



Verletzungsfrei durch die Meisterschaft – welche Schulter schafft es?

Literaturreview zu den drei physischen Hauptrisikofaktoren
für nichttraumatische Schulterverletzungen bei
Handballerinnen und Handballern auf Elite-Niveau

Hofmann Lea
15-415-276

Schuler Vera
15-062-102

Departement: Gesundheit
Institut für Physiotherapie
Studienjahr: 2018
Eingereicht am: 26.04.2021

**Bachelorarbeit
Physiotherapie**

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Darstellung des Themas	1
1.2	Relevanz der Thematik	3
1.3	Thematische Abgrenzung	4
1.4	Fragestellung und Hypothese	5
1.5	Zielsetzung.....	6
2	Theoretischer Hintergrund	7
2.1	Werfer-Paradoxon.....	7
2.2	Statische Stabilisatoren der Schulter	7
2.3	Dynamische Stabilisatoren der Schulter	7
2.4	Der Überkopfwurf im Handball.....	10
2.4.1	Kinematik	10
2.4.2	Verletzungsrisiko in den verschiedenen Wurfphasen	12
2.5	Schulterverletzungen und Schulterbeschwerden.....	13
2.6	Die Handballer-Schulter	13
2.7	Risikofaktoren	14
2.7.1	Glenohumerales Bewegungsausmass.....	14
2.7.2	Skapuladyskinesie	18
2.7.3	Verhältnis der Aussen- und Innenrotatorenkraft	19
2.8	Geschlechterspezifische Unterschiede	20
3	Methodik	22
3.1	Schlüsselwörter und Synonyme.....	22
3.2	Ein- und Ausschlusskriterien.....	23
3.3	Suchstrategien	23
3.4	Literaturselektionsprozess	26
3.5	Arbeitsinstrument zur kritischen Würdigung der Studien	27
4	Resultate.....	29
4.1	Übersicht inkludierte Studien	29
4.2	Clarsen et al. (2014).....	31
4.3	Andersson et al. (2017).....	34
4.4	Achenbach et al. (2019).....	38
4.5	Asker et al. (2020).....	41

4.6	Übersicht der Testverfahren.....	45
4.7	Übersicht Risikofaktorenanalyse der inkludierten Studien	49
4.7.1	Glenohumerales Bewegungsausmass.....	51
4.7.2	Skapuladyskinesie	51
4.7.3	Kraft der Schultermuskulatur.....	52
4.7.4	Wurfgeschwindigkeit, Expositionszeit, Gelenkspositionssinn	52
4.8	Kritische Würdigung der inkludierten Studien	53
5	Diskussion.....	56
5.1	Stichprobe	56
5.2	Glenohumerales Bewegungsausmass.....	57
5.3	Skapuladyskinesie	58
5.4	Verhältnis der Aussenrotatorenkraft zur Innenrotatorenkraft	59
5.5	Nichttraumatische Verletzungen	61
5.6	Limitationen.....	62
6	Schlussfolgerung	63
6.1	Beantwortung der Fragestellung	63
6.2	Praxisempfehlungen	63
6.3	Offene Fragen und Ausblick.....	64
7	Literaturverzeichnis.....	65
8	Zusatzverzeichnisse	75
9	Glossar.....	78
10	Danksagung.....	81
11	Eigenständigkeitserklärung.....	81
12	Deklaration Wortzahl.....	81
	Anhang.....	82

Abstract

Hintergrund: Handball wird als eine der verletzungsanfälligsten Mannschaftssportarten überhaupt bezeichnet und die Schulter stellt dabei das vierthäufigste betroffene Gelenk dar. Die Mehrheit dieser Verletzungen sind auf chronische Überbelastungen zurückzuführen. Zur Entwicklung von Präventions- und Rehabilitationsprogrammen ist es essenziell, die Risikofaktoren solcher Verletzungen zu kennen.

Ziel: Den Zusammenhang zwischen Skapuladyskinesie, signifikanten Unterschieden des glenohumeralen Bewegungsausmasses im Seitenvergleich, sowie einem muskulären Missverhältnis der Aussenrotatorenkraft zur Innenrotatorenkraft und dem Risiko für nichttraumatische Schulterverletzungen zu eruieren.

Methodik: Anhand einer systematischen Literaturrecherche in den Datenbanken PubMed, SportDiscus und CINAHL wurden vier relevante Studien identifiziert und anhand des Arbeitsinstruments Critical Appraisal der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften kritisch gewürdigt.

Ergebnisse: Drei der vier Studien erhoben einen signifikanten Zusammenhang zwischen einer reduzierten Aussenrotationskraft sowie Veränderungen des glenohumeralen Bewegungsausmasses im Seitenvergleich und einem erhöhten Verletzungsrisiko. Welcher Parameter des glenohumeralen Bewegungsausmass von höchster Relevanz ist, bleibt jedoch unklar.

Schlussfolgerung: Die untersuchten Variablen konnten studienübergreifend nicht als eindeutige Risikofaktoren identifiziert werden. Mit Blick auf die Resultate sollte der Schwerpunkt zukünftiger Präventions- und Rehabilitationsprogramme in der Kräftigung der Aussenrotatoren der Schultermuskulatur liegen.

Keywords: elite handball, overuse shoulder injuries, risk factors, scapular dyskinesis, range of motion, rotation strength ratio

Abstract

Background: Handball is considered one of the team sports most prone to injuries, with the shoulder being the fourth most commonly affected joint. The majority of these injuries are due to chronic overuse. The evaluation of possible risk factors is key to the development of effective injury prevention and rehabilitation programs.

Aim: To investigate whether scapular dyskinesia, glenohumeral range of motion deficits, or an imbalance of the shoulder rotator muscles are considered risk factors for the development of overuse shoulder injuries.

Methods: A literature research was performed in PubMed, SportDiscus, and CINAHL. The four included studies were critically appraised using the Working tool for critical appraisal of the Zurich University of Applied Sciences.

Results: Three out of four studies significantly associated reduced external rotator strength and at least one aspect of glenohumeral range of motion with overuse shoulder injuries. However, it remains unclear which movement parameter is most important.

Conclusion: Based on the presented results none of the study variables have consistently been identified as risk factors. Nevertheless, the results promote strengthening of the external shoulder rotators in future prevention and rehabilitation programs.

Keywords: elite handball, overuse shoulder injuries, risk factors, scapular dyskinesia, range of motion, rotation strength ratio

1 Einleitung

1.1 Darstellung des Themas

Handball zählt zu den beliebtesten Ballsportarten der Welt, besonders in Europa verzeichnet die Sportart eine grosse Popularität. Weltweit gibt es über 20 Millionen Handballerinnen und Handballer in über 80'000 Teams (Laver et al., 2018).

Handball wird aufgrund der vielen Zweikämpfe mit teilweise intensivem Körpereinsatz zu den Kontaktsportarten gezählt. Weitere Charakteristika sind die intermittierende Laufbelastung durch die ständigen Tempowechsel, die rapiden Richtungswechsel und letztendlich die ballsportspezifischen Fertigkeiten wie Werfen, Passen und Fangen (Laver et al., 2018; Wagner et al., 2014).

Gemäss Skejø et al. (2019) ist die grosse Variabilität der Würfe ein einzigartiges Merkmal des Handballs im Vergleich zu anderen Wurf sportarten. Dies zeigt sich vor allem in den unterschiedlichen Anlaufdistanzen oder auch daran, ob der Ball in der Luft oder aus dem Stand gespielt wird (Skejø et al., 2019).

Rund 70% aller Würfe, die im Handball ausgeführt werden, sind Sprungwürfe.

Demzufolge ist dies auch die am meisten verwendete Wurftechnik im Handballspiel (Wagner et al. 2008).

Mitte der 1950er Jahre wurde das moderne Handball entwickelt. Seither durchlief es einen stetigen Wandel, welcher sich in den letzten 20 Jahren noch weiter intensiviert hat (Laver et al., 2018). Dieser Wandel zeigt sich vor allem in der Steigerung der Spielgeschwindigkeit, dem grösseren Kraftaufwand und den technischen und taktischen Anforderungen, welche sich an die Spielerinnen und Spieler stellen (Laver et al., 2018; Wagner et al., 2014).

Die durch eine vermehrte Dynamisierung geprägte Entwicklung des Handballsports und ein steigendes Interesse der Öffentlichkeit haben, wie in anderen Sportarten auch, zu einer zunehmenden Professionalisierung der Spitzenmannschaften geführt. Diese Entwicklungen haben sich direkt auf die Veränderung der grundlegenden Eigenschaften des Handballsports ausgewirkt. Die Komponenten Geschwindigkeit, Kraft und Körpergewicht der Spielerinnen und Spieler haben zugenommen (Vlak & Pivalica, 2004).

Diese Intensivierung der Sportart zeigt sich beispielsweise auch in der zunehmenden Anzahl Spiele, die während einer Handballsaison gespielt werden. Zudem hat sich auch die Wettkampfperiode auf 9-10 Monate pro Jahr verlängert, da es mehr nationale wie auch internationale Turniere gibt (*European Handball Federation* - 2020; Michalsik & Aagaard, 2015).

Ein negativer Aspekt der stetig wachsenden Popularität des Handballsports, ist die von Saison zu Saison zu beobachtende Zunahme des Verletzungsrisikos (Luig et al., 2017).

Laver et al. (2018) bezeichnen Handball als eine der verletzungsanfälligsten Mannschaftssportarten überhaupt, wobei die Mehrheit der Verletzungen in einer Wettkampfsituation entstehen. Pro 1'000 Spielstunden verletzen sich zwischen 8.9 und 41.0 Spielerinnen und Spieler. Die Inzidenz während der Trainingseinheiten ist mit Werten zwischen 0.6 und 2.6 Verletzungen pro 1'000 Trainingsstunden deutlich geringer (Laver et al., 2018).

Laut der Analyse von Hudson (2010) ist die Schulter das im Sport am häufigsten verletzte Gelenk. Dies wird unter anderem durch die nur marginale knöcherne Führung erklärt (Cowderoy et al., 2009).

Bei der handballspezifischen Analyse zeigt sich das Schultergelenk gemäss Klein et al. (2019) als das vierthäufigste betroffene Gelenk. Höhere Verletzungsraten weisen nur das Sprunggelenk, das Kniegelenk und der Oberschenkel auf (Klein et al., 2019).

Bei den Verletzungen differenzieren Luig et al. (2017), ob diese Folgen eines Traumas oder einer Überbelastung sind. Die akuten Traumata sind mehrheitlich Folgen des intensiven Körperkontakts, welcher die Sportart charakterisiert. Dabei treten die Verletzungen insbesondere in Durchbruchsaktionen auf, in welchen die Sportlerinnen und Sportler direkten Körperkontakt mit ihrer Gegenspielerin respektive ihrem Gegenspieler haben. Der Körperkontakt zeigt sich in Ziehen, Festhalten oder Stossen des Gegners/der Gegnerin, Stürze, Schulter-Schulter-Kollisionen oder Schulter-Rumpf-Kollisionen. Typische Verletzungen solcher Aktionen sind Schulterluxationen oder -subluxationen, Sprengungen des Acromioclaviculargelenks, Prellungen des Acromioclaviculargelenks und Verletzungen der Rotatorenmanschettenmuskulatur (Luig et al., 2017).

Laut Andersson et al. (2017) liegt die Ursache für Schulterverletzungen im Handball jedoch häufiger in chronischen Überbelastungen und Mikrotraumata der betroffenen

Gewebe, als in den akuten Traumata. Dies wird durch die extremen Belastungen der Schulter infolge der zahlreichen gespielten Pässe, den vielen Überkopfwürfen und Überkopfbewegungen mit hohen Geschwindigkeiten erklärt (Andersson et al., 2017; Myklebust et al., 2013). Die dabei entstandenen Mikrotraumata führen häufig zu Veränderungen des Akromioclavikulargelenks, neurovaskulären Verletzungen und Instabilität des Glenohumeralgelenks. Konsekutiv können diese zu SLAP-Läsionen (Superiores Labrum von anterior nach posterior), internen Impingements oder Rupturen der Rotatorenmanschette führen (Wilson, 2011).

1.2 Relevanz der Thematik

In einer Trainings- und Wettkampfsaison führt jede Spielerin respektive jeder Spieler mindestens 48'000 Würfe aus (Pieper, 2016). Anhand dieser hohen Anzahl ausgeführten Würfe lässt sich ableiten, dass die Schulter repetitiv extrem hohen Belastungen ausgesetzt ist. Clarsen et al. (2013) nennt diese wiederholenden Bewegungen innerhalb eines ähnlichen Bewegungsmusters als mögliche Ursache für Überlastungsverletzungen.

Gemäss Andersson et al. (2017) weist der Handballsport eine hohe Prävalenz von Schulterbeschwerden, Schulterproblemen oder Schulterschmerzen auf. Wie bereits in Kapitel 1.1 erwähnt, liegt der Entstehungsmechanismus bei Schulterverletzungen im Handball vorwiegend in Überlastungen der betroffenen Gewebe (Andersson et al., 2017).

Laut Achenbach & Luig (2020) werden in verschiedenen vorhandenen Studien eine reduzierte Aussenrotationskraft, ein grosses Innenrotationsdefizit sowie die Skapuladyskinesie als Risikofaktoren für solche Verletzungen der Schulter beschrieben. Es zeigen sich jedoch abhängig vom Evidenzniveau und des verwendeten Studiendesigns widersprüchliche Ergebnisse bezüglich des Zusammenhangs dieser Faktoren mit Überlastungsverletzungen (Achenbach & Luig, 2020).

Da die Spielerinnen und Spieler nach Überbelastungsverletzungen/-beschwerden häufig verfrüht und ohne ein progressives Aufbautraining wieder im Training oder sogar am Spiel teilnehmen, sind Rezidiv- oder Folgeverletzungen keine Seltenheit (Luig et al., 2017).

Damit die Anzahl solcher Rezidiv- oder Folgeverletzungen, aber auch Erstverletzungen im Handball möglichst tief gehalten werden kann, ist es essenziell, deren Entstehungsmechanismen und die damit zusammenhängenden beeinflussbaren Faktoren zu kennen. Basierend auf den zu evaluierenden Risikofaktoren können später auch Präventions- und Rehabilitationsprogramme entwickelt werden, um so bestenfalls einen längerfristigen Einfluss auf die Verletzungsprävalenz und -inzidenz zu erzielen.

1.3 Thematische Abgrenzung

In der vorliegenden Arbeit wird die Definition des Gelenkkomplexes der Schulter nach Hochschild (2014) verwendet. Zum Schulterkomplex gehören demnach drei echte (Art. glenohumeralis, Art. acromioclavicularis und Art. sternoclavicularis) und zwei unechte Gelenke (Skapulothorakale Gleitebene und subakromialer Gleitraum) mit allen dazugehörigen Weichteilen (Bursae, Ligamente, Sehnen und Muskulatur) (Hochschild, 2014).

Der Definition zufolge werden in dieser Arbeit ausschliesslich nichttraumatische Schulterverletzungen, welche den Schulterkomplex betreffen berücksichtigt. Des Weiteren haben sich die Autorinnen entschieden, im Rahmen dieser Bachelorarbeit nicht auf traumatische Verletzungen einzugehen, sondern stellen die Überlastungsverletzungen (Engl. overuse injuries) ins Zentrum. Laut Clarsen et al. (2013) werden Überlastungsverletzungen als Verletzungen definiert, welche ohne spezifisch identifizierbares Ereignis auftreten. In der Literatur wird davon ausgegangen, dass sie die vorherrschende Verletzungsart in Sportarten mit langen, monotonen Trainingseinheiten sind. Dasselbe gilt auch für technische Sportarten, bei denen ähnliche Bewegungsmuster wie Werfen und Springen repetitiv ausgeführt werden (Clarsen et al., 2013).

Es ist bekannt, dass psychosoziale Stressoren und situationsabhängige emotionale Zustände ebenfalls einen Einfluss auf das Verletzungsrisiko einer Sportlerin respektive eines Sportlers haben (Junge, 2000). In der vorliegenden Arbeit werden jedoch ausschliesslich physische Risikofaktoren berücksichtigt, da das physiotherapeutische Expertenwissen und die dadurch beeinflussbaren Faktoren mehrheitlich physischer Art sind.

1.4 Fragestellung und Hypothese

Die Darstellung des Sachverhalts sowie die Relevanz der Thematik zeigen, dass aufgrund der hohen Popularität des Handballsports sowie der hohen Prävalenz an Verletzungen ein Bedarf besteht, die Risikofaktoren für Verletzungen vertieft zu betrachten. Im nachfolgenden werden die Fragestellung und die aufgestellten Hypothesen, welche im Rahmen dieser Thesis durch eine systematische Literaturrecherche verifiziert oder falsifiziert werden, erläutert.

Fragestellung

Sind signifikante Unterschiede des glenohumeralen Bewegungsausmasses im Seitenvergleich, Skapuladyskinesie sowie das muskuläre Missverhältnis der Aussenrotatorenkraft zur Innenrotatorenkraft Risikofaktoren für nichttraumatische Schulterverletzungen bei Handballerinnen und Handballern auf Elite-Niveau?

Hypothesen

H1: Im Elite-Handball stellt ein signifikanter Unterschied des glenohumeralen Bewegungsausmasses im Seitenvergleich ein Risikofaktor für nichttraumatische Schulterverletzungen dar.

H2: Im Elite-Handball stellt die Skapuladyskinesie ein Risikofaktor für nichttraumatische Schulterverletzungen dar.

H3: Im Elite-Handball stellt das muskuläre Missverhältnis der Aussenrotatorenkraft zur Innenrotatorenkraft ein Risikofaktor für nichttraumatische Schulterverletzungen dar.

1.5 Zielsetzung

Das Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, mittels einer systematischen Literaturrecherche eruieren zu können, ob signifikante Unterschiede des glenohumeralen Bewegungsausmasses im Seitenvergleich, Skapuladyskinesie sowie das muskuläre Missverhältnis der Aussenrotatorenkraft zur Innenrotatorenkraft Risikofaktoren für nichttraumatische Schulterverletzungen bei Handballerinnen und Handballern auf Elite-Niveau darstellen.

2 Theoretischer Hintergrund

Das nachfolgende Kapitel widmet sich der Aufbereitung und Definition der relevanten theoretischen Konzepte und Begrifflichkeiten, um einerseits ein gemeinsames Verständnis zu schaffen und andererseits die Grundlage für die nachfolgenden Analysen und Diskussionen zu bilden.

2.1 Werfer-Paradoxon

Wilk et al. (2002) beschreiben einen permanenten Konflikt des Schultergelenks, da es genügend Stabilität und ausreichende Mobilität gewährleisten sollte. Damit maximale Ballgeschwindigkeiten erreicht werden können, muss die Schulter einerseits maximale Rotationswinkel und somit einen grossen Beschleunigungsweg zulassen und andererseits eine stabile Position des Humeruskopfes im Glenoid gewährleisten (Wilk et al., 2002). Aufgrund der repetitiven Höchstbelastungen, welche auf die Weichteilgewebe wirken, ist die Schulter für Verletzungen in Überkopfwurfsportarten prädestiniert (Laver et al., 2018).

2.2 Statische Stabilisatoren der Schulter

Gemäss Murray et al. (2013) können die statischen Stabilisatoren in knöchernen Strukturen und Weichteilgewebe unterteilt werden. Zu den knöchernen Stabilisatoren gehören das Glenoid, der Humeruskopf und der proximale Humerus. Betreffend Weichteilgewebe wird dem Labrum, der Gelenkkapsel, den glenohumeralen Ligamenten und dem Gelenkknorpel eine stabilisierende Funktion zugeschrieben (Murray et al., 2013). Sowohl die knöchernen Strukturen als auch das Weichteilgewebe tragen jedoch nur einen geringen Anteil zur Stabilität des Schultergelenks bei (Schünke et al., 2018).

2.3 Dynamische Stabilisatoren der Schulter

Wie in Kapitel 2.2 erläutert, ist nur eine marginale statische Stabilisierung des Schultergelenks vorhanden. Der Bandapparat trägt ebenfalls nur einen geringen

Anteil zur Stabilität bei. Folglich wird der Schultermuskulatur eine zentrale Rolle im Zusammenhang mit der Schulterstabilität zugeschrieben (Schünke et al., 2018). Murray et al. (2013) attribuieren der Rotatorenmanschette, der langen Bizepssehne und den Mobilisatoren der Skapula eine wichtige Rolle. Die Rotatorenmanschette beinhaltet den Musculus (M.) supraspinatus, den M. infraspinatus, den M. teres minor und den M. subscapularis. Diese haben eine direkte Verbindung zur Gelenkkapsel und leisten somit einen grossen Beitrag zur Gelenkstabilität. Die Aktivierung der Muskeln der Rotatorenmanschette hat eine komprimierende und somit auch stabilisierende Wirkung auf das Schultergelenk. Die lange Bizepssehne hat ebenfalls eine komprimierende Wirkung auf den Humeruskopf im Glenoid (Murray et al., 2013).

In Abbildung 1 sind die oben erwähnten Muskeln der Rotatorenmanschette in grüner, sowie die lange Bizepssehne in gelber Farbe gekennzeichnet. Diese umfassen das gesamte Schultergelenk von kranial, ventral und dorsal.

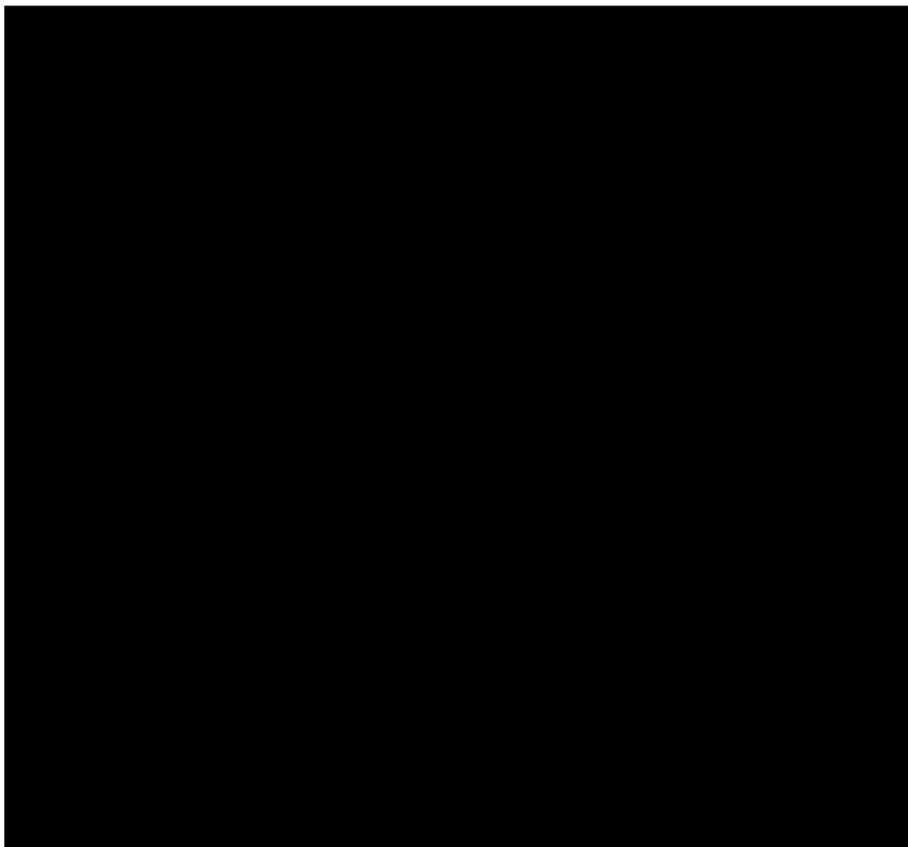


Abbildung 1: Dynamische Stabilisatoren der Skapula (Schünke et al., 2018, S. 268)

Weitere stabilisierende Funktionen für das glenohumerale Gelenk nehmen die Mobilisatoren der Skapula ein. Diese sind der M. trapezius, der M. rhomboideus minor und major, der M. latissimus dorsi, der M. serratus anterior sowie der M. levator scapulae. Mithilfe dieser Muskeln wird eine physiologische Führung des Schultergelenks während des gesamten Bewegungsausmasses erreicht (Murray et al., 2013).

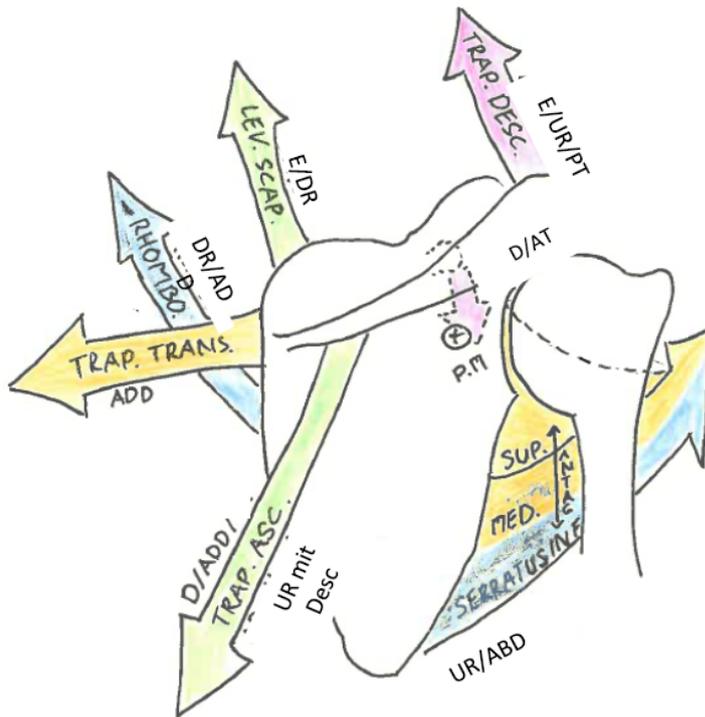


Abbildung 2: Muskelschlingen der Skapula (ABD=Abduktion, ADD=Adduktion, AT=Anterior Tilt, D=Depression, DR=Downward Rotation, E=Elevation, PT=Posterior Tilt, UR=Upward Rotation) (van Duijn, 2019)

Wie der Abbildung 2 zu entnehmen ist, gibt es verschiedene Muskelschlingen, welche die physiologischen Bewegungen des Schultergelenks ermöglichen. Gemäss Hochschild (2014) setzen sich diese Muskelschlingen aus den folgenden Muskeln zusammen und charakterisieren sich anhand ihrer unterschiedlichen Funktionen. Der M. levator scapulae und der absteigende Anteil des M. Trapezius bilden, in grüner Farbe abgebildet, eine Muskelschlinge und sind für die Elevations- und die Depressionsbewegung der Skapula verantwortlich. Der M. rhomboideus und der inferiore Anteil des M. serratus anterior, in blauer Farbe abgebildet, koordinieren die Rotationsbewegungen der Skapula. In gelber Farbe ersichtlich ist die Muskelschlinge des superioren sowie medialen Anteils des M. serratus anterior und dem M. trapezius pars transversa. Diese Muskelschlinge kontrolliert die Abduktions- und

Adduktionsbewegung der Skapula. Die lila gefärbte Muskelschlinge setzt sich aus dem absteigenden Anteil des M. trapezius und dem M. pectoralis minor zusammen. Diese Muskelschlinge koordiniert die ventral-kaudalen und dorsal-kranialen Verschiebungen der Skapula (Hochschild, 2014).

2.4 Der Überkopfwurf im Handball

2.4.1 Kinematik

In der Übersichtsarbeit von Skejø et al. (2019) wird der Schulter eine bedeutende Rolle in der Kinematik des Überkopfwurfes zugeschrieben. Sie stellt das Verbindungsglied zwischen den unteren Extremitäten, dem Rumpf und dem Ball dar. Demzufolge überträgt die Schulter die Energie aus dem Körper in den Ball, was sich schlussendlich in der Ballgeschwindigkeit widerspiegelt (Skejø et al., 2019).

Der Überkopfwurf im Allgemeinen kann grob in drei verschiedene Phasen eingeteilt werden. Diese sind gemäss Hepp & Henkelmann (2020) die Ausholbewegung (wind-up phase und cocking phase), Beschleunigungsphase (acceleration phase) und Abbremsbewegung (deceleration phase und follow through phase). In Abbildung 3 sind die drei Phasen des Überkopfwurfes dargestellt. Die Illustration ist am Beispiel des Sprungwurfes da dieser, wie in Kapitel 1.1 bereits erwähnt, den im Handball am häufigsten ausgeführten Wurf darstellt.

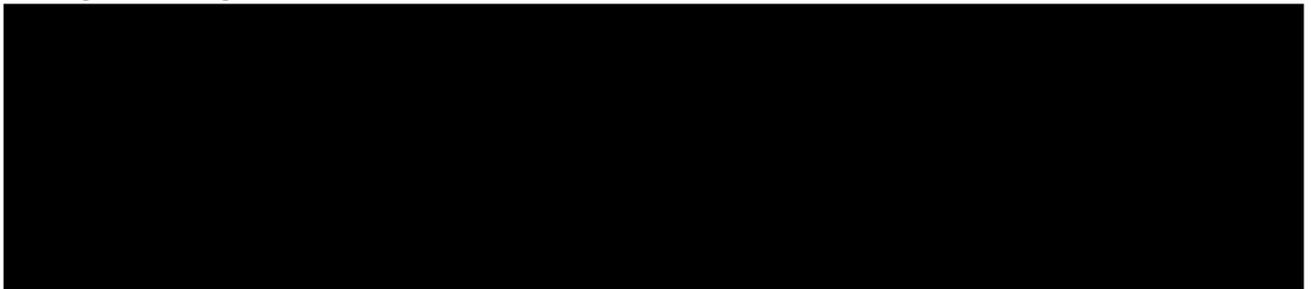


Abbildung 3: Wurfphasen des Sprungwurfs: cocking phase, acceleration phase, follow through phase (Laver et al., 2018)

Hepp & Henkelmann (2020) haben diese allgemeine Phaseneinteilung des Überkopfwurfes in weitere handballspezifische Sequenzen unterteilt. Dies beinhaltet eine weitere Differenzierung der Ausholbewegung in die Anlaufbewegung und die Wurfauslage. Die Beschleunigungsphase wird als Wurfbewegung bezeichnet und die Abbremsbewegung wird als Ausklang beschrieben (Hepp & Henkelmann, 2020a).

Laver et al. (2018) beschreiben diese Phasen und deren Unterschiede. Während der Ausholbewegung wird die Schulter in eine Abduktion- und Aussenrotationsposition bewegt. Diese Bewegungsabfolge kann auf zwei verschiedene Arten erfolgen. Es wird zwischen einem peitschenartigen und einem zirkulären Bewegungsablauf unterschieden (Laver et al., 2018).

Die peitschenartige Bewegung setzt einen signifikant grösseren Bewegungsumfang in Rotation im glenohumeralen Gelenk voraus (van den Tillaar, 2016). In Abbildung 4 ist die peitschenartige Ausholbewegung dargestellt. Der in roter Farbe markierte Pfeil zeigt die Armbewegung während der peitschenartigen Ausholbewegung auf.



Abbildung 4: Überkopfwurf mit peitschenartiger Ausholbewegung (Van den Tillaar et al., 2013)

Die zweite Variation des handballspezifischen Bewegungsablaufs während der Ausholbewegung, die zirkuläre Bewegung, ist in Abbildung 5 ersichtlich. Der in roter Farbe gekennzeichnete Pfeil zeigt wiederum die Bewegung des Armes während der zirkulären Ausholbewegung auf.

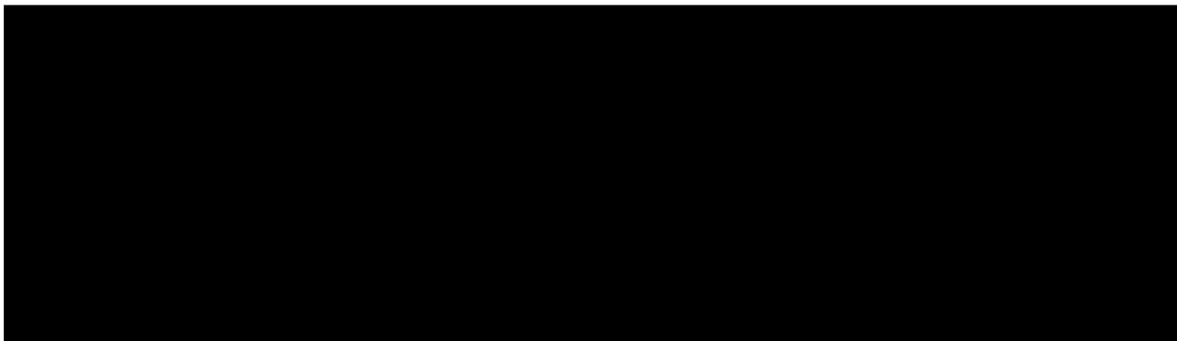


Abbildung 5: Überkopfwurf mit zirkulärer Ausholbewegung (Van den Tillaar et al., 2013)

Die zirkuläre Ausholbewegung zeigt die höheren Maximalwerte der Ballgeschwindigkeit im Vergleich zur peitschenartigen Bewegung. Diese beträgt bei der zirkulären Bewegung 21.9m/s und bei der peitschenartigen Bewegung 20.6m/s (van den Tillaar et al., 2013).

Die nachfolgende Beschleunigungsphase beginnt in maximaler Aussenrotationsposition der Schulter und ist durch die Innenrotationsbewegung des Armes charakterisiert. Die letzte Phase, die Abbremsbewegung, beginnt bei der Abgabe des Balles aus der Hand und endet in der maximalen Innenrotation der Schulter (Fritz et al., 2020; Rose & Noonan, 2018; Lin et al., 2018).

Die verschiedenen Phasen unterscheiden sich aufgrund der unterschiedlichen Bewegungsrichtungen auch in den aktivierten Muskelgruppen. Während der Ausholbewegung sind hauptsächlich die Aussenrotatoren der Schulter aktiv. Dazu gehören der M. infraspinatus, der M. teres minor und der kraniale Anteil des M. supraspinatus. Während der Beschleunigungsphase hingegen sind vor allem die Innenrotatoren der Schulter aktiv. Innenrotatorisch wirken in der Schulter der M. latissimus dorsi, der M. pectoralis major, der M. serratus anterior und der M. subscapularis. Die letzte Phase, die Abbremsbewegung, ist dadurch charakterisiert, dass die am Innen- und Aussenrotatoren der Schulter exzentrisch arbeiten (Hepp & Henkelmann, 2020).

2.4.2 Verletzungsrisiko in den verschiedenen Wurfphasen

Bezüglich der Vulnerabilität gegenüber Verletzungen während den verschiedenen Phasen des Überkopfwurfes besteht in der Literatur kein Konsens. Lin et al. (2018) und Fritz et al. (2020) bezeichnen den Übergang der Ausholbewegung zur Beschleunigungsphase als die verletzungsanfälligste Phase. Dies stellt auch die Übergangsphase aus der maximalen Aussenrotationsposition des glenohumeralen Gelenks in die Innenrotationsbewegung dar. Während dieser Sequenz wurden in den oben erwähnten Studien die grössten Kräfte und Winkelgeschwindigkeiten gemessen. Vor allem die anterioren Kapselanteile des Schultergelenks werden dabei starkem Dehnungsstress ausgesetzt (Fritz et al., 2020; Lin et al., 2018).

Im Artikel von Lubiatowski et al. (2014) hingegen wird zusätzlich noch die Abbremsbewegung als Phase hoher Vulnerabilität gegenüber Verletzungen beschrieben. Vor allem die Ursachen für die Mikrotraumata der posteriorinferioren Kapselanteile des Schultergelenks schreiben sie der Abbremsbewegung zu (Lubiatowski et al., 2014).

2.5 Schulterverletzungen und Schulterbeschwerden

Wie in Kapitel 1.3 beschrieben, haben Überlastungsverletzungen keine klar identifizierbare Ursache. Daraus lässt sich ableiten, dass die Erfassung solcher Verletzungen im Vergleich zu traumatischen Ereignissen eine grössere Herausforderung darstellt.

Laut Achenbach & Luig (2020) werden bei der Mehrheit der Studien, Verletzungen als „Time-Loss“-Verletzungen definiert. Clarsen et al. (2013) beschreiben diese als Vorkommnisse, welche eine Restriktion in den Trainings oder Spielen als Konsequenz haben. Dies bedeutet, dass eine Spielerin oder ein Spieler nicht mehr die gewöhnliche Leistung in einem normalen Training oder Wettkampf erbringen kann. Letztere würde vermutlich zu viele Verletzungen nicht berücksichtigen, da sie sich nur auf die gravierendsten Beschwerden, welche auch mit Absenzen in Trainings und Spielen verbunden sind, fokussiert (Clarsen et al., 2013). Dieselben Autoren beschreiben weitere verwendete Definitionen, zur Identifikation solcher nichttraumatischen Verletzungen. Die eine schliesst jegliche körperliche Beschwerden ein, welche geäussert werden. Die Folgen davon spielen dabei keine Rolle. Die andere beschreibt Verletzungen, die den Athleten dazu zwingen sich an ausgebildetes medizinisches Personal zu wenden. Auf dieser Grundlage erstellten Clarsen et al. den folgenden Fragebogen, The Oslo Sports Trauma Research Centre (OSTRC) Overuse Injury Questionnaire (siehe Anhang). Dieser erfragt die folgenden drei Bereiche: das Kniegelenk, der Rücken und die Schulter. Zu jeder der drei Regionen wird mittels vier Fragen erfasst, ob die Spielerin oder der Spieler während der letzten Woche Einschränkungen bezüglich Teilnahme am Spiel- oder Wettkampfbetrieb erfahren hatte, in welchem Ausmass diese vorgenommen wurden, inwiefern diese Probleme die Leistungsfähigkeit beeinflusst haben und als wie stark die Schmerzen während des Sports wahrgenommen wurden (Clarsen et al., 2013).

2.6 Die Handballer-Schulter

Durch die sportartspezifischen Belastungen kommt es zu Anpassungen im Schultergelenk. Dies beinhaltet gemäss Hepp & Henkelmann (2020) ein erhöhtes Bewegungsausmass in Aussenrotation mit verstärkter anteriorer Translationskomponente. Diese Adaptationen sind grundsätzlich physiologischer

Natur solange sie asymptomatisch bleiben. Beim Auftreten von Symptomen wie Schmerzen im Zusammenhang mit den Veränderungen wird von einer Werfer-Schulter gesprochen (Hepp & Henkelmann, 2020). Zu den häufigsten Verletzungen bei Überkopfsportlerinnen und Überkopfsportlern und somit auch bei Handballerinnen und Handballern zählen laut Lin et al. (2018) das glenohumerale Innenrotationsdefizit (GIRD), das posterosuperiore Impingement (PSI), die SLAP-Läsion, Tendinopathien der langen Bizepssehne sowie partielle Rotatorenmanschetteneinrisse.

2.7 Risikofaktoren

In den folgenden Unterkapiteln werden die ausgewählten Risikofaktoren für nichttraumatische Schulterverletzungen definiert und deren wichtigste Aspekte beschrieben.

2.7.1 Glenohumerales Bewegungsausmass

Das Schultergelenk ist ein Kugelgelenk mit drei Freiheitsgraden. Folglich weist das Gelenk wie in Abbildung 6 ersichtlich ist, sechs verschiedene Hauptbewegungsrichtungen auf. Diese beinhalten die Flexion beziehungsweise Extension, die Abduktion sowie Adduktion und die Innen- und Aussenrotation. Werden die Bewegungen aktiv und endgradig ausgeführt, kann die Mitbewegung des Schultergürtels nicht ausgeschlossen werden (Schünke et al., 2018).

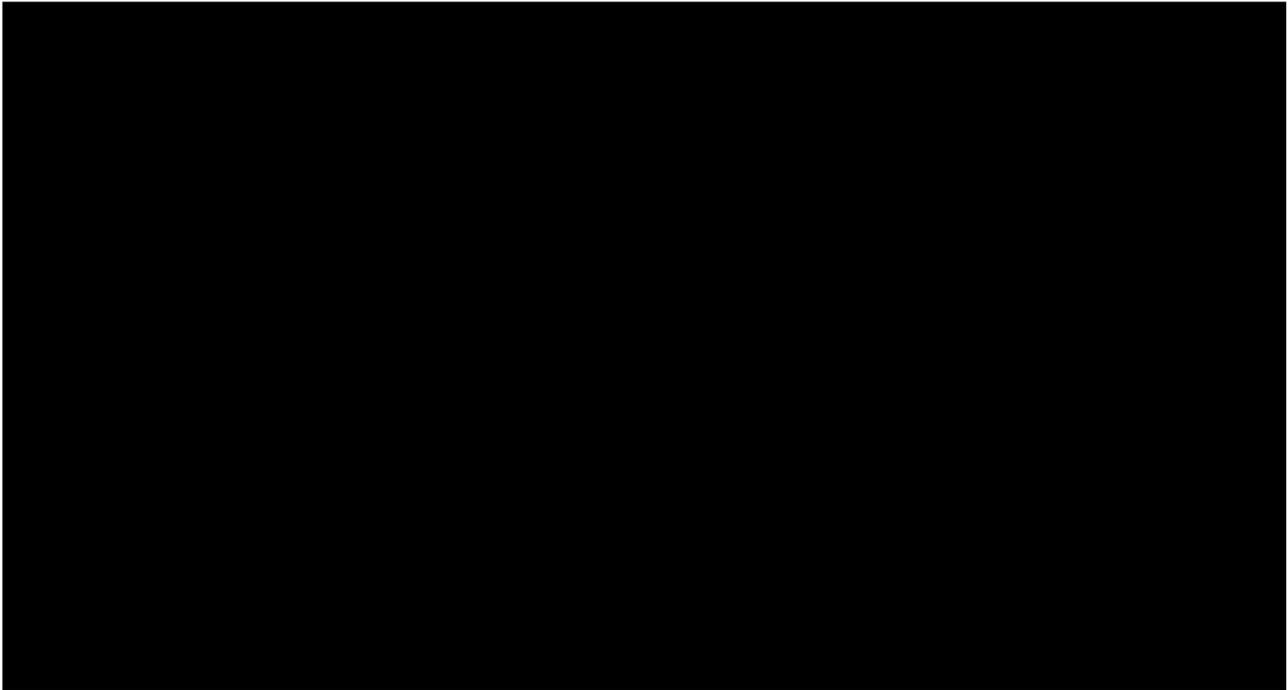


Abbildung 6: Bewegungsrichtungen der Schulter (a=Extension bzw. Flexion, b=Anteversion und Retroversion eines 90° abduzierten Armes, c=Abduktion und Adduktion, d=Innen- und Aussenrotation und Arm in 0° Abduktion, e=maximale Innenrotation, f=Innen- und Aussenrotation bei 90° abduziertem Arm) (Schünke et al., 2018, S.277)

Um pathologische Veränderungen des glenohumeralen Bewegungsausmasses bestimmen zu können, wird vorausgesetzt, dass die Normwerte definiert sind. In der folgenden Tabelle sind die Bewegungsrichtungen und die dazugehörigen Normwerte nach Schünke et al. (2018) aufgeführt.

Wie der untenstehenden Tabelle zu entnehmen ist, beträgt das Bewegungsausmass in Flexion und Abduktion maximal 90°. Werden diese Bewegungen über Kopf weitergeführt, wird gemäss dem Lernatlas der Anatomie von Schünke et al. (2018) von einer Elevationsbewegung gesprochen. Die globale Schulterbeweglichkeit um die horizontale sowie sagittale Achse beträgt somit 160° (Schünke et al., 2018).

NORMWERTE DES BEWEGUNGSMASSSES IM GLENOHUMERALEN GELENK	
Flexion	90°
Extension	40°
Abduktion	90°
Innenrotation (Arm in 0° Abduktion)	70°
Innenrotation (Arm in 90° Abduktion)	70°
Aussenrotation (Arm in 0° Abduktion)	60°
Aussenrotation (Arm in 90° Abduktion)	90°

Tabelle 1: Normwerte des glenohumeralen Bewegungsausmasses (Schünke et al., 2018, S.277)

Kibler et al. (2013) bezeichnen vor allem das Bewegungsausmass in Innen- und Aussenrotation als eine zentrale Komponente in der Wurfbewegung von Überkopfsportlerinnen und Überkopfsportlern. Dies gilt sowohl bei physiologischen als auch bei pathologischen Wurfmechanismen (Kibler et al., 2013). Die Analyse des Sprung- und Standwurfes zeigte keine Unterschiede bezüglich der Anforderungen an das glenohumerale Bewegungsausmass (van den Tillaar, 2016; Wagner & Pfusterschmied, 2011).

Die höchsten Aussenrotationswinkel konnten Wagner & Pfusterschmied (2011) in der Beschleunigungsphase messen. Die maximalen Innenrotationswerte wurden in der Ausholbewegung und der Abbremsbewegung gemessen (Wagner & Pfusterschmied, 2011).

In der Literatur werden immer wieder Veränderungen der Beweglichkeit des Schultergelenks bei Überkopfsportlerinnen und Überkopfsportlern beschrieben (Stephen et al., 2003; Almeida & Silveira, 2013; Fieseler et al., 2015). Die Meta-Analyse von Keller et al. (2018) konnte eine Korrelation zwischen grösserem Gesamtbewegungsausmass der Schulter und niedrigerer Verletzungsanfälligkeit der oberen Extremitäten bei Überkopfsportlerinnen und Überkopfsportlern feststellen. Das Gesamtbewegungsausmass der Schulter (total range of motion, TROM) ergibt sich aus der Summe des maximalen Innenrotationswertes und des maximalen Aussenrotationswertes der Schulter (Rose & Noonan, 2018). In der Abbildung 7 ist das TROM bildlich dargestellt.

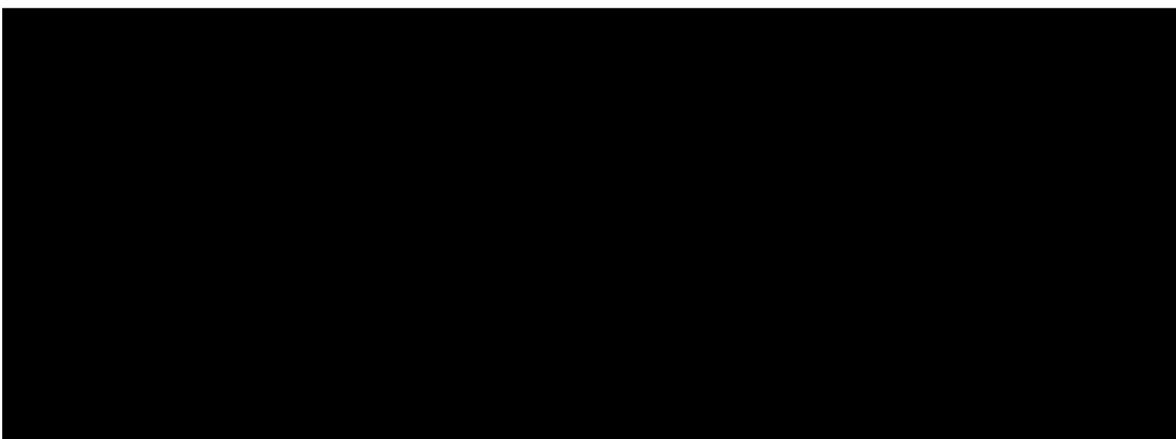


Abbildung 7: Gesamtbewegungsausmass der Schulter in Rotation (TROM) (Rose & Noonan, 2018)

Eine erhöhte Beweglichkeit in glenohumeraler Aussenrotation stellt gemäss Keller et al. (2018) einen prädisponierenden Faktor für Verletzungen bei Wurfsporlerinnen

und Wurfsporlern dar. Eine Zunahme des Bewegungsausmasses in Aussenrotation der dominanten Schulter konnten auch Lin et al. (2018) bei Überkopfwurfsporlern bestätigen. Diese Adaptationen finden einerseits im Weichteilgewebe und andererseits in knöchernen Strukturen statt (Lin et al., 2018). Folgen dieser Veränderungen sind laut Lin et al. höhere Ballgeschwindigkeiten.

Im Gegensatz zur Zunahme des Bewegungsausmasses in Aussenrotation im Schultergelenk konnte gemäss Stephen et al. (2003) in Innenrotation eine Reduktion des Bewegungsausmasses festgestellt werden. Dieses Phänomen wird in der Literatur als GIRD (glenohumerales Innenrotationsdefizit) bezeichnet. Dabei handelt es sich um einen Verlust des Bewegungsausmasses der Werferschulter in glenohumeraler Innenrotation im Vergleich zur Gegenseite (Burkhart et al., 2003). Wie sich das GIRD klinisch zeigt, ist In Abbildung 8 ersichtlich.

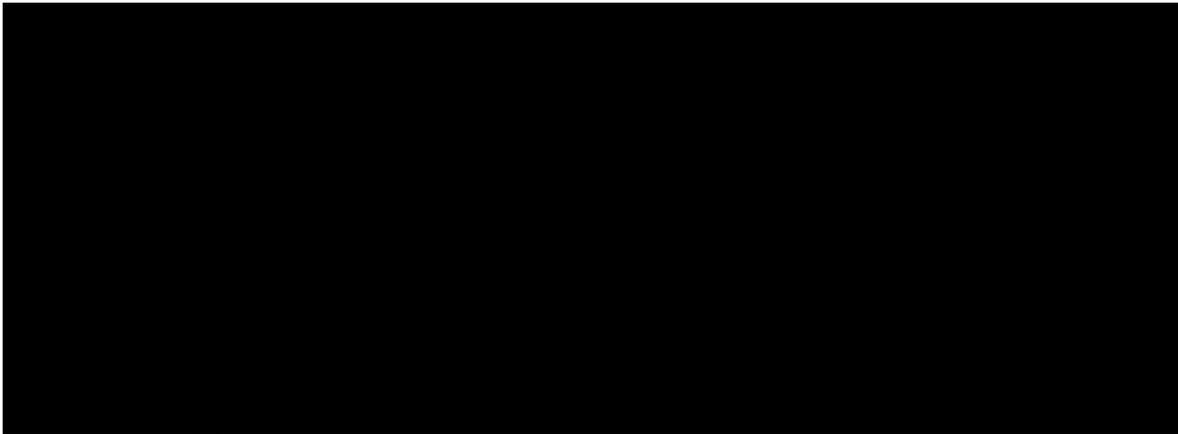


Abbildung 8: Glenohumerales Innenrotationsdefizit (a=dominante Schulter, b=nichtdominante Schulter, ER=Aussenrotation, IR=Innenrotation) (Manske et al., 2013)

Kibler & Sciascia (2019b) beschreiben bei vielen Überkopfsportlerinnen und Überkopfsportlern in der dominanten Schulter ein Defizit der glenohumeralen Innenrotation. Da jedoch nicht alle von Verletzungen betroffen sind, sollte dieses Phänomen mit Vorsicht betrachtet werden. Das GIRD kann sowohl eine physiologische Adaptation an die repetitiven Überkopfwürfe als auch ein Indiz für eine Schwäche der Werferschulter darstellen (Kibler & Sciascia, 2019b). In der Literatur werden unterschiedliche Werte für die pathologische Grenze beschrieben. Gemäss Burkhart et al. (2003) liegt der Grenzwert bei einem Defizit von 20° im Seitenvergleich. Die Meta-Analyse von Johnson (2018) hingegen ergab, dass bereits ab einem Innenrotationsdefizit von mehr als 15° im Seitenvergleich eine Korrelation zwischen der Reduktion des Bewegungsausmasses und Verletzungen der oberen

Extremitäten besteht. Ein weiterer Aspekt bezüglich GIRD zeigte die Fallserie von Wilk et al. (2011). Verletzte Baseballspieler zeigten ein leicht erhöhtes jedoch nicht signifikantes GIRD im Vergleich zu den Baseballspielern ohne Verletzungen. Diejenigen hingegen, welche zusätzlich zum GIRD eine TROM Seitendifferenz grösser als 5° aufwiesen, zeigten ein 2.5-fach erhöhtes Verletzungsrisiko (Wilk et al., 2011).

2.7.2 Skapuladyskinesie

In der Literatur werden für die Definition einer Skapuladyskinesie immer wieder Aussagen von Warner et al. (1992) zitiert. Deren Definition umfasst den Verlust der Kontrolle der Skapula in Bewegung und Position. Folglich wird sowohl eine statische als auch eine dynamische Abweichung von der Norm als Skapuladyskinesie bezeichnet.

Kibler & Sciascia (2019a) schreiben der Skapula eine zentrale Rolle bei der Optimierung von Schulterfunktionen zu. Zum einen wird ihr eine unterstützende und zum anderen eine stabilisierende Funktion zugeschrieben (Kibler & Sciascia, 2019a). Der M. trapezius (Pars ascendens und Pars descendens) und der M. serratus anterior sind wie in Kapitel 2.3 bereits erwähnt, in diesem Zusammenhang zentrale Muskeln. Gemäss Kibler et al. (2007) können diese als die wichtigsten Stabilisatoren und Mobilisatoren der Skapula bezeichnet werden.

Die Übersichtsarbeit von Hickey et al. (2018) konnte ein 43% höheres Risiko für Schulterverletzungen bei Überkopfsportlerinnen und Überkopfsportlern mit Skapuladyskinesie eruieren. Hickey et al. schreiben der Skapuladyskinesie jedoch nicht eine kausale Rolle für Schulterverletzungen zu. Viel mehr gehen sie davon aus, dass die pathologische Position respektive Bewegung der Skapula einen beitragenden Faktor zur Entwicklung von Überlastungsverletzungen darstellt (Hickey et al., 2018). Auch Enzler (2018) beschreibt die Skapuladyskinesie als sekundäre Erscheinung. Er führt die Skapuladyskinesie auf eine veränderte Rotationskinematik des glenohumeralen Gelenks zurück. Eine mögliche Ursache dafür stellt das GIRD dar (Enzler, 2018).

Die klinische Beurteilung der Positionsveränderungen respektive der Bewegung der Skapula erfolgt gemäss McClure et al. (2009) mittels Beobachtung. Es werden die

beiden Bewegungsrichtungen Flexion und Abduktion beurteilt. Die Probandinnen und Probanden führen die Bewegungen aktiv und mit einem Zusatzgewicht durch (McClure et al., 2009).

2.7.3 Verhältnis der Aussen- und Innenrotatorenkraft

Damit maximale Ballgeschwindigkeiten im Überkopfwurf erreicht werden können, ist gemäss Andrade et al. (2013) ein optimales Kraftverhältnis der involvierten Muskulatur essenziell. Dabei spielt im Kontext der Schulter vor allem das Verhältnis der Aussenrotatorenkraft zur Innenrotatorenkraft (AR/IR-Kraftverhältnis) eine zentrale Rolle. Die aussenrotatorisch respektive innenrotatorisch wirkende Muskulatur wurde bereits in Kapitel 2.4.1 beschrieben. In der Literatur wird das herkömmliche Kraftverhältnis vom funktionellen Kraftverhältnis unterschieden. Letzteres stellt die exzentrische Aussenrotatorenkraft der konzentrischen Innenrotatorenkraft gegenüber, welches viel mehr den Muskelaktivitäten während des Überkopfwurfes entspricht (Andrade et al., 2013). Andrade et al. (2013) erhoben die funktionellen Kraftverhältnisse bei brasilianischen Handballspielern mittels isokinetischem Dynamometer. Dabei wurden in der dominanten Schulter bei 60°/s herkömmliche Kraftverhältnisse von 0.72 gemessen und bei 300°/s 0.74. Das funktionelle Kraftverhältnis wurde bei 300°/s gemessen und beträgt 1.11. Funktionelle Kraftverhältnisse grösser als 1.0 bedeuten, dass die exzentrische Aussenrotatorenkraft höher ist als die konzentrische Innenrotatorenkraft (Andrade et al., 2013).

Eine pragmatischere Lösung bietet der inzwischen immer häufiger verwendete Handdynamometer, welcher kostengünstiger ist und Messungen auf dem Spielfeld ermöglicht (Cools et al., 2016). Mittels Handdynamometer werden exzentrische und isometrische Kraftwerte bestimmt. Folglich werden abhängig davon, ob die Schulterkraft mittels isokinetischem Dynamometer oder einem Handdynamometer bestimmt wird, unterschiedliche Formen der Muskelaktivitäten erhoben. Cools et al. (2016) ermittelten Referenzwerte für das Kraftverhältnis der exzentrischen Aussenrotatorenkraft zur isometrischen Innenrotatorenkraft bei Handballern. Diese ergaben für die dominante Schulter in 0.97 und für die nichtdominante Schulter in 1.10. Die Referenzwerte bei den Handballerinnen sind

1.30 für die dominante Schulter und 1.36 für die nichtdominante Schulter (Cools et al., 2016).

2.8 Geschlechterspezifische Unterschiede

In der Literatur ist ersichtlich, dass sich die geschlechterspezifischen Unterschiede auf einzelne Aspekte begrenzen. Van Den Tillaar & Cabri, (2012) konnten bei einer zentralen Komponente, der Ballgeschwindigkeit, signifikante Unterschiede zwischen Männern und Frauen aufzeigen. Die durchschnittliche Ballgeschwindigkeit von Elite-Handballspielern bei der Ballabgabe nach einem Standwurf beträgt 21.1m/s +/- 1.8m/s. Im Vergleich dazu erbringen Elite-Handballspielerinnen eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 19.2m/s +/- 1.7m/s. Diese Differenzen können jedoch nicht auf unterschiedliche Wurftechniken zurückgeführt werden. Es konnten also keine relevanten Unterschiede in der Kinematik des Überkopfwurfes zwischen Handballerinnen und Handballern auf Elite-Niveau erkannt werden, welche die Geschwindigkeitsdifferenzen erklären würden (Van Den Tillaar & Cabri, 2012). In einer früher publizierten Studie von Van den Tillaar & Ettema (2004a) wurden die Differenzen auf die geschlechterspezifischen Unterschiede der Anteile an fettfreier Masse zurückgeführt. Die Muskelmasse leistet demzufolge einen wichtigen Beitrag zur Ballgeschwindigkeit bei Überkopfwürfen (Van Den Tillaar & Ettema, 2004a). Dieselben Autoren thematisierten in einer anderen Arbeit einen weiteren Aspekt. In ihrer Analyse konnten sie aufzeigen, dass ca. 67% der Ballgeschwindigkeit durch die Innenrotation der Schulter und die Extensionsbewegung des Ellbogens generiert wird. Es wird zwar betont, dass diese Prozentzahl nur bei optimalen Verhältnissen der Wahrheit entspricht, trotzdem kann den beiden Sequenzen der Wurfbewegung einen hohen Stellenwert im Zusammenhang mit der Geschwindigkeit zugeschrieben werden (Van Den Tillaar & Ettema, 2004b). Die Armlängendifferenz wird dabei als entscheidender Faktor für die geschlechterspezifischen Unterschiede bezeichnet (Van Den Tillaar & Cabri (2012).

Im Zusammenhang mit dem AR/IR-Kraftverhältnis konnten Andrade et al. (2013) einen weiteren geschlechtsspezifischen Unterschied feststellen. Die Handballer zeigen niedrigere herkömmliche AR/IR-Kraftverhältnisse als die Handballerinnen.

Diese werden mit der stärkeren konzentrischen Innenrotatorenkraft der Männer gegenüber den Frauen erklärt (Andrade et al., 2013).

Das Bewegungsausmasses in Aussenrotation weist im Gegensatz zur Ballgeschwindigkeit und dem AR/IR-Kraftverhältnis keine geschlechterspezifischen Unterschiede auf (van den Tillaar, 2016).

3 Methodik

In diesem Kapitel wird das methodische Vorgehen der Arbeit aufgezeigt. Dies beinhaltet die für die Literaturrecherche relevanten Schlüsselwörter und deren Synonyme, die Ein- und Ausschlusskriterien, die Suchstrategien in den verschiedenen Datenbanken, den Literaturselektionsprozess sowie die Beschreibung der verwendeten Instrumente zur kritischen Würdigung der inkludierten Studien.

3.1 Schlüsselwörter und Synonyme

Um einen umfassenden Überblick über die wissenschaftliche Diskussion zu gewinnen, wurden relevante Schlüsselwörter sowie deren Synonyme definiert, welche als Grundlage für die Literaturrecherche dienen. In Tabelle 2 sind die verwendeten Begrifflichkeiten illustriert.

Schlüsselwörter	Keywords	Synonyme
Elite-Handball	elite handball	elite handball players
Nichttraumatische Schulterverletzungen	Overuse shoulder injuries	shoulder injuries, shoulder pain, nontraumatic shoulder injuries
Risikofaktoren	risk factors	contributing factors, predisposing factors, predictor, cause, vulnerability factors
Skapuladyskinesie	scapular dyskinesis	scapular dyskinesia, sick scapula, scapular control
Bewegungsausmass	range of motion	ROM
Verhältnis der Aussenrotationskraft zur Innenrotationskraft	rotation strength ratio	external/internal ratio, ER/IR ratio

Tabelle 2: Schlüsselwörter, Keywords und Synonyme

3.2 Ein- und Ausschlusskriterien

Zur Sicherstellung der adäquaten Beantwortung der Forschungsfrage, wurden Ein- und Ausschlusskriterien für die Literaturrecherche definiert. Dadurch kann sichergestellt werden, dass der Fokus der Literatursuche auf Studien begrenzt wird, welche für die vorliegende Bachelorarbeit von Relevanz sind und den aktuellen Forschungsstand widerspiegeln. Die Ein- und Ausschlusskriterien sind nachfolgend aufgelistet.

Einschlusskriterien

- Handballspielerinnen und Handballspieler
- Elite-Niveau
- Aktive Spielerinnen und Spieler
- Schulterverletzungen
- Schulterbeschwerden
- Überlastungsverletzungen
- Beurteilung der Skapuladyskinesie
- Beurteilung des glenohumeralen Bewegungsausmasses
- Beurteilung des Verhältnisses der Aussenrotationskraft zur Innenrotationskraft im glenohumeralen Gelenk
- Kohortenstudien, randomisierte kontrollierte Studien (RCT), systematische Reviews, systematische Reviews mit Meta-Analysen
- Studien in englischer und deutscher Sprache

Ausschlusskriterien

- Traumatische Verletzungen
- Publikationsjahr vor 2010

3.3 Suchstrategien

In den folgenden Tabellen sind die verschiedenen Vorgehensweisen der Literaturrecherche in den wissenschaftlichen Datenbanken PubMed, SPORTDiscus und CINAHL aufgeführt. Gemeinsam haben alle Suchstrategien, dass zunächst allgemein nach der inkludierten Population und dem definierten Verletzungsbereich

gesucht wurde. In einem zweiten Schritt wurde nach den Risikofaktoren für Schulterverletzungen im Allgemeinen gesucht und die Resultate im Folgenden nach den spezifischen Risikofaktoren, die zu Beginn der Arbeit festgelegt wurden, eingegrenzt. Um einen umfassenden Blick zur aktuellen wissenschaftlichen Diskussion zu erhalten, wurde jeweils zusätzlich nach den Synonymen der Schlüsselbegriffe gesucht. In allen drei wissenschaftlichen Datenbanken wurden die Schlüsselbegriffe und Synonyme mittels der Booleschen Operatoren «AND» und «OR» kombiniert, um die Suche weiter zu verfeinern. Die Literaturrecherche der vorliegenden Arbeit wurde am 1. November 2020 durchgeführt und bezog wie in den Ausschlusskriterien definiert, Studien mit ein, welche ab dem Jahre 2010 bis zum obengenannten Datum veröffentlicht wurden.

In der linken Spalte der nachfolgenden Tabellen sind die kombinierten Suchbegriffe aufgeführt, in der rechten Spalte kann jeweils die Anzahl Suchtreffer entnommen werden.

In Tabelle 3 ist die Suchstrategie, die in der medizinischen Datenbank PubMed angewendet wurde, aufgeführt. In dieser Datenbank kann zusätzlich zu den Schlüsselwörtern mit sogenannten Medical Subject Headings (MeSH) gesucht werden. Diese Thesauri werden durch die nationale medizinische Bibliothek der vereinigten Staaten (United States National Library of Medicine) jährlich erneuert. Dadurch kann mit den zusätzlich zu den in Tabelle 2 aufgeführten Schlüsselwörtern und Synonymen noch mit den normierten medizinischen Begriffen der Thesauri in der Datenbank gesucht werden (*Introduction: What is MeSH?*, 2020).

LITERATURERECHERCHE IN PUBMED	
Suchbegriffe	Anzahl Treffer
Elite handball AND shoulder	48
(Elite handball) AND ("shoulder injuries"[MeSH Terms] OR shoulder injur*) AND ("risk factors"[MeSH Terms] OR risk fact*)	14
Elite handball AND ("shoulder injuries"[MeSH Terms] OR shoulder injur*) AND ("risk factors"[MeSH Terms] OR risk fact* OR scapular dyskin* OR sick scapula OR scapula control OR range of motion OR ROM OR rotation strength ratio OR ER/IR ratio)	26

Tabelle 3: Literaturrecherche PubMed

In Tabelle 4 ist die Vorgehensweise sowie die Anzahl erzielter Treffer zu den verschiedenen Suchkombinationen in der Datenbank SPORTDiscus ersichtlich. Diese wissenschaftliche Datenbank beinhaltet Literatur der Fachbereiche Sportwissenschaften und Sportmedizin.

LITERATURERCHE IN SPORTDISCUS	
Suchbegriffe	Anzahl Treffer
Elite handball AND shoulder	35
elite handball AND (shoulder injuries or shoulder injury or shoulder pain) AND (risk factors or contributing factors or predisposing factors or predictor or cause or vulnerability factors)	8
elite handball AND (shoulder injuries or shoulder injury or shoulder pain) AND (risk factors or contributing factors or predisposing factors or predictor or cause or vulnerability factors or scapula dyskin* or sick scapula or scapula control or ER/IR ratio or rotation strength ratio or range of motion or ROM)	14

Tabelle 4: Literaturrecherche SPORTDiscus

In Tabelle 5 ist die angewandte Suchstrategie und die daraus resultierenden Treffer in der Datenbank CINAHL aufgezeigt. CINAHL schliesst Literatur der Fachbereiche Medizin, Pflege und verwandter Gesundheitsberufe ein.

LITERATURERCHE IN CINAHL	
Suchbegriffe	Anzahl Treffer
Elite handball AND shoulder	30
elite handball AND (shoulder injuries or shoulder injury or shoulder pain) AND (risk factors or contributing factors or predisposing factors or predictor or cause or vulnerability factors)	17
elite handball AND (shoulder injuries or shoulder injury or shoulder pain) AND (risk factors or contributing factors or predisposing factors or predictor or cause or vulnerability factors or scapula dyskin* or sick scapula or scapula control or ER/IR ratio or rotation strength ratio or range of motion or ROM)	24

Tabelle 5: Literaturrecherche CINAHL

3.4 Literaturselektionsprozess

Die nachfolgende Abbildung illustriert den datenbankübergreifenden Literaturselektionsprozess und zeigt, welche Studien in die Beantwortung der Forschungsfrage inkludiert wurden.

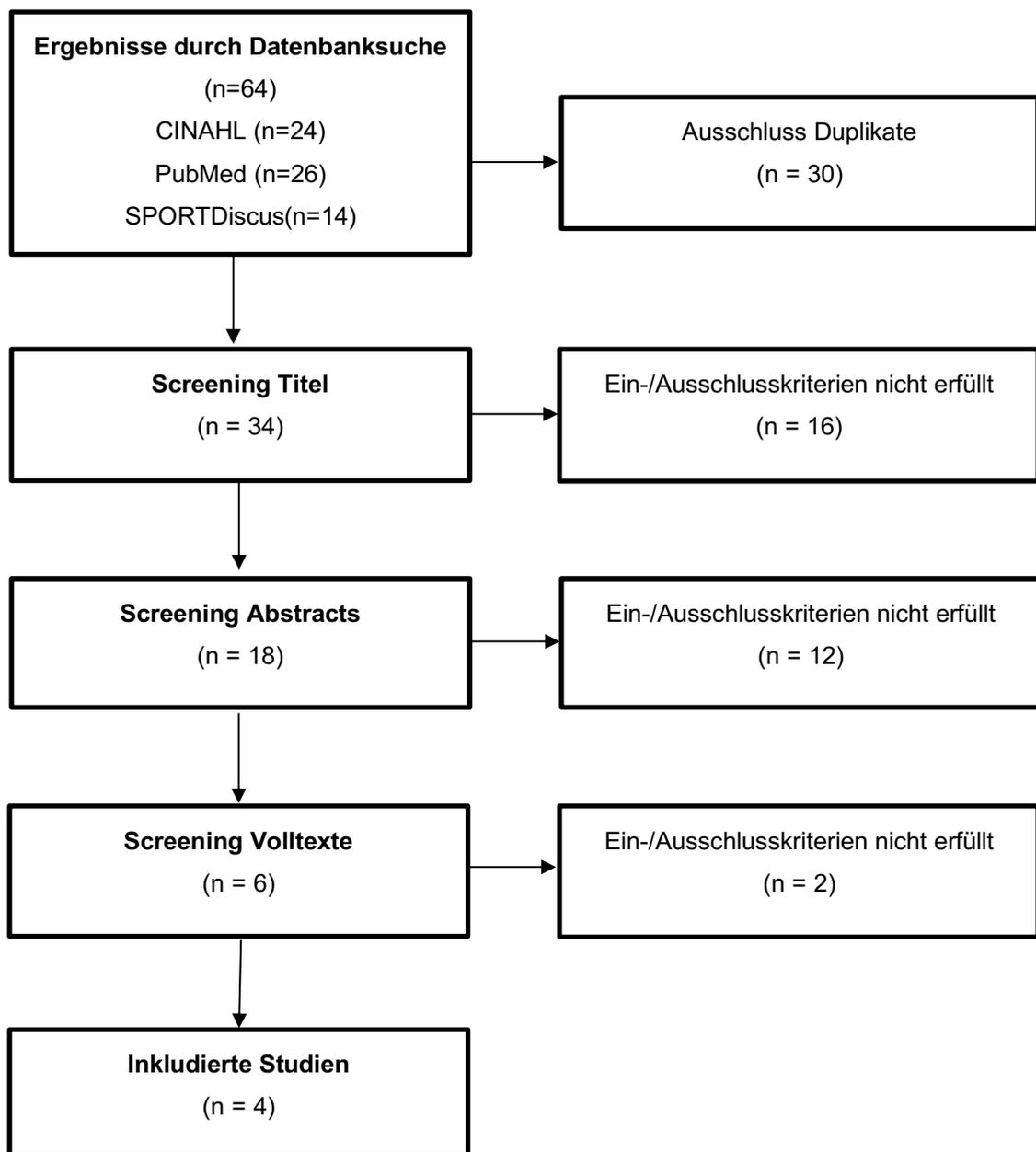


Abbildung 9: Literaturselektionsprozess (n=Anzahl)

Die Suche in den wissenschaftlichen Datenbanken CINAHL, PubMed und SPORTDiscus ergab 64 Treffer. In einem ersten Schritt wurden diese auf Duplikate überprüft. Die resultierenden 34 Treffer wurden in einem zweiten Schritt auf deren

Titel geprüft und mittels den in Kapitel 3.2 definierten Kriterien ein- respektive ausgeschlossen. Durch die anschliessende Beurteilung der Abstracts, wurden wiederum 12 Treffer aufgrund der in Kapitel 3.2 definierten Kriterien ausgeschlossen. Nach der Beurteilung der Volltexte wurden zwei weitere Studien exkludiert. Grund dafür war eine fehlende Differenzierung zwischen den traumatischen und nichttraumatischen Schulterverletzungen in der Risikofaktorenanalyse. Folglich konnten vier Studien identifiziert werden, welche im Anschluss vertieft analysiert werden. Die inkludierten Studien sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

INKLUDIERTE STUDIEN	
Autorinnen/Autoren (Publikationsjahr)	Titel der Studie
Clarsen et al. (2014)	Reduced glenohumeral rotation, external rotation weakness and scapular dyskinesis are risk factors for shoulder injuries among elite male handball players: A prospective cohort study
Andersson et al. (2017)	Risk factors for overuse shoulder injuries in a mixed-sex cohort of 329 elite handball players: Previous findings could not be confirmed
Achenbach et al. (2019)	Decreased external rotation strength is a risk factor for overuse shoulder injury in youth elite handball athletes
Asker et al. (2020)	Preseason Clinical Shoulder Test Results and Shoulder Injury Rate in Adolescent Elite Handball Players: A Prospective Study

Tabelle 6: Autorinnen, Autoren und Titel der inkludierten Studien

3.5 Arbeitsinstrument zur kritischen Würdigung der Studien

Zur Bewertung der inkludierten Studien wird das Arbeitsinstrument Critical Appraisal (AICA) von Ris & Preusse-Bleuler (2015) verwendet. AICA ist ein Arbeitsinstrument, welches von der Zürcher Fachhochschule für Angewandte Wissenschaften entwickelt wurde. Dieses Arbeitsinstrument ist nach dem EMED-Prinzip aufgebaut, welches die Einleitung, die Methode, die Ergebnisse und die Diskussion beinhaltet. Die Leitfragen dienen der Zusammenfassung und der kritischen Würdigung der Studien (Ris & Preusse-Bleuler, 2015). Weitergehende Informationen zum Aufbau und der Struktur kann dem Anhang entnommen werden. Die Autorinnen dieser

Bachelorarbeit haben das Arbeitsinstrument mit einer Punktwertung erweitert. Die maximale zu erreichende Punktzahl beträgt 33 Punkte. Diese Gesamtpunktzahl setzt sich aus maximal zwei Punkten der Kategorie Einleitung, 21 Punkten der Kategorie Methodik, zwei Punkten der Kategorie Resultate, fünf Punkten der Kategorie Diskussion und drei Punkten der Kategorie Übertrag auf die eigene Profession zusammen. Grundsätzlich werden alle Fragen des AICA Rasters, die bejaht werden mit einem Punkt honoriert. Die verneinten Fragen werden dementsprechend mit null Punkten gewertet. Ausnahmen stellen die Fragen 7, 9, 11, 14 und 16 dar. Wie diese Fragen gewertet wurden ist der Tabelle 7 zu entnehmen.

BEWERTUNG DER AUSNAHMEN IM AICA	
Frage 7: Wie wurden die Stichproben gezogen?	1 Pkt. = probability sampling 0 Pkt. = non-probability sampling
Frage 9: Wenn Vergleichsgruppen: wie wurden diese erstellt?	1 Pkt. = Vergleichsgruppe vorhanden 0 Pkt. = keine Vergleichsgruppe
Frage 11: Beeinflussen die Dropouts die Ergebnisse?	1 Pkt. = Dropouts <10% der Stichprobe 0 Pkt. = Dropouts >10% der Stichprobe
Frage 14: Wurden die Daten von allen Teilnehmenden komplett/ vollständig erhoben?	1 Pkt. = Daten von >90% der Teilnehmenden vollständig 0 Pkt. = Daten von <90% der Teilnehmenden vollständig
Frage 16: Fehlen relevante Variablen?	1 Pkt. = Nein 0 Pkt. = Ja

Tabelle 7: Bewertung der Ausnahmen im AICA (Pkt. = Punkt)

4 Resultate

In den nachfolgenden Unterkapiteln werden die vier inkludierten Studien zusammengefasst und mit Hilfe des AICA kritisch gewürdigt. Die detaillierte Analyse mittels des AICA ist dem Anhang zu entnehmen.

4.1 Übersicht inkludierte Studien

Alle inkludierten Studien basieren auf einem prospektiven Studiendesign und untersuchten beide Geschlechter, mit der Ausnahme der Studie von Clarsen et al. (2014) die ihre Analyse ausschliesslich mit Handballspielern durchführten.

Eine weitere Differenz der Studien betrifft das Alter. Clarsen et al. (2014) und Andersson et al. (2017) prüften eine Stichprobe bestehend aus erwachsenen Elite-Handballspielerinnen und -Handballspielern, die restlichen Studien jugendliche Spielerinnen und Spieler.

Wie der Tabelle 8 zu entnehmen ist, untersuchten alle Studien jeweils alle Risikofaktoren, welche für die in Kapitel 1.4 formulierte Fragestellung relevant sind. Achenbach et al. (2019) prüften zusätzlich die maximale Wurfgeschwindigkeit und Asker et al. (2020) den Gelenkpositionssinn der Schulter.

ÜBERSICHT DER INKLUDIERTEN STUDIEN				
Autorinnen/Autoren	Publikationsjahr	Studiendesign	Stichprobe	Erhobene Risikofaktoren
Clarsen et al.	2014	Prospektive Kohortenstudie	<ul style="list-style-type: none"> • 206 erwachsene Handballspieler • Elite-Niveau 	<ul style="list-style-type: none"> • GROM in IR, AR und TROM • Skapuladyskinesie in F und ABD • Isometrische Kraft in IR, AR, ABD
Andersson et al.	2017	Prospektive Kohortenstudie	<ul style="list-style-type: none"> • 329 erwachsene Handballspielerinnen und -spieler • Elite-Niveau 	<ul style="list-style-type: none"> • GROM in IR, AR und TROM • Skapuladyskinesie in F und ABD • Isometrische Kraft in IR und AR
Achenbach et al.	2019	Prospektive Kohortenstudie	<ul style="list-style-type: none"> • 138 jugendliche Handballspielerinnen und -spieler • Elite-Niveau 	<ul style="list-style-type: none"> • GROM in IR, AR und TROM • Skapuladyskinesie • Isometrische und exzentrische Kraft in IR und AR • Maximale Wurfgeschwindigkeit
Asker et al.	2020	Prospektive Kohortenstudie	<ul style="list-style-type: none"> • 344 jugendliche Handballspielerinnen und -spieler • Elite-Niveau 	<ul style="list-style-type: none"> • GROM in IR, AR und TROM • Skapuladyskinesie in ABD und F • Isometrische Kraft in IR, AR, ABD • Exzentrische Kraft in AR • Schultergelenkssinn

Tabelle 8: Übersicht der inkludierten Studien (ABD=Abduktion, AR=Aussenrotation, F=Flexion, IR=Innenrotation, GROM=glenohumerales Bewegungsausmass, TROM=Gesamtbewegungsausmass in Rotation)

In den folgenden Kapiteln werden jeweils das Forschungsziel, die Methodik und die Resultate der Studien beschrieben. In den Tabellen zu den Risikofaktorenanalysen der jeweiligen Studien sind die statistisch signifikanten **Resultate** fett hervorgehoben. Danach sind in Kapitel 4.6 alle Testverfahren der Risikofaktoren, welche für die Fragestellung relevant sind, im Detail aufgeführt. Eine Übersicht zu den Risikoanalysen der inkludierten Studien ist in Kapitel Kapitel 4.7 ersichtlich.

4.2 Clarsen et al. (2014)

Forschungsziel

Das Ziel der Studie war es, die Prävalenz von Schulterproblemen bei Elite-Handballspielern zu erfassen und den Zusammenhang zwischen Schulterverletzungen und isometrischer Schulterkraft, dem Bewegungsausmass des glenohumeralen Gelenks sowie der Skapulakontrolle zu analysieren.

Methodik

Es handelt sich um eine prospektive Kohortenstudie, in welcher 206 Männer aus allen Mannschaften der höchsten norwegischen Liga eingeschlossen wurden. Die einzige Bedingung war ein gültiger Mannschaftsvertrag der Saison 2011/2012. Zu Beginn der Handballsaison wurden mithilfe einer modifizierten Version des Fahlström-Fragebogens die aktuellen und früheren Schulterbeschwerden und -verletzungen erfasst (Fahlström & Söderman, 2006; Fahlström et al., 2006). Zusätzlich wurden Messungen des glenohumeralen Bewegungsausmasses, der isometrischen Schulterkraft und eine Beurteilung der Skapulakontrolle durchgeführt. Die Erfassung der Schulterverletzungen und Schulterbeschwerden während der Saison erfolgte alle zwei Wochen anhand des Fragebogens für Überlastungsverletzungen des Oslo Sports Trauma Research Center (OSTRC-Fragebogen).

Resultate

Wie in Tabelle 9 ersichtlich ist, wurden signifikant niedrigere Innenrotationswerte, signifikant höhere Aussenrotationswerte und signifikant höhere Werte des TROM in der dominanten im Vergleich zur nichtdominanten Schulter gemessen.

GLENOHUMERALES BEWEGUNGSMASS IM SEITENVERGLEICH	
Bewegungsrichtung	Resultate
AR (°)	D > ND Mittlerer Unterschied: 6 (95% CI: 5 - 8, p<0.01)
IR (°)	D < ND Mittlerer Unterschied: 4 (95% CI: 3 - 5, p<0.01)
TROM (°)	D > ND Mittlerer Unterschied: 3 (95% CI: 1 - 4, p<0.01)

Tabelle 9: Werte des glenohumeralen Bewegungsausmasses im Seitenvergleich (Clarsen et al., 2014) (AR=Aussenrotation, D=dominant, ND=nichtdominant, CI=Konfidenzintervall, IR=Innenrotation, TROM=Gesamtbewegungsausmass in Rotation)

Wie der Tabelle 10 zu entnehmen ist, wurden signifikant reduzierte Werte der Aussenrotationskraft, signifikant höhere Werte der Abduktionskraft sowie signifikant niedrigere AR/IR- Kraftverhältnisse in der dominanten im Vergleich zur nichtdominanten Schulter gemessen. Die Messungen der Innenrotationskraft zeigten keine signifikanten Unterschiede im Seitenvergleich.

ISOMETRISCHE SCHULTERKRAFT IM SEITENVERGLEICH	
AR _{isom}	D < ND Mittlerer Unterschied: 0.09 Nm/kg (95% CI: 0.04 - 0.13, p<0.01)
ABD _{isom}	D > ND Mittlerer Unterschied: 0.07 Nm/kg (95% CI: 0.2 - 1.2, p<0.01)
AR _{isom} /IR _{isom} -Kraftverhältnis (%)	D < ND Mittlerer Unterschied: 4 (95% CI: 2 - 6, p<0.01)

Tabelle 10: Isometrische Schulterkraftwerte im Seitenvergleich (Clarsen et al., 2014) (AR=Aussenrotation, D=dominant, ND=nichtdominant, Nm=Newtonmeter, CI=Konfidenzintervall, _{isom}=isometrische Kraft, ABD=Abduktion, IR=Innenrotation)

Die Beurteilung der Skapulakontrolle zeigte, dass 42% der Spieler während der Flexionsbewegung eine leichte und 7% eine deutliche Skapuladyskinesie aufweisen.

Während der Abduktionsbewegung konnte bei 21% der Probanden eine leichte und bei 2% eine deutliche Skapuladyskinesie festgestellt werden.

Die Auswertungen des Fahlström-Fragebogens ergaben, dass 75% der Spieler im Zusammenhang mit dem Handballsport Schulterschmerzen aufweisen und 21% mussten aufgrund der Schmerzen eine Modifikation der Spiel- oder Trainingsteilnahme vornehmen.

Die Gesamtrücklaufquote des OSTRC-Fragebogens betrug 63%, wobei von 25% der Spieler die vollständigen Daten erhoben werden konnten. Die Ergebnisse zeigten, dass 52% der Spieler zu irgendeinem Zeitpunkt Schulterprobleme in der dominanten Schulter hatten. Während der Saison betrug die durchschnittliche Prävalenz 28% (95% CI: 25% - 31%) in der dominanten und 7% (95% CI: 6% - 9%) in der nichtdominanten Schulter. Erhebliche Probleme wiesen 12% (95% CI: 11% - 13%) in der dominanten und 1% (95% CI: 0,7% - 1,3%) in der nichtdominanten Schulter auf. In Tabelle 11 sind die Resultate der Risikofaktorenanalyse ersichtlich. Daraus ergibt sich einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Schweregrad der Schulterbeschwerden und dem Vorhandensein einer deutlichen Skapuladyskinesie, einem reduzierten TROM sowie einer Schwäche der isometrischen Aussenrotationskraft. Zusätzlich konnte einen signifikanten Zusammenhang zwischen einer Vorgeschichte mit Schulteroperationen (OR 8.3, 95% CI: 1.3 bis 51.4, $p=0.02$) oder der Rückraumspielposition (OR 16.4, 95% CI 2.0 bis 132.3, $p<0.01$) und dem Schweregrad der Schulterbeschwerden erhoben werden.

ODDS RATIO FÜR DEN ZUSAMMENHANG ZWISCHEN DEN RISIKOFAKTOREN UND NICHTTRAUMATISCHEN SCHULTERVERLETZUNGEN		
Parameter	Odds Ratio (95% CI)	p-Wert
Bewegungsausmass (5° Veränderung)		
AR	0.83 (0.58 - 1.11) ²	0.23
IR	0.64 (0.14 - 1.19) ^{1,2}	0.19
TROM	0.77 (0.56 – 0.995)²	0.046
Skapuladyskinesie		
Deutlich	8.41 (1.47 – 48.1)¹	0.02
Moderat oder deutlich	3.48 (0.83 – 14.5) ^{1,2}	0.09
Schulterkraft (10Nm Veränderung)		
AR _{isom}	0.71 (0.44 - 0.99)^{1,3}	0.046
IR _{isom}	1.00 (0.85 - 1.15) ³	0.96
ABD _{isom}	0.81 (0.61 – 1.03) ^{2,3}	0.08
Kraftverhältnisse (5% Veränderung)		
AR _{isom} /IR _{isom}	0.75 (0.45 – 1.08) ²	0.13

Tabelle 11: Odds Ratio für den Zusammenhang zwischen den Risikofaktoren und nichttraumatischen Schulterverletzungen (Clarsen et al., 2014) (kontrolliert für ¹Spielposition (Rückraumspieler), ²Schulteroperationen in der Vergangenheit, ³Körpergewicht, AR=Aussenrotation, IR=Innenrotation, TROM=Gesamtbewegungsausmass in Rotation, _{isom}=isometrische Kraft)

4.3 Andersson et al. (2017)

Forschungsziel

Das Ziel der Studie war es, herauszufinden, ob die bereits identifizierten Risikofaktoren Skapuladyskinesie, reduziertes Bewegungsausmass in Rotation und verminderte Aussenrotationskraft, in einer grossen Kohorte von Elite-Handballerinnen und Elite-Handballern bestätigt werden können.

Methodik

Es handelt sich um eine prospektive Kohortenstudie. Die Stichprobe zählt 329 Handballerinnen und Handballern, wovon 168 Männer und 161 Frauen aus insgesamt 23 Teams sind. Die Männer wurden aus der Kontrollgruppe der randomisierten kontrollierten Studie von Andersson et al. aus dem Jahre 2016 rekrutiert. Einschlusskriterium für die Studie war ein Mannschaftsvertrag aus einer der beiden höchsten norwegischen Ligen. Der aktuelle Verletzungsstatus sowie die

Verletzungsgeschichte spielte für den Einschluss in die Studie keine Rolle. Die aktuellen sowie früheren Verletzungen wurden zu Beginn der Saison anhand des Fahlström-Fragebogens und des OSTRC-Fragebogens erfasst. Zusätzlich wurden Messungen der isometrischen Schulterkraft, des glenohumeralen Bewegungsausmasses sowie eine Beurteilung der Skapuladyskinesie durchgeführt. Während der Saison wurden die Verletzungen einmal pro Monat mit dem OSTRC-Fragebogen erhoben.

Resultate

In der Tabelle 12 sind die Resultate der Messungen des glenohumeralen Bewegungsausmasses aufgeführt. In Innenrotation weisen sowohl die Männer als auch die Frauen niedrigere Werte in der dominanten im Vergleich zur nichtdominanten Schulter auf. In der nichtdominanten Schulter isoliert betrachtet, wurden bei den Spielerinnen im Vergleich zu den Spielern höhere Innenrotationswerte (mittlerer Unterschied: 5°, 95% CI 1° - 8°, $p < 0.01$) gemessen. In Aussenrotation wurden sowohl bei den Männern als auch bei den Frauen in der dominanten Schulter höhere Aussenrotationswerte im Seitenvergleich erhoben. Das TROM der dominanten Schulter war bei den Frauen und bei den Männern signifikant niedriger im Seitenvergleich.

GLENOHUMERALES BEWEGUNGSMASS IM SEITENVERGLEICH		
Bewegungsrichtung	Spielerinnen	Spieler
AR (°)	D > ND mittlerer Unterschied: 3 (95% CI: 2 - 5, $p < 0.01$)	D > ND mittlerer Unterschied: 2 (95% CI: 0.2 - 3, $p < 0.03$)
IR (°)	D < ND mittlerer Unterschied: 6 (95% CI: 5 - 8, $p < 0.01$)	D < ND mittlerer Unterschied: 4 (95% CI: 3 - 5, $p < 0.01$)
TROM (°)	D < ND mittlerer Unterschied: 3 (95% CI: 1 - 4, $p < 0.01$)	D < ND mittlerer Unterschied: 2 (95% CI: 1 - 4, $p < 0.01$)

Tabelle 12: Werte des glenohumeralen Bewegungsausmasses im Seitenvergleich (Andersson et al., 2017) (AR=Aussenrotation, D=dominant, ND=nichtdominant, CI=Konfidenzintervall, IR=Innenrotation, TROM=Gesamtbewegungsausmass in Rotation)

Wie der Tabelle 13 zu entnehmen ist, zeigten die Männer im Vergleich zu den Frauen, in der dominanten Schulter eine signifikant höhere isometrische Aussen- und Innenrotationskraft auf. Das durchschnittliche isometrische AR/IR-Kraftverhältnis in der dominanten Schulter fiel bei den Frauen niedriger aus als bei den Männern.

ISOMETRISCHE SCHULTERKRAFT	
AR _{isom} (N/kg)	♂ > ♀ mittlerer Unterschied: 0.23 (95% CI: 0.33 - 0.12, p<0.01)
IR _{isom} (N/kg)	♂ > ♀ mittlerer Unterschied: 0.13 (95% CI: 0.25 - 0.02, p<0.01)
AR _{isom} /IR _{isom} -Kraftverhältnis (%)	♂: 96 (SD: 17) ♀: 91 (SD: 18) mittlerer Unterschied: 5 (95% CI: 1 - 9, p=0.017)

Tabelle 13: Isometrische Schulterkraftwerte (Andersson et al., 2017) (AR=Aussenrotation, isom=isometrisch, N=Newton, ♂=Spieler, ♀=Spielerinnen CI=Konfidenzintervall, IR=Innenrotation, SD=Standardabweichung)

Eine leichte Skapuladyskinesie zeigten während der Flexionsbewegung 56% und eine deutliche Skapuladyskinesie wurde bei 11% der Spielerinnen und Spieler beurteilt. Während der Abduktionsbewegung wurde bei 35% eine leichte und bei 8% eine deutliche Skapuladyskinesie registriert. Es gab keinen signifikanten geschlechterspezifischen Unterschied.

Zu Beginn der Studie wurden mittels OSTRC-Fragebogen bei 49% der Spieler und 46% der Spielerinnen Schulterprobleme während den vergangenen sieben Tagen registriert. Davon gaben 13% der Männer und 16% der Frauen erhebliche Schulterprobleme an. Es wurden keine signifikanten geschlechterspezifischen Unterschiede in der Prävalenz von Schulterproblemen registriert.

Während der Saison betrug die durchschnittliche Rücklaufquote des OSTRC-Fragebogens 85%. Vollständige Verletzungsdaten waren von 65% der Kohorte verfügbar, während von 16% keine Verletzungsdaten während der Saison erhoben werden konnten. Die durchschnittliche Antwortrate für die Daten der Expositionszeit betrug 49%. Die durchschnittliche Prävalenz von Schulterproblemen während der Saison betrug 23% (95% CI: 21% - 26%) und die der erheblichen Schulterprobleme 8% (95% CI: 7% - 9%). Männer berichteten über eine höhere durchschnittliche

wöchentliche Trainingsbelastung im Vergleich zu den Frauen (mittlerer Unterschied: 47min, 95% CI: 22min – 72min, $p < 0.01$).

In Tabelle 14 sind die Ergebnisse der Risikofaktorenanalyse ersichtlich. Alle Odds Ratios sind für das Geschlecht kontrolliert. Es zeigte sich lediglich ein signifikanter Zusammenhang zwischen einem veränderten Bewegungsausmass in Innenrotation und einem erhöhten Verletzungsrisiko.

Es konnte keine Assoziation zwischen der durchschnittlichen wöchentlichen Trainings- oder Spielbelastung sowie zusätzlichem Krafttraining und Überlastungsverletzungen erhoben werden.

ODDS RATIO FÜR DEN ZUSAMMENHANG ZWISCHEN DEN RISIKOFAKTOREN UND NICHTTRAUMATISCHEN SCHULTERVERLETZUNGEN		
Parameter	Odds Ratio (95% CI)	p-Wert
Bewegungsausmass (5° Veränderung)		
AR	1.05 (0.93 - 1.19) ²	0.46
IR	1.16 (1.00 - 1.34) ¹	0.046
TROM	1.05 (0.98 - 1.13) ¹	0.15
Skapuladyskinesie		
Deutlich	1.23 (0.25 - 5.99) ^{1,2,3}	0.80
Moderat oder deutlich	1.39 (0.41 - 4.70) ^{2,4,5}	0.64
Schulterkraft (10N Veränderung)		
AR _{isom}	1.05 (0.92 - 1.20) ^{4,6}	0.45
IR _{isom}	1.02 (0.90 - 1.16) ^{1,2,3,4,6}	0.77
Kraftverhältnisse		
AR _{isom} /IR _{isom} (5% Veränderung)	1.16 (0.62 - 2.15) ^{1,2,3,4}	0.65
AR _{isom} /IR _{isom} <0.8	3.11 (0.99 - 9.71) ²	0.051

Tabelle 14: Odds Ratio für den Zusammenhang zwischen den Risikofaktoren und nichttraumatischen Schulterverletzungen (Andersson et al., 2017) (kontrolliert für ¹Schulterschmerzen zu Beginn, ²Vorgeschichte der Schulterschmerzen während der letzten Saison, ³Spielposition, ⁴Körpergewicht (kg), ⁵Grösse (cm) und ⁶Alter (Jahre), AR=Außenrotation, IR=Innenrotation, isom=isometrische Kraft)

4.4 Achenbach et al. (2019)

Forschungsziel

Das Ziel der Studie war die Identifikation der Risikofaktoren für Überlastungsverletzungen der Schulter bei jugendlichen Elite-Handballspielerinnen und -Handballspielern während einer ganzen Saison.

Methodik

Es handelt sich um eine prospektive Kohortenstudie. Die Stichprobe umfasste 138 Probandinnen und Probanden, 70 Jungen und 68 Mädchen der süddeutschen Handball-Föderation. Ausgeschlossen wurden Spielerinnen und Spieler, welche in ihrer Vergangenheit eine Schulteroperation, einen Krankenhausaufenthalt aufgrund einer Schulterverletzung oder Schulterbeschwerden sowie Schmerzen während der Untersuchung aufwiesen. Zu Beginn der Studie wurden demographische Daten erhoben und Messungen der isometrischen Schulterkraft in Innen- und Aussenrotation, der exzentrischen Aussenrotationskraft, des glenohumeralen Bewegungsausmasses sowie der maximalen Wurfgeschwindigkeit durchgeführt und die Skapulakontrolle beurteilt.

Zur Erhebung der Verletzungen während der Saison mussten die Spielerinnen und Spieler an fünf definierten Zeitpunkten einen standardisierten Fragebogen ausfüllen. Zusätzlich wurde die deutsche Version des Western Ontario Shoulder Index (WOSI) zur Erfassung von Überlastungssymptomen der Schulter verwendet (siehe Anhang).

Resultate

Die Antwortrate des WOSI betrug 63%, wobei von 44% der Teilnehmenden die kompletten Daten vorhanden sind. In der dominanten Schulter verspürten 26% der Spieler und Spielerinnen Schmerzen oder Überlastungssymptome. Die durchschnittliche Punktzahl des WOSI betrug 414 ± 310 Punkte, wobei 12% eine Punktzahl von über 420 Punkten aufwiesen.

Der Tabelle 15 sind die Resultate der Messungen des glenohumeralen Bewegungsausmasses zu entnehmen. Die geschlechtergetrennte Analyse zeigte keine statistisch signifikanten Seitendifferenzen. Die Analyse aller Teilnehmenden

hingegen zeigte in allen erhobenen Parametern statistisch signifikante Unterschiede im Seitenvergleich.

GLENOHUMERALES BEWEGUNGSMASS IM SEITENVERGLEICH			
Bewegungsrichtung	Spielerinnen (n=68)	Spieler (n=70)	Total (n=138)
	D (Mittelwert \pm SD)	D (Mittelwert \pm SD)	D (Mittelwert \pm SD)
	ND (Mittelwert \pm SD)	ND (Mittelwert \pm SD)	ND (Mittelwert \pm SD)
AR ($^{\circ}$)	82 \pm 16	88 \pm 13	85 \pm 15
	75 \pm 16	79 \pm 13	77 \pm 15
IR ($^{\circ}$)	38 \pm 10	29 \pm 9	33 \pm 11
	41 \pm 10	33 \pm 10	37 \pm 11
TROM ($^{\circ}$)	120 \pm 29	112 \pm 29	116 \pm 25
	116 \pm 20	107 \pm 28	112 \pm 24

Tabelle 15: Werte des glenohumeralen Bewegungsausmasses im Seitenvergleich (Achenbach et al., 2019) (n=Anzahl, D=dominante Seite, ND= nichtdominante Seite, SD=Standardabweichung, AR=Aussenrotation, IR=Innenrotation, TROM=Gesamtbewegungsausmass in Rotation)

In Tabelle 16 sind die Werte der normalisierten Schulterkraft aufgeföhrt. Geschlechterspezifische Unterschiede konnten einzig für die isometrische Aussenrotationskraft erhoben werden. Signifikante Seitendifferenzen konnten für die exzentrische Aussenrotationskraft bei den Spielern und für die isometrische Aussenrotationskraft der gesamten Kohorte bestimmt werden.

SCHULTERKRAFT IM SEITENVERGLEICH				
	Spielerinnen (n=68)	Spieler (n=70)	Total (n=138)	
	D (Mittelwert \pm SD)	D (Mittelwert \pm SD)	D (Mittelwert \pm SD)	
	ND (Mittelwert \pm SD)	ND (Mittelwert \pm SD)	ND (Mittelwert \pm SD)	
AR _{isom} (N/kg)	2.1 \pm 0.5	2.1 \pm 0.5	2.1 \pm 0.5	
	2.4 \pm 0.6	2.3 \pm 0.5	2.3 \pm 0.6	
AR _{exz} (N/kg)	3.4 \pm 0.5	3.5 \pm 0.7	3.4 \pm 0.6	
	3.3 \pm 0.5	3.5 \pm 0.4	3.4 \pm 0.5	
IR _{isom} (N/kg)	2.4 \pm 0.4	2.7 \pm 0.4	2.5 \pm 0.4	
	2.6 \pm 0.3	2.6 \pm 0.3	2.5 \pm 0.4	
Kraftverhältnisse				
	AR _{isom} /IR _{isom}	0.88 \pm 0.21	0.78 \pm 0.16	0.83 \pm 0.19
	AR _{exz} /IR _{isom}	1.42 \pm 0.21	1.30 \pm 0.21	1.37 \pm 0.22

Tabelle 16: Schulterkraftwerte im Seitenvergleich (Achenbach et al., 2019) (n=Anzahl, D=dominante Seite, ND=nichtdominante Seite, SD=Standardabweichung, AR=Aussenrotation, _{isom}=isometrische Kraft, N=Newton, _{exz}=exzentrische Kraft, IR=Innenrotation)

Insgesamt zeigten 25% der Spielerinnen und Spieler Anzeichen einer Skapuladyskinesie, von denen 85 % eine moderate und 15% eine schwere Skapuladyskinesie aufwiesen. Es wurden keine geschlechterspezifischen Unterschiede bezüglich des Vorhandenseins oder des Schweregrads einer Skapuladyskinesie festgestellt. Die durchschnittliche maximale Wurfgeschwindigkeit betrug 79.4 ± 12.2 km/h (♂ : 87.4 ± 7.7 , ♀ : 71.1 ± 10.4).

Wie in Tabelle 17 ersichtlich ist, wurden eine reduzierte Schulterkraft in Aussenrotation sowie das AR/IR-Kraftverhältnis und bei den Spielerinnen zusätzlich Defizite des Bewegungsausmasses in Innen- und Aussenrotation, welche im Seitenvergleich grösser als 7.5° betragen, als Risikofaktoren für Schulterverletzungen identifiziert. Eine Skapuladyskinesie hingegen konnte nicht als Risikofaktor für Schulterverletzungen bestimmt werden.

ODDS RATIO FÜR DEN ZUSAMMENHANG ZWISCHEN DEN RISIKOFAKTOREN UND NICHTTRAUMATISCHEN SCHULTERVERLETZUNGEN		
Parameter	Odds Ratio (95% CI)	p-Wert
Bewegungsausmass (°)		
AR	1.0 (1.0 – 1.1)	n.s.
AR > 7.5	4.1 (1.1 – 15.4)	0.045
	♂ 1.78 (0.4 – 8.1)	n.s.
	♀ 15.20 (1.1 – 185.3)	0.025
GIRD	1.0 (0.9 – 1.1)	n.s.
GIRD >7.5	1.0 (0.4 – 3.5)	n.s.
	♂ 0.61 (0.5 – 0.8)	0.044
	♀ 12.50 (1.4 – 114.6)	0.014
TROM	0.99 (1.0 – 1.0)	n.s.
Skapuladyskinesie	1.1 (0.75 - 1.60)	n.s.
Normalisierte Muskelkraft (N/kg)		
AR _{isom}	1.2 (1.0 – 1.4)	0.015
AR _{exz}	0.56 (0.2 – 1.6)	n.s.
AR _{exz} <2.90	3.53 (1.1 – 11.8)	0.047
	♂ 5.89 (1.2 – 27.9)	0.034
	♀ 1.38 (0.1 – 13.3)	n.s.
Kraftverhältnisse		
AR _{isom} /IR _{isom}	1.20 (1.1 – 1.5)	0.012
AR _{isom} /IR _{isom} <0.75	4.29 (1.3 – 14.5)	0.019
AR _{exz} /IR _{isom}	1.22 (0.8 – 1.9)	n.s.
AR _{exz} /IR _{isom} <1.30	3.20 (1.0 – 10.1)	0.047

Tabelle 17: Odds Ratio für den Zusammenhang zwischen den Risikofaktoren und nichttraumatischen Schulterverletzungen (Achenbach et al., 2019) (CI=Konfidenzintervall, n.s.=nicht signifikant, AR=Aussenrotation, ♂=zutreffend auf Spieler, ♀=zutreffend auf Spielerinnen, GIRD=glenohumerales Innenrotationsdefizit, TROM=Gesambewegungsausmass in Rotation, isom=isometrische Kraft, exz=exzentrische Kraft, IR=Innenrotation)

4.5 Asker et al. (2020)

Forschungsziel

Das Ziel der Studie war es zu untersuchen, ob jugendliche Elite-Handballspielerinnen und -Handballspieler mit muskulären Schwächen der Schulter, einer Skapuladyskinesie sowie Defiziten des glenohumeralen Bewegungsausmasses oder

des Gelenkspositionssinns eine höhere Rate an neu auftretenden Schulterverletzungen aufweisen.

Methodik

Es handelt sich um eine prospektive Kohortenstudie. Die 344 eingeschlossenen Handballspielerinnen und Handballspieler sind aus der Kohorte der Karolinska Handball Study (KHASt-Studie) von Asker et al. (2017), wobei nicht deren gesamte Kohorte inkludiert wurde. Ausschlusskriterium war eine Punktzahl höher als 40 im OSTRC-Fragebogen. Die Stichprobe besteht zur Hälfte aus Handballspielerinnen und zur Hälfte aus Handballspielern.

Die Testungen wurden im September 2014 und September 2015 durchgeführt. Es wurden demographische Informationen der Probandinnen und Probanden, die früheren Schulterverletzungen sowie die Schulterfunktion anhand des Fahlström-Fragebogens erfasst. Zusätzlich mussten die Spielerinnen und Spieler zur Erhebung von Schulterproblemen der vergangenen zwei Monate sowie der letzten Handballsaison eine modifizierte Form des OSTRC-Fragebogens ausfüllen. Es wurden Messungen der Schulterkraft und des glenohumeralen Bewegungsausmasses durchgeführt sowie das Vorhandensein einer Skapuladyskinesie und der Schultergelenksinn beurteilt. Während der Saison wurden wöchentlich die Schulterverletzungen, die traumatischen Verletzungen sowie die Spiel- und Trainingsbelastung anhand eines Fragebogens basierend auf dem OSTRC-Fragebogen erfasst (siehe Anhang).

Resultate

Die durchschnittliche wöchentliche Antwortrate des Fragebogens betrug 92%, wobei von 76% der Teilnehmerinnen und Teilnehmer die vollständigen Daten vorhanden sind. Die gesamte Handball-Expositionszeit betrug 31'416 Stunden bei den Spielern und 28'089 Stunden bei den Spielerinnen. Im dominanten Arm wurden 48 neue Schulterverletzungen gemeldet, von denen 88% nichttraumatisch eingestuft wurden. Die Inzidenz der Schulterverletzungen im dominanten Arm betrug 0.70/1000 Stunden (95% CI: 0.53 - 0.84) bei den Spielern und 0.93/1000 Stunden (95% CI: 0.76 - 0.99) bei den Spielerinnen.

In Tabelle 18 sind die Mediane der erhobenen Parameter für die Risikofaktorenanalyse aufgeführt. Skapuladyskinesie wurde mit Ja respektive Nein beurteilt, weshalb in der Tabelle keine Zahl ersichtlich ist. Aus der Tabelle geht hervor, dass die Spielerinnen in allen Parametern des glenohumeralen Bewegungsausmass im Vergleich zu den Spielern höhere Werte aufweisen, hingegen alle Kraftwerte sind niedriger sind.

MÖGLICHE RISIKOFAKTOREN FÜR SCHULTERVERLETZUNGEN IM DOMINANTEN ARM		
Risikofaktoren	Spielerinnen	Spieler
Bewegungsausmass (°)		
AR	101.00	100.00
IR	45.00	39.75
TROM	147.50	139.50
TROM (Differenz D/ND)	1.00	0.00
Skapuladyskinesie		
F (Ja/ Nein)		
ABD (Ja/ Nein)		
Normalisierte Muskelkraft (N/kg)		
AR _{isom}	1.45	1.57
AR _{exz}	1.72	1.87
ABD _{isom}	1.31	1.52
IR _{isom}	1.87	2.27
Kraftverhältnisse		
AR _{isom} /IR _{isom}	<0.75	<0.75
AR _{exz} /IR _{isom}	<0.75	<0.75
Schultergelenkssinn (°)		
Differenz zu Zielwinkel	6.33	5.70

Tabelle 18: Mediane der untersuchten Risikofaktoren im dominanten Arm (Asker et al., 2020)
(AR=Aussenrotation, IR=Innenrotation, TROM=Gesamtbewegungsausmass in Rotation, D=dominanter Arm, ND=nichtdominanter Arm, F=Flexion, ABD=Abduktion, N=Newton, isom=isometrische Kraft, exz=exzentrische Kraft)

Die in Tabelle 19 aufgeführten Gefährdungsquoten sind für die Spielposition kontrolliert. Eine vorhandene Skapuladyskinesie konnte ausschliesslich bei den Spielern während der Abduktionsbewegung mit einem erhöhten Verletzungsrisiko assoziiert werden. Eine reduzierte isometrische Aussen- oder Innenrotationskraft ist bei den Spielerinnen mit einer mehr als doppelt so hohe Verletzungsanfälligkeit

verbunden, nicht jedoch bei den Spielern. Es konnten keine Zusammenhänge zwischen einem erhöhten Risiko für Schulterverletzungen und dem glenohumeralen Bewegungsausmass in Aussenrotation, Innenrotation oder dem TROM aufgezeigt werden. Dies trifft sowohl auf die Spielerinnen als auch auf die Spieler zu. Der Gelenkspositionssinn der Schulter ist bei beiden Geschlechtern nicht mit einer erhöhten Verletzungsanfälligkeit assoziiert (♂ HRR: 1.14, 95% CI: 0.49 - 2.63; ♀ HRR: 1.06, 95% CI: 0.49 – 2.29).

GEFÄHRDUNGSQUOTEN FÜR SCHULTERVERLETZUNGEN IM DOMINANTEN ARM		
Parameter	Spielerinnen	Spieler
	HRR (95% CI)	HRR (95% CI)
Bewegungsausmass (°)		
AR	0.74 (0.34 – 1.62)	0.74 (0.31 – 1.73)
IR	1.59 (0.70 - 3.54)	1.03 (0.45 - 2.37)
TROM (D)	0.70 (0.32 - 1.53)	0.77 (0.33 - 1.81)
TROM (D/ND)	1.30 (0.59 - 2.83)	0.53 (0.22 – 1.25)
Skapuladyskinesie		
ABD	1.53 (0.36 - 6.52)	3.43 (1.49 - 7.92)
F	0.49 (0.17 - 1.44)	1.53 (0.60 - 3.94)
Schulterkraft (N/kg)		
AR _{isom}	2.37 (1.03 - 5.44)	1.02 (0.44 - 2.36)
IR _{isom}	2.44 (1.06 - 5.61)	0.74 (0.31 - 1.75)
AR _{exz}	1.21 (0.57 – 2.62)	0.70 (0.29 – 1.64)
ABD _{isom}	1.10 (0.50 – 2.38)	1.19 (0.51 – 2.77)
Kraftverhältnisse		
AR _{isom} /IR _{isom} -Kraftverhältnis <0.75	0.85 (0.39 - 1.83)	2.00 (0.68 - 5.92)
AR _{exz} /IR _{isom} -Kraftverhältnis <0.75	0.41 (0.10 - 1.73)	1.10 (0.45 - 2.69)

Tabelle 19: Risikofaktorenanalyse der Skapuladyskinesie, des glenohumeralen Bewegungsausmasses und der Schulterkraft (Asker et al., 2020) (HRR=Gefährdungsquote, ABD=Abduktion, CI=Konfidenzintervall, F=Flexion, AR=Aussenrotation, IR=Innenrotation, TROM=Gesamtbewegungsausmass in Rotation, D=dominant, ND=nichtdominant, _{isom}=isometrisch, _{exz}=exzentrisch)

4.6 Übersicht der Testverfahren

Die Vorbereitung auf die Testungen ist in den inkludierten Studien nicht einheitlich. In den Studien von Achenbach et al. (2019) und Asker et al. (2020) wurde ein schulterspezifisches Aufwärmprogramm mit einem Theraband durchgeführt. In den restlichen Studien sind keine Angaben bezüglich Vorbereitung auf die Testungen vorhanden.

In den nachfolgenden Tabellen sind die Testverfahren zu den Parametern, welche für Fragestellung dieser Bachelorarbeit relevant sind, im Detail aufgezeigt. Zwei Studien führten noch weitere Messungen durch, die nachfolgend beschrieben werden.

Achenbach et al. (2019) erhob die maximale Wurfgeschwindigkeit mittels Radarpistole. Die Spielerinnen und Spieler mussten sieben Meter vor dem Tor so kräftig wie möglich auf ein Ziel (1m²) in der Mitte des Tores werfen. Der schnellste Wurf aus drei Versuchen wurde für die weitere Analyse verwendet.

Asker et al. (2020) untersuchte den Schultergelenksinn im dominanten Arm mit verbundenen Augen in Rückenlage. Die Testperson führte den Arm passiv in den Zielwinkel (75% der maximalen Aussenrotationsposition). Diese Position sollte der Spieler respektive die Spielerin während drei Sekunden halten, danach wurde der Arm passiv zurück in die Ausgangsstellung geführt. In einem zweiten Schritt wurde der Spieler respektive die Spielerin aufgefordert, den Arm aktiv in den Zielwinkel zu führen, dessen Abweichung wurde notiert. Der Durchschnitt der drei Wiederholungen wurde in die weitere Analyse miteinbezogen.

Wie der Tabelle 20 zu entnehmen ist, unterscheiden sich die Studien in einzelnen Aspekten. In den Studien von Achenbach et al. (2019) und Asker et al. (2020) wurde nicht erwähnt in welcher Ebene sich der Arm in der Startposition bei den Messungen befindet. Aufgrund der restlichen Angaben ist jedoch davon auszugehen, dass es ebenfalls die Frontalebene war. Clarsen et al. (2014) beschrieb in seiner Studie nicht, ob der Ellbogen in einer 90° flektierten Position gehalten wurde. Achenbach et al. (2019) wählten als Einzige das Goniometer zur Bestimmung des Bewegungsausmasses.

TESTVERFAHREN ZUR MESSUNG DES GLENOHUMERALEN BEWEGUNGSMASSSES			
Clarsen et al. (2014)	Andersson et al. (2017)	Achenbach et al. (2019)	Asker et al. (2020)
<u>AR und IR</u> <ul style="list-style-type: none"> • Rückenlage • Schulter 90° ABD • Frontalebene • Digitaler Winkelmesser • 2 Wdh (Mittelwert zählt) • TROM berechnet 	<u>AR und IR</u> <ul style="list-style-type: none"> • Rückenlage • Schulter 90° ABD • Ellbogen 90° F • Frontalebene • Digitaler Winkelmesser • 2 Wdh (Mittelwert zählt) • TROM berechnet 	<u>AR und IR</u> <ul style="list-style-type: none"> • Rückenlage • Schulter 90° ABD • Ellbogen 90° F • Goniometer • 2 Wdh (Mittelwert zählt) • TROM berechnet 	<u>AR und IR</u> <ul style="list-style-type: none"> • Rückenlage • Schulter 90° ABD • Ellbogen 90° F • Digitaler Winkelmesser • 2 Wdh (Mittelwert zählt) • TROM berechnet

Tabelle 20: Überblick Testverfahren zur Messung des glenohumeralen Bewegungsausmasses (AR=Aussenrotation, IR=Innenrotation, ABD=Abduktion, F=Flexion, Wdh=Wiederholungen, TROM=Gesamtbewegungsausmass in Rotation)

In Tabelle 21 sind die Testverfahren zur Beurteilung der Skapuladyskinesie dargestellt. Asker et al. (2020) differenzierte lediglich, ob eine Skapuladyskinesie vorhanden ist oder nicht, alle anderen Studien führten eine Differenzierung in drei Subgruppen (normal, moderat, deutlich) durch. Achenbach et al. (2019) und Asker et al. (2020) wählten als Zusatzgewicht für die Männer zwei

Kilogramm und für die Frauen ein Kilogramm, die restlichen Studien verwendeten für die Männer fünf Kilogramm und für die Frauen drei Kilogramm. In den Studien von Achenbach et al. (2019) und Asker et al. (2020) wurden zwei, bei den anderen Studien fünf Wiederholungen mit dem jeweiligen Zusatzgewicht durchgeführt. In den Studien von Achenbach et al. (2019) und Asker et al. (2020) erfolgte die Beurteilung anhand eines Videos, bei den anderen einmalig vor Ort.

TESTVERFAHREN ZUR BEURTEILUNG EINER SKAPULADYSKINESIE			
Clarsen et al. (2014)	Andersson et al. (2017)	Achenbach et al. (2019)	Asker et al. (2020)
<u>ABD und F</u> <ul style="list-style-type: none"> • normal, moderat, deutlich • ♂ 5kg • 5 Wdh • Beurteilung: vor Ort 	<u>ABD und F</u> <ul style="list-style-type: none"> • normal, moderat, deutlich • ♂ 5 kg • ♀ 3kg • 5 Wdh • Beurteilung: vor Ort 	<u>ABD und F</u> <ul style="list-style-type: none"> • Vorhanden/ nicht vorhanden; wenn ja: normal moderat, deutlich • ♂ 2kg • ♀ 1kg • 2 Wdh • Beurteilung: Video 	<u>ABD und F</u> <ul style="list-style-type: none"> • Vorhanden/ nicht vorhanden • ♂ 2kg • ♀ 1kg • 2 Wdh • Beurteilung: Video

Tabelle 21: Übersicht Testverfahren zur Beurteilung einer Skapuladyskinesie (ABD=Abduktion, F=Flexion, Wdh=Wiederholungen)

Wie in Tabelle 22 ersichtlich ist, besteht kein einheitliches Testverfahren für Kraftmessungen der Schultermuskulatur. Alle Studien erhoben die isometrische Innen- und Aussenrotationskraft, Achenbach et al. (2019) und Asker et al. (2020) führten zusätzlich Messungen der exzentrischen Aussenrotationskraft durch. In allen Studien ausser derjenigen von Andersson et al. (2017) wurde zusätzlich die Abduktionskraft erhoben. Achenbach et al. (2019) und Asker et al. (2020) führten die Messungen im Sitz durch, die anderen beiden in Rückenlage. Zur Erhebung der Rotationskraft der Schulter wählten alle inkludierten Studien Startposition des Armes in der Frontalebene, Andersson et al. (2017) machten diesbezüglich keine Angaben. In der Studie von Clarsen et al. (2014)

wurden keine Angaben bezüglich der Positionierung der Schulter gemacht, die restlichen Studien positionierten die Schulter in 90° Abduktion. Achenbach et al. (2019), Asker et al. (2020) und Clarsen et al. (2014) führten jeweils zwei Messungen pro Bewegungsrichtung durch, Andersson et al. (2017) liessen die Spielerinnen und Spieler drei Wiederholungen absolvieren. Die Kraftmessungen wurden in allen Studien mittels Handdynamometer bestimmt.

TESTVERFAHREN ZUR MESSUNG DER SCHULTERKRAFT			
Clarsen et al. (2014)	Andersson et al. (2017)	Achenbach et al. (2019)	Asker et al. (2020)
<p><u>AR_{isom} und IR_{isom}</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Rückenlage • Ellbogen: 90°F • Frontalebene • 2 Wdh (besserer Wert zählt) • Hand-Dynamometer <p><u>ABD_{isom}</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Stand • Schulter: 30° ABD, in AR • Ellbogen in E • Skapulaebene • 2 Wdh (besserer Wert zählt) • Handdynamometer 	<p><u>AR_{isom} und IR_{isom}</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Rückenlage • Ellbogen 90°F • Schulter: 90° ABD, 0° Rot. • 3 Wdh (bester Wert zählt) • Hand-Dynamometer 	<p><u>AR_{isom, exz} und IR_{isom}</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sitz • Ellbogen: 90°F • Frontalebene • Schulter: 90° ABD • 2 Wdh (besserer Wert zählt) • Hand-Dynamometer <p><u>ABD_{isom}</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Stand • Schulter: 30° ABD • Skapulaebene • 2 Wdh (besserer Wert zählt) • Handdynamometer 	<p><u>AR_{isom, exz} und IR_{isom}</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sitz • Ellbogen: 90°F • Frontalebene • Schulter: 90° ABD • 2 Wdh (besserer Wert zählt) • Hand-Dynamometer <p><u>ABD_{isom}</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Stand • Schulter: 30° ABD • Skapulaebene • 2 Wdh (besserer Wert zählt) • Handdynamometer

Tabelle 22: Übersicht Testverfahren Kraftmessungen (AR=Aussenrotation, _{isom}=isometrisch, IR=Innenrotation, _{exz}=exzentrisch, F=Flexion, ABD=Abduktion, Rot=Rotation, Wdh=Wiederholungen, E=Extension)

4.7 Übersicht Risikofaktorenanalyse der inkludierten Studien

In Tabelle 23 sind die analysierten Risikofaktoren der inkludierten Studien aufgeführt. Es sind ausschliesslich Parameter ersichtlich, welche im Seitenvergleich einen signifikanten Unterschied aufweisen. Die Pfeil-Symbole zeigen auf, ob der erhobene Parameter im Vergleich zur nichtdominanten Seite statistisch signifikant erhöht oder reduziert ist. Diejenigen **Risikofaktoren**, welche einen statistisch signifikanten Zusammenhang mit einem erhöhten Risiko für nichttraumatische Verletzungen der Schulter aufweisen sind fett hervorgehoben. Felder ohne Inhalt bedeuten, dass diese Parameter in der jeweiligen Studie nicht untersucht wurden. In gewissen Studien wurden zusätzlich geschlechterspezifische Unterschiede analysiert. Diese sind in der Tabelle mit dem Symbol für männlich respektive weiblich gekennzeichnet.

RISIKOFAKTORENANALYSEN DER INKLUDIERTEN STUDIEN				
	Clarsen et al. (2014)	Andersson et al. (2017)	Achenbach et al. (2019)	Asker et al. (2020)
Bewegungsausmass (in Grad)	↑ AR ↓ IR ↑ TROM ↓ TROM >5°	↑ AR ↓ IR ↑ IR >5° ↓ TROM	↑ AR >7.5° ♀ ↓ IR >7.5° ♀ ↓ TROM	n.s.
Skapuladyskinesie	F: deutlich , moderat ABD: deutlich , moderat	F: deutlich, moderat ABD: deutlich, moderat	F: deutlich, moderat ABD: deutlich, moderat	ABD: vorhanden ♂
Normalisierte Schulterkraft (N/kg)	↓ AR _{isom} ↑ ABD _{isom} ↓ AR _{isom} /IR _{isom}	↓ AR _{isom} ♀ ↓ IR _{isom} ♀ ↓ AR _{isom} /IR _{isom} <0.8 ♀	↓ AR _{isom} ↓ AR _{exz} <2.90 ♂ ↓ AR _{isom} /IR _{isom} ↓ AR _{isom} /IR _{isom} <0.75 ↓ AR _{exz} /IR _{isom} <1.30	↓ AR _{isom} ♀ ↓ IR _{isom} ♀
Wurfgeschwindigkeit (km/h)			↓ Geschwindigkeit	
Expositionszeit pro Woche		↑ Handballtraining ♂		
Gelenkspositionssinn				n.s.

Tabelle 23: Risikofaktorenanalysen der inkludierten Studien (AR=Aussenrotation, IR=Innenrotation, TROM=Gesamtbewegungsausmass in Rotation, ♀=gilt nur für Handballspielerinnen, n.s.=nicht signifikant, F=Flexion, ABD=Abduktion, N=Newton, isom=isometrische Kraft, exz=exzentrische Kraft, ♂=gilt nur für Handballspieler)

4.7.1 Glenohumerales Bewegungsausmass

Drei der vier beurteilten Studien assoziierten mindestens einen Aspekt des glenohumeralen Bewegungsausmasses mit einem erhöhten Verletzungsrisiko, alle Analysen identifizierten jedoch andere Parameter als Risikofaktoren. Clarsen et al. (2014) demonstrierten, dass eine Reduktion des TROM um mehr als 5° im Seitenvergleich einen Risikofaktor für Schulterverletzungen darstellt. Die Analyse von Andersson et al. (2017) wiederum zeigte, dass ein im Seitenvergleich um 5° erhöhtes Bewegungsausmass in Innenrotation eine Erhöhung des Verletzungsrisikos mit sich bringt. Dies steht im Widerspruch zu den Resultaten von Achenbach et al. (2019). In dieser Studie wurde ein reduziertes Bewegungsausmass in Innenrotation und ein erhöhtes Bewegungsausmass in Aussenrotation als Risikofaktor für nichttraumatische Schulterverletzungen erhoben. Dies gilt unter der Voraussetzung, dass gemessene Bewegungsumfänge im Seitenvergleich eine Differenz von über 7.5° aufweisen. Dabei ist zu beachten, dass der Zusammenhang zwischen einer Zunahme des glenohumeralen Bewegungsausmasses in Aussenrotation und einem erhöhten Verletzungsrisiko ausschliesslich bei Handballerinnen festgestellt werden konnte. Im Widerspruch zu den anderen Studien erfassten Asker et al. (2020) weder signifikante Seitenunterschiede noch einen Zusammenhang zwischen einem veränderten glenohumeralen Bewegungsausmass in Rotation und einem erhöhten Risiko für nichttraumatische Schulterverletzungen.

4.7.2 Skapuladyskinesie

Die Analysen bezüglich der Skapuladyskinesie als Risikofaktor für nichttraumatische Schulterverletzungen ergaben ebenfalls keine übereinstimmenden Ergebnisse. Asker et al. (2020) und Clarsen et al. (2014) erklärten die Skapuladyskinesie jeweils unter bestimmten Bedingungen als Risikofaktor. Clarsen et al. (2014) beschrieben, dass ausschliesslich eine deutliche Skapuladyskinesie während den beiden Bewegungsrichtungen Flexion und Abduktion mit einem erhöhten Verletzungsrisiko einhergehe. Die Risikofaktorenanalyse von Asker et al. (2020) hingegen ergab, dass ausschliesslich eine Skapuladyskinesie während der Abduktionsbewegung bei

Handballspielern mit einem erhöhten Risiko für nichttraumatische Schulterverletzungen assoziiert ist.

4.7.3 Kraft der Schultermuskulatur

Ausser Andersson et al. (2017) erhoben alle inkludierten Studien einen Zusammenhang zwischen der Schulterkraft und dem Risiko für nichttraumatische Schulterverletzungen. Achenbach et al. (2019), Asker et al. (2020) und Clarsen et al. (2014) erfassten die reduzierte isometrische Aussenrotationskraft als Risikofaktor. Ein erhöhtes Verletzungsrisiko in Zusammenhang mit einem verminderten AR/IR-Kraftverhältnis konnten jedoch nur Achenbach et al. (2019) bestätigen. Achenbach et al. (2019) und Asker et al. (2020) konnten betreffend der Rotationskraft der Schultermuskulatur zusätzlich geschlechterspezifische Unterschiede feststellen. Letztere erhoben ausschliesslich bei den Handballerinnen einen Zusammenhang zwischen einem erhöhten Risiko für nichttraumatische Schulterverletzungen und verminderter isometrischer Innen- und Aussenrotationskraft. Die Ergebnisse von Achenbach et al. (2019) demonstrierten, dass eine verminderte exzentrische Aussenrotationskraft unter dem Grenzwert von 2.90N/kg lediglich bei Handballern einen Risikofaktor für nichttraumatische Schulterverletzungen darstellt.

4.7.4 Wurfgeschwindigkeit, Expositionszeit, Gelenkspositionssinn

Die Studie von Achenbach et al. (2019) hat als Einzige den Zusammenhang zwischen maximaler Wurfgeschwindigkeit sowie der Expositionszeit und dem Risiko für nichttraumatische Schulterverletzungen untersucht. Die Messungen der Wurfgeschwindigkeiten zeigten niedrigere maximale Werte bei den Spielerinnen und Spielern, welche an Überlastungssymptomen der Schulter leiden, dieser Zusammenhang erwies sich jedoch nicht als statistisch signifikant. Eine Erhöhung der Expositionszeit hat gemäss Andersson et al. (2017) ebenfalls keinen signifikanten Einfluss auf das Verletzungsrisiko der Schulter. Asker et al. (2020) untersuchten als Einzige, ob Veränderungen des Schultergelenks sinnes einen Risikofaktor für nichttraumatische Schulterverletzungen darstellen, wobei sie keine statistisch signifikanten Ergebnisse aufzeigen konnten.

4.8 Kritische Würdigung der inkludierten Studien

In Tabelle 24 sind die inkludierten Studien sowie deren erzielte Gesamtpunktzahl im Arbeitsinstrument Critical Appraisal aufgeführt. In den folgenden Unterkapiteln werden die einzelnen Studien kritisch gewürdigt.

GESAMTPUNKTZAHLEN DER INKLUDIERTEN STUDIEN IM AICA	
Clarsen et al. (2014)	26/33
Andersson et al. (2017b)	26/33
Achenbach et al. (2019)	26/33
Asker et al. (2020)	30/33

Tabelle 24: Übersicht der erreichten Gesamtpunktzahlen im AICA

Clarsen et al. (2014)

Die Studie wurde anhand des AICA mit 26 Punkten bewertet. Die fehlenden Punkte lassen sich auf die Methodik und die Diskussion der Ergebnisse zurückführen.

In der Studie gab es keine Vergleichsgruppe und es wurde der Fahlström-Fragebogen verwendet, welcher bisher weder validiert noch auf dessen Reliabilität geprüft wurde. Dadurch wird die interne Validität der Studie reduziert. Des Weiteren wurde lediglich von 25% aller Probanden die vollständigen Verletzungsdaten erhoben und somit wurde der im Kapitel 3.5 definierte Grenzwert von 90% nicht erreicht.

In der Diskussion werden widersprüchliche Aussagen formuliert. In den Resultaten wird von substanziellen Schulterproblemen geschrieben, in der Diskussion wird zusätzlich der Begriff Schulterverletzungen verwendet. Es bleibt jedoch unklar, ob diese beiden Begrifflichkeiten als Synonyme verwendet werden.

Als positiver Aspekt hervorzuheben sind die nachvollziehbar und übersichtlich dargestellten Resultate.

Andersson et al. (2017)

Die Studie wurde im AICA mit 26 Punkten bewertet. Die Kritikpunkte betreffen die Methodik der Studie.

Die Repräsentativität ist limitiert, da die Kontrollgruppe einer randomisierten kontrollierten Studie derselben Autoren eingeschlossen wurde. Zusätzlich weist dies auf ein «Non-Probability Sampling» hin.

Die Dropouts übersteigen den Grenzwert von 10% und es sind lediglich von 65% aller Spielerinnen und Spielern die vollständigen Daten vorhanden.

Die Messungen des glenohumeralen Bewegungsausmasses weisen mit einem ICC (intraclass correlation coefficient) von 0.31 eine mangelhafte Interrater-Reliabilität auf.

Als positiv hervorzuheben sind die übersichtlich und nachvollziehbar dargestellten Ergebnisse sowie deren differenzierte Auseinandersetzung und der Vergleich mit anderen Studien.

Achenbach et al. (2019)

Die Studie wurde im AICA mit 26 Punkten bewertet. Die fehlenden Punkte sind auf Aspekte der Methodik und der Resultate zurückzuführen.

Die Stichprobe besteht ausschliesslich aus Spielerinnen und Spieler, welche in ihrer Vergangenheit keine Schulteroperationen, stationäre Spitalaufenthalte aufgrund von Schulterverletzungen sowie keine Schulterschmerzen während der Testungen aufweisen. Die Fragestellung bezieht sich auf die Population aller jugendlichen Elite-Handballspielerinnen und -Handballspieler. Folglich ist die Stichprobe nicht repräsentativ für die Population.

In der Studie wurde der Fahlström-Fragebogen verwendet, welcher weder auf Validität noch auf Reliabilität geprüft wurde, was die interne Validität der Studie reduziert. Zudem wurden die angewendeten Verfahren für die Subgruppen-Analysen nicht abschliessend beschrieben.

Des Weiteren sind die Ergebnisse bezüglich der Beurteilung der Skapuladyskinesie nicht übersichtlich dargestellt.

Als positive Aspekte hervorzuheben sind die nachvollziehbare Interpretation und Diskussion der Resultate.

Asker et al. (2020)

Die Studie von Asker et al. (2020) wurde im AICA mit 30 Punkten bewertet. Die Kritikpunkte beziehen sich auf die Methodik der Studie, genauer die Messinstrumente und die Datenerhebung. Es wurde der Fahlström-Fragebogen verwendet, welcher bisher weder validiert noch auf dessen Reliabilität geprüft wurde. Die Erhebung der Schulterverletzungen erfolgte jedoch zusätzlich mittels einer modifizierten Version des OSTRC-Fragebogens, welcher die Gütekriterien erfüllt. Die vollständigen Verletzungsdaten konnten lediglich von 76% der Spielerinnen und Spieler erhoben werden.

Besonders positive Aspekte sind die grosse und repräsentative Stichprobe, sowie die übersichtlich dargestellten Ergebnisse und deren differenzierte Interpretation der Ergebnisse.

5 Diskussion

Die Kernaussage dieses Literaturreviews ist, dass eine verminderte Aussenrotationskraft der Schulter mit einem erhöhten Risiko für nichttraumatische Schulterverletzungen assoziiert ist. Spielerinnen und Spieler, welche Veränderungen des glenohumeralen Bewegungsausmasses im Seitenvergleich aufweisen, zeigen ebenfalls ein erhöhtes Verletzungsrisiko.

5.1 Stichprobe

Die Kohorten der inkludierten Studien unterscheiden sich in verschiedenen Aspekten. Andersson et al. (2017) und Clarsen et al. (2014) untersuchten Erwachsene, die anderen beiden Studien Jugendliche. Aus den Ergebnissen der inkludierten Studien sowie weiterer Literatur gehen jedoch keine eindeutigen Hinweise hervor, dass das Alter im Zusammenhang mit den untersuchten Risikofaktoren für nichttraumatische Schulterverletzungen einen massgeblichen Einfluss hat (Laver et al., 2018; Tooth et al., 2020; Wilk et al., 2011). Folglich limitiert dies den Vergleich der Studien nicht.

Achenbach et al. (2019) exkludierten alle Spielerinnen und Spieler mit einer Vorgeschichte von Schulterverletzungen. Inwiefern vergangene Verletzungen, die analysierten Risikofaktoren der vorliegenden Arbeit beeinflussen, ist noch nicht abschliessend geklärt. Das systematische Review von Tooth et al. (2020) zeigte jedoch eine Tendenz, dass vergangene Verletzungen einen intrinsischen Risikofaktor für erneute Verletzungen darstellen. Edouard et al. (2013) unterstützen dies, indem sie in ihrer Studie aufzeigten, dass ausschliesslich Spielerinnen mit einer Verletzungsgeschichte erneut eine Verletzung erlitten. Letztere untersuchten lediglich eine Stichprobe bestehend aus 16 Handballspielerinnen, wodurch deren Aussagekraft aber limitiert ist. Die Resultate der Studie von Achenbach et al. (2019) können infolge dessen ausschliesslich mit Studien verglichen werden, welche Risikofaktoren für neue Verletzungen untersuchen.

Alle inkludierten Studien untersuchten grosse Kohorten, was sich positiv auf deren Repräsentativität auswirkt. Dabei ist jedoch zu beachten, dass Andersson et al. (2017) zwar eine grosse Stichprobe untersuchten, jedoch die Kontrollgruppe einer

früheren Studie inkludierten (siehe Kapitel 4.3). Diese randomisierte kontrollierte Studie untersuchte ein Präventionsprogramm, wodurch möglicherweise das Bewusstsein für Schulterprobleme bei der Kontrollgruppe ebenfalls erhöht wurde. Die Resultate der inkludierten Studie von Andersson et al. (2017) stehen in allen Parametern im Widerspruch zu den restlichen inkludierten Studien. Aufgrund der fraglichen Repräsentativität der Ergebnisse und folglich der reduzierten externen Validität, werden deren Schlussfolgerungen weniger stark gewichtet.

5.2 Glenohumerales Bewegungsausmass

Asker et al. (2020) erhoben in keiner Bewegungsrichtung signifikante Seitendifferenzen des glenohumeralen Bewegungsausmasses, Achenbach et al. (2019) waren die Einzigen, welche ein GIRD als Risikofaktor für nichttraumatische Schulterverletzungen bestimmten. Letztere verwendeten im Vergleich zu den anderen inkludierten Studien ein Goniometer für ihre Messungen. Kolber & Hanney (2012) konnten in ihrer Analyse jedoch aufzeigen, dass sowohl der digitale Winkelmesser als auch der Goniometer eine hohe Validität und Reliabilität aufweisen. Die abweichenden Resultate von Achenbach et al. (2019) können folglich nicht auf die Auswahl des Messinstruments zurückgeführt werden. Trotzdem ist deren Aussagekraft limitiert, weil lediglich 16 Spielerinnen und Spieler an Überlastungssymptomen litten und in die Risikoanalyse einbezogen werden konnten. Eine weitere mögliche Erklärung für die unterschiedlichen Ergebnisse ist, dass in der Literatur ein GIRD erst ab dem Grenzwert von 20° im Seitenvergleich als Risikofaktor bezeichnet wird (Burkhart et al., 2003). Die mittleren Differenzen der Studien liegen bei maximal 6° und somit deutlich unter diesem Grenzwert. In direktem Widerspruch zu den Resultaten von Achenbach et al. (2019) stehen die von Andersson et al. (2017). Letztere beschreiben ein vergrössertes Bewegungsausmass in Innenrotation, grösser als 5° im Seitenvergleich, als Risikofaktor. Aufgrund deren limitierten Aussagekraft kann dies jedoch vernachlässigt werden. Wilk et al. (2011) konnten bei Baseballspielern aufzeigen, dass ein GIRD nur in Kombination mit einem reduzierten TROM grösser als 5° im Seitenvergleich einen Risikofaktor darstellt. Clarsen et al. (2014) waren jedoch die Einzigen der beurteilten Studien, welche dies bei Handballspielern bestätigten.

In der Literatur wird eine Tendenz beschrieben, dass ein erhöhtes Bewegungsausmass in Aussenrotation mit einem erhöhten Verletzungsrisiko der Schulter assoziiert ist (Keller et al., 2018). Von den beurteilten Studien konnten dies einzig Achenbach et al. (2019) unter der Voraussetzung einer Seitendifferenz grösser als 7.5° und lediglich für die Spielerinnen bestätigen.

Obwohl einzig Asker et al. (2020) keine signifikanten Seitendifferenzen und keine signifikanten Zusammenhänge zwischen irgendeinem Parameter des glenohumeralen Bewegungsausmasses und dem Risiko für Schulterverletzungen erhoben, dürfen deren Resultate nicht vernachlässigt werden. In Anbetracht dessen, dass diese Studie im AICA die höchste Punktzahl erzielte müssen diese Resultate dementsprechend gewichtet werden.

Trotzdem kann festgehalten werden, dass drei der vier inkludierten Studien einen signifikanten Zusammenhang zwischen einer Veränderung des glenohumeralen Bewegungsausmass im Seitenvergleich und nichttraumatischen Schulterverletzungen erhoben. Aufgrund der teilweise widersprüchlichen Ergebnisse bleibt jedoch unklar, welche Bewegungsrichtung im Fokus der physiotherapeutischen Behandlung stehen sollte.

5.3 Skapuladyskinesie

Einen signifikanten Zusammenhang zwischen einer vorhandenen Skapuladyskinesie und einem erhöhten Risiko für nichttraumatische Schulterverletzungen wurde von zwei Studien erhoben. Keine der inkludierten Studien erhob jedoch einen Zusammenhang zwischen einer moderaten Skapuladyskinesie und einem erhöhten Verletzungsrisiko. Gemäss Rossi et al. (2017) weist die Interrater-Reliabilität sowohl der Beurteilung mittels zwei Subgruppen als auch drei Subgruppen eine fast perfekte Übereinstimmung auf, die Intrarater-Reliabilität zeigt ebenfalls eine starke Übereinstimmung. Es ist jedoch zu bedenken, dass mehr Gruppierungen mit einer höheren Gefahr von kleinen Subgruppen einhergehen und folglich die Aussagekraft der Ergebnisse limitieren. Da die Unterteilung in drei Subgruppen in keiner Weise gewinnbringendere Effekte zeigte, scheint es in zukünftigen Studien sinnvoller zu sein, nur zwei Subgruppen zu bilden.

Betreffend deutlicher Skapuladyskinesie als Risikofaktor konnte in den Studien von Clarsen et al. (2014) und Asker et al. (2020) ein statistisch signifikanter Zusammenhang festgestellt werden. Letztere erhoben diesen jedoch ausschliesslich bei den Spielern. Die geschlechterspezifischen Unterschiede sind jedoch mit Vorsicht zu betrachten, da nur zwei Spielerinnen mit Skapuladyskinesie während der Abduktionsbewegung analysiert wurden und somit die Aussagekraft dieser Ergebnisse limitiert ist. Das Konfidenzintervall der Odds Ratio in der Publikation von Clarsen et al. (2014) ist sehr breit, folglich ist die effektive Stärke des Zusammenhangs unklar und somit die Aussagekraft dieses Resultats ebenfalls limitiert.

Einen interessanten Aspekt im Zusammenhang mit Skapuladyskinesie als Risikofaktor beschreiben Hickey et al. (2018). Die Skapuladyskinesie wird viel mehr als modifizierender als kausaler Faktor bezeichnet. Zu einem ähnlichen Fazit kamen Møller et al. (2017), welche das Vorhandensein einer Skapuladyskinesie ausschliesslich in Kombination mit einer Erhöhung der Trainings- und Spielzeit von 20-60% im Vergleich zur Vorwoche als Risikofaktor für Schulterverletzungen erhoben. Basierend darauf könnte eine mögliche Erklärung für die grosse Streuung von Clarsen et al. (2014) die fehlende Subgruppierung nach Expositionszeit sein. In der Querschnittsstudie von Hannah et al. (2017) wurde die Skapuladyskinesie bei gesunden Sportlerinnen und Sportlern sogar als normale Variation bezeichnet und nicht als Wegweiser für muskuläre Schwächen der Skapulastabilisatoren. Basierend darauf und den stark variierenden Ergebnissen der inkludierten Studien bleibt unklar, in welchem Ausmass eine vorhandene Skapuladyskinesie sich auf das Risiko für nichttraumatische Schulterverletzungen auswirkt.

5.4 Verhältnis der Aussenrotatorenkraft zur Innenrotatorenkraft

Alle inkludierten Studien, ausgenommen derjenigen von Andersson et al. (2017), erhoben einen signifikanten Zusammenhang zwischen einzelnen Komponenten der Schulterkraft und nichttraumatischen Schulterverletzungen. Die Aussagekraft der Ergebnisse von Andersson et al. (2017) ist jedoch wie bereits erwähnt, limitiert.

Ein Ungleichgewicht der Aussen- und Innenrotationskraft der Schulter wird ausschliesslich von Achenbach et al. (2019) als Risikofaktor für Schulterverletzungen bezeichnet.

In der Literatur wird der Übergang von der Ausholbewegung zur Beschleunigungsphase als vulnerable Phase für Schulterverletzungen bezeichnet (Fritz et al., 2020; Lin et al., 2018). In dieser Phase zeigt sich ein Wechsel von konzentrischer zu exzentrischer Muskelaktivität der Aussenrotatoren, währenddessen die Innenrotatoren beginnen konzentrisch zu arbeiten. Dies entspricht dem funktionellen Kraftverhältnis von Andrade et al. (2013). Keine der inkludierten Studien erhob die konzentrische Kraft, wobei dies vermutlich auf die praktikablere Anwendung des Handdynamometers im Vergleich zur isokinetischen Kraftmessung zurückzuführen ist (Cools et al., 2016). Einzig in der Studie von Achenbach et al. (2019) zeigte sich, dass ein Verhältnis der exzentrischen Aussenrotationskraft zur isometrischen Innenrotationskraft unter dem Grenzwert von 1.30 mit einem mehr als dreifach erhöhten Verletzungsrisiko assoziiert ist. Hingegen konnten insgesamt drei der vier inkludierten Studien einen Zusammenhang zwischen einer verminderten isometrischen Aussenrotationskraft und einem erhöhten Verletzungsrisiko bestätigen.

Als weitere vulnerable Phase für Schulterverletzungen wird gemäss Lubiowski et al. (2014) die Abbremsphase bezeichnet. Diese ist durch die exzentrische Arbeit der am Wurf beteiligten Schultermuskulatur charakterisiert (Hepp & Henkelmann, 2020). Keine der inkludierten Studien erhob jedoch dieses Verhältnis der exzentrischen Aussenrotatorenkraft zur exzentrischen Innenrotatorenkraft.

Møller et al. (2017) liefern eine mögliche Erklärung für die teilweise unterschiedlichen Ergebnisse der Studien bezüglich des AR/IR-Kraftverhältnisses. In deren Studie wird ein vermindertes isometrisches AR/IR-Kraftverhältnis in Kombination mit einer Erhöhung der Anzahl Trainings- und Spielstunden um mehr als 20% im Vergleich zur Vorwoche als Risikofaktor für Schulterverletzungen beschrieben. In dieser Publikation wurde zwar nicht zwischen Verletzungen traumatischer und nichttraumatischer Natur unterschieden, trotzdem könnte eine Veränderung der Anzahl Trainings- und Spielstunden auch bei nichttraumatischen Schulterverletzungen einen massgeblichen Einfluss haben. Im Widerspruch dazu erhoben Andersson et al. (2017) die Trainings- und Spielzeit und zeigten keinen

signifikanten Zusammenhang mit den Schulterverletzungen. In Anbetracht dessen, dass letztere keine Subgruppen bezüglich der Trainings- und Spielzeit bildeten und die Aussagekraft dieser Studie limitiert ist, sollte der Einfluss einer Erhöhung der Trainings- und Spielzeit in zukünftigen Studien trotzdem miteinbezogen werden. Basierend auf den Ergebnissen der beurteilten Studien, kann ein Missverhältnis der Aussen- und Innenrotatorenkraft der Schulter nicht alleinstehend als Risikofaktor bezeichnet werden. Trotzdem sollte festgehalten werden, dass die Mehrheit der inkludierten Studien Hinweise darauf geben, dass vor allem die Aussenrotationskraft eine zentrale Rolle in Bezug auf das Risiko für nichttraumatische Schulterverletzungen darstellt.

5.5 Nichttraumatische Verletzungen

Wie bereits in Kapitel 2.5 erläutert wurde, ist in der Literatur zurzeit noch keine einheitliche Definition für nichttraumatische Sportverletzungen der Schulter vorhanden. Trotzdem verwendeten drei der vier Studien eine Definition basierend auf der erreichten Punktzahl im validierten OSTRC-Fragebogen (Andersson et al., 2017; Asker et al., 2020; Clarsen et al., 2014). Deren Definition bezieht sich auf Veränderungen in der Partizipation und Performance in der jeweiligen Sportart sowie auf die Schmerzwahrnehmung der Spielerinnen und Spieler. Deshalb schreiben die Autorinnen dieser Bachelorarbeit einer solchen Definition eine hohe Repräsentativität in Bezug auf die Erhebung von nichttraumatischen Schulterverletzungen zu. Nicht alle inkludierten Studien verwendeten dieselben Grenzwerte, wodurch deren Vergleich trotzdem limitiert ist.

Die Erhebung von Schulterverletzungen mittels Fragebogen erhöht zusätzlich das Risiko eines Recall-Bias. Die vollständigen Verletzungsdaten konnten abhängig von der jeweiligen Studie von 25-76% aller Spielerinnen und Spieler erhoben werden. Dies impliziert, dass die erhobenen Schulterverletzungen vermutlich nicht der effektiven Anzahl entsprechen und dies die Aussagekraft der darauf basierenden Risikofaktoranalysen einschränkt. Trotzdem ist zu erwähnen, dass eine Erhebung mit einem validierten Fragebogen aufgrund des geringen Zeitaufwands seitens der Spielerinnen und Spieler, ein praktikables Messinstrument darstellt und dadurch Daten in höherer Frequenz erhoben werden können.

Die unterschiedlichen Definitionen, die Grenzwerte für Verletzungen und die limitierte Vollständigkeit der Verletzungsdaten lassen keine abschliessenden Aussagen bezüglich der effektiven Risikofaktoren für nichttraumatische Schulterverletzungen zu.

5.6 Limitationen

Diese Bachelorarbeit weist einige Limitationen auf. Der Selektionsprozess wurde lediglich in drei Datenbanken und von Beginn an von den Autorinnen gemeinsam vollzogen, was die Gefahr des Selektionsbias erhöht. Auch die kritische Würdigung der Studien wurde gemeinsam verfasst und erfolgte mittels AICA. Dieses Arbeitsinstrument und die von den Autorinnen entwickelte Punktwertung wurden bisher nicht validiert. Folglich ist die Aussagekraft der Bewertungen limitiert. Alle inkludierten Studien basieren auf einem prospektiven Studiendesign. Dies impliziert, dass lediglich Zusammenhänge und keine Kausalitäten der Variablen und dem Verletzungsrisiko bestimmt werden können. Abschliessende Aussagen bezüglich der effektiven Risikofaktoren sind folglich nicht möglich.

6 Schlussfolgerung

6.1 Beantwortung der Fragestellung

Die Frage, ob Unterschiede des glenohumeralen Bewegungsausmasses im Seitenvergleich, Skapuladyskinesie sowie ein muskuläres Missverhältnis der Aussenrotatorenkraft zur Innenrotatorenkraft Risikofaktoren für nichttraumatische Schulterverletzungen bei Handballerinnen und Handballern auf Elite-Niveau darstellen, kann basierend auf den Ergebnissen der inkludierten Studien nicht abschliessend beantwortet werden.

Es besteht kein Konsens bezüglich des Vorhandenseins einer Skapuladyskinesie als Risikofaktor für nichttraumatische Schulterverletzungen.

Die Mehrheit der Studien konnte bestätigen, dass Parameter des glenohumeralen Bewegungsausmasses das Risiko für nichttraumatische Schulterverletzungen beeinflussen. Welcher Parameter dabei die entscheidende Rolle spielt bleibt jedoch unklar und bedarf weiterer Forschung, um konkrete Empfehlungen für physiotherapeutische Behandlungen formulieren zu können.

Nur eine Studie konnte bestätigen, dass ein Missverhältnis der Aussenrotatoren- zur Innenrotatorenkraft ein Risikofaktor für nichttraumatische Schulterverletzungen darstellt. Drei der vier beurteilten Studien geben jedoch Hinweise darauf, dass die Aussenrotationskraft, einen massgeblichen Faktor in Bezug auf das Risiko für nichttraumatische Verletzungen darstellt.

6.2 Praxisempfehlungen

Basierend auf den oben genannten Aspekten sollte der Schwerpunkt im Feld der Verletzungsprävention sowie der physiotherapeutischen Behandlung nach Schulterverletzungen in der Kräftigung der Schultermuskulatur liegen. In Anbetracht dessen, dass der Übergang der Ausholbewegung zur Beschleunigungsphase und die Abbremsbewegung die Phasen der höchsten Verletzungsanfälligkeit darstellen, sollte die Aussenrotationskraft im Fokus des Krafttrainings stehen.

6.3 Offene Fragen und Ausblick

Interessant für zukünftige Studien wäre es, den Zusammenhang zwischen Veränderungen der Anzahl Trainings- und Spielstunden und dem Risiko spezifisch für nichttraumatische Schulterverletzungen zu eruieren.

Inwiefern die in der Fragestellung formulierten intrinsischen Faktoren eher einen moderierenden als einen direkten Einfluss auf das Risiko für nichttraumatische Schulterverletzungen haben, bleibt offen. Folglich wäre es sinnvoll, dass diese Faktoren als Moderatoren in eine zukünftige Risikofaktorenanalyse miteinbezogen werden. Zusätzlich wäre es sinnvoll in weiteren Forschungsarbeiten auch ein randomisiertes kontrolliertes Studiendesign zu wählen, um Aussagen über mögliche Kausalitäten formulieren zu können.

Die Entwicklung einer einheitlichen Definition für nichttraumatische Schulterverletzungen beispielsweise mithilfe des OSTRC-Fragebogens und validierte einheitliche Testverfahren sind essenziell, um zukünftig einen direkten Vergleich zwischen den Studien zu ermöglichen.

7 Literaturverzeichnis

- Achenbach, L., Laver, L., Walter, S. S., Zeman, F., Kuhr, M., & Krutsch, W. (2019). Decreased external rotation strength is a risk factor for overuse shoulder injury in youth elite handball athletes. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 28(4), 1202–1211. <https://doi.org/10.1007/s00167-019-05493-4>
- Achenbach, L., & Luig, P. (2020). Epidemiologie und Verletzungsprävention im Handball. *Sportverletzung Sportschaden*, 34(03), 129–135.
- Almeida, G. P. L., & Silveira, P. F. (2013). Glenohumeral range of motion in handball players with and without throwing-related shoulder pain. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 22, 602–607. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2012.08.027>
- Andersson, S. H., Bahr, R., Clarsen, B., & Myklebust, G. (2016). Preventing overuse shoulder injuries among throwing athletes: A cluster-randomised controlled trial in 660 elite handball players. *British Journal of Sports Medicine*, 51(14), 1073–1080. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096226>
- Andersson, S. H., Bahr, R., Clarsen, B., & Myklebust, G. (2017). Risk factors for overuse shoulder injuries in a mixed-sex cohort of 329 elite handball players: Previous findings could not be confirmed. *British Journal of Sports Medicine*, 52(18), 1191–1198. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097648>
- Andrade, M. S., Vancini, R. L., Lira, C. A. B. de, Mascarin, N. C., Fachina, R. J. F. G., & Silva, A. C. da. (2013). Shoulder isokinetic profile of male handball players of the Brazilian National Team. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 17(6), 572–578. <https://doi.org/10.1590/S1413-35552012005000125>
- Asker, M., Waldén, M., Källberg, H., Holm, L. W., & Skillgate, E. (2017). A prospective cohort study identifying risk factors for shoulder injuries in adolescent elite handball

players: The Karolinska Handball Study (KHASt) study protocol. *BMC*

Musculoskeletal Disorders, 18. <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1852-2>

Asker, M., Waldén, M., Källberg, H., Holm, L. W., & Skillgate, E. (2020). Preseason

Clinical Shoulder Test Results and Shoulder Injury Rate in Adolescent Elite Handball Players: A Prospective Study. *Research Report*, 10.

Burkhart, S., Craig, M. D., & Kibler, W. B. (2003). The Disabled Throwing Shoulder:

Spectrum of Pathology Part I: Pathoanatomy and Biomechanics. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 4, 17.

<https://doi.org/10.1053/jars.2003.50128>

Clarsen, B., Myklebust, G., & Bahr, R. (2013). Development and validation of a new

method for the registration of overuse injuries in sports injury epidemiology: The Oslo Sports Trauma Research Centre (OSTRC) Overuse Injury Questionnaire. *British Journal of Sports Medicine*, 47(8), 495–502. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091524>

Clarsen, B., Bahr, R., Andersson, S. H., Munk, R., & Myklebust, G. (2014). Reduced

glenohumeral rotation, external rotation weakness and scapular dyskinesis are risk factors for shoulder injuries among elite male handball players: A prospective cohort study. *British Journal of Sports Medicine*, 48(17), 1327–1333.

<https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093702>

Cools, A. M. J., Vanderstukken, F., Vereecken, F., Duprez, M., Heyman, K., Goethals, N.,

& Johansson, F. (2016). Eccentric and isometric shoulder rotator cuff strength testing using a hand-held dynamometer: Reference values for overhead athletes. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 24(12), 3838–3847.

<https://doi.org/10.1007/s00167-015-3755-9>

- Cowderoy, G. A., Lisle, D. A., & O'Connell, P. T. (2009). Overuse and Impingement Syndromes of the Shoulder in the Athlete. *Magnetic Resonance Imaging Clinics of North America*, 17(4), 577–593. <https://doi.org/10.1016/j.mric.2009.06.003>
- Edouard, P., Degache, F., Oullion, R., Plessis, J.-Y., Gleizes-Cervera, S., & Calmels, P. (2013). Shoulder Strength Imbalances as Injury Risk in Handball. *International Journal of Sports Medicine*, 34(7), 654–660. SPORTDiscus. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=sph&AN=88885318&site=ehost-live>
- Enzler, M. (2018). Schulterverletzungen: Risikoscreening und physiotherapeutische Intervention. *Sportphysio*, 06(03), 112–121. <https://doi.org/10.1055/a-0583-8017>
- European Handball Federation. (2020). Eurohandball.com. <http://history.eurohandball.com/>
- Fahlström, M., Yeap, J. S., Alfredson, H., & Soderman, K. (2006). Shoulder pain—A common problem in world-class badminton players. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 16(3), 168–173. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2004.00427.x>
- Fahlström, M., & Söderman, K. (2006). Decreased shoulder function and pain common in recreational badminton players. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 17, 246–251. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2006.00562.x>
- Fieseler, G., Jungermann, P., Koke, A., Irlenbusch, L., Delank, K.-S., & Schwesig, R. (2015). Range of motion and isometric strength of shoulder joints of team handball athletes during the playing season, part II: Changes after midseason. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 24(3), 391–398. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2014.07.019>

- Fritz, B., Parkar, A. P., Cerezal, L., Storgaard, M., Boesen, M., Åström, G., & Fritz, J. (2020). Sports Imaging of Team Handball Injuries. *Seminars in Musculoskeletal Radiology*, 24(03), 227–245. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1710064>
- Hannah, D. C., Scibek, J. S., & Carcia, C. R. (2017). Strength profiles in healthy individuals with and without scapular dyskinesis. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, 12(3), 390–401.
- Hepp, P., & Henkelmann, R. (2020). Die „Handballer-Schulter“ im Fokus von Diagnostik und Therapie. *Sportverletzung · Sportschaden*, 34(03), 153–162. <https://doi.org/10.1055/a-1107-8514>
- Hickey, D., Solvig, V., Cavalheri, V., Harrold, M., & Mckenna, L. (2018). Scapular dyskinesis increases the risk of future shoulder pain by 43% in asymptomatic athletes: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 52(2), 102–110. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097559>
- Hochschild, J. (2014). *Strukturen und Funktionen begreifen: Funktionelle Anatomie, therapierelevante Details. Grundlagen zur Wirbelsäule, HWS und Schädel, BWS und Brustkorb, obere Extremität* (4. Aufl., Bd. 1). Georg Thieme Verlag.
- Hudson, V. J. (2010). Evaluation, Diagnosis, and Treatment of Shoulder Injuries in Athletes. *Clinics in Sports Medicine*, 29(1), 19–32. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2009.09.003>
- Introduction: What is MeSH?* (2020). National Library of Medicine. <https://www.nlm.nih.gov/bsd/disted/meshtutorial/introduction/index.html>
- Johnson, J. E., Fullmer, J. A., Nielsen, C. M., Johnson, J. K., & Moorman, C. T. (2018). Glenohumeral Internal Rotation Deficit and Injuries: A Systematic Review and Meta-analysis. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 6(5), 232596711877332. <https://doi.org/10.1177/2325967118773322>

- Junge, A. (2000). The Influence of Psychological Factors on Sports Injuries. *The American Journal of Sports Medicine*, 28(5_suppl), 10–15.
https://doi.org/10.1177/28.suppl_5.s-10
- Keller, R. A., De Giacomo, A. F., Neumann, J. A., Limpisvasti, O., & Tibone, J. E. (2018). Glenohumeral Internal Rotation Deficit and Risk of Upper Extremity Injury in Overhead Athletes: A Meta-Analysis and Systematic Review. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 10(2), 125–132. doi:
<https://doi.org/10.1177/1941738118756577>
- Kibler, W. B, Chandler, T. J., Shapiro, R., & Conuel, M. (2007). Muscle activation in coupled scapulohumeral motions in the high performance tennis serve. *British Journal of Sports Medicine*, 41(11), 745–749.
<https://doi.org/10.1136/bjism.2007.037333>
- Kibler, W. B., Kuhn, J. E., Wilk, K., Sciascia, A., Moore, S., Laudner, K., Ellenbecker, T., Thigpen, C., & Uhl, T. (2013). The Disabled Throwing Shoulder: Spectrum of Pathology—10-Year Update. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 29(1), 141-161.e26. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2012.10.009>
- Kibler, W. Ben, & Sciascia, A. (2019a). Evaluation and Management of Scapular Dyskinesis in Overhead Athletes. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 12(4), 515–526. <https://doi.org/10.1007/s12178-019-09591-1>
- Kibler, W. Ben, & Sciascia, A. D. (2019b). *Mechanics, Pathomechanics and Injury in the Overhead Athlete: A Case-Based Approach to Evaluation, Diagnosis and Management*. Springer-Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-12775-6>
- Klein, C., Bloch, H., Burkhardt, K., Kühn, N., & Schäfer, M. (2019). *VBG-Sportreport 2019—Analyse des Unfallgeschehens in den zwei höchsten Ligen der Männer:*

Basketball, Eishockey, Fussball, Handball. Eine Längsschnittbetrachtung drei aufeinanderfolgender Spielzeiten. (S. 68–81). VBG.

Kolber, M. J., & Hanney, W. J. (2012). The reliability and concurrent validity of shoulder mobility measurements using a digital inclinometer and goniometer: a technical report. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, 7(3), 306–313.

Laver, L., Landreau, P., Seil, R., & Popovic, N. (Hrsg.). (2018). *Handball Sports Medicine: Basic Science, Injury Management and Return to Sport*. Springer-Verlag.
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-55892-8>

Lin, D. J., Wong, T. T., & Kazam, J. K. (2018). Shoulder Injuries in the Overhead-Throwing Athlete: Epidemiology, Mechanisms of Injury, and Imaging Findings. *Radiology*, 286(2), 370–387. <https://doi.org/10.1148/radiol.2017170481>

Lubiatowski, P., Kaczmarek, P., Slezak, J. D., Breborowicz, M., Dudzinski, W., & Romanowski, L. (2014). Problems of the glenohumeral joint in overhead sports – literature review. Part II – pathology and pathophysiology. *Polish Orthopedics and Traumatology*, 79(3), 59–66. <https://doi.org/10.1155/2014/890108>

Luig, P., Bloch, H., Burkhardt, K., Klein, C., & Kühn, N. (2017). *VBG-Sportreport 2017* (S. 80–99) [Sportreport]. http://www.vbg.de/SharedDocs/Medien-Center/DE/Broschuere/Branchen/Sport/VBG-Sportreport%202017.pdf?__blob=publicationFile&v=8

Manske, R., Wilk, K. E., Davies, G., Ellenbecker, T., & Reinold, M. (2013). Glenohumeral motion deficits: friend or foe? *International Journal of Sports Physical Therapy*, 8(5), 537–553.

McClure, P., Tate, A. R., Kareha, S., Irwin, D., & Zlupko, E. (2009). A Clinical Method for Identifying Scapular Dyskinesia, Part 1: Reliability. *Journal of Athletic Training*, 44(2), 160–164. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-44.2.160>

- Michalsik, L. B., & Aagaard, P. (2015). Physical demands in elite team handball: Comparisons between male and female players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 55(9), 878–891.
- Møller, M., Nielsen, R. O., Attermann, J., Wedderkopp, N., Lind, M., Sørensen, H., & Myklebust, G. (2017). Handball load and shoulder injury rate: A 31-week cohort study of 679 elite youth handball players. *British Journal of Sports Medicine*, 51(4), 231–237. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096927>
- Murray, I. R., Goudie, E. B., Petrigliano, F. A., & Robinson, C. M. (2013). Functional Anatomy and Biomechanics of Shoulder Stability in the Athlete. *Clinics in Sports Medicine*, 32(4), 607–624. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2013.07.001>
- Myklebust, G., Hasslan, L., Bahr, R., & Steffen, K. (2013). High prevalence of shoulder pain among elite Norwegian female handball players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 23(3), 288–294. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2011.01398.x>
- Pieper, H.-G. (2016). Humeral Torsion in the Throwing Arm of Handball Players: *The American Journal of Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1177/03635465980260021501>
- Ris, I., & Preusse-Bleuler, B. (2015). *AICA: Arbeitsinstrument für ein Critical Appraisal eines Forschungsartikels. Schulungsunterlagen Bachelorstudiengänge Departement Gesundheit ZHAW.*
- Rose, M. B., & Noonan, T. (2018). Glenohumeral internal rotation deficit in throwing athletes: Current perspectives. *Open Access Journal of Sports Medicine*, Volume 9, 69–78. <https://doi.org/10.2147/OAJSM.S138975>

- Rossi, D. M., Pedroni, C. R., Martins, J., & de Oliveira, A. S. (2017). Intrarater and interrater reliability of three classifications for scapular dyskinesis in athletes. *PLOS ONE*, 12(7), e0181518. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181518>
- Schünke, M., Schulte, Erik, & Schumacher, Udo. (2018). *PROMETHEUS Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem: LernAtlas der Anatomie* (4. Auflage). Georg Thieme Verlag.
- Skejø, S. D., Møller, M., Bencke, J., & Sørensen, H. (2019). Shoulder kinematics and kinetics of team handball throwing: A scoping review. *Human Movement Science*, 64, 203–212. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2019.02.006>
- Stephen, S., Burkhart, M. D., Craig D., M. M. D., & Kibler, W. B. (2003). The Disabled Throwing Shoulder: Spectrum of Pathology Part I: Pathoanatomy and Biomechanics. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 4, 17. <https://doi.org/10.1053/jars.2003.50128>
- Tooth, C., Gofflot, A., Schwartz, C., Croisier, J.-L., Beudart, C., Bruyère, O., & Forthomme, B. (2020). Risk Factors of Overuse Shoulder Injuries in Overhead Athletes: A Systematic Review. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 12(5), 478–487. <https://doi.org/10.1177/1941738120931764>
- Van den Tillaar, R. (2016). Comparison of range of motion tests with throwing kinematics in elite team handball players. *Journal of Sports Sciences*, 34(20), 1976–1982. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1149601>
- Van Den Tillaar, R., & Cabri, J. M. H. (2012). Gender differences in the kinematics and ball velocity of overarm throwing in elite team handball players. *Journal of Sports Sciences*, 30(8), 807–813. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.671529>
- Van den Tillaar, R., Zondag, A., & Cabri, J. (2013). Comparing performance and kinematics of throwing with a circular and whip-like wind up by experienced handball

- players: Comparing two throwing techniques in handball. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 23(6), e373–e380. <https://doi.org/10.1111/sms.12091>
- Van Den Tillaar, R., & Ettema, G. (2004b). A force-velocity relationship and coordination patterns in overarm throwing. *Journal of Sports Science & Medicine*, 3, 211–219.
- Van Den Tillaar, R., & Ettema, G. (2004a). Effect of body size and gender in overarm throwing performance. *European Journal of Applied Physiology*, 91(4), 413–418. <https://doi.org/10.1007/s00421-003-1019-8>
- Van Duijn, A., (2019). Scapulothorakale Muskulatur. Zürcher Fachhochschule für Angewandte Wissenschaften.
- Vlak, T., & Pivalica, D. (2004). Handball: The beauty or the beast. *Croatian Medical Journal*, 45(5), 526–530.
- Wagner, H., Finkenzeller, T., Würth, S., & von Duvillard, S. P. (2014). Individual and Team Performance in Team-Handball: A Review. *Journal of Sports Science & Medicine*, 13(4), 808–816.
- Wagner, H., Kainrath, S., & Müller, E. (2008). *Coordinative and tactical parameters in the handball throw and their influence to the level of performance*. 502.
- Wagner, H., & Pfusterschmied, J. (2011). Performance and kinematics of various throwing techniques in team-handball. *Journal of Sports Science & Medicine*, 10, 73–80.
- Warner J.J., Micheli L.J., Arslanian L.E., Kennedy J., Kennedy R. (1992). Scapulothoracic motion in normal shoulders and shoulders with glenohumeral instability and impingement syndrome. A study using Moiré topographic analysis. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. (285), 191-199.
- Wilk, K. E., Macrina, L. C., Fleisig, G. S., Porterfield, R., Simpson, C. D., Harker, P., Paparesta, N., & Andrews, J. R. (2011). Correlation of Glenohumeral Internal

Rotation Deficit and Total Rotational Motion to Shoulder Injuries in Professional Baseball Pitchers. *The American Journal of Sports Medicine*, 39(2), 329–335.

<https://doi.org/10.1177/0363546510384223>

Wilk, K. E., Meister, K., & Andrews, J. R. (2002). Current Concepts in the Rehabilitation of the Overhead Throwing Athlete. *The American Journal of Sports Medicine*, 30(1), 136–151. <https://doi.org/10.1177/03635465020300011201>

Wilson, V. (2011). Upper Extremity Injuries in the Throwing Athlete. *Missouri Medicine*, 108(3), 170–172. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6188297/>

8 Zusatzverzeichnisse

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Dynamische Stabilisatoren der Skapula (Schünke et al., 2018, S. 268)	8
Abbildung 2: Muskelschlingen der Skapula (van Duijn, 2019)	9
Abbildung 3: Wurfphasen des Sprungwurfs (Laver et al., 2018)	10
Abbildung 4: Überkopfwurf mit peitschenartiger Ausholbewegung (Van den Tillaar et al., 2013)	11
Abbildung 5: Überkopfwurf mit zirkulärer Ausholbewegung (Van den Tillaar et al., 2013)	11
Abbildung 6: Bewegungsrichtungen der Schulter (Schünke et al., 2018, S.277)	15
Abbildung 7: Gesamtbewegungsausmass der Schulter in Rotation (Rose & Noonan, 2018)	16
Abbildung 8: Glenohumerales Innenrotationsdefizit (Manske et al., 2013)	17
Abbildung 9: Literaturselektionsprozess	26

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Normwerte des glenohumeralen Bewegungsausmasses (Schünke et al., 2018, S.277)	15
Tabelle 2: Schlüsselwörter, Keywords und Synonyme	22
Tabelle 3: Literaturrecherche PubMed	24
Tabelle 4: Literaturrecherche SPORTDiscus	25
Tabelle 5: Literaturrecherche CINAHL	25
Tabelle 6: Autorinnen, Autoren und Titel der inkludierten Studien	27
Tabelle 7: Bewertung der Ausnahmen im AICA	28
Tabelle 8: Übersicht der inkludierten Studien	30
Tabelle 9: Werte des glenohumeralen Bewegungsausmasses im Seitenvergleich (Clarsen et al., 2014)	32
Tabelle 10: Isometrische Schulterkraftwerte im Seitenvergleich (Clarsen et al., 2014)	32
Tabelle 11: Odds Ratio für den Zusammenhang zwischen den Risikofaktoren und nichttraumatischen Schulterverletzungen (Clarsen et al., 2014)	34
Tabelle 12: Werte des glenohumeralen Bewegungsausmasses im Seitenvergleich (Andersson et al., 2017)	35
Tabelle 13: Isometrische Schulterkraftwerte (Andersson et al., 2017)	36
Tabelle 14: Odds Ratio für den Zusammenhang zwischen den Risikofaktoren und nichttraumatischen Schulterverletzungen (Andersson et al., 2017)	37
Tabelle 15: Werte des glenohumeralen Bewegungsausmasses im Seitenvergleich (Achenbach et al., 2019)	39

Tabelle 16: Schulterkraftwerte im Seitenvergleich (Achenbach et al., 2019)	39
Tabelle 17: Odds Ratio für den Zusammenhang zwischen den Risikofaktoren und nichttraumatischen Schulterverletzungen (Achenbach et al., 2019)	41
Tabelle 18: Mediane der untersuchten Risikofaktoren im dominanten Arm (Asker et al., 2020).....	43
Tabelle 19: Risikofaktorenanalyse der Skapuladyskinesie, des glenohumeralen Bewegungsausmasses und der Schulterkraft (Asker et al., 2020).....	44
Tabelle 20: Überblick Testverfahren zur Messung des glenohumeralen Bewegungsausmasses.....	46
Tabelle 21: Übersicht Testverfahren zur Beurteilung einer Skapuladyskinesie	47
Tabelle 22: Übersicht Testverfahren Kraftmessungen	48
Tabelle 23: Risikofaktorenanalysen der inkludierten Studien.....	50
Tabelle 24: Übersicht der erreichten Gesamtpunktzahlen im AICA	53

Abkürzungsverzeichnis

AICA	Arbeitsinstrument für ein Critical Appraisal
ADD	Adduktion
ABD	Abduktion
AR	Aussenrotation
AR/IR-Kraftverhältnis	Verhältnis der Aussenrotatoren- zur Innenrotatorenkraft
ASTE	Ausgangsstellung
AT	Anterior Tilt
CI	Konfidenzintervall
D	Depression
DR	Downward Rotation (Abwärtsrotation)
E	Elevation
EMED	Einleitung, Methode, Ergebnis, Diskussion
F	Flexion
GIRD	Glenohumerales Innenrotationsdefizit
GROM	Glenohumerales Bewegungsausmass
HRR	Hazard Rate Ratio (Gefährdungsquote)
IR	Innenrotation
IAR	Isometrische Aussenrotation
IIR	Isometrische Innenrotation
MeSH	Medical Subject Headings

M.	Musculus (Muskel)
OR	Odds-Ratio
OSTRC	Oslo Sports Trauma Research Center
PSI	Posterosuperiores Impingement
PT	Posterior Tilt
ROM	Bewegungsausmass; Range of Motion
SLAP	Superiores Labrum von Anterior nach Posterior
TROM	Total Range of Motion
UR	Upward Rotation (Aufwärtsrotation)
Wdh	Wiederholungen
WOSI	Western Ontario Shoulder Index

9 Glossar

Abbremsbewegung	Follow-Through-Phase/ Deceleration-Phase Dritte Phase des Wurfs. Der Ball verlässt die Hand und die Bewegung des Arms wird wieder langsamer und geht nach unten
Abwärtsrotation der Skapula	Downward rotation der Skapula, der Angulus inferior der Skapula bewegt sich nach medial kranial
Anterior Tilt	Skapula kippt nach ventral (Angulus inferior wird vom Thorax abgehoben)
Aufwärtsrotation der Skapula	Upward rotation der Skapula, der Angulus inferior der Skapula bewegt sich nach lateral kranial
Aufwärtsrotation der Skapula	Upward rotation Der Angulus inferior der Skapula bewegt sich nach lateral kranial
Ausholbewegung	Cocking Phase/ Wind-up-Phase Erste Phase des Wurfs. Ball wird nach hinten oben geführt
Beschleunigungsphase	Acceleration phase Zweite Phase des Wurfs. Der Ball wird von der Position hinten oben mit zunehmender Geschwindigkeit nach vorne geführt
Durchbruchaktion	Ist im Handball die Aktion, in welcher ein Angreifer in der Offensive die Verteidigung des gegnerischen Teams durchbricht, um eine bessere Position für einen Torschuss zu haben
Frontalebene	Die Frontalebene beschreibt die Fläche, welche sich zwischen der Longitudinalachse und der Transversalachse aufspannt und somit parallel zur Stirn verläuft

Hazard Rate Ratio	Kurz HRR, bezeichnet die Wahrscheinlichkeit, dass ein bestimmtes Ereignis innerhalb eines definierten Zeitraumes eintritt. Damit ist die Wahrscheinlichkeit gemeint, mit der ein Proband, welcher für eine bestimmte Zeit unter Beobachtung steht, in dieser Zeit ein Ereignis bekommt. Die Hazard Ratio entspricht dem Verhältnis der Hazard Raten (Gefahren, dem Risiko) zweier Gruppen
Impingement	Schmerzhaftes Einklemmung von Weichteilen (Sehnen, Kapselanteile) innerhalb eines Gelenkspaltes
Internes Impingement	Ein abnormaler Kontakt zwischen der Unterseite der hinteren Rotatorenmanschette und dem hinteren oberen Glenoidrand, der zu einem Riss der Rotatorenmanschette und des Glenoidlabrums führen kann
Moderator-Variable	Eine Variable, die den Zusammenhang zwischen Variable A und Variable B verändert.
Odds Ratio	Kurz OR, oder das Quotenverhältnis ist eine Messzahl aus der Statistik, die etwas über die Stärke eines Zusammenhangs von zwei Merkmalen aussagt. Zwei "Odds" (Quoten) werden dabei miteinander verglichen. Die Odds Ratio bezieht sich auf Quoten und nicht auf Wahrscheinlichkeiten wie das relative Risiko
Peitschenartige Bewegung	Der Ball bewegt sich von der Vorderseite des Körpers, geradlinig nach oben und hinten.

Posterior Tilt	Die Skapula ist aufgerichtet (Angulus inferior wird an Thorax gepresst)
Rotationskinematik	Drehbewegung in drei Dimensionen
Rückraum	Als Rückraum wird jener Bereich im Handball bezeichnet, welcher aus Sicht des eigenen Torwarts, vor der 9-Meter-Linie liegt
Rückraumspielposition	Die Spielposition, von welcher im Angriff (aus Sicht des gegnerischen Torwarts) hinter der 9-Meter-Linie her agiert wird
Skapulaebene	Sie beschreibt die Ebene, in welcher die Skapula zur Sagittalebene steht. Sie ist um etwa 30° in Richtung Sagittalebene gekippt.
Sprungwurf	Sprungwurf ist die Bezeichnung für Wurftechniken, die im Wesentlichen in den Sportarten Basketball und Handball angewendet werden. Der Spieler oder die Spielerin springt vom Boden ab und wirft den Ball ohne dabei mit den Füßen Bodenkontakt zu haben.
Time-Loss-Verletzung	Als Time-loss-Verletzungen werden Verletzungen bezeichnet, welche aufgrund der Verletzung Einschränkungen der Trainings-, Spiel- bzw. Wettkampffähigkeit ergeben
Zirkuläre Ausholbewegung	Der Ball bewegt sich von der Körpervorderseite aus, kreisförmig nach unten und dann nach hinten oben

10 Danksagung

Hiermit möchten wir uns bei unserer Betreuungsperson, Agnès Verbay, für ihre zuverlässige und unerlässliche Unterstützung bedanken. Des Weiteren möchten wir uns bei [REDACTED] für das konstruktive Feedback bedanken.

11 Eigenständigkeitserklärung

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

Winterthur/ 26.04.21

[REDACTED]
Lea Hofmann

[REDACTED]
Vera Schuler

12 Deklaration Wortzahl

Der gesamte Inhalt des Leistungsnachweises des Moduls BA.PT.92 umfasst 10'800 Wörter. Die deutsche Version des Abstracts umfasst 187 Wörter, die englische Version 199 Wörter.

Anhang

Suchprotokoll der inkludierten Studien

In der folgenden Tabelle sind die inkludierten Studien aufgeführt, sowie in welchen Datenbanken sie gefunden wurden. Nach der Beurteilung der sechs Volltexte wurden die beiden Studien von Edouard et al. (2013) und Møller et al. (2017) ausgeschlossen. Dies kann durch die fehlende Differenzierung zwischen traumatischer und nichttraumatischer Schulterverletzungen begründet werden.

Inkludierte Studien	Pubmed	SportDiscus	CINAHL
Clarsen et al. (2014)	x	x	x
Andersson et al. (2017)	x		
Achenbach et al. (2019)	x	x	x
Asker et al. (2020)	x	x	x

AICA Kriterienblatt

(Ris, I., & Preusse-Bleuler, B., 2015)

Kriterienblatt zur Beurteilung der Studie

Studie	Forschungsschritt	Exzerpt (markieren / an den Textrand)	Parameter zur kritischen Würdigung	Einschätzungen und Fragen an das Plenum
	Titel und Abstract	a. Titel b. Abstract c. Autor/innen	Aussagekräftigkeit, Vollständigkeit Forscher/innenteam/Hochschulen	
Introduction	Problembeschreibung Bezugsrahmen/ Verortung Thema, Forschungsfrage/-ziel (Hypothese)	a. Thema/Problem/Forschungslücke b. Begründung Forschungsfrage / Relevanz c. Forschungsfrage, Hypothese oder Ziel	a. Klarheit der Definition von Forschungsfrage / Hypothese / Ziel b. Begründung und Basierung des Themas / Problems mit vorhandener empirischer Literatur	
Methods	Design	a. Design	a. Passung von Forschungsfrage und methodischem Vorgehen	
	Stichprobe	a. Population b. Stichprobe/n c. Ein-/Ausschlusskriterien	a. Sinnhaftigkeit von Population und Stichprobe b. Repräsentativität Stichprobe c. Angemessenheit von: o Ziehung Stichproben o Stichprobengrösse/Dropouts o Erstellen von Vergleichsgruppen	
	Datenerhebung	a. Art der Daten und Datenerhebung b. Messung/en	a. Nachvollziehbarkeit der Datenerhebung (Bezug auf Fragestellung) b. Gleichheit der Methoden der Datenerhebung bei den Teilnehmenden c. Vollständigkeit der Daten der Teilnehmenden	
Methods	Messverfahren & Messinstrumente (Variablen)	a. Definierte Variablen b. Erhebungsinstrumente c. Intervention und Vorgehen Vergleichsgruppe / übliches Basisvorgehen	a. Bezug zur Fragestellung prüfen o Variablen (sinnvoll, umfassend, fehlend) o Eignung Messinstrumente b. Reliabilität, Validität Messinstrumente c. Einflüsse/Verzerrungen auf Intervention	
	Datenanalyse	a. Variablen und ihre Skalenniveaus b. Statistische Verfahren c. Signifikanzniveau	a. Sinnhaftigkeit (Bezug Fragestellung) und Korrektheit o Analyseverfahren o Passung statistische Analyseverfahren und Skalenniveaus b. Prüfung von Voraussetzungen für bestimmte statistische Analyseverfahren	
	Ethik	d. Ethische Fragen e. Ethisches Clearing	a. Angemessenheit: o Ethische Fragen o Ethisches Clearing	
Results	Ergebnisse	a. Ergebnisse	a. Präzision und Übersichtlichkeit der Ergebnisdarstellung b. Korrektheit und Relevanz c. Abbildungen und Tabellen	
Discussion	Diskussion	a. Erklärte und diskutierte Ergebnisse b. Herangezogene Studien c. Beantwortung der Forschungsfrage d. Limitationen	a. Bewertung der diskutierten Ergebnisse/Resultate (Primär/sekundär Outcomes, Selektion nach statistischer Signifikanz) b. Übereinstimmung von Interpretation mit Ergebnissen c. Nachvollziehbarkeit der Interpretation d. Diskussion und Vergleich der Ergebnisse mit anderen Studien e. Alternative Erklärungsansätze f. Erkenntnisgewinn g. Einschätzung der angegebenen und nicht angegebenen Limitationen	
	Übertrag auf die eigene Profession	a. Erkenntnisse und Implikationen für die Praxis	a. Relevanz der Studie b. Einschätzung für eine Wiederholung in anderem Setting	

Clarsen et al. (2014)

	Key questions Summary	Key questions critical appraisal	Score
Introduction	<p>Um welches Problem handelt es sich?</p> <ul style="list-style-type: none"> Schulterbeschwerden ist im Handball das Gelenk mit den höchsten Einflüssen auf die Sportteilnahme und die Leistung der Handballer. Die meisten Studien wurden nicht mit Baseballspielern und nicht mit Handballspielern durchgeführt. <p>Was ist die Forschungsfrage bzw. das Ziel der Studie?</p> <ul style="list-style-type: none"> Das Ziel der Studie ist es, die Prävalenz von Schulterbeschwerden bei Elite- Handballspielern, während einer Wettkampfsaison zu erheben und herauszufinden, ob einen Zusammenhang zwischen Schulterbeweglichkeit, isometrischer Kraft sowie Skapuladyskinesie und Schulterverletzungen vorhanden ist. <p>Welchen theoretischen Bezugsrahmen weist die Studie auf?</p> <ul style="list-style-type: none"> Im Handballsport ist das Schultergelenk durch die hohe Anzahl Würfe und dem Körperkontakt grossen Belastungen ausgesetzt. <p>Mit welchen Argumenten wurde der Forschungsbedarf begründet?</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Erhebung der Risikofaktoren für Schulterverletzungen ist notwendig für die Entwicklung von Verletzungspräventionsinterventionen. 	<p>1. Ist die Forschungsfrage/ Hypothese/das Ziel klar definiert? Ja</p> <p>2. Wird das Thema/ das Problem mit vorhandener empirischer Literatur gestützt? Ja</p>	2/2
Methods	<p>Um welches Design handelt es sich?</p> <ul style="list-style-type: none"> Prospektive Kohortenstudie <p>Wie wird das Design begründet?</p> <ul style="list-style-type: none"> Wird nicht begründet <p>Um welche Population handelt es sich?</p> <ul style="list-style-type: none"> Norwegische Elite Handballspieler der norwegischen Postenliga <p>Welches ist die Stichprobe? (Wer, wieviel, Charakterisierungen?)</p> <ul style="list-style-type: none"> 206 Handballer der Postenliga gültigen Vertrag für die Saison 2011-2012 <p>Wie wurde die Stichprobe gezogen? (probability sampling? Non-probability?)</p> <ul style="list-style-type: none"> Probability sampling 	<p>3. Ist die Verbindung zwischen der Forschungsfrage und dem gewählten methodischen Vorgehen nachvollziehbar? Ja</p> <p>4. Ist die Population in Bezug auf die Fragestellung sinnvoll gewählt? Ja</p> <p>5. Ist die Stichprobe in Bezug auf die Fragestellung und das methodische Vorgehen geeignet? Ja</p> <p>6. Ist die Stichprobe repräsentativ in Bezug auf die Population? Ja</p> <p>7. Wie wurden die Stichproben gezogen? Probability sampling</p> <p>8. Erscheint die Stichprobengrösse angemessen? Ja</p> <p>9. Wenn Vergleichsgruppen: wie wurden diese erstellt?</p>	16/21

<p>Wird die Auswahl der Teilnehmenden beschrieben und begründet?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ja <p>Gibt es verschiedene Studiengruppen?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nein <p>Welche Art von Daten wurde erhoben? physiologische Messungen, Beobachtungen, schriftliche Befragungen, Interview,...?)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Physiologische Messungen • Beobachtungen • Schriftliche Befragung <p>Wie häufig wurden Daten erhoben?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Physiologische Messungen und Beobachtungen: einmalig • Schriftliche Befragung: einmalig Fahlström Fragebogen und während der Saison jeden zweiten Sonntag den OSTRC Fragebogen (insgesamt 15 Mal) <p>Welche Messinstrumente wurden verwendet? (Begründung)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Messung des glenohumeralen Bewegungsausmasses mittels eines digitalen Winkelmessers • Kraft der Schultermuskulatur mittels digitalem Handdynamometer • OSTRC-Fragebogen, Fahlström-Fragebogen <p>Welche Intervention wird getestet?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es wurde keine Intervention durchgeführt. <p>Welches Datenniveau weisen die erhobenen Variablen auf?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kraft der Schultermuskulatur: intervallskaliert • Schulterbeweglichkeit: intervallskaliert • Skapuladyskinesie: ordinal skaliert <p>Welche statistischen Verfahren wurden zur Datenanalyse verwendet Baseline Tests:</p> <ul style="list-style-type: none"> • multivariablen logistisches Regressionsmodell • T-Test für abhängige Stichproben • Wilcoxon's Rangsummentest <p><u>Pilotstudie zur Erhebung der Reliabilität</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • intraclass correlation coefficient (ICC) • Spearman's r (R_s) 	<p>Keine Vergleichsgruppen vorhanden</p> <p>10. Wurden Dropouts angegeben und begründet? Ja</p> <p>11. Beeinflussen die Dropouts die Ergebnisse? Ja</p> <p>12. Ist die Datenerhebung in Bezug auf die Fragestellung nachvollziehbar? Ja</p> <p>13. Sind die Methoden der Datenerhebung bei allen Teilnehmenden gleich? Ja</p> <p>14. Wurden die Daten von allen Teilnehmenden komplett/ vollständig erhoben? Nein</p> <p>15. Sind die Variablen sinnvoll und umfassend in Bezug auf die Fragestellung gewählt? Ja</p> <p>16. Fehlen relevante Variablen? Nein</p> <p>17. Sind die Messinstrumente in Bezug auf die Fragestellung/ Variablen geeignet? Ja</p> <p>18. Sind die Messinstrumente zuverlässig? (reliabel und valide) Nein</p> <p>19. Wird die Auswahl der Messinstrumente nachvollziehbar begründet? Ja</p> <p>20. Sind mögliche Einflüsse/ Verzerrungen auf der Intervention beschrieben? Keine Intervention</p> <p>21. Werden die gewählten Analyseverfahren klar beschrieben? Ja</p> <p>22. Wurden die Verfahren in Bezug auf die Fragestellung sinnvoll angewendet? Ja</p> <p>23. Entsprechen die statistischen Analyseverfahren den Skalenniveaus? Wurden Voraussetzungen zur</p>	
--	---	--

	<p>Wurde ein Signifikanzniveau festgelegt?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ja <p>Welche ethischen Fragen werden von den Forschenden diskutiert und werden entsprechende Massnahmen durchgeführt?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Keine Angaben <p>Falls relevant ist eine Genehmigung einer Ethikkommission eingeholt worden?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ja 	<p>Verwendung bestimmter statistischer Analyseverfahren überprüft?</p> <p>Ja</p>	
<p>Resultate</p>	<p>Welche Ergebnisse werden präsentiert?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Antwortrate des OSTRC Fragebogen zu Überlastungsverletzungen: 63% • 52% der Spieler gaben an Schulterbeschwerden während der Saison gehabt zu haben. • Die durchschnittliche Prävalenz von Schulterbeschwerden der dominanten Seite betrug 28%, die der nicht-dominanten Seite 7%. • Die durchschnittliche Prävalenz von substantiellen Schulterbeschwerden der dominanten Seite betrug 12%, die der nicht-dominanten Seite 1%. • Im Vergleich zur nichtdominanten Schulter konnten bei der dominanten Schulter eine signifikante Reduktion des Bewegungsausmasses in IR (mittlerer Unterschied: 4, 95% CI: 3 - 5, p<0.01), eine Erhöhung des Bewegungsausmasses in AR (mittlerer Unterschied: 6, 95% CI: 5 - 8, p<0.01) und eine Erhöhung des TROM (mittlerer Unterschied: 3, 95% CI: 1 - 4, p<0.01) festgestellt werden • Im Vergleich zur nichtdominanten Schulter konnten bei der dominanten Schulter signifikant niedrigere Werte in der Aussenrotationskraft (mittlerer Unterschied: 3, 95% CI: 1 - 4, p<0.01), höhere Werte in der Abduktionskraft (mittlerer Unterschied: 0.07 Nm/kg, 95% CI: 0.2 - 1.2, p<0.01) und ein niedrigeres AR/IR-Kraftverhältnis (mittlerer Unterschied: 4, 95% CI: 2 - 6, p<0.01) • 42% der Spieler zeigten während der Flexionsbewegung eine moderate und 7% eine deutliche Skapuladyskinesie, während der Abduktionsbewegung konnte bei 21% der Probanden eine moderate und bei 2% eine deutliche Skapuladyskinesie festgestellt werden <p>Welches sind die zentralen Ergebnisse der Studie?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es besteht einen signifikanten Zusammenhang zwischen der deutlich Skapuladyskinesie (OR: 8.41, 95% CI: 1.47 – 48.1), TROM (OR: 0.77, 95% CI: 0.56 – 0.995) sowie der isometrischen AR-Kraft (OR: 0.71, 95%CI: 0.44 - 0.99) mit einem ausgeprägten Schweregrad der Beschwerden. • Es besteht keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Beschwerden und einer moderate Skapuladyskinesie (OR: 3.48, 95% CI: 0.83 – 14.5), IR ROM (OR: 0.64, 95% CI: 0.14 - 1.19), Kraft des Supraspinatus (OR: 0.81, 95% CI: 0.61 – 1.03) sowie dem AR/IR-Kraftverhältnis (OR: 0.75, 95% CI: 0.45 – 1.08). 	<p>24. Werden die Ergebnisse präzise dargestellt?</p> <p>Ja</p> <p>25. Sind die Ergebnisse nachvollziehbar und übersichtlich dargestellt?</p> <p>Ja</p>	<p>2/2</p>

	<ul style="list-style-type: none"> Es wurde keinen Zusammenhang zwischen dem Schweregrad der Beschwerden und GIRD, Defiziten in AR oder einer Seitendifferenz in TROM festgestellt werden. <p>Werden die Ergebnisse verständlich präsentiert (Textform, Tabellen, Grafiken)?</p> <p>Ja</p>		
Discussion	<p>Wie interpretieren die Forschenden die Ergebnisse?</p> <ul style="list-style-type: none"> Basierend auf dem signifikanten Zusammenhang des TROM, der AR-Kraft sowie einer ausgeprägten Skapuladyskinesie und Schulterbeschwerden wird empfohlen, Dehnungsübungen, Kräftigung der Aussenrotatoren der Schulter sowie Übungen zur Verbesserung der Skapulakontrolle in ein Verletzungspräventionsprogramm einzubeziehen. <p>Kann die Forschungsfrage aufgrund der Daten beantwortet werden?</p> <ul style="list-style-type: none"> Ja <p>Werden Limitationen genannt?</p> <ul style="list-style-type: none"> Ja <p>Werden die Ergebnisse mit ähnlichen Studien verglichen?</p> <ul style="list-style-type: none"> Ja 	<p>26. Werden alle Resultate diskutiert?</p> <p>Ja</p> <p>27. Stimmt die Interpretation mit den Resultaten überein?</p> <p>Nein</p> <p>28. Ist die Interpretation der Ergebnisse nachvollziehbar?</p> <p>Nein</p> <p>29. Werden die Resultate in Bezug zur Fragestellung/ Zielsetzung/ Hypothese und anderen Studien diskutiert und verglichen?</p> <p>Ja</p> <p>30. Wird nach alternativen Erklärungen gesucht?</p> <p>Ja</p>	3/5
Übertrag auf eigene Profession	<p>Welche Implikationen haben die Ergebnisse in Bezug auf meine Profession/ für meinen beruflichen Alltag?</p> <ul style="list-style-type: none"> Dehnungsübungen, Übungen zur Verbesserung der Skapulakontrolle sowie Kräftigungsübungen für die Aussenrotatoren werden empfohlen. 	<p>31. Ist die Studie sinnvoll?</p> <p>Ja</p> <p>32. Werden Stärken und Schwächen aufgewogen?</p> <p>Ja</p> <p>33. Wäre es möglich die Studie in einem anderen klinischen Setting zu wiederholen?</p> <p>Ja</p>	3/3
		26/33	

Andersson et al. (2017)

	Key questions Summary	Key questions critical appraisal	Score
Introduction	<p>Um welches Problem handelt es sich?</p> <ul style="list-style-type: none"> Mehr als die Hälfte der norwegischen Elite- Handballerinnen und -Handballer verzeichnen während der Meisterschaft Schulterbeschwerden oder Schulterverletzungen. Wobei die meisten davon auf Überlastungen der Gewebe zurückzuführen sind. Damit Präventionsprogramme entwickelt werden können ist die Erhebung der Risikofaktoren ein Schlüsselement. <p>Was ist die Forschungsfrage bzw. das Ziel der Studie?</p> <ul style="list-style-type: none"> Können die von Clarsen et al. erhobenen Risikofaktoren in einer grossen Kohorte von norwegischen Elite Handballspielerinnen und -Handballspieler mit denselben Methoden bestätigt werden? <p>Welchen theoretischen Bezugsrahmen weist die Studie auf?</p> <ul style="list-style-type: none"> Es wurden bereits Querschnittstudien mit Handballerinnen und Handballern, welche Hinweise auf mögliche Risikofaktoren wie Defizite des glenohumeralen Bewegungsausmasses in Innenrotation, massiv erhöhtes glenohumerales Bewegungsausmass in Aussenrotation sowie niedrige konzentrische AR/IR-Verhältnisse und exzentrische IR-Kraft zu konzentrischer AR-Kraft. Clarsen et al. haben danach in einer prospektiven Studie bei den norwegischen Elite-Handballern signifikante Zusammenhänge zwischen Scapuladyskinesie, dem gesamten glenohumeralen Bewegungsausmasses sowie der Aussenrotationskraft und einem erhöhten Risiko für Schulterverletzungen erkannt. <p>Mit welchen Argumenten wurde der Forschungsbedarf begründet?</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Erkennung der Risikofaktoren für Schulterverletzungen ist ein Schlüsselement, um Präventionsprogramme entwickeln zu können. Clarsen et al. (2014) haben in ihrer Studie nur norwegische Elite-Handballspieler untersucht, nicht jedoch die norwegischen Elite-Handballspielerinnen 	<p>1. Ist die Forschungsfrage/ Hypothese/das Ziel klar definiert? Ja</p> <p>2. Wird das Thema/ das Problem mit vorhandener empirischer Literatur gestützt? Ja</p>	2/2
Methods	<p>Um welches Design handelt es sich?</p> <ul style="list-style-type: none"> Prospektive Kohortenstudie <p>Wie wird das Design begründet?</p> <ul style="list-style-type: none"> Wird nicht begründet <p>Um welche Population handelt es sich?</p> <ul style="list-style-type: none"> Norwegische Elite Handballerinnen und Handballer 	<p>3. Ist die Verbindung zwischen der Forschungsfrage und dem gewählten methodischen Vorgehen nachvollziehbar? Ja</p> <p>4. Ist die Population in Bezug auf die Fragestellung sinnvoll gewählt? Ja</p> <p>5. Ist die Stichprobe in Bezug auf die Fragestellung und das methodische Vorgehen geeignet? Ja</p>	15/21

<p>Welches ist die Stichprobe? (Wer, wieviel, Charakterisierungen?)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 329 Spielerinnen und Spieler der beiden höchsten Ligen in Norwegen (168 Männer, 161 Frauen) • gültiger Teamvertrag <p>Wie wurde die Stichprobe gezogen? (probability sampling? Non-probability?)</p> <ul style="list-style-type: none"> • probability sampling <p>Wird die Auswahl der Teilnehmenden beschrieben und begründet?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ja <p>Gibt es verschiedene Studiengruppen?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ja <p>Welche Art von Daten wurde erhoben? physiologische Messungen, Beobachtungen, schriftliche Befragungen, Interview,..?)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Physiologische Messungen • Beobachtungen • Schriftliche Befragung <p>Wie häufig wurden Daten erhoben?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Physiologische Messungen und Beobachtungen: einmalig • Schriftliche Befragung: einmalig Fahlström Fragebogen und sechs Mal während der Saison OSTRC Fragebogen <p>Welche Messinstrumente wurden verwendet? (Begründung)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Messung des glenohumeralen Bewegungsausmasses mittels eines digitalen Winkelmessers • Kraft der Schultermuskulatur mittels Hand- Dynamometer <p>Welche Intervention wird getestet?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es wurde keine Intervention durchgeführt. <p>Welches Datenniveau weisen die erhobenen Variablen auf?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kraft der Schultermuskulatur: intervallskaliert • Schulterbeweglichkeit: intervallskaliert • Skapuladyskinesie: ordinal skaliert <p>Welche statistischen Verfahren wurden zur Datenanalyse verwendet</p> <ul style="list-style-type: none"> • T-Test für abhängige Stichproben • T-Test für unabhängige Stichproben 	<p>6. Ist die Stichprobe repräsentativ in Bezug auf die Population?</p> <p>Nein</p> <p>7. Wie wurden die Stichproben gezogen?</p> <p>Non-probability sampling</p> <p>8. Erscheint die Stichprobengrösse angemessen?</p> <p>Ja</p> <p>9. Wenn Vergleichsgruppen: wie wurden diese erstellt?</p> <p>Ja, Frauen und Männer wurden getrennt analysiert</p> <p>10. Wurden Dropouts angegeben und begründet?</p> <p>Ja</p> <p>11. Beeinflussen die Dropouts die Ergebnisse?</p> <p>Ja</p> <p>12. Ist die Datenerhebung in Bezug auf die Fragestellung nachvollziehbar?</p> <p>Ja</p> <p>13. Sind die Methoden der Datenerhebung bei allen Teilnehmenden gleich?</p> <p>Ja</p> <p>14. Wurden die Daten von allen Teilnehmenden komplett/ vollständig erhoben?</p> <p>Nein</p> <p>15. Sind die Variablen sinnvoll und umfassend in Bezug auf die Fragestellung gewählt?</p> <p>Ja</p> <p>16. Fehlen relevante Variablen?</p> <p>Nein</p> <p>17. Sind die Messinstrumente in Bezug auf die Fragestellung/ Variablen geeignet?</p> <p>Ja</p> <p>18. Sind die Messinstrumente zuverlässig? (reliabel und valide)</p> <p>Nein</p> <p>19. Wird die Auswahl der Messinstrumente nachvollziehbar begründet?</p> <p>Ja</p> <p>20. Sind mögliche Einflüsse/ Verzerrungen auf der Intervention beschrieben?</p> <p>Keine Intervention</p>	
--	--	--

	<ul style="list-style-type: none"> • multivariable logistische Regression • X^2 Test <p><u>Pilotstudie zur Erhebung der Reliabilität der Baseline Tests:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • intraclass correlation coefficient (ICC) • Spearman's r (R_s) <p>Wurde ein Signifikanzniveau festgelegt?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ja <p>Welche ethischen Fragen werden von den Forschenden diskutiert und werden entsprechende Massnahmen durchgeführt?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Keine Angaben <p>Falls relevant ist eine Genehmigung einer Ethikkommission eingeholt worden?</p> <p>Ja</p>	<p>21. Werden die gewählten Analyseverfahren klar beschrieben?</p> <p>Ja</p> <p>22. Wurden die Verfahren in Bezug auf die Fragestellung sinnvoll angewendet?</p> <p>Ja</p> <p>23. Entsprechen die statistischen Analyseverfahren den Skalenniveaus? Wurden Voraussetzungen zur Verwendung bestimmter statistischer Analyseverfahren überprüft?</p> <p>Ja</p>	
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Resultate</p>	<p>Welche Ergebnisse werden präsentiert?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Antwortrate der OSTRC Fragebogen beträgt 85%. • Die durchschnittliche Prävalenz von Schulterbeschwerden während der Saison beträgt 23%, die Prävalenz für substantiellen Schulterbeschwerden liegt bei 8%. Dabei geben die Frauen höhere Prävalenzen an als die Männer. <p><u>Bewegungsausmass</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Beide Geschlechter weisen Innenrotationsdefizite in der dominanten Schulter im Vergleich zur nichtdominanten Schulter auf. Frauen: mittlerer Unterschied: 6°, 95% CI: $5^\circ - 8^\circ$, $p < 0.01$, Männer: mittlerer Unterschied: 4°, 95% CI: $3^\circ - 5^\circ$, $p < 0.01$ • 8 Spielerinnen und 8 Spieler weisen ein GIRD $> 20^\circ$ auf • Beide Geschlechter weisen ein erhöhtes glenohumerales Bewegungsausmass in Aussenrotation in der dominanten Schulter im Vergleich zur nichtdominanten Schulter auf. Frauen: mittlerer Unterschied: 3°, 95% CI: $2^\circ - 5^\circ$, $p < 0.01$, Männer: mittlerer Unterschied: 2°, 95% CI: $0.2^\circ - 3^\circ$, $p < 0.03$. • Bei beiden Geschlechtern ist das TROM in der dominanten Schulter signifikant niedriger als in der nichtdominanten Schulter. Frauen: mittlerer Unterschied: 3°, 95% CI: $1^\circ - 4^\circ$, $p < 0.01$, Männer: mittlerer Unterschied: 2°, 95% CI: $1^\circ - 4^\circ$, $p < 0.01$. • 71 Spieler und 64 Spielerinnen weisen ein $> 5^\circ$ Defizit des TROM der dominanten Schulter im Vergleich zur nichtdominanten Schulter auf. 	<p>24. Werden die Ergebnisse präzise dargestellt?</p> <p>Ja</p> <p>25. Sind die Ergebnisse nachvollziehbar und übersichtlich dargestellt?</p> <p>Ja</p>	<p style="text-align: center;">2/2</p>

	<p><u>Isometrische Kraft der dominanten Schulter</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Die Spieler weisen im Vergleich zu den Spielerinnen höhere Kraftwerte in Aussenrotation (mittlerer Unterschied: 0.23, 95% CI: 0.33 - 0.12, p<0.01) und Innenrotation (mittlerer Unterschied: 0.13, 95% CI: 0.25 - 0.02, p<0.01) auf. Das durchschnittliche AR/IR-Kraftverhältnis in der dominanten Schulter liegt bei den Spielerinnen bei 91% und bei den Spielern bei 96% (mittlerer Unterschied: 5%, 95% CI: 1 - 9, p=0.017) 43 Spieler und 28 Spielerinnen weisen AR/IR-Kraftverhältnisse <80% auf. <p><u>Skapulakontrolle</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 81 Spieler und 80 Spielerinnen zeigen moderate Skapuladyskinesien in der dominanten Schulter während der Flexionsbewegung und 43 Spieler und 57 Spielerinnen während der Abduktionsbewegung 13 Spieler und 19 Spielerinnen zeigen eine deutliche Skapuladyskinesie während der Flexionsbewegung und 11 Spieler sowie 11 Spielerinnen während der Abduktionsbewegung Es gibt keine signifikanten geschlechtsspezifischen Unterschiede <p><u>Expositionszeit</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Es gibt keine geschlechtsspezifischen Unterschiede bezüglich Expositionszeit während Spielen oder Krafttraining. Die Männer hatten jedoch eine höhere Trainings-Expositionszeit von durchschnittlich 47 Minuten. <p>Welches sind die zentralen Ergebnisse der Studie?</p> <ul style="list-style-type: none"> Es zeigte sich einen signifikanten Zusammenhang zwischen einem vergrößerten Bewegungsausmass in IR (OR: 1.16, 95% CI: 1.00 - 1.34) und Überlastungsverletzungen der Schulter. Es konnte keinen Zusammenhang zwischen deutlicher Skapuladyskinesie (OR: 1.23, 95% CI: 0.25 - 5.99), TROM (OR: 1.05, 95% CI: 0.98 - 1.13) oder Aussenrotationskraft der Schulter (OR: 1.02, 95% CI: 0.90 - 1.16) und Überlastungsverletzungen gefunden werden. <p>Werden die Ergebnisse verständlich präsentiert (Textform, Tabellen, Grafiken)?</p> <p>Ja</p>		
Discussion	<p>Wie interpretieren die Forschenden die Ergebnisse?</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Prävalenz der Schulterbeschwerden und substantiellen Schulterbeschwerden ist niedriger als bei Clarsen et al. (2014). Gewisse Spieler, wurden in beide Studien eingeschlossen und weisen somit ein grösseres Bewusstsein für Schulterbeschwerden auf, was die Ergebnisse möglicherweise beeinflusst. Zusätzlich waren gewisse Spieler noch Teil der Kontrollgruppe einer anderen Studie. 	<p>26. Werden alle Resultate diskutiert? Ja</p> <p>27. Stimmt die Interpretation mit den Resultaten überein? Ja</p> <p>28. Ist die Interpretation der Ergebnisse nachvollziehbar? Ja</p>	5/5

	<ul style="list-style-type: none"> • Aufgrund der mangelnden Reliabilität der Messungen des Bewegungsausmasses sollten diese Ergebnisse mit Vorsicht betrachtet werden. • Es konnten zwar keine Zusammenhänge zwischen Werten der Rotationskraft und Überlastungsverletzungen der Schulter erhoben werden, es gab jedoch eine nicht signifikante Tendenz, dass niedrige AR/IR-Kräfteverhältnis einen Risikofaktor darstellen könnten. • Die Skapulakontrolle wurde von mehreren Testern beurteilt und zeigt eine grosse Varianz bezüglich inter-tester Reliabilität. Deshalb sollten die Resultate ebenfalls mit Vorsicht betrachtet werden. • Obwohl die Erhöhung der sportartspezifischen Belastung als primärer Risikofaktor bei Junioren Elite-Handballspielerinnen und -Handballspielern bezeichnet wird konnte in dieser Studie keine Korrelation zwischen Expositionsparametern und Überlastungsverletzungen der Schulter erhoben werden. Die Expositionszeit wurde jedoch nur einmal wöchentlich und ohne Intensitätserfassung durch die Spielerinnen und Spieler erfasst, was zu einer Verzerrung der Ergebnisse führen kann. <p>Kann die Forschungsfrage aufgrund der Daten beantwortet werden?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ja <p>Werden Limitationen genannt?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ja <p>Werden die Ergebnisse mit ähnlichen Studien verglichen?</p> <p>Ja</p>	<p>29. Werden die Resultate in Bezug zur Fragestellung/ Zielsetzung/ Hypothese und anderen Studien diskutiert und verglichen?</p> <p>Ja</p> <p>30. Wird nach alternativen Erklärungen gesucht?</p> <p>Ja</p>	
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Übertrag auf eigene Profession</p>	<p>Welche Implikationen haben die Ergebnisse in Bezug auf meine Profession/ für meinen beruflichen Alltag?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dehnungsübungen in Innenrotation und Kräftigung der Aussenrotatoren sollte in einem Präventionsprogramm miteinbezogen werden. 	<p>31. Ist die Studie sinnvoll?</p> <p>Nein</p> <p>32. Werden Stärken und Schwächen aufgewogen?</p> <p>Ja</p> <p>33. Wäre es möglich die Studie in einem anderen klinischen Setting zu wiederholen?</p> <p>Ja</p>	<p>2/3</p>
		<p>26/33</p>	

Achenbach et al. (2019)

	Key questions Summary	Key questions critical appraisal	Score
Introduction	<p>Um welches Problem handelt es sich?</p> <ul style="list-style-type: none"> Während einer Handballsaison leiden bis zu 25% aller Juniorinnen und Junioren an Überlastungsverletzungen. Besonders betroffen sind dabei die Handballspielerinnen. <p>Was ist die Forschungsfrage bzw. das Ziel der Studie?</p> <ul style="list-style-type: none"> Identifikation der Risikofaktoren für Schulterverletzungen im Junioren Handballsport während einer Saison. <p>Welchen theoretischen Bezugsrahmen weist die Studie auf?</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Sportart Handball ist durch die repetitiven spezifischen Bewegungsmuster der Würfe charakterisiert. Werden diese mit hohen Geschwindigkeiten über längere Zeitdauer ausgeführt können Adaptationen entstehen. Diese sportartspezifischen Adaptationen verursachen Veränderungen der muskulären Last, welche sich in unphysiologischen Adaptationen verschiedener Strukturen und folglich Überlastungsverletzungen zeigen. <p>Mit welchen Argumenten wurde der Forschungsbedarf begründet?</p> <ul style="list-style-type: none"> Damit Präventionsstrategien für Verletzungen entwickelt werden können, wird vorausgesetzt, dass Wissen über die physischen Faktoren, welche das Verletzungsrisiko erhöhen, vorhanden ist. 	<p>1. Ist die Forschungsfrage/ Hypothese/das Ziel klar definiert?</p> <p>Ja</p> <p>2. Wird das Thema/ das Problem mit vorhandener empirischer Literatur gestützt?</p> <p>Ja</p>	2/2
Methods	<p>Um welches Design handelt es sich?</p> <p>3. Prospektive Studie</p> <p>Wie wird das Design begründet?</p> <p>4. Wird nicht begründet</p> <p>Um welche Population handelt es sich?</p> <p>5. Junioren Elite – Handballerinnen und -Handballer der süddeutschen Handball Federation</p> <p>Welches ist die Stichprobe? (Wer, wieviel, Charakterisierungen?)</p> <ul style="list-style-type: none"> 138 Junioren Elite – Handballspielerinnen und -Handballspieler (70 Knaben, 68 Mädchen) keine Schulteroperationen in der Vergangenheit keine stationäre Spitalaufenthalte aufgrund Schulterverletzungen in der Vergangenheit keine Schulterschmerzen während der Testungen <p>Wie wurde die Stichprobe gezogen? (probability sampling? Non-probability?)</p> <ul style="list-style-type: none"> Probability sampling 	<p>3. Ist die Verbindung zwischen der Forschungsfrage und dem gewählten methodischen Vorgehen nachvollziehbar?</p> <p>Ja</p> <p>4. Ist die Population in Bezug auf die Fragestellung sinnvoll gewählt?</p> <p>Ja</p> <p>5. Ist die Stichprobe in Bezug auf die Fragestellung und das methodische Vorgehen geeignet?</p> <p>Ja</p> <p>6. Ist die Stichprobe repräsentativ in Bezug auf die Population?</p> <p>Nein</p> <p>7. Wie wurden die Stichproben gezogen?</p> <p>Probability-sampling</p> <p>8. Erscheint die Stichprobengröße angemessen?</p> <p>Ja</p>	16/21

<p>Wird die Auswahl der Teilnehmenden beschrieben und begründet?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ja <p>Gibt es verschiedene Studiengruppen?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ja <p>Welche Art von Daten wurde erhoben? Physiologische Messungen, Beobachtungen, schriftliche Befragungen, Interview,..?)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Physiologische Messungen • Beobachtungen • Schriftliche Befragung <p>Wie häufig wurden Daten erhoben?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Physiologische Messungen, Beobachtungen: einmalig • Schriftliche Befragung: 5 Mal <p>Welche Messinstrumente wurden verwendet? (Begründung)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Glenohumerales Bewegungsausmass: Goniometer • Kraft der Schultermuskulatur: Hand- Dynamometer • Ballgeschwindigkeit: Radarpistole • Registrierung Verletzungen: Fahlström Fragebogen <p>Welche Intervention wird getestet?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es wurde keine Intervention durchgeführt. <p>Welches Datenniveau weisen die erhobenen Variablen auf?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kraft der Schultermuskulatur: intervallskaliert • Schulterbeweglichkeit: intervallskaliert • Scapuladyskinesie: ordinal skaliert • Ballgeschwindigkeit: intervallskaliert <p>Welche statistischen Verfahren wurden zur Datenanalyse verwendet</p> <ul style="list-style-type: none"> • T-Test für abhängige Stichproben • logistische Regressionsmodelle • Grenzwertoptimierungskurven in Kombination mit dem Youden-Index <p>Wurde ein Signifikanzniveau festgelegt?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nein 	<p>9. Wenn Vergleichsgruppen: wie wurden diese erstellt? Ja, Männer und Frauen</p> <p>10. Wurden Dropouts angegeben und begründet? Ja</p> <p>11. Beeinflussen die Dropouts die Ergebnisse? Nein</p> <p>12. Ist die Datenerhebung in Bezug auf die Fragestellung nachvollziehbar? Ja</p> <p>13. Sind die Methoden der Datenerhebung bei allen Teilnehmenden gleich? Ja</p> <p>14. Wurden die Daten von allen Teilnehmenden komplett/ vollständig erhoben? Nein</p> <p>15. Sind die Variablen sinnvoll und umfassend in Bezug auf die Fragestellung gewählt? Ja</p> <p>16. Fehlen relevante Variablen? Nein</p> <p>17. Sind die Messinstrumente in Bezug auf die Fragestellung/ Variablen geeignet? Ja</p> <p>18. Sind die Messinstrumente zuverlässig? (reliabel und valide) Nein</p> <p>19. Wird die Auswahl der Messinstrumente nachvollziehbar begründet? Ja</p> <p>20. Sind mögliche Einflüsse/ Verzerrungen auf der Intervention beschrieben? Keine Intervention</p> <p>21. Werden die gewählten Analyseverfahren klar beschrieben? Nein</p> <p>22. Wurden die Verfahren in Bezug auf die Fragestellung sinnvoll angewendet? Ja</p> <p>23. Entsprechen die statistischen Analyseverfahren den Skalenniveaus? Wurden Voraussetzungen zur</p>
--	---

	<p>Welche ethischen Fragen werden von den Forschenden diskutiert und werden entsprechende Massnahmen durchgeführt?</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Studienteilnehmer sowie deren Eltern unterzeichneten die Einverständniserklärung. <p>Falls relevant ist eine Genehmigung einer Ethikkommission eingeholt worden?</p> <p>Das Studiendesign wurde von der Ethikkommission der Universität Regensburg zugelassen.</p>	<p>Verwendung bestimmter statistischer Analyseverfahren überprüft?</p> <p>Ja</p>	
<p>Resultate</p>	<p>Welche Ergebnisse werden präsentiert?</p> <ul style="list-style-type: none"> Die geschlechterspezifische Analyse der Bewegungsausmasse zeigte keine statistisch signifikanten Unterschiede im Seitenvergleich. Jedoch in der Analyse aller Teilnehmer ergaben sich signifikante Unterschiede (Aussenrotation: dominant: $116^\circ \pm 25$; nichtdominant: $112^\circ \pm 24$; Innenrotation: dominant $33^\circ \pm 11$; nichtdominant $37^\circ \pm 11$; TROM: dominant $85^\circ \pm 15$, nichtdominant $77^\circ \pm 15$) Geschlechterspezifische signifikante Unterschiede konnten bei der Schulterkraft für die isometrische Aussenrotationskraft erhoben werden (Frauen: dominant: $2.1 \text{ N/kg} \pm 0.5$, nichtdominant: $2.4 \text{ N/kg} \pm 0.6$; Männer: dominant $2.1 \text{ N/kg} \pm 0.5$, nichtdominant: $2.3 \text{ N/kg} \pm 0.5$). 25% der Teilnehmerinnen und Teilnehmer zeigten Anzeichen einer Skapuladyskinesie. Davon wiesen 85% eine moderate und 15% eine schwere Skapuladyskinesie auf. Die durchschnittliche maximale Wurfgeschwindigkeit betrug $79.4 \pm 12.2 \text{ km/h}$ (♂: 87.4 ± 7.7, ♀: 71.1 ± 10.4). <p>Welches sind die zentralen Ergebnisse der Studie?</p> <ul style="list-style-type: none"> Es besteht ein Zusammenhang zwischen Überlastungsverletzungen der Schulter und Defiziten in der isometrischen Aussenrotationskraft (OR: 1.2, 95% CI: 1.0 – 1.4), einer exzentrischen Aussenrotationskraft $< 2.90 \text{ N/kg}$ (OR: 3.53, 95% CI: 1.1 – 11.8), dem isometrischen AR/IR-Kraftverhältnis (OR: 1.20, 95% CI: 1.1 – 1.5), dem isometrischen AR/IR-Kraftverhältnis < 0.75 (OR: 4.29, 95% CI: 1.3 – 14.5) und dem Verhältnis der exzentrischen Aussenrotationskraft zur isometrischen Innenrotationskraft < 1.30 (OR: 3.20, 95% CI: 1.0 – 10.1) Es besteht ein Zusammenhang zwischen Überlastungsverletzungen der Schulter und einem GIRD $> 7.5^\circ$ (OR: ♂ 0.61, 95% CI: 0.5 – 0.8, OR: ♀ 12.50, 95% CI: 1.4 – 114.6) und einem erhöhten Bewegungsausmass in AR $> 7.5^\circ$ (OR: 4.1, 95% CI: 1.1 – 15.4). Es besteht kein signifikanter Zusammenhang zwischen einer vorhandenen Skapuladyskinesie (OR: 1.1, 95% CI: 0.75 - 1.60) und Überlastungsverletzungen der Schulter <p>Werden die Ergebnisse verständlich präsentiert (Textform, Tabellen, Grafiken)?</p> <p>Ja</p>	<p>24. Werden die Ergebnisse präzise dargestellt?</p> <p>Ja</p> <p>25. Sind die Ergebnisse nachvollziehbar und übersichtlich dargestellt?</p> <p>Nein</p>	<p>1/2</p>

Discussion	<p>Wie interpretieren die Forschenden die Ergebnisse?</p> <ul style="list-style-type: none"> Die absolute und normalisierte Schulterkraft sowie die AR/IR-Kraftverhältnisse waren höher als bei bisherigen Studien mit erwachsenen Elite-Handballspielerinnen und -Handballspieler. Dies könnte jedoch auf die unterschiedlichen Testpositionen zurückgeführt werden. Eine Schwäche der glenohumeralen Aussenrotatorenkraft und dem AR/IR-Kraftverhältnis stellt bei beiden Geschlechtern einen Risikofaktor für Überlastungsverletzungen dar, wobei die Männer mit diesen Charakteristika verletzungsanfälliger sind. Die glenohumeralen Adaptationen an die Wurfbelastung sind bereits bei Jugendlichen vorhanden. Bei den Spielerinnen stellt GIRD >7.5° einen Risikofaktor für Überlastungsverletzungen der Schulter dar und Männer scheinen bei einem geringeren GIRD verletzungsanfälliger zu sein. Die schwache und nicht signifikante Korrelation zwischen Skapuladyskinesie und Schulterverletzungen führen die Autoren auf die Verletzungsart zurück. Überlastungssymptome variieren stark und können vermutlich mit fünf Fragebogen zu wenig genau erfasst werden. <p>Kann die Forschungsfrage aufgrund der Daten beantwortet werden?</p> <ul style="list-style-type: none"> Ja <p>Werden Limitationen genannt?</p> <ul style="list-style-type: none"> Ja <p>Werden die Ergebnisse mit ähnlichen Studien verglichen?</p> <p>Ja</p>	<p>26. Werden alle Resultate diskutiert? Nein</p> <p>27. Stimmt die Interpretation mit den Resultaten überein? Ja</p> <p>28. Ist die Interpretation der Ergebnisse nachvollziehbar? Ja</p> <p>29. Werden die Resultate in Bezug zur Fragestellung/ Zielsetzung/ Hypothese und anderen Studien diskutiert und verglichen? Ja</p> <p>30. Wird nach alternativen Erklärungen gesucht? Ja</p>	4/5
Übertrag auf eigene Profession	<p>Welche Implikationen haben die Ergebnisse in Bezug auf meine Profession/ für meinen beruflichen Alltag?</p> <ul style="list-style-type: none"> In der Verletzungsprävention sollte auf die Reduktion dieser Risikofaktoren fokussiert werden und folglich ein Krafttraining der Aussenrotatoren der Schulter und schwerwiegende Veränderungen des glenohumeralen Bewegungsausmasses behandelt werden. 	<p>31. Ist die Studie sinnvoll? Ja</p> <p>32. Werden Stärken und Schwächen aufgewogen? Ja</p> <p>33. Wäre es möglich die Studie in einem anderen klinischen Setting zu wiederholen? Ja</p>	3/3
		26/33	

Asker et al. (2020)

	Key questions Summary	Key questions critical appraisal	Score
Introduction	<p>Um welches Problem handelt es sich?</p> <ul style="list-style-type: none"> Bei adoleszenten Elite-Handballspielerinnen und -Handballspielern liegt die wöchentliche Prävalenz von Schulterbeschwerden bei 6-12% und zwei Drittel aller adoleszenten Spielerinnen und Spieler weisen Schulterbeschwerden länger als ein Jahr auf. Die Belastung durch solche Verletzungen ist sehr hoch. <p>Was ist die Forschungsfrage bzw. das Ziel der Studie?</p> <ul style="list-style-type: none"> Weisen adoleszente Elite-Handballerinnen und Elite-Handballer mit einer Schwäche der Schultermuskulatur, Defiziten der Schulterbeweglichkeit in Rotation, Defiziten im Gelenkpositionssinn oder Scapuladyskinesie eine höhere Rate für neue auftretende Verletzungen auf als diejenigen ohne diese Charakteristika? <p>Welchen theoretischen Bezugsrahmen weist die Studie auf?</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Belastung durch Schulterbeschwerden ist bei adoleszenten Spielerinnen und Spieler hoch. Diese andauernden Beschwerden können möglicherweise verhindern, dass die Spielerinnen und Spieler ihr vollständiges Potential ausschöpfen können oder gar ihre Handballkarriere beenden. <p>Mit welchen Argumenten wurde der Forschungsbedarf begründet?</p> <ul style="list-style-type: none"> Aktuell gibt es trotz hoher Belastung der Schulterverletzungen dieser Population nur wenige Studien mit adolescenten Elite-Handballspielerinnen und -Handballspieler. 	<p>1. Ist die Forschungsfrage/ Hypothese/das Ziel klar definiert? Ja</p> <p>2. Wird das Thema/ das Problem mit vorhandener empirischer Literatur gestützt? Ja</p>	2/2
Methods	<p>Um welches Design handelt es sich?</p> <ul style="list-style-type: none"> Prospektive Kohortenstudie <p>Wie wird das Design begründet?</p> <ul style="list-style-type: none"> Wird nicht begründet <p>Um welche Population handelt es sich?</p> <ul style="list-style-type: none"> Schwedische Schülerinnen und Schüler im Alter zwischen 15 und 19 Jahre, welche das Handballprofil absolvieren. <p>Welches ist die Stichprobe? (Wer, wieviel, Charakterisierungen?)</p> <ul style="list-style-type: none"> 344 Schülerinnen und Schüler (50% Schülerinnen) Alter: 15-19 Jahre Die dominante Schulter weist eine Punktzahl <40 Punkte im modifizierten OSTRC während den vergangenen zwei Monaten auf 	<p>3. Ist die Verbindung zwischen der Forschungsfrage und dem gewählten methodischen Vorgehen nachvollziehbar? Ja</p> <p>4. Ist die Population in Bezug auf die Fragestellung sinnvoll gewählt? Ja</p> <p>5. Ist die Stichprobe in Bezug auf die Fragestellung und das methodische Vorgehen geeignet? Ja</p> <p>6. Ist die Stichprobe repräsentativ in Bezug auf die Population? Ja</p> <p>7. Wie wurden die Stichproben gezogen? Probability sampling</p> <p>8. Erscheint die Stichprobengröße angemessen? Ja</p>	19/21

<p>Wie wurde die Stichprobe gezogen? (probability sampling? Non-probability?)</p> <ul style="list-style-type: none"> • probability sampling <p>Wird die Auswahl der Teilnehmenden beschrieben und begründet?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ja <p>Gibt es verschiedene Studiengruppen?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ja <p>Welche Art von Daten wurde erhoben? physiologische Messungen, Beobachtungen, schriftliche Befragungen, Interview,..?)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Physiologische Messungen • Beobachtungen • Schriftliche Befragung <p>Wie häufig wurden Daten erhoben?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Physiologische Messungen, Beobachtungen: einmalig respektive zwei Mal, falls Beobachtung über zwei Handballsaisons • Schriftliche Befragung: 1x/Woche <p>Welche Messinstrumente wurden verwendet? (Begründung)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kraft der Schultermuskulatur: Hand-Dynamometer • Bewegungsausmass: Digitaler Gradmesser • Skapuladyskinesie: Videoanalyse • Registrierung Schulterverletzungen: Modifizierte Version des OSTRC und Fragen des Fahlström Fragebogens <p>Welche Intervention wird getestet?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es wurde keine Intervention durchgeführt. <p>Welches Datenniveau weisen die erhobenen Variablen auf?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kraft der Schultermuskulatur: intervallskaliert • Schulterbeweglichkeit: intervallskaliert • Schultergelenksinn: ordinal skaliert • Skapuladyskinesie: ordinal skaliert <p>Welche statistischen Verfahren wurden zur Datenanalyse verwendet</p> <ul style="list-style-type: none"> • Intraklassen-Korrelationskoeffizient • Cox-Regression 	<p>9. Wenn Vergleichsgruppen: wie wurden diese erstellt? Ja, Frauen und Männer</p> <p>10. Wurden Dropouts angegeben und begründet? Ja</p> <p>11. Beeinflussen die Dropouts die Ergebnisse? Nein</p> <p>12. Ist die Datenerhebung in Bezug auf die Fragestellung nachvollziehbar? Ja</p> <p>13. Sind die Methoden der Datenerhebung bei allen Teilnehmenden gleich? Ja</p> <p>14. Wurden die Daten von allen Teilnehmenden komplett/ vollständig erhoben? Nein</p> <p>15. Sind die Variablen sinnvoll und umfassend in Bezug auf die Fragestellung gewählt? Ja</p> <p>16. Fehlen relevante Variablen? Nein</p> <p>17. Sind die Messinstrumente in Bezug auf die Fragestellung/ Variablen geeignet? Ja</p> <p>18. Sind die Messinstrumente zuverlässig? (reliabel und valide) Nein</p> <p>19. Wird die Auswahl der Messinstrumente nachvollziehbar begründet? Ja</p> <p>20. Sind mögliche Einflüsse/ Verzerrungen auf der Intervention beschrieben? Keine Intervention</p> <p>21. Werden die gewählten Analyseverfahren klar beschrieben? Ja</p> <p>22. Wurden die Verfahren in Bezug auf die Fragestellung sinnvoll angewendet? Ja</p> <p>23. Entsprechen die statistischen Analyseverfahren den Skalenniveaus? Wurden Voraussetzungen zur Verwendung bestimmter statistischer Analyseverfahren überprüft?</p>
---	---

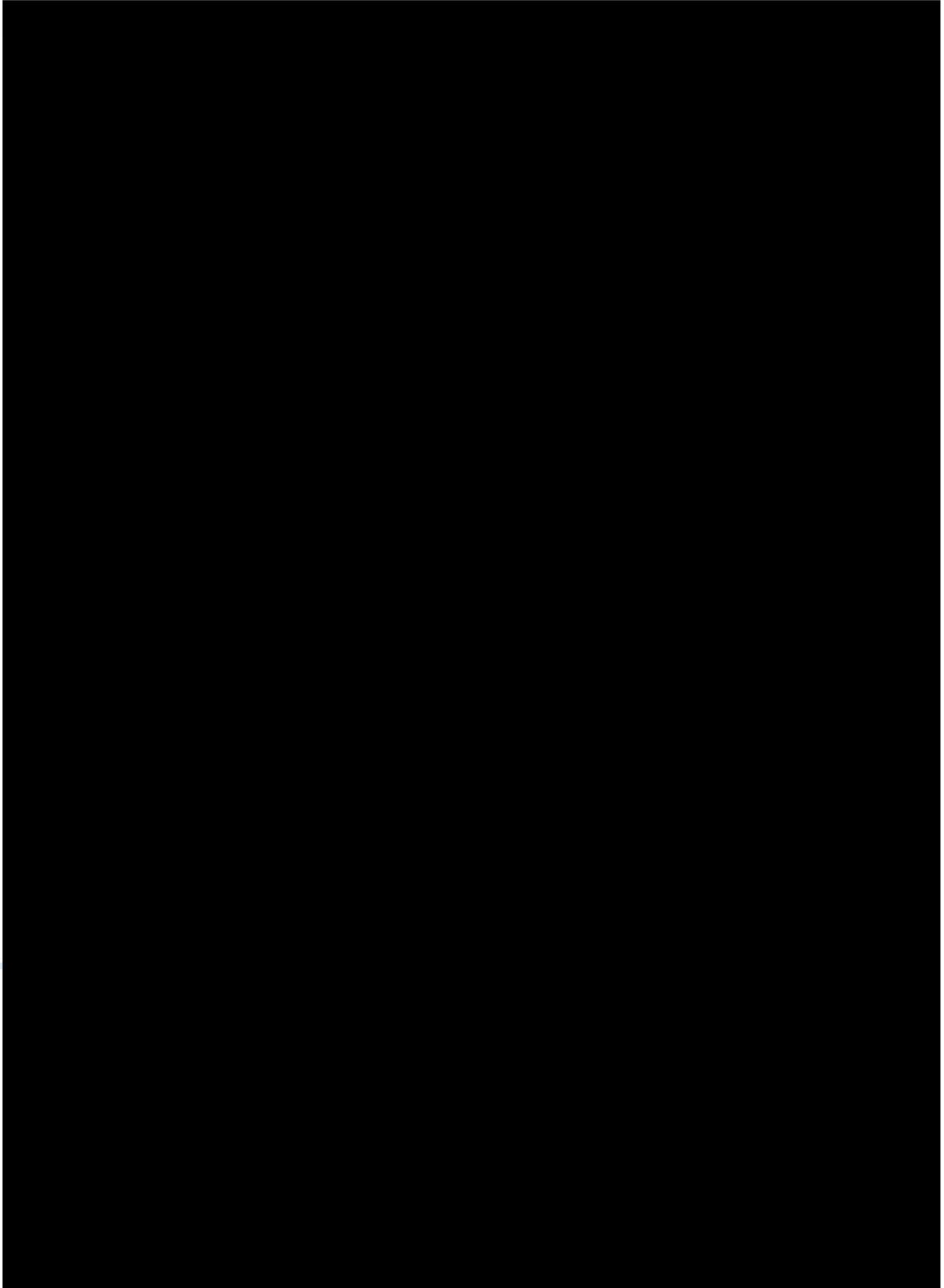
	<ul style="list-style-type: none"> Cohens Kappa <p>Wurde ein Signifikanzniveau festgelegt?</p> <ul style="list-style-type: none"> Nein <p>Welche ethischen Fragen werden von den Forschenden diskutiert und werden entsprechende Massnahmen durchgeführt?</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer sowie deren Erziehungsberechtigte mussten vor dem Start der Studie ihre Zustimmung schriftlich abgeben. <p>Falls relevant ist eine Genehmigung einer Ethikkommission eingeholt worden?</p> <p>Der regionale Ethikprüfungsausschuss des Karolinska Institut hat den Antrag genehmigt</p>	<p>Ja</p>	
<p>Resultate</p>	<p>Welche Ergebnisse werden präsentiert?</p> <ul style="list-style-type: none"> Die gesamte Risiko-Expositionszeit betrug 31'416 Stunden bei den Spielern und 28'089 Stunden bei den Spielerinnen Die Inzidenz der Schulterverletzungen im dominanten Arm betrug 0.70/1000 Stunden (95% CI: 0.53 - 0.84) bei den Spielern und 0.93/1000 Stunden (95% CI: 0.76 - 0.99) bei den Spielerinnen. Gefährdungsquoten, welche im nächsten Punkt genau dargestellt sind. Es wurden 48 neue Schulterverletzungen registriert, von welchen 88% nichttraumatischer Art sind. Von 76% der TN konnten die vollständigen Daten erhoben werden. <p>Welches sind die zentralen Ergebnisse der Studie?</p> <ul style="list-style-type: none"> Eine verminderte isometrische Aussenrotationskraft (HRR: 2.37, 95% CI: 1.03 - 5.44) und Innenrotationskraft (HRR: 2.44, 95% CI: 1.06 - 5.61) ist bei den Spielerinnen mit einem erhöhten Risiko für Schulterverletzungen assoziiert. Die exzentrische Aussenrotationskraft (HRR: 1.21, 95% CI: 0.57 – 2.62) und die isometrische Abduktionskraft (HRR: 1.10, 95% CI: 0.50 – 2.38) korrelierten nicht mit einem erhöhten Verletzungsrisiko. Dasselbe gilt für das isometrische Kraftverhältnis <0.75 (HRR: 0.85, 95% CI: 0.39 - 1.83) und das Verhältnis der exzentrischen Aussenrotationskraft zur isometrischen Innenrotationskraft (HRR: 0.41, 95% CI: 0.10 - 1.73). Bei den Spielern konnte bei keinem erhobenen Parameter der Schulterkraft einen signifikanten Zusammenhang mit einem erhöhten Verletzungsrisiko (isometrische AR-Kraft HRR: 1.02, 95% CI: 0.44 - 2.36; isometrische IR-Kraft HRR: 0.74, 95% CI: 0.31 - 1.75; isometrische ABD-Kraft HRR: 1.19, 95% CI: 0.51 – 2.77; exzentrische AR-Kraft HRR: 0.70, 95% CI: 0.29 – 1.64, isometrisches AR/IR-Kraftverhältnis <0.75 HRR: 2.00, 95% CI: 0.68 - 5.92; Verhältnis der exzentrischen Aussenrotationskraft zur isometrischen Innenrotationskraft HRR: 1.10, 95% CI: 0.45 - 2.69) Eine vorhandene Skapuladyskinesie während der Abduktionsbewegung (HRR: 3.43, 95% CI: 1.49 - 7.92) ist bei den Spielern mit einem erhöhten Verletzungsrisiko assoziiert, nicht jedoch bei den 	<p>24. Werden die Ergebnisse präzise dargestellt? Ja</p> <p>25. Sind die Ergebnisse nachvollziehbar und übersichtlich dargestellt? Ja</p>	<p>2/2</p>

	<p>Spielerinnen (HRR: 1.53, 95% CI: 0.36 - 6.52). Während der Flexionsbewegung zeigten weder die Spielerinnen (HRR: 0.49, 95% CI: 0.17 - 1.44) noch die Spieler (HRR: 1.53, 95% CI: 0.60 - 3.94) mit einer vorhandenen Skapuladyskinesie ein signifikant erhöhtes Verletzungsrisiko auf.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es besteht kein signifikanter Zusammenhang zwischen einem erhöhten Verletzungsrisiko und Veränderungen des Bewegungsausmasses bei den Spielerinnen (AR HRR: 0.74, 95% CI: 0.34 – 1.62; IR HRR: 1.59, 95% CI: 0.70 - 3.54; TROM dominante Schulter HRR: 0.70, 95% CI: 0.32 - 1.53; TROM im Seitenvergleich HRR: 1.30, 95% CI: 0.59 - 2.83) • Es besteht kein signifikanter Zusammenhang zwischen einem erhöhten Verletzungsrisiko und Veränderungen des Bewegungsausmass bei den Spielern (AR HRR: 0.74, 95% CI: 0.31 – 1.73; IR HRR: 1.03, 95% CI: 0.45 - 2.37; TROM dominante Schulter: 0.77, 95% CI: 0.33 - 1.81; TROM im Seitenvergleich HRR: 0.53, 95% CI: 0.22 – 1.25) • Der Gelenkspositionssinn der Schulter ist bei beiden Geschlechtern nicht mit einer erhöhten Verletzungsanfälligkeit assoziiert (♂ HRR: 1.14, 95% CI: 0.49 - 2.63; ♀ HRR: 1.06, 95% CI: 0.49 – 2.29). <p>Werden die Ergebnisse verständlich präsentiert (Textform, Tabellen, Grafiken)? Ja</p>		
Discussion	<p>Wie interpretieren die Forschenden die Ergebnisse?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Autoren konnten einen klaren Zusammenhang zwischen reduzierter IAR-Kraft und Schulterverletzungen bei den Spielerinnen aufzeigen, dasselbe gilt für die IIR-Kraft. Bei den Spielern konnte kein Zusammenhang festgestellt werden. Als mögliche Erklärung für die geschlechtsspezifischen Unterschiede wird die möglicherweise unterschiedliche Biomechanik des Wurfes erwähnt. Die Studienlage diesbezüglich ist jedoch mangelhaft. • Es zeigte sich keinen Zusammenhang zwischen Defiziten des glenohumeralen Bewegungsausmasses und Schulterverletzungen. Dies widerspricht anderen neulich publizierten Studien, Asker et al. Zitieren mögliche Erklärungen aus einer anderen Studie wie beispielsweise die fragliche Korrelation des gemessenen Bewegungsausmass im Labor zum effektiven Bewegungsausmass im Spiel. • Es konnte keine klare Korrelation von Scapuladyskinesie in Abduktion und Schulterverletzungen bei den Spielern, nicht jedoch bei den Spielerinnen festgestellt werden. Dies erklären die Autoren damit, dass Abduktion eher der sportartspezifischen Bewegungsposition entspricht. In Flexion konnte bei beiden Geschlechtern keine Korrelation bestätigt werden. Die geschlechtsspezifischen Unterschiede werden wiederum durch die möglichen biomechanischen Unterschiede in der Wurftechnik erklärt. • Der Gelenksinn und Schulterverletzungen weisen keinen Zusammenhang auf. Bisher hat noch keine weitere Studie dasselbe untersucht. <p>Kann die Forschungsfrage aufgrund der Daten beantwortet werden?</p>	<p>26. Werden alle Resultate diskutiert? Ja</p> <p>27. Stimmt die Interpretation mit den Resultaten überein? Ja</p> <p>28. Ist die Interpretation der Ergebnisse nachvollziehbar? Ja</p> <p>29. Werden die Resultate in Bezug zur Fragestellung/ Zielsetzung/ Hypothese und anderen Studien diskutiert und verglichen? Ja</p> <p>30. Wird nach alternativen Erklärungen gesucht? Ja</p>	5/5

	<p>26. Ja</p> <p>Werden Limitationen genannt?</p> <p>27. Ja</p> <p>Werden die Ergebnisse mit ähnlichen Studien verglichen?</p> <p>Ja</p>		
Übertrag auf eigene Profession	<p>Welche Implikationen haben die Ergebnisse in Bezug auf meine Profession/ für meinen beruflichen Alltag?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bei Elite-Handballspielerinnen sollte zur Verletzungsprävention ein Krafttraining der Aussen- und Innenrotatoren der Schulter durchgeführt werden. • Bei Elite-Handballspielern sollte zur Verletzungsprävention die Skapulakontrolle verbessert werden. 	<p>31. Ist die Studie sinnvoll? Ja</p> <p>32. Werden Stärken und Schwächen aufgewogen? Ja</p> <p>33. Wäre es möglich die Studie in einem anderen klinischen Setting zu wiederholen? Ja</p>	3/3
		30/33	

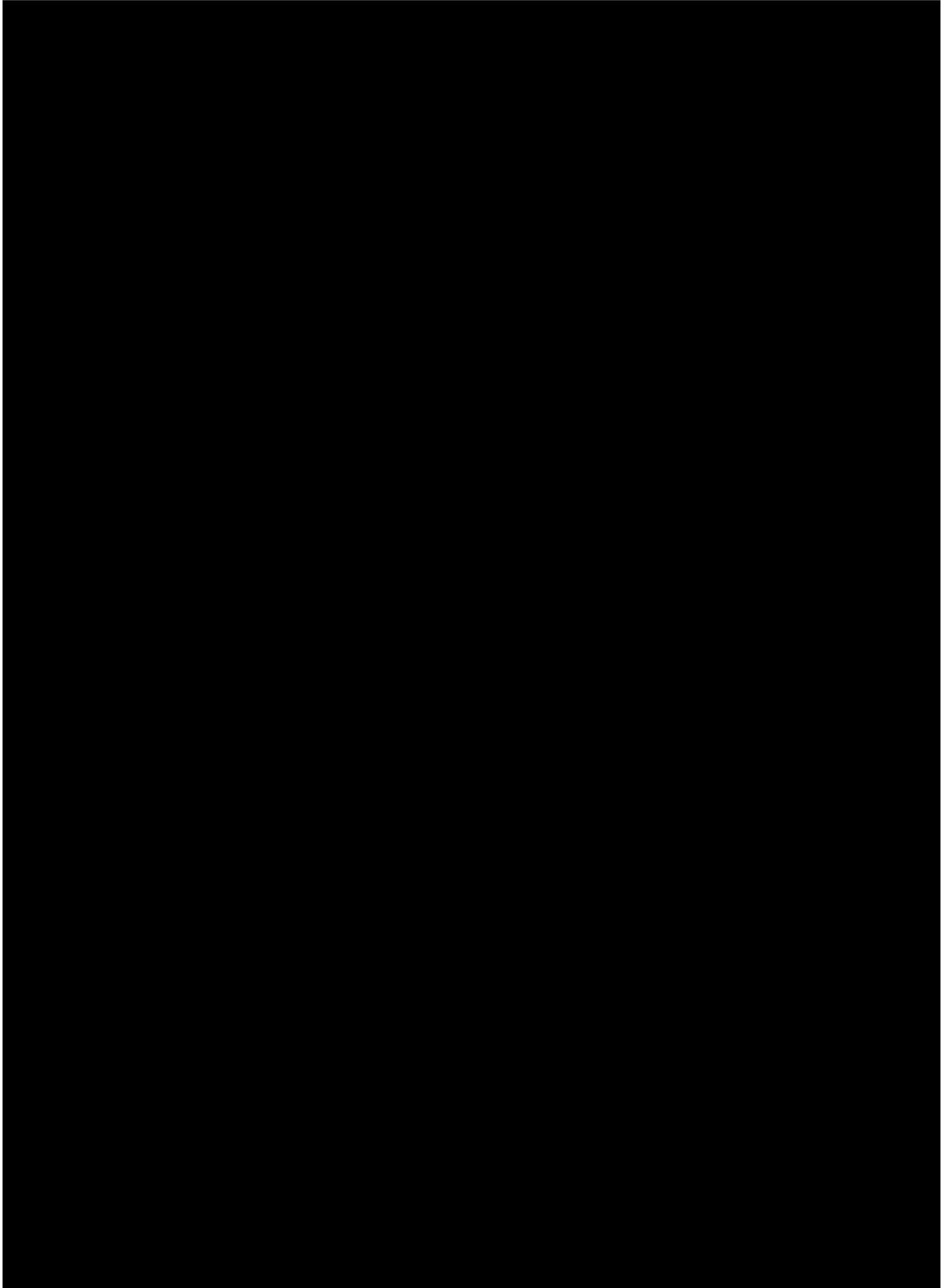
Deutsche Version des Western Ontario Shoulder Index (WOSI)

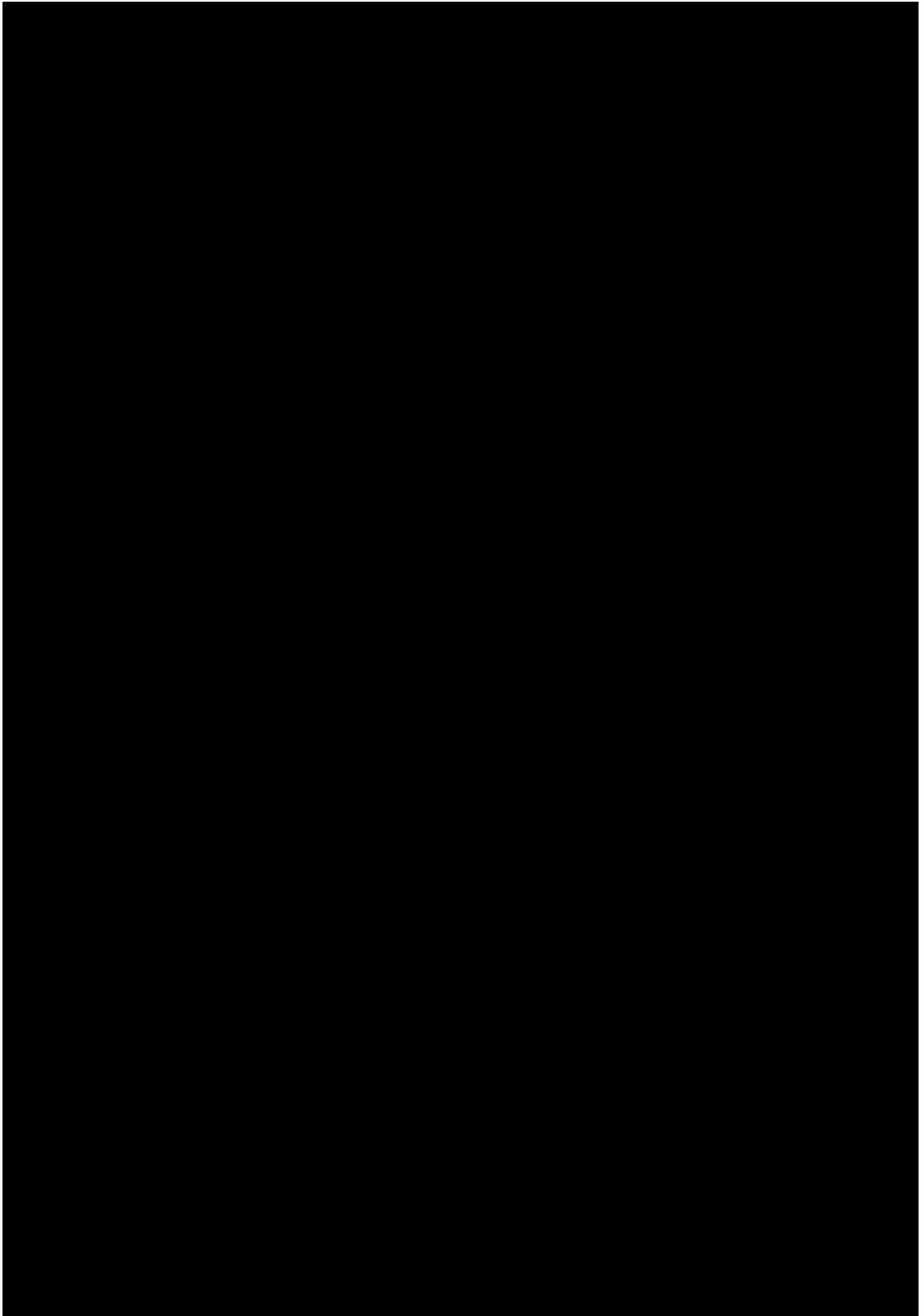
(Drerup et al., 2010)

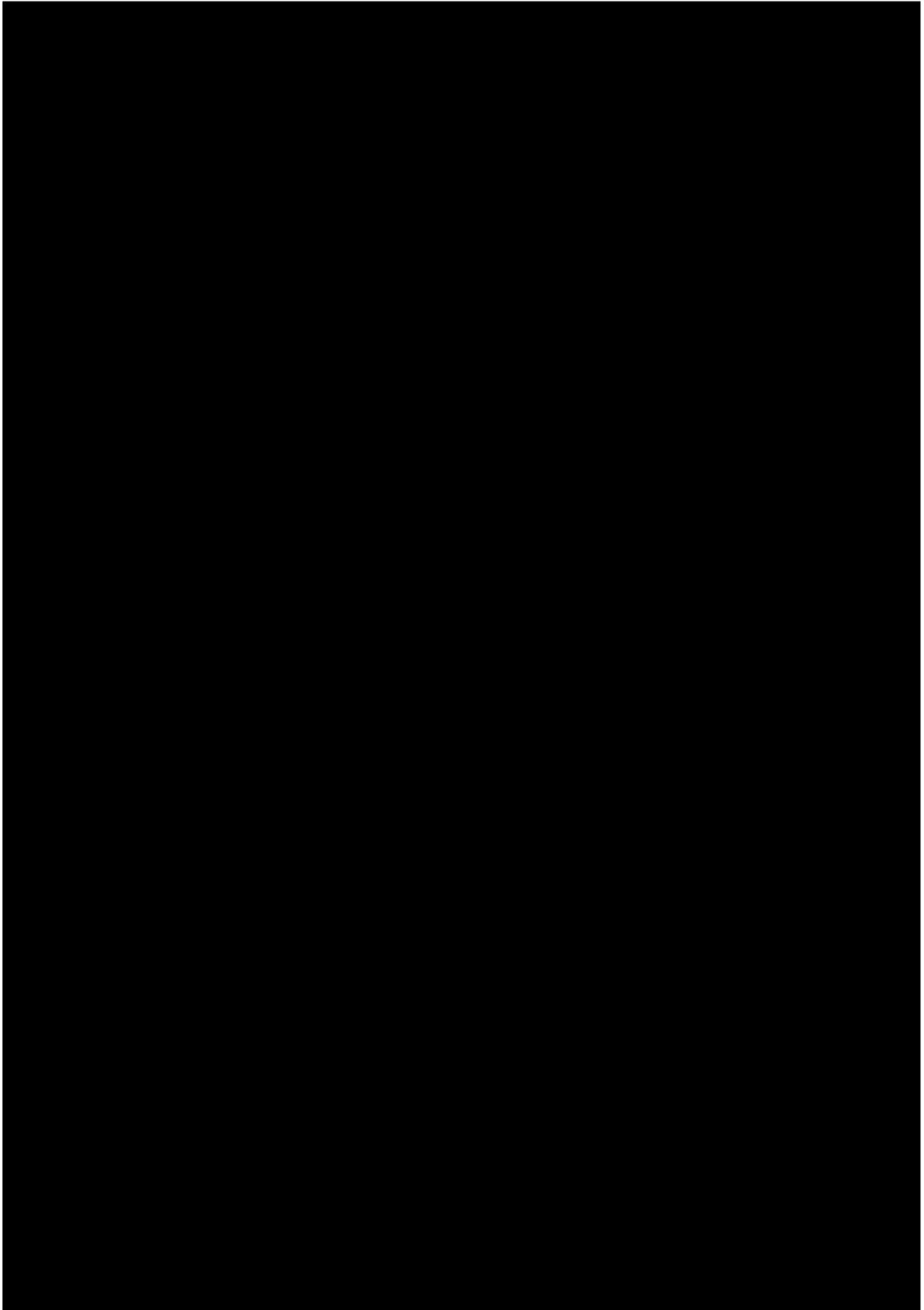


Oslo Sports Trauma Research Center Overuse Injury Questionnaire

(Clarsen et al., 2013)







Wöchentlicher Fragebogen aus der Studie von Asker et al. (2020)

