mit Gleichgewichtstraining auf weicher Matte

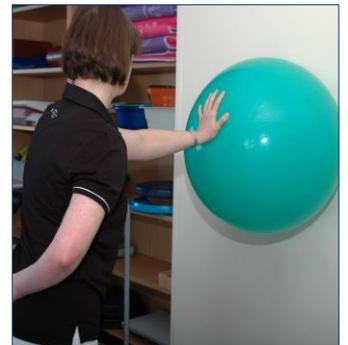


Abb. 17 Bankdrücken und Halteübung mit dem Pezzi-Gymnastikball



Abb. 18



Abb. 19



Abb. 20

Sportartenspezifisches Training am Seilzug bei vollständig rehabilitiertem Kraft- und Bewegungsausmaß:

Abb. 18 + 19 Konzentrische schnelle Ausholbewegung simuliert den Überkopfschlag mit kontrollierter, exzentrischer Bremsbewegung der Extensoren, dabei können auch kontrollierte Flexions- und Extensionsbewegungen des Handgelenkes trainiert werden.

Abb. 20 Training der seitlichen Ausholbewegung durch konzentrische Bewegung der Handgelenksexensoren mit Bremsbewegung der Flexoren

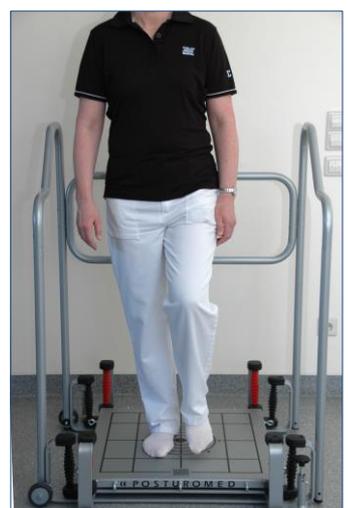


Abb. 21 Sensomotorisches Training und Optimierung der Körperhaltung auf dem Posturomed® -Brett mit schwingender Eigenfrequenz

- Sportartenspezifisches Training beispielsweise für Rückschlagsportarten (Tennis, Badminton, Squash):

→ Ausholbewegungen am Seilzug zur Kräftigung der Schultermuskulatur und zur Schulung des Bewegungsablaufes mit kontrollierten Extensions- und Flexionsbewegungen des Handgelenkes

→ Training der Bewegungsabläufe mit dem Sportgerät

→ Vorbeugung von sportartenspezifischen Überlastungen durch Erwärmung vor der Aktivität, langsame Intensitätssteigerung, Nachbereitung mit Dehnungsübungen

- Hinweise für den Alltag:

→ selbstständige Dehnungsübungen anleiten

→ Haltungskorrektur

→ Überlastungen im Berufsalltag identifizieren und Strategien zur Vermeidung und Prophylaxe erarbeiten

# F DASH-Fragebogen

THE

# DASH

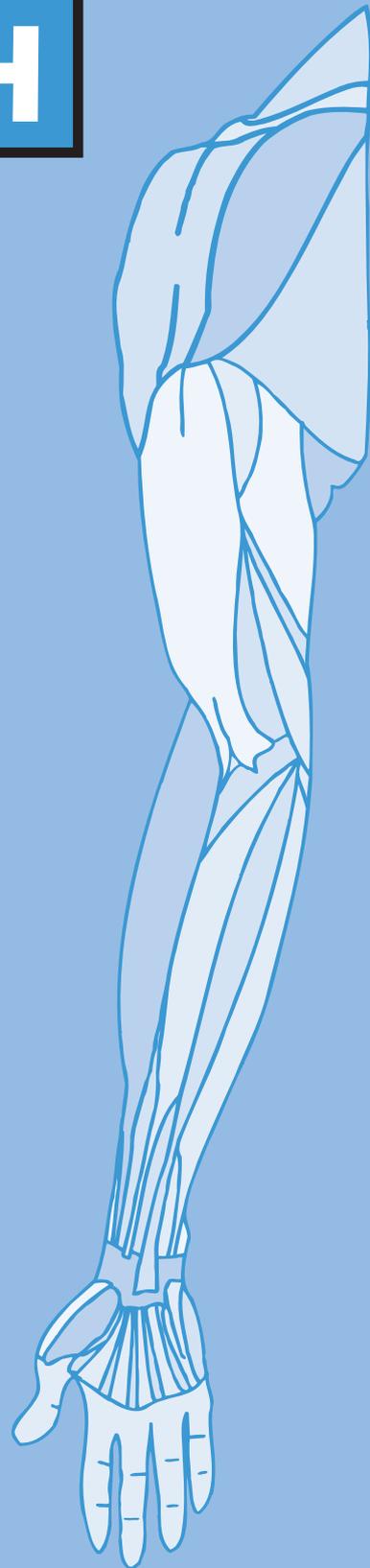
## ANLEITUNG

Dieser Fragebogen beschäftigt sich sowohl mit Ihren Beschwerden als auch mit Ihren Fähigkeiten, bestimmte Tätigkeiten auszuführen.

Bitte beantworten Sie *alle Fragen* gemäß Ihrem Zustand in der vergangenen Woche, indem Sie einfach die entsprechende Zahl ankreuzen.

Wenn Sie in der vergangenen Woche keine Gelegenheit gehabt haben, eine der unten aufgeführten Tätigkeiten durchzuführen, so wählen Sie die Antwort aus, die Ihrer Meinung nach *am ehesten* zutreffen würde.

Es ist nicht entscheidend, mit welchem Arm oder welcher Hand Sie diese Tätigkeiten ausüben. Antworten Sie Ihrer Fähigkeit entsprechend, ungeachtet, wie Sie die Aufgaben durchführen konnten.



# DISABILITIES OF THE ARM, SHOULDER AND HAND

Bitte schätzen Sie Ihre Fähigkeit ein, wie Sie folgende Tätigkeiten in der vergangenen Woche durchgeführt haben, indem Sie die entsprechende Zahl ankreuzen.

	Keine Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
1. Ein neues oder festverschlossenes Glas öffnen	1	2	3	4	5
2. Schreiben	1	2	3	4	5
3. Einen Schlüssel umdrehen	1	2	3	4	5
4. Eine Mahlzeit zubereiten	1	2	3	4	5
5. Eine schwere Tür aufstoßen	1	2	3	4	5
6. Einen Gegenstand über Kopfhöhe auf ein Regal stellen	1	2	3	4	5
7. Schwere Hausarbeit (z. B. Wände abwaschen, Boden putzen)	1	2	3	4	5
8. Garten- oder Hofarbeit	1	2	3	4	5
9. Betten machen	1	2	3	4	5
10. Eine Einkaufstasche oder einen Aktenkoffer tragen	1	2	3	4	5
11. Einen schweren Gegenstand tragen (über 5kg)	1	2	3	4	5
12. Eine Glühbirne über Ihrem Kopf auswechseln	1	2	3	4	5
13. Ihre Haare waschen oder föhnen	1	2	3	4	5
14. Ihren Rücken waschen	1	2	3	4	5
15. Einen Pullover anziehen	1	2	3	4	5
16. Ein Messer benutzen, um Lebensmittel zu schneiden	1	2	3	4	5
17. Freizeitaktivitäten, die wenig körperliche Anstrengung verlangen (z. B. Karten spielen, Stricken, usw.)	1	2	3	4	5
18. Freizeitaktivitäten, bei denen auf Ihren Arm, Schulter oder Hand Druck oder Stoß ausgeübt wird (z.B. Golf, Hämmern, Tennis, usw.)	1	2	3	4	5
19. Freizeitaktivitäten, bei denen Sie Ihren Arm frei bewegen (z. B. Badminton, Frisbee)	1	2	3	4	5
20. Mit Fortbewegungsmitteln zurecht kommen (um von einem Platz zum anderen zu gelangen)	1	2	3	4	5
21. Sexuelle Aktivität	1	2	3	4	5

# DISABILITIES OF THE ARM, SHOULDER AND HAND

22. In welchem Ausmaß haben Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme Ihre normalen sozialen Aktivitäten mit Familie, Freunden, Nachbarn oder anderen Gruppen während der vergangenen Woche beeinträchtigt? (Bitte kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)

Überhaupt nicht	Ein wenig	Mäßig	Ziemlich	Sehr
1	2	3	4	5

23. Waren Sie in der vergangenen Woche durch Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme in Ihrer Arbeit oder anderen alltäglichen Aktivitäten eingeschränkt? (Bitte kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)

Überhaupt nicht eingeschränkt	Ein wenig eingeschränkt	Mäßig eingeschränkt	Sehr eingeschränkt	Nicht möglich
1	2	3	4	5

Bitte schätzen Sie die Schwere der folgenden Beschwerden während der letzten Woche ein. (Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile die entsprechende Zahl an)

	Keine	Leichte	Mäßige	Starke	Sehr starke
24. Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5
25. Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand während der Ausführung einer bestimmten Tätigkeit	1	2	3	4	5
26. Kribbeln (Nadelstiche) in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5
27. Schwächegefühl in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5
28. Steifheit in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5

29. Wie groß waren Ihre Schlafstörungen in der letzten Woche aufgrund von Schmerzen im Schulter-, Arm- oder Handbereich? (Bitte kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)

Keine Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
1	2	3	4	5

30. Aufgrund meiner Probleme im Schulter-, Arm- oder Handbereich empfinde ich meine Fähigkeiten als eingeschränkt, ich habe weniger Selbstvertrauen oder ich fühle, dass ich mich weniger nützlich machen kann. (Bitte kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)

Stimme überhaupt nicht zu	Stimme nicht zu	Weder Zustimmung noch Ablehnung	Stimme zu	Stimme sehr zu
1	2	3	4	5

# DISABILITIES OF THE ARM, SHOULDER AND HAND

## ARBEITS- UND BERUFS-MODUL (OPTIONAL)

Die folgenden Fragen beziehen sich auf den Einfluss Ihres Schulter-, Arm- oder Handproblems auf Ihre Arbeit\_ (einschließlich Haushaltsführung, falls dies Ihre Hauptbeschäftigung ist).

Bitte geben Sie Ihre/n Arbeit/Beruf hier an:

Ich bin nicht berufstätig (Sie können diesen Bereich auslassen).

Bitte kreuzen Sie die Zahl an, die Ihre körperlichen Fähigkeiten in der vergangenen Woche am besten beschreibt. Hatten Sie irgendwelche Schwierigkeiten:

	Keine Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
1. In der üblichen Art und Weise zu arbeiten?	1	2	3	4	5
2. Aufgrund der Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand Ihre übliche Arbeit zu erledigen?	1	2	3	4	5
3. So gut zu arbeiten wie Sie es möchten?	1	2	3	4	5
4. Die bisher gewohnte Zeit mit Ihrer Arbeit zu verbringen?	1	2	3	4	5

## SPORT- UND MUSIK-MODUL (OPTIONAL)

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

Wenn Sie mehr als ein Instrument spielen oder mehr als eine Sportart ausüben (oder beides), so beantworten Sie bitte die Fragen in bezug auf das Instrument oder die Sportart, die für Sie am wichtigsten ist.

Bitte geben Sie dieses Instrument bzw. diese Sportart hier an:

Ich treibe keinen Sport oder spiele kein Instrument (Sie können diesen Bereich auslassen).

Bitte kreuzen Sie die Zahl an, die Ihre körperlichen Fähigkeiten in der vergangenen Woche am besten beschreibt. Hatten Sie irgendwelche Schwierigkeiten:

	Keine Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
1. In der üblichen Art und Weise Ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben?	1	2	3	4	5
2. Aufgrund der Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand Ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben?	1	2	3	4	5
3. So gut Ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben wie Sie es möchten?	1	2	3	4	5
4. Die bisher gewohnte Zeit mit dem Spielen Ihres Musikinstrumentes oder mit Sporttreiben zu verbringen?	1	2	3	4	5