

**Bachelorarbeit**

# **Nachbehandlung nach Rotatorenmanschetten- Rekonstruktion**

**Bettina Däppen**  
Etzikon 22  
8618 Oetwil am See  
SO8276743

**Andrea Häberle**  
Römerweg 7  
4514 Lommiswil  
SO8256422

**Departement:**

**Gesundheit**

**Institut:**

**Institut für Physiotherapie**

**Studienjahr:**

**2008**

**Eingereicht am:**

**20. Mai 2011**

**Betreuende Lehrperson:**

**Martina Leusch**

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b><i>Nachbehandlung nach Rotatorenmanschetten-Rekonstruktion</i></b> .....	<b>6</b>
1.1	Einführung in die Thematik.....	6
1.2	Hypothese.....	6
1.3	Fragestellung .....	7
<b>2</b>	<b><i>Methodik</i></b> .....	<b>8</b>
2.1	Erarbeiten des theoretischen Hintergrundes.....	8
2.2	Suchmethodik .....	8
2.3	Selektion der Studien .....	9
2.4	Auswahl der Studien für den Hauptteil.....	9
2.5	Ergebnisse der Studiensuche .....	10
<b>3</b>	<b><i>Theoretischer Hintergrund</i></b> .....	<b>11</b>
<b>3.1</b>	<b>Anatomie der Rotatorenmanschette der Schulter</b> .....	<b>11</b>
3.1.1	Muskulatur .....	11
3.1.2	Muskelschlingen .....	13
3.1.3	Gelenke .....	14
3.1.4	Gelenkscapsel und Ligamente .....	14
3.1.5	Bursen .....	16
<b>3.2</b>	<b>Biomechanik der Rotatorenmanschette der Schulter</b> .....	<b>16</b>
3.2.1	Rotation .....	16
3.2.2	Ab- und Adduktion .....	17
3.2.3	Flexion und Extension .....	18
3.2.4	Kombinierte Bewegung: Zirkumduktion.....	19
<b>3.3</b>	<b>Rupturen der Rotatorenmanschette</b> .....	<b>20</b>
3.3.1	Ätiologie .....	20
3.3.2	Klinik .....	21
3.3.3	Verschiedene Rupturen.....	21
<b>3.4</b>	<b>Behandlung einer Rotatorenmanschetten-Ruptur</b> .....	<b>25</b>

3.4.1	Konservative Behandlung.....	25
3.4.2	Operative Behandlung .....	25
<b>3.5</b>	<b>Sehnenheilung .....</b>	<b>26</b>
3.5.1	Wundheilungsphasen .....	26
3.5.2	Extrinsische und intrinsische Heilung .....	27
3.5.3	Mobilisation nach Traumata .....	29
<b>4</b>	<b>Studien.....</b>	<b>30</b>
<b>4.1</b>	<b>Ausgewählte Studien.....</b>	<b>30</b>
<b>4.2</b>	<b>Vorstellung der Studien .....</b>	<b>30</b>
4.2.1	Effektivität der postoperativen Behandlung mittels motorisierter Bewegungsschiene (CPM) bei Patienten mit Ruptur der Rotatorenmanschette, Michael et al. (2005).....	30
4.2.2	Continuous Passive Motion after Repair of the Rotator Cuff. A Prospective Outcome Study, Lastayo, P. C., Wright, T., Jaffe, R., Hartzel, J. (1998).....	31
4.2.3	Effects of one-month continuous passive motion after arthroscopic rotator cuff repair: results at 1-year follow-up of a prospective randomized study, Garofalo, R., Conti, M., Notarnicola, A., Maradei, L., Giardella, A., Castagna, A. (2010).....	32
4.2.4	The addition of aquatic therapy to rehabilitation following surgical rotator cuff repair : a feasibility study, Bray, B., Redfern, J., MacDougal, G., Williams, J. (2008).....	33
4.2.5	Early loading in physiotherapy treatment after full-thickness rotator cuff repair: a prospective randomized pilot-study with a two-year follow-up, Hultenheim-Klintberg, I., Gunnarsson, A. C., Svantesson, U., Styf, J., Karlsson, J. (2009).....	34
4.2.6	A randomised clinical trial evaluating the efficacy of physiotherapy after rotator cuff repair, Hayes, K., Ginn, K., Walton, J., Szomor, Z., Murrell, G. (2004).....	35
<b>4.3</b>	<b>Studientabelle .....</b>	<b>37</b>
<b>5</b>	<b>Diskussion.....</b>	<b>40</b>
<b>5.1</b>	<b>Kritik.....</b>	<b>40</b>
<b>5.2</b>	<b>Diskussion der Resultate .....</b>	<b>43</b>
<b>6</b>	<b>Schlussfolgerung.....</b>	<b>47</b>
<b>6.1</b>	<b>Theorie-Praxis-Transfer .....</b>	<b>47</b>
<b>6.2</b>	<b>Bestätigung der Hypothese .....</b>	<b>49</b>
<b>6.3</b>	<b>Beantwortung der Fragestellung.....</b>	<b>49</b>
<b>6.4</b>	<b>Überlegungen zur Arbeit .....</b>	<b>50</b>

<b>7</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>51</b>
<b>8</b>	<b>Eigenständigkeitserklärung .....</b>	<b>56</b>
<b>9</b>	<b>Danksagung.....</b>	<b>57</b>
<b>10</b>	<b>Wortzahl .....</b>	<b>58</b>

## Abstract

Zielsetzung: Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, herauszufinden, welches die wirkungsvollste physiotherapeutische Intervention bezüglich Schmerzen und Bewegungsausmass der Schulter bei der Nachbehandlung einer operativ behandelten Rotatorenmanschetten-Ruptur ist.

Methodik: Um ein fundiertes Hintergrundwissen zu erarbeiten, wurde zuerst ein Theorieartikel erstellt und danach nach Studien gesucht, welche sich mit diesem Thema befassen. Deren Inhalt wurde kritisch beurteilt und die Resultate im Anschluss miteinander verglichen. Auf diesem Vergleich basierend wurde eine Schlussfolgerung erstellt.

Resultate: Es hat sich gezeigt, dass die Patienten, welche mit unterschiedlichen physiotherapeutischen Interventionen behandelt wurden, signifikante Unterschiede bezüglich Schmerzen und Bewegungsausmass der operierten Schulter aufwiesen. Dies konnte jedoch weniger auf die jeweilige Intervention als vielmehr auf die Dauer der Therapie zurückgeführt werden. Längerfristig konnten keine signifikanten Unterschiede mehr festgestellt werden.

Schlussfolgerung: Es ist wichtig, vor allem zu Beginn der Rehabilitation viele Therapiemöglichkeiten anzubieten, da in dieser Zeit viel Einfluss auf Schmerzen und Bewegungsausmass der operierten Schulter genommen werden kann. Es hebt sich jedoch keine der verschiedenen Interventionen in ihrer Wirksamkeit von den anderen ab. Zur Beeinflussung der Schmerzen und der Beweglichkeit ist eher die Therapiezeit als die Intervention entscheidend.

Keywords: rotator cuff, intervention, physiotherapy, surgery, range of motion, rehabilitation

---

## 1 Nachbehandlung nach Rotatorenmanschetten-Rekonstruktion

---

Diese Bachelorarbeit wird mit der Einführung in die Thematik eingeleitet. Danach wird die Fragestellung aufgezeigt und eine Hypothese aufgestellt. Am Ende dieser Arbeit möchten die Autorinnen die Fragestellung beantworten und die aufgestellte Hypothese bestätigen.

### 1.1 Einführung in die Thematik

In der Physiotherapie werden häufig Patienten mit einer Rotatorenmanschetten-Ruptur behandelt. Auch die Autorinnen hatten in ihren Praktika mit Nachbehandlungen von Rotatorenmanschetten-Operationen zu tun und wollten sich deshalb vermehrt mit dieser Thematik befassen. Die Hauptprobleme dieser Patienten waren in der Regel die Bewegungseinschränkungen des Schultergelenkes, welche aufgrund der langen postoperativen Schonhaltung und der vom Operateur festgelegten Bewegungslimite entstanden sind sowie die Schmerzen. Neben einem späteren Kraftaufbau ist das Ziel der postoperativen physiotherapeutischen Behandlung, das normale Bewegungsausmass wieder herzustellen. Um dies zu erreichen, gibt es verschiedene physiotherapeutische Interventionsmöglichkeiten. In der folgenden Arbeit werden diese Interventionen auf ihre Wirksamkeit untersucht und beurteilt. Ausserdem wollen die Autorinnen ausführlich über die Ätiologie und die operative Versorgung einer Rotatorenmanschetten-Ruptur sowie über den postoperativen Heilungsprozess informieren.

Das Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, die verschiedenen Interventionsmöglichkeiten aufzuzeigen und zu eruieren, welche die effektivste ist. So können Patienten mit einer Rotatorenmanschetten-Ruptur in der Praxis optimal behandelt werden.

### 1.2 Hypothese

Durch physiotherapeutische Interventionen kann bei Patienten mit einer operativ behandelten Rotatorenmanschetten-Ruptur eine massgebliche Verbesserung bezüglich Schmerzen und Bewegungsausmass des Schultergelenkes erreicht werden.

### **1.3 Fragestellung**

„Welches ist die wirksamste physiotherapeutische Intervention bezüglich Schmerzen und Bewegungsausmass der Schulter bei der Nachbehandlung einer operativ behandelten Rotatorenmanschetten-Ruptur?“

---

## 2 Methodik

---

Um ein umfassendes Hintergrundwissen zu erarbeiten, haben sich die Autorinnen zuerst intensiv mit der Fachliteratur bezüglich des Themas auseinandergesetzt und darauf basierend einen Theorieteil erstellt. Anschliessend befassten sich die Autorinnen sich mit der Suche und Beurteilung der Studien. Um die Erstellung des Theorieteiles und die Auswahl der Studien nachvollziehbar darzustellen, werden im Methodikteil das Erarbeiten des theoretischen Hintergrundes, das Vorgehen bei der Studiensuche, die Selektion der Studien und die Auswahlkriterien genauer erläutert.

### 2.1 Erarbeiten des theoretischen Hintergrundes

Um den Aufbau des theoretischen Hintergrundes zu bestimmen, wurde zuerst ein Inhaltsverzeichnis erstellt und darin festgelegt, welche Inhalte erarbeitet werden sollten. Anhand dieser Inhalte wurde in Bibliotheken und im Internet nach literarischen und elektronischen Quellen gesucht. Basierend auf diesen Quellen wurde der theoretische Hintergrund erstellt. Durch dessen Erarbeitung konnte die Grundlage für diese Bachelorarbeit gelegt werden. Im späteren Verlauf wurde der Theorieteil weiter ergänzt, um einen möglichst fundierten Bezug zu den Studieninhalten zu erreichen.

### 2.2 Suchmethodik

Die Literaturrecherche fand vom Dezember 2010 bis März 2011 statt. Mithilfe von Schlagwörtern und ergänzenden Stichwörtern wurde in den Datenbanken nach Primärliteratur gesucht. Pubmed, Medline, CINAHL Database und PEDro wurden als Datenbanken ausgewählt. Als Schlagwörter wurden folgende Begriffe verwendet: „rotator cuff“, „tear“, „repair“, „intervention“ und „physiotherapy“. Diese wurden sowohl untereinander als auch mit spezifischen Stichwörtern kombiniert. Mithilfe der Referenzliste der gefundenen Studien wurde weitere Primärliteratur gesucht.

Die Sekundärliteratur stammt aus der Hochschulbibliothek des Departements Gesundheit der ZHAW in Winterthur sowie aus der Zentralbibliothek in Zürich und wurde mit Hilfe des NEBIS Kataloges gefunden.



### **2.3 Selektion der Studien**

Die Anzahl der in Frage kommenden Studien wurde mithilfe von Schlag- und Stichwörtern reduziert. Die übrigen Studien wurden durch kritisches Lesen der Titel und des Abstracts selektiert. Die Titel mussten einen Zusammenhang mit der formulierten Fragestellung aufweisen. Wurde im Abstract ersichtlich, dass bei der Studie Interventionen an Patienten nach Rotatorenmanschetten-Operationen untersucht wurden und es sich um eine aktuelle Studie handelt, wurde die Vollversion gesucht oder angefordert und nach von uns festgelegten Einschlusskriterien ausgewählt.

### **2.4 Auswahl der Studien für den Hauptteil**

Um die Studien für unsere Arbeit zu bestimmen, haben wir folgende Einschlusskriterien festgelegt:

- Probanden mit einer Rotatorenmanschetten-Ruptur
- Operative Behandlung der Rotatorenmanschetten-Ruptur
- Outcome-Messungen bezüglich Beweglichkeit und optimalerweise Schmerzen wurden durchgeführt
- Studie erreicht mindestens fünf Punkte auf der PEDro Scale
- Studie wurde zwischen 1998 und 2011 publiziert

Ausgeschlossen wurden Fallstudien sowie Studien, welche eine konservative Behandlung der Ruptur untersuchen. Die Studien wurden mit der PEDro Scale, welche die methodologische Qualität der Studie beurteilt, bewertet.

## 2.5 Ergebnisse der Studiensuche

Die Studiensuche ergab die folgenden Resultate:

Tabelle 1. Ergebnisse

	Medline	PEDro	CINAHL
Suche mit Schlagwörtern und Stichworten	n = 106	n = 19	n = 33
Aussortiert nach Titel und Abstract	n = 100	n = 14	n = 30
Doppelte Artikel		n = 4	n = 3
Aussortiert nach unseren Einschlusskriterien	n = 0	n = 1	n = 0
Alle Kriterien erfüllt	n = 6	n = 0	n = 0

Für die folgende Bachelorarbeit wurden sechs Studien aus der Medline Datenbank verwendet. Diese werden unter 4.2 Vorstellung der Studien genauer beschrieben.

---

### 3 Theoretischer Hintergrund

---

Um sich über die Problematiken der Rotatorenmanschette ein Bild zu machen, wird im nachfolgenden Theorieteil das Wichtigste der Anatomie, Biomechanik und Physiologie zusammengefasst. Ebenfalls wird die Behandlung und Ätiologie der Rotatorenmanschetten-Ruptur sowie die Sehnenheilung beschrieben.

#### 3.1 Anatomie der Rotatorenmanschette der Schulter

Um die Nachbehandlung der Rotatorenmanschette zu verstehen, ist es wichtig, sich in der Anatomie der Schulter auszukennen. Dank ihren fünf dazugehörigen Gelenken gilt die Schulter als das beweglichste Gelenk des menschlichen Körpers (Kapandji, 2006). Um diesen grossen Bewegungsfreiraum auszuschöpfen, sind die Bandsicherungen der einzelnen Gelenke weniger straff, was eine verminderte Stabilität zur Folge hat. (Schünke, Schulte & Schumacher, 2007). Hochschild (2002) beschreibt, dass um die Stabilität zu gewährleisten, die Schulter aktiv durch Muskeln stabilisiert wird. Eine besonders wichtige Rolle hat dabei die Rotatorenmanschette. Da auch die anderen Strukturen der Schulter eine wichtige Rolle bei der Rehabilitation nach einer Rotatorenmanschetten-Rekonstruktion spielen, wird in der Theorie ebenfalls auf diese eingegangen.

##### 3.1.1 Muskulatur

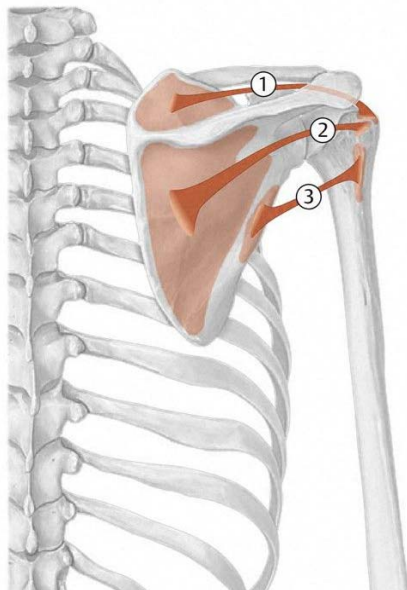
Zu der Rotatorenmanschette gehört folgende Muskulatur (Schünke et al., 2007)

- M. supraspinatus
- M. infraspinatus
- M. teres minor
- M. subscapularis

Der Name Rotatorenmanschette kommt daher, dass die dazu gehörenden Muskeln bevor sie am Humerus ansetzen, Teile der Sehne in die Gelenkkapsel abgeben und somit den Humeruskopf, ähnlich einer Manschette, in die Gelenkspfanne pressen.

Alle Muskeln der Rotatorenmanschette haben an der Scapula ihren Ursprung und setzen am Humerus an. Sie sind damit für die Innen- und Aussenrotation sowie für die Abduktion zuständig. Bei der Abduktion hilft zusätzlich der M. deltoideus mit. Dies ist in den zwei nachfolgenden Abbildungen ersichtlich.

Abbildung 1. Rotatorenmanschette



① **M. supraspinatus**

**Ursprung:** Fossa supraspinata der Scapula  
**Ansatz:** Tuberculum majus des Humerus  
**Funktion:** Abduktion  
**Innervation:** N. suprascapularis (C4–6)

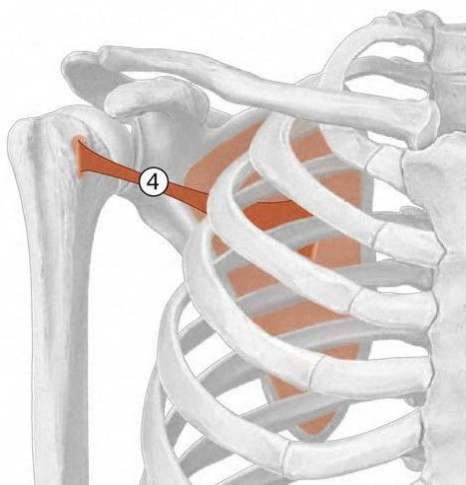
② **M. infraspinatus**

**Ursprung:** Fossa infraspinata der Scapula  
**Ansatz:** Tuberculum majus des Humerus  
**Funktion:** Außenrotation  
**Innervation:** N. suprascapularis (C4–6)

③ **M. teres minor**

**Ursprung:** Margo lateralis der Scapula  
**Ansatz:** Tuberculum majus des Humerus  
**Funktion:** Außenrotation, schwache Adduktion  
**Innervation:** N. axillaris (C5, 6)

Abbildung 2. M. subscapularis



④ **M. subscapularis**

**Ursprung:** Fossa subscapularis der Scapula  
**Ansatz:** Tuberculum minus des Humerus  
**Funktion:** Innenrotation  
**Innervation:** N. subscapularis (C5, 6)

### 3.1.2 Muskelschlingen

Damit die Bewegungen von Arm und Schultergürtel optimal koordiniert sind, spielen die Muskelschlingen eine entscheidende Rolle (Hochschild, 2002). Es gibt acht solche muskulären Verbindungen, welche sich in folgende vier antagonistische Paare unterteilen lassen.

- Levator scapulae - Trapezium - Schlinge

Die Schlinge des M. levator scapulae und der Pars ascendens des M. trapezius koordiniert die Elevations- und Depressionsbewegung der Schulter.

- Serratus - Trapezium - Schlinge

Die Pars superior und medialis des M. serratus sowie die Pars transversus des M. trapezius arbeiten in Wechselwirkung für einen koordinierten Ablauf der Ab- und Adduktionsbewegung der Schulter.

- Pectoralis minor - Trapezium - Schlinge

Die ventro-kaudale und die dorso-kraniale Verschiebung der Scapula wird vom M. pectoralis minor und von der Pars descendens des M. trapezius koordiniert.

- Rhomboideus - Serratus - Schlinge

Für eine koordinierte Bewegung der Schulter sind die Mm. rhomboidei sowie die Pars inferior des M. serratus zuständig.

Kontrahiert ein Muskel der Schlinge, muss sich der Antagonist entspannen. Ist ein Ungleichgewicht, wie zum Beispiel durch Abschwächung oder Verkürzung eines Muskels, vorhanden, kommt es zu einer unkoordinierten Bewegung der Schulter und die Scapula liegt nicht mehr optimal auf dem Thorax. Die Muskelschlingen ermöglichen ein vielfältiges Bewegungsspiel mit gleitenden Übergängen (Rohen & Lütjen-Drecoll, 2006). Somit wird ermöglicht, dass die Schulter eine maximale Bewegungsfreiheit erreicht, da die Muskeln koordiniert die Bewegungen steuern können und nicht auf die von den Gelenksflächen bestimmten Bewegungsrichtungen angewiesen sind.

### **3.1.3 Gelenke**

Das Schultergelenk besteht aus fünf verschiedenen Gelenken. Dazu gehören nach Hochschild (2002) drei echte und zwei unechte Gelenke.

- Humeroscapular-Gelenk (echtes Gelenk)

Das Humeroscapular-Gelenk ist die Verbindung von Humerus (Caput humeri) und Scapula (Cavitas glenoidalis). Die Stabilisierung erfolgt durch die darüberziehende Muskulatur und Bandstrukturen.

- Subakromialer Gleitraum (unechtes Gelenk)

Der Subakromiale Gleitraum bezeichnet den Raum zwischen Humeruskopf und Schulterdach. Darin befindet sich die Bursa subacromialis, die Sehne des M. supraspinatus, die lange Bicepssehne sowie teilweise die Sehne des M. infraspinatus. Hier spielen sich häufig degenerative Prozesse ab und es kann zu einem Impingement-Syndrom kommen.

- Akromioclaviculare Gelenk (echtes Gelenk)

Das Akromioclaviculare Gelenk bildet die Gelenksverbindung von Acromion und Clavicula, besitzt einen Diskus und wird durch die Ligg. acromioclaviculare und coracoclaviculare verbunden.

- Sternoclaviculare Gelenk (echtes Gelenk)

Das Sternoclaviculare Gelenk ist das Gelenk zwischen dem Sternum und der Clavicula. Ein Diskus ermöglicht eine Rotationsbewegung um die eigene Achse, was besonders bei der Elevation und Flexion wichtig ist.

- Scapulothorakale Gleitebene (unechtes Gelenk)

Die Scapulothorakale Gleitebene ermöglicht das Gleiten der Scapula auf dem Thorax. Die Aussenrotation der Scapula ist die wichtigste Bewegung des Gelenks und ermöglicht eine Abduktion und Flexion des Armes.

### **3.1.4 Gelenkscapsel und Ligamente**

Wie jedes Gelenk hat auch das Schultergelenk eine Gelenkscapsel, eine so genannte Capsula articularis (Van den Berg & Cabri, 2003). Diese Struktur umgibt das ganze Gelenk und produziert die Synovialflüssigkeit, welche für einen widerstandsfreien und reibungsarmen Bewegungsablauf sorgt und somit einen schnellen Verschleiss der Gelenke verhindert. Die Kapsel besteht aus

zwei Schichten, der Membrana synovialis und der Membrana fibrosa. Die Zellen der Membrana synovialis sind für das Produzieren und Resorbieren von Synovialflüssigkeit zuständig. Die äussere Schicht, die Membrana fibrosa, besteht hingegen aus kollagenen Fasern, welche kreuz und quer angeordnet sind, um sich den unterschiedlichen Belastungen in verschiedenen Richtungen anpassen zu können. Die Gelenkkapsel spielt beim Bewegungsausmass der Schulter eine wichtige Rolle (Hochschild, 2002). Um eine vollständige Beweglichkeit zu erreichen, ist die Kapsel in 45° Abduktion schlaff und durch Recessii, sogenannte Umschlagfalten, vergrössert. Je nach Bewegung wird nun entweder der kraniale oder der kaudale Teil der Kapsel entfaltet. Die Gelenkkapsel ist an der Scapula mit dem Labrum glenoidale und am Humerus mit dem Collum anatomicum verwachsen. Sie hat auch eine starke Verbindung zu der Muskulatur, ist sie doch ventral mit der Sehne des M. subscapularis, kranial mit der Sehne des M. supraspinatus und dorsal mit der Sehne des M. infraspinatus und M. teres minor verwachsen. Die Kapsel ist durch die Bänder Ligg. coracohumerale und glenohumerale verstärkt. Die Bänder wirken stabilisierend und verhindern das Absinken des Humeruskopfes. Ausserdem begrenzen sie passiv die Bewegung in Flexion, Adduktion und Aussenrotation. Das Lig. glenohumerale verhindert zudem die inferiore Subluxation des Humeruskopfes. Diese Bänder sind nicht sehr stark ausgebildet und mit der Membrana fibrosa verwachsen. Ein weiteres Band des Schultergelenks ist das Lig. coracoacromiale, das als Teil des Schulterdachs eine Subluxation nach inferior verhindert. Die Gelenkkapsel kann eine pathologische Bewegungseinschränkung vor allem in die Richtungen Flexion und Abduktion verursachen, wenn sie entzündet ist oder der Arm geschont wird. Durch die Schonung verändert sich die Membrana fibrosa und die Kapsel wird kleiner, wodurch die Mobilität der Gelenke vermindert wird (Van den Berg, 2003). Ebenfalls ein Grund für eine verminderte Beweglichkeit kann die Verklebung des Recessus axillaris sein, welche aufgrund von Immobilisation entstehen kann (Hochschild, 2002). Dies verhindert eine vollständige Entfaltung der Umschlagfalte und schränkt somit die Bewegung ein.

### **3.1.5 Bursen**

Die Bursa subacromialis im subacromialen Gleitraum kommuniziert mit einer zweiten Bursa im Schultergelenk, der Bursa subdeltoidea. Die äussere Schicht ist mit dem Akromion, mit der Rotatorenmanschette und dem Humerus verwachsen. Zwischen den zwei Blättern der Bursae befindet sich eine dünne Flüssigkeitsschicht, welche auftretende Reibungen zwischen Schulterdach und Sehnenplatte verhindert.

## **3.2 Biomechanik der Rotatorenmanschette der Schulter**

In diesem Abschnitt wird vor allem auf die Beweglichkeit und das Zusammenspiel der verschiedenen Schulterkomponenten eingegangen.

Kapandji (2006) bezeichnet die Schulter als das beweglichste Gelenk des menschlichen Körpers. Es hat dank seinen fünf verschiedenen Gelenken drei Freiheitsgrade, welche eine Bewegung in alle drei Ebenen (frontale, sagittale und vertikale Ebene) erlaubt. Die Bewegungsrichtungen werden bezeichnet mit:

- Rotation
- Ab- und Adduktion
- Flexion und Extension (auch Ante- und Retroversion)

### **3.2.1 Rotation**

Die Rotation geschieht um die Längsachse des Humerus. Sie wird in willkürliche und unwillkürliche Rotation eingeteilt.

Die willkürliche Rotation entsteht aus der Wirkung der Muskulatur und ist nur bei den dreiachsigen Kugelgelenken möglich. Sie wird mit einer Ellenbogen-Flexion von 90° gemessen, womit die Pro- und Supinationskomponente des Unterarms ausgeschaltet wird. Als physiologische Grundhaltung wird eine 30° Innenrotation bezeichnet, da dann der Arm auf dem Rumpf aufliegt. Die maximale Aussenrotation beträgt 80°, bei der Innenrotation kann ein Bewegungsausmass von 100° bis 110° erreicht werden. Um das volle Ausmass bei der Innenrotation zu erreichen, muss der Arm auf den Rücken geführt werden. Dabei sind für die Innenrotation folgende Muskeln beteiligt:

- M. latissimus dorsi



- M. teres major
- M. subscapularis
- M. pectoralis major

Für die Aussenrotation sind folgende Muskeln zuständig:

- M. infraspinatus
- M. teres minor

Sie sind im Vergleich zu den Innenrotatoren eher schwach.

Als unwillkürliche Rotation (Zwangsrotation) wird die zwangsläufige Rotation beim Abduzieren des Armes aus der Neutral-0-Stellung bezeichnet. Würde diese Bewegung fehlen, würde die Bewegung bei 90° Abduktion abgebremst, da das Gelenk blockiert. Diese Zwangsrotation ist im Alltag sowie im Sport beobachtbar. Sie ist unerlässlich und hilft, die anatomische Begrenzung von Muskulatur und Bändern für die Abduktion zu umgehen. Ohne sie wäre eine Abduktion von 180° nicht möglich.

### 3.2.2 **Ab- und Adduktion**

Eine Abduktion kann ein Bewegungsausmass bis zu 180° erreichen. Diese Endstellung kann ebenfalls aus der Flexion erreicht werden. Die Abduktion der Schulter kann, wie die nachfolgende Tabelle zeigt, in drei Phasen eingeteilt werden: Diese Einteilung hat jedoch schematischen Charakter, da sich die einzelnen Phasen überschneiden und daher nicht voneinander differenziert werden können.

Tabelle 2. Abduktion

Phase	Grad	Gelenk	Muskulatur
1.	0° - 90°	Alleinige Beteiligung Schultergelenk bis anschlagen Tuberculum majus an Oberrand Pfanne	- M. deltoideus pars clavicularis und spinalis - M. supraspinatus
2.	90° - 150°	Drehung Scapula in AR Ebenfalls Rotation in Art. sternoclavicularis und Art. acromioclavicularis	- M. trapezius - M. serratus anterior

3.	150°-180°	Erfordert eine Neigung des Rumpfes zur ipsilateralen Seite	Ipsilaterale Rückenmuskulatur
----	-----------	--	-------------------------------

Eine reine Abduktion kommt selten vor, da diese Bewegung meistens in der Scapula-Ebene durchgeführt wird, das heisst in einem Winkel von circa 30° zur Frontalebene. Dies braucht man unter anderem zum Essen oder Haare kämmen.

Eine Adduktion aus der Neutral-0-Stellung ist wegen des Rumpfes nicht möglich. Kombiniert mit einer Flexion ist jedoch eine Adduktion von 30 bis 45° möglich. Dies wird als relative Adduktion bezeichnet. Eine grössere Bewegung in der Horizontalebene findet nicht nur im Humeroscapular-Gelenk statt, sondern benötigt auch eine Bewegung in der Scapulothorakalen Gleitebene. Somit kann der Arm bis zu 140° in die Horizontale geführt werden. Der M. deltoideus ist für diese Bewegung der wichtigste Muskel und wird vom M. supraspinatus, M. infraspinatus, Mm. teres major und minor, dem M. trapezius sowie dem M. latissimus dorsi unterstützt.

Die Adduktion kann auch mit der Extension kombiniert werden. Dabei sind der M. latissimus dorsi, der M. pectoralis major, der M. teres major sowie der M. rhomboideus aktiv. Besonders wichtig ist die synergetische Wirkung der zwei letztgenannten Muskeln, ohne welche eine Adduktion nicht möglich wäre. Durch die Kontraktion des M. rhomboideus wird eine Rotation der Scapula verhindert womit der M. teres major ein Punctum Fixum hat, um den Humerus zu adduzieren.

### 3.2.3 *Flexion und Extension*

Die Flexion, auch Anteversion genannt, hat ein Bewegungsausmass von 180°. Es ist eine kombinierte Bewegung einer Abduktion von 180° mit einer axialen Rotation. Die nachfolgende Tabelle zeigt die drei Phasen der Flexion.

Tabelle 3. Flexion

Phase	Grad	Gelenk	Muskulatur
1.	0°-80°	Alleinige Beteiligung des Schultergelenks	- M. deltoideus pars clavicularis - M. coracobrachialis - M. pectoralis major pars clavicularis
2.	60°-120°	Drehung Scapula in AR Ebenfalls Rotation in Art. sternoclavicularis und Art. acromioclavicularis	- M. trapezius - M. serratus anterior
3.	120°-180°	Bewegung wird im Schultergelenk und in der Scapulothorakalen Gleitebene blockiert und der Arm so in die maximale Abduktionsstellung geführt. Erfordert eine Neigung des Rumpfes zur ipsilateralen Seite	Ipsilaterale Rückenmuskulatur

Die Bewegungen der Gelenke und die dafür verwendete Muskulatur sind der Bewegung der Abduktion sehr ähnlich.

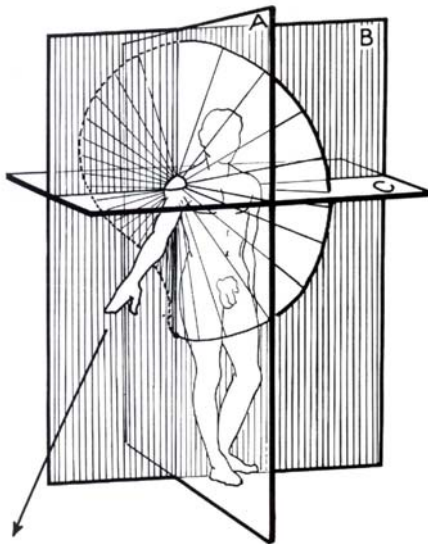
Die Extension (Retroversion) hat ein Bewegungsausmass von circa 45° bis 50°. Die beteiligte Muskulatur im Schultergelenk sind Mm. teres major und minor, M. deltoideus pars spinalis und der M. latissimus dorsi. Die Extensionsbewegung in der Scapulothorakalen Gleitebene geschieht durch den M. rhomboideus, den M. latissimus dorsi und den M. trapezius pars transversa.

### 3.2.4 Kombinierte Bewegung: Zirkumduktion

Kapandji (2006, S. 12) beschreibt die Zirkumduktion als „um die drei Gelenksachsen ausführbare Hauptbewegungen“. Die Bewegung wird auch Umföhrbewegung genannt und im grösstmöglichen Bewegungsausmass geführt. Wie die Abbildung 3 aufzeigt, macht der Arm einen unregelmässig geformten Kreis. Innerhalb dieses Kreises kann die Hand, ohne zusätzliche

Bewegung aus dem Rumpf Gegenstände fassen und bildet somit eine wichtige Grundlage für das tägliche Leben. Der wichtigste Abschnitt der Zirkumduktion ist jener zwischen der Frontal- und Sagittalebene. Dieser Bereich ist in Abbildung 3 weiss gekennzeichnet. Hier finden die meisten Tätigkeiten statt und es befindet sich hier auch der Schnittpunkt zum Areal der Zirkumduktion des anderen Armes. So ist es den beiden Händen möglich, unter visueller Aufsicht zusammenzuarbeiten.

Abbildung 3. Zirkumduktion



### 3.3 Rupturen der Rotatorenmanschette

#### 3.3.1 Ätiologie

Eine Rotatorenmanschetten-Ruptur kann laut Nickel und Brambrink (2005) traumatisch entstehen, beruht jedoch meist auf degenerativen Veränderungen. Weigel und Nerlich (2005) erläutern, dass in etwa 50% der Fälle der Ruptur degenerative Veränderungen der Supra- und Infraspinatussehne zugrunde liegen. Zur vorzeitigen Alterung des Sehngewebes führen vor allem mechanische Irritationen. Pathomechanisch spielt dabei das hakenförmig gebogene Akromion die grösste Rolle. Neer und Poppen (1987, zitiert nach Thomann, Schröter und Grosser, 2009) beschreiben, dass lediglich 5 % aller Rotatorenmanschetten-Rupturen traumatisch bedingt sind. Eine traumatische

Rotatorenmanschetten-Ruptur kann durch eine Schulterluxation oder seltener durch eine exzentrische Belastung der Rotatorenmanschette entstehen. Traumatisch bedingte Rupturen entstehen meistens durch einen Sturz auf den ausgestreckten Arm (Weigel et al., 2005). Liegen degenerative Vorschäden vor, reicht unter Umständen schon ein Bagatelltrauma aus, um eine Ruptur zu verursachen. Laut McLaughlin (1994, zitiert nach Weigel et al. 2005) führen in circa 40 % bis 70 % der Fälle Schulterluxationen zu Rupturen der Rotatorenmanschette.

### **3.3.2 Klinik**

Weigel et al. (2005) beschreiben, dass während eines Traumas, welches eine Rotatorenmanschetten-Ruptur zur Folge hat, der Patient einen heftigen initialen Schmerz verspürt, der von einem Reissgeräusch begleitet werden kann. Bei einer Ruptur der Supra - bzw. Infraspinatussehne können die aktive Abduktion und Aussenrotation eingeschränkt oder sogar aufgehoben sein. In letzterem Fall wird dies als Pseudoparalyse bezeichnet. Liegt eine inkomplette Ruptur vor, leidet der Patient an einem bewegungsabhängigen, chronischen Schulterschmerz. Die Schmerzen treten typischerweise bei Abduktion gegen Widerstand und bei Abduktion zwischen 60° und 120°, im sogenannten „painful arc“, auf. Eine passive oder aktive Bewegungseinschränkung zeigt sich nicht zwingend.

### **3.3.3 Verschiedene Rupturen**

Imhoff (1999) hat festgestellt, dass in der Fachliteratur Rotatorenmanschetten-Rupturen meistens nach ihrer Grösse eingeteilt werden. Das Ausmass einer Rotatorenmanschetten-Ruptur wird jedoch unterschiedlich interpretiert. So werden zum Beispiel bei der Klassifikation nach Cofield Rupturen, welche einen grösseren Durchmesser als fünf Zentimeter haben, als massiv oder gross bezeichnet, während bei der Klassifikation nach Walch und Gschwend eine solche Ruptur als Ruptur Typ III definiert wird. Es ist auch möglich, eine Rotatorenmanschetten-Ruptur funktionell nach ihren Muskeleinheiten einzuteilen. So kann zum Beispiel eine Ruptur der Supra- und Infraspinatussehne als Zweisehnenruptur bezeichnet werden. Bei einer Rotatorenmanschetten-

Rekonstruktion ist es von grosser Wichtigkeit, neben dem Ausmass einer Ruptur auch zu wissen, inwieweit die Funktionalität der assoziierten Muskeln noch gegeben ist. Das bedeutet, ob eine Verschieblichkeit der muskulotendinösen Einheit noch möglich ist und inwieweit die Muskelbäuche zwischenzeitlich fibrotisch oder fettig degeneriert sind.

Für einen übersichtlichen und trotzdem differenzierten Überblick haben Wiedemann, Biberthaler und Hinterwimmer (2004) folgende Klassifikationen zusammengestellt.

Tabelle 4. Einteilung der fettigen Muskeldegeneration nach Goutallier, Postel, Bernageau, Lavau und Voisin (1994)

Grad	Beschreibung
0	Normale Muskulatur ohne Fettstreifen
I	Muskulatur mit einigen Fettstreifen
II	Deutliche fettige Infiltration, aber mehr Muskulatur als Fett
III	Fettige Degeneration mit gleich viel Fett wie Muskulatur
IV	Fettige Degeneration mit mehr Fett als Muskulatur

Tabelle 5. Grösseneinteilung der Rotatorenmanschetten-Defekte nach Bateman (1963)

Bezeichnung	Grösse der Ruptur
Klein	< 1 cm
Mittel	1 – 3 cm
Gross	3 – 5 cm
Massiv	> 5 cm

Ellmann (1990) unterteilt die Klassifikation einer Rotatorenmanschetten-Läsion in zwei Faktoren, welche zur übersichtlicheren Darstellung in Tabelle 6 und 7 aufgeführt werden. Eine Ruptur wird mittels der Kombination beider Faktoren bezeichnet (Beispiel: B-Läsion Grad 1).

Tabelle 6. Einteilung der inkompletten Rotatorenmanschetten-Läsionen nach Ellman (1990)

Lokalisation
A – Läsionen: artikular- oder gelenkseitig
B – Läsionen: bursa- oder akromionseitig
C – Läsionen: intratendinös

Tabelle 7. Einteilung der inkompletten Rotatorenmanschetten-Läsionen nach Ellman (1990) II

Grösse
Grad 1: < 3 mm tief
Grad 2: 3 – 6 mm tief
Grad 3: > 6 mm tief

Tabelle 8. Einteilung der Rotatorenmanschetten-Läsionen nach Snyder (1991)

Grad	Typische Grösse	Bezeichnung	Beschreibung
0	-	Normale Sehne	Intakte Rotatorenmanschette mit glatter Bedeckung durch Synovia und Bursa
1	< 1 cm	minimale Läsion	Oberflächliche bursale oder synoviale Irritation oder leichte Ausfransung der Kapsel in einem kleinen, umschriebenen Bezirk
2	< 2 cm	Echter Teilschaden	Ausfransungen oder Versagen einiger Sehnenfasern; zusätzlich synoviale, bursale oder kapsuläre Läsion
3	< 3 cm	Ausgeprägter Teilschaden	Fransen- und Rissbildung in Sehnenfasern; oft die gesamte Oberfläche einer Sehne betreffend, meist der Supraspinatussehne
4	> 3 cm	Sehr schwerer Teilschaden	Zusätzlich zur Fransen- und Rissbildung in Sehnenfasern meist Lappenriss einer Sehne sowie Beteiligung mehr als einer Sehne; Übergang in kompletten Defekt

Weigel et al. (2005) haben die Klassifikation nach Snyder anders dargestellt. So wird gemäss diesen Autoren bei der Klassifikation nach Snyder et al. (1999) anhand von Buchstaben Art und Lokalisation und anhand von Ziffern die Grösse der Ruptur beschrieben. Diese Klassifikation orientiert sich am arthroskopischen Befund einer Rotatorenmanschetten-Ruptur.

Tabelle 9. Klassifikation der Rotatorenmanschetten-Läsionen nach Snyder et al. (1991)

Art und Lokalisation der Ruptur	Gradzahl	Grösse der Ruptur (in cm)
A: Partielle Ruptur auf der Gelenkseite	0	0
B: Partielle Ruptur auf der Bursalseite	1	0 - 1
C: Komplette Ruptur	2	1 – 2
	3	2 – 3
	4	>3, komplexer Riss



### **3.4 Behandlung einer Rotatorenmanschetten-Ruptur**

Die Behandlung einer Rotatorenmanschetten-Ruptur erfolgt konservativ oder operativ. Welche Behandlungsmethode gewählt wird, ist von verschiedenen Faktoren abhängig und wird individuell abgeklärt (Weigel et al., 2005)

#### **3.4.1 Konservative Behandlung**

Angesichts der hohen Prävalenz von Rotatorenmanschetten-Rupturen bei älteren Patienten gewinnt die konservative Therapie an Wichtigkeit (Weigel et al., 2005). Eine konservative Therapie erfolgt bei Patienten in hohem Alter, körperlicher Inaktivität, schleichendem Beginn, fehlender Compliance oder bei begleitender passiver Bewegungseinschränkung. Bei einer konservativen Behandlung wird der Patient anfänglich schmerzlindernd (analgetisch) und entzündungshemmend (antiphlogistisch) behandelt. Gegebenenfalls ist eine kurzfristige Ruhigstellung indiziert. Zudem sollte der Patient zur Kaudalisierung des Humeruskopfes ein Muskelaufbautraining absolvieren. Durch die Kräftigung des M. pectoralis major, des M. teres minor, und des M. biceps brachii kann eine Kaudalisierung des Humeruskopfes erreicht werden.

#### **3.4.2 Operative Behandlung**

Um die postoperative Morbidität sowie den Schmerz zu verringern und gleichzeitig das Ergebnis zu verbessern, werden in der Schulterarthroskopie ständig neue Verfahren entwickelt und angewendet (Fu, Imhoff & Ticker, 2001). Laut Jäger (1999, zitiert nach Weigel et al., 2005) liegt das durchschnittliche Alter von Patienten mit operativer Versorgung einer Rotatorenmanschetten-Ruptur bei etwa 56 Jahren. Eine Operation ist gemäss Weigel et al. (2005) umso indizierter, je jünger der Patient und je grösser der Funktionsverlust ist. Vor der operativen Versorgung einer Rotatorenmanschetten-Ruptur sollte die Schulter frei beweglich sein, da bei eingeschränktem Bewegungsausmass das Risiko einer Arthrofibrose besteht. Der „mini open repair“ gilt heute als Standardverfahren zur operativen Versorgung von Rotatorenmanschetten-Rupturen. Bei diesem Verfahren werden arthroskopisch oder offen eine subakromiale Dekompression sowie eine offene Rekonstruktion der Rotatorenmanschette durchgeführt. Dabei wird der M. deltoideus nicht vom Akromion abgelöst, son-

dem lediglich in Faserrichtung gespalten. Nach der Operation wird die Schulter ruhig gestellt. Die Dauer der Ruhigstellung bestimmt der Operateur. Nach Entfernung der Redon Drainage, welche während der Operation gelegt wurde, muss die Schulter täglich durch die Physiotherapie passiv mobilisiert werden. Zusätzlich kann auch „continuous passive motion“ verwendet werden. Nach vier bis sechs Wochen, den genauen Zeitpunkt legt der Operateur fest, darf der Patient mit aktiven Übungen beginnen, welche zu Beginn noch assistiv unterstützt werden. Erst nach zehn bis zwölf Wochen sind Bewegungen gegen Widerstand möglich. Neben den allgemeinen Operationsrisiken besteht postoperativ das Risiko einer Infektion, einer Nachblutung oder einer fibrösen Steifigkeit. Der Patient sollte darüber aufgeklärt werden, dass die Rehabilitation nach einer Wiederherstellung der Rotatorenmanschette langwierig sein kann. Bleibende Bewegungseinschränkungen oder eine erneute Rupturierung sind möglich.

### **3.5 Sehnenheilung**

Waldner-Nilsson, Breier, Diday-Nolle und Saur (1997) beschreiben, dass Sehnen aus Bindegewebe bestehen, welches Muskeln und Knochen verbindet. Bei einer Sehnennaht sind alle umliegenden Strukturen an der Wundheilung beteiligt. Eine kontrollierte und gezielte Steigerung der Belastung bei Bewegungen und Übungen während der Rehabilitation gilt als Voraussetzung für eine optimale Sehnenheilung (Hultenheimer-Klintberg, Gunnarsson, Svantesson, Styf & Karlsson, 2009). Van den Berg und Cabri (2011) weisen darauf hin, dass die Regeneration einer Sehne normalerweise gut ist, jedoch regelmässige physiologische Belastungen für eine optimale Heilung der Sehne wichtig sind. Überbelastungen sollen unbedingt vermieden werden, da die Sehne nach einer Ruhigstellung noch sehr wenig belastbar ist.

#### **3.5.1 Wundheilungsphasen**

Waldner-Nilsson et al. (1997) beschreiben folgende Wundheilungsphasen:

*Entzündungsphase (0. - 5. Tag)*

Zwischen dem dritten und fünften Tag tritt eine Erweichung der Sehnenenden auf, was eine Verminderung der Zugfestigkeit der Sehne zur Folge hat.

### *Proliferationsphase (5. - 21. Tag)*

Durch die Einwanderung von Kollagen produzierenden Fibroblasten in die Wunde werden die Strukturen der Wunde ungeordnet miteinander verbunden. Die Zugfestigkeit der Sehne nimmt kontinuierlich zu.

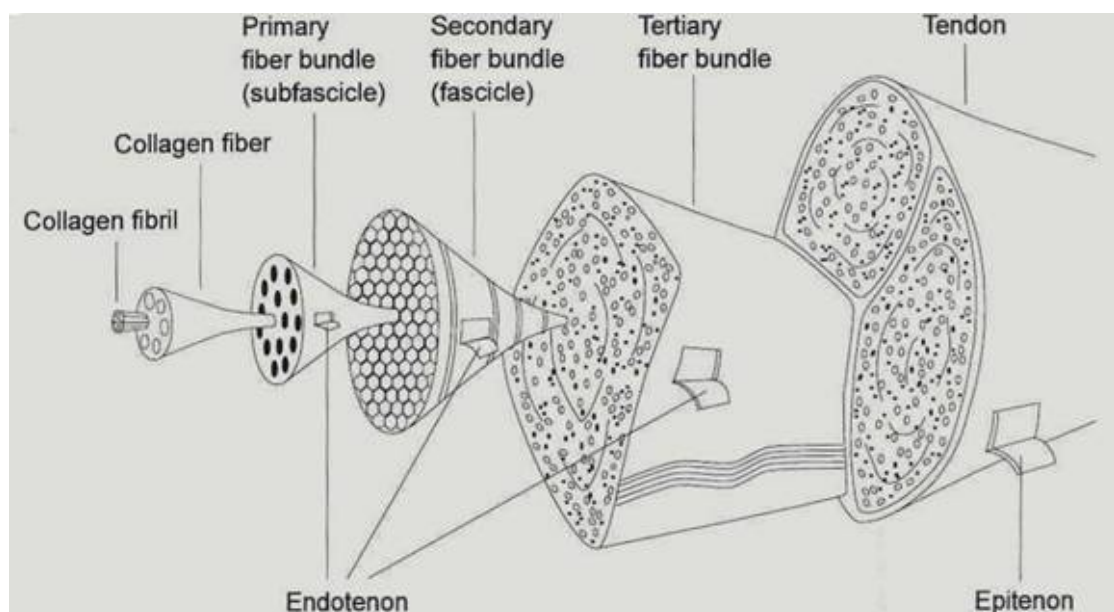
### *Remodullierungsphase (21. Tag - 1 Jahr)*

Diese Phase wird von der Balance zwischen Kollagenproduktion und Kollagenabbau bestimmt. Die ungeordneten Kollagenfasern richten sich aufgrund von Zugbelastung in Längsrichtung aus und erhöhen somit die Zugfestigkeit der Sehne. Therapeutisch wird eine Differenzierung der beteiligten Strukturen und der Narbe angestrebt.

## **3.5.2 Extrinsische und intrinsische Heilung**

Die Heilung einer Sehne nach einer Verletzung kann auf zwei verschiedene Arten erfolgen. Geht die Heilung vom Sehnengewebe selbst aus, wird diese intrinsische Heilung genannt. Bei der extrinsischen Heilung wird diese von den umliegenden Strukturen eingeleitet. Der Aufbau einer Sehne ist in Abbildung 4 ersichtlich. Welcher der beiden Heilungsvorgänge eintritt wird meist durch die Grösse der Verletzung bestimmt. Je grösser die Verletzung, desto eher wird die extrinsische vor der intrinsischen Sehnenheilung eintreten (Van den Berg, 2011).

Abbildung 4. Sehnenaufbau



### *Intrinsische Heilung*

Bei der intrinsischen Heilung kommt es zu keinen Verwachsungen mit dem umliegenden Gewebe (Weigel et al., 2005). Nach Van den Berg et al. (2011) dauert die intrinsische Heilung etwas länger als die extrinsische. Dies liegt daran, dass bei dieser Heilung meistens die Entzündungsphase fehlt. In der Akutphase kommt es zu einer erhöhten Proliferation des Epitenons. Das Endotenon ist wenig aktiv. Es werden nur sehr wenige Entzündungsmediatoren freigesetzt. Die Fibroblasten des Epitenons und in manchen Fällen des Endotenons wandeln sich in makrophagenähnliche Zellen um und überbrücken das verletzte Gebiet. Nach etwa sechs Wochen beginnt das Epitenon das überbrückte Gebiet mit Kollagen aufzufüllen. Das Endotenon erhöht jetzt seine Aktivität und füllt die Sehne von innen her mit Kollagen auf. Die Wunde schliesst sich zwischen der neunten und zwölften Woche. Die Schliessung erfolgt zunächst mit Kollagen Typ III, welches während der Remodullierungsphase in Kollagen Typ I umgebaut wird. Die Ausrichtung der kollagenen Fasern ist abhängig von den Belastungen, die während der Rehabilitation auf die Sehne einwirken. Durch regelmässige physiologische Belastung richten sich die kollagenen Fasern in Zugrichtung aus. Weiter wird die Bildung von Narbengewebe so gering wie möglich gehalten, was ebenfalls die Belastungsgrenze der Sehne erhöht.

### *Extrinsische Heilung*

In der Entzündungsphase entsteht unmittelbar nach dem Trauma ein Hämatom (Van den Berg et al., 2011). Mastzellen, Makrophagen und Leukozyten produzieren Schmerz- und Entzündungsmediatoren. Die Entzündung findet im umliegenden Gewebe, aber auch im Epitenon und Endotenon statt. In der Proliferationsphase füllen Fibroblasten aus dem Endotenon und dem Epitenon aber auch aus dem umliegenden Gewebe das Verletzungsgebiet mit Kollagen Typ III auf. Diese Phase beginnt meist am fünften Tag nach der Verletzung und dauert ca. vier Wochen. In dieser Zeit ist das Gewebe sehr empfindlich und darf nur vorsichtig belastet werden, da die Gefahr einer erneuten Verletzung besteht. In der Remodullierungsphase wird das Kollagen Typ III in

Kollagen Typ I umgewandelt. Die Ausrichtung der Fasern ist ebenfalls belastungsabhängig. Die synoviale Schicht der Sehnenscheide wird erst nach allen anderen Teilen der Sehne, das heisst erst nach circa 21 Tagen, repariert. Laut Weigel et al. (2005) führt die extrinsische Heilung zu Vernarbungen der Sehne mit dem umliegenden Gewebe. Dies kann aufgrund einer Traumatisierung der Sehne und ihrer Hülle, einer schlechten Adaptation der Sehnenstümpfe oder einer zu langen Immobilisation geschehen.

### **3.5.3 Mobilisation nach Traumata**

Mobilisation hat eine positive Wirkung auf heilendes oder neu wachsendes Gewebe, da dadurch die Ausrichtung der kollagenen Moleküle ermöglicht und die Bildung von Narbengewebe reduziert wird. Durch Bewegung wird die Trophik des Gewebes verbessert und so die Entzündungsphase während der Wundheilung verkürzt. Besonders nach Verletzungen sollte möglichst früh mit physiologischen Belastungen begonnen werden. Wird verletztes Gewebe während der Wundheilung ruhiggestellt, kann dies auch in den umliegenden Strukturen zu Problemen führen (Van den Berg et al., 2003).

---

## 4 Studien

---

In diesem Teil der Bachelorarbeit wird die Auswahl der Studien erläutert. Anschliessend wird jede der ausgewählten Studien einzeln aufgeführt und inhaltlich vorgestellt. In dieser Vorstellung wird Bezug auf den Hintergrund, die Methodik und die Resultate genommen.

### 4.1 Ausgewählte Studien

Die Autorinnen hatten zum Ziel, die Effektivität verschiedener physiotherapeutischer Interventionen bei der postoperativen Behandlung einer Rotatorenmanschetten-Ruptur zu untersuchen. Deshalb wurde nach Studien gesucht, welche möglichst verschiedene physiotherapeutische Interventionen untersuchten. Um eine fundierte Aussage machen zu können, wurden mehrere Studien gesucht, welche die gleiche Intervention anwendeten. Dies ist jedoch nur bei Studien, welche die Behandlung mittels Bewegungsschienen untersuchten, gelungen. Bei den anderen Interventionsmöglichkeiten wie Wassertherapie, Konzept mit früher Belastung und Heimprogramm wurde jeweils nur eine Studie gefunden, welche die festgelegten Einschlusskriterien erfüllte. Die Studien wurden nach strengen Auswahlkriterien ausgewählt und kritisch beurteilt.

### 4.2 Vorstellung der Studien

#### **4.2.1 Effektivität der postoperativen Behandlung mittels motorisierter Bewegungsschiene (CPM) bei Patienten mit Ruptur der Rotatorenmanschette, Michael et al. (2005)**

##### *Hintergrund*

Das Ziel der Studie war es, zu beweisen, dass eine aktive 90° Abduktion im Schultergelenk mit einer Kombination aus Physiotherapie und CPM-Bewegungsschiene früher erreicht wird, als mit physiotherapeutischer Behandlung ohne zusätzliche Massnahmen.

### *Methodik*

An der Studie nahmen 55 Probanden mit vollständiger Rotatorenmanschetten-Ruptur teil, welche rekonstruiert werden musste. Die Patienten wurden in zwei Gruppen eingeteilt. Die Studiengruppe erhielt CPM und Physiotherapie, während die Kontrollgruppe ausschliesslich mit Physiotherapie behandelt wurde. Beide Gruppen erhielten während des Spitalaufenthaltes sowie für zuhause ein standardisiertes Behandlungsprotokoll, welches für beide Gruppen identisch war. Mit der CPM-Behandlung wurde ab dem ersten bis dritten postoperativen Tag begonnen. Die Messungen wurden postoperativ, am OP-Tag, stationär (1 bis 10 Tage), bei der Entlassung (10. Tag), bei der Nachuntersuchung (35 Tage) sowie nach 56 Tagen erfasst. Es wurde das Bewegungsausmass in Abduktion sowie der Ruhe- und Belastungsschmerz mittels VAS erfasst. Die Studie erreicht auf der PEDro Scale 6 Punkte.

### *Resultate*

Die CPM-Gruppe erreichte das Ziel der 90° Abduktion durchschnittlich nach 31 Tagen, während die Kontroll-Gruppe dieses Ziel erst nach 43 Tagen erreichte. Dies ist ein signifikanter Unterschied. Die Schmerzen unter Belastung gingen in der CPM-Gruppe früher und stärker zurück als in der Vergleichsgruppe.

#### **4.2.2 *Continuous Passive Motion after Repair of the Rotator Cuff. A Prospective Outcome Study, Lastayo, P. C., Wright, T., Jaffe, R., Hartzel, J. (1998)***

### *Hintergrund*

Die Autoren wollten in dieser Studie bei Patienten mit einer Wiederherstellung der Rotatorenmanschette die Wirkung der CPM-Bewegungsschiene mit denjenigen der manuellen passiven Mobilisation vergleichen.

### *Methodik*

Bei der Studie nahmen 31 Teilnehmer mit einer Rotatorenmanschetten-Rekonstruktion teil. Alle Operationen wurden offen und vom gleichen Chirurgen ausgeführt. Die Patienten wurden randomisiert in zwei Gruppen eingeteilt. Die CPM-Gruppe übte ab Spitalaustritt bis zur vierten Woche postoperativ mit

der Bewegungsschiene die Elevation und Aussenrotation der Schulter. Bei der Gruppe mit der manuellen Mobilisation wurden Bekannten, Freunden oder heimbetreuenden Pflegefachpersonen instruiert, die passive Mobilisation durchzuführen. Die Patienten wurden in den ersten vier Wochen mit der VAS-Skala nach ihren Schmerzen befragt. Die aktive und passive Aussenrotation und Elevation wurden in der zweiten, sechsten und zwölften Woche sowie im sechsten und zwölften Monat gemessen. Die isometrische Kraft in Aussenrotation und Elevation wurden nach sechs und zwölf Monaten sowie beim nächsten Follow-Up mit einem Dynamometer gemessen.

Die Studie erreicht auf der PEDro Scale einen Wert von 5 Punkten.

### *Resultate*

Die Gruppe mit der manuellen passiven Mobilisation zeigte bessere Resultate in der passiven ROM in Aussenrotation und Elevation im Vergleich zu der CPM-Gruppe. Der Unterschied war jedoch nicht signifikant, weder bei der Messung während der Behandlungszeit wie auch beim 12- und 24-monatigen Follow-Up. Auch bei den aktiven Bewegungen zeigte sich keine signifikante Differenz. Ein bedeutender Unterschied konnte jedoch bezüglich der Schmerzen nachgewiesen werden. In der ersten Woche hatte die CPM-Gruppe signifikant weniger Schmerzen als die Vergleichsgruppe. Zu einem späteren Zeitpunkt konnte der Unterschied jedoch nicht mehr nachgewiesen werden.

#### ***4.2.3 Effects of one-month continuous passive motion after arthroscopic rotator cuff repair: results at 1-year follow-up of a prospective randomized study, Garofalo, R., Conti, M., Notarnicola, A., Maradei, L., Giardella, A., Castagna, A. (2010)***

### *Hintergrund*

Ziel dieser Studie war es, herauszufinden, ob CPM in Kombination mit dem standardisierten Rehabilitationsprogramm die Beweglichkeit und die Schmerzreduktion bei der postoperativen Behandlung von Patienten mit einer Rotatorenmanschetten-Ruptur verbessern kann.



### *Methodik*

An dieser Studie haben 100 Patienten mit einer Rotatorenmanschetten-Ruptur teilgenommen. Alle haben sich einer arthroskopischen Wiederherstellungsoperation der Rotatorenmanschette unterzogen und wurden vom selben Chirurgen unter den gleichen Bedingungen operiert. Postoperativ wurden die Patienten in zwei Gruppen, A und B, eingeteilt. Beide Gruppen absolvierten ein Programm mit passiver Automobilisation. Gruppe B benutzte zusätzlich viermal täglich für 30 Minuten eine Bewegungsschiene zur passiven Mobilisation. Die Patienten wurden zweieinhalb, sechs und zwölf Monate postoperativ auf Schmerz und Bewegungsausmass in Abduktion, Flexion und Aussenrotation in Abduktion untersucht. Die Studie erreicht auf der PEDro Scale 7 Punkte.

### *Resultate*

Beim ersten Untersuch nach zweieinhalb Monaten zeigten die Patienten der Gruppe B signifikant bessere Ergebnisse bezüglich Schmerz und Bewegungsausmass in Flexion, Abduktion und Aussenrotation in Abduktion. Nach sechs Monaten zeigte die Gruppe B ebenfalls signifikant bessere Ergebnisse bezüglich Bewegungsausmass in allen drei Bewegungsrichtungen. Bezüglich Schmerzen konnte zwischen den beiden Gruppen kein signifikanter Unterschied mehr festgestellt werden. Nach einem Jahr konnte zwischen den beiden Gruppen kein signifikanter Unterschied bezüglich aller Testparameter festgestellt werden.

#### ***4.2.4 The addition of aquatic therapy to rehabilitation following surgical rotator cuff repair : a feasibility study, Bray, B., Redfern, J., MacDougal, G., Williams, J. (2008)***

### *Hintergrund*

Diese Studie hatte zum Ziel, die Durchführbarkeit eines Programmes basierend auf einer Kombination aus Wassertherapie und manueller Physiotherapie in der postoperativen Rehabilitation einer Rotatorenmanschetten-Wiederherstellung zu prüfen.

### *Methodik*

Die 18 Studienteilnehmer wurden alle vom gleichen Chirurgen operiert. Bei allen Teilnehmern musste eine Rotatorenmanschetten-Ruptur diagnostiziert sein. Es wurde die passive ROM in Flexion und Aussenrotation sowie die gesundheitsbezogene Lebensqualität (HRQOL) gemessen. Die Messungen wurden präoperativ, drei, sechs und zwölf Wochen postoperativ durchgeführt. Die Patienten wurden in zwei Gruppen eingeteilt. Die Land-Gruppe ging während zwölf Wochen zwei Mal wöchentlich in die Physiotherapie. Die Wasser-Gruppe nahm zusätzlich ab dem zehnten postoperativen Tag an einer supervisierten Wassertherapie teil. Die Studie erreicht 6 Punkte auf der PEDro Scale.

### *Resultate*

Die Beweglichkeit der Schulter in Flexion war in der dritten und sechsten postoperativen Woche signifikant grösser in der Gruppe mit Wassertherapie. In der zwölften Woche postoperativ war die Differenz zwischen den beiden Gruppen jedoch nicht mehr signifikant. Bei der Aussenrotation und beim WORC Assessment wurde kein signifikanter Unterschied festgestellt.

#### ***4.2.5 Early loading in physiotherapy treatment after full-thickness rotator cuff repair: a prospective randomized pilot-study with a two-year follow-up, Hultenheim-Klintberg, I., Gunnarsson, A. C., Svantesson, U., Styf, J., Karlsson, J. (2009)***

### *Hintergrund*

Ziel dieser Studie war es, herauszufinden, ob mittels eines gezielten physiotherapeutischen Rehabilitations-Programmes, welches auf einer frühen Aktivierung und steigender Belastung auf die Rotatorenmanschette basiert, eine bessere Schulterfunktion nach einer operativ behandelten Rotatorenmanschetten-Ruptur erreicht werden kann.

### *Methodik*

An der Studie haben 14 Patienten teilgenommen. Alle haben eine Totalruptur der Rotatorenmanschette erlitten und diese operativ mit derselben Methode

behandeln lassen. Die Teilnehmer wurden in eine fortschrittliche und eine traditionelle Gruppe eingeteilt. Die fortschrittliche Gruppe begann am Tag nach der Operation mit dynamischer, spezifischer Muskelaktivierung und passiver Mobilisation. Die Belastung auf die Rotatorenmanschette wurde während der gesamten Rehabilitation gesteigert. In der traditionellen Gruppe wurde die Rotatorenmanschette vor Belastung geschützt. Die Patienten wurden präoperativ sowie sechs und zwölf Monate postoperativ auf folgende Assessments getestet: Schmerzintensität, Patientenzufriedenheit, aktive Beweglichkeit, Kraft und Funktionalität. Die Studie erreicht auf der PEDro Scale 6 Punkte.

### *Resultate*

Die fortschrittliche Gruppe hat im Vergleich mit der traditionellen Gruppe eine signifikant grössere Reduktion der Schmerzen während Aktivität zwischen der präoperativen Testung und der Testung nach zwei Jahren postoperativ. Ausserdem hatten sie eine signifikant grössere Reduktion der Schmerzen in Ruhe zwischen der präoperativen Testung, der Testung nach zwölf Monaten und zwei Jahren postoperativ im Vergleich mit der traditionellen Gruppe. Bezüglich aktiver Beweglichkeit haben die beiden Gruppen keinen signifikanten Unterschied aufgewiesen.

#### **4.2.6 A randomised clinical trial evaluating the efficacy of physiotherapy after rotator cuff repair, Hayes, K., Ginn, K., Walton, J., Szomor, Z., Murrell, G. (2004)**

### *Hintergrund*

Das Ziel dieser Studie war es, Kurz- und Langzeitergebnisse bezüglich Beweglichkeit, Schmerz und Funktionalität bei Patienten in einem Rehabilitationsprogramm nach einer operativen Versorgung einer Rotatorenmanschetten-Ruptur zu erhalten.

### *Methodik*

An dieser Studie haben 58 Patienten teilgenommen, die sich alle einer Wiederherstellungsoperation nach einer Rotatorenmanschetten-Ruptur unterzogen haben. Die Teilnehmer wurden in zwei Gruppen aufgeteilt. Ab

zwei Wochen postoperativ wurden die beiden Gruppen individuell behandelt. Beide Gruppen mussten zuhause ein standardisiertes Heimprogramm durchführen, jedoch wurde nur eine der beiden Gruppen noch zusätzlich physiotherapeutisch behandelt. Alle Probanden wurden präoperativ sowie sechs, zwölf und 24 Wochen postoperativ auf passive Beweglichkeit in Flexion, Abduktion und Aussenrotation und auf Muskelkraft der Innen- und Aussenrotatoren und Elevatoren sowie Funktionalität des Glenohumeralgelenkes überprüft. Die Studie erreicht auf der PEDro Scale 7 Punkte.

### *Resultate*

Postoperativ konnte kein signifikanter Unterschied bezüglich aller Testparameter zwischen den beiden Gruppen festgestellt werden.

### 4.3 Studientabelle

Um eine bessere Übersicht über die Interventionen und Resultate der einzelnen Studien zu schaffen, wurde eine Tabelle erstellt. In dieser ist ersichtlich, wie viele Probanden in die verschiedenen Gruppen (jeweils als Gruppe 1 (G1) und Gruppe 2 (G2) aufgeführt) eingeteilt und wie diese behandelt wurden. Die Diagnose und die Einschlusskriterien sind ebenfalls auf einen Blick ersichtlich. Die Resultate wurden bezüglich Schmerzen (VAS) und Beweglichkeit (ROM) einzeln aufgelistet.

Tabelle 10. Studienmatrix

Anzahl	Alter	Kriterien	Interventionen	Resultate ROM	Resultate VAS	
1 n = 61 (G1 = 40) (G2 = 21)	30 - 70 J. (Ø 58 J.)	- Vollständige Supraspinatus- sehnen-Ruptur (Nach Patte Grad 1-3) - Keine vorhergehende OP - Keine Begleiterkrankungen der betroffenen Schulter	G1	CPM-Schiene (1 bis 42 p.o. Tag, 5 x 20min / Tag) + Physiotherapie	Erreicht Ziel von 90° Abduktion im Durchschnitt nach 31 Tagen (Signifikant)	VAS in Belastung ab 3. Tag deutlich besser als bei G2
			G2	Physiotherapie	Erreicht Ziel von 90° Abduktion im Durchschnitt nach 42 Tagen	Stetig abnehmend, höhere VAS als G1
2 n = 31 (G1 = 17) (G2 = 15)	30 - 80 J. (Ø 63 J.)	- Kleine, mittlere und grosse Rupturen (nach Bateman) - Keine pathologische Instabili- tät - Keine vorhergehende OP - Keine rheumatische Erkran- kungen - Gleicher Chirurg	G1	CPM für Elevation, AR (4h:3 - 4x / Tag 1-1.5 Std)	Keine signifikante Differenz zwischen den Gruppen passiv und aktiv	Signifikant weniger SZ 1 Woche p.o. Später kein signifikanter Unterschied. Kein Zwischengruppenun- terschied
			G2	Passive ROM Elevation, AR (ca. 45 min:3 Serien à 10-15 Rep.) durch Bekannte Gleiche Behandlung von G1 und G2 nach 4 Wo- chen.		

Nachbehandlung nach Rotatorenmanschetten - Rekonstruktion

Anzahl	Alter	Kriterien	Interventionen	Resultate ROM	Resultate VAS	
<b>3</b> n = 100 (G1 = 54) (G2 = 46)	38 - 80 J. (Ø 60 J.)	- Grad C2-C3 Ruptur (nach Snyder) - Keine vorhergehende OP - Keine Begleiterkrankungen - Gleicher Chirurg	G1	Programm von G2, zusätzlich CPM 2h / Tag (4 x 30min)	2.5 Monate: signifikant besser in Flex, Abd, AR 6 Monate: Signifikant besser in Flex, Abd, AR 1 Jahr: Keine Signifikanz	2.5 Monate: Signifikant besser als G1 Später keine signifikante Differenz
			G2	Passive Automobi (3 Serien à 10 Rep.), Pendelübungen, Progressive passive Abd, Flex, AR Supervision von PT  5. bis 28. Woche gleiche Therapie wie G1: Passive Mobi mit PT in Flex, AR, Abd, Propriozeption		
<b>4</b> n = 18 (G1 = 12) (G2 = 6)	26 - 69 J. (Ø 55 J.)	- Diagnostizierte Rotatorenmanschetten - Ruptur - Symptome seit über 3 Mt, weniger als 12 Mt - Gleicher Chirurg	G1	12 Wochen 2 x wöchentlich manuelle Physiotherapie		
			G2	Zusätzlich zu Physiotherapie ab 10 Tag p.o. Wassertherapie	3 Woche + 6 Woche signifikant bessere Flex Keine Signifikanz nach 12 Wochen Keine Signifikanz in AR	
<b>5</b> n=14 (G1=7) (G2=7)	40 - 64 J. (Ø 55 J.)	- komplette Rotatorenmanschetten-Ruptur - keine vorhergehende OP - keine relevanten Nebendiagnosen	G1	ab dem 1. Tag p.o. Muskelaktivierung, stetige Steigerung der Belastung, spezifisches Heimprogramm	Signifikante Verbesserung bezüglich des Functional Index, Constant Score, hand in neck und pour out of a pot	Signifikante Reduktion der Schmerzen in Ruhe und während Aktivität
			G2	Physiotherapie nach bestehenden Schemata, spezifisches Heimprogramm	Signifikante Verbesserung bezüglich des Functional Index, Beweglichkeit in Abduktion, isometrische Kraft in Abduktion und pour out of a pot	Signifikante Reduktion der Schmerzen während Aktivität

Nachbehandlung nach Rotatorenmanschetten - Rekonstruktion

Anzahl	Alter	Kriterien	Interventionen	Resultate ROM	Resultate VAS
<b>6</b> n = 58 (G1 = 32) (G2 = 26)	41 - 83 J. (Ø 60 J.)	- keine irreparablen Rotatoren- manschetten - Rupturen - keine vorhergehenden OP - keine relevanten Nebendiag- nosen	G1 standardisiertes 3- Phasen Heimprogramm über 6 Monate. Tägliche Durchführung.		
			G2 Physiotherapie	Bessere Beweglichkeit als G1, aber keine Signifikanz	

1. Effektivität der postoperativen Behandlung mittels motorisierter Bewegungsschiene (CPM) bei Patienten mit Ruptur der Rotatorenmanschette  
Michael et al. (2005)
2. Continuous Passive Motion after Repair of the Rotator Cuff. A Prospective Outcome Study  
Lastayo et al. (1998)
3. Effects of one-month continuous passive motion after arthroscopic rotator cuff repair: results at 1-year follow-up of a prospective randomized study  
Garofalo et al. (2010)
4. The addition of aquatic therapy to rehabilitation following surgical rotator cuff repair : a feasibility study  
Bray et al. (2008)
5. Early loading in physiotherapy treatment after full-thickness rotator cuff repair: a prospective randomized pilot-study with a two-year follow-up  
Hultenheim-Klintberg et al. (2009)
6. A randomised clinical trial evaluating the efficacy of physiotherapy after rotator cuff repair  
Hayes et al. (2004)

---

## 5 Diskussion

---

Im Diskussionsteil wird zuerst Kritik an den Studien geübt. Die Autorinnen beurteilen die Methodik und die Resultate der einzelnen Studien kritisch, um die Relevanz der Schlussfolgerungen zu eruieren. Anschliessend werden die Resultate der Studien miteinander verglichen und in einen Zusammenhang gebracht.

### 5.1 Kritik

Die Studie von Michael et al. (2005) wurde mit einem randomisierten und multizentrischen Studiendesign durchgeführt. Die Ein- und Ausschlusskriterien waren klar festgelegt und die Messungen erfolgten verblindet. Die zwei Vergleichsgruppen waren mit einer Verteilung von 1:2 nicht optimal eingeteilt. Dies kann dazu geführt haben, dass die CPM-Gruppe, welche zusätzlich zu der physiotherapeutischen Behandlung noch mit der Bewegungsschiene übte, ein besseres Resultat erzielte. Mit einer grösseren Stichprobenauswahl und gleich grossen Gruppen könnte man ein aussagekräftigeres Resultat erwarten. Aus der CPM-Gruppe wurden im Verlauf der Studie sechs Patienten wegen gravierenden Verletzungen des Behandlungsprotokolls ausgeschlossen. Dies könnte das Resultat verfälschen. Die Patienten beider Gruppen hatten ein standardisiertes Behandlungsschema, welches für alle identisch war. So kann der Nutzen der CPM-Schiene besser eruiert und verglichen werden. Obwohl die Studie im Diskussionsteil eine signifikante Verbesserung des Bewegungsausmasses der CPM-Gruppe aufweist, ist in der Studie keine Tabelle mit den genauen Resultaten enthalten. So können die einzelnen Resultate nicht genauer analysiert und nachvollzogen werden. Die Schmerzen während Belastung wurden ebenfalls gemessen, jedoch erfolgte die Auswertung rein deskriptiv, womit die Resultate nicht richtig messbar sind. Ausserdem muss beachtet werden, dass die Studie von CPM-Schienen-Hersteller Fa. ORMED GmbH unterstützt wurde. Es wurden ausschliesslich Schienen dieser Firma für die Studie eingesetzt. Eine gewisse Befangenheit kann somit nicht ausgeschlossen werden.

In der Studie von Lastayo, Wright, Jaffe, und Hartzel (1998) sind die Gruppen sehr ausgeglichen eingeteilt, es zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Geschlechtern oder dem Ausmass der Ruptur. Alle Teilnehmer der Studie wurden



mit der gleichen Operationsmethode operiert, welche jeweils vom gleichen Operateur durchgeführt wurde. Die Probanden wurden randomisiert in zwei Gruppen eingeteilt. Die Messungen erfolgten nicht verblindet. Die Einschlusskriterien sowie die durchgeführten Interventionen wurden klar beschrieben. Die Gruppe mit der Bewegungsschiene musste täglich vier Stunden mit der CPM üben und durfte die ROM selbstständig erhöhen. Eine genaue Dokumentation, wie lange sie täglich üben und wie sie ihr Programm modifizierten, musste jedoch nicht geführt werden. So kann leider nicht beurteilt werden, wie gut sich die Probanden an die Vorgaben gehalten haben oder ob ein grosser Bias vorliegt. Die CPM-Behandlung wurde erst eine Woche postoperativ begonnen, nach der vierten Woche wieder beendet und die Behandlung mit der anderen Gruppe abgestimmt. Dies ist ein relativ kurzer Zeitraum für ein aussagekräftiges Resultat. Die manuelle Mobilisation der anderen Gruppe wurde von Bekannten, von Freunden oder vom heimbetreuenden Pflegefachpersonal durchgeführt. Diese Personen wurden in die passive Mobilisation eingeführt, es fehlt ihnen jedoch die Erfahrung und das medizinische Hintergrundwissen. Deshalb kann es sein, dass die manuelle Mobilisation nicht fachgerecht durchgeführt wurde.

Die Studie von Garofalo, Conti, Notarnicola, Maradei, Giardella und Castagna (2010) beginnt mit einer ausführlichen Einleitung und ist im Allgemeinen leicht verständlich und mit einem klaren Aufbau geschrieben. Die Probanden wurden direkt nach der Operation randomisiert in zwei Gruppen eingeteilt. Die beiden Gruppen unterschieden sich nicht bezüglich Geschlecht oder Alter, jedoch waren in der CPM-Gruppe acht Patienten mehr als in der Gruppe ohne CPM. Das methodische Vorgehen ist nachvollziehbar, jedoch etwas ungenau beschrieben. So ist es zum Beispiel unklar, in welche Bewegungsrichtungen die CPM-Schiene eingestellt wurde. Dies macht es schwieriger, die Aussagekraft der Resultate zu werten. Weiter wird in der Methodik beschrieben, dass alle Patienten die gleiche Therapie erhielten. Der Unterschied zwischen den Behandlungen der beiden Gruppen bestand darin, dass die CPM-Gruppe während vier Wochen zusätzlich zur Physiotherapie eine Bewegungsschiene benutzte. Erwähnt wird auch, dass alle Patienten vom selben Chirurgen operiert wurden und somit wesentliche Unterschiede im operativen Vorgehen vermieden werden konnten. Die Resultate sind zwar kurz aber leicht verständlich und vollständig aufgelistet und werden im Diskussionsteil noch einmal genauer erklärt.

Die Methodik der Studie von Bray, Redfern, MacDougal und Williams (2008) wurde nicht sehr genau beschrieben. Die Einschlusskriterien zeigen nicht klar auf, welches Ausmass von einer Rotatorenmanschetten-Ruptur die Probanden aufweisen müssen, um in der Studie mitzumachen. Eine Tabelle zeigt, dass die beiden Gruppen einen genau gleich grossen Anteil an kleinen bis mittleren bzw. grossen oder massiven Rupturen vorweisen. Es wurde lediglich eine diagnostizierte Ruptur verlangt. Da es sich um eine Durchführbarkeitsstudie handelt, gab es mit 18 Probanden nur eine kleine Stichprobenauswahl. Die Gruppen wurden nicht randomisiert, sondern nach Absprache mit den Physiotherapeuten, Forschern und Chirurgen in eine Gruppe eingeteilt. Dies kann ein aussagekräftiges Resultat verfälschen. Alle Physiotherapeuten wurden instruiert, mit den Probanden standardisierte Interventionen durchzuführen. Somit können zwar die verschiedenen Patienten besser miteinander verglichen werden, ein grösserer Erfolg wäre wahrscheinlich mit einer individuell angepassten Therapie erreichbar. Die Messung der beiden Gruppen erfolgte verblindet. Die Gruppen waren zudem mit einem Verhältnis von 2 : 1 nicht gleich gross. Sie wiesen jedoch bei den präoperativen Bewegungsmessungen sehr ähnliche Ergebnisse auf. Die Probanden wurden erst nach 3 Wochen postoperativ in ihrer Beweglichkeit gemessen. Somit existiert kein Ausgangswert nach der Operation, womit die beiden Gruppen verglichen werden könnten.

Die Studie von Hultenheim-Klintberg, Gunnarsson, Svantesson, Styf und Karlsson (2009) wird mit viel Hintergrundwissen eingeleitet, die Methodik wird nachvollziehbar beschrieben und das Überprüfen der zahlreichen Assessments ist genau deklariert. Beim Vergleich der beiden Gruppen fällt auf, dass diese sich in einem wesentlichen Punkt unterscheiden. Die beiden Gruppen waren randomisiert, gleich gross und ihre Teilnehmer wiesen keine signifikanten Unterschiede bezüglich Geschlecht, Alter oder Sehnenrückzug auf. Auch bezüglich der präoperativ getesteten Assessments unterschieden sich die beiden Gruppen nicht signifikant. Jedoch sind in der fortschrittlichen Gruppe sechs Patienten mit einer mittelgrossen Ruptur und einen Patienten mit einer grossen Ruptur. In der traditionellen Gruppe, welche nach den bestehenden Schemata behandelt wurde, wiesen hingegen drei Patienten eine mittelgrosse, drei eine grosse und einer eine massive Ruptur auf. Dies kann wesentliche

Auswirkungen auf die Nachbehandlung haben und so die Resultate verfälschen. Die Resultate dieser Studie sind etwas verwirrend formuliert und der Leser könnte leicht etwas Falsches daraus schlussfolgern. Im Diskussionsteil werden die Resultate noch einmal erwähnt, was Klarheit schafft. Zusätzlich sind in der Diskussion viele Zitate und Resultate von anderen Studien enthalten, was diesen Teil etwas unübersichtlich erscheinen lässt.

Die Studie von Hayes, Ginn, Walton, Szomor und Murrell (2004) beginnt mit einer kurzen Einleitung und geht dann zum Methodikteil über, welcher sehr lange und unübersichtlich gestaltet ist. Es wird beschrieben, dass alle Patienten vom selben Chirurgen operiert wurden, was unterschiedliche Vorgehensweisen bei der Operation vermeiden sollte. Das standardisierte Heimprogramm wird genau beschrieben. Es erscheint unlogisch, dass die Studie die Effektivität von Physiotherapie nach Rotatorenmanschetten-Wiederherstellung untersuchen will, dann aber das Heimprogramm der Vergleichsgruppe auf physiotherapeutischen Übungen basieren lässt. In der Beschreibung der Resultate wird deutlich, dass sehr viele Probanden aus der Studie ausgeschlossen wurden. Neun Patienten der Gruppe mit dem Heimprogramm haben sich während der Rehabilitation für eine individuelle physiotherapeutische Behandlung entschieden, was das Resultat verfälscht. Die Resultate sind klar in Tabellen aufgezeigt, in denen ersichtlich ist, dass die Gruppe, die individuelle Physiotherapie erhielt, bezüglich Beweglichkeit jeweils bessere Resultate zeigt, jedoch keinen signifikanten Unterschied aufweist. Im Diskussionsteil, welcher ebenfalls sehr unübersichtlich gestaltet ist, wird auf das Fehlen von Daten hingewiesen, was die Aussagekraft der Resultate dieser Studie vermindert.

## **5.2 Diskussion der Resultate**

Für diese Arbeit wurden drei Studien ausgewählt, welche sich mit der Nachbehandlung der Rotatorenmanschetten-Rekonstruktion mithilfe der CPM befassen. Diese Behandlungsmethode wird gemäss Garofalo et al. (2010) bereits seit 20 Jahren bei der Nachbehandlung von Knieprothesen verwendet. Die Wirkung und korrekte Anwendung werden aber kontrovers diskutiert.

Die drei Studien sind vom Durchschnittsalter der Patienten gut vergleichbar (58 / 63 / 60 Jahre). Alle schlossen Patienten mit vorhergehenden Operationen oder Begleiterkrankungen aus. Während Lastayo et al. (1998) und Garofalo et al. (2010) das

Ausmass der Ruptur auf <1 bis 3 cm begrenzten, mussten Probanden der Studie von Michael et al. (2005) eine vollständige Supraspinatussehnen-Ruptur aufweisen. Alle Studien verglichen eine Gruppe mit ausschliesslicher oder zusätzlicher CPM-Behandlung mit einer Gruppe, welche mit einer anderen Intervention oder ausschliesslich Physiotherapie behandelt wurde. Bei der Studie von Michael et al. (2005) zeigte sich eine signifikante Verbesserung des Bewegungsausmasses in Abduktionsrichtung der Gruppe, welche mit Physiotherapie und einer Bewegungsschiene behandelt wurde. Sie erreichten das Ziel von 90° Abduktion im Durchschnitt nach 31 Tagen, was im Vergleich zu der Gruppe mit ausschliesslich Physiotherapie zwölf Tage früher ist und eine Signifikanz von  $p = 0.0292$  darstellt. Auch Garofalo et al. (2010) konnten eine signifikante Verbesserung bei Patienten mit Bewegungsschiene feststellen. Beim Follow-Up nach zweieinhalb Monaten war die CPM-Gruppe bezüglich Beweglichkeit in Flexion, Abduktion und Aussenrotation signifikant besser als die Gruppe mit passiver Automobilisation. Auch nach sechs Monaten postoperativ zeigte sich ein klar besseres Resultat in diesen Bewegungsrichtungen im Vergleich zu der Vergleichsgruppe. Nach einem Jahr konnte jedoch in keine Bewegungsrichtung mehr ein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Ein anderes Resultat präsentierten Michael et al. (2005). Die Gruppe, welche passiv mobilisiert wurde, war in den Bewegungsmessungen in Elevation und Aussenrotation über die ersten 24 Monate besser als die CPM-Gruppe, sie wies jedoch keinen signifikanten Unterschied auf. Beim Schmerz hingegen zeigte sich in allen drei Studien, dass die Behandlung mit einer Bewegungsschiene besonders in der Frühphase eine Schmerzlinderung bewirkt. Die CPM-Gruppe in der Studie von Michael et al. (2005) wies bei der Schmerzmessung mit VAS in Belastung bereits ab dem dritten Tag ein deutlich besseres Resultat auf als die Vergleichsgruppe. Die Studie von Lastayo et al. (1998) unterstützt dieses Resultat. In der ersten Woche postoperativ haben die Schmerzen signifikant abgenommen. In den späteren Messungen konnte aber kein signifikanter Unterschied mehr festgestellt werden. Eine signifikante Verbesserung der CPM-Gruppe über einen längeren Zeitraum wurde in der Studie von Garofalo et al. (2010) festgestellt. Dort hielt der Effekt über zweieinhalb Monate an. Nachher verschwindet aber auch hier der Unterschied. Zwei Studien haben nach vier (Lastayo et al., 1998) beziehungsweise fünf Wochen (Garofalo et al., 2010) mit der unterschiedlichen Behandlung der Gruppen abgeschlossen und alle Probanden mit der gleichen The-

rapie behandelt. Auch Michael et al. (2005) haben nach sechs Wochen mit der Behandlung mittels CPM abgeschlossen. Dies kann ein entscheidender Faktor gewesen sein, dass sich die Patienten der verschiedenen Behandlungsgruppen der CPM-Studien (Lastayo et al., 1998, Michael et al., 2005 & Garofalo et al., 2010) langfristig nicht mehr bedeutsam bezüglich Bewegungsausmass und Schmerzen unterschieden.

Da verschiedene Studien eine beschränkte Wirksamkeit von CPM und passiver Mobilisation feststellten, haben Bray et al. (2008) eine Machbarkeitsstudie zum Thema Wassertherapie gemacht. Gemäss Geytenbeek (2002) zitiert nach Bray et al. (2008) ist Wassertherapie in der Rehabilitation von Hüft- und Knieoperationen sowie bei muskuloskeletalen Beschwerden sehr weit verbreitet. In der Studie haben Bray et al. (2008) festgestellt, dass bei der Gruppe, welche zusätzlich Wassertherapie erhielt, eine bedeutsame Beweglichkeitsverbesserung eintrat. Besonders zeigte sich dieser Effekt zu Beginn der Rehabilitation. In der dritten und sechsten postoperativen Woche war die Beweglichkeit in Flexion in der Gruppe Wassertherapie signifikant grösser. In der zwölften Woche war die Differenz jedoch nicht mehr signifikant. Dieses Resultat unterstützt die Aussage der CPM-Studien (Lastayo et al., 1998, Michael et al., 2005 & Garofalo et al., 2010), wonach die Bewegungstherapie besonders zu Beginn der Rehabilitation sehr wichtig ist.

Laut Hultenheim-Klintberg et al. (2009) gilt eine gezielte und kontrollierte Steigerung der Belastung bei Bewegungen und Übungen während der Rehabilitation als Voraussetzung einer optimalen Sehnenheilung. Um die Wirksamkeit eines neuen Konzeptes der frühen Belastung der Rotatorenmanschette nach der operativen Wiederherstellung zu testen, haben Hultenheim-Klintberg et al. (2009) eine Studie zu diesem Thema erstellt. Die Probanden wurden auf viele Assessments getestet und mit dem Ausgangswert der betreffenden Gruppe verglichen. Die Patienten der fortschrittlichen Gruppe, welche eine Therapie mit frühzeitiger Belastung der operierten Rotatorenmanschette erfuhren, zeigten signifikante Verbesserungen bezüglich Schmerzen in Ruhe und während Aktivität und bei den Übungen „pour out of a pot“ und „hand in neck“. Die traditionelle Gruppe, welche Physiotherapie gemäss den bestehenden Schemata erhielt, zeigte signifikante Verbesserungen bezüglich

Schmerzen während Aktivität, Beweglichkeit in Abduktion und bei der Übung „pour out of a pot“. Beim Vergleich der Resultate der beiden Gruppen konnte jedoch kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Die Autoren der Studie stellten fest, dass die frühe Belastung der operierten Rotatorenmanschette zwar keine signifikante Verbesserung bewirken konnte, jedoch auch keinen negativen Einfluss hat. Bei dieser Studie ist nicht klar aufgezeigt, ob eine Gruppe eine höhere Therapiezeit aufwies als die andere. Dass sich die beiden Gruppen nicht signifikant unterscheiden könnte darauf zurückgeführt werden, dass beide den gleich hohen Therapieaufwand hatten.

Um die Wirksamkeit von Physiotherapie während der Rehabilitation einer Rotatorenmanschetten-Wiederherstellung zu eruieren, haben Hayes et al. (2004) dies in einer Studie untersucht. Die Teilnehmer dieser Studie wurden in zwei Gruppen eingeteilt. Beide Gruppen mussten ein standardisiertes Heimprogramm absolvieren. Die eine Gruppe wurde jedoch zusätzlich individuell physiotherapeutisch behandelt. Die Patienten in der Physiotherapie-Gruppe zeigten bezüglich Beweglichkeit bei allen Testungen bessere Resultate als die Heimprogramm-Gruppe. Diese Verbesserung ist jedoch im Vergleich der beiden Gruppen nicht signifikant. Folglich konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen festgestellt werden. Auch diese Studie zeigt auf, dass Patienten mit einer gesteigerten Behandlungszeit bessere Resultate bezüglich Beweglichkeit aufweisen. Dies war bei den CPM-Studien (Michael et al., 2005, Garofalo et al., 2010) sowie der Wassertherapie-Studie von Brady et al. (2008) ebenso der Fall.

---

## 6 Schlussfolgerung

---

In der Schlussfolgerung wird zuerst der Theorie-Praxis-Transfer aufgezeigt, in welchem die Informationen aus der Theorie und die Resultate der Studien mit der Praxis in Bezug gesetzt werden. Danach wird auf die zu Beginn der Arbeit gestellte Fragestellung und die Hypothese eingegangen.

### 6.1 Theorie-Praxis-Transfer

Beim Vergleich der verschiedenen Studien hat sich herausgestellt, dass besonders die Therapie in den ersten Wochen der Heilungsphasen sehr wichtig ist. Bei der Wassertherapie (Brady et al., 2008) und der Therapie mit Bewegungsschienen (Michael et al., 2005, Garofalo et al., 2010) bekamen die Probanden einer Gruppe zusätzlich zu der physiotherapeutischen Behandlung weitere Therapien. Das heisst, dass ihre Behandlungszeit pro Tag oder pro Woche gegenüber der Vergleichsgruppe markant mehr betragen hat. Da die operierte Schulter nach einer Rotatorenmanschetten-Operation ruhig gestellt wird (Weigel et al., 2005), ist die Therapiezeit der einzige Moment, in dem die Schulter mobilisiert wird. Durch die Bewegung wird die Durchblutung gesteigert und die Schwellung und Entzündung kann schneller abgebaut werden (Van den Berg et al., 2003). Dadurch vermindern sich die Schmerzen und das Bewegungsausmass wird grösser. Lastayo et al. (1998) stellten fest, dass die Patienten, welche vier Stunden täglich die Bewegungsschiene benutzten zwar in der ersten Woche postoperativ signifikant weniger Schmerzen aufwiesen, die Beweglichkeit aber gegenüber der Gruppe, welche mit manueller Mobilisation behandelt wurde, leicht schlechter war. Dieses Resultat zeigt auf, dass die Bewegungsschiene zwar eine gute Ergänzung darstellt, jedoch nicht die Effektivität von manueller Physiotherapie erreicht. Dies, obwohl die Patienten mit CPM mit vier Stunden täglich über fünf Mal mehr Zeit aufwendeten als die Patienten mit rund 45 Minuten manueller Therapie pro Tag. Die Studie von Hayes et al. (2004) zeigt auf, dass Patienten mit einer physiotherapeutischen Behandlung im Vergleich zu einem reinen Heimprogramm eine Verbesserung aufzeigen. Nach den Resultaten verschiedener Studien (Michael et al., 2005, Brady et al., 2008 & Garofalo et al., 2010) kann angenommen werden, dass dieser positive Effekt auf die Schulterbeweglichkeit dank der gesteigerten Therapiezeit erreicht wurde. Die Resultate von Hayes et al., (2004) beweisen,

dass Patienten mit einem Heimprogramm Fortschritte machen können. Deshalb ist es wichtig, den Patienten ein Heimprogramm zu geben. So wird an die Selbstverantwortung der Patienten appelliert und die Therapiezeit gesteigert. Ein Heimprogramm als einzige Intervention wäre jedoch nicht sinnvoll, da während den Therapiesitzungen auf die individuellen Probleme und Fortschritte des Patienten eingegangen und somit der Rehabilitationsverlauf optimiert werden kann. Das Heimprogramm sollte an diese individuellen Behandlungen angepasst werden. Ein standardisiertes Heimprogramm wird als nicht sinnvoll erachtet.

Um eine schmerzfreie Schulterfunktion zu erreichen, sollte in der Rehabilitation, neben einigen anderen Faktoren, ein Schwerpunkt auf die Sehnenrehabilitation gelegt werden (Hultenheim-Klintberg et al., 2009). Kontrollierte und gezielte Steigerung der Belastung bei Bewegungen und Übungen sind Voraussetzung einer optimalen Sehnenheilung. Die Schemata zur physiotherapeutischen Behandlung von Rotatorenmanschetten-Rupturen in Spitälern sind oft sehr vorsichtig formuliert. Hultenheim-Klintberg et al. (2009) fordern deshalb mehr Mut zur frühen Belastung der Rotatorenmanschetten nach der Operation. Es wäre sicher wichtig, auf diesem Gebiet noch mehr Forschungen durchzuführen oder sich mit dem zuständigen Arzt oder Operateur abzusprechen. Besonders nach der Immobilisationszeit ist es wichtig, die verminderte Belastbarkeit der Sehne zu bedenken, damit es nicht zu einer erneuten Ruptur kommen kann.

Langfristig zeigt keine der Interventionen ein besseres Resultat bezüglich Beweglichkeit und Schmerzverhalten gegenüber einer traditionellen physiotherapeutischen Behandlung. Dies kann damit zusammenhängen, dass die Patienten nach circa vier bis sechs Wochen wieder mit den aktiven Bewegungen anfangen können. Deshalb haben Interventionen, welche keine oder nur geringe Muskelaktivität erfordern, wie zum Beispiel Wassertherapie oder Bewegungsschiene, nicht mehr den gleichen Effekt wie vorher. Die Schulter wird nun über einen grösseren Zeitraum pro Tag aktiv bewegt werden können und dies hat einen positiven Effekt auf die Trophik und Wundheilung.

Als Folgerung für die Praxis kann gesagt werden, dass es sehr wichtig ist, frühzeitig mit der Nachbehandlung der Rotatorenmanschetten-Ruptur zu beginnen. In den verschiedenen Studien hat sich gezeigt, dass es hilft, verschiedene Therapieformen durchzuführen und sich nicht ausschliesslich auf eine Intervention zu konzentrieren.



Je weniger lang die Schulter pro Tag immobilisiert ist, desto schneller gehen die Schmerzen zurück und das Bewegungsausmass wird grösser. Natürlich muss die Bewegung schonend durchgeführt werden und darf nicht zu einer Überlastung der Sehne führen.

Weitere Forschungen auf dem Gebiet der Rotatorenmanschetten-Nachbehandlung wären sicher wünschenswert. Es gibt noch nicht viele qualitativ gute Studien zum Thema der effektiven Nachbehandlung mit verschiedenen Interventionen. Oft wurde bei der Methodik der Studie nicht genug auf die Qualitätsmerkmale geachtet oder die Resultate waren nicht klar ersichtlich. Spannend wären genauere Untersuchungen zum Effekt von Physiotherapie und Heimprogramm verglichen mit keinem Heimprogramm, oder auch zur Effektivität von manueller Mobilisation durch einen Physiotherapeuten verglichen mit Therapie mittels Bewegungsschiene, da die Studie von Lastayo et al. (1998) nur die Behandlung durch Laien ohne medizinisches Fachwissen beschreibt. In einigen Studien wurde zudem der Kostenfaktor der Therapie angesprochen. Da dieser Punkt in der Zukunft der Gesundheitspolitik immer mehr zum Thema wird, wäre es wichtig, Studien durchzuführen, in denen effiziente Therapiemethoden aufgezeigt werden. CPM und Wassertherapie sind im Vergleich von Kosten / Nutzen sehr günstig, da es sich nicht um individuell betreute Physiotherapie handelt und somit Personalkosten gespart werden könnten. Trotzdem ist es wichtig, dass auch die Bedeutung der individuellen manuellen Physiotherapie untersucht wird, um das weitere Bestehen dieser Berufsgruppe zu sichern.

## **6.2 Bestätigung der Hypothese**

Die aufgestellte Hypothese, dass durch physiotherapeutische Interventionen bei Patienten mit einer operativ behandelten Rotatorenmanschetten-Ruptur eine massgebliche Verbesserung bezüglich Schmerzen und Bewegungsausmass des Schultergelenkes erreicht werden kann, konnte bestätigt werden.

## **6.3 Beantwortung der Fragestellung**

Das Ziel dieser Arbeit war es, die wirksamste physiotherapeutische Intervention bezüglich Schmerzen und Bewegungsausmass der Schulter bei der Nachbehandlung einer operativ behandelten Rotatorenmanschetten-Ruptur herauszufinden. Diese Frage kann jedoch nicht abschliessend beantwortet werden. Zwar wurden verschiedene Interventionen miteinander verglichen, es hat sich jedoch keine explizit von der anderen abgehoben. Jedoch stellte sich heraus, dass es wichtig ist, dass die Patien-

ten besonders zu Beginn der Rehabilitation genügend Therapie erhalten. Eine längere Therapiezeit bewirkt eine schnellere Bewegungssteigerung und schnellere Reduktion der Schmerzen. Es ist nicht so wichtig, welche Intervention als begleitende Massnahme zur Physiotherapie gewählt wird, wichtig ist viel mehr, dass der Patient trainiert.

#### **6.4 Überlegungen zur Arbeit**

Die Autorinnen haben sich während der Bachelorarbeit intensiv mit verschiedenen Studien befasst. Sie haben dabei gelernt, wissenschaftliche Publikationen mit mehr Skepsis anzuschauen. Nicht alle Studien, welche methodologisch mittels PEDro gut bewertet wurden, beinhalten auch aussagekräftige Studienergebnisse. Um eine qualitativ hochwertige Studie durchzuführen, müssen sehr viele Faktoren zusammenstimmen, und schon eine kleine Abweichung kann die Qualität der Studie vermindern. Das Ziel der Autorinnen war, verschiedene Interventionen der Rotatorenmanschetten-Nachbehandlung zu vergleichen. Leider wurden nicht so viele Studien in diesem Bereich durchgeführt, wie sie erwartet hatten. Es konnten nicht immer zwei Studien zu einer Intervention gefunden werden, was ein Vergleichen der verschiedenen Studien schwierig machte. Bei der Auswahl der Studien konnte auch nicht darauf geachtet werden, auf welche Bewegungsrichtung die Untersuchungen und Behandlungen ausgelegt waren. Eine Stärke dieser Arbeit ist sicher, dass verschiedene Interventionen zur Nachbehandlung gefunden wurden und trotz der verschiedenen Durchführungen eine Schlussfolgerung gezogen werden konnte. In der Physiotherapie wird es immer wichtiger, evidenzbasiert zu arbeiten. Mit den Erfahrungen der Bachelorarbeit werden sich die Autorinnen auch im beruflichen Alltag nicht scheuen, Studien zu suchen und diese kritisch zu beurteilen.

---

## 7 Literaturverzeichnis

---

- Bray, B., Redfern, J., MacDougal, G., Williams, J. (2008). *The addition of aquatic therapy to rehabilitation following surgical rotator cuff repair : a feasibility study.*
- Fu, F. H., Imhoff, A. B., Ticker, J. B. (2001). *Schulterchirurgie: Ein Operationsatlas.* Darmstadt: Steinkopff Verlag
- Garofalo, R., Conti, M., Notarnicola, A., Maradei, L., Giardella, A., Castagna, A. (2010). *Effects of one – month continuous passive motion after arthroscopic rotator cuff repair: results at 1 – year follow – up of a prospective randomized study.*
- Hayes, K., Ginn, K., Walton, J., Szomor, Z., Murrell, G. (2004). *A randomised clinical trial evaluating the efficacy of physiotherapy after rotator cuff repair.*
- Hochschild, J. (2002). *Strukturen und Funktionen begreifen Band 1.* (2. Auflage) Stuttgart: Georg Thieme Verlag
- Hultenheim – Klintberg, I., Gunnarsson, A. C., Svantesson, U., Styf, J., Karlsson, J. (2009). *Early loading in physiotherapy treatment after full – thickness rotator cuff repair: a prospective randomized pilot – study with a two – year follow – up.*
- Imhoff, A. B. (1999). *Fortbildung Orthopädie 1; Schulter/Ellenbogen/Hüfte/Stosswelle.* Darmstadt: Steinkopff Verlag
- Józsa, L., Kannus, P. (1997). *Human Tendons: Anatomy, Physiology, and Pathology.* Champaign: Human Kinetics
- Kapandji, I. A. (2006). *Funktionelle Anatomie der Gelenke.* (4. Auflage) Stuttgart: Georg Thieme Verlag
- Lastayo, P. C., Wright, T., Jaffe, R., Hartzel, J. (1998). *Continuous Passive Motion after Repair of the Rotator Cuff. A Prospective Outcome Study.*

- Michael, J. W. - P., König, D. P., Imhoff, A. B., Martinek, V., Braun, S., Hübscher, M., Koch, C., Dreithaler, B., Bernholt, J., Preis, S., Loew, M., Rickert, M., Speck, M., Bös, L., Bidner, A., Eysel, P. (2005). *Effektivität der postoperativen Behandlung mittels motorisierter Bewegungsschiene (CPM) bei Patienten mit Ruptur der Rotatorenmanschette.*
- Nickel, U., Brambrink, A. (2005). *Allgemein- und Regionalanästhesie in der Traumatologie.* Heidelberg: Springer Medizin Verlag
- Rohen, J. W., Lütjen-Drecoll, E., (2006). *Funktionelle Anatomie des Menschen.* (11. Auflage) Stuttgart: Schattauer GmbH
- Schünke, M., Schulte, E., Schumacher, U. (2007) *Prometheus, LernAtlas der Anatomie.* Stuttgart: Georg Thieme Verlag
- Schünke, M., Schulte, E., Schumacher, U. (2007). *Prometheus - DVD Abbildungen zur Vorbereitung von Unterricht und Vorträgen. Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem.* Stuttgart: Georg Thieme Verlag
- Thomann, K. - D., Schröter, F., Grosser, V. (2009). *Orthopädisch – unfallchirurgische Begutachtung.* München: Urban und Fischer Verlag
- Weigel, B., Nerlich, M. (2005). *Praxisbuch Unfallchirurgie Band.* Berlin Heidelberg: Springer - Verlag
- Waldner - Nilsson, B., Breier, S., Diday - Nolle, A. P., Saur, I. (1997). *Ergotherapie in der Handrehabilitation.* Berlin Heidelberg: Springer - Verlag
- Van den Berg, F., Cabri, J. (2003). *Angewandte Physiologie; Das Bindegewebe des Bewegungsapparates verstehen und beeinflussen.* Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG
- Van den Berg, F., Cabri, J. (2011). *Angewandte Physiologie; Das Bindegewebe des Bewegungsapparates verstehen und beeinflussen.* Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG
- Wiedemann, E., Biberthaler, P., Hinterwimmer, S. (2004) *Anatomie und Einteilung der Rotatorenmanschettendefekte. Zeitschrift Arthroscopie, 17, 17 - 26*

## Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1. Rotatorenmanschette</i> .....	12
<i>Abbildung 2. M. subscapularis</i> .....	12
<i>Abbildung 3. Zirkumduktion</i> .....	20
<i>Abbildung 4. Sehnenaufbau</i> .....	27

## Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1. Ergebnisse.....</i>	<i>10</i>
<i>Tabelle 2. Abduktion.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabelle 3. Flexion .....</i>	<i>19</i>
<i>Tabelle 4. Einteilung der fettigen Muskeldegeneration nach Goutallier, Postel, Bernageau, Lavau und Voisin (1994) .....</i>	<i>22</i>
<i>Tabelle 5. Grösseneinteilung der Rotatorenmanschetten-Defekte nach Bateman (1963) .....</i>	<i>22</i>
<i>Tabelle 6. Einteilung der inkompletten Rotatorenmanschetten-Läsionen nach Ellman (1990) .....</i>	<i>23</i>
<i>Tabelle 7. Einteilung der inkompletten Rotatorenmanschetten-Läsionen nach Ellman (1990) II .....</i>	<i>23</i>
<i>Tabelle 8. Einteilung der Rotatorenmanschetten-Läsionen nach Snyder (1991) .....</i>	<i>24</i>
<i>Tabelle 9. Klassifikation der Rotatorenmanschetten-Läsionen nach Snyder et al. (1991) .....</i>	<i>24</i>
<i>Tabelle 10. Studienmatrix.....</i>	<i>37</i>

## Glossar

antiphlogistisch	entzündungshemmend
analgetisch	schmerzlindernd
Endotenon	inneres Sehnenhüllgewebe
Epitenon	äusseres Sehnenhüllgewebe

---

## **8 Eigenständigkeitserklärung**

---

Wir erklären hiermit, dass wir die vorliegende Arbeit selbständig, ohne Mithilfe Dritter und unter Benützung der angegebenen Quellen verfasst haben.

Winterthur, 20. Mai 2011

Bettina Däppen

Andrea Häberle



---

## 9 Danksagung

---

An dieser Stelle möchten wir uns bei allen bedanken, die uns bei der Anfertigung der Bachelorarbeit unterstützt haben.

Ein besonderer Dank gilt Frau Martina Leusch, die uns während dem Verfassen unserer Arbeit betreut hat und uns für Fragen jederzeit zur Verfügung gestanden ist.

Ein herzliches Dankeschön geht an Silvan Küng, der uns beim Formatieren geholfen hat, den Korrekturlesern und unseren Eltern, die uns während des gesamten Studiums immer unterstützten.

## 10 Wortzahl

---

Abstract	179 Wörter
Anzahl Wörter insgesamt	9'192 Wörter