

Bachelorarbeit

Kurz, kürzer, Muskelfaserriss?

Weisen verkürzte Hamstrings ein erhöhtes Verletzungsrisiko auf?

**Hauser Martin
Dennlerstrasse 10
8048 Zürich
S96922216**

**Jenni Christa
Grundackerweg 86
8965 Berikon
S09170408**

Departement:	Gesundheit
Institut:	Institut für Physiotherapie
Studienjahrgang:	PT09a
Eingereicht am:	18. Mai 2012
Betreuende Lehrperson:	Herr André Meichtry

Inhaltsverzeichnis

Abstract	4
1. Einleitung.....	5
2. Methodik.....	7
2.1 Literaturrecherche	7
2.2 Studienauswertung.....	7
2.2.1 Eigener Kriterienkatalog (Qualität und Validität der Studien)	7
2.2.2 Berechnung der Effektstärke.....	7
2.2.3 Statistische Signifikanz	7
3. Theorie	8
3.1 Anatomie der Hamstrings	8
3.1.1 Verlauf, Funktion und Innervation	8
3.1.2 Muskelaufbau.....	9
3.2 Verletzungen der Hamstrings	11
3.2.1 Klassifikation von Muskelverletzungen	11
3.2.2 Lokalisation.....	13
3.2.3 Klinik	14
3.2.4 Verletzungsmechanismus.....	15
3.2.5 Einfluss der Beweglichkeit auf Hamstringsverletzungen.....	15
3.3 Muskelverkürzungen	17
3.3.1 Verminderte Dehnfähigkeit	17
3.3.2 Strukturelle und hypertone Muskelverkürzungen.....	17
3.3.3 Gründe für Muskelverkürzungen.....	18
3.4 Längenmessung der Hamstrings.....	20
4. Studien	21
4.1 Studienbeschreibung und -beurteilung.....	21

4.1.1	Kriterienkatalog	22
4.1.2	Arnason et al. (2004)	24
4.1.3	Bennell et al. (1999).....	27
4.1.4	Bradley et al. (2007).....	30
4.1.5	Gabbe et al. (2004)	33
4.1.6	Henderson et al. (2009)	36
4.1.7	Witvrouw et al. (2003)	40
4.2	Berechnungen	42
4.2.1	Berechnung der Effektstärke.....	43
4.2.2	Risikoschätzung.....	44
4.3	Ergebnisse	46
5.	Diskussion.....	47
5.1	Verkürzte Hamstrings.....	47
5.1.1	Bestätigende Studien.....	47
5.1.2	Verwerfende Studien	49
5.1.3	Gegenüberstellung der Studienresultate.....	49
5.2	Verkürzter M. quadriceps	50
5.3	Kommentar zu den Studien.....	51
5.3.1	Tests für die Längenmessung.....	51
5.3.2	Studiendesign	51
5.3.3	Übertragbarkeit der Ergebnisse	52
5.4	Kritische Selbstreflexion	52
5.4.1	Kritik zum Kriterienkatalog	52
5.4.2	Limitierungen der Literaturrecherche	53
6.	Schlussfolgerung.....	54
6.1	Hauptaussage	54
6.2	Offene Fragen	54

6.3 Zukunftsaussichten.....	55
Verzeichnisse	56
Literaturverzeichnis	56
Tabellenverzeichnis	58
Abbildungsverzeichnis	58
Abkürzungsverzeichnis	59
Danksagung	60
Eigenständigkeitserklärung.....	60
Anhang	61
Ausgefüllte Kriterienkataloge	61
Tabelle Effektstärke	76
Email-Verkehr	74
Wortzahlen	75

Abstract

Darstellung des Themas

Muskelverletzungen gehören zu den häufigsten Verletzungen beim Sport. Dabei werden verschiedene Risikofaktoren kontrovers diskutiert. Die Muskellänge ist einer davon.

Ziel/Fragestellung

Das Ziel dieser Arbeit ist es, herauszufinden, ob verkürzte Hamstrings ein erhöhtes Verletzungsrisiko aufweisen.

Methode

Diese Arbeit fasst in Form eines systematischen Reviews alle Studien zusammen, welche sich mit dem Thema Muskellängen und Verletzungshäufigkeit der Hamstrings befassen. Die Literaturrecherche erfolgt in den Datenbanken Medline, PEDro und Pubmed in deutscher und englischer Sprache. Die Studien werden auf ihre Qualität und Validität geprüft und unter Einbezug ihrer statistischen Signifikanz und Effektstärke ausgewertet und untereinander verglichen.

Relevante Ergebnisse

Von sechs untersuchten Studien finden vier einen Zusammenhang zwischen verkürzten Hamstrings und erhöhter Verletzungsgefahr. Die anderen zwei Studien zeigen keinen Hinweis dafür. Die Gegenüberstellung der sechs Studien zeigt eine Tendenz, dass verkürzte Hamstrings ein erhöhtes Verletzungsrisiko bergen.

Schlussfolgerung

Das Erkennen und die Behandlung von verkürzten Hamstrings sind für die Prophylaxe von Hamstringsverletzungen von Bedeutung.

Keywords

hamstring strain, muscle strain, muscle rupture, muscle length, muscle injury, risk factors

1. Einleitung

Hamstringsverletzungen ereignen sich in vielen Sportarten: zum Beispiel bei Laufdisziplinen, im Fussball, Rugby oder auch beim Tanzsport (Heiderscheit, Sherry, Silder, Chumanov & Thelen, 2010). Breitensportler und Profisportler sind davon gleichermassen betroffen und die Wiederverletzungsrate ist sehr hoch. Orchard & Best (2002) beschreiben, dass ein Drittel der Verletzten in den ersten beiden Wochen nach Wiederaufnahme der sportlichen Tätigkeit eine Retraumatisierung erleiden.

Gemeinhin wird angenommen, dass verschiedene Faktoren ein Risiko für eine Hamstringsverletzung darstellen. Dabei spielen zum einen unveränderbare Faktoren wie das Alter und die ethnische Herkunft eine Rolle, zum anderen veränderbare Faktoren wie Länge, Kraft, Kraftdysbalance und Ermüdung der Muskulatur (Opar, Williams & Shield, 2012). Welche dieser veränderbaren Faktoren sollen nun in der Physiotherapie gezielt angegangen werden? Gibt es überhaupt einen einzelnen Faktor, durch dessen Behandlung das Verletzungsrisiko deutlich gesenkt werden kann?

Diese Arbeit nimmt sich der Bedeutung des Risikofaktors "Muskellänge" an. Ziel ist es, herauszufinden, ob die Muskellänge der Hamstrings überhaupt deren Verletzungsrisiko beeinflusst. Gegebenenfalls kann dadurch eine Empfehlung für die Prävention oder Rehabilitation gemacht und die Frage beantwortet werden, ob es sich lohnt, in der Therapie eine adäquate Muskellänge der Hamstrings in die Zielsetzung miteinzubeziehen.

Daraus ergibt sich für diese Bachelorarbeit folgende Fragestellung:
"Weisen verkürzte Hamstrings ein erhöhtes Verletzungsrisiko auf?"

Im Profisport bedeutet eine Hamstringsverletzung oft erhebliche finanzielle Einbussen für den Sportler selbst oder für den Verein. Zudem geht die Leistungsfähigkeit stark zurück (Opar et al., 2012). Aber auch Hobbysportler möchten möglichst bald wieder in ihre sportliche Tätigkeit zurückkehren. Folglich werden es viele Physiotherapeuten im Laufe ihrer Tätigkeit mit Patienten zu tun haben, welche an einer Hamstringsverletzung leiden. Für eine optimale Prävention oder Rehabilitation muss der Physiotherapeut deshalb wissen, welchen Stellenwert er der Muskellänge in seinem Therapiekonzept zuordnet.

Diese Arbeit beschränkt sich darauf, eine umfassende Auswertung über den Zusammenhang verkürzter Hamstrings mit deren Verletzungsgefahr aufzuzeigen. Andere Einflussfaktoren werden erwähnt, beruhen jedoch nicht auf einer vollständigen Literaturrecherche und werden deshalb nicht genauer ausgewertet. Im Theorieteil werden Verletzungen des Muskelbauchs oder Muskel-Sehnen-Übergangs erläutert. Verletzungen an den Sehnen oder an Knochen-Sehnen-Übergängen werden ausgeschlossen.

In dieser Arbeit bezieht sich die männliche Formulierung immer auf beide Geschlechter. Dies gilt insbesondere für den Ausdruck „die Autoren“. Eine Ausnahme stellen die untersuchten Studien dar: Sind die Studienteilnehmer männlich, beziehen sich männliche Formulierungen im Zusammenhang mit der entsprechenden Studie ausschliesslich auf Männer.

2. Methodik

2.1 *Literaturrecherche*

Die Literaturrecherche erfolgt in den Datenbanken Medline, PEDro und Pubmed in deutscher und englischer Sprache. Die verwendeten Keywords sind: „hamstring strain“, „muscle strain“, „muscle rupture“, „muscle length“, „muscle injury“, „risk factors“ sowie deren deutschen Entsprechungen. Des Weiteren werden folgende MeSH Headings verwendet: „muscle, skeletal“, „muscle fibers, skeletal“, „rupture“, „sprains and strains“ und „injury“. Diese werden untereinander verschieden kombiniert. Über die damit gefundene Literatur wird mittels Abstract ein Überblick geschaffen. Nebst der passenden Thematik ist ein weiteres Einschlusskriterium, dass die Studie in englischer oder deutscher Sprache kostenlos erhältlich ist. Aufgrund der geringen Anzahl verwendbarer Resultate wird keine Einschränkung bezüglich des Veröffentlichungsjahrs vorgenommen.

2.2 *Studienauswertung*

2.2.1 Eigener Kriterienkatalog (Qualität und Validität der Studien)

Um die Studien beurteilen zu können, erstellen die Autoren einen eigenen Kriterienkatalog. Dieser wird für jede Studie einzeln ausgefüllt. Die so erreichte Punktzahl wird verwendet, um eine Aussage über die Qualität und Validität der Studie machen zu können.

2.2.2 Berechnung der Effektstärke

Um die Aussagekraft der Studie beurteilen und die Studien untereinander vergleichen zu können, wird die Effektstärke berechnet. Bei denjenigen Studien, bei welchen diese Berechnung aufgrund anderer statistischer Auswertungen nicht möglich ist, wird anhand einer Beispielberechnung eine Aussage über das Odds Ratio bzw. Risk Ratio gemacht.

2.2.3 Statistische Signifikanz

Die statistische Signifikanz der Studien wird beschrieben und fließt in die Beurteilung mit ein.

3. Theorie

3.1 Anatomie der Hamstrings

3.1.1 Verlauf, Funktion und Innervation

Abbildung 1 zeigt die Muskelgruppe der Hamstrings (auch Ischios oder ischiokrurale Muskulatur genannt), welche aus dem zweiköpfigen M. biceps femoris, dem M. semitendinosus und dem M. semimembranosus besteht.

Das Caput longum des M. biceps femoris hat seinen Ursprung am Tuber ischiadicum sowie am Lig. sacrotuberale, während das Caput breve dem mittleren Drittel der Dorsalseite des Femurs entspringt. Der gemeinsame Ansatz liegt am Caput fibulae. Der M. semimembranosus hat seinen Ursprung auch am Tuber ischiadicum, setzt jedoch medial am Kniegelenk am Pes anserinus profundus an. Der Ursprung des M. semitendinosus befindet sich ebenfalls am Tuber ischiadicum sowie am Lig. sacrotuberale. Sein Ansatz liegt auch an der medialen Seite des Kniegelenks, am Pes anserinus superficialis.

Abgesehen vom kurzen Kopf des M. biceps femoris sind die drei Muskeln zweigelenkig. Sie bewirken hauptsächlich eine Extension im Hüftgelenk und eine Flexion im Kniegelenk. Des Weiteren stabilisieren sie das Becken in der Sagittalebene und helfen bei der Adduktion mit. Am Kniegelenk bewirken der M. semitendinosus und der M. semimembranosus zusätzlich eine Innenrotation, während der M. biceps femoris zur Aussenrotation beiträgt.

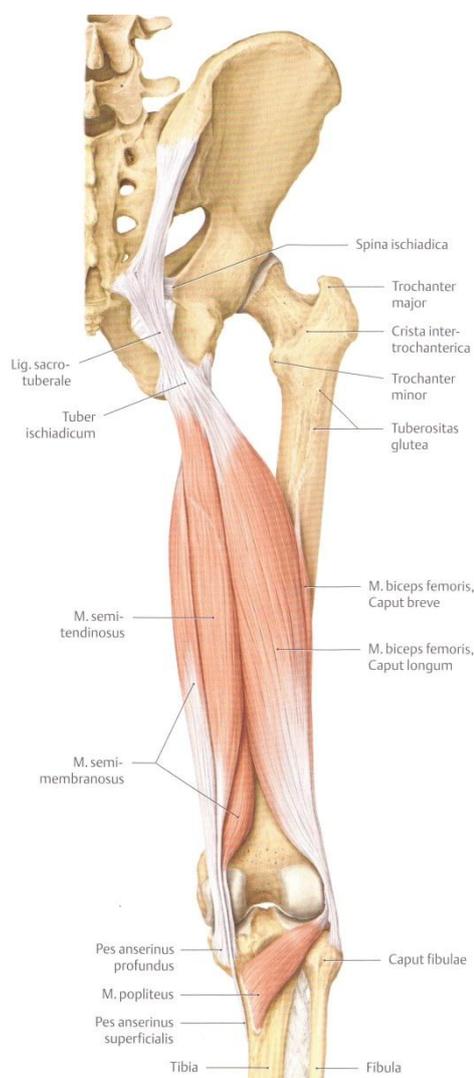


Abbildung 1: Muskeln, Sehnen und Gelenke der Hamstrings (Schünke et al., 2009).

Der N. tibialis innerviert den M. semitendinosus, den M. semimembranosus und das Caput longum des M. biceps femoris. Das Caput breve wird vom N. fibularis versorgt. (Schünke, Schulte, Schumacher, Voll & Wesker, 2009)

3.1.2 Muskelaufbau

Die Hamstrings gehören zur Skelettmuskulatur. Der anatomische Aufbau des Muskels und dessen Verbindung zum Knochen wird wie folgt gegliedert: Muskelbauch (mit kontraktile Elementen und Bindegewebe), Muskel-Sehnen-Übergang, Sehne, Knochen-Sehnen-Übergang. (Van den Berg, 2005)

3.1.2.1 Muskelbauch

Der Muskelbauch besteht zum einen aus den kontraktile Elementen, welche für die Entstehung der Muskelkraft verantwortlich sind, und zum anderen aus nicht-kontraktilem Bindegewebe. Das Bindegewebe schützt den Muskel vor mechanischen Einflüssen und überträgt die Kontraktion des Muskelbauchs auf die Sehne. Dadurch wird das Gelenk bewegt. (Van den Berg, 2005)

Kontraktile Elemente

Abbildung 2 zeigt den Aufbau der Skelettmuskulatur. Der Muskel besteht aus Muskelfaserbündeln, welche wiederum mehrere Muskelfasern zusammenfassen. Eine Muskelfaser wird als strukturelle Einheit des Muskels beschrieben und weist einen Durchmesser von ca. 10 bis 100 Mikrometer und eine Länge von 1 bis 30 cm auf. Eine Muskelfaser besteht aus mehreren Myofibrillen, welche einen Durchmesser von 1 bis 2 Mikrometer haben und das eigentliche kontraktile Element

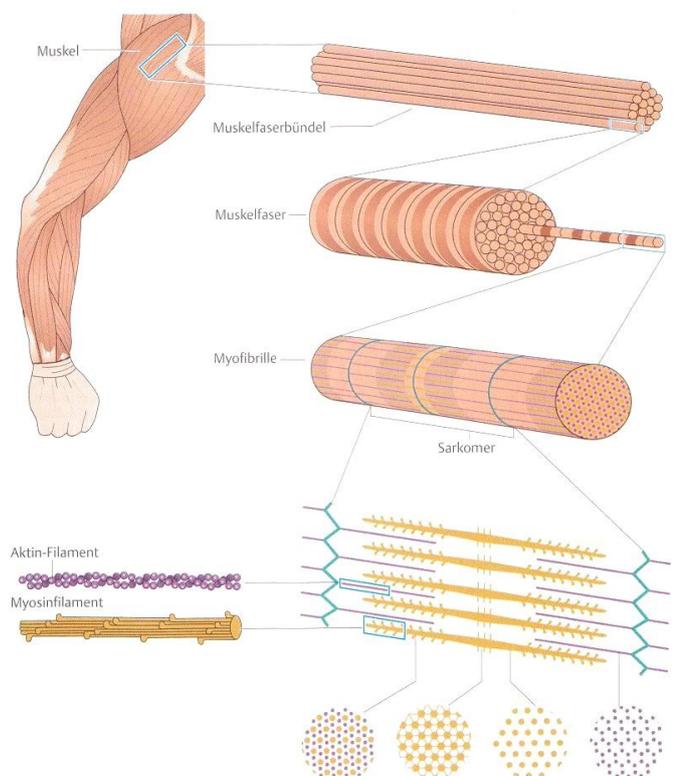


Abbildung 2: Kontraktile Elemente des Muskelgewebes (Van den Berg, 2005).

des Muskels darstellen. In einer Myofibrille sind zahlreiche Sarkomere aneinander gereiht. Innerhalb eines Sarkomers überlappen sich Aktin- und Myosinfilamente. Indem sich diese Filamente ineinanderschieben, kommt es zur Kontraktion des Muskels. (Van den Berg, 2005)

Nicht-kontraktile Elemente (Abbildung 3)

Das Endomysium, eine Bindegewebsschicht, umgibt jede einzelne Muskelfaser und fasst zusätzlich 200 bis 250 Muskelfasern zu Primärbündeln zusammen. Es leistet damit einen wesentlichen Beitrag zur Reißfestigkeit des Muskels. Als Perimysium wird die Bindegewebsschicht bezeichnet, welche mehrere Primärbündel zu einem Sekundärbündel vereint. Sekundärbündel sind mehrere Millimeter dick, von Auge als faserige Einheiten erkennbar und übertragen die Zugkräfte des Muskels auf die Sehne. Schliesslich wird der gesamte Muskel von einer weiteren bindegewebigen Schicht, dem Epimysium, umgeben. Es verbindet die Muskelfaszie mit dem Muskel. (Schünke et al., 2009)

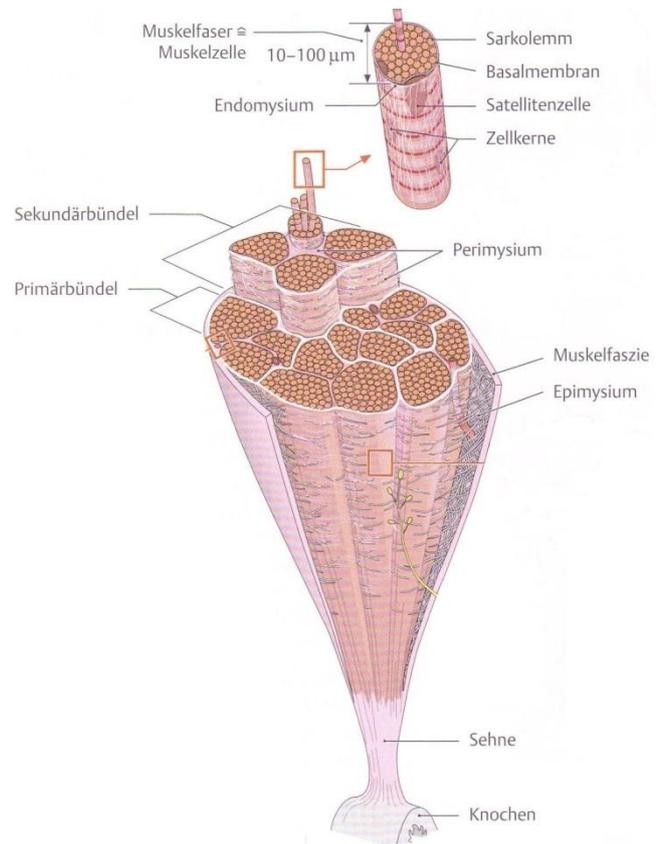


Abbildung 2: Nicht-kontraktile Elemente des Muskelgewebes (Schünke et al., 2009).

3.1.2.2 Muskel-Sehnen-Übergang

Beim Muskel-Sehnen-Übergang enden die Muskelfasern und bilden fingerförmige Ausstülpungen, welche die Kontaktfläche zu den Kollagenfasern der Sehne vergrößern (vgl. Abbildung 4). Durch die daraus entstehenden Adhäsionskräfte und die zusätzlich stabilisierenden Bindegewebsfasern wird der Übergang vom Muskel zur Sehne gefestigt. (Van den Berg, 2005)

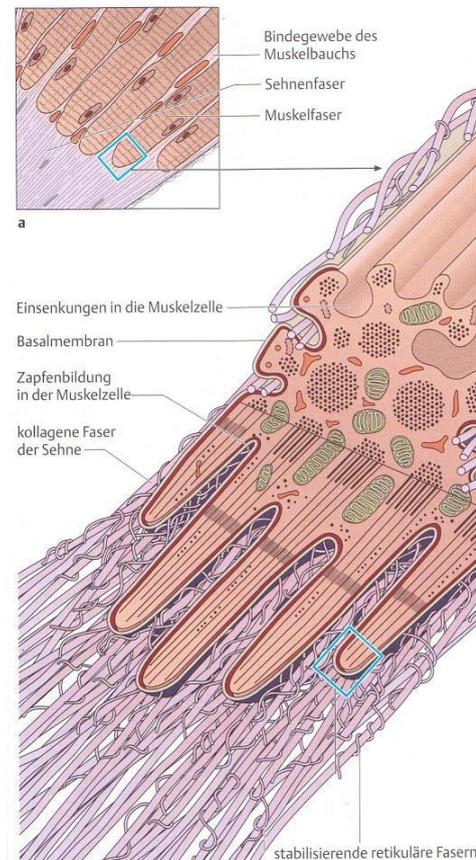


Abbildung 3: Muskulotendinöser Übergang (Van den Berg, 2005).

3.2 Verletzungen der Hamstrings

3.2.1 Klassifikation von Muskelverletzungen

Muskelverletzungen werden unterschiedlich klassifiziert. Im Folgenden wird mit der Einteilung nach Müller-Wohlfahrt, Ueblacker & Hänsel (2010) eine Übersicht vermittelt.

Tabelle 1: Verletzungstypen I und II, eigene Zusammenfassung der Tabelle "Klassifikation der Muskelverletzungen" (Müller-Wohlfahrt et al., 2010).

Typ der Läsion	Ia	Ib	II
Bezeichnung	Schmerzhafte Muskelverhärtung (ermüdungsbedingt)	Schmerzhafte Muskelverhärtung (neurogen)	„Sog. Muskelzerrung“ (neuromuskuläre Zerrung)
Englische Terminologie	Painful fatigue-induced muscle hardening	Painful neurogenic muscle hardening	Muscle strain (neuromuscular)
Mögliche Ursachen	Verhärtung durch Überbelastung oder Übermüdung	Neurogene Verhärtung infolge struktureller oder funktioneller Störung	Neuromuskuläre Tonusregulationsstörung (z. B. infolge schlechten Aufwärmens)

Fortsetzung Tabelle 1: Verletzungstypen I und II, eigene Zusammenfassung der Tabelle "Klassifikation der Muskelverletzungen" (Müller-Wohlfahrt et al., 2010).

Typ der Läsion	Ia	Ib	II
Bezeichnung	Schmerzhafte Muskelverhärtung (ermüdungsbedingt)	Schmerzhafte Muskelverhärtung (neurogen)	„Sog. Muskelzerrung“ (neuromuskuläre Zerrung)
Pathophysiologie	Mikroläsionen (z. B. Myosinfilamente), Entzündungszellen, keine klinisch manifeste strukturelle Schädigung	Mikroläsionen (z. B. Myosinfilamente), Entzündungszellen, keine klinisch manifeste strukturelle Schädigung	Mikroläsionen (z. B. Myosinfilamente), Entzündungszellen, keine klinisch manifeste strukturelle Schädigung
Symptome	Ziehendes Spannungsgefühl bis stechender Schmerz, kein Ruheschmerz	Ziehendes Spannungsgefühl bis stechender Schmerz, kein Ruheschmerz	Ziehendes Spannungsgefühl bis krampfähnlicher Schmerz, Tonuserhöhung
Lokalisation	Teile oder gesamter Muskel	Muskelbündel oder gesamter Muskel bis zu ganzen Muskelgruppen	Meist im Muskelbauch, Länge von ca. 15 cm
Klinik	Hypertoner Muskelstrang, Abwehrreaktion beim Dehnen	Hypertoner Muskelstrang, Flüssigkeit zwischen Muskel und Faszie, Abwehrreaktion beim Dehnen	Spindelförmige oder ödematöse Verdickung, therapeutisches Dehnen senkt Symptome
Therapiedauer bei optimaler Therapie	1 bis 3 Tage	2 bis 5 Tage	3 bis 5 Tage

Tabelle 2: Verletzungstypen III und IV, eigene Zusammenfassung der Tabelle "Klassifikation der Muskelverletzungen" (Müller-Wohlfahrt et al., 2010).

Typ der Läsion	IIIa	IIIb	IV
Bezeichnung	Muskelfaserriss	Muskelbündelriss	Muskelriss
Englische Terminologie	Muscle fiber tear	Muscle bundle tear	Muscle tear
Mögliche Ursachen	exzentrische Kontraktion	exzentrische Kontraktion	Längsdehnung über die Elastizitätsgrenze hinaus
Pathophysiologie	Zerreissung einer Vielzahl von Muskelfasern, Zerreissung einzelner Primär- und Sekundärbündel (< 5 mm)	Zerreissung mehrerer Sekundärbündel mit Perimysium (> 5 mm)	Zerreissung des Muskels mit Muskelfaszie
Symptome	Stichtartiger, spitzer Schmerz	Messerstichtartiger, spitzer bis dumpfer Schmerz, oft spürbares Reißen	Schlagähnlicher, dumpfer Schmerz
Lokalisation	Meist muskulotendinöser Übergang	Meist muskulotendinöser Übergang	Meist muskulotendinöser Übergang oder sehniger Ausriss
Klinik	Unterbrechung der Faserstruktur (< 5 mm) in hypertonem Muskelstrang, Dehnen verstärkt Beschwerden	Unterbrechung der Muskelstruktur (> 5 mm), flächiges Hämatom, Bewegungs- und Dehnungsschmerz, Funktionsdefizit	Muskellücke im Zentimeterbereich, heftiger Bewegungsschmerz, Funktionsausfall, massives Hämatom
Therapiedauer bei optimaler Therapie	10 bis 14 Tage	6 Wochen	12 bis 16 Wochen

Nicht in dieser Einteilung enthalten ist die Muskelkontusion. Sie wird meist durch einen Aufprall verursacht. Dabei ist die Stärke der Einwirkung für das Mass der Schädigung verantwortlich. Meist kommt es zu einer Muskeleinblutung, jedoch nicht zu Rissen von Muskelfasern. Die Muskelkontusion kann sehr schmerzhaft sein, zeigt aber meist einen raschen Rückgang der Symptome. (Müller-Wohlfahrt et al., 2010)

3.2.2 Lokalisation

3.2.2.1 Betroffener Muskel

Gemäss Brukner und Khan (2002) treten die meisten Hamstringsverletzungen im M. biceps femoris auf und sind beim muskulotendinösen Übergang lokalisiert.

Die Diagnose des einzelnen Muskels innerhalb der Gruppe der Hamstrings ist insofern von Bedeutung, als eine Verletzung des M. semitendinosus oder M. semimembranosus im Vergleich zum M. biceps femoris eine bessere Prognose für den Heilungsprozess aufweist. Die sicherste Methode zur Differenzierung stellen dabei bildgebende Verfahren wie Ultraschall und MRI dar. (Bant, Haas, Ophey & Steverding, 2011)

3.2.2.2 Lokalisation der Muskelverletzungen Typ II und III

Generell sind Muskelzerrungen eher im Muskelbauch und Muskelfaser-/Muskelbündelrisse eher beim muskulotendinösen Übergang lokalisiert.

Bei Muskelzerrungen bleibt die Struktur des Muskels erhalten und es finden keine Blutungen statt. Die Beeinträchtigung manifestiert sich auf neuromuskulärer Ebene, was zu einer Tonusdysregulation in einem abgegrenzten Gebiet des Muskels führt. (Müller-Wohlfahrt et al., 2010)

Bei Muskelfaser-/Muskelbündelrissen geht hingegen eine tatsächliche Ruptur in einer anatomischen Struktur hervor. Infolge einer Überschreitung der Belastungsgrenze oder der möglichen Längenausdehnung kommt es zum Zerreißen von mehreren Muskelfasern bzw. ganzen Muskelbündeln. Für diese Überlastungssituationen steht dem Muskel eine besondere Vorkehrung zur Verfügung. Ähnlich einer Sollbruchstelle sorgt er dafür, dass diese Art von Verletzung möglichst bei den Muskelfasern des muskulotendinösen Übergangs passiert. Diese sind besonders gut durchblutet und mit einer sehr hohen Zahl an

Myoblasten versehen. Myoblasten stellen die Aktin- und Myosinfilamente her. Damit wird sichergestellt, dass die Verletzung möglichst optimal und schnell ausheilt.

Im muskulotendinösen Übergang werden die Sarkomere (Abstand zwischen vertikalen Linien in Abbildung 5) immer kleiner. Kleinere Sarkomere ermöglichen eine Dämpfung der Kraftübertragung auf den

Muskel und verhindern so bis zu einem gewissen Grad eine Verletzung. Ist die Kraft jedoch so gross, dass es zu einer Verletzung kommt, reißen zuerst die kleinen Sarkomere, weil sie schwächer sind. (Bant et al., 2011)

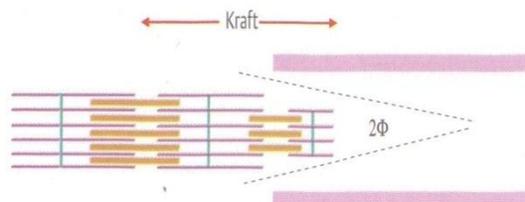


Abbildung 4: Aktin- und Myosinfilamente
(Bant et al., 2011).

3.2.3 Klinik

Eine Muskelverletzung ist sehr schmerzhaft. Schmerzen am hinteren Oberschenkel müssen jedoch nicht zwangsläufig die Folge einer Hamstringsverletzung sein. Es gibt eine Vielzahl anderer möglicher Ursachen. Die beiden häufigsten sind Ausstrahlungen der lumbalen Wirbelsäule und Triggerpunkte in den Glutäen. Weitere mögliche Ursachen können Tumoren oder Arterienerkrankungen wie Endofibrose¹ sein. Insbesondere für eine optimale Rehabilitation ist es wichtig, Verletzungen der Hamstrings als solche zu erkennen und diese dem richtigen Typ zuzuordnen. Brukner et al. (2002) präsentieren eine Reihe von Tests, welche für eine optimale Diagnose möglichst vollständig durchgeführt werden sollten, falls es die Symptomatik zulässt:

- Inspektion (Stand und Gehen)
- Aktive Bewegungen (lumbal, Hüfte, Knie)
- Passive Bewegungen (Dehnung der Hamstrings)
- Isometrische Kraftmessung der Hamstrings
- Funktionelle Tests (Kick und Sprint)
- Palpation (Muskelbauch und muskulotendinöser Übergang)
- Spezielle Tests (Neurologie, Iliosakralgelenk oder LWS)

¹ Bei der Endofibrose kommt es, oft durch Ausdauersport verursacht, in einer Arterie zu einer Knickbildung und dadurch zu repetitiven Mikrotraumata. Deren Heilungsprozess führt zu verstärkter Bildung von Bindegewebe, was im Extremfall zum Verschluss der Arterie führen kann.

3.2.4 Verletzungsmechanismus

Die Hamstrings sind in verschiedenen Situationen erhöhten Belastungen ausgesetzt. Laut Gabbe, Finch, Bennell und Wajsweln (2004) verletzen sich ca. 80% der Probanden ihrer Studie beim Sprinten und 20% bei einer Kickbewegung. Aus diesem Grund wird im Folgenden der Verletzungsmechanismus des Sprints genauer erläutert.

Beim Sprint sind hauptsächlich die exzentrischen Kräfte für die Verletzung verantwortlich. Bant et al. (2011) erläutern: „Aus der Bindegewebsphysiologie weiss man, dass eine Muskelruptur vor allem durch eine schwere exzentrische Kontraktion verursacht wird“ (S. 439).

Während eines Sprints treten die grössten exzentrischen Kräfte in der Phase des Terminal Swings und der Loading Response auf, also kurz vor und direkt nach dem Auftreten des Fusses auf den Boden. Vor dem Bodenkontakt schwingt der Fuss mit hoher Geschwindigkeit nach vorne, was mit einer Knieextensions- und Hüftflexionsbewegung einhergeht. Beide Bewegungen müssen für das Auftreten des Fusses auf den Boden abgebremst werden. Damit dies möglich ist, müssen die Hamstrings mit grosser Kraft kontrahieren. Die dafür erforderliche exzentrische Kraft muss in einer Phase aufgebracht werden, in der sich der Muskel verlängert. Durch diese hohe Beanspruchung kann es zu Verletzungen kommen. (Opar et al., 2012)

3.2.5 Einfluss der Beweglichkeit auf Hamstringsverletzungen

Bei den folgenden Ausführungen handelt es sich um von verschiedenen Autoren aufgestellte Thesen, welche einen möglichen Einfluss der Beweglichkeit verschiedener anatomischen Strukturen auf Muskelverletzungen aufzeigen.

3.2.5.1 Neurale Spannung

Ein verkürztes neurales System im dorsalen Oberschenkel kann im Nervengewebe der Hamstrings eine Reizung auslösen. Wird der Muskel nun stark gedehnt, reagiert er als Folge der Reizung mit einem Schutzreflex in Form einer Kontraktion und kann sich so nicht vollständig verlängern. Dies führt zu einer unkoordinierten, nicht auf einander abgestimmten Bewegung von Agonist und Antagonist. Durch die fehlende Koordination steigt das Verletzungsrisiko. (Bennell, Tully & Harvey, 1999)

3.2.5.2 Externe Komponenten

Lumbale Bewegungseinschränkung / Beckenvorkippung

Bei einer Hyperlordose der LWS zeigt sich meist eine verminderte Beweglichkeit der LWS in Flexion, was möglicherweise einen Einfluss auf Hamstringsverletzungen hat. Beim Bewegungsmuster des Sprints und bei der Kickbewegung findet immer eine Gesamtbewegung über Hüfte und LWS statt. Wenn eine Komponente in der Beweglichkeit eingeschränkt ist, hat das einen direkten Einfluss auf die andere. So kann eine geringere Beweglichkeit der LWS kompensatorisch zu einer grösseren Hüftflexionsbewegung führen, was die Hamstrings in eine stärkere Dehnposition bringt. (Bennell et al., 1999)

Darüber hinaus geht eine LWS-Hyperlordose meist auch mit einer Beckenvorkippung einher. Durch die Beckenvorkippung werden die Ursprünge der Hamstrings nach dorsal bewegt, was zu einer Verlängerung der Muskeln führt. (Opar et al., 2012)

Verkürzter M. quadriceps

Gabbe et al. (2004) stellen eine These auf, weshalb ein verkürzter M. quadriceps eine Hamstringsverletzung begünstigen könnte.

Beim Sprint wird der zweigelenkige M. rectus femoris (Teil des M. quadriceps) im Terminal Stance und Pre Swing stark gedehnt und muss die Hüftextension und Knieflexion abbremsen. Dabei wird auch die Sehne des M. rectus femoris gespannt. Die Spannung entlädt sich, wenn das Bein durch die aktive Hüftflexion nach vorne geschwungen wird. Die Vorwärtsbewegung des Beins wird durch den Spannungsabbau der Sehne zusätzlich unterstützt. Wenn nun der M. quadriceps deutlich verkürzt ist, könnte das zu Folge haben, dass seine Sehne noch mehr unter Zug gebracht wird und dementsprechend beim Entladen der Spannung das Vorwärtsschnellen verstärkt wird. Die Hamstrings müssten dann eine noch höhere exzentrische Aktivität leisten, um die Geschwindigkeit des Beins wieder abzubremesen. (Gabbe et al., 2004)

3.2.5.3 Muskellänge der Hamstrings

Die grossen Kräfte bei der exzentrischen Kontraktion während des Sprints müssen vom Muskelgewebe der Hamstrings absorbiert werden können. Dies geschieht zum einen aktiv durch die kontraktilen, zum anderen passiv durch die nicht-kontraktilen Elemente des Muskels. Bei der exzentrischen Kontraktion verlängert sich der Muskel

und die Überschneidung der Aktin- und Myosinfilamente wird immer geringer. Für eine optimale Kraftentwicklung des Muskels ist eine ausreichende Überschneidung aber wichtig. Das aktive Absorbieren von Kräften durch die kontraktilen Elemente verliert bei Dehnung der Muskulatur zunehmend an Bedeutung. Je weiter sich der Muskel verlängert, desto wichtiger wird folglich die Absorption durch die nicht-kontraktilen Elemente. Insbesondere dem für die Reissfestigkeit des Muskels verantwortlichen Endomysium kommt dabei eine immer grössere Bedeutung zu. Die Fähigkeit des Muskels, die exzentrischen Kräfte abzufangen, hängt davon ab, welche Strecke und wieviel Zeit dem Muskel für die Absorption zur Verfügung stehen. Ein Muskel, welcher weiter gedehnt werden kann, hat eine grössere Distanz und mehr Zeit um Kräfte zu absorbieren. Demzufolge absorbiert ein verkürzter Muskel weniger Kräfte. Strukturen wie das Endomysium kommen dadurch schneller an ihre Belastungsgrenze, was bei Überbelastung zu Rissen der Muskelfasern führen kann. (Bennell et al., 1999)

3.3 Muskelverkürzungen

3.3.1 Verminderte Dehnfähigkeit

Eine Muskelverkürzung zeigt sich in einer verminderten Dehnfähigkeit/Flexibilität des Muskels. Lindel (2006) beschreibt die Dehnfähigkeit als: „die Möglichkeit, die Distanz zwischen Ursprung und Ansatz eines Muskels zu verlängern“ (S. 14). Daraus leitet er ab: „Eine verminderte Dehnfähigkeit ist gegeben, wenn diese Eigenschaft eingeschränkt ist. Daraus resultiert ein verringertes Bewegungsausmass des Gelenks/der Gelenke während der Dehnung“ (S. 14).

3.3.2 Strukturelle und hypertone Muskelverkürzungen

Muskelverkürzungen können eine strukturelle oder eine hypertone Ursache haben: Bei der strukturellen Verkürzung zeigen sich Veränderungen im Bindegewebe (wie pathologische Crosslinks²) und eine verkürzte Muskelfaserlänge. Ursache dafür kann zum Beispiel eine Immobilisierung des betroffenen Muskels durch Nichtgebrauch oder Ruhigstellung sein.

² Crosslinks sind Verbindungspunkte zwischen einzelnen kollagenen Gewebefasern untereinander oder zwischen benachbarten Gewebeschichten.

Die hypertone Längenverminderung kann durch eine erhöhte aktive Muskelspannung oder eine passive Tonuserhöhung entstehen. Die aktive Spannung wird hauptsächlich durch hohe Muskelaktivität (z. B. im Sport) produziert. Der passive Tonus wird v.a. bei Slow-Twitch-Fasern³ durch einen mangelnden Abtransport der Kalziumionen infolge schlechter Durchblutung gesteigert. (Saner, 2009)

3.3.3 Gründe für Muskelverkürzungen

3.3.3.1 Unterbelastung/Immobilität

Wenn ein Muskel über längere Zeit nicht mehr maximal gedehnt und kontrahiert wird, fehlen dem Bindegewebe die nötigen Belastungsreize. Es beginnt sich zu verändern, indem es vor allem an Grundsubstanz⁴ verliert. Dadurch nähern sich die kollagenen Fasern an, was zu pathologischen Crosslinks zwischen den einzelnen Fasern führen kann. Weil es bei Immobilisation gesamthaft zu Verlust von Muskelmasse kommt, verliert das Bindegewebe des Endo-, Peri- und Epimysiums zusätzlich an Spannung. Folge davon sind weitere pathologische Crosslinks. Die pathologischen

Crosslinks verhindern das physiologische Entfalten der Crosslinks (Abbildung 5d). Dadurch verkürzt sich der Muskel. Ist der Muskel darüber hinaus in einer verkürzten Stellung immobilisiert, nimmt ausserdem die Anzahl hintereinander geschalteter Sarkomere ab, was ebenfalls zur Muskelverkürzung beiträgt. (Van den Berg, 2005)

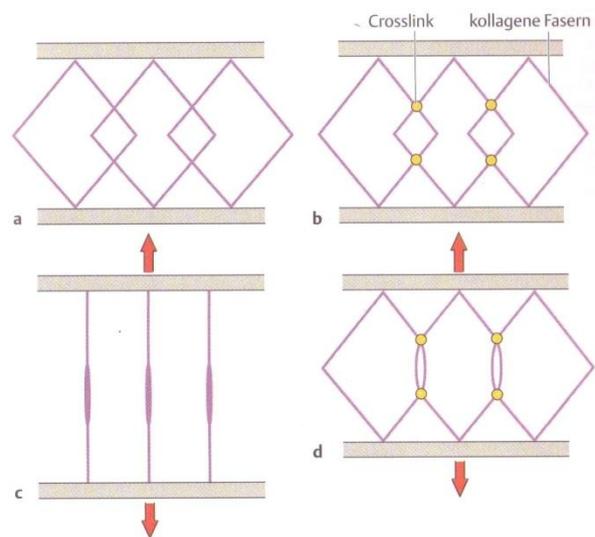


Abbildung 5: Schematische Darstellung eines Gitternetzes im entspannten Zustand (a), entspannt mit pathologischen Crosslinks (b), im belasteten Normalzustand (c) und belastet mit pathologischen Crosslinks (d) (Van den Berg, 2005).

³ Slow-Twitch-Fasern werden auch Typ-1-Fasern genannt. Sie vermitteln dem Muskel die Eigenschaft, konstant über eine längere Zeit eine Spannung mit begrenztem Kraftaufwand aufrecht zu erhalten.

⁴ Die Grundsubstanz besteht aus kleinmolekularen Stoffen und Makromolekülen und füllt im Bindegewebe den Raum zwischen den Zellen.

3.3.3.2 Vorverletzungen

Laut Brukner et al. (2002) bergen Hamstringsverletzungen die grösste Rezidivrate aller Verletzungen. Im Australian Football beträgt sie zum Beispiel 12%, im englischen Fussball 34%. Wegen dieser hohen Prävalenz lohnt es sich, genauer darauf einzugehen, ob eine Verletzung eine Muskelverkürzung zur Folge hat und ob diese Verkürzung der Grund für eine allfällige Wiederverletzung sein kann.

Das Bindegewebe des Muskels wird durch die Basalmembran vom Muskelgewebe getrennt. Bei Verletzungen wie Muskelfaser- und Muskelbündelrissen wird auch die Basalmembran geschädigt. Bei einem idealen Heilungsverlauf wandeln sich Satellitenzellen zu Myoblasten um und stellen neues Muskelgewebe wie auch die Innenseite der Basalmembran neu her. Die Aussenseite wird durch Fibroblasten neu aufgebaut. Sind die Verletzungen der Basalmembran aber zu gross, gelangen die Fibroblasten auch ins Muskelgewebe. Dort kommt es dadurch zu bindegewebigen Einwachsungen und somit zu verminderter Dehnbarkeit des Gewebes. Fördernd auf diese Einwachsungen wirken mangelnde physiologische Belastungsreize während der Wundheilung. (Van den Berg, 2005)

Der Muskelfaserriss kann vom Muskelbündelriss auch gerade dadurch unterschieden werden, dass der Muskelfaserriss komplett ausheilt, während es beim Muskelbündelriss zu einer Defektheilung kommt. Eine Defektheilung ist demnach die Folge einer grossen Verletzung der Basalmembran, welche zu Einwachsungen von Bindegewebe ins Muskelgewebe führt. (Müller-Wohlfahrt et al., 2010)

Gemäss Opar et al. (2012) führen diese bindegewebigen Veränderungen im Muskel, welche auch als Vernarbungen bezeichnet werden, zu reduzierter Dehnbarkeit. Die Vernarbungen haben oft auch Schmerzen zur Folge. Bant et al. (2011) zeigen auf, dass ein einmal verletzter Muskel kürzer ist als ein Muskel, welcher noch nie eine Verletzung erlitten hat. Als mögliche Ursachen werden das Narbengewebe selbst sowie der damit zusammenhängende Schmerz bei der Dehnung angegeben.

Eine Spezialform des pathologischen Umbaus von Muskelgewebe stellt die Myositis ossificans dar. Dabei handelt es sich um eine Verkalkung oder Verknöcherung quergestreifter Muskulatur. Auslösende Faktoren können unter anderem Muskelkontusionen und -faserrisse sein. Da der Muskel an der betroffenen

Stelle jegliche Dehnbarkeit verliert, ist er somit auch in seiner gesamten Längenausdehnung eingeschränkt. (Van den Berg, 2005)

3.3.3.3 Neural

Gemäss Müller-Wohlfahrt et al. (2010) können Nervenwurzelstörungen vermehrte Signalübertragungen in den Nerven verursachen. Dies kann nicht nur paravertebral, sondern auch im entsprechenden Versorgungsgebiet der Nervenwurzel zu erhöhtem Muskeltonus führen. Wenn beispielsweise eine der Nervenwurzeln L5, S1 oder S2 (motorische Innervation der Hamstrings) durch einen Bandscheibenvorfall komprimiert wird, können sich die Hamstrings verhärten und dadurch eine verminderte Dehnbarkeit aufweisen.

3.4 *Längenmessung der Hamstrings*

Die Längenmessung der Hamstrings wird über das Knie- und Hüftgelenk kombiniert durchgeführt. Um die Hamstrings auf Dehnung zu bringen, wird das Hüftgelenk in Flexion und das Kniegelenk in Extension gebracht.

Die Beweglichkeit dieser Gelenke hängt nicht nur von der eigentlichen Muskellänge der Hamstrings, sondern auch von weiteren anatomischen Strukturen ab: Beeinflussende Faktoren können der Kapsel-/Bandapparat des jeweiligen Gelenks, das neurale System oder eine Anteriorkippung des Beckens sein. Darüber hinaus können die eingelenkigen Hüftextensoren (Mm. gluteus maximus, medius und minimus, M. adductor longus sowie die kurzen Aussenrotatoren) durch Hypertonus oder Verkürzung die Beweglichkeit vermindern. Beim Kniegelenk kann der M. gastrocnemius die Extension zusätzlich einschränken. (Schünke et al., 2009)

4. Studien

4.1 Studienbeschreibung und -beurteilung

Zur Beurteilung der Studien stellen die Autoren einen eigenen Kriterienkatalog zusammen. Ein Teil der Kriterien orientiert sich an den Formularen von Downs und Black (1998) und Law et al. (1998). Zusätzlich fügen die Autoren Kriterien hinzu, welche bezüglich der Aussagekraft der Studien über die Auswirkung von Muskellängen auf das Verletzungsrisiko der Muskulatur besonders wichtig sind.

Die maximal erreichbare Punktzahl liegt bei 28. Die ausgefüllten Kriterienkataloge der einzelnen Studien sind im Anhang zu finden.

Da für die Fragestellung dieser Bachelorarbeit nur die Muskellänge von Interesse ist, richtet sich die Bewertung im Kriterienkatalog lediglich auf Flexibilitäts- oder Muskellängenmessungen. Alle anderen untersuchten Faktoren (Kraftmessungen, maximale O₂-Aufnahme etc.) fließen nicht in die Beurteilung mit ein. Ebenso wird in der Zusammenfassung der einzelnen Studien in den Abschnitten „Messung“, „Resultate“ und „Conclusion“ nur auf die Muskellänge bzw. -flexibilität näher eingegangen. Weitere Messungen und Untersuchungen werden, falls vorhanden, in diesen Abschnitten nur kurz erwähnt. Dies betrifft die Studien von Arnason et al. (2004), Gabbe et al. (2004) sowie Henderson, Barnes & Portas (2009).

Bei den Arbeiten von Arnason et al. (2004), Bradley und Portas (2007), Gabbe et al. (2004) sowie Witvrouw, Danneels, Asselman, D'Have & Cambier (2003) werden zudem die Längen verschiedener Muskeln gemessen. Hier bezieht sich die Bewertung auf alle diese Messungen.

4.1.1 Kriterienkatalog

Im Folgenden wird der Kriterienkatalog aufgeführt und anschliessend auf einige Kriterien genauer eingegangen.

Tabelle 3: Kriterienkatalog, eigene Zusammenstellung in Anlehnung an Downs et al. (1998) und Law et al. (1998).

Allgemeine Kriterien

(max. 5 Punkte)

1. Ziel/Hypothese der Studie ist klar beschrieben? 1 Punkt	
2. Therorieteil mit Hintergrundliteratur (inkl. Klärung von Begriffen) vorhanden? 1 Punkt	
3. Stand der aktuellen Wissenschaft / bisherige Studien beschrieben? 1 Punkt	
4. Klinische Relevanz erwähnt? 1 Punkt für die Beschreibung der klinischen Umsetzung/Relevanz, 1 Punkt für die Nennung eines Grenzwertes, ab welchem das Verletzungsrisiko steigt	

Validität

(max. 23 Punkte)

5. Anzahl Studienteilnehmer? 4 Punkte für > 150 Teilnehmer, 2 Punkte für 51 bis 150 Teilnehmer, 0 Punkte für ≤ 50 Teilnehmer	
6. Sind Studienabbrecher erwähnt und ist der Grund für den Abbruch beschrieben? 1 Punkt	
7. Sind die Teilnehmer genau beschrieben? 1 Punkt pro 2 Eigenschaften: Durchschnittsalter, -grösse, Anzahl Trainings-/ Matchstunden, Profi- oder Breitensportler, ausgeübte Sportart, Geschlecht, allfällige vorangegangene Hamstringsverletzung ist dokumentiert	
8. Wie wird gemessen? 2 Punkte für genaue Beschreibung der Messung inkl. ASTE und Beschreibung von Drehpunkt ⁵ und zwei Distanzpunkten ⁶ , 1 Punkt für Beschreibung von entweder ASTE oder Drehpunkt und zwei Distanzpunkten, 0 Punkte für fehlende Testbeschreibung bzw. Fehlen von ASTE und Drehpunkt/Distanzpunkten	

⁵ Als Drehpunkt wird die Achse bezeichnet, um welche die Gelenkbewegung stattfindet.

⁶ Als Distanzpunkte werden gut sicht- und tastbare Punkte am Körper bezeichnet, über welche die jeweilige Gelenkbewegung beobachtet werden kann. Bei Winkelmessungen (z. B. mittels Goniometer) werden zwei Distanzpunkte benötigt. Dabei muss einer distal, der andere proximal des Drehpunktes liegen.

Fortsetzung Tabelle 3: Kriterienkatalog, eigene Zusammenstellung in Anlehnung an Downs et al. (1998) und Law et al. (1998).

9. Validität der Messung: je 1 Punkt für: Physiotherapeut (oder sonstiger Bewegungsspezialist) führt die Messung durch, Messung am gleichen Probanden durch mehrere Personen (= Kontrollmessung), Verwendung von technischen Hilfsmitteln wie Kamera oder PC, Verwendung von Markierungen an den Dreh- und Distanzpunkten, Ausschluss der neuralen Komponente	
10. Wann gilt ein Teilnehmer als verletzt? 1 Punkt für genaue Beschreibung des „Verletzt“-Kriteriums (z. B. Untersuchungsmethode oder Anzahl Tage Pause)	
11. Statistik: je 1 Punkt A) Durchschnittslänge der gemessenen Muskeln oder durchschnittliches ROM der gemessenen Gelenke werden für verletzte und unverletzte Spieler angegeben B) Standardabweichungen für Werte von A) sind angegeben C) statistische Signifikanz wird angegeben	
12. Sind die Ergebnisse der Studie klar und logisch beschrieben? 1 Punkt	
13. Wurden die Resultate korrekt interpretiert (Diskussion der Ergebnisse nachvollziehbar)? 2 Punkte	
14. Sind allfällige Biases ⁷ /Schwachpunkte angesprochen? 1 Punkt	

Total

max. 28 Punkte

4.1.1.1 Erläuterungen zu einigen Kriterien

Kriterium 4: Die klinische Relevanz ist sowohl für Betroffene als auch für Therapeuten wichtig. Für deren Nennung und Beschreibung wird deshalb ein Punkt vergeben. Nebst der klinischen Relevanz ist es für Sportler, Trainer oder Physiotherapeuten auch interessant, einen exakten Wert (z. B. ROM eines Gelenks in Grad) zu kennen, ab welchem das Risiko für eine Muskelverletzung steigt. Für die Nennung eines solchen Grenzwertes wird deshalb ein weiterer Punkt vergeben.

⁷ Bias: Verzerrung, Verfälschung, mögliche Fehler einer Studie

Kriterium 5: Um Studien mit einer grossen Probandenzahl positiv zu gewichten, wird hier bewusst die Abstufung 4-2-0 gewählt. Eine Teilnehmerzahl von weniger als 50 Probanden wird als geringe Validität eingestuft.

Kriterium 7: Für die Vergabe eines Punktes muss ein Wert genannt sein. Die alleinige Messung eines Parameters reicht nicht aus. Beispielsweise gibt die Aussage „die Grösse der Spieler wurde gemessen“ keinen Punkt, wenn die Durchschnittsgrösse nicht explizit angegeben wird. Nur so kann sich der Leser ein Bild über die Teilnehmer der Studie machen und wird die Übertragbarkeit auf andere Studien gewährleistet. Das Gleiche gilt für alle anderen unter Kriterium 7 genannten Eigenschaften.

Kriterium 8: Die genaue Beschreibung der ASTE sowie der Distanzpunkte und des Drehpunktes ist wichtig, um eine Messung bestmöglich reproduzieren zu können. Auch die Beschreibung der Messung ist von grosser Wichtigkeit: Es ist zum Beispiel ein wesentlicher Unterschied, ob die Hüftflexion mit gestrecktem Knie (wie beim SLR) oder mit Knieflexion gemessen wird, da nur bei der ersten Variante die Hamstrings auf Dehnung kommen.

Kriterium 9: Die Messung durch Physiotherapeuten oder Bewegungsspezialisten wird als exakter eingestuft als eine Messung durch Vertreter anderer Berufsgruppen. Eine Kontrollmessung erhöht die Validität der Messung, da systematische Messfehler reduziert werden. Die Verwendung technischer Hilfsmittel und die Markierung von Dreh- und Distanzpunkten erhöhen die Validität ebenfalls. Der Ausschluss der neuralen Komponente erhöht die Aussagekraft der Messung. Dadurch wird differenziert, ob das Bewegungsende aufgrund neuraler oder muskulärer Spannung zustande kommt.

4.1.2 Arnason et al. (2004)

“Risk Factors for Injuries in Football”

4.1.2.1 Zusammenfassung

Ziel der Studie

Das Ziel der Studie war die Identifikation von Risikofaktoren für Verletzungen bei Fussballern. Dazu wurde eine multivariate Analyse durchgeführt.

Teilnehmer

In dieser Studie wurden 306 männliche Fussballspieler der zwei höchsten Ligen in Island hinsichtlich verschiedener Risikofaktoren untersucht. An der Flexibilitätsmessung nahmen 249 Probanden teil. Das Durchschnittsalter aller 306 getesteten Spieler betrug 24 Jahre und wies eine grosse Spannweite von 16 bis 38 Jahren auf. Die Spieler gehörten jeweils zu den 18 besten ihres Teams.

Messung

Vor Saisonbeginn des Jahres 1999 wurden die Längen folgender Muskeln gemessen: Hamstrings, Hüftflexoren, M. rectus femoris und Hüftadduktoren. Ausserdem wurden die Faktoren Grösse, Gewicht, Körperbau, Beinstreckkraft, Sprunghöhe, maximale Sauerstoffaufnahme, Gelenkstabilität und vorangegangene Verletzungen untersucht.

Gemessen wurde das ROM nach einem Aufwärmen auf einem Fahrradergometer. Die ASTE sind für alle Untersuchungen beschrieben. Für die Messung der Knieflexion (Längenmessung des M. rectus femoris), Knieextension (Längenmessung der Hamstrings) sowie Hüftextension (Längenmessung der Hüftflexoren) wurden Marker an den Dreh- und Distanzpunkten angebracht. Die Position der angebrachten Marker wurde beschrieben. Das ROM wurde anhand von Fotos gemessen. Die Hüftabduktion wurde mittels Goniometer ermittelt. Auch hier wurden der Dreh- und die Distanzpunkte beschrieben. Bei der Messung der Hamstrings und des M. rectus femoris wurde zusätzlich ein Gurt eingesetzt, um weiterlaufende Bewegungen zu verhindern. Ein Zugspannungsmeter oder ein Myometer wurden angewendet, um die Messung der Hamstrings, des M. rectus femoris sowie der Hüftadduktoren zu standardisieren.

Verletzung

Ein Spieler galt als verletzt, wenn er aufgrund einer Verletzung, welche während eines Matches oder eines Trainings passiert war, an einem offiziellen Spiel oder Training nicht teilnehmen konnte. Er galt so lange als verletzt, bis er wieder an Spielen teilnehmen oder vollumfänglich trainieren konnte (einschliesslich sprinten, drehen und aufs Tor schiessen). Der Verletzungsgrad wurde anhand der Verletzungsdauer in drei Schweregrade eingeteilt: gering (1 bis 7 Tage), moderat (8 bis 21 Tage) und schwer (mehr als 21 Tage).

Resultate

Die Spieler wurden während der vier Monate dauernden Saison im Jahr 1999 beobachtet. Die häufigste Verletzung war eine Muskelzerrung. Davon ereigneten sich 31 in den Hamstrings und 22 in der Leiste. Die Spieler, welche eine Hamstringszerrung erlitten, waren statistisch signifikant älter und zeigten eine Tendenz zu einem höheren Körperfettanteil. Eine vorangegangene Zerrung stellte einen statistisch signifikanten Risikofaktor für eine erneute Verletzung im gleichen Bein dar. Die gemessenen Muskellängen wiesen keinen Zusammenhang mit dem Verletzungsrisiko auf.

Conclusion

Die häufigsten Verletzungen beim isländischen Fussball sind Hamstringsverletzungen, gefolgt von Leistenzerrungen sowie Torsionen des Fuss- und Kniegelenks. Ältere Spieler und solche mit einer vorangegangenen Verletzung sind gefährdeter für eine erneute Verletzung derselben Art und Lokalisation. Auf die Rehabilitation von Verletzungen soll mehr Wert gelegt werden, um Retraumatisierungen zu verhindern.

4.1.2.2 Kommentar zur Beurteilung

Positiv

Die Studie erreicht mit 22 Punkten das beste Resultat aller in dieser Arbeit untersuchten Studien.

Mit 306 Teilnehmern – davon 249 in den Flexibilitätsmessungen – weist sie die grösste Probandenzahl auf. Die Spieler stammen aus verschiedenen Ligen. Dadurch beziehen sich die Resultate nicht nur auf Profisportler. Die genaue Beschreibung der Probanden und der durchgeführten Muskellängentests (inkl. ASTE und Darstellung der Messungen mittels Foto) gewährleistet eine hohe Validität und Nachvollziehbarkeit. Dies verhilft der Studie zu einer hohen Punktzahl.

Die Anwendung einer multivariaten Analyse ist für die Untersuchung verschiedener Risikofaktoren interessant. An dieser Stelle wird aber nicht weiter darauf eingegangen, da sich diese Bachelorarbeit auf den Faktor „Muskellänge“ konzentriert.

Negativ

Die Studie wurde in Island durchgeführt, wo die Fussballsaison nur vier Monate dauert. Dadurch beschränkten sich die Untersuchungen auf eine sehr kurze Zeit. Die Dauer von Verletzungen, welche gegen Saisonende passierten, kann somit nicht vollständig in die Studie mit einfließen. Dies stellt einen kleinen Bias dar, da in der Studie der Verletzungsgrad anhand der Verletzungsdauer definiert wird.

Die Studie verliert unter anderem Punkte durch das Fehlen eines Theorieteils sowie durch die Tatsache, dass keine Studienabbrecher erwähnt werden. Beispielsweise ist nicht klar, ob alle 306 Spieler die Saison in ihrem Verein beendeten oder ob möglicherweise Spieler transferiert wurden oder ihre Karriere während der Saison beendeten.

4.1.3 Bennell et al. (1999)

“Does the toe-touch test predict hamstring injury in Australian Rules footballers?”

4.1.3.1 Zusammenfassung

Ziel der Studie

Das Ziel der Studie war, aufzuzeigen, ob ein Zusammenhang zwischen der Länge der Hamstrings sowie der Beweglichkeit der LWS und der Verletzungsrate der Hamstrings besteht.

Teilnehmer

An der Studie nahmen 76 Spieler aus dem australischen Football teil. Die Hälfte davon stammte aus professionellen Mannschaften. Durchschnittlich waren die Spieler 22.7 Jahre alt, 184.5 cm gross und 83.9 kg schwer.

Messung

Nach einem standardisierten Aufwärmprogramm wurden die Probanden mit sechs Markern versehen. Diese wurden an der Wirbelsäule auf Höhe Th10 und L1, beim Becken an der Spina iliaca posterior superior sowie Spina iliaca anterior superior, beim Femur auf 2/3-Höhe sowie am Condylus lateralis angebracht. Die Probanden standen in einer standardisierten ASTE und beugten sich mit gestreckten Knien nach vorne/unten. Eine seitlich aufgestellte Kamera nahm die Bewegung auf.

Anschliessend wertete ein Computerprogramm die Hüftflexion, LWS-Flexion und den Abstand zwischen Mittelfinger und Zehenspitzen aus und berechnete das Verhältnis

zwischen LWS- und Hüftflexion. Die Probanden absolvierten drei Probeversuche, welche bei falscher Ausführung korrigiert wurden. Der vierte Versuch wurde aufgezeichnet, sofern er korrekt ausgeführt wurde. Ansonsten folgten so viele weitere Versuche, bis die Ausführung korrekt war.

Verletzung

Ein Teilnehmer wurde als verletzt erklärt, wenn er die folgenden Kriterien erfüllte:

- plötzlich aufgetretener Schmerz in den Hamstrings während eines Trainings oder Spiels
- Schmerzen beim Anspannen und Dehnen des Muskels
- schmerzhafte Empfindlichkeit bei Palpation des Muskels
- verletzungsbedingtes Fehlen bei mindestens einem offiziellen Spiel

Resultate

Verletzungen wurden während der Saison 1996 ermittelt. Von 67 Teilnehmern erlitten acht eine Hamstringsverletzung, wovon sechs mittels Ultraschall bestätigt wurden. Für keine der gemessenen Variablen (lumbale Beweglichkeit, Hüftflexion, Finger-Zehen-Abstand und Verhältnis zwischen Hüftflexion und lumbaler Beweglichkeit) wurden statistisch signifikante Unterschiede zwischen den verletzten und den unverletzten Probanden festgestellt.

Conclusion

In dieser Studie werden keine Zusammenhänge zwischen den präseasonalen Resultaten des Toe-touch-Tests und einer Hamstringsverletzung während der Saison festgestellt. Die Gruppe der verletzten Spieler unterscheidet sich in keiner der gemessenen Variablen von der unverletzten Gruppe. Diese untersuchten Faktoren können folglich nicht genutzt werden, um die Wahrscheinlichkeit für eine Hamstringsverletzung vorauszusagen.

4.1.3.2 Kommentar zur Beurteilung

Positiv

Die Studie liegt mit 18 Punkten im Mittelfeld und weist eine sehr hohe Messqualität auf. Trotzdem verliert sie Punkte in diesem Bereich, da sie die Kriterien „Kontrollmessung durch eine zweite Person“ und „Messung durch Physiotherapeuten oder andere Bewegungsspezialisten“ nicht erfüllt. Die mittels technischen Hilfsmitteln durchgeführte Messung lässt dennoch auf eine hohe Messgenauigkeit schliessen.

Erwähnenswert ist bei dieser Studie der Miteinbezug des LWS-Flexionswinkels. Dies ermöglicht eine Aussage darüber, ob die Hamstrings verkürzt sind oder ob eine Hypomobilität der LWS die Ursache für die geringere Beweglichkeit ist. Bei den meisten anderen Studien wird dieser Faktor ausser Acht gelassen.

In dieser Studie wird kein statistisch signifikanter Beweglichkeitsunterschied zwischen verletzten und unverletzten Probanden gefunden. Dies wird entsprechend deklariert, weshalb die Punkte für die korrekte Interpretation der Resultate vergeben werden.

Die Studie wird bezüglich Bias und Schwachpunkten gut reflektiert. In der Diskussion wird erwähnt, dass die neurale Komponente bei diesem Messverfahren nicht ausgeschlossen wird. Auch wird ein möglicher Grund angegeben, warum keine statistisch signifikanten Resultate gefunden werden: Muskelverletzungen geschehen oft in einer Phase, in welcher der Muskel nicht voll gedehnt ist. Die Verwendung einer End of Range-Messung ist somit möglicherweise nicht optimal.

Negativ

Die Teilnehmerzahl ist mit 67 Probanden eher gering. Davon verletzten sich nur acht Spieler, was die Aussagekraft der Studie limitiert.

Die Ergebnisse werden teilweise unklar beschrieben. So steht im Text, der Finger-Zehen-Abstand (Toe-touch Distance) sei als die Distanz zwischen der Fingerspitze des rechten Mittelfingers und den Zehen gemessen worden. Ein negativer Wert bedeute, dass der Proband die Zehen nicht erreicht habe. In der Tabelle mit den Resultaten haben die verletzten Probanden einen Finger-Zehen-Abstand von 1.3 cm, die unverletzten eine Distanz von 2.6 cm. Mit der Beschreibung im Text ist nicht nachvollziehbar, warum die Tabelle positive statt negative Werte aufweist. Deshalb erhält die Studie keinen Punkt für das Kriterium „logische Beschreibung der Ergebnisse“. Dasselbe gilt für die Messung der LWS- und Hüftflexion, bei der gemäss Text vom gemessenen Winkel 90° subtrahiert wird, in der Tabelle mit den Resultaten aber trotzdem positive Werte aufgelistet sind.

Der Punkt für die Beschreibung der klinischen Relevanz wird nicht vergeben. Diese muss auch dann explizit erwähnt werden, wenn in der Studie keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Verletzten und den Unverletzten gefunden werden. Eine mögliche Aussage der Studie wäre dann zum Beispiel, dass weniger

bewegliche Spieler kein zusätzliches Flexibilitätstraining benötigen, da ihre Verletzungsgefahr nicht grösser ist.

Punkte verliert die Studie ausserdem dadurch, dass allfällige Abbrecher nicht erwähnt werden. Es ist unklar, ob alle Spieler bis zum Saisonende mit dabei waren und bis zum Untersuchungsende in die Studie mit einbezogen wurden.

4.1.4 Bradley et al. (2007)

“The Relationship Between Preseason Range of Motion and Muscle Strain Injury in Elite Soccer Players”

4.1.4.1 Zusammenfassung

Ziel der Studie

In der Studie wurde der Einfluss der vorsaisonalen Beweglichkeit der unteren Extremität auf das Risiko für Muskelverletzungen während der Saison bei professionellen Fussballspielern untersucht.

Teilnehmer

An der Studie nahmen 36 männliche Fussballspieler der englischen Premier League teil. Alle Teilnehmer stammten vom gleichen Team. Die Spieler waren durchschnittlich 25.6 Jahre alt. Es wurden nur Spieler zugelassen, welche in den letzten zwei Monaten keine Muskelverletzung an der unteren Extremität erlitten hatten und zum Zeitpunkt der Messung nicht in Behandlung wegen einer vorangegangenen Muskelverletzung waren.

Messung

Vor Saisonbeginn wurde die Länge der Hüftextensoren, Hüftflexoren, Knieextensoren, Knieflexoren, Sprunggelenkdorsalextensoren sowie der Sprunggelenkplantarflexoren gemessen. Für die Messung wurden an folgenden Punkten Marker angebracht: Basis der 10. Rippe, Trochanter major, Kniegelenkspalt, Malleolus lateralis, Calcaneus sowie am Caput os metatarsale V. Mittels einer Videokamera und eines Computerprogramms wurden die Gelenkwinkel errechnet und durch eine zweite Messung überprüft.

Die Messungen werden in der Studie mit einem Foto dargestellt, ASTE und allfällige Standardisierungen jedoch nicht näher beschrieben.

Die Messung wurde jeweils unspezifisch für eine ganze Muskelgruppe durchgeführt. So beinhaltet zum Beispiel die Messung der Knieflexoren die Mm. semitendinosus, semimembranosus, biceps femoris, gracilis, popliteus und gastrocnemius. In der Testbeschreibung wird tabellenförmig aufgelistet, welche Muskeln bei den einzelnen Längenmessungen getestet werden.

Verletzung

Ein Spieler galt als verletzt, wenn er während eines Trainings oder eines Matches eine musklotendinöse Verletzung der unteren Extremität erlitt, welche ihn davon abhielt, wie gewohnt zu trainieren bzw. an Spielen teilzunehmen.

Resultate

Während der Saison 2003/2004 erlitten 32 Spieler eine klinisch diagnostizierte Muskelverletzung an der unteren Extremität. Am häufigsten betroffen waren die Knieflexoren, gefolgt von den Hüftflexoren. Das ROM derjenigen Spieler, welche sich eine Verletzung der Knie- oder Hüftflexoren zugezogen hatten, war in den entsprechenden Muskelgruppen statistisch signifikant kleiner als bei den unverletzten. Eine ähnliche Tendenz zeigte sich auch bei den anderen Muskelgruppen, jedoch wurde dort keine statistische Signifikanz erreicht.

Conclusion

Das präseasonale Bewegungsausmass ist ein wichtiger Faktor, um das Risiko von Muskelverletzungen bei Profifussballern zu beurteilen. Hingegen finden sich keine statistisch signifikanten Zusammenhänge zwischen der Verletzungsrate und den anderen untersuchten Faktoren Alter, Spielposition, Körpergrösse oder Beindominanz.

Durch eine Messung des präseasonalen ROMs können gefährdete Spieler erkannt werden. Diesen kann ein Flexibilitätstrainingsprogramm empfohlen werden.

4.1.4.2 Kommentar zur Beurteilung

Positiv

In der Studie wird nicht die Länge einzelner Muskeln, sondern die Länge ganzer Muskelgruppen gemessen. Dies ist sinnvoll für die Praxis, da Sportler meistens ganze Muskelgruppen dehnen und nicht einen einzelnen Muskel.

Es wird ein Hinweis dafür gefunden, dass verkürzte Hüft- und Knieflexoren ein grösseres Risiko für musklotendinöse Verletzungen in derselben Muskelgruppe

aufweisen. Diese Ergebnisse erreichen statistische Signifikanz. Dieselbe Tendenz wird auch für die anderen Muskelgruppen gefunden. Deshalb wird später in der Diskussion auch auf die Werte der Hüftextensoren näher eingegangen, da die Hamstrings auch eine Hüftextension bewirken.

In der Studie werden Kontrollmessungen durchgeführt. Da diese jedoch nicht durch einen Physiotherapeuten, sondern technisch mit Hilfe einer Kamera erfolgten, gibt es dafür gemäss Kriterienkatalog keinen Punkt. Die Teilnehmer der Studie werden genau beschrieben. Abbrecher und deren Gründe werden erwähnt. Die Studie nennt alle für die Statistik wichtigen Werte und erhält somit drei Punkte für das Kriterium „Statistik“.

Negativ

Mit 13 erreichten Punkten wird diese Studie am schlechtesten bewertet. Die Stichprobengrösse ist mit 36 Teilnehmern sehr klein.

Jede Messung wird mit einem Foto dargestellt. Eine Beschreibung, wie die Messung ausgeführt wurde, fehlt jedoch. Für das Kriterium „genaue Beschreibung der Messung“ kann daher kein Punkt vergeben werden, obwohl die Dreh- und Distanzpunkte mit Markern versehen wurden. Eine Aussage bezüglich Standardisierung der ASTE fehlt.

Die Länge der Hüftextensoren wird mittels Hüftflexion in Rückenlage gemessen. Da dabei aber das Knie flektiert wird, kommen bei dieser Messung nur die kurzen, eingelenkigen Hüftextensoren (z. B. M. gluteus maximus) auf Spannung. Die Hamstrings sind bei der Messung im Kniegelenk angenähert und kommen dabei nicht auf Dehnung. Die Aussage der Studie lautet jedoch, dass bei dieser Messung auch die Hamstrings auf ihre Länge getestet werden. Die Messung hat somit keine Aussagekraft bezüglich der Hamstringslänge.

Die Resultate der Längemessung der Knieflexoren müssen ebenfalls diskutiert werden. Bei dieser Messung wird der Proband in eine sitzende ASTE gebracht. Die Länge der Hamstrings soll über die Knieextension beurteilt werden. Das Foto, welches die Messung darstellt, lässt aber vermuten, dass die Knieextension an ein artikuläres Ende gelangt und damit die Hamstrings gar nicht auf Dehnung kommen.

Ein klarer Widerspruch findet sich bei den Resultaten. Die Aussagen im Text stimmen nicht mit den Angaben in der Tabelle überein. Im Text heisst es, in allen Muskelgruppen seien bei den verletzten Probanden kürzere Muskeln gemessen

worden. Gemäss Tabelle zeigen jedoch nur die Hüftflexoren und die Knieextensoren eine Verkürzung bei verletzten Spielern. Bei den anderen gemessenen Muskelgruppen sind höhere Werte für die verletzten Spieler notiert. Durch diesen Fehler wird es schwierig, die Aussage der Studie klar zu deuten. Eine Nachfrage bei den Autoren per Email blieb unbeantwortet. Die Punkte für die korrekte Interpretation der Resultate und die logische Beschreibung der Ergebnisse werden deshalb nicht vergeben.

Für diese Arbeit wird die Annahme getroffen, dass die widersprüchlichen Zahlen in der Tabelle verwechselt wurden. Die Autoren beziehen sich im Folgenden auf die Aussage im Text. Somit werden für die Berechnungen im Kapitel 4.2.1 die Tabellenwerte getauscht, so dass der höhere Wert für unverletzte und der tiefere Wert für verletzte Spieler stehen.

4.1.5 Gabbe et al. (2004)

“Risk factors for hamstring injuries in community level Australian football”

4.1.5.1 Zusammenfassung

Ziel der Studie

Das Ziel dieser Studie war die Identifikation von Risikofaktoren für Hamstringsverletzungen bei Australian Football-Spielern.

Teilnehmer

An der Studie nahmen 126 erwachsene Amateurspieler aus vier verschiedenen Mannschaften der Australian Football Association teil. Einzige Voraussetzung für eine Teilnahme war, dass die Spieler zum Zeitpunkt der Messung nicht verletzt waren.

Messung

Die Messungen wurden in den drei Wochen vor dem ersten Testspiel der Saison 2000 durchgeführt. Nach einem fünf- bis zehnminütigen Aufwärmprogramm inklusive Stretchübungen der unteren Extremität wurden folgende Messungen durchgeführt:

- Länge der Hamstrings: aktiver Knieextensionstest, passiver SLR
- Beweglichkeit der gesamten unteren Extremität: Sit and Reach-Test
- Länge des M. quadriceps: modifizierter Thomas-Test
- Länge des M. iliopsoas: modifizierter Thomas-Test

- ROM der Dorsalextension: Dorsiflexion Lunge-Test
- Neurale Beweglichkeit: aktiver Slump-Test
- ROM der LWS: Extension im Stehen
- ROM der Hüftrotation: Messung des ROMs der aktiven Innen- und Aussenrotation in Rückenlage

Diese Tests und ihre Ausführung werden nicht genauer erläutert. ASTE, Distanzpunkte und Drehpunkte werden nicht beschrieben.

Alle Teilnehmer füllten ausserdem einen Fragebogen aus, in welchem unter anderem Angaben zum Alter, vorangegangenen Verletzungen, Aufwärmverhalten sowie zu sportlichen Aktivitäten ausserhalb des Vereins erfasst wurden.

Verletzung

Jede Verletzung, welche zur Folge hatte, dass ein Spieler nicht mehr spielen konnte oder ärztliche Hilfe benötigte, wurde erfasst. Für eine Einstufung als Hamstringsverletzung mussten folgende Kriterien erfüllt sein:

- plötzlich auftretender Schmerz im hinteren Oberschenkel
- Druckempfindlichkeit bei Palpation
- Dehnen der Hamstrings kann, muss aber nicht zu Schmerzen führen
- Anspannung der Hamstrings kann, muss aber nicht zu Schmerzen führen

Resultate

Während der Saison 2000 erlitten 20 Spieler total 26 Hamstringsverletzungen. 80.8% der Verletzungen wurden bei Sprints zugezogen, 19.2% beim Kicken des Balls.

Es wurden sechs Risikofaktoren für die Zeitdauer bis zum Erleiden einer Hamstringsverletzung identifiziert: eine verminderte Quadriceps- oder Hamstringsflexibilität, das ROM im SLUMP-Test sowie das Alter, die Grösse und die Häufigkeit von Lauftrainings ausserhalb der Saison. Von diesen Faktoren waren die Quadricepsflexibilität und das Alter statistisch signifikant. Die Hamstringsflexibilität und alle anderen untersuchten Faktoren wiesen keinen statistisch signifikanten Zusammenhang auf.

Conclusion

Alter und Quadricepsflexibilität sind zwei statistisch signifikante unabhängige Variablen, um die Dauer bis zum möglichen Erleiden einer Hamstringsverletzung voraussagen zu können. Obwohl das Alter ein unveränderbarer Faktor ist, lautet eine

Aussage der Studie, dass ältere Australian Football-Spieler eine Zielgruppe für Aktivitäten zur Prävention von Hamstringsverletzungen darstellen. Es sind weitere Studien nötig, welche untersuchen, weshalb ältere Spieler mehr Hamstringsverletzungen erleiden.

Im Gegensatz zum Alter kann die Quadricepsflexibilität durch Dehnen positiv beeinflusst und das Verletzungsrisiko dadurch gesenkt werden. Allerdings sind weitere Untersuchungen notwendig, um die Intervention zu finden, welche die Flexibilität am besten steigern kann.

4.1.5.2 Kommentar zur Beurteilung

Positiv

Die Probandenzahl ist mit 126 Teilnehmern verhältnismässig gross. Die Messungen wurden durch erfahrene Physiotherapeuten durchgeführt. In der Studie wurden die Längen verschiedener Muskeln gemessen und deren Einfluss auf die Verletzungsgefahr untersucht.

Die Resultate werden richtig interpretiert sowie klar und nachvollziehbar beschrieben. Ausserdem erhält die Studie je einen Punkt für die Erwähnung der klinischen Relevanz und für die Nennung von Grenzwerten, ab welchen das Verletzungsrisiko steigt.

In der Diskussion wird erwähnt, dass der Mechanismus, wie die Quadricepslänge das Risiko für eine Hamstringsverletzung beeinflusst, nicht genau geklärt ist. Ein möglicher Zusammenhang wird im Theorieteil dieser Arbeit erläutert (Kapitel 3.2.5.2, „Verkürzter M. quadriceps“). Ausserdem weisen die Autoren der Studie darauf hin, dass aufgrund der klinischen Diagnose ohne Einsatz von MRI oder Ultraschall möglicherweise auch andere Verletzungen als Hamstringsverletzungen interpretiert wurden. Für die genannten Reflexionen wird der Punkt für die Erwähnung eines möglichen Bias vergeben.

Negativ

Die Studie erreicht im Kriterienkatalog 15 Punkte und gehört damit zur schwächeren Hälfte.

Die Teilnehmer werden in der Arbeit nur ungenau beschrieben. Es fehlen Aussagen über Durchschnittsalter und -grösse, Anzahl Trainings- bzw. Matchstunden und eine Aussage darüber, ob die Spieler vorgängig schon einmal

eine Hamstringsverletzung erlitten hatten. Auch das Geschlecht der Teilnehmer wird nicht beschrieben.

Die Beschreibung, ab wann ein Proband als verletzt gilt, ist ebenfalls sehr vage. Auch wurden die Verletzungen nur klinisch diagnostiziert, es kamen weder MRI noch Ultraschall zum Einsatz. Der Punkt für die Beschreibung, wann ein Spieler als verletzt gilt, wird trotzdem vergeben, da der Kriterienkatalog nicht vorgibt, wie genau die Beschreibung sein muss.

Punkte verliert die Studie vor allem in den Bereichen „Qualität der Messung“ und „Beschreibung der Messung“: Jegliche Beschreibungen zur ASTE und Durchführung der Messungen, Verwendung von Markern sowie Dreh- und Distanzpunkten fehlen. Einen weiteren Punkt verliert die Studie, weil keine Aussage über allfällige Studienabbrecher gemacht wird.

4.1.6 Henderson et al. (2009)

“Factors associated with increased propensity for hamstring injury in English Premier League soccer players”

4.1.6.1 Zusammenfassung

Ziel der Studie

Das Ziel der Studie war, aufzuzeigen, ob verschiedene physische Faktoren und Leistungsparameter einen Einfluss auf die Verletzungsrate der Hamstrings bei Fussballspielern der englischen Premier League haben.

Teilnehmer

An der Studie nahmen 35 männliche, gesunde, professionelle Fussballspieler der englischen Premier League teil. Durchschnittlich waren sie 22.6 Jahre alt, 1.81 m gross und wogen 75.8 kg. Elf Teilnehmer hatten sich bereits einmal eine Hamstringsverletzung zugezogen.

Messung

Gemessen wurde in der Vorsaison während zwei Tagen, jeweils um die gleiche Tageszeit und in der gleichen Reihenfolge. Vor der Messung absolvierten die Teilnehmer ein standardisiertes Aufwärmprogramm, welches aus einem zehnminütigen submaximalen Fahrradergometertraining und leichtem Stretching bestand. Danach wurden die isokinetische Kraft für konzentrische Knieflexion

und -extension, die anaerobe und aerobe Fitness, die Explosivkraft der unteren Extremität sowie das ROM der aktiven und passiven Hüftflexion gemessen.

Die Messung der aktiven und passiven Hüftflexion erfolgte mittels SLR. Für die Durchführung des aktiven SLRs wurden die Probanden verbal instruiert, während beim passiven SLR der Untersucher das Bein anhub und so im Hüftgelenk flektierte. Als Bewegungsende galt der Moment, in dem eine weitere Bewegung des Beins nur durch eine weiterlaufende Beckenbewegung möglich war. Das Verhältnis zwischen aktivem und passivem ROM wurde berechnet.

Eine seitlich aufgestellte Kamera nahm die Bewegungen aus zehn Metern Distanz auf. Um die Reliabilität der Messung zu gewährleisten, wurde die Messung bei zwölf Spielern zehn Mal wiederholt. Der Variationskoeffizient betrug dabei 1.5%.

Verletzung

Verletzungen wurden in den 45 Wochen der folgenden Saison registriert. Ein Teilnehmer galt als verletzt, wenn er dem Training mindestens 48 Stunden fernbleiben musste. Die Hamstringsverletzungen wurden durch clubinterne Ärzte, Physiotherapeuten und Sporttherapeuten diagnostiziert und mittels MRI bestätigt.

Resultate

Während der 45 Wochen dauernden Saison wurden 14 Hamstringsverletzungen (davon drei bei derselben Person) festgestellt. Neun betrafen den M. biceps femoris und fünf den M. semitendinosus. Zehn von zwölf Hamstringsverletzungen betrafen das stärkere Bein. Es wurde beschlossen, nur die Verletzungen der dominanten Seite für die Statistik zu verwenden.

Das ROM der aktiven und passiven Hüftflexion war bei unverletzten Spielern leicht grösser als bei verletzten. Die Ergebnisse erreichten jedoch keine statistische Signifikanz. Eine vorangegangene Verletzung zeigte keinen Zusammenhang mit erneuter Verletzungsgefahr. Verletzte Spieler waren jedoch statistisch signifikant älter als unverletzte.

Nach einer schrittweisen Regression ergab die Kombination der vier Faktoren Alter, Sprungkraft, fettfreie Körpermasse sowie ROM der aktiven Hüftflexion des dominanten Beins eine statistisch signifikante Vorhersehbarkeit von Hamstringsverletzungen: 88.6% der Fälle konnten korrekt prognostiziert werden.

Conclusion

Die Resultate bestätigen das aktuelle Wissen, dass Hamstringsverletzungen multifaktoriell bedingt sind. Die Studie zeigt, dass ältere Spieler, Spieler mit einer höheren Sprungkraft, Spieler mit einer verminderten fettfreien Körpermasse sowie Spieler mit reduzierter aktiver Hüftgelenksflexion einem höheren Risiko für Hamstringsverletzungen ausgesetzt sind.

4.1.6.2 Kommentar zur Beurteilung

Positiv

In der Arbeit wurden mehrere mögliche Risikofaktoren untersucht. Es ergibt sich eine statistisch signifikante Aussage über die Kombination der vier Faktoren Alter, aktives ROM der Hüftflexion, Sprungkraft und fettfreie Körpermasse in Bezug auf das Verletzungsrisiko der Hamstrings. Von diesen vier Faktoren sind alle ausser dem Alter veränderbar, was für eine Verletzungsprophylaxe von grosser Bedeutung ist. In der Studie wird aber auch darauf hingewiesen, dass Probanden mit einer grösseren Sprungkraft ein höheres Verletzungsrisiko haben. Eine verringerte Sprungkraft mag zwar ein geringeres Verletzungsrisiko zur Folge haben, gleichzeitig ist jedoch eine grosse Sprungkraft beim Sport erwünscht. Folglich werden die betroffenen Spieler kaum gewillt sein, diesen Faktor anzupassen. Das bedeutet, dass dieser Faktor im Sportalltag nicht als modifizierbar betrachtet werden kann.

In der Studie wurden Kontrollmessungen durchgeführt, indem zwölf Spieler zehn Mal gemessen wurden. Dies erhöht die Reliabilität der Messung, gibt im Kriterienkatalog jedoch keinen Punkt, weil die Messungen nicht von Physiotherapeuten oder sonstigen Bewegungsspezialisten durchgeführt wurden.

Die Messungen erfolgten an zwei Tagen jeweils zur gleichen Tageszeit nach einem standardisierten Aufwärmprogramm. Dies beeinflusst die Validität positiv, wird im Kriterienkatalog jedoch ebenfalls nicht bewertet.

Die Studie weist einige gute Erklärungen in der Diskussion auf. Es wird darauf hingewiesen, dass es sowohl Studien gibt, die einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen Muskellänge und Verletzungsrate der Hamstrings gefunden haben, als auch solche, welche diesen Zusammenhang nicht bestätigen. Eine mögliche Erklärung für die unterschiedlichen Resultate sehen die Autoren der Studie in der Verwendung anderer Messmethoden, zum Beispiel dem Sit and reach-

Test. Für diese Überlegungen wird der Punkt bezüglich „Erwähnung von Bias/Schwachpunkten“ vergeben.

Negativ

Die Studie erreicht 14 Punkte und gehört damit zur schwächeren Hälfte. Im Kriterienkatalog dieser Arbeit wird eine Probandenzahl von weniger als 50 Teilnehmern als klein eingestuft und erhält deshalb keine Punkte. Die Autoren der Studie halten 35 Probanden jedoch für eine normale Stichprobengrösse für Studien dieser Art. Sie argumentieren, dass bewusst darauf verzichtet wurde, die Stichprobengrösse durch Spieler einer anderen Mannschaft zu erhöhen, um die Homogenität der Gruppe nicht zu gefährden. Die Autoren dieser Bachelorarbeit halten eine grosse Teilnehmerzahl jedoch für wichtiger als die genannte Homogenität der Gruppe, weil eine derart kleine Probandenzahl die Zufälligkeit der Ergebnisse stark erhöht.

Die Messung wird mangelhaft beschrieben. Zwar wurde diese mit Hilfe einer Kamera durchgeführt. Für die Validität wäre es aber wichtig, den Drehpunkt und die Distanzpunkte zu kennen. Auf eine Beschreibung des SLRs wird fast vollständig verzichtet. Es wird einzig erwähnt, dass der Moment, in dem das Becken mitläuft, als Bewegungsende definiert wird und dass die Messung erfolgte, nachdem das Becken auf beiden Spinae iliacae posterior superior repositioniert wurde. Angaben über die Standardisierung des Tests fehlen.

Die Studie verliert ausserdem Punkte bei der Validität der Messung. Als einziges Hilfsmittel wurde eine Kamera eingesetzt, es wurden dabei aber keine Marker verwendet. Zudem wurde die neurale Komponente bei der Messung nicht ausgeschlossen.

Die Beschreibung der Resultate enthält einige Schwachpunkte. So werden anfangs 14 Hamstringsverletzungen erwähnt, später nur noch zwölf. Anschliessend werden zehn Verletzungen der dominanten Seite erwähnt, während in der Tabelle mit den Ergebnissen nur noch von neun Verletzungen die Rede ist. Diese Differenzen sind für den Leser nicht nachvollziehbar. Die Studie erhält deshalb keinen Punkt für das Kriterium „klare und logische Beschreibung der Ergebnisse“. Für die Berechnung im Diskussionsteil dieser Bachelorarbeit werden hinsichtlich der Verletzungszahlen die Werte aus der Tabelle verwendet.

4.1.7 Witvrouw et al. (2003)

“Muscle Flexibility as a risk Factor for Developing Muscle Injuries in Male Professional Soccer Players”

4.1.7.1 Zusammenfassung

Ziel der Studie

Das Ziel der Studie war, festzustellen, ob eine verminderte Muskelflexibilität bei professionellen Fussballern ein prädisponierender Faktor für muskuloskelettale Verletzungen der unteren Extremität darstellt.

Teilnehmer

An der Studie nahmen 146 männliche Profifussballer von 14 verschiedenen belgischen Teams teil. Die Spieler waren durchschnittlich 74.5 kg schwer und 179.5 cm gross. Teilnahmebedingung war, dass die Spieler während den letzten zwei Jahren keine Muskelverletzung in der unteren Extremität erlitten hatten.

Messung

Die Messungen fanden vor Beginn der belgischen Fussballsaison 1999/2000 statt. Es wurden folgende Längenmessungen durchgeführt:

- Hamstrings (passives Anheben des gestreckten Beins in Rückenlage)
- M. quadriceps (passive Knieflexion in Bauchlage)
- M. gastrocnemius (Schrittstellung auf festem Boden, zu testender Fuss steht hinten, in maximaler Dorsalextension)
- Hüftadduktoren (passive Abduktion des zu testenden Beins in Rückenlage)

Alle Messungen wurden von einem erfahrenden Physiotherapeuten mittels eines Goniometers durchgeführt. Drehpunkte, Distanzpunkte sowie ASTE werden für jede Messung beschrieben.

Verletzung

Ein Spieler galt als verletzt, wenn ihn irgendeine Form von Gewebeverletzung, welche beim Fussball spielen entstand, an der Teilnahme an einem Training oder Spiel hinderte.

Resultate

Während der Fussballsaison 1999/2000 erlitten 67 Spieler eine klinisch diagnostizierte Muskelverletzung der unteren Extremität. Davon betrafen 31 die

Hamstrings, 13 den M. quadriceps, 13 die Hüftadduktoren und zehn den M. gastrocnemius. In der Gruppe der Verletzten, bei denen die Hamstrings oder der M. quadriceps betroffen waren, wurde eine statistisch signifikante Verkürzung dieser Muskeln gefunden. Die Längenunterschiede der Hüftadduktoren und des M. gastrocnemius waren hingegen nicht statistisch signifikant.

Ebenfalls keine statistische Signifikanz zeigten die Ergebnisse der Faktoren Alter, Trainings- und Matchzeit sowie Beindominanz.

Conclusion

Eine Verkürzung der Hamstrings oder des M. quadriceps stellt bei männlichen Profifussballern einen Risikofaktor für eine Verletzung der entsprechenden Muskeln dar. Konkret bedeutet eine Hüftbeweglichkeit von weniger als 90° Flexion (in Rückenlage, mit extendiertem Knie) eine erhöhte Verletzungsgefahr für die Hamstrings.

Eine präseasonale Flexibilitätsmessung kann potentiell gefährdete Spieler erkennen. Diesen kann geraten werden, ein Stretchingprogramm zu absolvieren, um ihr Verletzungsrisiko zu senken.

4.1.7.2 Kommentar zur Beurteilung

Positiv

Die Studie erreicht 21 Punkte im Kriterienkatalog und wird somit am zweitbesten bewertet. Das Ziel der Studie wird gut beschrieben. Der aktuelle Stand der Wissenschaft wird aufgezeigt und ein Theorieteil mit Hintergrundliteratur ist vorhanden.

Die Messung wurde von Physiotherapeuten mit Hilfe eines Goniometers durchgeführt. ASTE sowie Dreh- und Distanzpunkte werden für jede Messung beschrieben. Dies ermöglicht eine gute Reproduktion der Messung.

Die Teilnehmerzahl von 146 verpasst nur knapp den oberen Grenzwert des Kriterienkataloges von 150 Probanden, wodurch zwei Punkte verloren gehen. Die Beschreibung der Teilnehmer ist genau, Studienabbrecher werden erwähnt und die Kriterien für eine Verletzung werden klar aufgezeigt.

Für die klinische Relevanz ist es wertvoll, dass die Studie einen Grenzwert für die Verletzungsgefährdung angibt. Die Aussage, dass bei einer Hüftbeweglichkeit von weniger als 90° ein erhöhtes Verletzungsrisiko für die Hamstrings besteht, macht

das Ergebnis leicht nachvollziehbar. Für die Praxis bedeutet dies, dass Spielern mit einer Hüftflexion von weniger als 90° Flexibilitätsübungen empfohlen werden sollten. Wünschenswert wäre ein solcher Grenzwert auch für die Flexibilität des M. quadriceps.

In der Diskussion der Studie wird erwähnt, dass Muskelverletzungen multifaktoriell bedingt sind. Die Autoren der Studie fügen an, dass in dieser Studie nur der Faktor „Flexibilität der unteren Extremität“ beurteilt wurde und dass dies eine Schwäche darstellt. Somit erhält die Studie den Punkt für die Erwähnung eines möglichen Schwachpunktes.

Negativ

Es wurden kaum Massnahmen getroffen, um die Messungen zu standardisieren (z. B. Fixation des Beckens mittels Zuggurte). Die Distanzpunkte wurden nicht mit Markern versehen und es wurden keine technischen Hilfsmittel verwendet. Die neurale Komponente wurde nicht ausgeschlossen und es fand keine Kontrollmessung statt. Dadurch verliert die Studie Punkte. Im Vergleich zu anderen Studien fehlt bei dieser Arbeit eine Aussage darüber, ob vor den Messungen ein Aufwärmprogramm durchgeführt wurde. Für die Bewertung hat das jedoch keine Konsequenzen, da der Kriterienkatalog dies nicht beurteilt.

4.2 Berechnungen

Um die Studien besser untereinander vergleichen zu können, wird zuerst die Effektstärke ES (Effect Size) der Studien von Arnason et al. (2004), Bennell et al. (1999), Bradley et al. (2007) und Witvrouw et al. (2003) berechnet. Bei Gabbe et al. (2004) und Henderson et al. (2009) ist diese Berechnung aufgrund fehlender statistischer Angaben nicht möglich. Bei diesen beiden Studien wird deshalb eine Risikoschätzung durchgeführt. Damit lässt sich die Aussagekraft der Ergebnisse verdeutlichen. Die Berechnungen bei Gabbe et al. (2004) werden nur für die Hamstringsflexibilität durchgeführt. Die Ergebnisse der Quadricepsflexibilität werden nicht mittels Rechenbeispiel erläutert, da dies die einzige Studie ist, in der ein solches Resultat gefunden wird. Somit ist ein rechnerischer Vergleich mit den anderen Studien nicht möglich.

4.2.1 Berechnung der Effektstärke

Die Effektstärke berechnet sich aus dem Zwischengruppenunterschied der verletzten und unverletzten Probanden dividiert durch die Standardabweichung.

Cohen (1988) berechnet die Effektstärke d für zwei Gruppen mit gleicher Gruppengrösse wie folgt:

$$d = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2 + s_2^2}{2}}}$$

Dabei stehen \bar{x}_1 und \bar{x}_2 für den der Mittelwert des ROMs in Grad der jeweiligen Gruppe und die Variablen s_1^2 und s_2^2 für die geschätzte Varianz.

Gemäss Cohen (1988) weist eine Effektstärke von 0.2 auf einen kleinen Effekt hin. Ein d von 0.5 indiziert einen mittleren, 0.8 einen starken Effekt.

Hartung, Knapp und Sinha (2008) nennen folgende Formel für die Berechnung der gepoolten Varianz s bei unterschiedlichen Gruppengrössen und Standardabweichungen:

$$s = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

Um die Effektstärke möglichst genau berechnen zu können, wird in dieser Arbeit die gepoolte Standardabweichung nach Hartung et al. (2008) verwendet. Kombiniert man diese Formel mit der Berechnung von Cohen (1988), so ergibt sich für die Effektstärke ES folgende Formel:

$$ES = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}}$$

Es gilt:

\bar{x}_1 = durchschnittliche Beweglichkeit der unverletzten Probanden (ROM in Grad)

\bar{x}_2 = durchschnittliche Beweglichkeit der verletzten Probanden (ROM in Grad)

n_1 = Anzahl der unverletzten Probanden

n_2 = Anzahl der verletzten Probanden

s_1 = Standardabweichung der unverletzten Probanden

s_2 = Standardabweichung der verletzten Probanden

Arnason et al. (2004) geben statt der Standardabweichung den Standardfehler SEM (Standard error of the mean) an. Die Standardabweichung für diese Studie wird wie folgt berechnet:

$$s = SEM \times \sqrt{n}.$$

Dabei entspricht n der Anzahl Probanden der jeweiligen Gruppe.

Bei der Studie von Witvrouw et al. (2003) werden die Standardabweichungen nicht in Zahlen angegeben, sondern graphisch dargestellt. Die Graphiken werden mit einem Geodreieck ausgemessen, um die Standardabweichungen bestimmen zu können.

Bei allen anderen Studien werden die angegebenen Standardabweichungen verwendet.

4.2.2 Risikoschätzung

Die folgenden Beispielberechnungen dienen der Veranschaulichung der Resultate und werden in den Tabellen im Kapitel 4.3 nicht dargestellt.

4.2.2.1 Gabbe et al. (2004)

Die Probanden wurden in dieser Studie in zwei Gruppen eingeteilt: eine mit flexibleren Hamstrings und eine mit weniger flexiblen. Als weniger flexibel werden Spieler eingestuft, welche im Active Knee Extension-Test eine Knieflexion von mehr als 27° zeigen. Ein Rechenbeispiel soll die Aussage der Studie veranschaulichen.

Da die Autoren der Studie keine Angaben darüber machen, wieviele Probanden jede Gruppe enthält, wird für das Rechenbeispiel die Annahme getroffen, dass die Probanden gleichmässig auf die beiden Gruppen verteilt sind (Faktor 0.5 für jede Gruppe).

Während der Saison verletzten sich 15.9% der Probanden. Dieser Wert entspricht folglich dem Gesamtrisiko der Stichprobe. Das Risk Ratio (relatives Risiko) für die weniger flexible Gruppe liegt bei 2.8. Daraus ergibt sich folgende Gleichung:

$$0.5x + 0.5 \times 2.8x = 0.159$$

Es gilt:

x = Risiko der flexibleren Gruppe

Aus dieser Berechnung ergibt sich für die flexiblere Gruppe ein Verletzungsrisiko von 8.36%. Das Risiko der weniger beweglichen Gruppe liegt bei 23.43%.

4.2.2.2 Henderson et al. (2009)

Henderson et al. (2009) finden ein Odds Ratio (Quotenverhältnis) von 0.77. Dies entspricht einer Risikozunahme um den Faktor 1.29 pro Grad weniger aktiver Hüftflexion.

Die Hüftflexion der neun verletzten Probanden liegt bei durchschnittlich 67°, diejenige der 26 unverletzten bei durchschnittlich 71°. Die durchschnittliche Hüftflexion für alle 35 Probanden lässt sich durch eine Poolung berechnen:

$$\frac{67 \times 9 + 71 \times 26}{35} = 69.97$$

Dieses Resultat wird für die weiteren Berechnungen auf 70° gerundet.

In der Studie verletzten sich neun von 35 Probanden, was ein durchschnittliches Verletzungsrisiko von 25.71% ergibt. Folglich entspricht dies dem Risiko für Probanden mit einer Hüftflexion von 70°.

In dieser Studie zeigten die verletzten Teilnehmer eine durchschnittliche Hüftflexion von 67°. Bei den Unverletzten lag der Durchschnitt bei 71°. Unter Verwendung des Faktors 1.29 lässt sich nun das Risiko für beweglichere oder weniger bewegliche Probanden berechnen. Bei einer Hüftflexion von 67° liegt das Verletzungsrisiko bei 55.2%, bei 71° beträgt es nur noch 19.93%

4.3 Ergebnisse

Die folgenden Tabellen stellen die Ergebnisse aller in dieser Arbeit untersuchten Studien dar. In Klammern wird jeweils die Muskelgruppe angegeben, auf welche sich die Resultate beziehen.

Tabelle 4: Zusammenfassung der Resultate derjenigen Studien, bei denen sich eine Effektstärke und ein Zwischengruppenunterschied berechnen lassen. (Eigene Darstellung, 2012).

Studie	Zusammenhang*	Effektstärke	Zwischengruppenunterschied in Grad	p-Wert	Bewertung Kriterienkatalog		
					Allg. Kriterien	Validität	Total
Arnason et al. (2004) (Hamstrings)	Nein	-0.26	-3.4	0.32	3	19	22
Bennell et al. (1999) (Hamstrings)	Nein	-0.18	-1.9	0.82	3	15	18
Bradley et al. (2007) (Hüftextensoren)	Ja	0.37 **	4	0.39	3	10	13
Bradley et al. (2007) (Knieflexoren)	Ja	1.03 **	2.6	0.01	3	10	13
Witvrouw et al. (2003) (Hamstrings)	Ja	0.51	6.5	0.02	5	16	21

*Hat sich in der Studie ein Zusammenhang zwischen Muskellänge und Verletzungsgefahr gezeigt?

**Die Werte aus der Tabelle der Studie wurden so interpretiert, dass sie der Hauptaussage der Studie entsprechen (siehe Kapitel 4.1.4.2, „Negativ“).

Tabelle 5: Zusammenfassung der Resultate von Gabbe et al. (2004). (Eigene Darstellung, 2012).

Studie	Zusammenhang*	p-Wert	Risk Ratio	Bewertung Kriterienkatalog		
				Allg. Kriterien	Validität	Total
Gabbe et al. (2004) (Hamstrings)	Ja	0.076	2.8 (bei weniger flexiblen Hamstrings)	5	10	15
Gabbe et al. (2004) (M. quadriceps)	Ja	0.022	0.3 (bei flexiblerem M. quadriceps)	5	10	15

*Hat sich in der Studie ein Zusammenhang zwischen Muskellänge und Verletzungsgefahr gezeigt?

Tabelle 6: Zusammenfassung der Resultate von Henderson et al. (2009). (Eigene Darstellung, 2012).

Studie	Zusammenhang*	p-Wert	Odds Ratio	Odds-Steigerung (pro Grad weniger Hüftflexion)	Bewertung Kriterienkatalog		
					Allg. Kriterien	Validität	Total
Henderson et al. (2009) (Hamstrings)	Ja	0.023	0.77	x1.29	3	11	14

*Hat sich in der Studie ein Zusammenhang zwischen Muskellänge und Verletzungsgefahr gezeigt?

5. Diskussion

Im Folgenden werden die wichtigsten Resultate der Studien kurz zusammengefasst. Den Studien wird anhand der Faktoren Effektstärke, Qualität der Studie (aufgrund der Bewertung im Kriterienkatalog) sowie statistische Signifikanz eine kleine, mittlere oder grosse Aussagekraft zugesprochen. Diese Gewichtung stellt die Grundlage für die anschliessende Gegenüberstellung der Studien dar.

5.1 Verkürzte Hamstrings

5.1.1 Bestätigende Studien

Bradley et al. (2007)

In dieser Studie zeigt sich, dass Probanden, welche eine Verletzung der Hüftextensoren oder Knieflexoren erlitten, in der entsprechenden Muskelgruppe ein geringeres präseasonales ROM aufgewiesen hatten.

Der Zwischengruppenunterschied beträgt bei den Hüftextensoren 4°, bei den Knieflexoren 2.6°. Die Effektstärke weist mit 0.37 für die Hüftextensoren auf einen mittleren, mit 1.03 für die Knieflexoren auf einen grossen Effekt hin.

Die Resultate der Knieflexoren erreichen statistische Signifikanz, diejenigen der Hüftextensoren nicht.

Wie in Kapitel 4.1.4.2 unter „Negativ“ bereits erwähnt, weist die Messung dieser Studie aber grosse Mängel auf. Insbesondere werden mit der Hüftextensionsmessung nur die kurzen Hüftextensoren (wie z. B. M. gluteus maximus), nicht aber die Hamstrings auf Dehnung gebracht. Deshalb kann für diese Bachelorarbeit nur das Resultat der Knieflexoren berücksichtigt werden. Auch dieses Resultat muss aber kritisch hinterfragt werden.

Mit 13 Punkten ist die Studie am schlechtesten bewertet. Aufgrund der schlechten Messqualität wird der Studie trotz der grossen Effektstärke und der statistischen Signifikanz bei den Knieflexoren nur eine geringe Aussagekraft zugesprochen.

Gabbe et al. (2004)

Gabbe et al. (2004) finden ein Risk Ratio von 2.8. Dies bedeutet ein hohes relatives Risiko für Hamstringsverletzungen für Probanden mit einer geringeren Hamstringsflexibilität. Die Probanden der weniger flexiblen Gruppe haben somit ein

durchschnittlich 180% höheres Risiko, während der Saison eine Verletzung zu erleiden, als die Probanden der flexibleren Gruppe.

Das Rechenbeispiel mit gleich grossen Gruppen ergibt ein Verletzungsrisiko von 8.24% für die beweglichere und ein Risiko von 23.58% für die weniger bewegliche Gruppe. Dies weist auf einen sehr grossen Risikounterschied hin. Das Resultat ist jedoch nicht statistisch signifikant.

Wird zusätzlich die eher schlechte Studienqualität berücksichtigt, ergibt sich für die Studie eine mittlere Aussagekraft.

Henderson et al. (2009)

In dieser Studie wird das aktive ROM der Hüftflexion gemessen. Von 35 Probanden verletzten sich neun im dominanten Bein. Daraus ergibt sich für das dominante Bein eine durchschnittliche Verletzungsgefahr von 25.71%.

Das Odds Ratio von 0.77 bedeutet, dass die Chance, eine Hamstringsverletzung zu erleiden, mit jedem Grad geringerer aktiver Hüftflexion um 29% zunimmt.

Für Teilnehmer mit einer Hüftflexion von 67° (= durchschnittliche Beweglichkeit der verletzten Teilnehmer) liegt die Verletzungschance bei 55.2%. Bei 71° Hüftflexion (= durchschnittliche Beweglichkeit der unverletzten Probanden) beträgt die Verletzungschance nur noch 19.93%. Die Chance, eine Verletzung zu erleiden, steigt also schon bei einer kleinen Beweglichkeitsdifferenz von nur 4° erheblich.

Das Ergebnis ist statistisch signifikant. Die Studie ist aber gemäss Kriterienkatalog mit 14 Punkten am zweittiefsten bewertet.

Stellt man den sehr grossen Effekt und die statistische Signifikanz der schlechten Qualität gegenüber, so ergibt sich für diese Studie eine mittlere Aussagekraft.

Witvrouw et al. (2003)

Witvrouw et al. (2003) finden heraus, dass eine verringerte Hamstringsflexibilität ab einem ROM von weniger als 90° Hüftflexion beim SLR ein erhöhtes Risiko für Muskelfaserrisse darstellt. Der Zwischengruppenunterschied liegt bei durchschnittlich 6.5° weniger ROM für die verletzten Spieler.

Die statistische Signifikanz wird erreicht, die Effektstärke liegt mit 0.51 im mittleren Bereich. Mit 21 Punkten ist die Studie gemäss Kriterienkatalog am besten bewertet.

Durch die mittlere Effektstärke, die statistische Signifikanz und insbesondere wegen der hohen Qualität hat diese Studie verglichen mit den anderen eine grosse Aussagekraft.

5.1.2 Verwerfende Studien

Arnason et al. (2004)

Arnason et al. (2004) finden keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen verkürzten Hamstrings und einer erhöhten Verletzungsgefahr. In dieser Studie sind die verletzten Teilnehmer sogar durchschnittlich 3.4° beweglicher als die unverletzten. Dies zeigt sich in der negativen Effektstärke von -0.26.

Die Studie wird mit 22 Punkten – davon 19 im Bereich Validität – am besten bewertet und weist somit eine hohe Qualität auf. Ihr kann deshalb eine grosse Aussagekraft attestiert werden.

Bennell et al. (1999)

Auch in dieser Studie wird kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen Muskellänge und Verletzungsgefahr der Hamstrings gefunden. Der Unterschied in der Hüftflexion beträgt hier nur durchschnittlich 1.9°. Die verletzten Probanden sind in dieser Studie ebenfalls leicht beweglicher als die unverletzten. Die Effektstärke ist folglich negativ und beträgt -0.18.

Im Kriterienkatalog erreicht die Studie 18 Punkte und weist somit eine durchschnittliche Qualität auf. Die Studie wird deshalb im Vergleich mit den anderen mittel stark gewichtet.

5.1.3 Gegenüberstellung der Studienresultate

Bei vier der sechs untersuchten Studien finden sich bei den verletzten Probanden kürzere Hamstrings als bei den unverletzten: Bradley et al. (2007), Gabbe et al. (2004), Henderson et al. (2009) und Witvrouw et al. (2003).

Arnason et al. (2004) und Bennell et al. (1999) hingegen finden keinen Zusammenhang zwischen verkürzten Hamstrings und deren Verletzungsgefahr.

Eine der befürwortenden Studien zeigt eine grosse Aussagekraft auf, zwei eine mittlere. Bei einer weiteren Studie ist die Aussagekraft klein. Insbesondere bekräftigt die Studie von Witvrouw et al. (2003) die Annahme, dass verkürzte Hamstrings eine erhöhte Verletzungsgefahr aufweisen.

Bei den Studien, welche einen Einfluss der Muskelverkürzung widerlegen, fällt die hohe Aussagekraft der Studie von Arnason et al. (2004) ins Gewicht. Die Studie von Bennell et al. (1999) wird mittel gewichtet.

Die Gegenüberstellung lässt eine Tendenz erkennen, dass zwischen verkürzten Hamstrings und deren Verletzungsgefahr ein Zusammenhang besteht.

5.2 Verkürzter *M. quadriceps*

Gabbe et al. (2004) finden bei den Probanden mit Hamstringsverletzungen einen verkürzten *M. quadriceps*. Eine mögliche Begründung für diesen Zusammenhang findet sich im Theorieteil (Kapitel 3.2.5.2, „Verkürzter *M. quadriceps*“).

Bei dieser Studie lässt sich die Effektstärke nicht berechnen. Die relative Risikoreduktion für die weniger flexible Gruppe beträgt -0.7. Das bedeutet, die Probanden mit einem weniger flexiblen *M. quadriceps* haben durchschnittlich eine 70% geringere Chance, die Saison verletzungsfrei zu beenden, als diejenigen der flexibleren Gruppe. Als weniger flexibel werden Probanden eingestuft, welche im modifizierten Thomas-Test eine Knieflexion von $\leq 51^\circ$ erreichen.

Das Resultat lässt auf einen grossen Unterschied hinsichtlich der Verletzungsgefahr zwischen der flexibleren und der weniger flexiblen Gruppe schliessen. Es ist zudem statistisch signifikant. Da in keiner der anderen Studien Resultate bezüglich Quadricepslänge und Verletzungsgefahr der Hamstrings gefunden werden, kann diese Aussage nicht verglichen werden.

Dem grossen Unterschied bei der Verletzungsgefahr und den statistisch signifikanten Resultaten steht eine eher schlechte Studienqualität gegenüber. Die Studie weist deshalb eine mittlere Aussagekraft auf.

5.3 Kommentar zu den Studien

5.3.1 Tests für die Längenmessung

Im Allgemeinen werden in den meisten Studien wenig differenzierte Tests angewendet. Die Hauptproblematik liegt dabei einerseits in der falschen Testauswahl, andererseits bei Mängeln in der Ausführung:

Nicht in allen Studien wird die Länge der Hamstrings kombiniert über Hüftflexion und Knieextension gemessen. Dies ist aber zwingend nötig, damit die Hamstrings auf Dehnung kommen. Wird hingegen das Knie flektiert, kommen nur die kurzen Hüftextensoren auf Spannung.

Beim SLR wird in keiner der Studien die neurale Komponente ausgeschlossen. Auch kann bei diesem Test ein Ziehen in der Kniekehle oder eine beginnende Knieflexion auf einen verkürzten M. gastrocnemius hinweisen. Dies wird ebenfalls nie explizit ausgeschlossen. Darüber hinaus können bei Hamstringsmessungen, bei welchen das Knie- oder Hüftgelenk nahe ans Bewegungsende kommt, Bewegungseinschränkungen durch den Kapsel-/Bandapparat auftreten. Die Hamstringsmuskulatur kommt dadurch möglicherweise nicht vollumfänglich auf Dehnung und das Testresultat wird verfälscht.

5.3.2 Studiendesign

Bei den untersuchten Studien handelt es sich um prospektive Kohortenstudien. Im Gegensatz zu einem RCT, wo über die Wirkung einer Intervention eine kausale Aussage gemacht werden kann, lassen sich bei Kohortenstudien nur Zusammenhänge aufzeigen. Die Probanden einer Kohortenstudie werden während der Beobachtungszeit immer durch mehrere Faktoren beeinflusst. In den verwendeten Studien dieser Arbeit sind dies neben der Muskellänge andere Risikofaktoren wie zum Beispiel Alter, ethnische Herkunft oder Muskelkraft.

Eine Verblindung im eigentlichen Sinne ist in diesem Studiendesign nicht möglich, was im Vergleich zu einem RCT einen Schwachpunkt darstellt. Die Tatsache, dass die Messung jeweils vor der Beobachtungsperiode stattfindet, kann jedoch als gewisse Verblindung angesehen werden, da die messende Person zum Zeitpunkt der Messung nicht weiss, ob sich der Proband später verletzen wird oder nicht.

5.3.3 Übertragbarkeit der Ergebnisse

In den meisten beurteilten Studien wurden männliche, meist junge Teilnehmer untersucht, welche regelmässig sportlich aktiv waren. Die Studien sind dadurch sehr homogen, was die Übertragbarkeit der Resultate auf die Allgemeinheit beschränkt. Für nicht sportlich aktive Personen, für andere Altersgruppen oder ganz allgemein für Frauen kann aus diesen Resultaten keine verallgemeinernde Aussage abgeleitet werden.

5.4 Kritische Selbstreflexion

5.4.1 Kritik zum Kriterienkatalog

Der von den Autoren zusammengestellte Kriterienkatalog orientiert sich am Bewertungskatalog von Downs et al. (1998) sowie am „Formular zur kritischen Besprechung quantitativer Studien“ von Law et al. (1998). Bei der Bewertung der einzelnen Studien sind einige Kriterien aufgefallen, welche nicht optimal definiert sind. Diese werden im Folgenden kurz besprochen.

Beim Kriterium „Beschreibung der Messung“ wird der Punkt bereits vergeben, wenn die ASTE beschrieben wird. Hier sollte mehr Wert auf die Standardisierung der ASTE gelegt werden. In der Studie von Henderson et al. (2009) wird zum Beispiel als ASTE die Rückenlage angegeben. Die Studie erreicht damit diesen Punkt, ohne jegliche Angaben zur Standardisierung zu machen.

Bei Bradley et al. (2007) wird für die Längenmessung der Hamstrings ein inadäquater Test gewählt. Dies hat gemäss Kriterienkatalog jedoch keine Konsequenzen. Es sollte deshalb explizit ein Punkt für die Durchführung eines adäquaten Tests vergeben werden.

Ein weiterer Punkt wird für eine Kontrollmessung durch eine zweite Messperson vergeben. Eine Wiederholung der Messung durch die gleiche Messperson oder durch ein technisches Hilfsmittel sollte ebenfalls einen Punkt geben, da auch dadurch die Gefahr von Messfehlern reduziert wird. Dies betrifft zum Beispiel die Studie von Henderson et al. (2009), bei der die technische Messung bei zwölf Probanden je zehn Mal durchgeführt wird, um den Variationskoeffizienten zu bestimmen.

Bei Gabbe et al. (2004) wird das prä Saisonale Assessment in jedem teilnehmenden Verein von einer anderen Messperson durchgeführt. Dies ist eine Fehlerquelle, da verschiedene Messpersonen trotz genauer Definition von Dreh- und Distanzpunkten möglicherweise leicht unterschiedlich messen. Bei Messungen durch unterschiedliche Personen sollte es deshalb einen Punkteabzug geben.

In den meisten Studien wird eine Verletzung relativ schwammig definiert. In einigen Arbeiten reichen schon Aussagen wie „plötzlich auftretender Schmerz, Druckempfindlichkeit, evt. Dehnschmerz und evt. Schmerz bei Muskelkontraktion“, damit ein Spieler als verletzt gilt. Nur Bennell et al. (1999) und Henderson et al. (2009) diagnostizierten die Verletzungen zusätzlich mittels Ultraschall oder MRI. Gemäss Kriterienkatalog braucht es für einen Punkt lediglich eine Beschreibung, ab wann ein Teilnehmer als verletzt gilt. Somit erreichen alle Studien diesen Punkt, obschon einige Beschreibungen sehr vage sind. Der Punkt sollte deshalb nur vergeben werden, wenn in der Studie die Verletzung genau untersucht und exakt definiert wird und andere Verletzungen ausgeschlossen werden.

5.4.2 Limitierungen der Literaturrecherche

Diese Bachelorarbeit zeigt einen Bias in der Literaturrecherche. Die Recherche erfolgte nur in deutscher und englischer Sprache. Ausserdem wurden nur die Datenbanken Medline, PEDro und Pubmed verwendet.

6. Schlussfolgerung

6.1 *Hauptaussage*

In der Gegenüberstellung der sechs Studien zeigt sich eine Tendenz, dass verkürzte Hamstrings bei männlichen Sportlern einen Zusammenhang mit deren Verletzungsrisiko aufweisen. Eine abschliessende Beantwortung der Fragestellung dieser Bachelorarbeit ist aufgrund der unterschiedlichen Resultate jedoch nicht möglich.

Trotzdem kann mit der aufgezeigten Tendenz eine Empfehlung für Physiotherapeuten sowie Freizeit- und Profisportler für die Prävention und Rehabilitation von Hamstringsverletzungen abgegeben werden:

Einerseits sollten Sportler, welche zu verkürzten Hamstrings neigen, für eine Verletzungsprophylaxe darauf achten, ein grösstmögliches ROM zu erreichen und zu erhalten. Ein Muskellängentest zu Saisonbeginn kann sinnvoll sein, um Sportler mit verkürzten Hamstrings zu erkennen. Risikofaktoren für eine Muskelverkürzung wie lange Immobilisation oder einseitige Trainingsgewohnheiten sollen ausserdem möglichst vermieden werden.

Andererseits soll nach einer erfolgten Verletzung vor der Wiederaufnahme der sportlichen Tätigkeit grosser Wert darauf gelegt werden, wieder ein physiologisches ROM zu erreichen, um die Gefahr einer Retraumatisierung so klein wie möglich zu halten.

6.2 *Offene Fragen*

Nur zwei der sechs Studien machen eine Aussage darüber, wie stark das Verletzungsrisiko durch verkürzte Muskulatur zunimmt. Für Sportler und Physiotherapeuten wäre es wichtig, eine konkrete Aussage über die Risikozunahme zu erhalten, um beurteilen zu können, ob sich der Aufwand für gezieltes Dehnen oder andere Präventivmassnahmen überhaupt lohnt.

Ausserdem hat sich gezeigt, dass das Risiko, eine Hamstringsverletzung zu erleiden, von vielen Faktoren abhängt. Somit drängt sich die Frage auf, ob es Sinn macht, den Faktor „Muskellänge“ isoliert zu betrachten, wie es in einigen Studien gemacht wird.

Hamstringsverletzungen ereignen sich meistens in derjenigen Phase der Sprintbewegung, in welcher die Muskelgruppe exzentrisch belastet wird (vgl. Kapitel 3.2.4). Dabei werden die Hamstrings dynamisch gedehnt. Inwiefern eine statische, endgradige Messung des ROMs eine Aussagekraft bezüglich Verletzungsgefahr hat, bleibt deshalb ebenfalls fraglich.

Die Aussage der Bachelorarbeit lässt zudem die Frage aufkommen, welche Massnahmen sinnvoll sind, um Muskelverkürzungen entgegenzutreten bzw. um das ROM zu erhalten oder zu verbessern. Oft kommt als Massnahme Dehnen zum Einsatz. Der Wirkungsgrad des Dehnens ist unter Fachleuten jedoch umstritten.

Eine weitere Unklarheit betrifft die exzentrische Kraft der Hamstrings. Im Kapitel 3.2.4 wird beschrieben, dass beim Sprint eine hohe exzentrische Kraft der Hamstrings notwendig ist. Bei verkürzten Hamstrings ist eine noch höhere Kraft gefordert, wodurch das Verletzungsrisiko steigt. Als Konsequenz daraus könnte ein Ansatz für die Physiotherapie sein, einen verkürzten Muskel nicht nur zu dehnen, sondern auch gezielt mit exzentrischem Krafttraining zu behandeln. Dies könnte sowohl für die Prävention als auch gegen Ende der Rehabilitation einer Hamstringsverletzung von Bedeutung sein. Die Evidenz dieser Therapiemassnahme bleibt jedoch Gegenstand weiterer Untersuchungen.

Der Einfluss eines verkürzten M. quadriceps auf Hamstringsverletzungen wurde nur in einer Studie untersucht und ist deshalb noch weitgehend ungeklärt. Auch diesbezüglich sind weitere Studien wünschenswert.

6.3 *Zukunftsaussichten*

Um eine fundiertere Empfehlung für Sportler und Physiotherapeuten abgeben zu können, muss die Tendenz, welche in dieser Bachelorarbeit aufgezeigt wird, durch weitere qualitativ hochstehende Studien bestätigt und gefestigt werden. Grundsätzlich müssen adäquate Messmethoden angewendet werden. Es ist wichtig, dass bei den Tests die Muskellänge der Hamstrings geprüft wird und andere Strukturen so gut wie möglich ausgeschlossen werden. Des Weiteren sollen die angewendeten Tests eine genaue Standardisierung aufweisen.

Verzeichnisse

Literaturverzeichnis

- Arnason, A., Sigurdsson, St. B., Gudmundsson, A., Holme, I., Engebretsen, L. & Bahr, R. (2004). Risk Factors for Injuries in Football. *The American Journal of Sports Medicine*, 32. doi:10.1177/0363546503258912
- Bant H., Haas H.J., Ophay M. & Steverding M. (2011). *Sportphysiotherapie*. Stuttgart: Thieme.
- Bennell, K., Tully, E. & Harvey, N. (1999). Does the toe-touch test predict hamstring injury in Australian Rules footballers? *Australian Journal of Physiotherapy*, 45. Retrieved from http://svc019.wic048p.server-web.com/ajp/vol_45/2/AustJPhysiotherv45i2Bennell.pdf
- Bradley, P. S. & Portas, M. D. (2007). The Relationship Between Preseason range of Motion and Muscle Strain Injury in Elite Soccer Players [Electronic version]. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21 (4), 1155-1159.
- Brukner P. & Khan K. (2002). *Clinical Sports Medicine*. New York City: McGraw-Hill Publishing Co.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates
- Downs, S.H. & Black, N. (1998). The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 52, 377-384. doi: 10.1136/jech.52.6.377
- Gabbe, B. J., Finch, C. F., Bennell, K. L. & Wajswelner, H. (2004). Risk factors for hamstring injuries in community level Australian football. *Br J Sports med*, 39, 106-110. doi: 10.1136/bjism.2003.011197
- Hartung, J., Knapp, G. & Sinha, B.K. (2008). *Statistical Meta-Analysis with Application*. New York: Wiley & Sons
- Heiderscheit, B. C., Sherry, M. A., Silder, A., Chumanov, E. S. & Thelen, D. G. (2010). Hamstring Strain Injuries: Recommendations for Diagnosis, Rehabilitation, and Injury Prevention. *Journal of orthopaedic sports physical therapy*, 40(2) 67-81.

- Henderson, G., Barnes, Ch. A. & Portas, M.D. (2009). Factors associated with increased propensity for hamstring injury in English Premier League soccer players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13, 397-402.
doi: 10.1016/j.jsams.2009.08.003
- Lindel, K. (2007). *Muskeldehnung*. Berlin: Springer.
- Law, M., Stewart, D., Pollock, N., Letts, L., Bosch, J. & Westmorland, M. (1998). Formular zur kritischen Besprechung quantitativer Studien. Retrieved from: <http://www.srs-mcmaster.ca/Portals/20/pdf/ebp/quantform.pdf>
- Müller-Wohlfahrt H., Ueblacker P. & Hänsel L. (2010). *Muskelerkrankungen im Sport*. Stuttgart: Thieme.
- Opar D.A., Williams M.D. & Shield A.J. (2012). Hamstring Strain Injuries: Factors that Lead to Injury and Re-Injury. *Sports Med*, 42(3), 1-18.
- Orchard J. & Best TM. (2002). The management of muscle strain injuries: an early return versus the risk of recurrence. *Clin J Sport Med*, 12, 3-5.
- Saner, J. (2009). *Skript Muskeldehnungen*. ZHAW - Departement Gesundheit, Institut für Physiotherapie ZHAW.
- Schünke S., Schulte E., Schumacher U., Voll M. & Wesker K. (2009). *Prometheus: Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem*. Stuttgart: Thieme.
- Van den Berg, F. (2005). *Angewandte Physiologie: Das Bindegewebe des Bewegungsapparates verstehen und beeinflussen*. Stuttgart: Thieme.
- Witvrouw, E., Danneels, L., Asselman, P., D'Have, Th. & Cambier, D. (2003). Muscle Flexibility as a risk Factor for Developing Muscle Injuries in Male Professional Soccer Players. *The American Journal of Sports medicine*, 31. Retrieved from <http://ajs.sagepub.com/content/31/1/41.full.pdf+html>

Tabellenverzeichnis

- Tabelle 1: Verletzungstypen I und II, eigene Zusammenfassung der Tabelle
“Klassifikation der Muskelverletzungen” (Müller-Wohlfahrt et al., 2010).
- Tabelle 2: Verletzungstypen III und IV, eigene Zusammenfassung der Tabelle
“Klassifikation der Muskelverletzungen” (Müller-Wohlfahrt et al., 2010).
- Tabelle 3: Kriterienkatalog, eigene Zusammenstellung in Anlehnung an Downs et al.
(1998) und Law et al. (1998).
- Tabelle 4: Zusammenfassung der Resultate derjenigen Studien, bei denen sich eine
Effektstärke und ein Zwischengruppenunterschied berechnen lässt. (Eigene
Darstellung, 2012).
- Tabelle 5: Zusammenfassung der Resultate von Gabbe et al. (2004). (Eigene
Darstellung, 2012).
- Tabelle 6: Zusammenfassung der Resultate von Henderson et al. (2009). (Eigene
Darstellung, 2012).

Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Muskeln, Sehnen und Gelenke der Hamstrings (Schünke et al., 2009).
- Abbildung 2: Kontraktile Elemente des Muskelgewebes (Van den Berg, 2005).
- Abbildung 3: Nicht-kontraktile Elemente des Muskelgewebes (Schünke et al., 2009).
- Abbildung 4: Muskulotendinöser Übergang (Van den Berg, 2005).
- Abbildung 5: Aktin- und Myosinfilamente (Schünke et al., 2009).
- Abbildung 6: Schematische Darstellung eines Gitternetzes (Van den Berg, 2005).

Abkürzungsverzeichnis

ASTE: Ausgangsstellung (Einzahl oder Mehrzahl)

bzw.: beziehungsweise

ES: Effektstärke, Effect Size

evt.: eventuell

ggf.: gegebenenfalls

Lig.: Ligamentum

LWS: Lendenwirbelsäule

M.: Musculus

Mm.: Musculi

N.: Nervus

RCT: Randomized controlled trial; randomisierte kontrollierte Studie

ROM: Range of motion; Bewegungsausmass

SLR: Straight leg raise; standardisierter Test zur Messung der Hüftflexion mit gestrecktem Bein

vgl.: vergleiche

z. B.: zum Beispiel

Danksagung

Ein grosses Dankeschön gilt Herrn Meichtry für seine Hilfe und konstruktive Unterstützung. Weiter danken wir unseren Korrekturlesern für ihr wertvolles Feedback. Zuletzt möchten wir uns gegenseitig beieinander für die gute Zusammenarbeit bedanken.

Eigenständigkeitserklärung

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

Winterthur, 18. Mai 2012

Hauser Martin

Jenni Christa

Anhang

Ausgefüllte Kriterienkataloge

Arnason et al. (2004)

Allgemeine Kriterien

(max. 5 Punkte)

1. Ziel/Hypothese der Studie ist klar beschrieben? 1 Punkt	1
2. Therorieteil mit Hintergrundliteratur (inkl. Klärung von Begriffen) vorhanden? 1 Punkt	0
3. Stand der aktuellen Wissenschaft / bisherige Studien beschrieben? 1 Punkt	1
4. Klinische Relevanz erwähnt? 1 Punkt für die Beschreibung der klinischen Umsetzung/Relevanz, 1 Punkt für die Nennung eines Grenzwertes, ab welchem das Verletzungsrisiko steigt	1
Total Allgemeine Kriterien	3

Validität

(max. 23 Punkte)

5. Anzahl Studienteilnehmer? 4 Punkte für > 150 Teilnehmer, 2 Punkte für 51 bis 150 Teilnehmer, 0 Punkte für ≤ 50 Teilnehmer	4
6. Sind Studienabbrecher erwähnt und ist der Grund für den Abbruch beschrieben? 1 Punkt	0
7. Sind die Teilnehmer genau beschrieben? 1 Punkt pro 2 Eigenschaften: Durchschnittsalter, -grösse, Anzahl Trainings-/ Matchstunden, Profi- oder Breitensportler, ausgeübte Sportart, Geschlecht, allfällige vorangegangene Hamstringsverletzung ist dokumentiert	3
8. Wie wird gemessen? 2 Punkte für genaue Beschreibung der Messung inkl. ASTE und Beschreibung von Drehpunkt und zwei Distanzpunkten, 1 Punkt für Beschreibung von entweder ASTE oder Drehpunkt und zwei Distanzpunkten, 0 Punkte für fehlende Testbeschreibung bzw. Fehlen von ASTE und Drehpunkt/Distanzpunkten	2
9. Validität der Messung: je 1 Punkt für: Physiotherapeut (oder	3

sonstiger Bewegungsspezialist) führt die Messung durch, Messung am gleichen Probanden durch mehrere Personen (= Kontrollmessung), Verwendung von technischen Hilfsmitteln wie Kamera oder PC, Verwendung von Markierungen an den Dreh- und Distanzpunkten, Ausschluss der neuralen Komponente	
10. Wann gilt ein Teilnehmer als verletzt? 1 Punkt für genaue Beschreibung des „Verletzt“-Kriteriums (z. B. Untersuchungsmethode oder Anzahl Tage Pause)	1
11. Statistik: je 1 Punkt A) Durchschnittslänge der gemessenen Muskeln oder durchschnittliches ROM der gemessenen Gelenke werden für verletzte und unverletzte Spieler angegeben B) Standardabweichungen für Werte von A) sind angegeben C) statistische Signifikanz wird angegeben	1 0 1
12. Sind die Ergebnisse der Studie klar und logisch beschrieben? 1 Punkt	1
13. Wurden die Resultate korrekt interpretiert (Diskussion der Ergebnisse nachvollziehbar)? 2 Punkte	2
14. Sind allfällige Biases/Schwachpunkte angesprochen? 1 Punkt	1
Total Validität	19

Total**22 Punkte**

Bennell et al. (1999)

Allgemeine Kriterien

(max. 5 Punkte)

1. Ziel/Hypothese der Studie ist klar beschrieben? 1 Punkt	1
2. Therorieteil mit Hintergrundliteratur (inkl. Klärung von Begriffen) vorhanden? 1 Punkt	1
3. Stand der aktuellen Wissenschaft / bisherige Studien beschrieben? 1 Punkt	1
4. Klinische Relevanz erwähnt? 1 Punkt für die Beschreibung der klinischen Umsetzung/Relevanz, 1 Punkt für die Nennung eines Grenzwertes, ab welchem das Verletzungsrisiko steigt	0
Total Allgemeine Kriterien	3

Validität

(max. 23 Punkte)

5. Anzahl Studienteilnehmer? 4 Punkte für > 150 Teilnehmer, 2 Punkte für 51 bis 150 Teilnehmer, 0 Punkte für ≤ 50 Teilnehmer	2
6. Sind Studienabbrecher erwähnt und ist der Grund für den Abbruch beschrieben? 1 Punkt	0
7. Sind die Teilnehmer genau beschrieben? 1 Punkt pro 2 Eigenschaften: Durchschnittsalter, -grösse, Anzahl Trainings-/ Matchstunden, Profi- oder Breitensportler, ausgeübte Sportart, Geschlecht, allfällige vorangegangene Hamstringsverletzung ist dokumentiert	2
8. Wie wird gemessen? 2 Punkte für genaue Beschreibung der Messung inkl. ASTE und Beschreibung von Drehpunkt und zwei Distanzpunkten, 1 Punkt für Beschreibung von entweder ASTE oder Drehpunkt und zwei Distanzpunkten, 0 Punkte für fehlende Testbeschreibung bzw. Fehlen von ASTE und Drehpunkt/Distanzpunkten	2
9. Validität der Messung: je 1 Punkt für: Physiotherapeut (oder sonstiger Bewegungsspezialist) führt die Messung durch, Messung am gleichen Probanden durch mehrere Personen (= Kontrollmessung), Verwendung von technischen Hilfsmitteln	2

wie Kamera oder PC, Verwendung von Markierungen an den Dreh- und Distanzpunkten, Ausschluss der neuralen Komponente	
10. Wann gilt ein Teilnehmer als verletzt? 1 Punkt für genaue Beschreibung des „Verletzt“-Kriteriums (z. B. Untersuchungsmethode oder Anzahl Tage Pause)	1
11. Statistik: je 1 Punkt A) Durchschnittslänge der gemessenen Muskeln oder durchschnittliches ROM der gemessenen Gelenke werden für verletzte und unverletzte Spieler angegeben	1
B) Standardabweichungen für Werte von A) sind angegeben	1
C) statistische Signifikanz wird angegeben	1
12. Sind die Ergebnisse der Studie klar und logisch beschrieben? 1 Punkt	0
13. Wurden die Resultate korrekt interpretiert (Diskussion der Ergebnisse nachvollziehbar)? 2 Punkte	2
14. Sind allfällige Biases/Schwachpunkte angesprochen? 1 Punkt	1
Total Validität	15

Total**18 Punkte**

Bradley et al. (2007)

Allgemeine Kriterien

(max. 5 Punkte)

1. Ziel/Hypothese der Studie ist klar beschrieben? 1 Punkt	1
2. Therorieteil mit Hintergrundliteratur (inkl. Klärung von Begriffen) vorhanden? 1 Punkt	0
3. Stand der aktuellen Wissenschaft / bisherige Studien beschrieben? 1 Punkt	1
4. Klinische Relevanz erwähnt? 1 Punkt für die Beschreibung der klinischen Umsetzung/Relevanz, 1 Punkt für die Nennung eines Grenzwertes, ab welchem das Verletzungsrisiko steigt	1
Total Allgemeine Kriterien	3

Validität

(max. 23 Punkte)

5. Anzahl Studienteilnehmer? 4 Punkte für > 150 Teilnehmer, 2 Punkte für 51 bis 150 Teilnehmer, 0 Punkte für ≤ 50 Teilnehmer	0
6. Sind Studienabbrecher erwähnt und ist der Grund für den Abbruch beschrieben? 1 Punkt	1
7. Sind die Teilnehmer genau beschrieben? 1 Punkt pro 2 Eigenschaften: Durchschnittsalter, -grösse, Anzahl Trainings-/ Matchstunden, Profi- oder Breitensportler, ausgeübte Sportart, Geschlecht, allfällige vorangegangene Hamstringsverletzung ist dokumentiert	3
8. Wie wird gemessen? 2 Punkte für genaue Beschreibung der Messung inkl. ASTE und Beschreibung von Drehpunkt und zwei Distanzpunkten, 1 Punkt für Beschreibung von entweder ASTE oder Drehpunkt und zwei Distanzpunkten, 0 Punkte für fehlende Testbeschreibung bzw. Fehlen von ASTE und Drehpunkt/Distanzpunkten	0
9. Validität der Messung: je 1 Punkt für: Physiotherapeut (oder sonstiger Bewegungsspezialist) führt die Messung durch, Messung am gleichen Probanden durch mehrere Personen (= Kontrollmessung), Verwendung von technischen Hilfsmitteln	2

wie Kamera oder PC, Verwendung von Markierungen an den Dreh- und Distanzpunkten, Ausschluss der neuralen Komponente	
10. Wann gilt ein Teilnehmer als verletzt? 1 Punkt für genaue Beschreibung des „Verletzt“-Kriteriums (z. B. Untersuchungsmethode oder Anzahl Tage Pause)	1
11. Statistik: je 1 Punkt A) Durchschnittslänge der gemessenen Muskeln oder durchschnittliches ROM der gemessenen Gelenke werden für verletzte und unverletzte Spieler angegeben	1
B) Standardabweichungen für Werte von A) sind angegeben	1
C) statistische Signifikanz wird angegeben	1
12. Sind die Ergebnisse der Studie klar und logisch beschrieben? 1 Punkt	0
13. Wurden die Resultate korrekt interpretiert (Diskussion der Ergebnisse nachvollziehbar)? 2 Punkte	0
14. Sind allfällige Biases/Schwachpunkte angesprochen? 1 Punkt	0
Total Validität	10

Total**13 Punkte**

Gabbe et al. (2004)

Allgemeine Kriterien

(max. 5 Punkte)

1. Ziel/Hypothese der Studie ist klar beschrieben? 1 Punkt	1
2. Therorieteil mit Hintergrundliteratur (inkl. Klärung von Begriffen) vorhanden? 1 Punkt	1
3. Stand der aktuellen Wissenschaft / bisherige Studien beschrieben? 1 Punkt	1
4. Klinische Relevanz erwähnt? 1 Punkt für die Beschreibung der klinischen Umsetzung/Relevanz, 1 Punkt für die Nennung eines Grenzwertes, ab welchem das Verletzungsrisiko steigt	2
Total Allgemeine Kriterien	5

Validität

(max. 23 Punkte)

5. Anzahl Studienteilnehmer? 4 Punkte für > 150 Teilnehmer, 2 Punkte für 51 bis 150 Teilnehmer, 0 Punkte für ≤ 50 Teilnehmer	2
6. Sind Studienabbrecher erwähnt und ist der Grund für den Abbruch beschrieben? 1 Punkt	0
7. Sind die Teilnehmer genau beschrieben? 1 Punkt pro 2 Eigenschaften: Durchschnittsalter, -größe, Anzahl Trainings-/ Matchstunden, Profi- oder Breitensportler, ausgeübte Sportart, Geschlecht, allfällige vorangegangene Hamstringsverletzung ist dokumentiert	1
8. Wie wird gemessen? 2 Punkte für genaue Beschreibung der Messung inkl. ASTE und Beschreibung von Drehpunkt und zwei Distanzpunkten, 1 Punkt für Beschreibung von entweder ASTE oder Drehpunkt und zwei Distanzpunkten, 0 Punkte für fehlende Testbeschreibung bzw. Fehlen von ASTE und Drehpunkt/Distanzpunkten	0
9. Validität der Messung: je 1 Punkt für: Physiotherapeut (oder sonstiger Bewegungsspezialist) führt die Messung durch, Messung am gleichen Probanden durch mehrere Personen (= Kontrollmessung), Verwendung von technischen Hilfsmitteln	1

wie Kamera oder PC, Verwendung von Markierungen an den Dreh- und Distanzpunkten, Ausschluss der neuralen Komponente	
10. Wann gilt ein Teilnehmer als verletzt? 1 Punkt für genaue Beschreibung des „Verletzt“-Kriteriums (z. B. Untersuchungsmethode oder Anzahl Tage Pause)	1
11. Statistik: je 1 Punkt A) Durchschnittslänge der gemessenen Muskeln oder durchschnittliches ROM der gemessenen Gelenke werden für verletzte und unverletzte Spieler angegeben	0
B) Standardabweichungen für Werte von A) sind angegeben	0
C) statistische Signifikanz wird angegeben	1
12. Sind die Ergebnisse der Studie klar und logisch beschrieben? 1 Punkt	1
13. Wurden die Resultate korrekt interpretiert (Diskussion der Ergebnisse nachvollziehbar)? 2 Punkte	2
14. Sind allfällige Biases/Schwachpunkte angesprochen? 1 Punkt	1
Total Validität	10

Total**15 Punkte**

Henderson et al. (2009)

Allgemeine Kriterien

(max. 5 Punkte)

1. Ziel/Hypothese der Studie ist klar beschrieben? 1 Punkt	1
2. Therorieteil mit Hintergrundliteratur (inkl. Klärung von Begriffen) vorhanden? 1 Punkt	0
3. Stand der aktuellen Wissenschaft / bisherige Studien beschrieben? 1 Punkt	0
4. Klinische Relevanz erwähnt? 1 Punkt für die Beschreibung der klinischen Umsetzung/Relevanz, 1 Punkt für die Nennung eines Grenzwertes, ab welchem das Verletzungsrisiko steigt	2
Total Allgemeine Kriterien	3

Validität

(max. 23 Punkte)

5. Anzahl Studienteilnehmer? 4 Punkte für > 150 Teilnehmer, 2 Punkte für 51 bis 150 Teilnehmer, 0 Punkte für ≤ 50 Teilnehmer	0
6. Sind Studienabbrecher erwähnt und ist der Grund für den Abbruch beschrieben? 1 Punkt	1
7. Sind die Teilnehmer genau beschrieben? 1 Punkt pro 2 Eigenschaften: Durchschnittsalter, -grösse, Anzahl Trainings-/ Matchstunden, Profi- oder Breitensportler, ausgeübte Sportart, Geschlecht, allfällige vorangegangene Hamstringsverletzung ist dokumentiert	3
8. Wie wird gemessen? 2 Punkte für genaue Beschreibung der Messung inkl. ASTE und Beschreibung von Drehpunkt und zwei Distanzpunkten, 1 Punkt für Beschreibung von entweder ASTE oder Drehpunkt und zwei Distanzpunkten, 0 Punkte für fehlende Testbeschreibung bzw. Fehlen von ASTE und Drehpunkt/Distanzpunkten	1
9. Validität der Messung: je 1 Punkt für: Physiotherapeut (oder sonstiger Bewegungsspezialist) führt die Messung durch, Messung am gleichen Probanden durch mehrere Personen (= Kontrollmessung), Verwendung von technischen Hilfsmitteln	1

wie Kamera oder PC, Verwendung von Markierungen an den Dreh- und Distanzpunkten, Ausschluss der neuralen Komponente	
10. Wann gilt ein Teilnehmer als verletzt? 1 Punkt für genaue Beschreibung des „Verletzt“-Kriteriums (z. B. Untersuchungsmethode oder Anzahl Tage Pause)	1
11. Statistik: je 1 Punkt A) Durchschnittslänge der gemessenen Muskeln oder durchschnittliches ROM der gemessenen Gelenke werden für verletzte und unverletzte Spieler angegeben B) Standardabweichungen für Werte von A) sind angegeben C) statistische Signifikanz wird angegeben	1 1 1
12. Sind die Ergebnisse der Studie klar und logisch beschrieben? 1 Punkt	0
13. Wurden die Resultate korrekt interpretiert (Diskussion der Ergebnisse nachvollziehbar)? 2 Punkte	1
14. Sind allfällige Biases/Schwachpunkte angesprochen? 1 Punkt	0
Total Validität	11

Total**14 Punkte**

Witvrouw et al. (2003)

Allgemeine Kriterien

(max. 5 Punkte)

1. Ziel/Hypothese der Studie ist klar beschrieben? 1 Punkt	1
2. Therorieteil mit Hintergrundliteratur (inkl. Klärung von Begriffen) vorhanden? 1 Punkt	1
3. Stand der aktuellen Wissenschaft / bisherige Studien beschrieben? 1 Punkt	1
4. Klinische Relevanz erwähnt? 1 Punkt für die Beschreibung der klinischen Umsetzung/Relevanz, 1 Punkt für die Nennung eines Grenzwertes, ab welchem das Verletzungsrisiko steigt	2
Total Allgemeine Kriterien	5

Validität

(max. 23 Punkte)

5. Anzahl Studienteilnehmer? 4 Punkte für > 150 Teilnehmer, 2 Punkte für 51 bis 150 Teilnehmer, 0 Punkte für ≤ 50 Teilnehmer	2
6. Sind Studienabbrecher erwähnt und ist der Grund für den Abbruch beschrieben? 1 Punkt	1
7. Sind die Teilnehmer genau beschrieben? 1 Punkt pro 2 Eigenschaften: Durchschnittsalter, -grösse, Anzahl Trainings-/ Matchstunden, Profi- oder Breitensportler, ausgeübte Sportart, Geschlecht, allfällige vorangegangene Hamstringsverletzung ist dokumentiert	2
8. Wie wird gemessen? 2 Punkte für genaue Beschreibung der Messung inkl. ASTE und Beschreibung von Drehpunkt und zwei Distanzpunkten, 1 Punkt für Beschreibung von entweder ASTE oder Drehpunkt und zwei Distanzpunkten, 0 Punkte für fehlende Testbeschreibung bzw. Fehlen von ASTE und Drehpunkt/Distanzpunkten	2
9. Validität der Messung: je 1 Punkt für: Physiotherapeut (oder sonstiger Bewegungsspezialist) führt die Messung durch, Messung am gleichen Probanden durch mehrere Personen (= Kontrollmessung), Verwendung von technischen Hilfsmitteln	1

wie Kamera oder PC, Verwendung von Markierungen an den Dreh- und Distanzpunkten, Ausschluss der neuralen Komponente	
10. Wann gilt ein Teilnehmer als verletzt? 1 Punkt für genaue Beschreibung des „Verletzt“-Kriteriums (z. B. Untersuchungsmethode oder Anzahl Tage Pause)	1
11. Statistik: je 1 Punkt A) Durchschnittslänge der gemessenen Muskeln oder durchschnittliches ROM der gemessenen Gelenke werden für verletzte und unverletzte Spieler angegeben	1
B) Standardabweichungen für Werte von A) sind angegeben	1
C) statistische Signifikanz wird angegeben	1
12. Sind die Ergebnisse der Studie klar und logisch beschrieben? 1 Punkt	1
13. Wurden die Resultate korrekt interpretiert (Diskussion der Ergebnisse nachvollziehbar)? 2 Punkte	2
14. Sind allfällige Biases/Schwachpunkte angesprochen? 1 Punkt	1
Total Validität	16

Total**21 Punkte**

Tabelle Effektstärke

Studie	Beschrieb	ROM verl.	ROM unverl.	Differenz	SD verl.	SD unverl.	gepoolte SD	n verl.	n unverl.	ES	statistische Signifikanz	
Arnason	Hamstringsflexibilität in Grad	116.6	113.2	-3.4	15.3	13	13.08050754	17	481	-0.25993	0.32	
Bennell	Hüftflexion in Grad	79.7	77.8	-1.9	10.3	10.9	10.83698085	8	59	-0.17533	0.82	
Bennell	Toe-touch-distance in cm	1.3	2.6	1.3	9.1	9.2	9.189283056	8	59	0.141469	0.76	
Bradley	Hüftflexoren (Hüftextension in Grad)	9.9	12.9	3	3	4.2	3.988984833	7	25	0.752071	0.03	
Bradley	Hüftextensoren (Flexion in Grad)	102.1	98.1	-4	11.4	10.6	10.67300057	4	32	-0.37478	0.39	
Bradley	Knieflexoren (Knieextension in Grad)	182.1	179.5	-2.6	2.6	2.5	2.52705362	9	23	-1.02887	0.01	
Witvrouw	Hamstringsflexibilität in Grad	88.1	94.6	6.5	14	12.5	12.82697353	31	115	0.506745	0.02	
Witvrouw	Quadricepsflexibilität in Grad	120.8	128.8	8	18	16.5	16.63016837	13	133	0.481053	0.047	
		Risk Ratio										
Gabbe	beweglichere Gruppe										0.3	0.022
	weniger bewegliche Gruppe										2.8	0.076
		Odds Ratio										
Henderson	1° Abnahme (ROM der Hüftflexion)										0.77	0.023

Email-Verkehr

Email an Mr. Portas betreffend der Studie von Bradley et al. (2007)
(27. Februar 2012)

Dear Mr. Portas

for my bachelor's thesis, I was reading your study "The relationship between preseason range of motion and muscle strain injury in elite soccer players".

In the abstract, it says "Soccer players sustaining a muscle strain injury in the hip flexors or knee flexors had lower preseason ROM ($p < 0.05$) in these muscle groups compared with uninjured players. Similar trends were observed for the remaining muscle groups, but all failed to reach statistical significance ($p > 0.05$)."

Table 1 shows the range of motion. Hip flexors show a ROM of 12.9 in the uninjured players and 9.9 in the injured players, which is fully understandable. The Knee flexors, in contrast, show a mean ROM of 179.5 for the uninjured players and 182.1 for the injured players, which I don't understand for in my opinion it is contradicting to what you're saying in the abstract.

Also, in the abstract it says there's a similar trend for the remaining muscle groups - but table 1 shows only hip flexors and knee extensors to be shorter in the injured group - Hip extensors, Knee flexors, ankle dorsiflexors and ankle plantar-flexors are longer in the injured group.

Can you explain me the data of table 1? I'm really interested in using your study but honestly do have problems to understand it.

Kind regards

Christa Jenni

student of physiotherapy

ZHAW Winterthur

Switzerland

Wortzahlen

Wortzahl Abstract: 166

Wortzahl Arbeit: 11'777