

**Medizinische Fakultät der Universität Basel**

Master of Advanced Studies in Functional Kinetic Science MFKSc

Subacromiales Impingement-Syndrom: Untersuchung und Therapie nach dem FBL Klein-Vogelbach Konzept „Functional Kinetics“

Vorgelegt von : Chouikh Hind  
32 rue de la paix  
F-68300 Saint Louis  
0033-7 54 83 18 08  
h.chouikh@gmail.com

Betreuer: Prof. Dr.med. Niklaus F. Friederich

Studiengangleitung: Andreas M. Bertram, Studiengangleiter  
Dipl. Physiotherapeut  
Master of Sports Physiotherapy  
Certified Instructor Functional Kinetics (CIFK)

## Abstract

**Titel:** Subacromiales Impingement-Syndrom: Untersuchung und Therapie nach dem FBL-Klein-Vogelbach-Konzept „Functional Kinetics“

**Hintergrund:** Die Diagnostik des subacromialen Impingement anhand klinischer Tests bleibt bis heute kontrovers diskutiert. Die Untersuchungen und Behandlungen sind oft nicht kohärent. Außerdem wird in früheren Stadien des subacromialen Impingements eine Koordinationsstörung der Schultermuskulatur festgestellt und keine klinischen Tests können das nachweisen.

**Zielsetzung:** Die vorliegende Masterarbeit gibt einen Überblick über die Untersuchung und Behandlungsmethoden beim subacromialen Impingement-Syndrom, konventionell und nach dem FBL-Konzept Susanne Klein-Vogelbachs „Functional Kinetics“.

**Methoden:** Literaturübersichtsstudie

**Ergebnisse:** Die Untersuchung nach dem FBL-Konzept ergänzt die konventionelle Untersuchung, indem es die Ursache des Schmerzes analysiert und einen kohärenten Therapieplan erstellt. Die Koordinationsstörung wird anhand von funktionellen Tests identifiziert.

**Stichworte:** Schulterschmerzen, Subacromiales Impingement, impingement, cuff, Rotatorenmanschette, Neer, Shoulder pain

English

**Title:** Subacromial impingement syndrome: examination and therapy according to the FBL Klein-Vogelbach concept "Functional Kinetics"

**Background :** The diagnosis of subacromial impingement based on clinical tests remains controversial. Examination and treatment are often not coherent. Also, in the earlier stages of subacromial impingement, shoulder musculature incoordination is detected and no tests can prove it.

**Objective :** This master's thesis provides an overview of the examination and treatment methods for subacromial impingement syndrome conventionally and according to the FBL concept Susanne Klein-Vogelbach "Functional Kinetics".

**Methods :** Literature review study

**Results:** Examination according to the FBL concept complements conventional examinations by analyzing and treating the cause of the pain and identifying the coordination disorder using functional tests.

**Keywords:** shoulder pain, subacromial impingement, cuff, rotator cuff, Neer

Abstract.....	2
Tabellenverzeichnis .....	5
Abbildungsverzeichnis .....	6
<b>1. Funktionelle Bewegungslehre FBL Klein-Vogelbach „Functional Kinetics“ .....</b>	<b>8</b>
1.1. Geschichte .....	8
1.2. Das FBL Funktional Kinetics Konzept .....	8
1.3. Beobachtungskriterien.....	10
1.3.1. Hilfsebenen und Achsen für die Beobachtung der klinischen Relevanz.....	10
1.3.2. Funktionelle Körperabschnitte (KA).....	13
1.3.3. Die Distanzpunkte .....	14
1.3.4. Weiterlaufende Bewegungen und deren Widerlagerungen .....	16
1.3.5. Gleichgewichtsreaktionen.....	20
1.3.6. Aktivitätszustände .....	22
<b>2. Subacromiales Impingement-Syndrom (SAIS).....</b>	<b>25</b>
2.1. Anatomie der Schulter .....	25
2.1.1. Osteologie .....	25
2.1.2. Stabilisatoren der Schulter .....	28
2.1.3. Gelenke des Schultergürtels.....	32
2.2. Osteokinematik und Arthrokinematik der Schulter .....	35
2.2.1. Osteokinematik der Schulter.....	35
2.2.2. Bewegungen des Schultergelenks .....	36
2.3. Subacromiales Schulterimpingement-Syndrom.....	38
2.3.1. Historische Entwicklung.....	38
2.3.2. Subacromiale Anatomie .....	39
2.3.3. Pathologie des Akromions .....	40
2.3.4. Klassifikation des Impingement-Syndroms.....	41
2.3.5. Klinische Symptome .....	45
2.4. Rotatorenmanschettenruptur .....	45
2.4.1. Extrinsische Faktoren .....	46
2.4.2. Intrinsische Faktoren .....	46
2.4.3. Degenerative Veränderungen in der Supraspinatussehne .....	47
2.4.4. Klassifikation der Rotatorenmanschettenläsionen .....	48

2.4.5.	Risikofaktoren für Rotatorenmanschettenläsionen .....	49
<b>3.</b>	<b>Untersuchungen beim Impingement-Syndrom konventionell und nach FBL.....</b>	<b>49</b>
3.1.	Die Klinische Untersuchung: konventionell.....	49
3.1.1.	Anamnese .....	50
3.1.2.	Inspektion .....	50
3.1.3.	Palpation .....	50
3.1.4.	Beweglichkeitsprüfung .....	50
3.1.5.	Schnelle Untersuchung der Halswirbelsäule .....	51
3.1.6.	Spezifische-Tests.....	51
3.2.	Bildgebende Diagnostik .....	53
3.2.1.	Die Sonographie.....	53
3.2.2.	Das konventionelle Röntgen.....	54
3.2.3.	Die Magnetresonanztomographie (MRT) .....	56
3.3.	Diagnostik nach dem FBL-Konzept .....	56
3.3.1.	Der funktionelle Status .....	57
3.3.2.	Untersuchung von Struktur und Funktion .....	57
3.3.3.	Untersuchung der motorischen Kontrolle.....	62
3.3.4.	Das Sitzverhalten .....	65
3.3.5.	Die funktionelle Atmung .....	65
3.3.6.	Die Formulierung des funktionellen Problems .....	66
<b>4.</b>	<b>Therapie: Konventionell und nach dem FBL-Konzept .....</b>	<b>67</b>
4.1.	Konventionelle Therapie für SAIS .....	67
4.1.1.	Operative Therapie .....	67
4.1.2.	Konservative Therapie.....	68
4.1.	Therapie nach FBL .....	70
4.1.3.	Behandeln von statischen Abweichungen .....	70
4.1.4.	Behandeln von Hyper- und Hypomobilitäten .....	71
4.1.5.	Neuromuskuläre Kontrolle .....	73
<b>5.</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>83</b>
<b>6.</b>	<b>Schlussfolgerungen .....</b>	<b>88</b>
	Literaturverzeichnis .....	91
	Selbständigkeitserklärung .....	96

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Rotatorenmanschette (außer teres major).....	32
Tabelle 2: Stadien des Impingement-Syndroms nach Neer 1972 .....	42
Tabelle 3: Klassifikation des Impingement-Syndroms .....	42
Tabelle 4: Einteilung der Rotatorenmanschettenruptur nach Bateman.....	48

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Der Mensch im Kubus.....	10
Abbildung 2: Beobachterebenen .....	11
Abbildung 3: Sagittotransversale Brustkorbdurchmesser .....	11
Abbildung 4: Der frontotransversale Brustkorbdurchmesser .....	12
Abbildung 5: Richtung der Distanzpunkte einer weiterlaufenden Bewegung.....	17
Abbildung 6: Instruktion des kritischen Distanzpunktes.....	18
Abbildung 7: Aktive Widerlagerung .....	19
Abbildung 8: Widerlagerung durch Gegenbewegung .....	20
Abbildung 9: Die Unterstüztungsfläche im Stand.....	21
Abbildung 10: Körperschwerpunkt beim Bücken.....	22
Abbildung 11:Rechter Humerus.....	26
Abbildung 12: Rechtes Schulterblatt.....	27
Abbildung 13: Verbindung rechte Schultergürtel auf dem Thorax.....	28
Abbildung 14: Labrum glenoidale .....	29
Abbildung 15:Schultergelenkkapsel.....	30
Abbildung 16: Glenohumerale Ligamente .....	31
Abbildung 17: Muskeln der Rotatorenmanschette.....	32
Abbildung 18: Die 5 Gelenke der rechten Schulter .....	33
Abbildung 19: Osteokinematische Abduktion (links) und Außenrotation (rechts) .....	36
Abbildung 20: Bewegungen im Schultergelenk aus der 0 -Stellung.....	37
Abbildung 21: Humeroskapularer Rhythmus .....	38
Abbildung 22: Anatomischer Überblick des Impingement-Syndroms .....	40
Abbildung 23: Typen Os acromiale nach Liberson.....	41
Abbildung 24: Akromiontypen nach Bigliani und Gagey.....	43
Abbildung 25: Subakromialeimpongement durch Akromioclavikulargelenkarthrose .....	43
Abbildung 26: Extrinsische Faktoren des Impingement-Syndroms.....	46
Abbildung 27: Intrinsische Faktoren des Impingement-Syndroms.....	47
Abbildung 28: Degenerative Veränderungen der Supraspinatussehne .....	47
Abbildung 29: Painfull arc.....	52
Abbildung 30: Neer Test.....	52

Abbildung 31: Hawkins-Kennedy-Test.....	53
Abbildung 32: Röntgen der Schulter.....	56
Abbildung 33: Konstitution: Längen, Breiten und Tiefen.....	57
Abbildung 34: Abduktionsstellung bei + TP Abstand .....	58
Abbildung 35: Typische Ausmechanismus .....	60
Abbildung 36: Norm der Haltung von der Seite .....	61
Abbildung 37: Statik der Beine von der Seite.....	62
Abbildung 39: Trippelphase des Vierfüßlerstandes .....	63
Abbildung 40: Klötzchenspiel .....	64
Abbildung 41: "Kurz und bündig" .....	64
Abbildung 42: Die Spinnübung .....	65

# 1. Funktionelle Bewegungslehre FBL Klein-Vogelbach „Functional Kinetics“

In diesem Kapitel wird das FBL-„Functional Kinetics“-Konzept als Methode für die Analyse von Haltung und Bewegung vorgestellt und die angewendeten Beobachtungskriterien und ihre klinische Relevanz dargestellt.

## 1.1. Geschichte

Das Konzept der funktionellen Bewegungslehre „Functional Kinetics“, welches Susanne Klein-Vogelbach begründet hat, ist aus der Erfahrung entstanden.

Susanne Klein-Vogelbach war mit den unterschiedlichen Bewegungsbegabungen der Schüler während des Unterrichts oder mit den Patienten in der Behandlung beschäftigt und sie fragte nach dem Grund, warum manche Bewegungen für manche Menschen einfach und natürlich sind und andere, die Bewegung nicht hinkriegen, obwohl sie fleißig üben.

Sie hat nach einem Fundament geforscht, das diese Unterschiede erklärt und sie hat festgestellt, dass nicht nur Kondition und Mentalität einer Person das Bewegungsverhalten bestimmen, sondern auch die Konstitution.

Klein-Vogelbach hat den Menschen in seiner Ganzheit betrachtet. Sie hat sein individuelles Behandlungsziel im Kontext mit seinem Umfeld berücksichtigt und hat sich nicht nur an den Symptomen einer Krankheit orientiert.

Das Konzept der Funktionellen Bewegungslehre wird in seiner Genauigkeit bei der Anweisung zur Beobachtung, Analyse und Vermittlung von Bewegung bisher von keinem anderen Konzept übertroffen.

Susanne Klein-Vogelbach hat eine „Hypothetische Norm“ für Haltung und Bewegung entwickelt. Als Leitlinie hat sie das Bewegungsverhalten von gesunden Menschen in einer idealisierten Form definiert. Bei der Analyse versucht der Therapeut ohne Hilfsmittel nur durch das Beobachten und Betasten, Besonderheiten im Bewegungsablauf zu finden (Spirgi-Gantert, 2014, S. 2).

Die Begriffe, die sie dafür geprägt und definiert hat, sind mittlerweile zum großen Teil in den üblichen physiotherapeutischen Sprachgebrauch eingegangen (Bertram, 2011, S. 5).

## 1.2. Das FBL Funktional Kinetics-Konzept

Das Konzept der FBL „Functional Kinetics“ ist ein Analysekonzept, das Therapeuten im ganzen Prozess begleitet; vom Beobachten bis zum Normalisieren oder Abschwächen des funktionellen Problems.

Mit dem Beobachten versucht der Therapeut Unterschiede im Bewegungsverhalten zu erkennen. Dafür braucht er ein **Referenzbild** als Idealmodell für die Vorstellung von Haltung und Bewegung, um Abweichungen festzustellen und zu ordnen.

Der Therapeut braucht dafür Beobachtungskriterien, die auch von einem nicht-Therapeuten gut erkannt werden können, sowie einen Beobachtungsplan darüber, was beobachtet wird, wie das Beobachtete erfasst und endlich interpretiert wird.

Die Beobachtungskriterien lassen sich auf alle Gelenke des Körpers, auf statische Positionen und kinematische Ketten verwenden, um Klarheit über Harmonie, Rhythmus und Ausmaß einer Bewegung zu schaffen.

Für die Analyse und Beurteilung von Bewegungsabläufen benutzen wir Kenntnisse aus der Mechanik.

- Die Kinematik befasst sich mit der Bewegung von Körpern und beschreibt vor allem den Weg, die Geschwindigkeit und die Beschleunigung, ohne dabei die Kräfte zu berücksichtigen.
- Die Kinetik erweitert die Beschreibung der Bewegungen unter Einfluss der inneren und äußeren Kräfte. Sie wird in zwei Gebiete eingeteilt: Statik und Dynamik.
- In der Statik wird die Gleichgewichtslage analysiert, wie z.B. Analyse der Haltung im Stehen und Sitzen.
- In der Dynamik stehen Kräfte, die Bewegungen erzeugen, im Vordergrund.

Diese Kräfte für das Bewegungssystem sind: Muskelkraft, Schwerkraft sowie andere äußere Kräfte z.B. beschleunigende Kräfte (Spirgi-Gantert, 2014, S. 4).

Die Beobachtungsstrategien für die Bewegungsanalyse im FBL „Functional Kinetics“ Konzept sind sehr praxisnah und ermöglichen die räumlichen und zeitlichen Qualitäten einer Bewegung instinktiv zu begreifen sowie statische und dynamische Bedingungen zu analysieren.

Die definierten Beobachtungskriterien geben Auskunft über die Bewegungsqualität und die motorische Steuerung einer Bewegung.

Als Referenzbild für die Analyse dient das normale Bewegungsverhalten eines gesunden Menschen mit seinen konstitutionellen Merkmalen.

Diese Analysemethode scheint unkompliziert zu sein; das schwierigste daran ist die Vielfalt der Bewegungsmöglichkeiten in den normalen Bewegungen (Spirgi-Gantert, 2014, S. 5).

Therapeuten können sich vom observativen Training in der Sportwissenschaft inspirieren, dabei lernen Sportler durch die wiederholte Beobachtung „guter Modelle“. Dieses Lernen am Modell dient als Vorbild für die Sollwert-Bestimmung der zu optimierenden Bewegungen.

Nur durch das Beobachten von Bewegungen werden motorische Areale im Hirn aktiviert. Dabei spielen Spiegelneuronen eine wichtige Rolle für ein besseres Bewegungsverständnis und ein besseres Lernen.

Beobachtung ist das Erfassen und Aufarbeiten von Bewegung mit allen Sinnen, es werden bei der Beobachtung optische, akustische, taktile, kinästhetische und vestibuläre Informationen erfasst und aufgearbeitet (Spirgi-Gantert, 2014, S. 5).

Der Therapeut muss lernen, auf welche Art und Weise normale Bewegung geschieht, damit er Haltung und Bewegung analysieren kann. Dazu werden in der FBL“ Functional Kinetics“ charakteristische Beobachtungskriterien verwendet (Spirgi-Gantert, 2014, S. 6).

### 1.3. Beobachtungskriterien

Für die Analyse von Haltung und Bewegung werden Beobachtungskriterien angewendet.

Ein gut anwendbares Kriterium ist ein Indiz, das für die Bewegungsanalyse zur Unterscheidung zwischen normal und pathologisch dient, das auch vom Patienten gut wahrgenommen werden kann, damit er sich über seine Körperbesonderheiten bewusst ist (Spirgi-Gantert, 2014, S. 5).

#### 1.3.1. Hilfsebenen und Achsen für die Beobachtung der klinischen Relevanz

##### *Die Ebenen:*

Um Beobachtung zu strukturieren und zur Orientierungshilfe wird mit Hilfe eines dreidimensionalen Koordinatensystems ein Kubus erstellt, in dem der Mensch aufrecht steht. Die Lage der Ebenen und Achsen ändert sich im Raum, wenn der Körper seine Position im Raum ändert.

Die drei Ebenen sind in Abbildung 1 dargestellt.

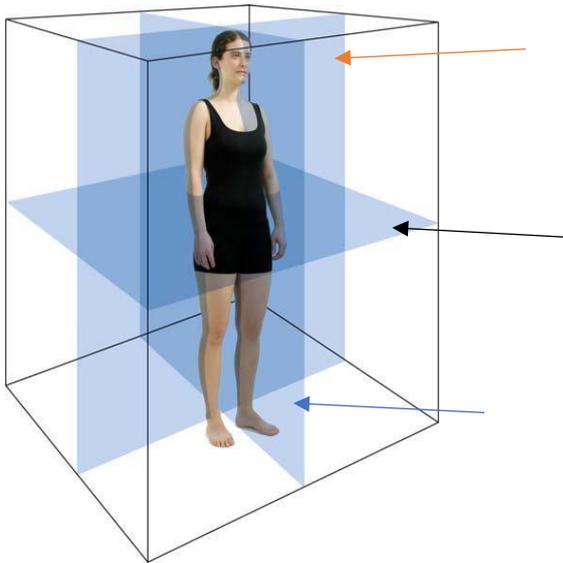


Abbildung 1: Der Mensch im Kubus

Frontalebene (orange), Sagittalebene (blau) und Transversalebene (schwarz) (Spirgi-Gantert, 2006, S. 2)

Diese drei Beobachterebenen haben sich als besonders nützlich erwiesen (Bertram, 2011, S. 6).

- Die Trennebene:
- Sie hilft bei der Analyse von Gewichtverschiebungen, solange sie sich über der Unterstützungsfläche befindet.
- Die Parallelebene:
- Sie zeigt reale Distanzen ohne perspektivische Verzerrung.
- Die Horizontalebene:
- Sie zeigt die Größe und Form der Unterstützungsfläche.

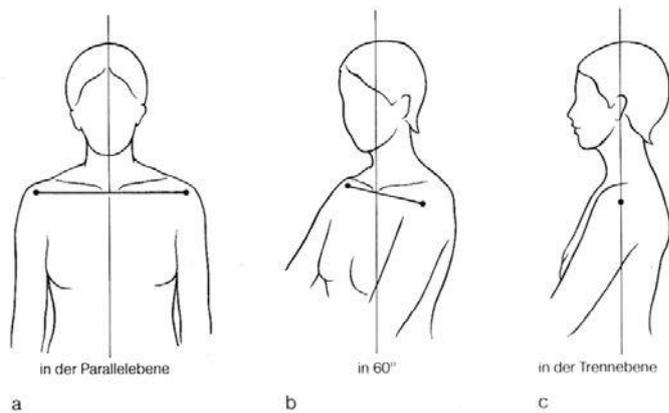


Abbildung 2: Beobachterebenen

für Beobachtungen auf der a) Frontalebene b) durch perspektive Verzerrung sind reale Distanzen nicht möglich c) Sagittalebene (Bertram, 2011, S.6).

### *Bewegungsachsen:*

Bewegungsachsen werden durch die Schnittlinien von zwei Ebenen gebildet, die ihnen den Namen geben. Es können folgende Achsen bestimmt werden:

Frontosagittale Achse, Sagittotransversale Achse und Frontotransversale Achse.

Relevant in der FBL Functional Kinetics sind folgende Achsen:

- Sagittotransversale Achse:

Der **sagittotransversale Brustkorbdurchmesser** (in Höhe Th 7) gibt dem Therapeuten Auskunft über die Brustkorbtiefe (Spirgi-Gantert, 2006, S. 3).

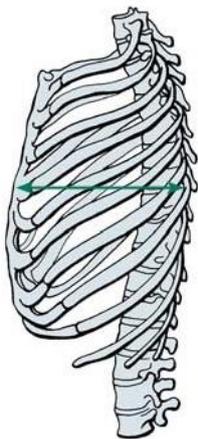


Abbildung 3: Sagittotransversale Brustkorbdurchmesser

(Spirgi-Gantert, 2006, S. 3)

### **Klinische Relevanz:**

Wenn der sagittotransversale Brustkorbdurchmesser klein ist, deutet das auf einen thorakalen Flachrücken oder auf eine Trichterbrust hin, wenn er groß ist auf einen thorakalen Rundrücken oder eine Inspirationsstellung des Brustkorbs.

Die Patienten nehmen diesen Durchmesser gut wahr, was sehr hilfreich für die Instruktion ist (Spirgi-Gantert, 2006, S. 2-3).

- Frontotransversale Achse:

Eine wichtige Achse und Orientierungspunkt ist der **frontotransversale Brustkorbdurchmesser** (in Höhe Th 7). Mit seiner Hilfe können Lage- und Haltungsveränderungen des Körpers genau gekennzeichnet werden.

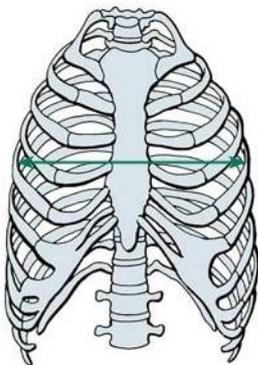


Abbildung 4: Der frontotransversale Brustkorbdurchmesser

(Spirgi-Gantert, 2006, S. 4)

### **Klinische Relevanz:**

Der frontotransversale Brustkorbdurchmesser kann von Patienten gut wahrgenommen werden und ist deshalb für die Instruktion von Wirbelsäulenbewegungen eine hilfreiche Orientierung (Spirgi-Gantert, 2006, S. 4).

- Frontosagittale Achse

Eine wichtige frontosagittale Orientierungslinie ist die **Körperlängsachse**.

Es handelt sich um eine virtuelle Achse, die in enger Beziehung zur Wirbelsäule verläuft. Sie existiert nur, wenn sich die Wirbelsäule in ihrer Nullstellung befindet und die Körperabschnitte Kopf, Brustkorb und Becken in eine gemeinsame Achse eingeordnet sind. Die Körperlängsachse steht in aufrechter Haltung vertikal und verläuft in enger Beziehung zur Wirbelsäule (Spirgi-Gantert, 2006, S. 5).

### 1.3.2. Funktionelle Körperabschnitte (KA)

Den menschlichen Körper in funktionelle Abschnitte aufzugliedern ist für die Bewegungsanalyse bedeutsam.

Jeder funktionelle Körperabschnitt hat mehrere Bewegungsebenen, deren Bewegungsverhalten als funktionelle Einheit dargestellt werden kann.

Es werden fünf Körperabschnitte unterschieden:

Der *Körperabschnitt Beine* beinhaltet die Füße sowie Unter- und Oberschenkel. Seine Hauptaufgabe ist die Stützfunktion. Er bildet im Stand die Unterstützungsfläche und dient für die Wirbelsäule als Unterbau, sodass eine stabile Beinachse für eine gute Statik der Wirbelsäule erforderlich ist. In der Spielfunktion muss sich die Unterstützungsfläche der Beine ständig ändern, was hohe selektive Mobilität und Reaktionsbereitschaft erfordert. Außerdem kann dieser Körperabschnitt bei Gleichgewichtsreaktionen als Gegengewicht eingesetzt werden.

Der *Körperabschnitt Becken* beinhaltet die fünf Lendenwirbelkörper und das Sakrum, er liegt zwischen den KA Brustkorb und Beine und wird als potenziell beweglich bezeichnet. Die Bewegungen der Beine während des Ganges werden im KA Becken beherrscht, damit der KA Brustkorb stabil bleibt und seine Funktion erfüllen kann.

Der *Körperabschnitt Brustkorb* beinhaltet zwölf Brustwirbelkörper, Rippen und Sternum. Er ist mit drei KA verbunden und ist das dynamisch stabile Element im Körper, das heißt:

- Er hat genügend Bewegungstoleranz für eine funktionelle Atmung durch Vergrößerung und Verkleinerung des frontotransversalen und sagittotransversalen Brustkorbdurchmesser und für weiterlaufende Bewegungen der Arme.
- Und gute extensorische Aktivität der Brustwirbelsäule, um die Körperlängsachse vertikal im Raum zu behalten, was für die Körperabschnitte Kopf und Arme der optimale Unterbau ist.

Der *Körperabschnitt Kopf* hat folgende knöcherne Strukturen: Sieben Halswirbelkörper, Zungenbein, Unterkiefer und Schädel. Er wird als potenziell beweglich bezeichnet, damit die Sinnesorgane optimal genutzt werden. Er findet sich in Spielfunktion und wird schnell als Gegengewicht eingesetzt. Er hat auch eine Funktion für die Stimmfaltung, indem er dem Vokaltrakt eine optimale Position bietet. Für die Kaumotorik ist eine passende Position von Unter- und Oberkiefer wichtig.

Der *Körperabschnitt Arme* besteht aus folgenden Strukturen: Hände, Unter- und Oberarme, Scapula, Clavicula. Er hat die Aufgabe, die Hände als Werkzeug durch selektive Beweglichkeit zu gebrauchen. In der Pakierfunktion entspannt er sich auf dem Brustkorb. Außerdem werden die Arme bei Gleichgewichtsreaktionen als Gegengewicht eingesetzt (Spirgi-Gantert, 2014, S. 56-59).

Die Arme diene zur Vergrößerung der Unterstützungsfläche wie beim Fallen z.B. oder beim Arbeiten weit vor dem Körper (Suppé & Bongartz, 2013, S. 5).

### 1.3.3. Die Distanzpunkte

Die morphologische Bewegungsanalyse hat eine wichtige Bedeutung in der Physiotherapie, sie analysiert den Körper von außen nur durch Beobachtung.

Bewegungsabläufe werden in erkennbare Merkmale zerlegt und es wird ausschließlich der äußerlich sichtbaren Sequenz der Bewegung erfasst (Spirgi-Gantert, 2014, S. 36).

#### *Bewegungsbeobachtung mit Hilfe von Distanzpunkten*

Ein Distanzpunkt ist ein Punkt am Körper, der gut beobachtbar ist und weit vom Drehpunkt (Gelenk) entfernt ist und einen großen Bewegungsausschlag zeigt.

In der FBL „Functional Kinetics“ interessiert das Gelenk nur als Stelle der Bewegung, aber um ein Bewegungsausschlag zu analysieren, wahrzunehmen oder zu instruieren werden Distanzpunkte benutzt, die sich auf Hebel, Zeiger oder Verschiebekörpern befinden (Spirgi-Gantert, 2006, S. 20).

Als erstes muss das Bewegungsverhalten der Distanzpunkte beurteilt werden, bevor eine Aussage über eine Bewegung in einem Drehpunkt gemacht wird.

Man unterscheidet Bewegungen vom Scharniertyp, Rotationstyp, und Translationstyp (Spirgi-Gantert, 2006, S. 20).

#### *Arten der Winkelveränderung*

Scharniertypische Bewegungsausschläge:

Sie dominieren bei den Extremitäten, sie haben die Funktion, die Arme oder Beine zu verkürzen, z.B. die Hand zum Mund zu führen.

Bei den Scharnierbewegungen kann der Drehpunkt stehen bleiben oder sich verschieben.

Fünf Bewegungsmöglichkeiten gibt es beistehendem **Drehpunkt**:

- Der Distale Gelenkpartner bewegt sich
- Der proximale Gelenkpartner bewegt sich
- Beide Gelenkpartner bewegen sich
- Beide bewegen sich in die gleiche Richtung, der distale legt den größeren Weg zurück
- Beide bewegen sich in die gleiche Richtung, der proximale legt den größeren Weg zurück

Ein typisches Beispiel aus dem Alltag für Scharnierbewegung ohne Drehpunktverschiebung wäre das „Aufstehen vom Stuhl“, dabei bewegt sich der distale Gelenkpartner und der Drehpunkt Kniegelenk bleibt stehend. Ausgangstellung Sitz, der Unterschenkel bewegt sich extensorisch im Kniegelenk.

Drei Bewegungsmöglichkeiten mit **Drehpunktverschiebung**:

- Der proximale Distanzpunkt bleibt am Ort, während sich der distale und der Drehpunkt bewegen.
- Der distale Distanzpunkt bleibt am Ort, während sich der proximale Gelenkpartner und der Drehpunkt bewegen,
- Beide Gelenkpartner und der Drehpunkt bewegen sich.

Ein Beispiel mit Drehpunktverschiebung wäre „Sich beim Treppen steigen am Geländer festhalten“, der distale Gelenkpartner bleibt am Ort (Hand) während sich der proximale Gelenkpartner (Schulter) durch Drehpunktverschiebung (Flexion im Ellenbogen) an die Hand nähert (Spirgi-Gantert, 2014, S. 38-40).

Rotationstypische Bewegungsausschläge:

Um Rotationen zu beobachten und beurteilen zu können, benutzen wir Distanzpunkte auf die sogenannten „Zeigern der Bewegung“, die bestenfalls rechtwinklig zur Rotationsachse stehen.

Es gibt reale Zeiger und gedachte Zeiger.

Ein Beispiel für einen realen Zeiger ist die Unterarm-längsachse bei Rotationsbewegungen im Glenohumeralgelenk und ein Beispiel für einen gedachten Zeiger ist die Beuge-Strecke-Achse bei der Pronation und Supination (Spirgi-Gantert, 2006, S. 25).

Translatorische Bewegungsausschläge:

Als Beispiel nehmen wir translatorische Bewegungen in der Halswirbelsäule.

Der Kopf ist der kraniale Verschiebekörper und er bewegt sich um die Achse (Symmetrieebene des Gesichts) und der Brustkorb ist der kraniale Verschiebekörper und bewegt sich um die Längsachse des Sternums.

- Der kraniale Gelenkpartner bewegt sich
- Der kaudale Gelenkpartner bewegt sich
- Beide Gelenkpartner bewegen sich
- Beide Gelenkpartner bewegen sich in die gleiche Richtung, der distale legt den größeren Weg zurück.
- Beide Gelenkpartner bewegen sich in die gleiche Richtung, der proximale legt den größeren Weg zurück (Spirgi-Gantert, 2014, S. 39).

*Bewegung der Distanzpunkte in den drei Körperebenen*

Der Körper hat zahlreiche Möglichkeiten, die Bewegung zu gestalten.

Die Augen sind mit Bewegungen vom distalen Gelenkpartner vertraut, aber die Beobachtung erschwert sich, sobald sich die Ausgangstellung des Patienten verändert oder die Bewegung vom proximalen Gelenkpartner erfolgt.

Um die Analyse zu schematisieren, werden die Bewegungen den Körperebenen zugeteilt.

Es wird beobachtet, wie sich die Distanzpunkte bewegen, ob die Bewegung vom distalen Distanzpunkt vom proximalen Distanzpunkt oder von beiden durchgeführt wird (Spirgi-Gantert, 2014, S. 40).

Wir begrenzen uns auf Bewegungen an Schultergelenk und -gürtel und geben die Distanzpunkte in Bewegungen in der Frontal-, Sagittal und Transversalebene bekannt.

Für Bewegungen im Schultergelenk ist Scapula immer der proximale Gelenkpartner in allen Bewegungen und der Ellenbogen als distaler Distanzpunkt für Bewegungen in der Sagittalebene für Flexion und Extension und der Zeiger Unterarm bei 90°-Ellenbogenflexion ist der distale Distanzpunkt bei Rotationsbewegungen.

Für den Schultergürtel ist der distale Distanzpunkt immer der Akromion und als proximaler Distanzpunkt für die Bewegungen in der Frontalebene (Elevation und Depression) ist die Längsachse des Sternums der distale Distanzpunkt.

Für Bewegungen in der Transversalebene (Abduktion der Scapula und Adduktion der Scapula) ist der frontotransversaler Brustkorbdurchmesser der proximale Distanzpunkt.

Für Bewegungen in der Sagittalebene (Ventralrotation und Dorsalrotation) ist die Längsachse des Sternums der proximale Distalpunkt (Spirgi-Gantert, 2014, S. 48-49).

#### 1.3.4. Weiterlaufende Bewegungen und deren Widerlagerungen

Weiterlaufende Bewegungen sind frühe Muster der motorischen Entwicklung. Im Erwachsenenalter stellen sie nur Teilsequenzen eines Bewegungsablaufs dar.

Sie helfen zielorientierte Handlungen zu verwirklichen. Die Richtung der Bewegung bestimmen die beteiligten Gelenke.

Eine qualitativ gute weiterlaufende Bewegung erkennt man am idealen Erscheinungsbild.

Eine ökonomische weiterlaufende Bewegung benötigt eine proximale Stabilisierung, die subkortikal gesteuert ist, das heißt der unbewusste Teil des Gehirns bereitet die Bewegung schon vor (Spirgi-Gantert, 2014, S. 71 zitiert nach Bader-Johansson 2000).

Das Timing von Bewegung und die Widerlagerung der weiterlaufenden Bewegung verlangen eine optimale posturale Kontrolle (Suppé & Bongartz, 2013, S. 17).

Eine gestörte neuromuskuläre Kontrolle ist ein Grund für eine schlechte Bewegungsqualität.

#### *Der kritische Distanzpunkt*

Der kritische Distanzpunkt startet die Primärbewegung und gibt die Richtung der weiterlaufenden Bewegung vor.

Für die Bewegungsbeobachtung und die Instruktion ist die Bestimmung des kritischen Distanzpunkts wichtig. Es ist der Punkt am Körper, der die Bewegungsrichtung am deutlichsten anzeigt und sich auf direktem Weg (kürzestem Weg) in die Endstellung bewegt. Es werden Punkte am Körper gewählt, die gut wahrnehmbar und leicht zu beobachten sind (Spirgi-Gantert, 2011, S. 17).

Für die Bewegungsanalyse und die Instruktion der Bewegung ist er wesentlich. Dem Patienten werden Informationen über Bewegungsrichtung und -ausmaß des kritischen Punkts gegeben, was ihm das Durchführen von Bewegung erheblich erleichtert.

Jeder Drehpunkt, der sich an eine weiterlaufende Bewegung beteiligt, hat seinen distalen und proximalen Distanzpunkt. Die Bewegungen der Distanzpunkte geben Information über Qualität und Bewegungsausmaß der Bewegungsausschläge.

Durch die Richtung des kritischen Distanzpunktes wird das Bewegungsausmaß bestimmt.

Der räumliche Weg des kritischen Punkts kann grundsätzlich geradlinig oder kurvig sein.

Der Weg wird von der kreisförmigen Bewegung um seinen Drehpunkt und von der Bewegungsrichtung des kritischen Distanzpunkts bestimmt.

Als Beispiel dient die Instruktion des kritischen Distanzpunktes zur Mobilisation unterschiedlicher Wirbelsäulenabschnitte. Der Therapeut kann einen kreisbogenen Bewegungsauftrag geben: „Das Ende vom Brustbein bewegt sich in einem Kreisbogen nach vorne/kopfwärts“. Oder einen geradlinigen Bewegungsauftrag: „Das Brustbein bewegt sich geradlinig nach vorn“.

Es gibt zwei Möglichkeiten die Bewegungsrichtung alle beteiligten Distanzpunkte in einer weiterlaufenden Bewegung zu erklären:

Entweder alle Distanzpunkte bewegen sich in die gleiche Richtung (Abb.5) oder sie bewegen sich in entgegengesetzte Richtungen (Spirgi-Gantert, 2014, S. 74).

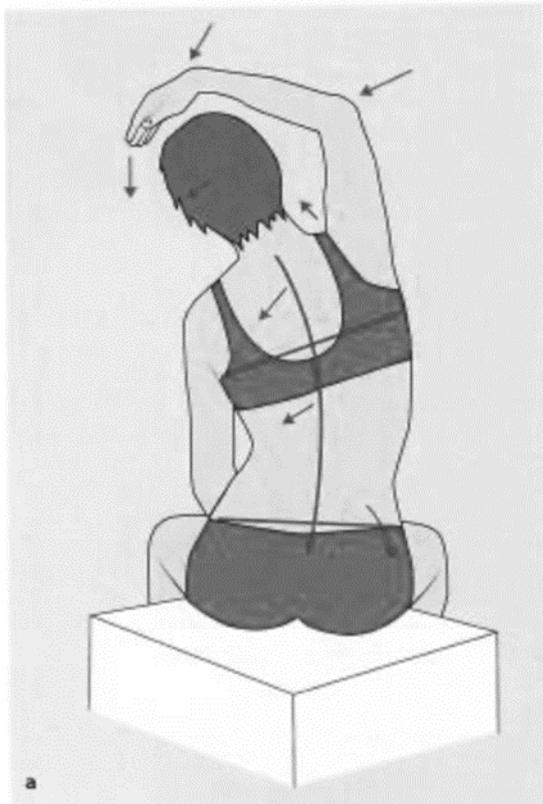


Abbildung 5: Richtung der Distanzpunkte einer weiterlaufenden Bewegung

(Spirgi-Gantert, 2014, S. 74)

Die Ökonomie der weiterlaufenden Bewegung zeigt sich in der Beteiligung aller Drehpunkte in der perfekten Reihenfolge des Bewegungsablaufs. Falls eine Ausweichung von der „hypothetischen Norm“ festgestellt wird, muss der Therapeut jeden einzelnen Teil des Bewegungsablaufs untersuchen.

Eine optimale posturale Kontrolle ist für das Timing von Bewegung und die Widerlagerung der weiterlaufenden Bewegungen erforderlich.

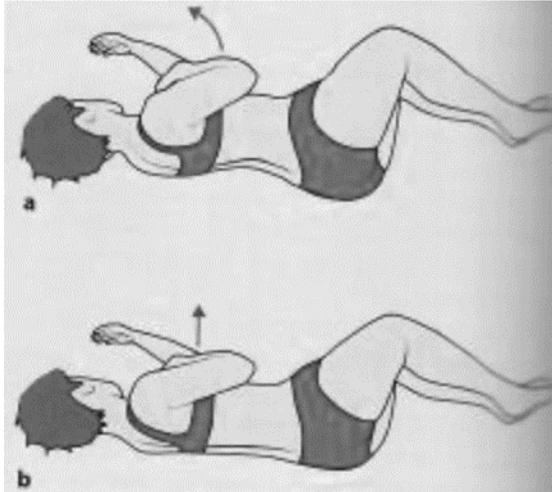


Abbildung 6: Instruktion des kritischen Distanzpunktes

(Spirgi-Gantert, 2014, S. 100)

Eine weiterlaufende Bewegung kann durch Gegenaktivität oder Gegenbewegung begrenzt werden:

- **Widerlagerung durch Gegenaktivität:**  
Sie wird aktive Widerlagerung genannt. Ein Bewegungsimpuls wird durch antagonistische Muskelarbeit gestoppt, sodass keine Verschiebungen mehr in Richtung der Primärbewegung stattfinden.  
Der Therapeut instruiert dem Patienten, welcher Abstand zwischen zwei wahrnehmbaren Punkten gleichbleiben muss, oder an welcher Kontaktstelle der Druck gleichbleiben muss.

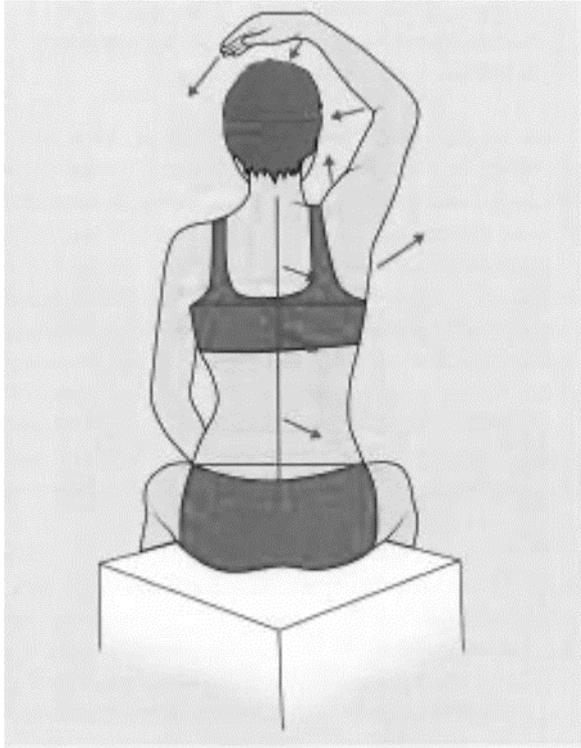


Abbildung 7: Aktive Widerlagerung

(Spirgi-Gantert, 2014, S. 75)

- **Widerlagerung durch Gegenbewegung**  
Die Richtung der Gegenbewegung hemmt die Bewegung der Primärbewegung, so können Bewegungstoleranzen der dazwischen liegenden Gelenke ausgeschöpft werden. Das ist das Ziel der Technik „widerlagernde Mobilisation“ (Suppé & Bongartz, 2013, S. 21-22).

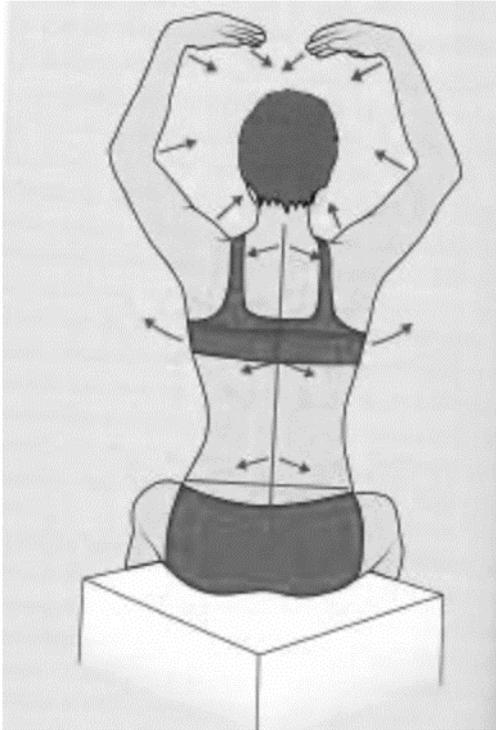


Abbildung 8: Widerlagerung durch Gegenbewegung

(Spirgi-Gantert, 2014, S. 76)

Wir nehmen als Beispiel die „hypothetische Norm“ der weiterlaufenden Bewegungen im Körperabschnitt Arme und Brustkorb.

*Weiterlaufende Bewegungen: KA Arme*

Der Aktionsradius der Hand wird durch den skapulothorakalen Rhythmus vergrößert.

Eine Bewegung des Armes führt zu einer weiterlaufenden Bewegung in der Scapula in einem Verhältnis von 2:1: Wenn der Arm eine Abduktion macht, bewegt sich die Scapula sofort mit. Bei 60° Abduktion sind davon 20° Schultergürtelbewegung (Lateralrotation der Scapula und nachher Elevation des Schultergürtels).

Bei Schulterproblemen ist der humeroskapuläre Rhythmus gestört: Entweder ist das Verhältnis umgedreht, das Timing des Bewegungsablaufs ist gestört oder die Bewegungsrichtung verändert sich.

*Weiterlaufende Bewegung: KA Brustkorb*

Im KA Brustkorb wird die weiterlaufende Bewegung durch exzentrische Aktivität der schrägen und geraden Bauchmuskulatur widerlagert, damit es nicht zu einer übermäßigen Lordose in der Lendenwirbelsäule kommt (Suppé & Bongartz, 2013, S. 18).

### 1.3.5. Gleichgewichtsreaktionen

Jeder Körper strebt zur Ökonomisierung der Statik oder des Bewegungsverhaltens eine stabile Gleichgewichtsanlage an. Bestimmt wird das Gleichgewicht durch die Unterstützungsfläche und den Körperschwerpunkt.

### *Unterstützungsfläche und Körperschwerpunkt:*

Die Physik bezeichnet die Unterstützungsfläche als die kleinste Fläche, die Kontaktstellen der Körperabschnitte mit der Unterlage einschließt.

Über der Unterstützungsfläche befindet sich der Körperschwerpunkt. Der Schwerpunkt ist ein fiktiver Punkt eines Körpers, in dem die Masse vom gesamten Körper gedacht werden kann.

Für die Standfestigkeit eines Körpers ist die Lage des Schwerpunktes in Bezug auf die Unterstützungsfläche entscheidend.

Die Trennebene, die senkrecht zur Bewegungsrichtung verläuft, erleichtert die Analyse von Gewichtverschiebungen. Sie verläuft durch den Körperschwerpunkt durch die Unterstützungsfläche zum Erdmittelpunkt und wird durch die Bewegungsrichtung bestimmt. Solange diese Schwerelinie durch die Unterstützungsfläche des Körpers geht, wird von Standfestigkeit gesprochen.

Verläuft die Trennebene außerhalb der Unterstützungsfläche, kommt es zu Kippbewegungen.

Der Mensch reagiert auf die Verschiebung des Schwerpunktes, indem er das beschleunigende adäquate Gegengewicht entgegensetzt oder seine Unterstützungsfläche verändert.

Die Lage des Schwerpunktes über der Unterstützungsfläche entscheidet maßgeblich über die Gleichgewichtslage des Körpers.

Die Physik unterscheidet ein stabiles, labiles und indifferentes Gleichgewicht.



Abbildung 9: Die Unterstützungsfläche im Stand

(Spirgi-Gantert, 2006, S. 31)

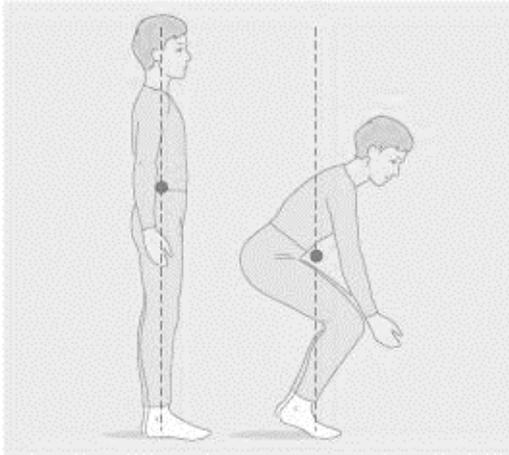


Abbildung 10: Körperschwerpunkt beim Bücken

(Hüter-Becker, 2004, S. 43)

#### Klinische Relevanz:

Der menschliche Körper muss sich auf zwei Beine als Auflagenpunkte seine Balance halten, er befindet sich dann im labilen Gleichgewicht. Der Schwerpunkt kann sich schon bei wenig Bewegung auf der Grenze der Unterstütsungsfläche befinden und somit ist die Gleichgewichtslage gefährdet. Das Gleichgewicht geht dann verloren, wenn sich der Körperschwerpunkt außerhalb der Unterstütsungsfläche befindet.

Beim Gehen verändert sich die Unterstütsungsfläche ständig, denn der Körperschwerpunkt bewegt sich in die gewollte Richtung nach vorne. Die Schritte sind dann eine reaktive Antwort als Adaptation für die neue Unterstütsungsfläche im Gangzyklus (Bertram, 2011, S. 7.).

#### 1.3.6. Aktivitätszustände

Die zahlreichen Haltungs- und Bewegungsmöglichkeiten und die Lage im Raum unter der Einwirkung der Schwerkraft sind eine Herausforderung für die Muskulatur, sie zeigen verschiedene Arten von Aktivitätszuständen. Die FBL „Functional Kinetics“ beschreibt diese typisch auftretende Aktivitäten mit bildhaften Begriffen, was die Beobachtung und Analyse des Standorts der Muskelaktivitäten für den Therapeuten erheblich erleichtert (Suppé & Bongartz, 2013, S. 24).

#### *Spielfunktion*

Die Spielfunktion ist der typische Aktivitätszustand des Körperabschnitts Arme. Die Arme können sich dreidimensional im Raum bewegen und leicht auf Gewichtsverschiebungen reagieren. Das gelingt nur ökonomisch, wenn der Körperabschnitt Brustkorb einen optimalen Unterbau bietet und dynamisch stabilisiert ist.

Die Spielfunktion entsteht auch bei Gleichgewichtsreaktionen, wenn der Arm als Gegengewicht eingesetzt wird (Spirgi-Gantert, 2014, S. 65).

### *Parkierfunktion*

Es bestehen nur geringe Muskelaktivitäten, wenn der Brustkorb dem Schultergürtel eine gute Auflagefläche bietet.

Der Körperabschnitt Arme drückt nur mit seinem eigenen Gewicht auf den Brustkorb und befindet sich in Parkierfunktion, das liefert uns Informationen über die Fähigkeit der Muskulatur sich zu entspannen (Suppé & Bongartz, 2013, S. 25).

### *Stützfunktion und Abstützaktivität*

Bein Stützen drückt die Extremität mit mehr als ihrem Eigengewicht auf die Unterlage.

Die rotatorische Verschraubung oder Rotationssynergie der übereinanderstehenden Gelenke ist dabei ein wichtiges Kriterium.

Bei einem Körperabschnitt, der sich in Stützfunktion befindet, müssen die Mittelgelenke rotatorisch gegenläufig gegen die Richtung des Drucks im Sinne einer weiterlaufenden Bewegung stabilisiert sein (Suppé & Bongartz, 2013, S. 25).

### *Druck- bzw. Abdruckaktivität:*

Die Kapazität des Patienten, Druckveränderung wahrzunehmen, ist ein gut brauchbares Werkzeug für die Instruktion von Haltung und Bewegung. Der Therapeut kann dadurch gezielt Strukturen belasten oder entlasten.

Man unterscheidet bei den Druckveränderungen zwischen Druck- bzw. Abdruckaktivität:

- In der Druckaktivität erhöht sich die Intensität der Stützfunktion, die durch die rotatorische Verschraubung charakterisiert ist.
- Die Abdruckaktivität ist eine beschleunigte Erhöhung des Drucks an der Unterstützungsfläche. Danach befindet sich der Körper in Spielfunktion (Suppé & Bongartz, 2013, S. 25).

### *Potenzielle Beweglichkeit:*

Wenn Muskeln leicht auf Bewegung ansprechbar sind, sprechen wir von potenzieller Beweglichkeit. Sie hilft bei der Erhaltung eines labilen Gleichgewichts.

Die potenzielle Beweglichkeit wird nicht benötigt, wenn sich alle Körperabschnitte in Parkierfunktion befinden. Aber wenn die Unterstützungsfläche kleiner wird, ist die potenzielle Beweglichkeit bei ökonomischen Bewegungsverhalten grösser.

Der Aktivitätszustand der potenziellen Beweglichkeit findet sich in der Halswirbelsäule. Er braucht einen guten Unterbau, damit die Längsachse des Kopfes vertikal steht. Diesen Unterbau hält die dynamisch stabilisierte Brustwirbelsäule in ihrer Nullstellung.

Die potenzielle Beweglichkeit im Lendenwirbelsäulenbereich im L5/S1 ist abhängig von der potenziellen Beweglichkeit des Beckens, das auch abhängig von einer stabilen Beinachse ist, da die Beine den Unterbau für den Körperabschnitt Becken und die gesamte Wirbelsäule darstellen.

Der Aktivitätszustand der potenziellen Beweglichkeit findet sich auch bei den Kniegelenken, wenn die Beinachsen optimal stehen und die oberen Gewichte optimal verteilt sind (Spirig-Gantert, 2014, S. 65).

*Brückenaktivität:*

Man spricht von Brückenaktivität, wenn bei einer Körperhaltung oder Bewegung die Unterstützungsfläche durch mehr als eine Kontaktstelle des Körpers mit der Unterlage bestimmt wird. Es werden Brücken gebildet und auf der unteren Seite des Brückenbogens ist die Muskelaktivität am deutlichsten (Suppé & Bongartz, 2013, S. 25).

*Hängeaktivität:*

Bei der Hängeaktivität ergibt sich eine Traktion an den Gelenken. Die Muskulatur reagiert mit einem klimmzugartigen Bewegungsmuster, um den Zug auf die Gelenke zu blockieren. Der Körper befindet sich in Hängeaktivität z.B. beim Treppensteigen, wenn man sich an das Geländer hochzieht (Suppé & Bongartz, 2013, S. 26).

*Dynamische Stabilisation:*

Die dynamische Stabilisation ist der typische Aktivitätszustand des Körperabschnitts Brustkorb. Dabei werden gewisse Bewegungen kontrolliert erlaubt, und andere Bewegungskomponente und das Erhalten von Stabilisation trotz einwirkender Kräfte verhindert (Suppé & Bongartz, 2013, S. 13).

## 2. Subacromiales Impingement-Syndrom (SAIS)

In diesem Kapitel erfolgt eine Darstellung der Anatomie der Schulter und ihrer passiven und aktiven Stabilisatoren. Nachträglich wird das Impingement-Syndrom definiert und dessen Klassifikation, Ursachen, Risikofaktoren dargestellt. Zudem wird auf die Rotatorenmanschettenruptur als Folge oder als Ursache des Impingement-Syndroms eingegangen.

### 2.1. Anatomie der Schulter

Die Schulter bildet mit dem Schultergürtel eine zusammenhängende Einheit. Sie binden die obere Extremität am Brustkorb und ermöglichen, dass sich der Arm als Komplex bewegen kann (Schiebler,2007, S. 461).

#### 2.1.1. Osteologie

Die obere Extremität besteht aus Schultergürtel und Arm als knöcherne Strukturen. Das Schulterblatt besteht aus Schlüsselbein und Schulterblatt und der Arm aus Oberarm, Unterarm und Hand. Der Schultergürtel und Thorax sind mit dem Sternoklavikulargelenk verbunden und das Schulterblatt und der Oberarmknochen mit dem Schultergelenk verbunden (Schünke,2018, S. 171).

#### *Humerus*

Der Oberarmknochen oder Humerus umfasst den Corpus humeri und die Extremitas proximalis und distalis. Der Oberarmkopf oder Caput humeri ist halbkugelförmig, er besteht aus dem Collum anatomicum. Unter dem Collum anatomicum finden wir auf der lateralen Seite das Tuberculum majus und nach medial das Tuberculum minus. Beide Tuberkula verschwinden nach distal in der Crista tuberculi majoris und Crista tuberculi minoris.

Zwischen beiden Tuberkula findet man eine Furche, die Sulcus intertubercularis genannt wird, in der die Langbizepssehne rutschen kann. Dicht unter dem Tuberculum majus und minus findet man das Collum chirurgicum, eine besonders anfällige Stelle für Oberarmbrüche. Die Tuberositas deltoidea befindet sich auf der Diaphyse seitlich auf dem Niveau der Crista majoris und gilt als Ansatz für den Muskel deltoideus. Der Sulcus nervi radialis ist eine Grube auf der Rück- und Außenseite vom Humerus, an die sich der Nervus radialis und die Arteria und Vena profunda brachii anhängen (Schiebler,2007, S. 457).

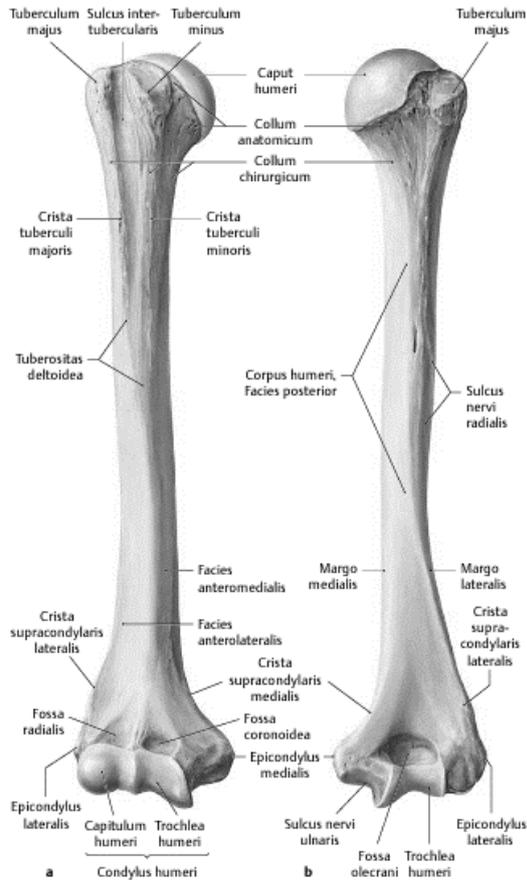


Abbildung 11:Rechter Humerus

a) Ansicht von ventral b) Ansicht von dorsal

(Schünke, 2018, S. 174)

### *Schulterblatt*

Das Schulterblatt oder Scapula (Abb.12) ist ein Knochen, der dreieckig und flach ist. Seine Flächen und Ecken dienen als Ansatz und Ursprung für die Muskulatur.

- Die ausgeprägten Strukturen sind:
- Die Schultergelenkpfanne und das Collum scapulae auf dem lateralen Winkel und das Tuberculum supraglenoidale, welches sich oberhalb von der Pfanne befindet und der Ursprungsort für den lange Bizepskopf ist.
- Die Spina scapulae befindet sich auf der dorsalen Seite des Schulterblatts und endet mit dem Akromion.
- Die Incisura scapulae befindet sich am Oberrand und wird gelegentlich vom verknöcherten Ligamentum transversum scapulae erreicht (Schiebler,2017, S. 455).

Ein osteofibröser Kanal wird von der Incisura scapulae und dem Ligamentum transversum gebildet und dient dem Nervus Suprascapularis als Gleitkanal. Aber wenn das Ligamentum

transversum stark verknöchert ist, führt das zu einem Kompressionssyndrom des Nervus suprascapularis (Incisura-scapulae Syndrom), mit der Folge des Kraftverlusts und der Atrophie des Musculus Infraspinatus sowie des Musculus Suprascapularis (Schünke, 2018, S. 172).

Der Processus Coracoideus befindet sich lateral zur Incisura scapulae. Das Ligamentum coracoacromiale befindet sich zwischen Processus coracoideus und Akromion und bildet das sogenannte Schultergelenkdach.

Die Fossa subscapularis befindet sich an der ventralen Fläche und dient als Ursprungsfläche für den Musculus Subscapularis (Schiebler, 2017, S. 456).

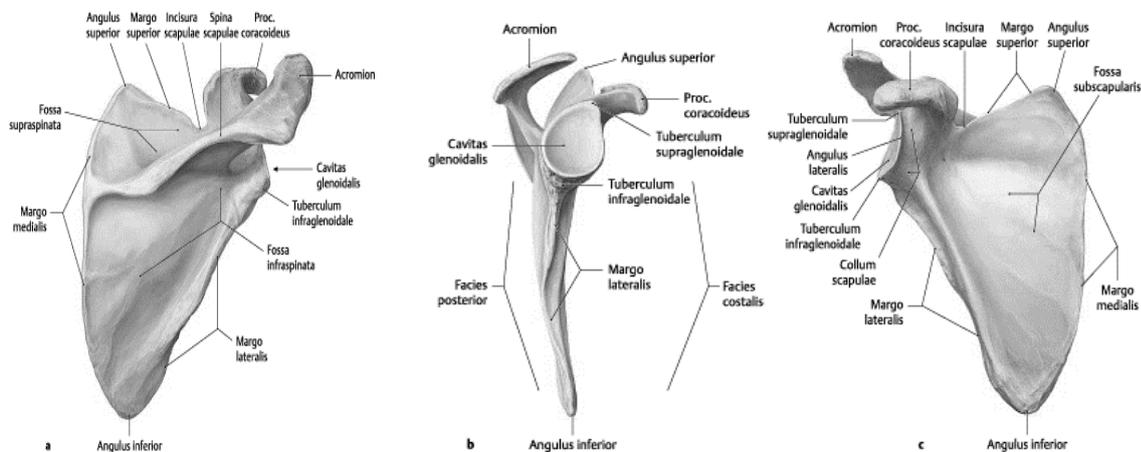


Abbildung 12: Rechstes Schulterblatt

dorsale, laterale und ventrale Ansicht (Schünke, 2018, S. 173)

### *Schlüsselbein*

Das Schlüsselbein oder Clavicula verfügt über eine gebogene S-Form. Sie hat eine mediale sattelförmige Verbindungsfläche mit dem Sternum und eine laterale eher flache Verbindungsfläche mit dem Acromion. Ihre Länge beträgt bei Erwachsenen 12-15 cm.

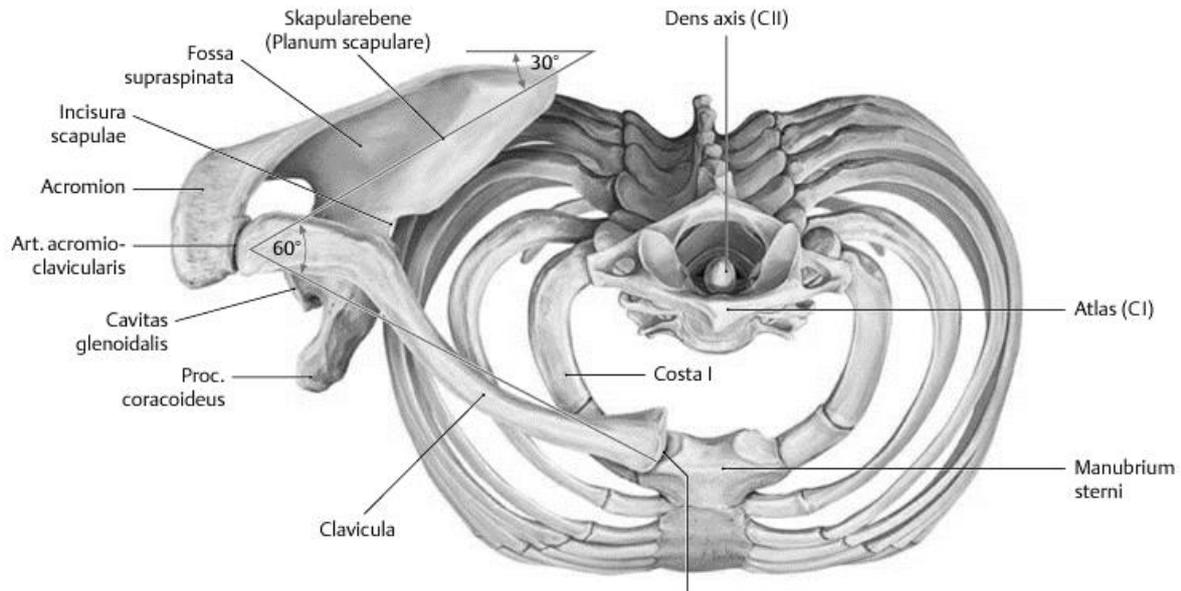


Abbildung 13: Verbindung rechte Schultergürtel auf dem Thorax

(Schünke, 2018, S. 172)

Die funktionelle Anatomie des Glenohumeralgelenks wird durch statische und dynamische Strukturen bestimmt:

### 2.1.2. Stabilisatoren der Schulter

#### *Statische Stabilisation durch knöcherne Strukturen*

Das Schultergelenk besteht aus dem Humeruskopf und der Schulterpfanne, und ist ein Kugelgelenk. Der Humeruskopf ist im Durchschnitt  $24 \text{ cm}^2$  groß und die Pfanne nur  $6-7 \text{ cm}^2$ . Das bedeutet, dass die Gelenkpfanne im Verhältnis zum Humeruskopf um ein Viertel kleiner ist. Es besteht eine Neigung von ungefähr  $130-150^\circ$  des Humeruskopfs gegenüber der Achse des Humerus. Bei der Retroversion des Humeruskopfes gibt es eine große anatomische Abweichung von  $6,5-47,5^\circ$ .

Der Fornix humeri ist die relevanteste kraniale Abgrenzung und besteht aus Acromion, Processus coracoideus und dem Ligamentum coracoacromiale.

Er sorgt dafür, dass der Humeruskopf keine Verschiebung nach oben, nach hinten und nach vorne erlebt. Wenn dieses Band verdickt wird oder sich Osteophyten am Acromion bilden, könnte dies eine Verengung provozieren und anschließend Bewegungsstörungen verursachen.

#### *Statische Stabilisation durch passive Strukturen*

Gegen Instabilitäten oder Luxationen spielen Labrum und Kapsel-Band-Apparat eine wichtige Rolle. Gemeinsam mit der Rotatorenmanschette als aktive Stabilisator sorgen sie für eine genaue neuromuskuläre Kontrolle (Reuther, 2006, S. 241).

Das Labrum glenoidale: Es ist eine Struktur, die aus Kollagenfasern besteht und 4 mm breit ist. Es umringt die Gelenkfläche des Glenoids und vergrößert sie dadurch um 50%, damit der Humeruskopf in der Pfanne besser zentriert und das Schultergelenk besser stabilisiert ist.

Die lange Bizepssehne hat seinen Ansatz am Tuberculum supraglenoidale über die Gelenkpfanne am Labrum. Es gibt zahlreiche anatomische Formunterschiede wie z.B. das sublabralhole.



Abbildung 14: Labrum glenoidale

(Reuther, 2006, S.242-243)

#### *Gelenkkapsel:*

Die Schultergelenkkapsel ist am Humeruskopf an der Knorpel-Knochen-Grenze angeheftet und am Schulterblatt in der Nähe der Glenoidumrandung. Außerdem ist die Kapsel mit der Rotatorenmanschette verwachsen außer dem Recessus axillaris.

Gebildet wird sie durch 3 Lagen kollagener Fasern und wirkt als passiver Stabilisator vor allem bei einer Abduktion über 90 ° (Reuther, 2006, S. 242).

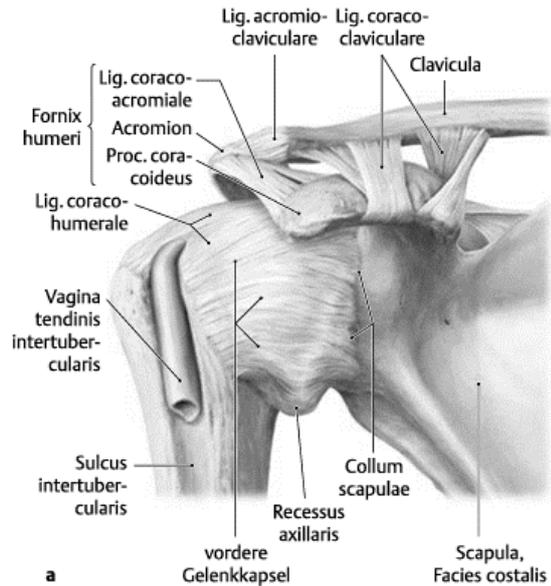


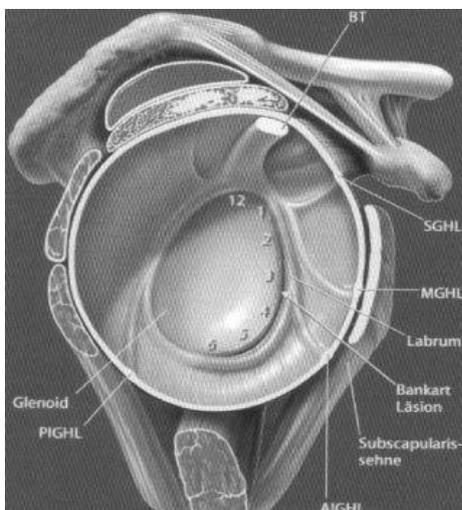
Abbildung 15: Schultergelenkkapsel

(Schünke, 2018, S. 181)

*Glenohumerale Ligamente:*

Es handelt sich um dicke Strukturen unter der Gelenkkapsel mit enormer anatomischer Diskrepanz. Sie spielen eine wichtige Rolle bei der Stabilisierung des Schultergelenks, Die Propriozeptoren in der Gelenkkapsel, helfen den Ligamenten bei der Stabilisierung des Schultergelenks. Diese Propriozeptoren kontrollieren die Muskelaktivitäten, indem sie Antagonisten aktivieren und Agonisten hemmen und so prophylaktisch gegen eine Luxation wirken.

Das inferiore glenohumerale Ligament komplex (IGHLK) gebildet durch Ligamentum glenohumerale anterius, Ligamentum glenohumerale posterius und dem axillaren Pouch. Sein Ansatz befindet sich am Collum anatomicum. Der IGHLK spannt sich bei der Abduktion an. Je nach Armrotation erfolgt eine ventrale oder posteriore Stabilisation (Reuther, 2006, S. 242).



### *Aktive Stabilisation*

Die umfangreiche Beweglichkeit des Schultergelenks macht es für Verletzungen anfällig. Es besteht ein Missverhältnis zwischen der Größe des Humeruskopfs und der Gelenkpfanne. Damit sich das Schultergelenk bewegen kann, muss der Humeruskopf in der Pfanne halten. Das wird von der Rotatorenmanschette garantiert. Zu den Muskeln der Rotatorenmanschette gehören der Supraspinatus, der Infraspinatus, der Teres minor und der Subscapularis.

Nur wenn diese vier Muskeln richtig zusammenspielen, ist eine physiologische Bewegung des Arms machbar. Bei einer Dezentrierung des Humeruskopfs im Schultergelenk kommt es bei manchen Bewegungen wie bei der Flexion oder Abduktion zu Einklemmungen zwischen den Fornix humeri und dem Humeruskopf (Zander, 2019, S. 20).

Man unterscheidet beim Schultergelenk zwischen Muskulatur zum Bewegen und Muskulatur zum Stabilisieren. Aus klinischer Sicht ist die stabilisierende Muskulatur relevanter. (Waldner, 2013, S. 4).

### *Die Rotatorenmanschette*

Sie besteht aus vier Einheiten von Sehnenmuskeln mit Ansatz am Humeruskopf. Der subscapularis bildet das ventrale Element, er ist für die Innenrotation im Schultergelenk zuständig. Der Supraspinatus bildet das craniale Element und startet die Abduktion des Armes.

Der Infraspinatus und M. Teres minor bilden das dorsale Element. Sie sind für die Außenrotation zuständig.

Diese vier Sehnen der Rotatorenmanschette bilden mit der Gelenkkapsel eine Sehnenkappe. Jede einzelne Sehne hat eine eigene Insertionszone am Tuberculum majus und minus (Werner, 2018, S. 1).

Der genaue Verlauf der Muskeln der Rotatorenmanschette und des Teres Major sowie deren Funktion und Innervation ist in der folgenden Tabelle 1 zusammengefasst.

<b>Muskel</b>	<b>Innervation</b>	<b>Ursprung</b>	<b>Ansatz</b>	<b>Funktion</b>
M. supraspinatus	N. supra- scapularis	Fossa supraspinata	Tuberculum majus	Abduktion
M. infraspinatus	N. supra- scapularis	Fossa infraspinata	Tuberculum majus	Außenrotation
M. teres minor	N. axillaris	Margo lateralis	Tuberculum majus	Außenrotation, Adduktion
M. subscapularis	N. subscapu- laris	Fossa subscapularis	Tuberculum minus	Innenrotation
M. teres major	N. thoraco- dorsalis	Angulus inf.	Tuberculum minus	Adduktion, Innenro- tation, Retroversion

Tabelle 1: Rotatorenmanschette (außer teres major)

Muskeln der Rotatorenmanschette (Außer Teres major) mit Innervation, Ursprung, Ansatz und Funktion (Kubo, 2015, S. 12)

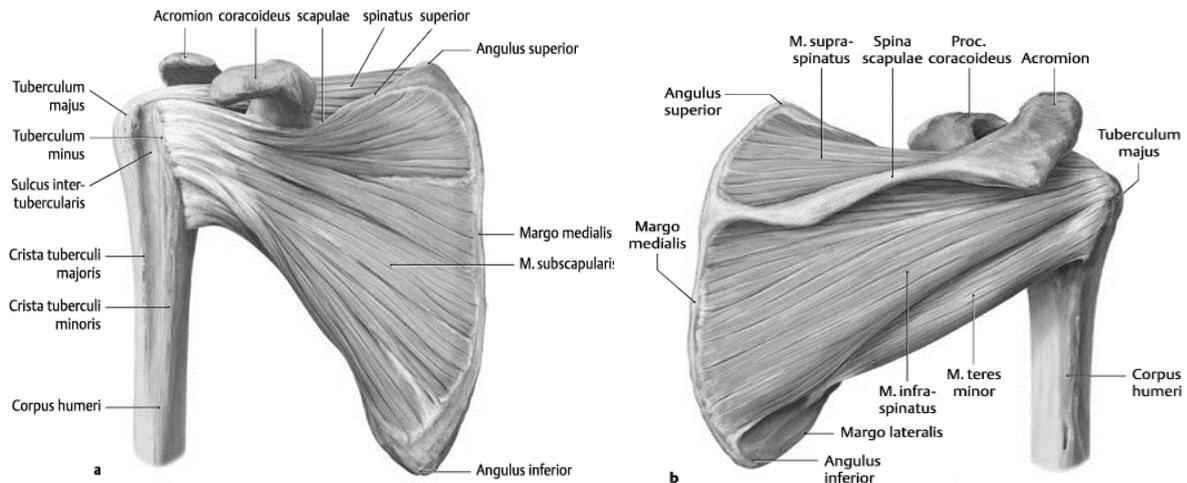


Abbildung 17: Muskeln der Rotatorenmanschette

a) ventrale Ansicht; b) dorsale Ansicht

(Schünke, 2018, S. 194)

**Das Caput longum des Musculus Biceps brachii** gehört funktionell gedacht zu der Rotatorenmanschette.

Es stabilisiert in der 0-Stellung die ventrale und kraniale Translation des Humeruskopf und in 90°-Abduktion und Aussenrotation stabilisiert er die kraniale Translation des Humeruskopf (Waldner, 2013, S. 5).

**Der Deltoideus** wirkt durch seine drei Teile als Synergist an allen Schulterbewegungen (Reuther, 2006, S. 242).

Durchblutung:

Die Versorgung der Sehne erfolgt von distal durch einen Ast der Arterie circumflexa humeri und von proximal durch die Arterie suprascapularis. Es handelt sich um Endäste der Arterien, die Anastomosen bilden, bevor sie in die Sehne gehen. Aus diesem Grund gibt es in diesem Bereich eine hypovaskuläre Zone. Die Gefäße sind gut gefüllt, wenn sich der Arm in einer leichten Abduktion findet (Hochschild, 1998, S. 114).

### 2.1.3. Gelenke des Schultergürtels

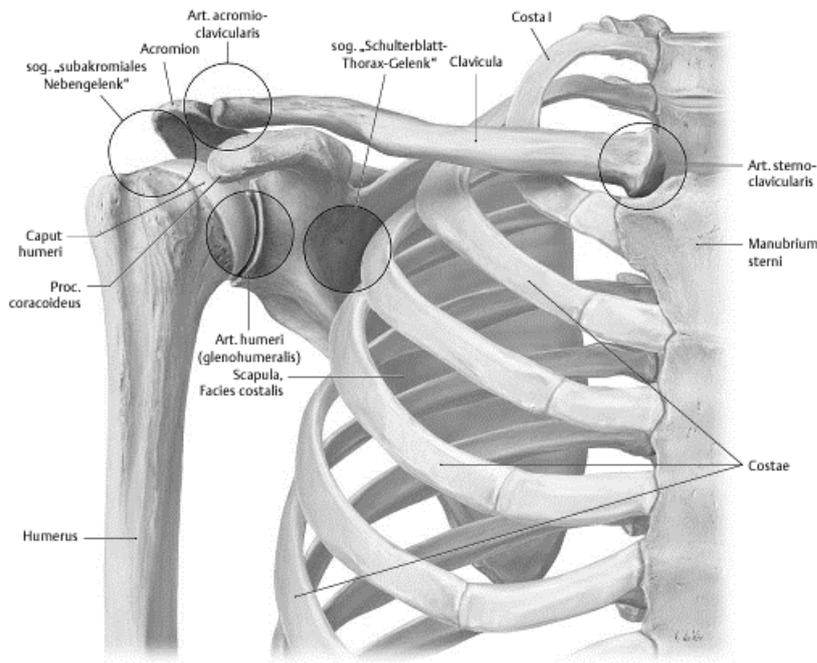


Abbildung 18: Die 5 Gelenke der rechten Schulter

(Schünke, 2018, S. 179)

Die Schulter besteht nicht nur, wie man denken könnte, aus dem einfachen Schultergelenk, sondern zusätzlich auch aus dem Schultergürtel. Gebildet wird das Schultergelenk aus zwei knöchernen Strukturen, der Gelenkpfanne der Scapula und dem Humeruskopf. Der Schultergürtel demgegenüber aus drei knöchernen Strukturen, der Scapula, die Clavicula und dem Oberarm.

Zum Schultergelenk gehören ein Hauptgelenk, zwischen dem Humeruskopf und der Glenoid, das sogenannte Glenohumeralgelenk und mehrere Nebengelenke, das Acromioclavikulargelenk, das Thorakoskopulargelenk und das subacromiale Nebengelenk.

Der subacromiale Raum konstituiert biomechanisch gesehen ein Nebengelenk zwischen der Rotatorenmanschette und dem Schulterdach. In diesem Raum sind die Bursa subacromialis und subdeltoidea zu finden. Begrenzt wird der subacromiale Raum kranial durch das Acromion, das Ligamentum coracoacromiale, und kranioventral durch den sogenannten Coracoacromialebogen und kaudal durch den Humeruskopf und die Rotatorenmanschette (Nowotny, 2019, S. 384).

### *Humeroskopulargelenk*

Das Humeroskapulargelenk ist ein starkes Gelenk, dessen Stabilisierung durch Muskulatur und Bandstrukturen gewährleistet wird (Hochschild, 1998, S. 98).

### *Akromioclaviculargelenk*

Die Gelenkflächen an Acromion und Clavicula sind flach bis leicht konvex (Abb. 13). Der Diskus zwischen den Gelenkflächen garantiert einen idealen Schluss des Gelenkes sowie ein optimales Übertragen des Drucks.

Die Gelenkkapsel ist dick und robust bis auf ihren inferioren Anteil. Sie ist mit dem Ligamentum akromioklaviculare zusammengewachsen. Einige Kapsel Fasern werden vom M. Deltoideus und M. Trapezius gezogen.

Eine Abweichung der Konstitution beim Rundrücken ändert die Gelenkstellung in der Sagittalebene, deswegen sollte der Therapeut diese konstitutionellen Veränderungen berücksichtigen, bevor er die Gleitmobilisation macht. (Hochschild, 1998, S. 108).

#### *Articulatio sternoklavicularis*

Das Sternoklaviculargelenk besitzt zwei Gelenkflächen. Die Gelenkfläche in der Clavicula ist sattelförmig und es gibt eine passende Gelenkfläche am Sternum (Abb. 13). Eine kleine Gelenkfläche zur ersten Rippe ist ebenso vorhanden.

Der Diskus ist ringsherum mit der Gelenkkapsel verwachsen und erlaubt Rotationsbewegungen um die eigene Achse.

Das Gelenk weicht mit 40° zur Horizontalebene und ist circa 20° nach hinten gekippt (Hochschild, 1998, S. 109).

#### *Subacromialer Gleitraum*

Es handelt sich hier um kein echtes Gelenk. Dieser Raum ist aber aufgrund zahlreicher degenerativer Prozesse, die da ablaufen, von großer Bedeutung.

Akromion, Processus coracoideus und Ligamentum coracoakromiale bilden das Schulterdach.

Die Bursa subacromialis, die Sehne der Supraspinatussehne und teilweise des infraspinatus, die lange Bizepssehne sowie kraniale Teile des Kapselbandapparats sind die Strukturen, die sich im subacromialen Raum befinden.

#### *Bursa subacromialis und subdeltoidea*

Unter dem Schulterdach liegt die Bursa subacromialis und geht bis zum Akromioclavikulargelenk. Zwischen Humeruskopf, musculus Deltoideus, Infraspinatussehne und Supraspinatus breitet sich die Bursa deltoidea aus. Beide Bursae sind immer miteinander verbunden.

Die Bursa besitzt eine Art Blätter auf ihrer externen Seite. Das Blatt, das sich in der Oberfläche befindet, ist mit dem Acromion zusammengewachsen und das Blatt, das sich in der Tiefe befindet mit der Rotatorenmanschette und dem Humerus. Zwischen den Blättern befindet sich eine feine Flüssigkeitsschicht. Die Funktion der Bursae ist die Vermeidung der Reibung zwischen Schulterdach und Sehnenplatte. Das Blatt, welches sich an der Oberfläche befindet, ist das Punktum Fixum und das untere bewegt sich dagegen.

Pathologie: Das einwandfreie Gleiten der Bursablätter gegeneinander ist die Voraussetzung für das Bewegen. Wenn es im subacromialen Raum eng wird, komprimiert das Bursagewebe und

verursacht Mikrotraumen. Wenn die Bursa gereizt ist, bildet sich ein Ödem als Reaktion und sie wird dick, was Einklemmungserscheinungen provozieren kann (Hochschild, 1998, S. 103).

#### *Skapulothorakale Gleitebene (Schulterblatt-Thorax-Gelenk)*

Die Skapula reicht von der 2-7 Rippe und die Spina scapulae befindet sich in Höhe von Th3, und diese Position gilt als normal.

Von hinten betrachtet ist sie etwas nach lateral geneigt. Der Winkel zwischen der Linie der Dornvorsätze und dem Margo medialis beträgt 3-5°.

Die Skapula ist in Ruheposition auf den Thorax nach anterior gerichtet. Sie bildet von kranial betrachtet einen 30° Winkel mit der Frontalebene und einen 60° Winkel mit dem Schlüsselbein.

Zwei Gleitebenen zählen zur skapulothorakale Gleitebene:

-M.subscapularis und M.serratus anterior

-M.serratus anterior und Thoraxfaszie (Hochschild, 1998, S. 104).

### **Bewegungen der Scapula**

#### **Außenrotation**

Die Außenrotation ist das Abdrehen der Scapula nach lateral, der Angulus inferior hinterlegt 10 cm nach lateral (Abb.21). Der gesamte Bewegungsumfang beträgt 60° und es handelt sich um die bedeutsamste Bewegung der Scapula, die sowohl bei der Abduktion als auch bei der Flexion erfolgt.

#### **Elevation / Depression**

Während der Elevation verschiebt sich die Scapula nach kranial und der Bewegungsumfang beträgt 10 cm und bei der Depression verschiebt sich die Scapula nach kaudal und die Bewegung beträgt circa drei cm.

#### **Adduktion / Abduktion**

Während der Adduktion geht der Margo medialis nach medial Richtung Wirbelsäule, was der Fall bei der Retraktion des Schultergürtels ist und bei der Protraktion des Schultergürtels kommt eine Abduktion der Scapula vor (Hochschild, 1998, S. 105).

## 2.2. Osteokinematik und Arthrokinematik der Schulter

### 2.2.1. Osteokinematik der Schulter

Die Osteokinematik definiert die sichtbare Bewegung der beiden Gelenkknochen zueinander und die Arthrokinematik definiert die Bewegungen innerhalb des Gelenks. Diese Bewegungen werden als Rollen und Gleiten dargestellt.

Die Gelenkpfanne stellt den konkaven Gelenkknochen dar und gilt auch als Referenz für translatorische Bewegungen innerhalb des Schultergelenks. Der Humerus ist der konvexe Gelenkknochen und ist der Partner, der sich bewegt. Der Großteil der Armbewegungen im Schultergelenk induziert ein Zusammenspiel von Rollen und Gleiten des Humeruskopfes zu

der Glenoid, der sogenannte Roll-Gleit-Mechanismus (Waldner, 2018, S. 7. zitiert nach Kaltenborn 1992). Diese Bewegungen kommen nur gemeinsam und nie isoliert vor.

Wenn der konvexe Gelenksknochen bewegt wird, ist die Rollrichtung ähnlich wie die Bewegungsrichtung des Armes und das Gleiten in der Gegenrichtung.

Bewegungseinschränkungen oder Instabilitäten entstehen, wenn ein Missverhältnis zwischen Rollen und Gleiten entsteht (Waldner, 2013, S. 7).

### **Abduktion (ABD) und Adduktion (ADD)**

Bei der Abduktion rollt der Humeruskopf nach kranial auf der Glenoid, und zeitgleich gleitet er nach kaudal. Und bei der Adduktion rollt der Humeruskopf nach kaudal und zeitgleich gleitet er nach kranial (Abb. 19).

Die Abduktion in der „Skapulaebene“ stellt die osteokinematische Bewegung dar.

### **Außenrotation (AR) und Innenrotation (IR)**

Der Humeruskopf rollt auf der Glenoid bei der Außenrotation nach dorsal und simultan gleitet er nach ventral. Bei der Innenrotation geschieht das Gegenteil.

### **Flexion (FLEX) und Extension (EXT)**

Der Humeruskopf rotiert auf der Glenoid und es finden keine Roll- oder Gleitbewegungen statt. Die Voraussetzung dafür sind präzise osteokinematische Bewegungen; präzise parallel zur Glenoid. (Waldner, 2013, S. 8).

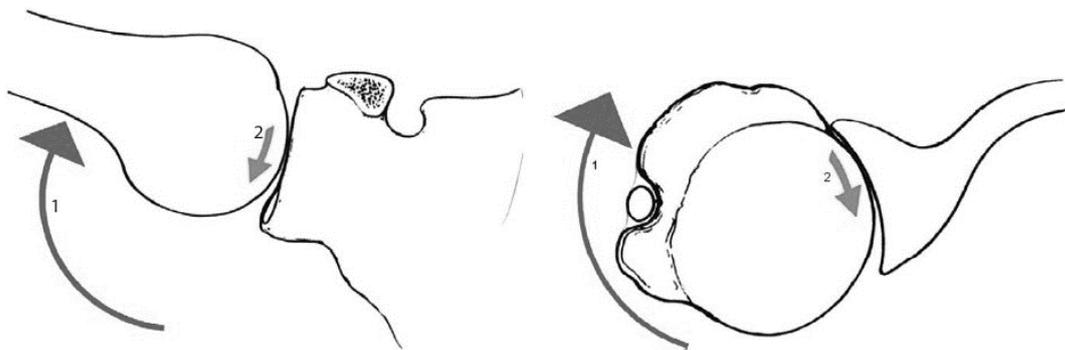


Abbildung 19: Osteokinematische Abduktion (links) und Außenrotation (rechts)

Links: Humeruskopf rollt auf der Pfanne nach kranial und gleitet dabei gleichzeitig nach kaudal

Rechts: Humeruskopf rollt dabei auf Pfanne nach dorsal und gleitet nach ventral

(Waldner-Nilsson, 2018, S. 8)

### **2.2.2. Bewegungen des Schultergelenks**

Das Schultergelenk ist ein echtes Kugelgelenk mit drei Hauptachsen, die senkrecht aufeinander stehen. Dadurch sind drei Bewegungsfreien mit insgesamt sechs Hauptbewegungen machbar.

Unterteilt werden die Bewegungen im Schultergelenk in Vertikal, Horizontal und Rotationsbewegungen. Der Arm wird bei Vertikalbewegung aus der 0-Stellung in alle Richtung angehoben. Bei Horizontalbewegungen wird der in 90° abduzierte Arm nach vorne und nach hinten bewegt. Die Rotationsbewegungen sind in allen Armpositionen durchführbar.

Die Mitbewegung des Schultergürtels ermöglicht das Erreichen des maximalen Bewegungsausmaß (Abb. 20).

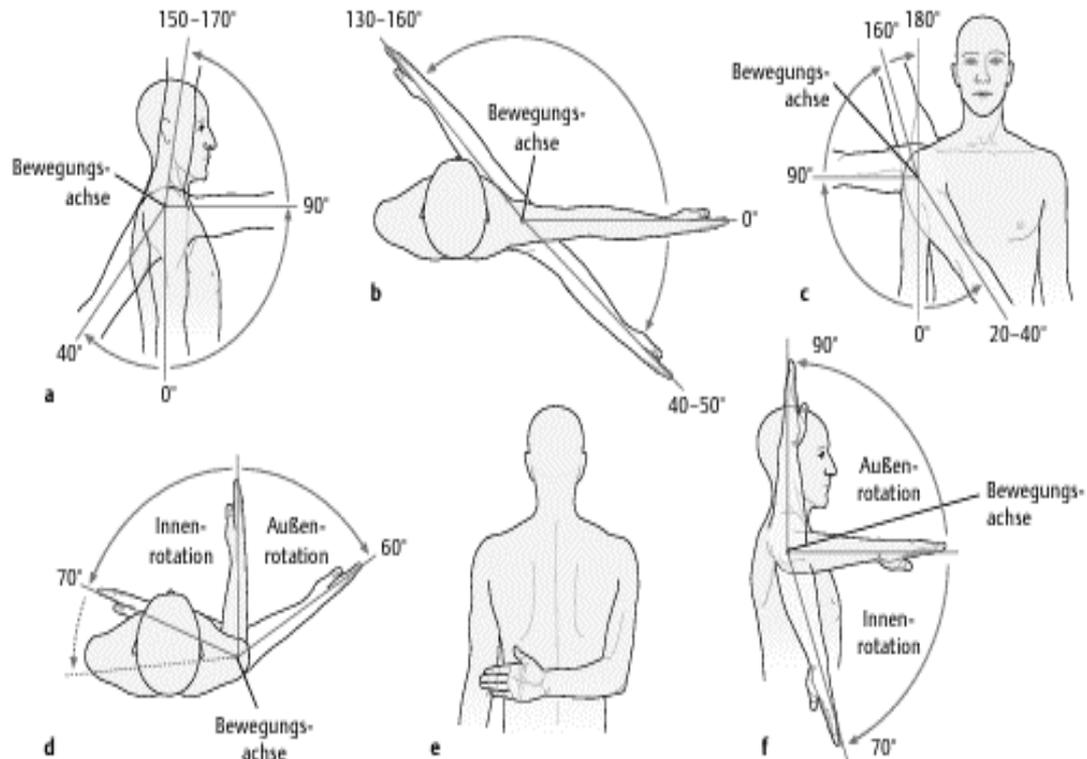


Abbildung 20: Bewegungen im Schultergelenk aus der 0 -Stellung

(Schünke, 2018, S. 185)

a) Flexion und Extension um die Transversalachse

b) Horizontalbewegungen bei 90 °Abduktion des Arms

c) Abduktion und Adduktionsbewegungen um die Sagittalachse

d-f) Innen- und Außenrotationsbewegungen erfolgen um die Längsachse des Humerus. Der Unterarm kann als Zeiger benutzt werden bei 90° Ellenbogen Flexion.

e) Die Innenrotation beträgt 95°, wenn der Arm hinter dem Rücken bewegt wird.

f) Die Außenrotation ist vergrößert bei 90° Abduktion des Arms aber die Innenrotation ist kleiner.

### *Humeroskapularer Rhythmus*

Das Bewegungsverhältnis des Arms und der Scapula beträgt 2:1. Das bedeutet, dass z.B. bei 60° Abduktion des Arms 40° davon finden im Schultergelenk statt und 20° davon finden im

Schultergürtel statt. Dieser Rhythmus ist nicht beobachtbar, wenn das Bewegungsausmaß klein ist. (Hochschild,1998, S. 121)

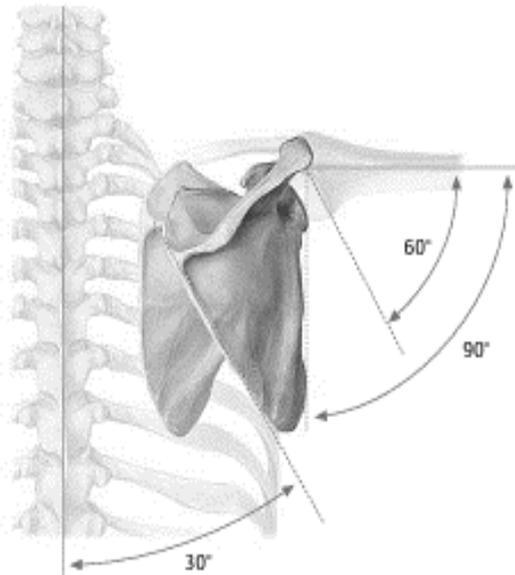


Abbildung 21: Humeroskapulärer Rhythmus

(Schünke, 2018, S. 185)

### 2.3. Subacromiales Schulterimpingement-Syndrom

#### 2.3.1. Historische Entwicklung

Verschiedene Autoren versuchten schon seit dem 19. Jahrhundert die Ursachen bei den Diagnosen von schmerzhaften Schultersteifen zu beachten und nicht nur die Symptomatik zu beschreiben. Jariavai beschrieb im Jahr 1867 als erster die Bursitis subacromialis und 1872 hat Duplay den Terminus Periarthropathia humeroscapularis (PHS) verbreitet, mit als Ursache der Beschwerden eine Bursitis subacromialis. Später im Jahr 1907 nach der Lancierung von Röntgentechnik wurde von Painter und Stieda die Kalkbildung zwischen Akromion und Tuberculum majus als Ursache für die Entstehung einer PHS verantwortlich gemacht. Im Jahr 1911 war Codman der erste Autor, der die erste Verknüpfung mit den Veränderungen der Rotatorenmaschette bei PHS beleuchtet hat, und im Jahr 1934 die Supraspinatussehnenruptur als Ursache für PHS bekannt gemacht hat. Nachdem andere Autoren (Pederson und Key) diskutierten, dass ein Kalkdepot am Schulterdach eine Engsituation provozieren könne, ist die Idee von einer Erweiterung des subacromialen Raums als Therapie für PHS von Armstrong entstanden. Im Jahr 1939 kam die erste Beschreibung von Watson-Jones der totalen Akromionektomie, die vor allem aus kosmetischen Gründen keinen Erfolg hatte. Pujadas hat im Jahr 1970 die Dekompression durch Resektion des Ligamentum coracoakromiale eingeführt.

Der Begriff Periarthritis humeroscapularis wurde nach 100 Jahren durch das sogenannte Impingement-Syndrom von Neer 1972 ausgetauscht.

Neer hat diesen Terminus für Schultererkrankung und mechanische Beschränkung im subacromialen Bereich als Folge das Einklemmen der Bursa subacromialis und der Rotatorenmanschette verwendet. Neer entwickelte die offene Technik der anterioren Akromioplastik aus dem Prinzip, dass die vordere Akromionecke und das Ligamentum corakoakromiale eine wesentliche Rolle beim Impingement-Syndrom spielen. Im Jahr 1985 hat Ellmann die Technik der Akromioplastik arthroskopisch eingeführt (Ogon, 2003, S. 160).

### 2.3.2. Subacromiale Anatomie

Es ist grundlegend, die Charakteristiken des subacromialen Raums zu kennen, um die Ursachen für die Entstehung eines Impingement-Syndroms nachzuvollziehen.

Die Bursa subacromialis und die Sehnen der Rotatorenmanchette befinden sich zwischen zwei festen Strukturen, dem Schulterdach und dem Humeruskopf. Außerdem erlebt die Rotatorenmanschette bei Elevation- und Rotationsbewegungen des Armes einige biomechanische Kräfte. Änderungen der Form am Akromion, am Schulterdach, oder am Akromioclavikulargelenk führen zu einer Einengung des subacromialen Raums und können anschließend zu Verschleiß und Abbauprozesse der dazwischen liegenden Weichstrukturen führen.

Von der Studie von Jerosh erfahren wir, dass der intramuskuläre Druck des musculus Supraspinatus von der Gelenksposition hängt. Der maximale Druck tritt zwischen 60° und 150° Abduktion ein, das dem „Painful arc“ entspricht. Bei der Abduktion steigt der Druck im Supraspinatus um ungefähr das 20-fache ohne Zusatzgewicht und um ungefähr das 30-fache mit zwei kg Zusatzgewicht im Vergleich zum Ruhedruck der Supraspinatusloge. Bei dieser Studie wird anschaulicher, wie groß die Druckbelastungen auf der Rotatorenmanschette bei gewissen Schulterbewegungen sein können.

Mit Hilfe moderner Filmtechnologien, konnte man nachweisen, dass der Druck auf einem Akromion Typ III nach Bigliani grösser ist als bei einem Akromion Typ I.

In verschiedene Studien wurde nachgewiesen, dass der Abstand zwischen Akromion und Humerus sich bei der Arm-Elevation verschmälert und dadurch den Platz für die Weichteile reduziert wird. Die Berührung des Akromion mit den Weichteilen konnte bildgebend nicht nachgewiesen werden, aber geht davon aus, dass die unterste Seite des Acromions sich mit den Weichteilen berührt (Ogon, 2003, S. 160).

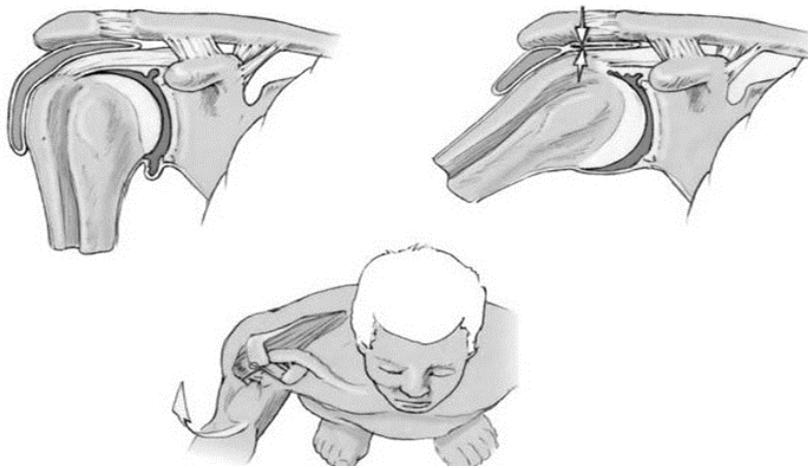


Abbildung 22: Anatomischer Überblick des Impingement-Syndroms

(Garving, 2017, S. 767)

### 2.3.3. Pathologie des Akromions

Die Struktur des Acromions kann durch Entwicklungsfehler verändert werden, wie z.B., wenn die Fusion zwischen den akromialen Epiphysen fehlt. Diese Abweichung der Akromionsstruktur kann der subacromiale Raum verringern.

Eine nicht fusionierte acromiale Epiphyse (Os acromiale) kommt vor, wenn sich die Knochenbildungszentren nicht miteinander oder mit der Spina scapulae zusammengewachsen sind (Ogon, 2003, S. 160).

Typen des Os acromiale nach Liberson

Aufgrund einer Störung bei der Ossifikation der Knochenbildungszentren des Acromions, entstehen vier verschiedene Typen des sogenannten Os acromiale (Werner A, 2018, S. 57).

Als typisches Os acromiale gilt die Störung der Ossifikation zwischen Meso-Acromion und Meta-Acromion.

Und als atypische Störung der Ossifikation des Os acromiale gilt die Störung der Ossifikation zwischen Prä- und Meso-Acromion und die Störung der Ossifikation zwischen Prä- und Meso-Acromion sowie zwischen Meso- und Meta-Acromion, zwischen Prä- und Meso-Acromion, und Prä-Acromion und Meso-Acromions sowie Meta-Acromion und Basi-Acromion (Werner, 2018, S. 55-56).

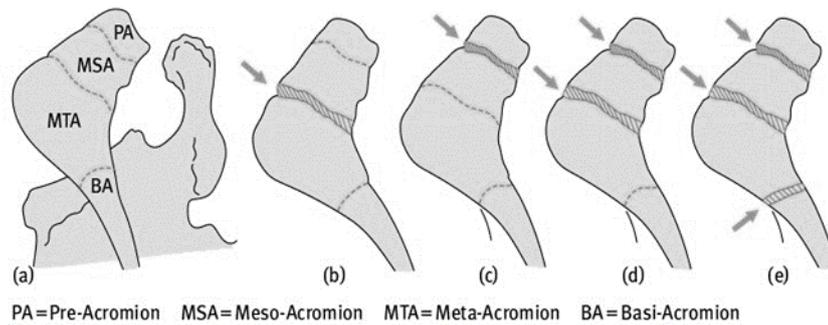


Abbildung 23: Typen Os acromiale nach Liberson

Die Pfeile zeigen mögliche Störungen der Ossifikation a) Ossifikationszentren des Acromions b) typisches Os acromiale (c)-(e) atypisches Os acromiale (Werner, 2018, S.56)

Die Form der Akromion nach Bigliani wurde im Jahr 1986 in Leichenstudien untersucht und festgestellt, dass es drei Typen gibt: Typ I flach, Typ II gewölbt, Typ III hackenförmig.

Die verschiedenen Formen führen zu vermehrter Enge im subacromialen Raum und anschließend zum Impingement der Weichstrukturen, die dazwischen liegen. 70% der Rotatorenmanschettenruptur hatten ein Acromion Typ III, und nur 3% hatten ein Acromion Typ I.

Spornbildung an der vorderen Seite des Acromions wurden bei 70% alle Rotatorenmanschettenrupturen gefunden. Wir können davon ausgehen, dass eine Verschmälerung des subakromialen Raums durch Osteophyten am Akromion oder am Akromioclavikulärgelenk zu Belastung der Rotatorenmaschette und ein Risikofaktor für Rotatorenmanschettenruptur ist (Ogon, 2003, S. 161).

#### 2.3.4. Klassifikation des Impingement-Syndroms

Im Jahr 1972 entwickelte Neer eine Stadieneinteilung des Impingement-Syndroms (Tabelle 1) und erklärte die Chronologie von der chronischen Bursitis, über die Partialruptur bis zur Totalruptur. Für ihn war die Reduktion des subacromialen Raums die Hauptursache für die Entstehung des Impingement-Syndroms sowie für die resultierende Pathologien in der Rotatorenmanschette.

Kurze Zeit später erkannte Neer im Jahr 1985, dass seine Theorie vom Jahr 1972 falsch war, weil bei einer Vielzahl von Fällen des Impingement-Syndroms keine Raumreduzierung durch knöcherne Strukturen vorlag und so entstand eine neue Klassifikation in ein Outletimpingement und ein Non-Outletimpingement (Tabelle 2).

Beim Outletimpingement wird der subacromiale Raum durch knöcherne Strukturen eng (ventraler Akromionsporn, Form und Neigung des Akromions, Akromioclavikuläre Osteophyten) und beim Non-Outletimpingement sind keine knöchernen Strukturen ursächlich. Das bedeutet, dass keine subacromiale Dekompression realisiert werden darf (Tabelle 2) (Ogon, 2003, S. 158-159).

Stadieneinteilung des Impingementsyndroms. (Nach Neer 1972)	
Stadium 1	Ödem, Inflammation, Einblutung; bevorzugt Patienten unter 25 Jahren
Stadium 2	Fibrose und Tendinitis; Patienten zwischen 25 und 40 Jahren
Stadium 3	Knöchernen Sporne, Ruptur der Manschette; Patienten über 40 Jahre bis hin zur Defektarthropathie

Tabelle 2: Stadien des Impingement-Syndroms nach Neer 1972

(Ogon, 2003, S.162.)

Klassifikation des Impingementsyndroms	
Outletimpingement	Nonoutletimpingement
Ventraler Akromionsporn	Hochstehendes Tuberculum majus
Form und Neigung des Akromions	Fehlfunktion der Kopfkompresoren: a) Rotatorenmanschettenruptur, b) Bizepssehnenruptur
Akromioklavikulargelenkosteophyten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fehlfunktion des Gleitmechanismus: a) muskuläre Dysbalance, b) Schrumpfung der dorsalen Kapsel, c) posteriores/superiores Impingement, d) anterosuperiores Impingement, e) posturisches Impingement</li> <li>• Defekte des Akromions</li> <li>• AC-Gelenksprengung</li> <li>• Chronische Bursitis</li> <li>• Tendinosis calcarea</li> </ul>

Tabelle 3: Klassifikation des Impingement-Syndroms

(Ogon, 2003, S. 162)

### *Ursachen des Outletimpingements*

- **Ventraler Akromionsporn**

Neer stellte bei älteren Patienten Traktionsosteophyten fest. Sie befinden sich auf der ventralen Kante des Acromions auf dem corakoacromialen Bandverlauf, er benannte sie Traktionsspur und sie waren deutlich keine akromioclaviculäre Osteophyten. Diese Osteophyten entstehen durch degenerative Prozesse nach chronischer Überbelastung des corakoacromialen Bands durch den Humerus.

Patienten mit Rotatorenmanschettenrupturen hatten immer ventrale Akromionosteophyten.

Neer vergleicht diese Traktionsosteophyten im Verlauf des coracoacromialen Band mit den Spornen an der Ferse auf dem Kalkaneus, die aufgrund einer chronischen Überbelastung der Plantarfaszia entstehen.

Viele neue Studien deuten auf die Wichtigkeit des Ligamentum coracoacromialis für eine gesunde Schulterfunktion hin und schon damals war Neer dagegen, dass Chirurgen den coracoacromiale Band entfernen (Ogon, 2003, S. 163).

- **Form des Akromions**

Die Verknüpfung zwischen Rotatorenmaschettenschaden und die Form der Acromion wurde von zahlreichen Autoren beschrieben. Neer hat in mehreren Studien die Korrektur der Akromionsform empfohlen. So kann ein Acromion Typ III in ein Acromion Typ II oder Typ I umgewandelt und so mehr Platz im subacromialen Raum geschaffen werden (Ogon, 2003, S. 164).

Morrisson und Bigliani definierten drei Akromionsformen und Gagey hat noch eine vierte Form dazu definiert (Abb. 24).

(Werner, 2018, S. 55)

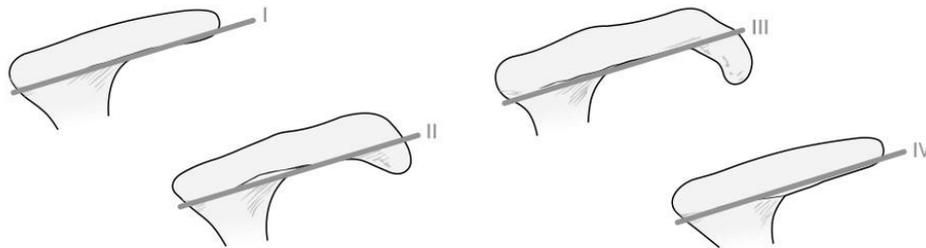


Abbildung 24: Akromiontypen nach Bigliani und Gagey

Typ I: flach Typ II: gebogen Typ III: hackenförmig Typ IV: konvex (Werner,2008, S.55)

- **Osteophyten am Akromioklavikulargelenk**

Im Bereich des Akromioklavikulargelenks können sich knöcherne Ausziehungen an der unteren Seite des Gelenks bilden und zu Reduzierung des subacromialen Raums führen (Abb. 25).

Man beobachtet oft eine Doppelverschmälerung durch einen ventralen Akromionsporn sowie durch Osteophyten im Bereich des Akromioklavikulargelenks.

Früher hat man das mit Akromioplastik und Entfernung der Osteophyten behandelt, aber heute wird das mit einer AC-Gelenkresektion behandelt (Ogon, 2003, S. 164).

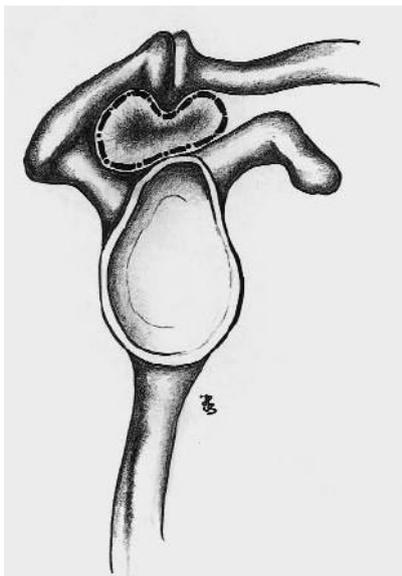


Abbildung 25: Subakromiale Impingement durch Akromioklavikulargelenkarthrose

(Ogon, 2003, S. 164)

*Ursachen des Non Outletimpingement*

- **Hochstand des Tuberculum majus**

Nach Frakturen wird oft ein verschobenes Tuberculum majus beobachtet und dieses kann durch die Aktivität der Rotatorenmanschetten zu einer Verschiebung nach hinten und nach oben und speziell bei der Abduktion zu Impingement führen. Therapiert wird es mit einer anatomischen Rekonstruktion des Tuberculum majus und keine Akromioplastik wird benötigt.

- **Fehlfunktion der Kopfdepressoren**

### **Rotatorenmanschettenruptur**

Ein Stabilitätsverlust zwischen Humeruskopf und Glenoid entsteht, wenn die Rotatorenmanschette beschädigt ist. Die Folge ist eine Dezentrierung des Humeruskopf nach oben. Dadurch klemmt die Rotatorenmanschette ein und wird noch mehr strapaziert und die Ruptur wird noch grösser.

In diesem Fall führt eine Rotatorenmanschetterekonstruktion zur Wiederherstellung der Stabilität und Zentrierung im Gelenk und anschließend eventuell zu einer Akromioplastik als Schutz für die Rotatorenmanschette.

### **Bizepssehnenruptur**

Besonderes die SLAP-Läsionen, die von Snyder definiert wurden, können ein Impingement zwischen Humeruskopf und Glenoid auslösen. Eine Naht der SLAP-Läsion ist hier die geeignete Therapie (Ogon, 2003, S. 164).

- **Fehlfunktion des Gleitmechanismus**

### **Muskuläre Dysbalance**

Der Humeruskopf kann aufgrund einer muskulären Dysbalance dezentriert werden. Das ist die Hauptursache für ein Impingement-Syndrom bei sportlich aktiven Personen.

### **Kürze der dorsalen Kapsel**

Coffield und Simoneit waren die ersten Beobachter der Verknüpfung zwischen einer Kürze der dorsalen Kapsel und einem Impingement-Syndrom. Wenn die Kapsel ihre Laxität verliert, erlebt der Humeruskopf eine Translation nach vorne und nach oben, wenn der Arm Flexion macht und dadurch eine Verengung des subakromialen Raums und das Einklemmen der Weichstrukturen entsteht.

### **Posteriores/superiores Impingement**

Bei maximaler Außenrotation, Abduktion und Flexion könnte sich bei den Werfern und bei Überkopfsportlern die Infra- und Supraspinatussehne zwischen Tuberculum majus und der posterosuperioren Kante der Glenoid einklemmen.

### **Anterosuperiores Impingement**

Bei einer forcierten Abduktion und Innenrotation klemmt die subscapularissehne zwischen Tuberculum minus und der Glenoidkante ein. Die Laxität im Gewebe, Kontrakturen der dorsalen Kapsel oder Pulley Läsion können ursächlich sein.

- **Haltungsbedingtes Impingement**

Ein Rundrücken im Bereich der Brustwirbelsäule führt zur Kippung des Schulterblatts auf dem Thorax nach vorne und kann bei Arm Elevation zu Impingement führen (Ogon, 2003, S. 166-167)

- **Defekte des Akromions**

Die Struktur des Akromions kann durch Osifikationsstörungen des Os acromiale verändert werden und den subacromialen Raum verkleinern (Ogon, 2003, S. 166).

- **AC-Gelenksverletzung**

Die Inkongruenz zwischen den Gelenkflächen der Klavikula und der Skapula können zu Einklemmungen der Bursa und der Rotatorenmanschette führen. Eine Stabilisierung des Akromioklavikulargelenk ist hier sinnvoll. (Ogon,2003, S.167)

- **Chronische Bursitis**

Wenn die Bursa subacromialis verdickt ist, wird es im subacromialen Raum eng und dies führt zum Impingement-Syndrom. In diesem Fall wird eine Bursektomie nötig.

Eine Verdickung der subakromialen Bursa führt unweigerlich zu einer Einengung im subakromialen Raum und damit zu einem Impingement-Syndrom. Die Ursachen einer solchen Bursitis sind mannigfaltig, sofern sie jedoch nicht zusätzlich durch ein Outletimpingement bedingt ist, erbringt auch hier eine Akromioplastik keine Verbesserung der Situation. Die alleinige Bursektomie wäre hier das Mittel der Wahl.

- **Tendinosis calcarea**

Eine Tendinosis calcarea kann durch Verdickung der Bursa ein Impingement-Syndrom auslösen.

Heute wird nur die Kalkentfernung angewendet und keine subakromiale Dekompression (Ogon, 2003, S. 168).

#### 2.3.5. Klinische Symptome

Die Symptome beim Impingement-Syndrom sind vielfältig, wobei ein Bewegungsschmerz bei der Abduktion zwischen 70° und 120° des Armes charakteristisch ist (Nowotny, 2019, S. 385).

Der Schmerzauslöser ist die Bursitis oder Läsionen der Rotatorenmanschette unter dem Schulterdach (Kühlwetter, 2007, S. 6).

#### 2.4. Rotatorenmanschettenruptur

Das Impingement-Syndrom der Schulter und die Rotatorenmanschettenruptur sind eng miteinander verbunden, daher wird diese im Folgenden näher behandelt. Eine Rotatorenmanschettenruptur kann entweder die Folge eines Impingement-Syndroms, wie Neer damals beschrieben hat, oder die Ursache für die Entstehung eines Impingement-Syndroms sein. In der aktuellen Literatur ist letzteres üblicher geworden (Brunner, 2014, S. 146).

#### 2.4.1. Extrinsische Faktoren

Im Jahr 1970 war sich Neer sicher, dass das Impingement-Syndrom in 95% der Fälle die Ursache für Rotatorenmanschettenruptur ist, denn der Humeruskopfs stößt auf die Rotatorenmanschette ins Schulterdach, und somit wird der subacromiale Raum gering, was zur Läsionen der Rotatorenmanschette führt (Abb. 26) (Löhr, 2007, S. 788).

Die extrinsischen Faktoren können ein primäres Impingement oder ein sekundäres Impingement auslösen. Beim primären Impingement handelt es sich um ein mechanisches Impingement, das den subacromialen Raum verringert. Beim sekundären Impingement handelt sich um eine Instabilität oder Pathologie der neuromuskulären Kontrolle der Rotatorenmanchette mit der Folge, dass Humeruskopf nach kranial anstößt und der subacromiale Raum verengt wird (Bukart, 2013, S. 164-166).

#### 2.4.2. Intrinsische Faktoren

Die Sehnen der Rotatorenmanschette können altersbedingte Veränderungen wie mukoide Degeneration, Kalkablagerungen, Fettablagerung zwischen den Muskelfasern und fettige Degenerationen in den Muskeln erleiden (Abb. 27).

Außerdem ist die Vaskularität im Insertionsbereich der Rotatorenmanschette schlecht und man weiß, dass eine gute Durchblutung für einen optimalen Heilungsprozess eine wesentliche Rolle spielt. Raucher haben nach Sehnenläsionen einen besonders schlechten Heilungsprozess (Löhr, 2007, S. 788-799).

Die mangelhafte Gewebeelastizität durch das Alter, die Fettleibigkeit sowie die Genetik gehören auch zu den intrinsischen Faktoren (Brunner, 2014, S. 146).

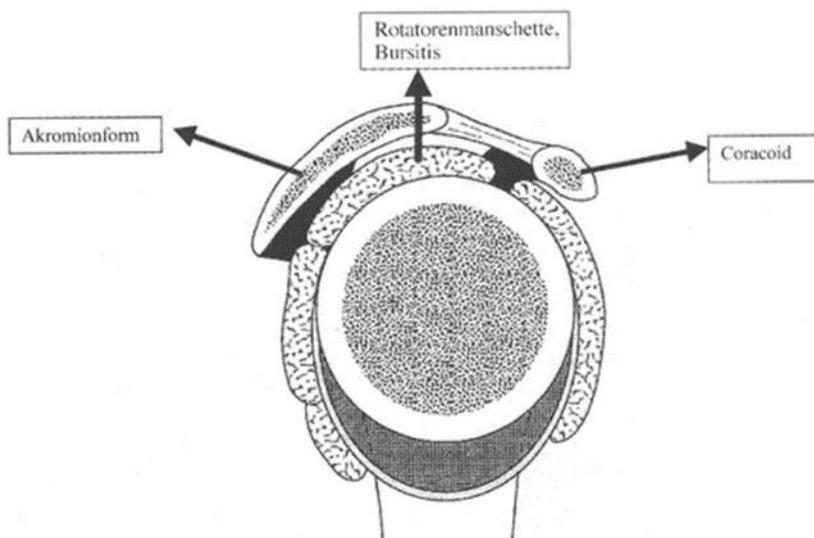


Abbildung 26: Extrinsische Faktoren des Impingement-Syndroms

(Burkart, 1999, S. 167.)

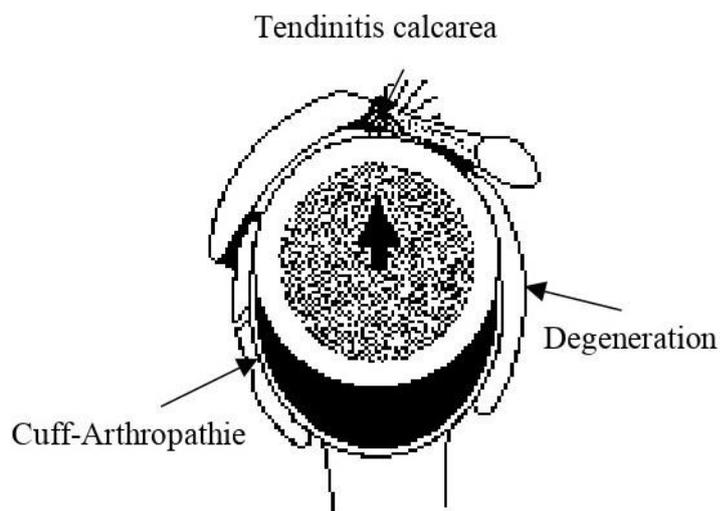


Abbildung 27: Intrinsische Faktoren des Impingement-Syndroms

(Burkart,1999, S.168)

#### 2.4.3. Degenerative Veränderungen in der Supraspinatussehne

Der musculus Supraspinatus ist der Anteil der Rotatorenmanschette, der sich im subakromialen Raum zwischen Schulterdach und Humeruskopf befindet. Durch seine Lage ist er besonders anfällig für Verletzungen und Überbelastungen.

Aufgrund von Degenerationen in der Supraspinatussehne wie Kalzifikationen und Risse, werden Abduktionsbewegungen schmerzhaft, vor allem während des sogenannten „Painful arc“ bei einer Abduktion zwischen etwa 60° und 120°. Der Schmerz ist am stärksten, wenn der Patient den gehobenen Arm langsam wieder in die 0-Stellung führen muss.

Die Abbildung 28 (e) stellt eine komplette Ruptur der Supraspinatussehne dar. Das kommt nach einem Sturz bei bereits geschädigter Sehne vor. Die Starterfunktion des musculus Supraspinatus geht verloren und der Patient kann nur mit großer Mühe den Arm abduzieren, ihn aber nicht mehr halten (Schünke, 2018, S. 197).

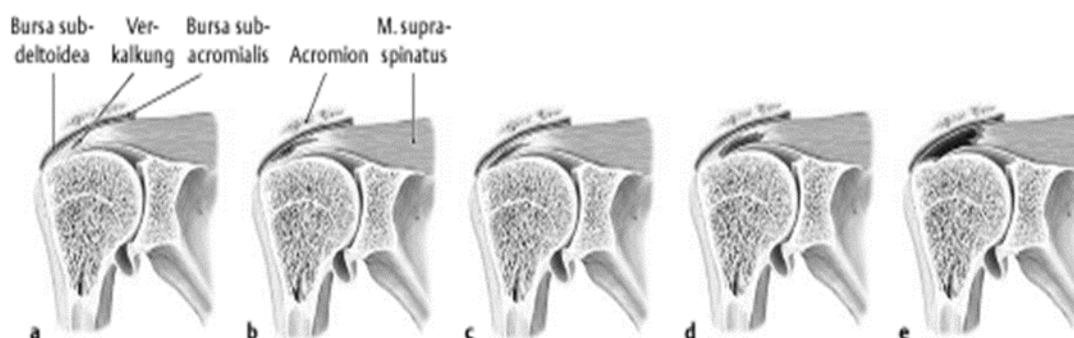


Abbildung 28: Degenerative Veränderungen der Supraspinatussehne

(Schünke,2018, S.197)

#### 2.4.4. Klassifikation der Rotatorenmanschettenläsionen

Es gibt zahlreiche Klassifikation für Rotatorenmanschettenläsionen je nach Ätiologie, Lokalisation oder Grad der Atrophie. Die folgenden Klassifikationen sind im klinischen Alltag am relevantesten.

##### *Klassifikation der Retraktion der Supraspinatussehne nach Patte (MRT)*

Die Klassifikation nach Patte beschreibt drei Grade der Sehnenretraktion des Supraspinatus:

- Grad I: Die Sehne retrahiert proximal zwischen Tuberculum majus und Apex
- Grad II: Die Sehne retrahiert proximal zwischen Apex und Glenoidkante.
- Grad III: Die Sehne retrahiert proximal an der Glenoidhöhe oder dahinter (Liem D., 2021, S. 118)

##### *Klassifikation nach Ätiologie nach Neer u. Poppen*

- Gruppe I traumatische Rotatorenmanschettenläsionen
- Gruppe II Luxation bedingter Rotatorenmanschettenläsionen
- Gruppe III Rotatorenmanschettenläsionen wegen Impingement-Syndrom (Echtmeyer, 2001, S. 509)

##### *Klassifikation nach Bateman (Liem D., 2021, S. 119)*

Bei dieser Klassifikation kann erst nach einem operativen Debridement das Ausmaß der Ruptur identifiziert werden.

- Grad I: weniger als 1 cm
- Grad II: zwischen 1 und 3 cm
- Grad III: zwischen 3 und 5 cm
- Grad IV: weniger als 5 cm

Mit Tabelle 4. wird die Bateman-Klassifikation anschaulicher gemacht.

Bezeichnung	Rupturgröße
Klein	< 1 cm
Mittel	1–3 cm
Groß	3–5 cm
Massiv	> 5 cm

Tabelle 4: Einteilung der Rotatorenmanschettenruptur nach Bateman

(Südcamp, 2001, S. 179)

##### *Klassifikation nach Jobe*

Eine weitere Klassifikation für Rotatorenmanschetterupturen und subakromiales Impingement bei Sportlern ist die Klassifikation von Jobe:

- Stadium 1: Tendinitis, normalerweise ist die Supraspinatussehne oder die lange Bizepssehne betroffen

- Stadium 2: Degeneration der Sehnenstruktur
- Stadium 3: Ruptur der Rotatorenmanschette kleiner als 1 cm
- Stadium 4: Ruptur der Rotatorenmanschette gleich oder grösser als 1 cm (Werner,2018, S. 58)

#### 2.4.5. Risikofaktoren für Rotatorenmanschettenläsionen

##### *Patientenspezifische Risikofaktoren*

Das Alter und die Anatomie der Patienten sind Risikofaktoren für Läsionen der Rotatorenmanschette. Ab 60-Jahre ist die Ruptur der Rotatorenmanschette sehr häufig und je älter ein Patient ist, desto höher ist das Risiko für Rotatorenmanschettenrupturen.

Anatomische Variationen sind ebenso ein Risikofaktor. In den letzten Jahren spricht man von einem Winkel zur Messung der Überdachung der Schulter durch das Akromion, der sogenannte Critical Shoulder Angle (CSA), wenn der Winkel breit ist, begünstigt das Rotatorenmanschettenrupturen (Abb.28).

##### *Umweltfaktoren*

Sportarten, in denen die Schulter stark belastet wird wie z.B. Handball, Tennis oder Baseball auf hohem Niveau können die Ruptur der Rotatorenmanschette begünstigen.

Das Rauchen ist ein Risikofaktor für die transmurale Rotatorenmanschettenruptur und wirkt als negativer Einfluss beim Heilungsprozess nach einer Rekonstruktion. Die Entzündungsreaktion dauert bei Rauchern länger und die Heilung ist langsamer.

Ebenso ist der Alkoholkonsum ein Risikofaktor, vor allem der Konsum von Rotwein (Werner A.,2018, S. 17-18).

### **3. Untersuchungen beim Impingement-Syndrom konventionell und nach FBL**

In diesem Kapitel werden Untersuchungsmodalitäten beim subakromialen Impingement zuerst konventionell und anschliessend nach dem FBL-Konzept dargestellt.

#### 3.1.Die Klinische Untersuchung: konventionell

Eine präzise klinische Diagnose bei Schulterbeschwerden ist für eine zielführende Behandlung wesentlich. Strukturierte Untersuchungen und das Benutzen von Tests ermöglichen eine genauere Diagnosestellung der einzelnen Strukturen der Schulter. Eine Bildgebung kann die gestellte Diagnose bestätigen (Scheibel, 2005, S. 267).

Der Untersucher soll eine zervikale Radikulopathie, vor einer C6-Radikulopathie oder eine rheumatologische Krankheit wie rheumatoide Arthritis Fibromyalgia ausschließen (Nowotny,2019, S. 385).

Der Untersuchungsablauf wird schematisiert wie folgend durchgeführt:

### 3.1.1. Anamnese

Dabei werden eine Schmerzanamnese (Ruhe, Belastung, oder Nachtschmerz), eine Berufsanamnese (Überkopfarbeiten, repetitive Tätigkeiten, schwere Arbeiten), eine Sportanamnese und eventuell eine Traumaanamnese erhoben (Nowotny, 2018, S. 385). Es wird ebenso nach HWS-Beschwerden gefragt (Smolen, 2019, S. 22).

### 3.1.2. Inspektion

Sobald der Patient das Untersuchungszimmer betritt, beginnt die Inspektion. Dabei wird sein Allgemeinzustand, seine Haltung und sein Gangbild beobachtet und wie er Alltagsaktivitäten wie etwas das sich-Ausziehen bewältigt. Stehend wird nach Fehlstellungen, Asymmetrien der Schulterregion, Muskelatrophien der Fossa supra- und infraspinata und Hämatome gesucht (Smolen, 2019, S. 22).

Die Position der Schulterblätter wird in Ruhe untersucht und der skapulothorakale Rhythmus wird bei Schulterbewegungen erfasst. Die Skapuladyskinesie kann die Ursache oder Folge der Schulterbeschwerden sein und soll behandelt werden (Werner, 2018, S. 34).

### 3.1.3. Palpation

Die Palpation erfolgt von medial nach lateral vom Sternoklavikulargelenk, Schlüsselbein, Akromioklavikulargelenk bis zu den Tuberkula majus und minus (Werner, 2018, S. 34).

Die Schmerzanamnese gibt Informationen über die Schmerzlokalisierung und deshalb soll der Untersucher vorsichtig sein, wenn er die verdächtige verletzte Struktur palpiert, damit der Patient keine Schutzhaltung einnimmt, was die Untersuchung verfälschen würde (Smolen, 2019, S. 22).

### 3.1.4. Beweglichkeitsprüfung

Hier wird die aktive Beweglichkeit im Seitenvergleich nach der Neutral-Null-Methode evaluiert. Geprüft werden Flexion und Extension, Abduktion und Adduktion sowie Außen- und Innenrotation in 0° und 90° Armabduktion.

Besonderes bei Einschränkung der aktiven Beweglichkeit, wird die passive Beweglichkeit geprüft (Smollen, 2019, S. 22).

Ein Hinweis für ein Rotatorenmanschettenruptur (Pseudoparalyse) ist eine freie passive Beweglichkeit und unmögliche aktive Beweglichkeit und für adhäsive Kapsulitis eine limitierte aktive und passive Beweglichkeit, das Endgefühl bei der passiven Bewegung ist dabei fest elastisch.

Anschließend wird ein isometrischer Krafttest durchgeführt, um die einzelnen Muskeln zu prüfen (Werner, 2018, S. 35).

### 3.1.5. Schnelle Untersuchung der Halswirbelsäule

Der Schulterkomplex ist eng mit der Halswirbelsäule verbunden, deshalb beginnt die schematisierte Untersuchung der Schulter mit einer schnellen Untersuchung der HWS.

Es wird die aktive Beweglichkeit der HWS in Flexion, Extension, Rotation nach links und rechts, Lateralflexion nach links und rechts überprüft. Bei Bewegung und Schmerzfreiheit wird die HWS als möglicher Auslöser ausgeschlossen (Smollen, 2019, S. 22).

### 3.1.6. Spezifische-Tests

Die klinischen Tests reproduzieren den Schmerz, damit der Untersucher Bescheid über die beschädigte Struktur erhalten kann (Volzhenin, 2021, S. 8).

Die drei klassischen Tests für das Impingement-Syndrom der Schulter sind der Painful arc-, der Hawkins-Kennedy- und der Neer-Test (Müller, 2020, S. 45).

Es gibt andere Tests für die Differenzialdiagnose, die ebenso wichtig sind, um andere Schulterpathologien auszuschließen wie der Jobe-Test für Läsionen der Supraspinatussehne, der Lift-Off- oder Belly-press-Test für Läsionen der Subscapularissehne, der Außenrotationstest für Pathologie der Infraspinatus und Teres minor-Sehnen-Test (Müller, 2020, S. 45), der modifizierte Neer-Test schließt die „Frozen shoulder“ aus (Guosheng, 2017, S. 1066). Der O'Brien-Test schließt eine Tendinitis der langen Bizepssehne, und der Apprehension-Test schließt eine Schulterinstabilität aus.

In der Literatur wird oft eine Kombination von zwei oder mehr Tests empfohlen, wie z.B. die Kombination von Hawkins-Kennedy-, Painfull-arc- und Außenrotationstest oder die Kombination von Neer- und Hawkins-Kennedy-Test (Singh, 2017, S. 518).

Beschrieben werden hier die drei klassischen Tests, die allein oder kombiniert durchgeführt werden können, sowie der Infiltrationstest, der invasiv ist.

#### *Der „Painfull arc“ Test*

Der Patient bekommt den Auftrag, den Arm zur Seite zu heben. Der Test ist positiv, wenn Schmerzen zwischen 60° und 120° Abduktion auftreten. Der Patient hat meistens mehr Schmerzen beim Senken als beim Heben des Armes (Buckup, 2019, S. 212).

Schmerzen, die erst ab 120° Abduktion auftreten, deuten auf eine Akromioklavikulärgelenkproblematik hin und man spricht dann vom akromioklavikulären Bogen (Konrads, 2018, S. 12).

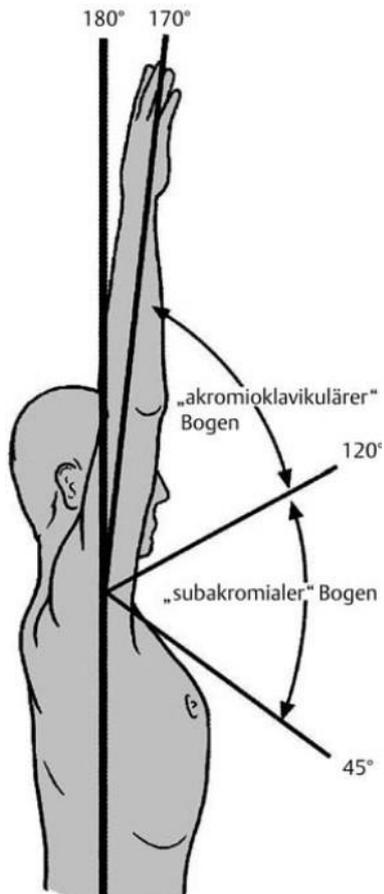


Abbildung 29: Painfull arc

(Trommer, 2006, S. 88)

### *Impingement-Test nach Neer*

Der Patient sitzt und der Untersucher steht hinter ihm, fixiert mit einer Hand die Scapula und mit der anderen Hand bewegt er den Arm in Abduktion. Somit wird ein mechanischer Stress zwischen Schulterdach und Humeruskopf provoziert. Der Test ist bei Schmerzen zwischen 60° und 120° Abduktion positiv (Guosheng, 2017, S. 1064).



Abbildung 30: Neer Test

(Scheibel, 2005, S. 269)

### *Impingement-Test nach Hawkins und Kennedy*

Dabei forciert der Untersucher eine Innenrotation bei einer 90° Schulter Flexion und 90° Ellenbogen Flexion., um den subacromialen Raum noch mehr zu verringern (Buckup, 2019, S. 212).



Abbildung 31: Hawkins-Kennedy-Test

(Scheibel, 2005, S. 269)

### *Infiltrationstest*

Der Infiltrationstest ermöglicht häufig die genaue Diagnose nach der Anamnese und den klinischen Tests und erlaubt dem Patienten immerhin für eine kurze Zeit beschwerdefrei zu sein. Ein Lokalanästhetikum wird an der Stelle injiziert, die höchswahrscheinlich für den Schmerz verantwortlich ist.

Nach der Infiltration wiederholt der Untersucher die klinischen Tests und beurteilt die Resultate. Infiltriert wird der subacromiale Raum mit 10-15 ml Bupivacain 0,5%. Wenn die Schmerzursache im subacromialen Raum liegt, verbessert sich die Symptomatik sowie die Beweglichkeit und die Impingementstests sind negativ oder schwach.

Falls eine Pathologie des Akromioklavikulärgelenks ausgeschlossen werden muss, kann auch das Akromioklavikulärgelenk infiltriert werden, und zwar mit 1-2 ml Lokalanästhetikum (Echtermeyer, 2005, S. 41).

## 3.2. Bildgebende Diagnostik

Nach Anamnese und klinischer Untersuchung kann die Verdachtsdiagnose durch bildgebende Verfahren verifiziert werden. Das konventionelle Röntgen und die Sonographie werden als erstes verwendet und wenn das nicht genügt, kommen MRT und Arthro-MRT zum Einsatz (Hedtmann, 2007, S. 796).

### 3.2.1. Die Sonographie

Die Sonographie ist eine unerlässliche bildgebende Methode bei der Diagnose von Schultererkrankung, sie ist einfach, kostengünstig und schnell. Besonders interessant ist sie beim subacromialen Impingement-Syndrom, da sie während der Bewegung eine Untersuchung

ermöglicht. Die dynamische Untersuchung ist eine deutliche Stärke der Sonographie gegenüber den anderen bildgebenden Methoden.

Die Rotatorenmanschette, die lange Bizepssehne und die Bursa subacromialis können gut dargestellt werden. Die Qualität der Ergebnisse ist aber von der Erfahrung des Untersuchers abhängig (Beirer, 2017, S. 379).

Die Untersuchung beginnt ventral und folgt lateral superior und letztlich dorsal wie folgt:

- Ventral werden Veränderung der Bizepssehne, Instabilitäten während der Bewegung, und die Subscapularissehne in der 0-Stellung und in Außenrotation beurteilt.
- Lateral superior wird die Verdickung der Bursae acromialis und subdeltoidea bewertet. Ein Wert höher als 2 mm gilt als pathologisch. Die Kontur der Rotatorenmanschette wird angeschaut und beobachtet, ob ein Erguss vorhanden ist und ob die Sehnen noch konvex sind. Das Impingement-syndrom der Schulter wird während der Abduktion beobachtet und beurteilt, ob die Kaudalisierung des Tuberculum majus vorhanden ist.
- Dorsal werden dorsale Instabilitäten bei der dynamischen Untersuchung angeschaut, Gelenkerguss bei maximalen Außenrotation und das Akromioklavikulärgelenk wird beurteilt (Harnoss, 2021, S. 225).

### 3.2.2. Das konventionelle Röntgen

Das konventionelle Röntgen wird als Basis für die Diagnose des Impingement-Syndroms verwendet, denn es kann Veränderungen am Knochen, wie z.B. Akromionform, Os acromiale, Osteophyten bei Akromioklavikulärgelenkarthrose, Veränderung am Processus coracoideus darstellen, außerdem können Verkalkungen in der Rotatorenmanschette oder ein Höherentreten des Humeruskopf bei Rotatorenmanschettenruptur festgestellt werden (Beirer, 2017, S. 379).

Standardprojektionen:

- „True-a.-p.“- (Anteroposteriore) Aufnahme

Anhand dieser Aufnahme werden Humeruskopfzentrierung und der glenohumerale Bogen beurteilt und es wird geprüft, ob Gelenkosteophyten und Verkalkungen an der Rotatorenmanchette zu finden sind.

Der Patient steht, während der akromiohumere Abstand gemessen wird. Wenn der Abstand grösser als acht mm ist, handelt sich um eine gute Prognose. Bei einem Abstand zwischen fünf bis sieben mm ist die Sehnenrekonstruktion schwer und bei weniger als fünf mm ist kein Defektverschluss mehr möglich.

Wenn der kritische Schulterwinkel grösser als 35° ist, besteht ein Risiko für eine degenerative Läsion der Rotatorenmanschette und wenn er kleiner als 30° ist, besteht ein Risiko für Arthrose der Schulter (Abb. 32).

- Outlet-View Aufnahme

Anhand dieser Aufnahme kann die Einteilung der Akromiontypen nach Bigliani durchgeführt (1: flach, 2: kurvig, 3: hackenförmig) und Kalkdepots identifiziert werden.

- Axiale Aufnahme

Anhand dieser Aufnahme kann die Klassifikation für das Os acromiale durchgeführt werden und die Position Humeruskopf gegenüber der Glenoid besonders gut beurteilt werden (Harnoss, 2021, S. 225)

*Röntgen Parametern: Critical shoulder angle, Akromion Index und der subacromiale Abstand*

Die Risikofaktoren für das Outlet-Syndrom oder primär Impingement können anhand von Röntgen-Parametern objektiviert werden.

- Der kritische Schulterwinkel (CSA)

Der Critical Shoulder Angle (CSA) ist ein Winkel, der sich aus zwei Linien bildet, und zwar durch die Linie, die vom oberen bis zum unteren Pfannenrand verläuft, und die Linie, die vom unteren Rand der Pfanne und der lateralen Kante des Akromions verläuft (Abb.32). Berücksichtigt wird dabei die Inklination der Pfanne und die laterale Verbreitung des Akromions. Für seine Berechnung ist eine True-a-p.-Aufnahme erforderlich. Wenn dieser Winkel groß ist, besteht ein großes Risiko für Rotatorenmanschettenläsionen, und wenn er klein ist, besteht ein Risiko für eine Omarthrose (Beickert, 2016, S. 237).

Bei einem Winkel über 35° übt der Deltoideus einen Zug auf den Humeruskopf nach kranial aus und der subakromiale Raum wird verringert, was die Rotatorenmanschette beschädigen kann (Nowotny, 2018, S. 387).

- Der akromiohumere Index (AI)

$$AI = GA / GH$$

GA: Abstand zwischen Pfanne und lateraler Kante des Akromions

GH: Abstand zwischen Pfanne und lateralem Humeruskopf

Ein hoher Wert ist ein Prädiktor für Läsionen der Rotatorenmanschette und sogar für Re-Rupturen nach Sehnenrekonstruktion der Rotatorenmanschette.

- Der Subakromiale Abstand (AHA)

Beschreibt den Abstand zwischen Akromion und Humeruskopf. Der normale Wert bei Männern beträgt circa 10 mm (7-14 mm) und bei Frauen circa 9,5 mm (7-12 mm) in einer true a-p.-Aufnahme.

Wenn dieser Abstand kleiner als 7 mm ist, besteht in zwei Dritteln der Fälle eine Läsion der Supra- und Infraspinatussehne (Nowotny, 2018, S. 387).

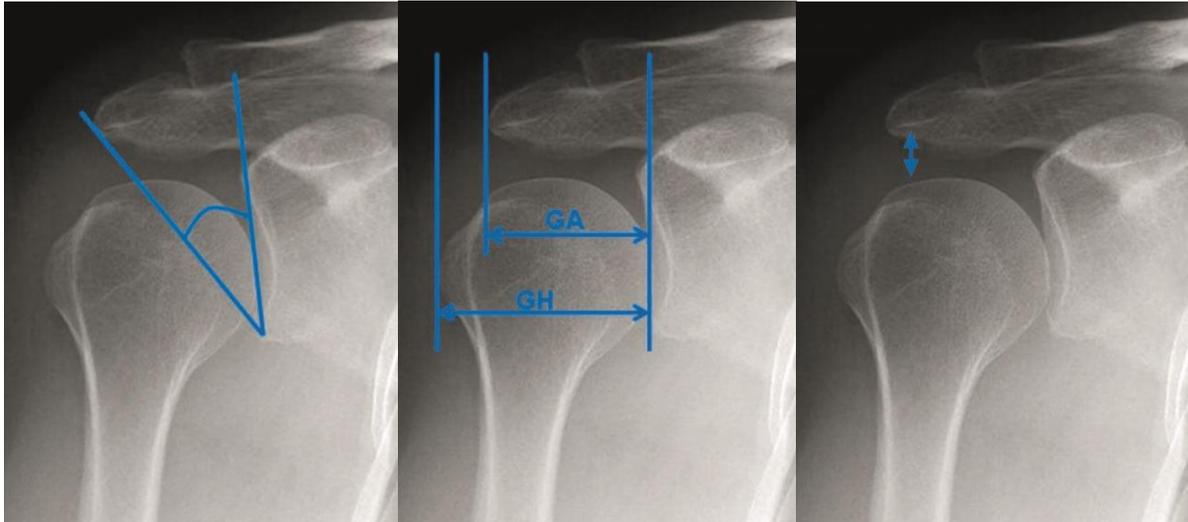


Abbildung 32: Röntgen der Schulter

Links nach rechts: Critical Shoulder Angle (CSA), Akromion Index (AI) und der subacromiale Abstand (Nowotny,2018, S. 387)

### 3.2.3. Die Magnetresonanztomographie (MRT)

Die Magnetresonanztomographie ermöglicht eine präzise Zuordnung der Weichstrukturen im Schultergelenk und hilft zwischen intrinsischem und extrinsischem Impingement zu unterscheiden (Imhoff,2017, S. 61).

Sie kann zahlreiche Weichteilpathologien der Schulter identifizieren, wie z.B. Partial- und Komplettrupturen der Rotatorenmanschette, Veränderungen der Sehnen, Bursitis, Kalkdepots, Läsionen am Knorpel, und Pathologien der langen Bizepssehne (Beirer, 2017, S. 379).

Die fettsupprimierte koronare Aufnahme beurteilt am besten eine Ruptur der Supraspinatussehne.

Bei der axialen Aufnahme können die anderen Sehnen der Rotatorenmanschette sowie die Textur und Lage der langen Bizepssehne gut beurteilt werden.

Im Sagittalbild kann die Ruptur und deren Lokalisation bestätigt werden.

Die Atrophie oder Verfettung der Muskulatur kann ebenso im Sagittalbild gut identifiziert werden (Harnoss, 2021, S. 226).

### 3.3. Diagnostik nach dem FBL-Konzept

In diesem Kapitel wird der funktionelle Status nach dem FBL-Konzept dargestellt. Dabei werden Konstitution, Beweglichkeit und Statik als Untersuchungsparameter für die Untersuchung der Struktur und der Funktion verwendet und für die Untersuchung des Bewegungsverhaltens wird eine Testbatterie verwendet, die Muskelaktivitäten, weiterlaufenden Bewegungen und Gleichgewichtreaktionen prüfen können.

### 3.3.1. Der funktionelle Status

«Die Erhebung des funktionellen Status ist die Ouvertüre zur Behandlung eines Patienten» (Klein-Vogelbach, 1990, S. 212).

Die Erhebung von Angaben über Konstitution, Statik, und Beweglichkeit wird funktioneller Status genannt. Er hat als Basis die hypothetische Norm als Referenzbild, um Abweichungen leichter zu erkennen. Dokumentiert werden nur Abweichungen von der Norm. Der Therapeut versucht eine logische Verknüpfung zwischen den erhobenen Befunden zu deduzieren, und interpretiert mit der Formulierung des funktionellen Problems (Klein-Vogelbach, 1990, S. 212).

Obwohl die ärztliche Diagnose uns fundamentale Daten über den Patienten liefert, reicht sie niemals, um eine individuell angepasste physiotherapeutische Intervention zu planen. Die physiotherapeutische Untersuchung wird auf der Basis der ICF (International Classification of Functioning, Disability and Health) durchgeführt. Die Reihenfolge wäre Partizipation-Aktivität-Struktur und Funktion. Mit der Partizipation erfährt der Therapeut, ob er mit einem kooperativen Patienten zu tun hat oder nicht. Die Kontextfaktoren teilen sich in umwelt- und personenbezogene Faktoren, die die Funktionsfähigkeit fördern oder mindern können.

Die Aktivität ist der Fokus der Untersuchung in der FBL «Functional kinetics» und die Partizipation des Patienten beschließt das Lernziel. Die Untersuchung der Struktur und Funktion liefert uns wichtige Hintergrundinformationen zu den Beschwerden (Spirgi-Gantert, 2007, S. 59).

### 3.3.2. Untersuchung von Struktur und Funktion

#### *Konstitution*

Die Konstitution eines Menschen ist unveränderbar. Schmerzen können nicht nur mit konstitutionellen Abweichungen erklärt werden, erst bei Bewegungseinschränkungen addiert zur schlechten Statik wird es für den Patienten problematisch. Es kommen noch Probleme mit der Umwelt (Arbeitstisch, Stuhl, Bus etc., die sich an Normgrößen orientieren) dazu (Spirgi-Gantert, 2007, S. 77).

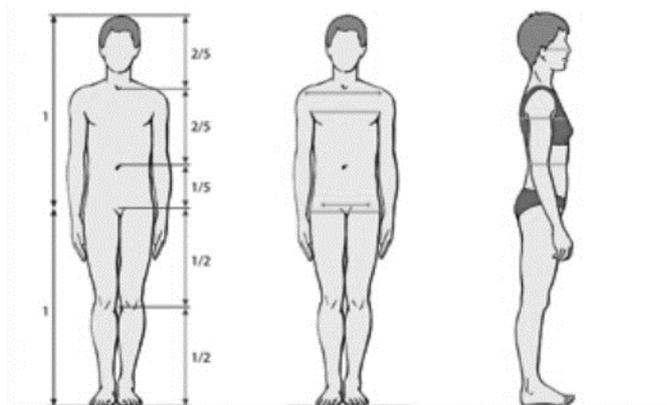


Abbildung 33: Konstitution: Längen, Breiten und Tiefen

(Spirgi-Gantert, 2007, S. 73-76)

Diese Abweichungen können eine Heilung verlangsamen oder die Symptome intensivieren. Die Konstitution als Teil des Befundes hilft dem Therapeuten die therapeutischen Übungen dementsprechend anzupassen.

Das funktionelle Abduktionssyndrom entsteht, wenn die Arme sich in einer Abduktionsstellung befinden und ihre Pakierfunktion verlieren, das heißt, wenn sie nicht mehr frei hängen können (Abb. 34). Der Grund dafür sind Missverhältnisse in der Schulter- und Beckenbreite (Suppé & Bongartz, 2013, S. 66).

Dadurch, dass der Arm nicht mehr auf dem Brustkorb parken und sein Gewicht nicht auf den Brustkorb ablegen kann, entsteht eine konstante muskuläre Hyperaktivität der folgenden Muskeln: Levator Scapulae, Supraspinatus, Pars Descendens des Trapezius und Rhomboiden.

Die Abduktoren der Schulter müssen ständig den Arm daran hindern zu fallen, und sie werden dominant, was zu einer muskulären Dysbalance führt, mit Folge einer Dezentrierung des Humeruskopfs nach kranial und schließlich eines Impingement-Syndroms (Spirgi-Gantert, 2007, S. 74).

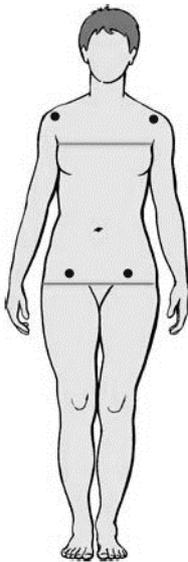


Abbildung 34: Abduktionsstellung bei + TP Abstand

(Spirgi-Gantert, 2007, S. 75)

Eine andere relevante Abweichung von der Norm haben Personen, die die Arme weit entfernt vom Körper halten müssen z.B. Verkäuferinnen (Spirgi-Gantert, 2007, S. 73).

### *Untersuchung der Beweglichkeit*

Passive Untersuchung der Beweglichkeit

### **Im Schultergelenk**

Dank des Prinzips der widerlagernden Mobilisation, kann der Untersucher die Beweglichkeit des Glenohumeralgelenks und die Gleitfähigkeit des Schulterblatts auf dem Thorax präziser beurteilen. Das Gewicht beider Gelenkpartner wird vom Therapeuten übernommen und bewegt, so kann die Aktivität der Muskulatur ausgeschaltet werden und die weiterlaufenden Bewegungen widerlagern (Spirgi-Gantert, 2006, S. 90).

### **Im Schultergürtel**

Das Gleiten der Scapula auf dem Thorax ist eng mit den Bewegungen im Sternoklavikulargelenk und Akromioklavikulargelenk verbunden.

In der Kinematik der Scapula unterscheidet man Rotationsbewegungen um drei Achsen: Bei der Elevation/Depression wird die Bewegung des Distanzpunkts Akromion nach kranial und kaudal bezüglich zum Sternum beurteilt. Die Normwerte betragen 60/0/5. Bei der Protraktion und Retraktion wird die Bewegung des Distanzpunkts Akromion nach dorsal und medial um die frontosagittale Achse beurteilt. Die Normwerte betragen 45/0/20. Bei der Rotationsbewegung der Scapula nach ventral und dorsal dreht der Therapeut den Schultergürtel um die frontotransversale Achse nach ventrokaudal und nach dorsokaudal. Die Scapula löst sich vom Brustkorb bei der Rotation nach ventral und wird bei der Dorsalrotation durch den Thorax gebremst (Spirgi-Ganter, 2006, S. 92-93).

### **Aktive Untersuchung der Beweglichkeit**

Bei der aktiven Untersuchung der Beweglichkeit geht es darum, Ausweichmuster zu erkennen und zu begutachten.

### **Im Schultergelenk**

Für diesen Zweck werden drei Testbewegungen in Flexion, Abduktion und Außenrotation verwendet. Dabei wird anhand der Distanzpunkte Olekranon und Akromion die Bewegung begutachtet. Wie in Abbildung 37 ersichtlich wird, kommt bei der Flexion des Arms eine Bewegung der Schultergürtel zu früh.

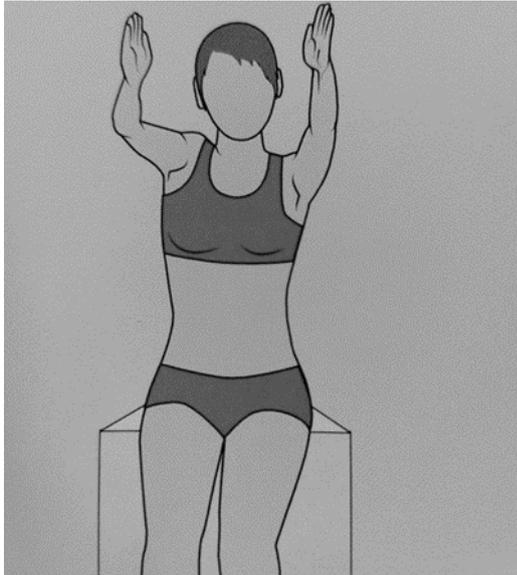


Abbildung 35: Typische Ausmechanismus

(Spirgi-Gantert, 2006, S. 84)

#### Im Schultergürtel:

Begutachtet wird, wie sich das sogenannte „Zangenmaul“ während der Schulterbewegungen öffnet und schließt. Das Zangenmaul entspricht dem Winkel zwischen Schlüsselbein und Schulterblatt von ungefähr  $60^\circ$ . Es ist aus funktioneller Sicht sehr wichtig, da es Informationen gibt, wie kongruent die Scapula auf dem Thorax ist. (Suppé & Bongartz, 2013, S. 33).

#### *Statik*

Die Untersuchung der Statik gibt uns Information über die Beeinflussung der Haltung auf den Bewegungsapparat. Grundsätzlich wird das Gleichgewicht gegen die Schwerkraft im Stand untersucht. In Folge einer fehlhaften Statik entstehen Belastungen der Muskulatur oder Überlastung der passiven Strukturen.

Die Norm bei senkrechter Haltung ist die exakte Übereinstimmung von Körperabschnitte, wie etwa bei Kegeln oder Pyramiden (Abb. 35).

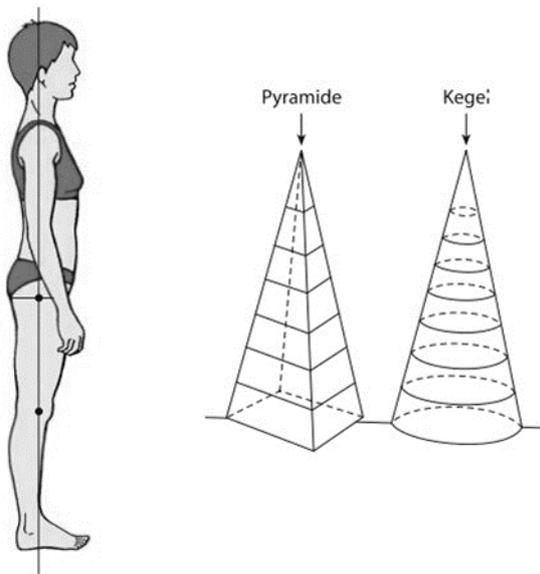


Abbildung 36: Norm der Haltung von der Seite

(Spirgi-Gantert, 2007, S. 78)

Die Beine stellen den Unterbau für die Wirbelsäule dar, sie müssen stabil und selektiv mobil sein. Voraussetzung dafür ist eine optimale Beinachse: Der Oberschenkel steht exakt auf dem Unterschenkel und das volle Gewicht geht in Richtung des Os naviculare.

Das Becken muss im Stand potenziell beweglich sein. Es gibt keine ideale Stellung des Beckens, bedeutsam ist wie gut es auf dem Femur balancieren kann.

Die Wirbelsäule hat zwei Lordosen, zervikal und lumbal und eine Kyphose in der Brustwirbelsäule.

Im zervikalen und lumbalen Bereich sind die ventrale und dorsale ungefähr ähnlich, sodass im Normalfall die Muskulatur keine fallverhindernde Aktivität leisten muss. Im Gegensatz dazu muss die Muskulatur im Brustwirbelbereich eine ständige fallverhindernde Aktivität haben, da der frontotransversale Brustkorbdurchmesser, der die Bewegungsachse für Flexion und Extension entspricht, zu weit hinten steht.

Die Reihenfolge bei der Untersuchung der Statik erfolgt immer von unten nach oben. Es wird von der Seite, von vorne und von hinten begutachtet.

Muskelaktivität und Gleichgewichtsreaktion variieren, je nachdem, ob die Abweichung von der Norm im Gelenk durch Drehpunktverschiebung oder durch eine Änderung der Stellung des proximalen oder des distalen Gelenkspartners hervorgerufen wird.

Notiert werden die Abweichungen folgendermaßen:

+/- etwas abweichend, ++/-- deutlich abweichend, +++/-- übermäßig abweichend (Spirgi-Gantert, 2014, S. 142-144)

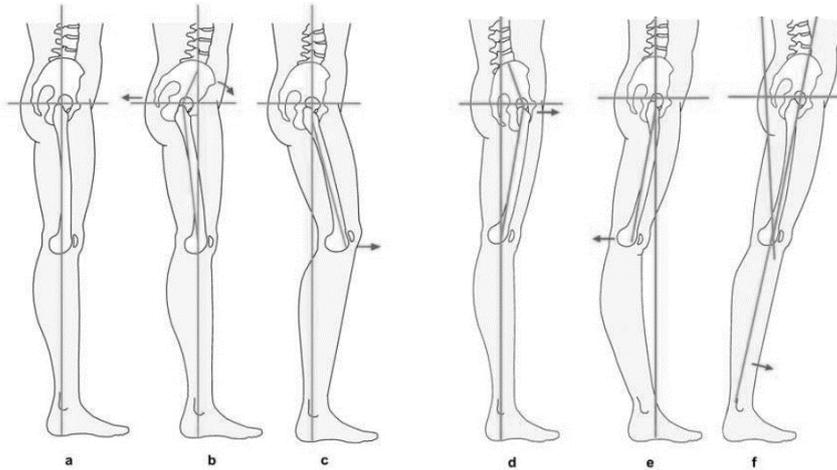


Abbildung 37: Statik der Beine von der Seite

(Spirgi-Gantert, 2007, S. 80)

- a) Norm
- b) + Flexion im Knie mit Stellungsänderung des Gelenkpartners Oberschenkel und + Flexion im Hüftgelenk durch Drehpunktverschiebung
- c) + Dorsalextension am oberen Sprunggelenk, + Flexion am Kniegelenk durch Drehpunktverschiebung und + Flexion im Hüftgelenk mit Stellungsänderung des Oberschenkels
- d) + Extension im Kniegelenk durch Stellungsänderung des Oberschenkels und + Extension im Hüftgelenk durch Drehpunktverschiebung
- e) + Plantarextension, Extension im Kniegelenk durch Drehpunktverschiebung und + Extension im Hüftgelenk mit Stellungsänderung des Oberschenkels
- f) + Dorsalflexion bei Neigung der Becken-Beinachse nach vorne

### 3.3.3. Untersuchung der motorischen Kontrolle

Die motorische Kontrolle ist die Voraussetzung für eine gute Bewegungsqualität. Und das bedeutet, dass das myofasziale System durch Antizipation, Reaktion und Kontrolle Bewegungen erlaubt. Die Bewegung geschieht durch das Aktivieren von Bewegungssynergien und nicht einzelnen Muskeln (Suppé & Bongartz, 2013, S. 45).

Um die motorische Kontrolle zu untersuchen, werden in der FBL Funktionstests verwendet und dieselben Tests gelten auch als therapeutische Übung.

Die Untersuchung erfolgt in idealen Voraussetzungen, da der Körperabschnitt bei der Erfüllung seiner Funktion in Situationen, die im Alltag üblich vorkommen können, getestet wird.

Getestet wird, wie sich der Arm selektiv bewegen kann, seine Stützaktivität, seine Brückaktivität, die dynamische Stabilität des Brustkorbs, und die Fähigkeit des Arms als Gegengewicht gesetzt werden zu können. Dafür wird eine Testbatterie von fünf Tests, die die Motorik der Körperabschnitte Arme und Brustkorb kontrollieren, da sie sich voneinander trennen können. Als Beurteilungshilfe gibt es pro Test fünf Kriterien, die erfüllt werden sollen (Suppé & Bongartz, 2013, S. 62).

### *Nach etwas greifen*

Bei diesem Test muss der Patient in der Lage sein ein Glas, das am Tisch steht, zu heben sowie von einem Punkt A zu einem Punkt B zu bewegen. Dadurch wird die Fähigkeit, den Arm selektiv zu bewegen, getestet: Die Primärbewegung soll geradlinig durch die Hand erfolgen, die weiterlaufende Bewegung soll Ellenbogen, Schultergelenk, Schultergürtel, Wirbelsäule und Hüfte erfassen. Die Bewegung ist schmerzfrei, das Glas kann angehoben werden, der Arm bewegt sich frei im Raum.

### *Vierfüßlerstand/Tripelphase*

Beurteilt wird dabei, wie ökonomisch die Stützfunktion und die Brückenaktivität ist. Und auch, ob der Kopf immer in der Körperlängsachse bleiben kann.

Folgende fünf Kriterien sollen dabei erfüllt werden: Der frontotransversale Brustkorbdurchmesser bleibt horizontal, der Abstand der Margines mediales zueinander bleibt gleich groß, die Körperlängsachse bleibt erhalten, die rotatorische Stabilisation der Arme bleibt erhalten, es findet keine seitliche Gewichtsverlagerungen statt.

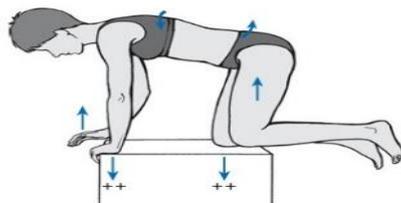


Abbildung 38: Tripelphase des Vierfüßlerstandes

(Spirgi-Gantert, 2012, S. 83)

### *Klötzchenspiel*

Der Therapeut begutachtet, ob der Patient in sitzender Position, aus den Hüften aus, sich nach vorne und hinten neigen kann, und gleichzeitig seine Körperlängsachse, bestehend aus Kopf, Brustkorb und Becken, gehalten werden kann.

Es wird analysiert, ob sich die Körperabschnitte Kopf, Brustkorb und Becken in der Körperlängsachse befinden, ob die frontotransversalen Achsen in diesen Körperabschnitten horizontal bleiben, und ob die Abstände in diesen Körperabschnitten unverändert bleiben.



Abbildung 39: Klötzchenspiel

(Spirgi-Gantert, 2012, S. 41)

### *Kurz und bündig*

Der Therapeut begutachtet, ob die Körperlängsachse bei raschen Armbewegungen gehalten werden kann. Es wird eine Hin- und eine Rückbewegung gemacht. Für die Bewegung nach unten wird 10% der Zeit, also sehr wenig, gebraucht, für die Rückbewegung wird 90% der Zeit, also sehr viel, gebraucht. Auch wird eine Bewegung pro Sekunde durchgeführt. Gestoppt wird die Bewegung an der Spitze des Sternums (Abb. 41).

Die Hände sollen sich geradlinig bewegen können, die Körperlängsachse soll gehalten werden, die Bewegung am gesagten Ort (Spitze des Sternums) und das Bewegungstempo soll respektiert werden.



Abbildung 40: "Kurz und bündig"

(Spirgi-Gantert, 2012, S. 38)

### *Spinnübung*

Bei diesem Test wird beurteilt, ob der Arm und die Beine als Gleichgewichtsreaktion ein Gegengewicht bilden können.

Der Patient bewegt seine Hand geradlinig zur Seite, und erwartet wird eine Gleichgewichtreaktion im kontralateralen Arm, in den Beinen und im Becken der Gegenseite. Ebenso wird erwartet, dass sich die Unterstützungsfläche verkleinert und dass die Augen horizontal bleiben (Abb. 42).



*Abbildung 41: Die Spinnübung*

(Spirgi-Gantert, 2012, S. 47)

#### 3.3.4. Das Sitzverhalten

Das Sitzverhalten wird besonders bei Patienten mit einer sitzenden Arbeitstätigkeit berücksichtigt und es wird beurteilt, wie die Körperabschnitte Kopf, Brustkorb und Becken in die Körperlängsachse eingeordnet sind. Die Prüfung von konstitutionellen Besonderheiten, wie + Oberkörperlänge, + Ventraltranslation des Kopfes ist von großer Bedeutung. Somit kann der Arbeitsplatz ergonomischer gestaltet werden, wie z.B. durch das optimale Einstellen der Tischhöhe oder das Benutzen von Stühlen mit Armlehne, um die Schulter-Nacken Muskulatur zu entlasten (Spirgi-Gantert, 2007, S. 62). Beurteilt wird das Sitzverhalten von hinten, von der Seite, von oben, und in Bezug auf den Muskeltonus (Bertram, 2012, S. 8).

#### 3.3.5. Die funktionelle Atmung

Bei einer funktionellen Fehlathmung kann sich das Volumen nicht vergrößern und deshalb muss der Körper ständig die Atemfrequenz steigern, schon bei weniger Anstrengung.

Wenn die Brustwirbelsäule die dynamische Stabilisation verliert, können sich die Rippen nicht mehr optimal bewegen, was die kostale Atembewegungen reduziert und der Brustkorb kann nicht mehr von der Muskulatur der Wirbelsäule getragen werden. Das Brustkorbgewicht wird von der Schulter-Nacken-Muskulatur übernommen, was zu Überlastungen dieser führt und schließlich Pathologien im Schultergelenk verursacht.

(Spirgi-Gantert, 2007, S. 72)

Die Methodik der FBL “Functional Kinetics“ kann als wissenschaftliche Messmethode für die Forschung gebraucht werden, da sie die Güterkriterien erfüllt:

- **Objektivität:** Die Beobachungskriterien und die standardisierten Parameter ermöglichen die Erhebung objektiver Daten
- **Reliabilität:** Der Bewegungsauftrag mit definierten Bedingungen löst jedes Mal die gleichen Reaktionen aus.
- **Validität:** Die Trennebene z.B. kann beurteilen, wie gut die Körperabschnitte Kopf, Brustkorb und Becken in die Körperlängsachse eingeordnet sind. Ein Röntgenbild kann als Kontrolle zur Bestätigung benutzt werden (Bertram, 2011, S. 9).

#### 3.3.6. Die Formulierung des funktionellen Problems

Der Therapeut hat dank der Ergebnisse der Untersuchung genügend Information über den Patienten gesammelt. Er muss dann eine logische Verknüpfung zwischen diesen Ergebnissen finden und schließlich das funktionelle Problem formulieren.

Einflüsse aus dem sozialen Umfeld, wie Familie und Beruf oder psychische Faktoren, wie Depressionen, Angststörungen oder psychosomatische Erkrankungen müssen im Heilungsverlauf berücksichtigt werden (Suppé & Bongartz, 2013, S. 3).

## **4. Therapie: Konventionell und nach dem FBL-Konzept**

### 4.1. Konventionelle Therapie für SAIS

#### 4.1.1. Operative Therapie

Die Indikation für eine operative Behandlung des subacromialen Impingement-Syndroms wird erst nach drei bis sechsmonatiger erfolgloser konservativer Therapie geprüft. Es muss einen Zusammenhang zwischen Anamnese, klinischer Untersuchung und Bildgebung bestehen. Außerdem muss eine subacromiale Enge bestätigt werden. Die subacromiale Dekompression wird zu oft durchgeführt, obwohl sie nur bei 30% aller Operationen nötig wäre (Nowotny, 2019, S. 388).

Die subacromiale Dekompression eignet sich nur, wenn der subacromiale Raum durch knöcherne Strukturen verringert ist und deren Entfernung die Problematik lösen wird.

Das ist bei Osteophyten, Akromionform Typ II und III, chronischer Bursitis und Tendinitis, Os acromiale und wenig disloziertem Tuberculum majus nach Fraktur der Fall (Trommer, 2006, S. 94).

Es bestehen zwei Möglichkeiten das Impingement-Syndrom der Schulter operativ zu behandeln. Die offene subacromiale Dekompression und die arthroskopische subacromiale Dekompression.

Die Technik zur offenen subacromialen Dekompression wurde von Neer beschrieben. Der Zugang ist anterolateral und die Akromioplastik erfolgt an der vorderen Seite des Akromions. Dabei erfolgt eine Resektion des Ligamentum korakoacromiale.

Später im Jahr 1983 hat Ellmann eine Arthroskopische subacromiale Dekompression aufgebaut und immer wieder verbessert.

In Bezug auf die arthroskopische Dekompression wird eine Bursektomie durchgeführt, anschließend anhand des Akromionizers wird die anterolaterale Kante des Akromions körpergrößenabhängig zwischen 3-7 mm bearbeitet, bis sie dreidimensional geglättet ist.

Eine lange Ruhstellung nach einer isolierten subacromialen Dekompression ist nicht erforderlich, obwohl das Tragen eines Gilchrist 10-14 Tage bis zur Wundheilung empfohlen ist.

Komplikationen nach einer isolierten subacromialen Dekompression sind selten (Nowotny, 2019, S. 388-389).

Die arthroskopische subacromiale Dekompression (ASD) ist im Gegensatz zur offenen, anterior-inferiore Akromioplastik minimal invasiv, der Deltamuskel wird dabei nicht geschnitten, und die Heilung wird dadurch beschleunigt. Die Ergebnisse im Vergleich zur offenen Akromioplastik sind gut bis sehr gut. Wenn der subacromiale Raum durch einen Osteophyten an dem lateralen Ende der Klavikula verringert wird, wird dieser bei der ASD entfernt, damit die Gelenkflächen flach sind. Wenn der Schmerz durch eine Arthrose am

Akromioklavikulargelenk vorliegt, und durch den Infiltrationstest im Akromioklavikulargelenk bestätigt wird, ist in diesem Fall eher eine laterale Resektion der Klavikula sinnvoll. Bei der klassischen Akromioplastik wird das korakoacromiale Band durchgetrennt, was bei Arthropathien der Rotatorenmanschette nicht möglich ist. Ein glenohumerales und subacromiales Debridement sowie eine Tenotomie der langen Bizepssehne gehören auch dazu (Trommer, 2006, S. 94-95).

#### 4.1.2. Konservative Therapie

Das subacromiale Impingement-Syndrom gehört zu den nichttraumatischen Pathologien und deshalb kann es gut konservativ behandelt werden.

Zu der konservativen Therapie gehören medikamentöse und physiotherapeutische Maßnahmen. Die physiotherapeutischen Maßnahmen werden in physikalische, krankengymnastische und manualtherapeutische Maßnahmen eingeteilt (Nowotny, 2018, S. 389).

##### *Medikamentöse Therapie*

Mit einer medikamentösen Therapie wird die Entzündung behandelt. Eine Schonung mit Sportpause und Vermeidung von repetitiven Bewegungen ist sinnvoll.

Der Patient nimmt über zehn Tage ein hochdosiertes Antiphlogistikum z.B. zweimal täglich Diclofenac oder dreimal täglich 600mg Ibuprofen. Diese Medikamentierung soll nicht länger als zehn Tage dauern. Manchmal ist eine Injektion im subacromialen Raum vernünftig. Es wird z.B. 10 mg Triamcinolon (Kortikoid) und einem Lokalanästhetikum direkt in die Bursa injiziert. Das ist der Injektionstest nach Neer, der ebenso als Diagnostik verwendet wird.

Die Symptome sollen sofort besser werden. Die Injektion kann maximal zweimal wiederholt werden. Bei einer hochakuten Tendinitis calcarea kann eine zusätzliche Injektion im Glenohumeralgelenk sehr hilfreich sein (Löffler, 2011, S. 62-63). Es muss unter allen Umständen vermieden werden, die Injektion in die Sehne zu setzen (Nowotny, 2018, S. 388).

##### *Physikalische Therapie*

Die physikalische Therapie besteht meistens aus Kälte und selten aus Wärme oder aus Elektrotherapie. Bei der Elektrotherapie werden Ultraschall und Stoßwellen verwendet.

Der Ultraschall wird als Iontophorese gebraucht, damit Medikamente in Salbenform lokal und besser aufgenommen werden. Die Stoßwellentherapie hilft besonders gut bei Tendinitis Calcarea (Löffler, 2011, S. 63).

Trigger Points Dry Needling in Kombination mit Übungsprogrammen hat eine hohe Evidenz für die Steigerung der Lebensqualität von Patienten mit SAIS (Arias-Buria, 2018, S. 2336-2337).

Die Elektrotherapie wie Ultraschall, Laser oder Stoßwellen haben kein Nutzen für die Behandlung des Impingement-Syndroms gezeigt (Pieters, 2020, S. 139).

##### *Krankengymnastik und Manuelle Therapie*

Beim funktionellen Impingement-Syndrom ist die Krankengymnastik die einzige kausale Therapie. Haltung, Beweglichkeit, Stabilität, Kraft und Koordination werden dabei trainiert.

Die Maßnahmen haben als Ziel den subacromialen Raum zu entlasten, die verkürzten Strukturen zu dehnen, die eingeschränkte Beweglichkeit zu verbessern, die reflektorisch gehemmte Rotatorenmanschette zu aktivieren, die stabilisierende Schulterblattmuskulatur zu kräftigen und die verkürzte dorsale Kapsel zu mobilisieren.

Beim Impingement-Syndrom werden vier Hauptstörungen in der Funktion ursächlich gemacht und diese Störungen können mit der Krankengymnastik zielgerecht beeinflusst werden:

- Fehlhaltung mit Hyperkyphose im Bereich der Brustwirbelsäule
- Hypermobilität aufgrund einer Hyperlaxität
- Verkürzung der dorsalen oder kaudalen Kapsel
- Muskuläre Dysbalance des Schulterkomplexes

Das mechanisch bedingte Impingement-Syndrom kann manchmal auch gut mit der Krankengymnastik behandelt werden, denn mit der Kräftigung des kaudalisierenden Muskel der Rotatorenmaschette kann mehr Platz im subacromialen Raum geschaffen werden. Die Haltung kann verbessert werden und das Dehnen der kaudalen Kapsel und des deltoideus und Trapezius ermöglichen mehr Kaudalisierung des Humeruskopfes (Löffler, 2011, S. 63).

Um den subacromialen Raum zu entlasten, werden Übungen, die Adduktoren und Extensoren aktivieren, wie das Rudern durchgeführt. In der akuten Phase eignen sich Pendelübungen mit etwas Gewicht zur Entlastung des subacromialen Raums besonders gut (Waldner-Nilsson, 2013, S. 28).

Bei einer vermehrten Kyphose der Brustwirbelsäule sind die vorderen Strukturen verkürzt, diese werden manuell gedehnt, die Schulter werden nach hinten und unten geführt und die Stabilisatoren des Schulterblatts werden gekräftigt, dann wird die ventrale Kopflage korrigiert und schließlich, wenn die Haltung optimal ist, werden die Muskel der Rotatorenmaschette gekräftigt (Löffler, 2011, S. 63).

Die Rotatorenmaschette ist beim Impingement-Syndrom reflektorisch gehemmt und soll wieder aktiviert und gekräftigt werden. Dabei müssen die oberflächlichen Muskeln, wie Latissimus, pectoralis Major, Bizeps und Trizeps entspannt bleiben und gezielt die Rotatorenmanschette aktiviert werden (Waldner, 2013. S. 28).

Das Kräftigen kann mit dem Theraband, mit Gewichten oder Maschinen durchgeführt werden. Liegestütze sind eine gute Möglichkeit zur Kräftigung der stabilisierenden Muskulatur des Schulterblatts.

Oft müssen zuerst Blockaden und Verspannungen im Bereich des Brustkorbs gelöst werden.

Bei Instabilitäten wird für mehr Stabilität gesorgt. Die Muskeln Serratus und Rhomboideus, die für eine Stabilisierung des Schulterblatts sorgen sowie die Muskeln der Rotatorenmanschette werden für eine optimale Schulterstabilität gekräftigt. Der Patient lernt die Übungen mit dem

Therapeuten und führt sie nachher täglich selbständig durch. Als Hilfsmittel eignen sich elastische Bänder sehr gut.

Wurfdisziplinen, Racket, Kraul und Delphinschwimmen sind während der Rehabilitation untersagt (Löffler, 2011, S. 64).

Die Beweglichkeitseinschränkungen sollen anhand von manuellen Mobilisationen verbessert werden, vor allem Einschränkungen in der Außenrotation und Flexion, da sie negative prognostische Faktoren für die Behandlungsergebnisse darstellen (Nilsson, 2013, S. 29).

Für die Mobilisation der dorsalen Kapsel gleitet der Humeruskopf nach hinten, nach außen und etwas nach unten und der Patient spürt die Dehnung am Schultergelenk hinten. Um den Schmerz zu lindern, können Sehnenquerfraktionen für den Supraspinatus und Infraspinatus gemacht werden. Ein isometrischer Widerstandstest wird als Erstbefund durchgeführt, dann eine Querfraktion zwischen 30 und 120 Sekunden. Bei einer Reduzierung des Schmerzes im Wiederbefund werden zwei weitere Querfraktionen nach vier und nach sechs Minuten durchgeführt (Waldner-Nilsson, 2013, S. 27).

#### 4.1. Therapie nach FBL

Basierend auf den Untersuchungsergebnissen und dem Potenzial vom Patienten wird die Therapie in Kooperation diesem geplant. Die Beziehung zwischen Therapeuten und Patienten wird auf einer respektvollen Basis aufgebaut und der Patient wird aktiv in den Therapieverlauf miteinbezogen (Suppé & Bongartz, 2013, S. 4).

Bei diesem Kapitel werden die verschiedenen Therapiemodalitäten basierend auf dem Therapieziel dargestellt und mit zwei Beispielen von Patienteninformationen verdeutlicht.

##### 4.1.3. Behandeln von statischen Abweichungen

###### *Haltungsschulung*

Bei der Haltungsschulung geht es darum, dass der Patient lernt seine Statik zu verbessern und zu kontrollieren, dabei ist es wichtig, dass Becken, Brustkorb und Kopf eine gerade Linie bilden. Manchmal müssen Muskelverspannungen oder TeilstEIFigkeit zuerst beseitigt werden, um eine gerade Haltung zu erzielen.

Als gute Strategie, um eine Haltungskorrektur zu erzielen ist das Observieren der Körperabstände. Der Patient beobachtet, wie sich die Distanz zwischen zwei Abständen verändert z.B. Abstände zwischen Incisura jugularis und Kinnspitze, zwischen Processus xiphoideus und Bauchnabel oder zwischen Bauchnabel und Symphyse.

Eine weitere Strategie ist das Ertasten der Muskulatur am Bauch und am Rücken, während sich die Körperlängsachse nach vorne oder nach hinten neigt (Suppé & Bongartz, 2013, S. 69).

###### *Entlastungsstellungen*

Dabei geht es um Tipps, die dem Patienten im Alltag behilflich sind, wenn er eine Abweichung der Konstitution hat, wie Abduktionssyndrom oder + Armgewicht

In sitzender Position kann der Patient seinen Unterarmen auf der Armlehne oder auf den Tisch ablegen und wenn er steht, kann er einfach seine Hände in die Kleidertasche stecken (Suppé & Bongartz ,2013, S. 69).

#### 4.1.4. Behandeln von Hyper- und Hypomobilitäten

##### *Mobilisierende Maßnahmen*

##### **Wiederlagernde Mobilisation im Schultergelenk**

Der häufigste Ausweichmechanismus im Körperabschnitt Arme ist die frühzeitige Elevation des Schultergürtels bei der Armelevation ab 90°. Um Ausweichmechanismen zu vermeiden, muss der Patient Bewegungen zwischen Schulter und Schultergürtel unterscheiden können. Dank der widerlagernden Mobilisation des Schultergürtels lernt der Patient diese Bewegungen wahrzunehmen und zu vermeiden.

Die Seitenlage auf der gesunden Schulter eignet sich besonders gut dafür, denn das oben liegende Schulterblatt als proximaler Gelenkpartner kann sehr gut auf dem Brustkorb verschoben werden. Dabei müssen die Körperabschnitte Becken, Brustkorb und Kopf in die Körperlängsachse eingeordnet sein.

In der Schmerzphase können Bewegungen des proximalen Gelenkpartners sehr angenehm sein und dadurch wird im Normalfall kein Schmerz provoziert.

Der Therapeut achtet auf eine gute Zentrierung des Humeruskopfs, er grenzt die weiterlaufende Bewegung auf das Glenohumeralgelenk und verhindert die weiterlaufenden möglichen Bewegungen des Brustkorbs. Das Schulterblatt befindet sich in der 0-Stellung, das heißt, eine Retraktion oder eine Protraktion muss korrigiert werden.

Die Mobilisationsamplitude wird bei jeder Situation angepasst, z.B. wenn die Schulter schmerzhaft ist, wird unter der Schmerzgrenze mobilisiert, um keine additionalen Reize zu setzen. Bei Verkürzungen und Verklebungen der Strukturen wird endgradig und langsam mobilisiert, und bei der arthrotischen Schulter werden größere Amplituden empfohlen.

Wir nehmen zwei Beispiele für die widerlagernde Mobilisation bei einer Einschränkung in der Flexion und Abduktion:

Eine Beweglichkeitseinschränkung in der Flexion ist oft mit einer Einschränkung der Außenrotation begleitet und deshalb wird auch die Außenrotation widerlagernd mobilisiert.

Ein Hinweis auf eine eingeschränkte Außenrotation ist, wenn ab 90° Flexion des Armes der Olekranon nach lateral schaut (Spirgi-Gantert, 2009, S. 94-95).

Speziell beim Impingement-Syndrom ist eine Abduktion mit Kaudalgleiten sinnvoll. Der Patient liegt auf dem Rücken und der Therapeut stellt den Arm in Abduktion ein, die proximale Hand liegt auf dem Humeruskopf und die distale Hand medial am Humerus. Es wird über eine Drehpunktverschiebung des Schultergelenks nach kaudal/lateral und gleichzeitig der Arm in Abduktion gebracht. Die proximale Hand lässt zusätzlich den Humeruskopf nach kaudal gleiten, um mehr Platz im subacromialen Raum zu schaffen. Um ein Dehneffekt der Gelenkkapsel zu ermöglichen, wird der Arm in die Außenrotation gebracht und endgradig mobilisiert (Spirgi-Gantert, 2009, S. 97).

### **Mobilisierende Massage**

Wenn die Muskulatur bei Haltungsdefiziten fallverhindernd arbeiten muss, entstehen Verspannungen der oberflächlichen Muskulatur. Die mobilisierende Massage hilft die Verspannung der oberflächlichen Muskulatur zu lösen und die tiefe Muskulatur zu aktivieren. Sie verbessert die Durchblutung des Gewebes, normalisiert den Tonus, verbessert die Verschieblichkeit des Bindegewebes, schult die Koordination und verbessert die taktile und kinästhetische Wahrnehmung. Der Therapeut alterniert Annäherung und Dehnungsphasen. Die Muskulatur ist in der Annäherungsphase entspannt und wird da bearbeitet (Spirgi-Gantert, 2009, S. 121-122).

### **Hubfreie/hubarme Mobilisation des Schultergürtels auf dem Brustkorb**

Die hubfreie Mobilisation aktiviert die lokale Muskulatur, die die Feinregulation der Gelenke gewährleistet (Spirgi-Gantert, 2014, S. 170).

Hier wird das Prinzip der widerlagernden Mobilisation gebraucht. Die Hubfreie/hubarme Mobilisation hilft dem Patienten schrittweise die Bewegung selbst zu erlernen und weiter die Übungen zu Hause üben. Zuerst wird der Schultergürtel in Rückenlage mobilisiert, denn in Rückenlage ist die Muskulatur des Schultergürtels und Nackens sowie die Stabilisatoren der Brustwirbelsäule entlastet.

Für Abduktion und Adduktion des Armes kann hubfrei auf dem Rücken mobilisiert werden oder im Sitz hubarm mobilisiert werden, der Ellenbogen kann auf einem Ball, auf dem Oberschenkel oder auf einem Tisch gestützt sein. Um den Hub weiter zu steigern, kann im Stehen der Arm mit einem elastischen Band in Abduktion und Adduktion mobilisiert werden (Spirgi-Gantert, 2009, S. 42-46).

### *Stabilisation*

Die Stabilisation ist die Fähigkeit der Muskulatur Kontraktionen auf lange Dauer halten zu können und koordiniert arbeiten zu können.

Die Stabilisation für den Körperabschnitt Brustkorb bedeutet, die neutrale Stellung der Brustwirbelsäule bei Alltagsaktivitäten halten zu können, wie z.B. beim Bücken und besonders wichtig ist die Einhaltung der Körperlängsachse beim Heben von schweren Lasten.

Die Stabilisation beim Körperabschnitt Arme wird in der Spielfunktion und in der Stützfunktion benötigt. In der Spielfunktion handelt es sich um die korrekte Aktivierung der Rotatorenmanschette und wie der Schultergürtel auf dem Brustkorb verankert ist.

In der Stützfunktion wird mittels Rotationssynergie der Arm stabilisiert (Suppé & Bongartz, 2013, S. 72).

#### 4.1.5. Neuromuskuläre Kontrolle

Die Muskelaktivität der Körperabschnitte weicht vom Idealen ab, wenn muskuläre Dysbalancen entstehen. Das Timing der Muskelrekrutierung kann gestört sein, einige Muskel werden inhibiert und andere verlangsamt aktiviert oder einige Muskeln verlieren ihre Entspannungsfähigkeit. Eine gute Kontraktion, Ausdauerfähigkeit und Entspannungsfähigkeit sind der Schlüssel für eine gute neuromuskuläre Kontrolle.

##### *Verbessern der Kontraktion und Ausdauerfähigkeit*

Wenn der Patient bei einer Arm-Elevation zu wenig Kraft hat, um den Arm oben zu halten, spricht man von einer aktiven Insuffizienz der Armflexoren in dieser Muskellänge.

Um die Kraft zu verbessern, muss in der maximalen Annäherung geübt werden. Der Therapeut sucht eine Ausgangsposition aus, in der der Patient unter Hub noch gut trainieren kann. Z.B. bei der Endstellung des „klassischen Vierfüßlerstandes“.

##### *Verbessern der Entspannungsfähigkeit*

Bei einer mangelnden Entspannungsfähigkeit ist das globale System in der Regel oft verkürzt und dolent, dann ist die mobilisierende Massage sinnvoll, dadurch wird die Durchblutung verbessert. Betroffen sind hauptsächlich sternocleidomastoideus, trapezius pars descendens und levator Scapulae, pectoralis major und minor. Mobilisiert wird in der Verlängerungsphase.

Die therapeutische Übung „Seeigel-Goldfisch“ eignet sich besonders gut, um die Entspannungsfähigkeit der Extensoren der Schulter zu verbessern (Suppé & Bongartz, 2013, S. 73).

### **Ballübungen**

Die Ballübungen werden auf dem Prinzip „Reaktives Üben“ aufgebaut. Der Therapeut plant die gewünschte Bewegung, die als Gleichgewichtsreaktion erwartet wird (Spirgi-Gantert, 2012, S. 22).

Als Ballübungsbeispiele für den Körperabschnitte Arme und Brustkorb dienen „Seeigel/Goldfisch“, „Galionsfigur“, „die Schere“ sowie „Eslein streck dich“ (Spirgi-Gantert, 2012, S. 99/105/121).

#### 4.1.1. Fallbeispiele

Um das klinische Denken und Vorgehen bei der FBL zu verdeutlichen, wird anhand von zwei Patientenbeispielen die Untersuchungsdaten erhoben, das funktionelle Problem interpretiert und einen Therapieplan erstellt.

## **Patient 1**

- Ärztliche Diagnose

Subacromiales Impingement-Syndrom links

- Anamnese

Eine 36-jährige Patientin arbeitet als Kellnerin und Verkäuferin in einer gut besuchten Bäckerei am Bahnhof. Sie arbeitet seit 14 Jahren dort und wird vom Arbeitgeber sehr geschätzt. Sie geht zweimal täglich mit ihrem Hund spazieren. Sie leidet seit über fünf Monaten unter mechanischen Schmerzen an der linken Schulter, sie konnte aber keinen genauen Auslöser (z.B. Trauma) dafür nennen. Sie war noch nie in der Therapie wegen Schulterschmerzen. Sie arbeitet Vollzeit und hatte vor allem bei Arbeiten über den Kopf phasenweise, dumpfe Schmerzen im Bereich des linken M. deltoideus ohne Ausstrahlung in den Arm. Keine bildgebende Diagnostik an der Schulter hat bis heute stattgefunden. In letzter Zeit waren die Schmerzen auch im Alltag bei aktiver Elevation spürbar. In der Nacht hatte sie keine Schmerzen. Sie wollte unbedingt schnell wieder arbeiten können, und war sehr besorgt, dass die Beschwerden nicht mehr weggehen und dass sie ihren Beruf in der Bäckerei nicht mehr ausüben kann.

Die Patientin leidet schon seit Jahren unter Depressionen und nimmt Antidepressiva und sie schätzt ihren Zustand als stabil ein.

- **Untersuchungsergebnisse der Struktur und Funktion**

### **Konstitution**

++Eversion Ferse links mehr als rechts

+Valgus Knie links mehr als rechts

+ Beckenbreite

++Oberarmlänge

## **Beweglichkeit**

### Wirbelsäule

-LWS Flexion

-BWS Extension

### Humeroskapulargelenk links

Aktiv:

Abduktion nicht eingeschränkt, aber schmerzhaft

Innenrotation eingeschränkt und schmerzhaft

Passiv:

Innenrotation 30° Einschränkung im Vergleich zu rechts

### Skapulothorakalgelenk

--Die Retraktion ist auf beiden Seiten eingeschränkt links mehr als rechts

-Dorsalrotation

## **Statik**

Von der Seite

+LWS Lordose

+ Ventrale Translation Brustkorb

+ Ventraltranslation des Kopfs

Von vorne/hinten

+Schulterhochstand links

++Tonus Infraspinatus/Teres minor

++Kranialstand Humeruskopf

++Ventralstand Humeruskopf

+Dorsalrotation links

### **Sitzstatik**

++lumbaler Tonus

### **Funktionelle Atmung**

Verminderte kostale Beweglichkeit

Einsetzen der Atemhilfsmuskulatur beim Einatmen

*Untersuchungsergebnisse des Bewegungsverhaltens*

### **Weiterlaufende Bewegungen**

In der Spielfunktion zeigt sich eine frühe weiterlaufende Bewegung des Schultergürtels, die aufgrund der verminderten Extension der Brustwirbelsäule, die Lendenwirbelsäule in Form einer Hyperlordose erfasst.

Bei der Elevation des Armes in der sagittalen Ebene weicht dieser in eine Abduktion aus, was auf eine geringe proximale Stabilisation hindeutet.

### **Muskelaktivitäten**

Bei der Stützfunktion können die Körperabschnitte Kopf, Brustkorb und Becken nicht in der Körperlängsachse eingeordnet bleiben, was auf eine eingeschränkte dynamische Stabilisation der Brustwirbelsäule hindeutet.

Bei der Stützfunktion ist die Rotationssynergie mangelhaft, denn das Gewicht des Brustkorbs hängt links durch und kann nicht vom Arm gehalten werden, der Ellbogen ist passiv übergestreckt und die pronatorische Verschraubung an der linken Hand fehlt.

Die Ökonomie der Schultergürtelmuskulatur ist durch eine Abduktionsaktivität gestört.

Die Aktivität bei Überkopfarbeit der Schulterflexoren, Abduktoren und Außenrotatoren ist nicht ausreichend und daher wird die Muskulatur des Schultergürtels immer eingesetzt, was zu Dauerspannung des M. infraspinatus, M. Teres minor und häufig auch der M. Trapezius pars. Descendens führt.

Der Ventralstand des Humeruskopfes verursacht zusätzlich eine muskuläre Dysbalance der Nacken-Muskulatur.

### **Gleichgewichtreaktionen**

Beim Tragen von Gewichten über Kopf vergrößert sie die Unterstützungsfläche und geht in eine Schrittstellung.

Beim Arbeiten weit vom Körper, um die Reichweite zu vergrößern wie beim Servieren, stützt sie sich mit links ab und der Brustkorb hängt durch, der Ellenbogen ist überstreckt, die Scapula ist ventralrotiert und hat keine optimale Kongruenz auf dem Brustkorb. Die Stützfunktion ist dadurch unökonomisch.

Bei der Spinnübung fehlet die Gleichgewichtreaktion des linken Armes.

### **Das funktionelle Problem (Interpretation der Befunde)**

Die Arbeit als Kellnerin/Verkäuferin erfordert eine gute Statik, da die Patientin den ganzen Tag stehen muss. Die Eversions-Stellung der Fersen und die valgische Stellung der Kniegelenke erschwert die Statik des Körperabschnitts Beine, der keinen stabilen Unterbau für den Körperabschnitt Brustkorb bietet.

Bei der Stützfunktion zeigt sich eine deutlich verminderte Stabilisationsfähigkeit des Schultergürtels auf dem Brustkorb, der Brustkorb hängt vor allem auf der linken Seite durch und der linke Ellenbogen kann sich nicht dynamisch stabilisieren. Die frühzeitige weiterlaufende Bewegung des Schultergürtels ist ein Hinweis auf eine Dezentrierung des Humeruskopfs, der zu kranial und ventral steht. Die Aktivität der Muskulatur bei Arbeiten über den Kopf ist nicht genügend und wird durch eine Elevation des Schultergürtels kompensiert.

Die +Armlänge ist beim Arbeiten weit vom Körper, wie beim Servieren bedeutsam und erklärt die Spannung im Bereich des Schulter-Nackens.

### **Therapieplanung**

Ziel der Patientin ist es, Überkopfbewegungen sowie rasche Rotationsbewegungen wieder ohne Angst machen zu können.

Die Therapie wird wie folgend geplant:

- Vorbereitend mobilisierende Massage des Schultergürtels zur Verbesserung der Durchblutung

- Widerlagernde Mobilisation in Abduktion mit Dorsalgleiten, um die dorsale Kapsel zu dehnen und somit die Innenrotation verbessern
- Entlastungsstellungen des Armes in Pakierfunktion
- Hubfreie Mobilisation der Brustwirbelsäule in Extension
- Progressive Steigerung der Hubbelastung zur Verbesserung der Spielfunktion bei Überkopfarbeiten
- Spinnübung zur Verbesserung der Gleichgewichtsreaktionen des linken Arms
- Albatros zur Verbesserung der Gleichgewichtsreaktionen des linken Arms und zur Stabilisierung der Körperlängsachse
- klassischer Vierfüßler zur Verbesserung der Stützfunktion und Kräftigung der schulterblattsstabilisierenden Muskulatur.
- Trippelphase zur Verbesserung der antizipatorischen Aktivierung der Rotationssynergie des Arms
- Pinguin zur Stabilisierung der Beinachse
- Wahrnehmung der Statik im Stand
- Trainingstherapie mit Fokus auf der Rumpfmuskulatur

## **Patient 2**

### *Ärztliche Diagnose*

Bilaterales Schulter-Impingement-Syndrom.

### *Anamnese*

Ein 53-jähriger Mann kam mit chronischen bilateralen Schmerzen in die Praxis. Der Patient ist Hausmeister und muss oft Arbeiten über dem Kopf erledigen. Der Schmerz war konstant da und hat sich mit der Bewegung verschlechtert. Er kann keinen Auslöser (z.B. Trauma) für die aktuelle Beschwerden nennen. Er ist gelernter Maler und hat früher auch als Maler gearbeitet. Schon damals hatte er phasenweise Schulterbeschwerden. In der Vergangenheit hat er immer, wenn der Schmerz schlimmer war, eine medikamentöse Therapie und Physiotherapie verschrieben bekommen. Letztere bestand aus Übungen zur Kräftigung der Rotatorenmanschette und Ultraschal. Die Schmerzen waren in der Nacht am stärksten. Der Patient war frustriert und wollte dieses Mal endlich, dass die Schulterbeschwerden für immer verschwinden.

### *Untersuchungsergebnisse der Struktur und Funktion*

#### **Konstitution**

+ +Frontotransversale Brustkorbdurchmesser

#### **Beweglichkeit**

Wirbelsäule:

--Extension mittlere und obere BWS

--Lateral Flexion nach links und nach rechts

--Rotation nach links und nach rechts

Humeroskapulargelenk

Aktiv:

Flexion 160° und ab 90° schmerzhaft

Abduktion ab 90° schmerzhaft

Außenrotation: eingeschränkt

Passiv:

Abduktion: ab 90° schmerzhaft

Skapulothorakalgelenk

--Retraktion

### **Statik**

Von der Seite

+Plantarflexion Oberesprunggelenk

+Extension Kniegelenk

++Bauchgewicht

++ BWS Kyphose

+Protraktion des Schultergürtels

+Ventralstand des Kopfes

Von vorne/hinten

Schulterhochstand rechts

### **Sitzstatik**

+ Sitzkyphose

### **Funktionelle Atmung**

Der Schultergürtel kommt beim Einatmen mit und die Atemhilfsmuskulatur wird eingesetzt.

*Untersuchungsergebnisse des Bewegungsverhaltens*

### **Weiterlaufende Bewegungen**

Aufgrund der mangelhaften Beweglichkeit im Schultergelenk, kommt es in der Spielfunktion des Armes frühzeitig zu einer weiterlaufenden Bewegung im Schultergürtel im Sinne einer

Elevation. Auch kommt es zu einer weiterlaufenden Bewegung des Brustkorbs in Lateralflexion und Extension der Lendenwirbelsäule.

Beim „Vierfüßler-Test“ zeigt sich durch eine Hyperextension im Ellenbogen eine verminderte Stabilisationsfähigkeit der Schulter und eine Rotation des Brustkorbs.

### **Muskelaktivitäten**

Aufgrund von den konstitutionellen Gegebenheiten von + frontotransversalem Brustkorbdurchmesser können die Arme nicht frei hängen, und es zeigt sich in der Spielfunktion eine übermäßige Aktivität des M. deltoideus, was die Dezentrierung des Humeruskopfs noch weiter verstärkt.

Beim „Klötzchenspiel“ als Test erhält der Patient 3/5, da die Abstände Incisura jugularis/Kinnspitze, Bauchnabel/processus xiphoideus, und Bauchnabel/Symphyse nicht gleich groß bleiben können, was auf eine geringe dynamische Stabilisation hindeutet.

Die Aktivität der Flexoren, Abduktoren und Außenrotatoren für die Erledigung der Arbeiten ist nicht ausreichend, um die Tätigkeiten über den Kopf zu erledigen.

### **Gleichgewichtreaktionen**

Bei der Spinnübung als Test erhält der Patient 2/5, denn der Arm wird nicht als Gegengewicht gesetzt.

### **Das funktionelle Problem:**

Die eingeschränkte Beweglichkeit im Brustwirbelbereich macht die dynamische Stabilisation des Brustkorbs unmöglich und somit bietet der Brustkorb keinen optimalen Unterbau für den Körperabschnitt Arme. Die Körperlängsachse kann nicht erhalten bleiben ohne dynamische Stabilisation.

Die Statik ist nicht ökonomisch, aufgrund der unstabilen Beinachse und des Bauchgewichts, was der Körperschwerpunkt nach vorne verlagert.

Die Arm-Beweglichkeit ist aufgrund der mangelhaften Beweglichkeit der Brustwirbelsäule eingeschränkt, denn es finden keinen weiterlaufenden Bewegungen im Brustwirbelsäulenbereich statt. Dieser Bewegungsdefizit wird mit einer vermehrten Lordose im Lendenwirbelsäulenbereich kompensiert.

In der Spielfunktion und besonders beim Arbeiten über Kopf muss genügend Beweglichkeit in allen beteiligten Gelenken vorhanden sein. Die Aktivität der Flexoren, Abduktoren und

Außenrotatoren muss ausreichend sein, was nicht der Fall ist. Das ventral stehende Kopfgewicht verursacht eine Hyperaktivität der globalen Muskeln: Trapezius pars descendens, levator scapulae, und sternocleidomastoideus.

Der Arm kann nicht als Gegengewicht gesetzt werden, was auf eine mangelhafte antizipatorische Reaktionsfähigkeit hindeutet.

Die funktionelle Atmung ist eingeschränkt aufgrund von der mangelhaften dynamischen Stabilisation im Brustkorbbereich.

### **Therapieplanung**

- Widerlagernde Mobilisation des Glenohumeralgelenks in Flexion, Abduktion und Außenrotation mit Kaudalgleiten.
- Hubfreie Mobilisation der BWS in Flexion und Extension aus Seitenlage
- Ballübung „Eslein streck dich“ zur Verbesserung der dynamischen Stabilität der BWS
- Ballübung „Gallionsfigur“ zur Verbesserung der Beweglichkeit der Brustwirbelsäule
- Seeigel zur Verbesserung der antizipatorischen Aktivierung der Muskulatur des Arms für eine ökonomische Stützfunktion.
- Klötzchenspiel zur Verbesserung der Einordnung der Körperabschnitte in die Körperlängsachse
- Übungen zur Verbesserung der Spielfunktion mit progressiver Steigerung des Hubs
- Mobilisierender Vierfüßler in Flexion/Extension, um die Wirbelsäule endgradig zu extendieren und die Extensoren der Wirbelsäule unter Hub maximal zu verkürzen.
- „Kurz und bündig“ zur Erhaltung der Körperlängsachse

## 5. Diskussion

Im Rahmen der Master-Thesis wurde analysiert, wie man das subacromiale Impingement-Syndrom konventionell untersucht und behandelt und wie man es nach dem FBL-Konzept macht. Dafür wurde deutsche und englische Literatur in Google-Scholar mit Schlüsselwörtern Shoulder pain, Impingent syndrom, cuff pain, Rotatorenmanschette, Therapie des Impingement-Syndroms gesucht.

Ziel dieser Studie ist die Analyse und der Vergleich der Untersuchung und Behandlung des subacromialen Impingement-Syndroms nach dem FBL-Konzept mit einer konventionellen Untersuchung und Behandlung mittels aktueller Literatur.

Das subacromiale Impingement-Syndrom ist eine sehr spezielle Diagnose mit unterschiedlichen Symptomen. Der Therapeut muss die Ursache des Impingement verifizieren, um zwischen einem reinen subacromialen Impingement-Syndrom oder strukturellem und funktionellem Impingement unterscheiden zu können, weil nur so kann er die richtige Behandlung auswählen (Trommer, 2006, S. 94-95).

Die neuromuskuläre Koordination spielt eine große Rolle bei der Entstehung in früheren Phasen des Impingements, diese neuromuskulären Komponenten können zu einer funktionellen Insuffizienz der Rotatorenmanschette und später strukturellen Veränderungen führen. (Trommer, 2006, S. 88)

Der Größenunterschied zwischen dem Humeruskopf und der Pfanne und die große Beweglichkeit des Schultergelenks erfordern eine proximale Stabilisation, damit der Humeruskopf in der Pfanne zentriert ist und damit sich der Arm in allen Richtungen bewegen kann. Dies wird hauptsächlich von der Rotatorenmanschette gewährleistet.

Die Ursache eines Impingement-Syndroms wird sehr kontrovers diskutiert. Neer hat im Jahr 1872 extrinsische Faktoren verantwortlich gemacht und heute werden eher intrinsische Faktoren ursächlich gemacht. In der aktuellen Literatur geht man davon aus, dass beide sich gegenseitig begünstigen.

Wenn die Stabilisation durch die Rotatorenmanschette nicht ausreichend ist, müssen passive Strukturen verhindern, dass sich der Humeruskopf nach kranial oder nach ventral dezentriert. Eine bedeutsame Struktur ist das Ligamentum coracoacromialis, denn bei schwacher Stabilisation durch die Rotatorenmanschette verhindert es die ventrale Dezentrierung des Humeruskopf. Durch den ständigen Zug auf das Ligamentum coracoacromialis entsteht eine Änderung der Akromionform in Grad III in Form eines degenerativen Prozesses.

Die Theorie der extrinsischen Kompression geht von einer Druckschädigung durch einen pathologischen Kontakt des Schulterdaches auf die Supraspinatus (SSP)-Sehne beim subacromialen Impingement-Syndrom aus.

Die intrinsische Theorie besagt, dass degenerative Prozesse in der Supraspinatussehne zu Defekten führen. Eine Schädigung der Rotatorenmanschette kann sekundär zu einer Einengung des subacromialen Raums und zur Entwicklung eines subacromialen Impingement-Syndroms

führen. Man geht heute davon aus, dass sich die beiden Pathomechanismen gegenseitig begünstigen.

Außerdem gibt es keine Evidenz für einen mechanischen Kontakt zwischen dem Akromion und der Supraspinatussehne bei Rotatorenmanschetteläsionen: Eine makroskopische Analyse hat gezeigt, dass die untere Seite des korakoacromialen Bogens eine Polsterung nachweist, die eine reibungsfreie Gleitbewegung der Supraspinatussehne ermöglicht. Die Supraspinatussehne besitzt die sogenannte „Critical Zone“ mit geminderter Durchblutung, was sie anfälliger für Läsionen macht. Studien haben gezeigt, dass Rupturen der Supraspinatussehne häufiger auf der tiefen Schicht der Sehne auftreten, die gar keine Reibung erlebt (Lohr, 1990, S.790).

Vorausgesetzt, dass die Ursache des subacromialen Impingement-Syndroms vielfältig sein kann und nicht nur das „Anstoßen“ des Humeruskopfs gegen das Schulterdach die Ursache der Beschwerden sind, spricht man heute eher vom subacromialen Schmerzsyndrom.

Die ICF-Klassifikation der Gesundheit der Weltgesundheitsorganisation, ICF, umfasst alle relevanten Bereiche einer Krankheit: Struktur und Funktion, Aktivität, und Partizipation sowie die Kontextfaktoren. Der Fokus bei der Untersuchung und der Behandlung variiert, denn konventionell steht der Fokus bei der Untersuchung und Behandlung bei der Struktur und Funktion, im Gegensatz dazu ist bei der FBL die eingeschränkte Aktivität der Fokus der Untersuchung und Behandlung.

Bei der klinischen Untersuchung konventionell werden klinische Tests angewendet, um das subacromiale Impingement-Syndrom zu diagnostizieren. Wichtig dabei ist es, die Enge im subacromialen Raum zu verdeutlichen. In der Literatur findet man verschiedene Studien, die die Spezifität von dem klinischen Test untersucht haben, die klassischen sind „painfull arc“, Hawkins & Kennedy und der Neer-Test. Die Kombination von zwei oder mehreren Tests erhöht die Aussagekraft für die Diagnostik des subacromialen Impingement-Syndroms. Andere Tests wie der Apprehension-Test bei Schulterinstabilitäten, der modifizierte Neer-Test bei Frozen shoulder oder der O-Brien-Test bei Tendinopathien der langen Bizepssehne, werden angewendet, um eine Differenzialdiagnostik zu ermöglichen.

Im Gegensatz dazu ist bei der FBL die Alltagsaktivität, mit welcher der Patient Mühe hat, die Priorität der Untersuchung und Behandlung. Der Therapeut kennt die hypothetische Norm für Haltung und Bewegung und anhand von Beobachtungskriterien und Funktionen der beteiligten Körperabschnitte, kann er leicht Abweichungen von der Norm erkennen.

In der bildgebenden Untersuchung sind neue Parameter für die Diagnose des Impingement-Syndroms der Schulter, wie der kritische Schulterwinkel (CSA), der eine Korrelation zwischen konstitutionellen Gegebenheiten und dem Risiko eines Impingement-Syndroms zu entwickeln. Denn ein offener Winkel von mehr als 33° erhöht das Risiko, ein Impingement-Syndrom zu bekommen.

In der FBL werden auch konstitutionelle Abweichungen von der Norm als Faktoren berücksichtigt, die die Entstehung eines Impingement-Syndroms begünstigen, wie der -

Schulterabstand, der + TP Abstand und der + frontotransversale Brustkorbdurchmesser, der die physiologische Stellung und Muskelaktivität des Schultergürtels erschwert.

Konventionell wird sich die Untersuchung bei der Schulter und der Halswirbelsäule begrenzen. In der FBL wird der Körper in seiner Ganzheit betrachtet, alle Körperabschnitte sind miteinander verbunden. Nur wenn alle Körperabschnitte ihre Funktionen angemessen erfüllen, kann das Bewegungsverhalten ökonomisch sein. Der Brustkorb muss den idealen Unterbau für die Körperabschnitte Arme und Kopf sein und über eine ausreichende dynamische Stabilität verfügen. Je nach Bewegungsgröße können alle Körperabschnitte beteiligt sein, manchmal überspringt die Weiterlaufende einen Drehpunkt, wenn dort Beweglichkeitseinschränkungen bestehen.

Die Testbatterie bei der FBL, um die motorische Kontrolle zu prüfen, untersucht die Funktionen der Körperabschnitt Arme während seiner normalen Funktion, wie bei der Stützfunktion „Vierfüßler“ oder der „Spielfunktion etwas Greifen“ und so kann die eingeschränkte Fähigkeit gezielt trainiert werden.

Ziel der FBL ist es die Ursache des Schmerzes zu erkennen und eine optimale Anpassung des Bewegungsverhaltens an den Alltag zu finden.

In der FBL hat der Therapeut Werkzeuge, um bei irgendeiner Aktivität eine Vorstellung zu bilden, wie sie im Idealfall aussehen soll. Mit den beschriebenen Funktionen der Körperabschnitte und den Beobachtungskriterien ist der Therapeut in der Lage, Abweichungen von der Norm leicht zu identifizieren und die Einschränkung genau zu beschreiben, welche Funktion eingeschränkt ist, welche weiterlaufende Bewegung nicht stattgefunden hat, welche Muskelaktivität mangelhaft ist und die ökonomische Durchführung einer Aktivität erschwert.

Bei der klinischen Untersuchung der Beweglichkeit wird konventionell die passive Beweglichkeit von allen Schultergelenken geprüft. Dabei werden auch die Schultergürtelgelenke miteinbezogen.

In der FBL hingegen wird die Beweglichkeit widerlagernd untersucht, was genauere Auskunft über das Bewegungsausmaß im glenohumeral und Auskunft über osteokinematische Bewegungen innerhalb vom Gelenk gibt.

Die Qualität der Bewegung wird konventionell mit der Inspektion von Skapulabewegungen bei der Armelevation beurteilt.

Bei einer Studie wurde nachgewiesen, dass eine primäre Koordinationsstörung der Muskulatur schon in früheren Phasen des Impingement-Syndroms entsteht, was für eine schlechte Bewegungsqualität verantwortlich ist. Die FT-Muskelfasern im Supraspinatus und Deltoideus, die für eine schnelle Muskelreaktion verantwortlich sind, werden geringer (Gansen, 2020, S. 70). In der FBL erkennt man die Qualität einer koordinierten Bewegung am idealen Erscheinungsbild, denn es wird anhand von Beobachtungskriterien von Ebenen und Distanzpunkten objektiv bei jeder aktiven Bewegung die Bewegung der Distanzpunkte mit der hypothetischen Norm verglichen. Außerdem kann mit den Funktionstest die Qualität der Funktionen beurteilt werden, z.B. die Qualität der Stützfunktion beim Vierfüßlertest, die

antizipatorische Aktivierung der Schulter bei der Trippelphase, die Qualität der Spielfunktion bei „nach etwas Greifen“ oder Gleichgewichtsreaktionen beim Arbeiten weit vor dem Körper oder Arbeiten über dem Kopf.

Die Spielfunktion ist die wesentliche Funktion des Körperabschnitts Arme, das Schultergelenk muss über eine gute proximale Stabilisation verfügen, damit sich die Hand in alle Richtungen bewegen kann. Dafür muss nicht nur das Schultergelenk genügend Beweglichkeit haben, sondern auch alle Gelenke der Körperabschnitte Arme und Brustkorb.

Mit den Erkenntnissen der FBL können Koordination und motorische Kontrolle besonderes gut untersucht und behandelt werden.

Die operative Behandlung des subacromialen Impingement-Syndroms ist die subacromiale Dekompression, die als Ziel die Erweiterung des subacromialen Raums durch Resektion des vorderen Teils des Akromions, das Akromion vom Typ III in Typ I oder II reduzieren, die Entfernung des Ligamentum coracoacromialis oder eine Reparatur einer Rotatorenmanschettenruptur hat. Die Akromioplastik macht nur bei einem Outlet-Syndrom Sinn. Für ein Non-Outletsyndrom ist die konservative Therapie sinnvoll. Bei Menschen mit schmerzhaftem subacromialem Impingement-Syndrom zeigt sich, dass die operative subacromiale Dekompression hinsichtlich Schmerzen, Funktionalität oder gesundheitlicher Lebensqualität keine klinisch relevanten Vorteile gegenüber einem Placebo bietet. (Bäck,2021, S.6)

Die beste konservative Behandlungsmodalität ist die aktive Therapie. Die manuelle Therapie hilft als begleitende Therapie für Übungen, um den Schmerz zu reduzieren. Bei der Elektrotherapie wie Ultraschall, Laser oder Stoßwellen fehlt die Evidenz (Pieters, 2020, S. 139).

Dry Needling in Kombination mit Übungsprogrammen hat eine hohe Evidenz für die Steigerung der Lebensqualität von Patienten mit SIS (Arias-Burria, 2018, S. 2336-2337).

In der Literatur gilt beim subacromialen Impingement-Syndrom als Behandlungsmaßnahme die aktive Krankengymnastik als wirksamer gegenüber einer passiven Therapie, wobei die manuelle Therapie kombiniert mit aktiver Krankengymnastik bessere Resultate gezeigt hat als Krankengymnastik allein.

Fünf relevante Studien, die den Effekt von Akromioplastie im Vergleich zu anderen Maßnahmen untersucht haben, sind: Ginn & Cohen, 2005, Ketola, 2009, Ketola, 2013, Lomnardi, 2018, Ludwig & Borstad 2003, Mahenout, 2013. Alle fünf Studien waren für eine Kräftigung der Rotatorenmaschette und drei von fünf Studien für die Kräftigung der Schulterblattstabilisierenden Muskulatur. Zwei waren für das Dehnen des Pectoralis minor und der dorsalen Kapsel mit den Übungen „Cross arm stretch“ und „sleeper stretch“. Das Übungsprogramm kann eine Dauer zwischen drei und zwölf Wochen haben.

Es gab keinen Unterschied, ob das Heimprogramm mit oder ohne Supervision eines Therapeuten durchgeführt wurde (Abdullah, 2015, S. 652-653).

Die Übungen beim subacromialen Impingement können Kräftigungsübungen in offener oder geschlossener Kette oder Übungen zur Verbesserung der Beweglichkeit sein. Diese Übungen

können die Symptomatik kurzfristig verbessern und die Lebensqualität steigern (Heron, 2017, S.168)

Der Krafttraining für die Rotatorenmanschette und die schulterblattstabilisierende Muskulatur haben beim subacromialen Impingement mehr Effekt gezeigt als globales Krafttraining (Holmgren, 2012, S.3).

Bei der FBL sind die Übungen nicht nur zum Behandeln gedacht, sondern auch zum Untersuchen oder um die erreichten Fortschritte zu beurteilen.

## 6. Schlussfolgerungen

Das subacromiale Impingement-Syndrom beschreibt die pathologische Enge des subacromialen Raums. Die Genese ist multifaktoriell und kann unter anderem eine Fehlsteuerung der Rotatorenmanschette oder eine primäre Tendinopathie sein. Es ist für die Diagnostik wesentlich zu prüfen, ob es sich um eine strukturelle oder um eine funktionelle Ursache handelt, denn nur so kann die richtige Behandlung ausgewählt werden.

In früheren Stadien des subacromialen Impingement-Syndroms sind neuromuskuläre Komponenten in der Rotatorenmanschette für seine Entstehung verantwortlich und diese führen später zu strukturellen Veränderungen als degenerativer Prozess.

Um das subacromiale Impingement konventionell zu untersuchen werden vier klassische Tests, der „painfull arc“, der Neer-Test, der Hawkins & Kennedy Test und der Infiltrationstest verwendet. Die Tests können allein oder kombiniert eingesetzt werden, um die Aussagekraft zu erhöhen.

Als bildgebende Untersuchung ist das konventionelle Röntgen die Basisuntersuchung, um ein strukturelles Impingement zu diagnostizieren. Das MRT ist die beste Untersuchungsmethode, denn es ermöglicht, zwischen einem intrinsischen und extrinsischen Impingement zu differenzieren.

Mit den Erkenntnissen der FBL wird ganzheitlich untersucht, um die Ursache für die Entstehung des subacromialen Impingement zu identifizieren, die Bewegungsdiagnose erklärt die funktionellen Zusammenhänge, die für die Entstehung des Impingement-Syndroms verantwortlich sind und die konstitutionellen Gegebenheiten, die für eine Chronifizierung verantwortlich sein können. Anhand der Testbatterie kann der Körperabschnitt während seiner normalen Funktionen (Spielfunktion, Stützfunktion und Reaktionsfähigkeit) beurteilt werden und somit kann die Koordinationsstörung erkannt werden. Die Untersuchungstests dienen gleichzeitig auch als therapeutische Übungen zur Behandlung dieser Funktionsstörung.

In den meisten Fällen handelt sich um ein funktionelles Impingement und da ist die konservative Therapie am sinnvollsten. Die Akromioplastik macht ausschließlich Sinn beim strukturellen Impingement.

Die Krankengymnastik hat laut der aktuellen Literatur die beste Evidenz und ihr Effekt wird in Kombination mit manueller Therapie gesteigert. Sie verfolgt das Ziel, die neuromuskuläre Steuerung der Rotatorenmanschette wiederherzustellen und die schulterblattstabilisierende Muskulatur für einen ökonomischen humeroskapulären Rhythmus zu kräftigen. Die Behandlungsdauer kann zwischen drei und zwölf Wochen variieren und das Übungsprogramm kann mit oder ohne Supervision eines Therapeuten durchgeführt werden. Die Rumpfstabilität im Brustwirbelsäulenbereich hat eine Korrelation mit Schulterschmerzen. Die medikamentöse Therapie hilft, die Entzündung zu behandeln.

Die gewonnen Erkenntnisse können in der physiotherapeutischen Praxis dazu genutzt werden, die Schulter aus funktioneller Sicht zu untersuchen und zu behandeln. Die FBL „Functional Kinetics“ ergänzt die konventionelle Untersuchung und Behandlung, indem sie die

funktionellen Zusammenhänge erklärt, die für die Entstehung verantwortlich sind und einen kohärenten Therapieplan erstellt.

## **Danksagung**

Ich möchte mich bei all jenen bedanken, die mich im Laufe meines Masterstudiengang unterstützt haben.

Ein besonderer Dank gilt meinen Eltern, Souad Maya Skalli-Cherif und Omar Chouikh, die mich jahrelang bestmöglich unterstützt haben. Dem unermüdlichen Einsatz von Alaa Kherraf als Babysitterin und meinem besten Freund Tristan Armanini, der meine Kinder immer wieder am Wochenende betreut hat, habe ich es zu verdanken, dass ich die Arbeit schreiben konnte.

Auch möchte ich mich ganz herzlich bei meinem Betreuer Prof. Dr. med. Niklaus F. Friederich für die wertvollen Ideen und Anregungen zu dieser Thematik und für die Begleitung während dieser Zeit bedanken.

Zum Schluss gilt ein großes Dankeschön dem Studiengangleiter Andreas Bertram für die tatkräftige Unterstützung und für die wertvollen Ideen und Anregungen zu dieser Thematik und für die Begleitung während dieser Zeit.

## Literaturverzeichnis

Abdulla, S. Y., Southerst, D., Côté, P., Shearer, H. M., Sutton, D., Randhawa, K., ... & Taylor-Vaisey, A. (2015). Is exercise effective for the management of subacromial impingement syndrome and other soft tissue injuries of the shoulder. systematic review by the Ontario Protocol for Traffic Injury Management (OPTIMA) Collaboration. *Manual therapy*, 20(5), 646-656.

Arbeiten auf Schulterniveau kaum noch möglich. (2021). *Der Orthopäde*, 50, 222–230.

Arias-Buría, J. L., Martín-Saborido, C., Cleland, J., Koppenhaver, S. L., Plaza-Manzano, G., & Fernández-de-Las-Peñas, C. (2018). Cost-effectiveness evaluation of the inclusion of dry needling into an exercise program for subacromial pain syndrome : evidence from a randomized clinical trial. *Pain Medicine*, 19(12), 2336-2347.

Bäck, M., Paavola, M., Aronen, P., Järvinen, T. L. N., & Taimela, S. (2021). Return to work after subacromial decompression, diagnostic arthroscopy, or exercise therapy for shoulder impingement: a randomised, placebo-surgery controlled FIMPACT clinical trial with five-year follow-up. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 22(1). <https://doi.org/10.1186/s12891-021-04768-7>

Beickert, R., et al. "Begutachtung des Rotatorenmanschettenschadens der Schulter nach Arbeitsunfällen." *Trauma und Berufskrankheit* 18.3 (2016): 222-247.

Beirer, M., Imhoff, A. B., & Braun, S. (2017). Impingement-Syndrome der Schulter. *Der Orthopäde*, 46(4), 373-386.

Bertram, A.M. (2011). FBL Klein Vogelbach Functional Kinetics. Ein klinisch-wissenschaftliches Konzept. *Physiotherapie med*, 6, 5-10.

Brunner, U. (2014). Posttraumatische Rotatorenmanschettenläsionen. *Trauma und Berufskrankheit*, 16(2), 146-151.

Buckup, J., Stein, T., Hirsch, K., & Welsch, F. (2019). Klinische und radiologische Untersuchung der Schulter. *Orthopädie und Unfallchirurgie up2date*, 14(02), 207-226.

Burkart, A., & Imhoff, A. B. (2013). 1 Ätiologie und Therapie 4 des Impingementsyndroms. *Schulterinstabilität—Rotatorenmanschette: Arthroskopische und offene Operationstechniken bei Schulterverletzungen des Sportlers Endoprothetik*, 163.

Burkart, A., & Imhoff, A. B. (1999). Ätiologie und Therapie des Impingementsyndroms an der Schulter. In *Schulterinstabilität—Rotatorenmanschette* (pp. 163-171). Steinkopff, Heidelberg.

Chester, R., Jerosch-Herold, C., Lewis, J., & Shepstone, L. (2018). Psychological factors are associated with the outcome of physiotherapy for people with shoulder pain : a multicentre longitudinal cohort study. *British journal of sports medicine*, 52(4), 269-275.

Dillenburger, B. (2019). Schulterpatienten erfolgreich therapieren—ein Fallbeispiel. *manuelletherapie*, 23(04), 168-174.

Echtermeyer, V., & Bartsch, S. (2005). *Praxisbuch Schulter: Verletzungen und Erkrankungen systematisch diagnostizieren, therapieren, begutachten; 10 Tabellen*. Georg Thieme Verlag.

- Echtermeyer, V. (2001). Systematisierte klinische Untersuchung des Schultergelenks. *Trauma und Berufskrankheit*, 3(4), S507-S511.
- Fall, D. Operative oder konservative Behandlung bei Impingement der Rotatorenmanschette. führt der Untersucher, F. G. (2012). Beurteilung des Tests. *Treten Schmer*. Deutsche Vereinigung für Schulter-und Ellenbogenchirurgie (DVSE) e. V., 30(806), 55.
- Gansen, H. K. (2002). Die neuromuskuläre Insuffizienz der Rotatorenmanschette als Ursache des funktionellen Impingements-muskelbiopsische Untersuchungen am Schultergelenk. *Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete*, 140(01), 65-71.
- Garving, C., Jakob, S., Bauer, I., Nadjar, R. & Brunner, U. H. (2017). Impingement Syndrome of the Shoulder. *Deutsches Arzteblatt international*, 114(45), 765–776.
- Ginn, K., & Cohen, M. (2005). Exercise therapy for shoulder pain aimed at restoring neuromuscular control : a randomized comparative clinical trial. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 37(2), 115-122.
- Guosheng, Y., Chongxi, R., Guoqing, C. et al. The diagnostic value of a modified Neer test in identifying subacromial impingement syndrome. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 27, 1063–1067 (2017)
- Harnoss, T. (2021). 46/m–Arbeiten auf Schulterniveau kaum noch möglich. *Der Orthopäde*, 50(1), 222-230.
- Hedtmann, A., and G. Heers. "Imaging in evaluating rotator cuff tears." *Der Orthopade* 36.9 (2007): 796-809.
- Heron, S. R., Woby, S. R., & Thompson, D. P. (2017). Comparison of three types of exercise in the treatment of rotator cuff tendinopathy/shoulder impingement syndrome: A randomized controlled trial. *Physiotherapy*, 103(2), 167-173.
- Holmgren, T., Hallgren, H. B., Öberg, B., Adolfsson, L., & Johansson, K. (2012). Effect of specific exercise strategy on need for surgery in patients with subacromial impingement syndrome : randomised controlled study. *Bmj*, 344.
- Holschen, M., & Agneskirchner, J. D. (2017). Schmerzhaftes Bizepssehne im Verlauf des Lebensalters. *Arthroskopie*, 30(3), 207-215.
- Hüter-Becker, A., Dölken, M., Schnitzler, A., Gay, R., Klein, D., Laube, W., Schomacher, J. & Voelker, B. (2004). *Biomechanik, Bewegungslehre, Leistungsphysiologie, Trainingslehre* (1., Aufl.). Thieme.
- Imhoff, A. B., & Feucht, M. J. (Eds.). (2017). *Atlas sportorthopädisch-sporttraumatologische Operationen*. Springer-Verlag.
- Innocenti, T., Ristori, D., Miele, S., & Testa, M. (2019). The management of shoulder impingement and related disorders: a systematic review on diagnostic accuracy of physical tests and manual therapy efficacy. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 23(3), 604-618.

- Ketola, S., Lehtinen, J. T., & Arnala, I. (2017). Arthroscopic decompression not recommended in the treatment of rotator cuff tendinopathy: a final review of a randomised controlled trial at a minimum follow-up of ten years. *The bone & joint journal*, 99(6), 799-805.
- Ketola, S., Lehtinen, J., Rousi, T., Nissinen, M., Huhtala, H., Kontinen, Y. T., & Arnala, I. (2013). No evidence of long-term benefits of arthroscopic acromioplasty in the treatment of shoulder impingement syndrome: five-year results of a randomised controlled trial. *Bone & joint research*, 2(7), 132-139.
- Ketola, S., Lehtinen, J., Arnala, I., Nissinen, M., Westenius, H., Sintonen, H., ... & Rousi, T. (2009). Does arthroscopic acromioplasty provide any additional value in the treatment of shoulder impingement syndrome? A two-year randomised controlled trial. *The Journal of bone and joint surgery. British volume*, 91(10), 1326-1334.
- Klein-Vogelbach, S. (1990). *Funktionelle Bewegungslehre*. Springer
- Konrads, C., & Rudert, M. (Eds.). (2018). *Klinische Tests und Untersuchung in Orthopädie und Unfallchirurgie* (pp. 175-181). Springer.
- Kühlwetter, K., Lehmann, M., & Gokeler, A. (2007). *Schulter-Schluss: Aktiv gegen den Schulterschmerz*. Springer-Verlag.
- Löffler, L. (2011). *Konservative Therapie von subakromialem Impingement, Rotatorenmanschettenruptur und Omarthrose*.
- Löhr, J. F., & Uhthoff, H. K. (2007). Epidemiologie und Pathophysiologie der Rotatorenmanschettenrupturen. *Der Orthopäde*, 36(9), 788-795.
- Lohr, J. F., & Uhthoff, H. K. (1990). The microvascular pattern of the supraspinatus tendon. *Clinical orthopaedics and related research*, (254), 35-38.
- Ludewig, P. M., & Borstad, J. D. (2003). Effects of a home exercise programme on shoulder pain and functional status in construction workers. *Occupational and environmental medicine*, 60(11), 841-849.
- Müller, P. E., & Güleçyüz, M. F. (2020). Das Schulter-Arm-Syndrom: meist myofasziale Ursachen. *MMW-Fortschritte der Medizin*, 162(11), 44-47.
- Nowotny, J. & Kasten, P. (2019). Weichteilerkrankungen der Schulter und Subakromialsyndrome. *Orthopädie und Unfallchirurgie*, 14(04), 383–405.
- Ogon, P., & Ogon, M. (2003). Das subakromiale Impingementsyndrom. *Arthroskopie*, 16(3), 158-177.
- Pieters, L., Lewis, J., Kuppens, K., Jochems, J., Bruijstens, T., Joossens, L., & Struyf, F. (2020). An update of systematic reviews examining the effectiveness of conservative physical therapy interventions for subacromial shoulder pain. *journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 50(3), 131-141.
- Pogetti, L. S., Nakagawa, T. H., Conteçote, G. P., & Camargo, P. R. (2018). Core stability, shoulder peak torque and function in throwing athletes with and without shoulder pain. *Physical Therapy in Sport*, 34, 36-42.

- Reuther, F. (2006). Anatomie, Biomechanik und Klassifikation der Schultergelenkverletzung. *Trauma und Berufskrankheit*, 8(3), S241-S246.
- Scheibel, M., Habermeyer, P. Aktuelle klinische Untersuchung der Schulter. *Orthopäde* 34, 267–283 (2005).
- Schiebler, T.H., Korf, HW. (2007). Extremitäten. In: Anatomie. Steinkopff, Heidelberg.
- Schünke, M. (2018). Topografie und Funktion des Bewegungssystems: Funktionelle Anatomie für Physiotherapeuten. Georg Thieme Verlag.
- Schünke, M. (2018). Topografie und Funktion des Bewegungssystems: Funktionelle Anatomie für Physiotherapeuten (3. unveränderte Aufl.) [E-Book]. Thieme.
- Singh, B., Bakti, N. & Gulihar, A. Current Concepts in the Diagnosis and Treatment of Shoulder Impingement. *IJOO* 51, 516–523 (2017).
- Smolen, D., & Vavken, P. (2019). Die Untersuchung der Schulter beim Sportler. *Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin & Sporttraumatologie*, 67(3).
- Spirgi-Gantert, I. (2014). FBL Klein-Vogelbach Functional Kinetics Die Grundlagen: Bewegungsanalyse, Untersuchung, Behandlung (7., vollst. überarb. Aufl. 2014 Aufl.). Springer.
- Spirgi-Gantert, I., Suppé, B., Klein-Vogelbach, S., Mohr, G. & Stüvermann, R. (2009). FBL Klein-Vogelbach Functional Kinetics: Behandlungstechniken: Hubfreie Mobilisation, Widerlagernde Mobilisation, Mobilisierende Massage (2. Aufl. 2009 Aufl.). Springer.
- Suppé & Bongartz, M. (2013). FBL Klein-Vogelbach Functional Kinetics praktisch angewandt. Brustkorb, Arme und Kopf untersuchen und behandeln. Springer Medizin
- Spirgi-Gantert, I., Suppé, B., Bürge, E. & Grillo, T. (2012). FBL Functional Kinetics. Ballübungen: Instruktion und Analyse (5., vollst. überarb. Aufl. 2013 Aufl.). Springer.
- Spirgi-Gantert, I. (2006). FBL Klein-Vogelbach Functional Kinetics. Die Grundlagen. Springer Medizin.
- Südkamp, N. P. (2001). Die Rotatorenmanschettenruptur. *Zentralblatt für Chirurgie*, 126(03), 177-183
- Trommer, T., et al. "Das subakromiale Impingementsyndrom." *Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete* 144.05 (2006): R83-R101.
- Vincent, K. (2020). Le rôle du processus dégénératif des tendons de la coiffe des rotateurs dans les douleurs de l'épaule et ses implications thérapeutiques (Doctoral dissertation, Université Paris-Saclay).
- Volzhenin, A. (2021). Wie hoch ist die Verlässlichkeit der klinischen Untersuchung der Schulter in Bezug auf das Impingement Syndrom. Eine systematische Übersichtsarbeit.
- Waldner-Nilsson, B. (2019). Handrehabilitation: Für Ergotherapeuten und Physiotherapeuten, Band 3: Manuelle Therapie, Physikalische Maßnahmen, Schienen (1. Aufl. 2019 Aufl.). Springer.

Waldner-Nilsson, B., Diday-Nolle, A. P., Breier, S., Slatosch Wintsch, D. U., & Reiter Eigenheer, A. (2013). Handrehabilitation. Springer.

Werner, A. (2018). Die Rotatorenmanschette: Grundlagen, Diagnostik und Therapie von Rotatorenmanschettendefekten. De Gruyter.

Wright, P. (2017). Infraspinatus. In Diagnostic Clusters in Shoulder Conditions (pp. 131-138). Springer, Cham.

Zander A. (2019). Wenn es in der Schulter klemmt–Impingement-Syndrom. Ergopraxis, 12(07/08), 20–25.

## Selbständigkeitserklärung

Hiermit versichere ich, die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, sowie auch Zitate deutlich kenntlich gemacht zu haben.

Ort, Datum

Hind Chouikh