
Prädiktoren des Patellofemorales Schmerzsyndroms bei Läufern

Bachelor Thesis

ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften



Ariane Schwank
Matrikelnummer: S06-539-274
Seehaldenstrasse 58
8800 Thalwil

Karin Kreis
Matrikelnummer: S06-539-100
Gerichtshausstrasse 18
8750 Glarus

Departement:
Studienrichtung:
Studienjahrgang:
Betreuende Lehrperson:
Datum der Abgabe:

Gesundheit
Physiotherapie
PT06
André Meichtry
19.06.2009

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Danksagung | 1 |
| Abstract | 2 |
| 1. Einleitung..... | 4 |
| 1.1. Methodik..... | 5 |
| 2. Patellofemorales Schmerzsyndrom | 6 |
| 2.1. Epidemiologie..... | 6 |
| 2.2. Terminologie | 6 |
| 2.3. Anatomie und Biomechanik des Patellofemorales Gelenkes..... | 7 |
| 2.4. Diagnose Patellofemorales Schmerzsyndrom..... | 9 |
| 3. Beeinflussende biomechanische Faktoren des Patellofemorales Schmerzsyndroms..... | 11 |
| 3.1. Der Q-Winkel..... | 11 |
| 3.2. Genu varum, valgum und recurvatum | 12 |
| 3.3. Die Beinlängendifferenz | 13 |
| 3.4. Der Fuss..... | 13 |
| 3.5. Der M. Quadriceps | 14 |
| 4. Prädiktoren des Patellofemorales Schmerzsyndroms bei Läufern | 17 |
| 4.1. Präsentation der Hauptstudien mit Diskussion und Beurteilung..... | 18 |
| 4.1.1. Studie 1 | 18 |
| 4.1.2. Studie 2 | 20 |
| 4.1.3. Studie 3 | 23 |
| 4.1.4. Studie 4 | 25 |
| 4.1.5. Studie 5 | 27 |
| 4.1.6. Studie 6 | 29 |
| 4.1.7. Studie 7 | 31 |

| | | |
|--------|--|----|
| 5. | Welche Prädiktoren findet man im Zusammenhang mit der Entstehung des Patellofemorales Schmerzsyndroms bei Läufern? | 34 |
| 5.1. | Definition Prädiktoren | 34 |
| 5.2. | Alter | 34 |
| 5.3. | Geschlecht | 35 |
| 5.4. | Body Mass Index (BMI) | 36 |
| 5.5. | Trainingsbedingte Prädiktoren | 37 |
| 5.5.1. | Trainingskilometer pro Woche | 37 |
| 5.5.2. | Schuhe | 38 |
| 5.5.3. | Topographie | 39 |
| 5.5.4. | Erfahrung im Laufsport | 40 |
| 5.5.5. | Trainingsfrequenz pro Woche | 41 |
| 5.6. | Vorgängige Verletzungen | 42 |
| 5.7. | Grösse | 43 |
| 6. | Fazit | 46 |
| 7. | Literaturverzeichnis | 48 |
| 7.1. | Abbildungsverzeichnis | 52 |
| 7.2. | Tabellenverzeichnis | 53 |
| | Eigenständigkeitserklärung | 54 |
| 8. | Anhang | 55 |
| 8.1. | Verzeichnis für Definitionen | 55 |
| 8.2. | Formular zur Studienbeurteilung | 57 |
| 8.3. | Matrix | 60 |

Danksagung

An dieser Stelle möchten wir uns bei denjenigen bedanken, die uns bei unserer Arbeit mit Rat und Tat sowie konstruktiven Anregungen unterstützt haben. Ein spezieller Dank gilt in erster Linie unserer Betreuungsperson André Meichtry, der uns mit seinem fachlichen Wissen immer wieder auf den richtigen Weg gebracht hat. Weiter danken wir unseren Familien und Freunden, speziell Andi Kreis, Thomas Kreis, Thomas Schwank und Patric Schöchlin.

Abstract

Hintergrund: Der Enthusiasmus für den Laufsport hat in den vergangenen Jahrzehnten stark zugenommen und so auch das Verletzungsrisiko. Das Patellofemorale Schmerzsyndrom (engl. *Patellofemoral Pain Syndrome*, PFPS) wurde hierbei in verschiedenen Studien als häufigste Verletzung gemessen.

Ziel: In dieser Bachelorarbeit wurden Überbelastungsverletzungen, wie das Patellofemorale Schmerzsyndrom, im Laufsport näher betrachtet und diskutiert. Das Ziel war es, mit Hilfe von publizierten Studien, Prädiktoren des Patellofemorales Schmerzsyndroms bei Läufern aufzuzeigen. Es wurden sieben Studien integriert, wobei deren drei das PFPS und deren vier unspezifische *overuse* Verletzungen (siehe Anhang) der unteren Extremität thematisierten.

Methodik: Die Recherche wurde unter Verwendung der Datenbanken Pubmed–Medline, PEDro, sowie der Suchmaschine des *British Journal of Sports Medicine*, zwischen Dezember 2008 und April 2009, durchgeführt.

In dieser Arbeit wurden Prädiktoren wie Alter, Grösse, Geschlecht, BMI (siehe Anhang), Schuhe, Topographie, Lauferfahrung, vorgängige Verletzungen, Trainingssequenzen und die Kilometerzahl pro Woche als begünstigende Verletzungsfaktoren ermittelt.

Resultate: Resultierend aus den Recherchen konnten die Prädiktoren Alter, Grösse, Geschlecht, Schuhe sowie eine erhöhte Trainingsintensität, als Risiko erhöhende Faktoren für das PFPS erkannt werden. Die Ergebnisse der Prädiktoren Alter und Grösse wurden in einer retrospektiven Studie mit einer Signifikanz von $p < 0.05$ gemessen. Es zeigte sich zudem, dass Frauen häufiger ein PFPS entwickeln als Männer. Die Prädiktoren Schuhe und Trainingsintensität galten in zwei prospektiven Studien als signifikant beeinflussend mit je $p < 0.05$.

Konklusion: Aufgrund begrenzter Resultate im Bereich des PFPS, wurde ein angrenzender Forschungsbereich, nämlich unspezifische Verletzungen der unteren Extremität (UE) bei Läufern, in die Arbeit mit einbezogen. Mit Hilfe der ergänzenden Variable kristallisierte sich heraus, dass von den untersuchten Prädiktoren die Summation der Trainingskilometer pro Woche ($>32\text{km/Wo}$), eine vorgängige Verletzung, der BMI $<19.2\text{kg/m}^2$ und $>27\text{kg/m}^2$, sowie ein geringeres Alter die Wahrscheinlichkeit der Entstehung einer Verletzung der UE bei Läufer erhöhen.



Zukünftig ist es essentiell, dass weitere Forschungen bezüglich Prädiktoren des Patellofemorales Schmerzsyndroms bei Läufern betrieben werden. Die hohe Prävalenz des PFPS in der Laufbevölkerung spricht dafür.

1. Einleitung

Laufen ist eine der einfachsten und effizientesten Sportarten, um die eigene Ausdauer zu erhalten und den Ausgleich im Alltag zu finden. Da auch wir dem Laufen mit Enthusiasmus nachgehen, war das Interesse an einer Arbeit zu dieser Thematik gross. Durch das Erfahren eigener Laufverletzungen und das Interesse an deren Ursachen, entwickelte sich die primäre Fragestellung. Die Grundidee war nach Kausalitäten des *Runner's Knee* (Läuferknie, Schmerzen im Kniegelenk) zu suchen und diese aufzuzeigen. Allerdings erwies sich die Verwendung des Begriffes *Runner's Knee* als ungeeignet, da es keine wissenschaftliche Definition ist, sondern vorwiegend im Volksmund verwendet wird. Durch die Bearbeitung von Studien wurde erkannt, dass das *Runner's Knee* am häufigsten als Patellofemorales Schmerzsyndrom beschrieben wird. Das Zusammentragen von Kausalitäten für dieses Syndrom hätte allerdings den Rahmen einer Bachelorarbeit gesprengt. Folgend kristallisierte sich die definitive Fragestellung der vorliegenden Arbeit heraus. Welche Prädiktoren findet man in Zusammenhang mit der Entstehung des Patellofemorales Schmerzsyndroms bei Läufern? Wie nachfolgend beschrieben, ist dieses ein multifaktorielles Syndrom, dessen einzelne Faktoren noch vage definiert sind. Das Ziel dieser Arbeit ist es, Prädiktoren, die das Patellofemorale Schmerzsyndrom begünstigen, aufzulisten und zu beurteilen. Prädiktoren beinhalten in dieser Arbeit Faktoren wie Alter, Geschlecht, BMI und Grösse eines Läufers, sowie verschiedene Trainingseigenschaften und vorgängige Verletzungen.

Bemerkung: Das Syndrom wird in dieser Studienarbeit als Verletzung durch Überbelastung im Laufsport angesehen.

Seit den 70er Jahren stieg das Interesse an sportlicher Aktivität stets an. Der Laufsport ist und bleibt wegen seiner Einfachheit und ökonomischen Natur die Sportwahl Nummer eins (Taunton, Ryan, Clement, McKenzie, Lloyd-Smith und Zumbo, 2002). Jährlich verletzen sich allerdings bis zu 70% (Duffey, Martin, Cannon, Craven & Messier, 2000 und Hreljac, Marshall & Hume, 2000) der Läufer, was sie zwingt medizinische Dienste in Anspruch zu nehmen oder gar den Laufsport aufzugeben. Das Knie ist bei Läufern mit 42% das meistbetroffene Gelenk für Verletzungen, wobei das Patellofemorale Schmerzsyndrom die häufigste Verletzung ist (Taunton, Ryan, Clement, McKenzie, Lloyd-Smith & Zumbo, 2003, Lun,

Meeuwisse, Stergiou & Stefanyshyn, 2004 und Thijs, De Clercq, Roosen & Witvrouw, 2008). Bis anhin wurden die genauen Mechanismen und Ursachen des PFPS noch nicht eruiert, man geht aber davon aus, dass eine Kombination aus genetischen, biomechanischen, trainingsbedingten und anatomischen Faktoren dieses Syndrom verursachen (Duffey et al., 2000 und Hreljac, 2004).

1.1. Methodik

Die Hauptrecherche dieser Arbeit wurde mit Hilfe der Datenbanken Pubmed–Medline und PEDro von Dezember 2008 bis April 2009 durchgeführt. In der Pubmed Datenbank wurden durch die Benützung von MeSH Schlagwörter geliefert, die für eine effiziente Recherche eingesetzt werden konnten. Es wurden Wörter verwendet, wie "*Patellofemoral Pain Syndrome*" [Mesh] AND "*running*" [Mesh], "*Patellofemoral Pain Syndrome*" [Mesh] AND "*Athletic Injuries*" [Mesh] AND "*running*" [Mesh], "*predicting Factors*" [Mesh] AND "*Patellofemoral Pain Syndrome*" [Mesh], "*Risk Factors*" [Mesh] AND "*Patellofemoral Pain Syndrome*" [Mesh]. Diese Begriffe wurden auch einzeln in die jeweiligen Suchmaschinen eingegeben. Zusätzlich wurde die Webseite des *British Journal of Sports Medicine* hinzugezogen, wodurch die Mehrheit der Studien zusammengetragen werden konnte. Ergänzend wurden Titel aus Literaturverzeichnissen von Studien und Reviews in die Pubmed Suchmaschine eingegeben. Schliesslich bestand die Suche darin, Autorennamen wie Witvrouw, Messier, Duffey, Taunton etc. im Pubmed einzugeben.

Für die Beantwortung der Fragestellung wurden sieben Studien benützt, wobei vier im prospektiven und drei im retrospektiven Design publiziert wurden.

Die Arbeit gliedert sich in zwei Teile. Im ersten Teil wird das Basiswissen zum Thema Patellofemorales Schmerzsyndrom aufgezeigt. Der Hauptteil umfasst sieben Hauptstudien, deren Beurteilungen und Diskussionen, sowie die Beantwortung der Fragestellung.

Gendergerechtigkeit: Um die Klarheit des Textes zu wahren wurde stets nur die männliche Form, wie Probanden, Läufer etc. verwendet. Selbstverständlich ist aber auch immer die weibliche Form damit gemeint. Die ausschliessliche Verwendung der männlichen Form sollte daher nicht als Diskriminierung aufgefasst werden. In wichtigen Textpassagen wurden die Formen jedoch separat beschrieben.

2. Patellofemorales Schmerzsyndrom

2.1. Epidemiologie

Wie epidemiologische Studien gezeigt haben, gehören Läufer zu den meist verletzten Sportlern, wobei die häufigste Verletzung das Patellofemorale Schmerzsyndrom darstellt. Laut LaBella (2004) manifestiert sich dieses zu 33% bei Frauen und zu 18% bei Männern und auch gemäss Taunton et al. (2002) waren Frauen häufiger betroffen als Männer (62% zu 38% aus 331 Läufern). Andere Studien erkennen jedoch keine Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Sportlern. Durch das wachsende Interesse der Bevölkerung am Laufsport zählen vor allem Freizeitläufer zur Risikogruppe des Patellofemorales Schmerzsyndroms (Thijs et al., 2008). Leider weiss man heute, trotz der hohen Verletzungsrate im Laufsport (bis zu 70% pro Jahr) wenig über die Entstehung der verschiedenen Verletzungen. Die Forscher sprechen beim Patellofemorales Schmerzsyndrom von einem multifaktoriellen Syndrom, dessen auslösende Faktoren noch definiert werden müssen (Duffey et al., 2000 und Thijs et al., 2008).

2.2. Terminologie

Die Bezeichnung Patellofemorales Schmerzsyndrom wird in der Literatur als Schmerz, der durch das Patellofemorale Gelenk verursacht wird, beschrieben (Fulkerson, Buuck, Dye, Farr & Post, 2004). Die klare Definition existiert bis anhin nicht, weil die Patienten unter anderem eine grosse Vielfalt an Symptomen zeigen, die sich in Schmerzstärke und -lokalisierung unterscheiden (Witvrouw, Werner, Mikkelsen, Van Teggelen, Vanden Berghe & Cerulli, 2005). Das Patellofemorale Gelenk wird von verschiedenen Strukturen umgeben, die ebenfalls Ursache der Schmerzen sein können. Um diese Strukturen – meist Bänder und Muskeln – mit einbeziehen zu können, sprechen die Autoren oft auch von anterioren Knieschmerzen (Fulkerson et al., 2004, LaBella, 2004 und Witvrouw et al., 2005). Zu beachten ist, dass es in der Literatur oft Uneinigigkeiten bezüglich Patellofemoralem Schmerzsyndrom und Knorpelschädigung des Knies gibt. Witvrouw et al. (2005) beispielsweise beschreiben das PFPS als „wastebasket“ (Papierkorb), als ein Syndrom, das verschiedenste Schmerzqualitäten und pathologische Strukturen beinhaltet, unter anderem Chondromalacia Patellae. Fulkerson et al. (2004) und

LaBella (2004) hingegen extrahieren Chondromalacia Patellae klar vom Patellofemorales Schmerzsyndrom oder anterioren Knieschmerz.

Die Autoren Ivkovic, Franic, Bojanic & Pecina (2007) und Witvrouw et al. (2005) setzen zusätzlich den Fokus auf das Abgrenzen des Patellofemorales Schmerzsyndroms von anderen Pathologien wie Sinding-Larsen-Johanson, Osgood-Schlatter, Peripatelläre Bursitis, Entzündung des Hoffa'schen Fettkörpers oder dem Plicae-Syndrom.

Bemerkung: In dieser Arbeit wird anteriorer Knieschmerz dem Patellofemorales Schmerzsyndrom gleichgesetzt, da dies in vielen Studien genauso gemacht wird. (Duffey et al., 2000, Witvrouw et al., 2005, Fulkerson et al., 2004 und LaBella 2004).

2.3. Anatomie und Biomechanik des Patellofemorales Gelenkes

Das Kniegelenk, *articulatio genus*, setzt sich aus dem femorotibialen und patellofemorales Gelenk zusammen. Als grösstes menschliches Gelenk ist es ein Getriebeelenk, eine Sonderform eines Scharniergelenkes. Die Fibula ist mit dem Kniegelenk nicht verbunden, sondern bildet mit der Tibia ein eigenständiges, straffes Gelenk (Netter, 2003).

Die artikulierenden Flächen des Knies setzen sich aus den Femurkondylen und dem Tibiaplateau zusammen. Dadurch entsteht eine Inkongruenz der Gelenkflächen, die einerseits durch dicke Knorpelschichten, andererseits durch Einschaltung der Menisken ausgeglichen wird. Bei Veränderung der Kniegelenksstellung entsteht eine Roll-Gleit Bewegung der Femurkondylen auf dem Tibiaplateau. Voraussetzung und Koordinationszentrum dieser Bewegungskomponenten sind das vordere und hintere Kreuzband (*Ligg. Cruciatum anterior et posterior*). Sie stabilisieren Tibia und Femur in der Sagittalebene und verhindern so eine Subluxation beider Gelenkspartner nach anterior oder posterior. Unterstützt werden die Kreuzbänder von den *Ligg. Collateralia*, die jeweils an den Seiten des Femur zur Tibia ziehen (Hochschild, 2002, Schünke, Schulte & Schumacher, 2007 und Platzer, 2005). Weiter wird das Kniegelenk von Fasern der *Mm. Vastii mediales et laterales* des *M. Quadriceps*, den *Retinacula patellae mediale und laterale*, geschützt und stabilisiert.

Der *Musculus Quadriceps* hat vier Teile, die sich in *M. vastus medialis* mit *vastus medialis obliquus*, *vastus lateralis*, *rectus femoris*, und *vastus intermedius* unterteilen. Seine Funktion besteht in der Streckung des Knies und funktionellen Stabilität des Gelenkes (Schünke et al., 2007). In die Sehne des *Quadriceps* ist die Kniescheibe

(Patella) eingelagert, die durch die Artikulation mit dem Femur das zweite Gelenk des Knies bildet. Die Patella ist das grösste Sesambein des menschlichen Körpers und zeigt von ventral betrachtet eine konvexe, meist dreieckige Form und Fläche (Facies anterior patellae), die proximal an der Basis breiter ist als distal am Apex. Die Oberfläche dieser Facies ist rau und dient der Quadricepssehne als Insertionsstelle. Die dorsale, artikulierende Fläche (Facies articularis patellae) besitzt einen vertikalen First, der sie in eine breite, laterale und schmale, mediale Hälfte unterteilt. Die artikulierende Fläche des Femurs zur Patella, die Trochlea femoris, ist herzförmig, konkav und wird von den Kondylen geformt. Die Hauptfunktion der Patella ist es, die Kraft ausgehend vom M. Quadriceps zu zentralisieren und reibungsarm über das Ligamentum patellae auf die Tibia zu transferieren. Durch ihre Lage vergrössert sie den Hebelarm des Quadriceps, wobei Kräfte von bis zu 50% (LaBella, 2004) eingespart werden. Die Patella hebt zudem das Ligamentum Patellae an, um es vor Abschürfungen am Femur und der Tibia zu schützen (LaBella, 2004).

Wird das Knie flektiert, so wird die Patella in den ersten 20-30° vorwiegend von den Bändern geführt, ab 45° liegt sie in der Furche der Trochlea und wird durch die ossären Strukturen stabilisiert. Bei aktiver Flexion wird im Quadriceps eine Spannung generiert, die via Patella auf das Ligamentum Patellae zur Tibia übertragen wird. Dabei entsteht eine Kompressionskraft der Patella auf die Trochlea, resultierend aus den Vektoren der Quadricepssehne und dem Lig. Patellae. Diese Kraft wird als Gelenksreaktionskraft des Patellofemorales Gelenks (engl. *Patellofemoral joint reaction force*, PFJR) bezeichnet. Diese Gelenksreaktionskraft wurde auf verschiedene Aktivitäten im Alltag übertragen. Dabei wird gezeigt, dass im Gehen eine Kraft der Hälfte des Körpergewichts (KG), beim Treppensteigen das 3-4fache des KG, beim Knien das 7-8fache des KG und beim Springen das 20fache des Körpergewichts auf die Patella und den distalen Femur wirken (LaBella, 2004).

Wenn also die vom Quadriceps produzierte Kraft 1'000 beträgt, ergäbe dies bei 5° Knieflexion eine Belastung von 60kg auf das Patellofemorale Gelenk. Je nach Tätigkeit und Spannung des Muskels können bei 90° Flexion Kräfte zwischen 5'000N und 20'000N (300-1'200kg) (Sanchis-Alfonso, Prat-Pastor, Atienza-Vicente, Puig-Abbs & Comin-Clavijo, 2006) auf die Patella wirken. Das Patellofemorale Gelenk ist somit das höchstbelastete Gelenk des Körpers und zeigt daher auch frühdegenerative Veränderungen.

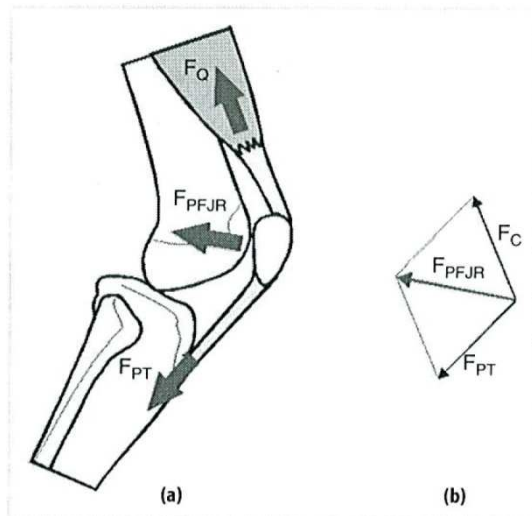


Abbildung 1: Patellofemoral Joint Reaction Force (PFJR) (Sanchis-Alfonso et al., 2006)

2.4. Diagnose Patellofemorales Schmerzsyndrom

Wichtig bei der Diagnosestellung des Patellofemorales Schmerzsyndroms ist die Kenntnis der Krankengeschichte des Patienten. Vorgängige chirurgische Eingriffe, ärztliche oder therapeutische Behandlungen, sowie die Hintergründe von Schmerzen im anterioren Kniebereich oder in benachbarten Gelenken. Man sollte auch über Arbeitsplatzumstände und Präferenzen in der Freizeitgestaltung des Patienten Bescheid wissen. Weiter wird ein physischer Untersuchung durchgeführt, um Schmerz beeinflussende Faktoren zu finden. Um defekte Strukturen zu erfassen, differenziert man die Lokalisation und Qualität des Schmerzes, fokussiert bei den nachfolgenden Tests das Patellofemorales Gelenk und testet das Gleiten der Patella. Ergänzend wird eine Palpation des Patellofemorales Gelenkes durchgeführt, um die Symptome zu reproduzieren (Fulkerson et al., 2004). Fulkerson et al. (2004) verwenden die Messung des Quadricepswinkels (Q-Winkels) als zusätzlichen Test zur Diagnostizierung des PFPS. Dieser Q-Winkel wird durch die Gerade, die die Spina iliaca anterior superior mit der Mitte der Patella verbindet und weiter nach kaudal verlängert wird, sowie der Geraden von der Patellamitte zur Tuberositas Tibiae, gebildet. Der Q-Winkel beträgt bei Männern ca. 10° und bei Frauen ca. 15° (Hochschild, 2002). Fulkerson et al. (2004) weisen darauf hin, dass in der Forschung ein grosser Q-Winkel ($>20^\circ$) keinen signifikanten Faktor zur Entwicklung von anterioren Knieschmerzen darstellt. Duffey et al. (2000) und Thijs et al. (2008) bestätigen diese Erkenntnis, deklarieren aber zusätzlich, dass jeweils bei Patienten

mit PFPS ein leicht erhöhter Q-Winkel zu messen sei und empfehlen daher trotzdem eine Messung in den Untersuch mit einzubeziehen.

Ergänzend werden das Bewegungsausmass der Knie, die Achse der Beine, die Beinlänge, sowie die Hüfte und die Stellung des Beckens untersucht. Ein spezielles Augenmerk wird auf den M. Quadriceps gelegt, da dieser die Patella stark beeinflusst. Steiner et al. (2001; zit. Witvrouw et al., 2005) beschreiben, dass der Quadriceps ein wichtiger Faktor für ein schlechtes Patellofemorales *Alignment* (siehe Anhang) darstellt. Denn ungefähr die Hälfte der untersuchten Patienten (52%) zeigte bei Kontraktion des Muskels eine ungünstige Stellung der Patella. Ist die Kniescheibe bereits in Ruhe nicht in ihrer optimalen Position, so müssen andere Strukturen, so z.B. die Bänder, kompensieren.

Patienten mit PFPS klagen beim Treppen hinauf- und hinuntersteigen oder beim In-die-Knie-gehen über Schmerzen im anteriore Kniebereich (Arroll & Edwards, 1999). Anstrengende exzentrische oder konzentrische Extensionsmechanismen im Knie können bei ungenügender Flexibilität oder Kraft des Quadriceps unter anderem eine Überbelastung auf das Patellofemorale Gelenk bewirken und so Schmerzen auslösen. Symptome können auch nach langem Sitzen (wie beim Autofahren oder nach einem Opernbesuch) auftreten.

Thijs et al. (2008) sprechen dann von einem PFPS, wenn zwei von vier spezifischen Assessments positiv getestet werden. Die Tests werden als positiv betrachtet, sobald die bekannten Schmerzen ausgelöst werden.

- ASTE: Knie in endgradiger Extension: es wird eine manuelle Kompression auf die Patella gegen den Femur ausgeübt.
- Palpation der Patella: Man stellt eine Empfindlichkeit der posterioren Fläche der medialen oder lateralen Patellarkante fest.
- Der Patient bewegt das Knie gegen Widerstand in die Extension.
- ASTE: Knie in 15° Flexion: Bei isometrischer Quadriceps-Kontraktion wird suprapatellar ein Widerstand gegeben.

Es wird hier betont, dass andere Strukturen, wie Bursae, Plicae synoviales, Tractus iliotibialis, Menisci, Hoffascher Fettkörper, oder angrenzende Muskeln negative Testergebnisse zeigen müssen, um das Patellofemorale Schmerzsyndrom diagnostizieren zu können (Thijs et al., 2008).

3. Beeinflussende biomechanische Faktoren des Patellofemorales Schmerzsyndroms

Viele Forscher versuchen Faktoren, die eine Sportverletzung wie z.B. das PFPS provozieren, zu kategorisieren. Lun et al. (2004) und Meuwisse (1994; zit. Witvrouw et al., 2006) sprechen beispielsweise von intrinsischen und extrinsischen Faktoren, die eine solche Verletzung verursachen können. Dabei zählen Lun et al. (2004) Genu varum, valgum und recurvatum, sowie den Q-Winkel, die Beinlängendifferenz, die vergrösserte OSG Dorsalextension, die Tibiatorsion sowie einen Varus des Subtalus und Vorfusses, zu intrinsischen Faktoren. Anders hingegen Meuwisse (1994; zit. Witvrouw et al., 2006), der Alter, Geschlecht, Gewicht, Krankengeschichte, allgemeine Fitness, das Körperalignment und die posturale Kontrolle als intrinsische Faktoren bezeichnet. Extrinsische Faktoren werden von beiden Autoren als Einflüsse, die von aussen auf den Körper wirken, definiert. Damit sind Sportart, Trainingsintensität, die Trainingsumgebung, sowie die benützte Ausrüstung gemeint (Witvrouw, Lysens, Bellemans, Cambier & Vanderstraeten 2000).

Im nächsten Abschnitt wurde untersucht, inwiefern ausgewählte biomechanische Faktoren mit der Entstehung des Patellofemorales Schmerzsyndroms korrelieren.

Die aufgeführten biomechanischen Faktoren wurden aus vier prospektiven Studien, vier Büchern und zwei Reviews erfasst und zusammengetragen.

3.1. Der Q-Winkel

Zur Bestimmung der Patellastellung zeigt sich der Quadricepswinkel als geeignetes Mittel (LaBella, 2004). In vielen Studien wurden allerdings keine signifikanten Resultate für die Entstehung des Patellofemorales Schmerzsyndroms erforscht. Taunton et al. (2002) zeigten in ihren Berechnungen, dass nur 6% der PFPS Patienten einen grösseren Q-Winkel aufwiesen. Ebenso wenig konnten die Autoren LaBella (2004) und Waryasz et al. (2008) eine Verbindung zwischen dem PFPS und einem grossen Q-Winkel bei Läufern herstellen. Diese Messmethode dient vorwiegend zur Beurteilung des statischen *Alignments* der unteren Extremität (LaBella, 2004). Ein grösserer Q-Winkel bewirkt ausschliesslich, dass sich der Flächenkontakt und die Belastung auf das Gelenk verändern und so pathologische degenerative Veränderungen als Folge entstehen können (Waryasz et al., 2008).

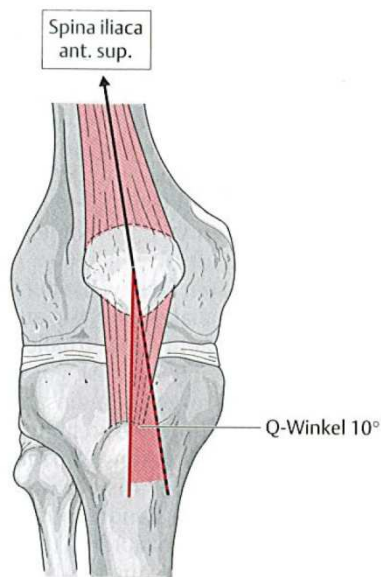


Abbildung 2: Quadricepswinkel (Hochschild, 2002)

3.2. Genu varum, valgum und recurvatum

Sobald das Genu varum als beeinflussender Faktor für das Patellofemorale Schmerzsyndrom zur Diskussion steht, teilen sich die Meinungen. Eine Korrelation hängt stark davon ab, wie das Kniealignment gemessen wurde und wie gross und homogen die Stichprobe war. Taunton et al. (2002) berichteten, dass von den 331 Läufern mit Patellofemoralem Schmerzsyndrom 106 (32%) ein Genu varum zeigten. Lun et al. (2004) massen ebenfalls eine Verbindung zwischen dem PFPS und dem Genu varum bei Läufern. Gleichzeitig wiesen sie darauf hin, dass die zu kleine Stichprobe von sechs Läufern mit PFPS, trotz statistischer Signifikanz, nicht in die Klinik zu übertragen ist. In ihrer Studie mit 282 Studenten, die über zwei Jahre alle dasselbe Sportprogramm durchführten, mussten sich Witvrouw et al. (2000) mit derselben Problematik auseinandersetzen. Sie suchten nach intrinsischen Faktoren, die das PFPS bei sportlich aktiven Menschen auslösen, konnten aber aufgrund der zu kleinen PFPS-Stichprobe keine Vergleiche mit der Kontrollgruppe herstellen. Milgrom, Finestone, Eldad & Shlamkovitch (1991) präsentieren in ihrer Stichprobe im Umfang von 60 Rekruten mit anterioren Knieschmerzen, das Genu varum als Risikofaktor für das Patellofemorale Schmerzsyndrom. Sie konnten also eine signifikante Korrelation zwischen dem Genu varum und dem Syndrom feststellen.

Allerdings ist hier die Sprache von Rekruten, die neben dem Laufen auch andere Aktivitäten ausübten.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass der Faktor Genu varum bei Läufern zwar oft mit dem Patellofemoralem Schmerzsyndrom verbunden werden kann, aufgrund des zu grossen Messfehlers oder der zu kleinen Stichproben, aber nicht als evident erklärt werden kann (Witvrouw et al., 2006 und Taunton et al., 2002).

Setzt man den Fokus auf das Genu valgum oder recurvatum, so findet man noch weniger Resultate, die auf einen Einfluss auf das Patellofemorale Schmerzsyndrom hinweisen können. Es gehört zum Untersuch, die Statik der Beine zu messen, daher werden Genu valgum und recurvatum oft erwähnt, aber keine Studie konnte eine Relevanz für das Syndrom entdecken. Die Genu valgum und recurvatum wurden daher von Lun et al. (2004) als nicht tragende biomechanische Faktoren in Bezug auf das Patellofemorale Schmerzsyndrom bezeichnet.

3.3. Die Beinlängendifferenz

Duffey et al. (2000) untersuchten in ihrer Studie die relative und die absolute Beinlängendifferenz als beeinflussende Faktoren. Die relative Beinlänge wurde in Rückenlage vom Umbilicus (Bauchnabel) zum medialen Malleolus gemessen und die absolute Beinlänge von der Spina iliaca anterior superior zum medialen Malleolus. Bei der absoluten, wie auch der relativen Beinlängendifferenz war keine Verbindung zum PFPS erkennbar, es besteht keine Signifikanz (Duffey et al., 2000).

3.4. Der Fuss

In der Studie von Duffey et al. (2000) wird beschrieben, dass sich das Läufergewicht in den ersten 10% der Standbeinphase beim Laufen um die Gravitation (9.81m/s) vergrössert und so die Belastung auf die Beine erhöht ist. Gleichzeitig proniert der Fuss um die Absorption des Aufpralls zu unterstützen. Ist die Pronation vermindert und der Fuss somit rigider, so erklären die Forscher, dass die Schläge des Aufpralls direkt in die Knie weitergeleitet und dort gedämpft werden müssen. Um diese Dämpfung zu gewährleisten, wird das Knie flektiert, was die Patellofemorale Gelenksreaktionskraft und folglich die Belastung auf dieses Gelenk stark erhöht (Sanchis-Alfonso et al., 2006). In ihrer Studie zeigten Duffey et al. (2000), dass die

PFPS - Läufer (n=99) 25% weniger Pronation in dieser ersten kritischen Phase des Laufzyklus aufwiesen, als die unverletzten Läufer (n=70).

Thijs et al. (2008) untersuchten in ihrer prospektiven Studie den Gangzyklus und den Einfluss auf das Patellofemorale Schmerzsyndrom. Sie teilten den Fuss plantar in acht Bereiche auf und untersuchten jeweils die darauf wirkenden Kräfte während der Standbeinphase beim Laufen. Allgemein wurde gesagt, dass die Kräfte bei der *Patellofemoral Pain* (PFP)-Gruppe höher gemessen wurden, als bei der anderen Gruppe ohne PFP. Die Ergebnisse zeigten einen signifikant verkürzten Bodenkontakt der lateralen Ferse, sowie eine signifikant erhöhte Maximalbelastung der Metatarsale II. Die erhöhten Kräfte traten einmal beim ersten Bodenkontakt durch die laterale Ferse in der *Loading Response*-Phase (siehe Anhang) und einmal kurz vor Beendigung der Abrollphase der Metatarsalen II, in der *Terminal Stance*-Phase (siehe Anhang) auf. Dabei wurden diese erhöhten Kräfte weiter ins Knie geleitet, was zu einer grösseren Belastung oder sogar Überbelastung des Patellofemorales Gelenkes führte und anteriore Knieschmerzen provozierte.

Die Ergebnisse zeigten, dass sich eine abweichende Fussstellung (mangelnde Pronation) während des Laufzyklus negativ auf die Absorption des Aufpralls auswirken kann. Wie bei Patienten, in deren Füßen punktuell erhöhte Belastungen nachgewiesen wurden, muss das Knie auch bei verminderter Pronation als sekundärer Stossdämpfer agieren. Das Patellofemorale Gelenk wird dabei besonders belastet und Schmerzen können als Folge auftreten.

3.5. Der M. Quadriceps

In der Studie von LaBella (2004) wird eine Schwäche des M. Quadriceps als einen bedeutsamen und beeinflussenden Faktor des Patellofemorales Schmerzsyndroms erklärt. Dabei wird vor allem eine Schwäche der Muskelanteile Vastus Medialis Obliquus (VMO) und Vastus lateralis (VL) oder eine verminderte neuromuskuläre Kontrolle als Risikofaktoren beschrieben. Waryasz et al. (2008) entdeckten in ihrer Recherche drei Studien, in denen eine Korrelation zwischen dem PFPS und einer Quadricepsschwäche aufgezeigt wurde. Zwei Studien jedoch beurteilten einen solchen Zusammenhang als nicht signifikant.

Der Vastus medialis obliquus wird als schwächster Teil des Quadriceps bezeichnet, denn er ist einerseits stark atrophiegefährdet und andererseits einer der letzten Muskelanteile, der während der Rehabilitation reagiert. Eine Schwäche des VMO

kann eine laterale Verschiebung und Kippung der Patella während den letzten 30° in Extension verursachen. Diese exzessive Kippung oder Neigung der Patella veranlasst eine Abnahme der Kontaktfläche im Patellofemorales Gelenk, was sich ungünstig auf die Belastung des Knies beim Laufen auswirkt (LaBella, 2004 und Waryasz et al., 2008). Witvrouw et al. (2006) untersuchten die Reaktionszeit des Vastus medialis obliquus und des vastus lateralis und verglichen die Fallgruppe (PFPS n=24) mit der Kontrollgruppe (nicht PFPS n=258). Dabei entdeckten sie interessante Unterschiede zwischen beiden Gruppen, denn die PFPS-Gruppe wies bei beiden Muskelanteilen eine schnellere Reaktionszeit auf, als die Kontrollgruppe. Zusätzlich verglichen die Autoren in der Gruppe mit Patellofemorales Schmerzsyndrom die Reaktionszeit des Vastus medialis obliquus mit der, des Vastus lateralis, stellten aber keinen signifikanten Unterschied ($P=0.26$) fest. In einer anderen Studie von Witvrouw, Lysens, Bellemans, Cambier, Cools, Danneels & Bourgois (2001) wurde eine kürzere Reflexreaktionszeit des VMO als positiv beeinflussender Faktor für die Rehabilitation nach anterioren Knieschmerzen erfasst.

Die Autoren erklärten zusätzlich, dass eine langsamere Reflexreaktionszeit auf eine längere PFPS Geschichte hinweisen und sich die Rehabilitation daher auch weniger erfolgreich gestalten würde. Allgemein erwähnten sie, dass eine verminderte neuromuskuläre Kontrolle einen Einfluss auf die Entstehung von anterioren Knieschmerzen nimmt.

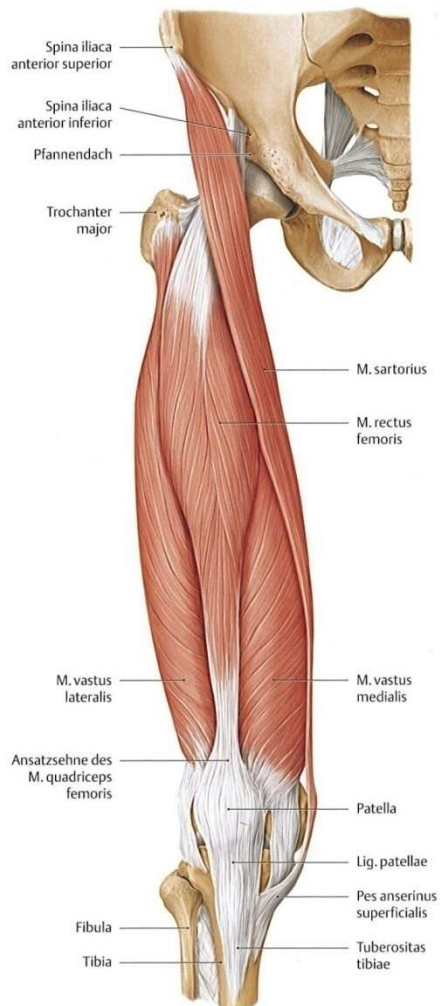


Abbildung 3: Musculus Quadriceps femoris (Schünke et al., 2007)

4. Prädiktoren des Patellofemorales Schmerzsyndroms bei Läufern

Zur Beantwortung der Fragestellung wurden vier prospektive Kohortenstudien sowie drei retrospektive Fall- Kontrollstudien beurteilt und bearbeitet. Alle sieben Studien wurden anhand der *Critical Review Form – Quantitative Studies* von Law, Stuart, Pollock, Letts, Bosch & Westmorland (1998) beurteilt und in tabellarischer Form (Matrix) zusammengefasst (siehe Anhang). Die Studien wurden anhand folgender Einschlusskriterien für die Arbeit ausgewählt, wobei die Reihenfolge der Kriterien nun nach ihrer Wichtigkeit aufgelistet ist.

- Ziel der Studie, untersuchte Prädiktoren
- Stichprobengröße, Merkmal und Homogenität
- Design und Methodik
- Erscheinungsjahr

Ausgeschlossen haben wir die Studien, bei welchen das Erwähnen und Untersuchen von Prädiktoren ausblieb.

Unglücklicherweise konnte die Mehrheit der gefundenen Studien nicht verwendet werden, da diese den Fokus auf biomechanische Faktoren zur Begünstigung des Patellofemorales Schmerzsyndroms setzten. Zur Beantwortung der Fragestellung wurden allerdings Studien benötigt, die Prädiktoren wie Alter, BMI, Geschlecht etc. bei Läufern im Zusammenhang mit PFPS untersuchten. Hier kristallisierte sich eine neue Problematik heraus, denn kaum eine Studie vereinte Läufer und das Patellofemorale Schmerzsyndrom in einem prospektiven Design. Daher wurden im folgenden Abschnitt auch Studien bearbeitet, die entweder Läufer oder das Patellofemorale Schmerzsyndrom untersuchten. Das Benützen von Daten aus Studien mit der Variable, Verletzungen der unteren Extremität wird so gerechtfertigt, dass in einigen Studien das PFPS als häufigste *overuse* Verletzung der unteren Extremität im Laufsport gemessen wurde (Taunton et al., 2002, Witvrouw et al., 2000, Macintyre et al., 1991 und Clement et al., 1981). Von der Auswahl der sieben Studien, befassten sich lediglich die Autoren Taunton et al. (2002) und Duffey et al. (2000) mit Läufern mit Bezug auf das Schmerzsyndrom.

Wir möchten an dieser Stelle erwähnen, dass die Studien im prospektiven Design wegen ihrer Evidenz, als besser bewertet werden als die Studien im retrospektiven Design.

4.1. Präsentation der Hauptstudien mit Diskussion und Beurteilung

4.1.1. Studie 1

Predictors of lower extremity injury among recreationally active adults.

Hootman, Macera, Ainsworth, Martin, Add & Blair (2002)

Veröffentlichung im *Clinical Journal of Sport Medicine* im Jahr 2002.

Design: Diese Studie wurde als prospektive Kohortenstudie durchgeführt, was als positiv gewertet wird, da dieses Studiendesign auf der Evidenzpyramide an zweiter Stelle steht.

Die Prospektivität einer Studie gibt Informationen über die Zeitachse und Datenerfassung der Arbeit. Lateinisch *prospecto* bedeutet ausschauen, vorausschauen, dabei wird als Grundsatz eine Hypothese aufgestellt, die mittels Datensammlung geprüft wird. In einer prospektiven Studie können die Daten an die Anforderungen der Hypothese angepasst werden, was ein klareres Resultat hervorbringt.

Ziel: Das Ziel der Studie war es, geschlechtsspezifische Prädiktoren zu finden, die mit Verletzungen der unteren Extremität bei sportlich aktiven Erwachsenen in Verbindung gebracht werden konnten.

Stichprobe: Die Stichprobe umfasste total 3'090 sportlich aktive Erwachsene (20-85 jährig), die an einem *Running, Walking, Jogging-Program (RWJ)* teilnahmen. 18'806 Teilnehmer beantworteten einen Fragebogen und es wurden in der Zeitspanne von 1970-1981 Werte wie Geschlecht, Alter, Gewicht, Grösse und kardiopulmonale Leistung gemessen. Zwischen 1981 und 1986 wurde der Fünfjahres Recall und im 1986 zusätzlich der zwölfmonatige Recall durchgeführt. Die Probanden beim zwölfmonatigen Recall wurden als Subgruppe definiert, denn sie erlitten eine Verletzung in diesem letzten Jahr zwischen 1985 und 1986. 609 Frauen und 2'481 Männer wurden schlussendlich in die Studie integriert und analysiert. In den Fragebögen bei den follow-ups mussten die Probanden angeben ob, wann und wo sie sich während des Programms eine Verletzung an den Beinen zugezogen hatten. Eine Verletzung wurde selber eingeschätzt und musste von einem Arzt bestätigt werden.

Outcome Messungen: Die Resultate aus den Fragebögen beim Fünfjahres Rückruf wurden mit der Cox proportionalen Hazards Regression gemessen. Damit die

Verbindung einzelner prädiktiven Variablen mit der ersten Verletzung der unteren Extremität, mittels Hazard Ratio (HR) und dem 95% Confidence Interval (CI), bewertet werden konnte. Ziel war es, eine Übersicht über die Prädiktoren für Verletzungen der unteren Extremität zu schaffen. Für den zwölfmonatigen Recall wurde die unkonditionale Logistik Regression angewendet, um die Odds Ratios (OR) und das 95% CI für die Verbindung verschiedener prädiktiver Variablen und dem Risiko für Verletzungen der unteren Extremität zu berechnen.

Resultate: Beim Fünfjahres Recall zählte man 986 Männer und 211 Frauen, die während den fünf Jahren mindestens ein Jahr am RWJ-Programm teilnahmen und sich eine Verletzung zuzogen. Folgende Resultate wurden im univariaten Testverfahren bei Männern signifikant mit $p=0.05$ gemessen:

- vorgängige Verletzungen
- jüngeres Durchschnittsalter
- häufigeres Training pro Woche
- mehr RWJ-Kilometer
- bessere kardiopulmonale Leistung
- schnellere Laufgeschwindigkeit im Training
- nahmen an mehr Läufen und Wettkämpfen teil
- dehnten weniger häufig und machten unregelmässiger Krafttraining

Bei den Frauen wurden dieselben deskriptiven Faktoren als signifikant bewertet, ausser bei den Faktoren Dehnen, Krafttraining und Häufigkeit der Trainingseinheiten pro Woche konnte keine Signifikanz gemessen werden. Beim Fünfjahres *Recall* prognostizierten die Faktoren vorgängige Verletzungen der UE, RWJ-Kilometer mehr als 32 pro Woche und jüngeres Alter für beide Geschlechter ein erhöhtes Risiko für Verletzungen der UE. Vorgängige Verletzungen wurden bei den Männern als stärkster Prädiktor gesehen mit einem HR von 1.9 und 95% CI von 1.70-2.19. Als stärkster Prädiktor bei den Frauen kristallisierte sich der Faktor RWJ-Kilometer mehr als 32 pro Woche mit einem HR von 2.08 und 95% CI von 1.45-2.98 heraus.

In der zwölfmonatigen Recall-Gruppe zeigten 401 Männer und 80 Frauen Verletzungen. Die Prädiktoren Anzahl der Läufe sowie vorgängige Verletzungen, wurden bei beiden Geschlechtern als Risiko erhöhend angesehen, wobei der stärkste Prädiktor für Verletzungen der unteren Extremität wie schon im Fünfjahres Recall, vorgängige Verletzungen war.

Konklusion: Um das Risiko für Verletzungen der UE zu minimieren, sollte der Hobby-Läufer ein Training von weniger als 32 Kilometer pro Woche, mit einer Geschwindigkeit von weniger als 9.5min/km laufen und sich vollständig von Verletzungen rehabilitiert haben.

Beurteilung und Diskussion: Die Studie wurde primär in die enge Auswahl integriert, weil die Autoren Faktoren und deren Einfluss auf Verletzungen im Laufsport untersuchten. Als positiv bewertet wird, dass sie in einem prospektiven Design durchgeführt wurde, eine grosse Stichprobe beinhaltet und fünf Jahre dauerte. Ebenfalls wird die genaue Aufzeichnung der Resultate aus den verschiedenen multivariaten Modellen als positiven Faktor eingeschätzt. Limitierend sind die fehlenden Grössen zu den einzelnen Prädiktoren. Die Studie enthält keine genauen Zahlen zu BMI, Alter oder zum Faktor vorgängige Verletzungen und dessen Ursachen und Lokalisation am Bewegungsapparat, was negativ gewertet wird. Die Datenerhebung fand mittels Fragebögen statt, wobei eine die Möglichkeit eines Recall-Bias einzuschliessen gilt. Zusätzlich sind die Daten trotz Publikation der Studie im Jahr 2002, schon 1981-1986 erhoben worden. Entsprechend könnte sich das Wissen bezüglich Trainingsart, Trainingsschuhen etc. verändert haben und die Prädiktoren würden heute eventuell nicht mehr als signifikant gelten.

4.1.2. Studie 2

A retrospective case - control analysis of 2002 running injuries.

Taunton, Ryan, Clement, McKenzie, Lloyd-Smith & Zumbo (2002)

Herausgegeben wurde diese Studie im Jahr 2002 im *British Journal of Sports Medicine*.

Design: Das Design dieser Studie entspricht einer retrospektiven Fall-Kontroll-Analyse (engl. *case-control*). Das Fall-Kontroll-Design wird für epidemiologische Studien verwendet und ist retrospektiv (lat. *retrospectare* = zurückblickend). Es werden zwei Gruppen, die Fallgruppe mit einem Merkmal (Bsp.: Verletzung) und die Kontrollgruppe ohne Merkmal, miteinander verglichen und auf Unterschiede getestet. Können signifikante Differenzen festgestellt werden, wird davon ausgegangen, dass eine Korrelation zwischen Risikofaktoren und der Verletzung existiert. Zu beachten ist allerdings, dass dieses Studiendesign keine Ursache-Wirkung misst.

Ziel: Das Ziel dieser Studie war, eine umfassende und aktuelle Datenbank für spezifische Laufverletzungen und deren Risiko erhöhenden Variablen zu erstellen.

Stichprobe: Total wurden 2'002 Patienten mit Laufverletzungen in das *Allan McGavin Sports Medicine Center (AMSMC)* in der *University of British Columbia* eingeladen. Die Patienten wurden in einem Zeitabschnitt von 1998-2000 ausgewählt und mussten folgende Kriterien erfüllen:

- Sie mussten Schmerzen oder Symptome während oder im Anschluss an das Laufen haben.
- Die Schmerzen oder Symptome mussten bei Beginn eines Lauftrainings aufgetreten sein.
- Die Verletzung konnte in Zusammenhang mit Laufen gebracht werden.
- Die Schmerzen mussten so stark sein, dass sich die Läufer gezwungen sahen, das Training abzubrechen, die Laufstrecke zu reduzieren und medizinische Dienste in Anspruch zu nehmen.

Die Patienten wurden durch ihre Hausärzte an die Klinik überwiesen. Sportmediziner der Klinik führten zudem physische Untersuchungen und biomechanische Assessments an den Probanden durch (Röntgen, Computertomografien, Magnetresonanzbilder, vaskuläre Assessments etc.). Von den Probanden wurden Standardpersonaldaten wie Grösse, Gewicht, Alter und Geschlecht, aber auch die Lauferfahrung (in Jahren) sowie die aktuellen, sportlichen Alternativaktivitäten in der Woche erhoben. In den biomechanischen Assessments wurden die Beinlängen untersucht sowie das Beinalignment und der Q-Winkel gemessen. Auch alte Verletzungen, die in denselben anatomischen Bereichen auftraten, wurden miteinbezogen. Die Patienten mussten sich zudem in ein subjektives Lauflevel einordnen.

Outcome Messungen: Die grundlegenden Grössen wurden anhand von anatomischen Klassifikationen, der Analyse der biomechanischen Werte und der Personaldaten erstellt. Die multivariate Analyse wurde mit Hilfe der multiplen Wald Regression erstellt. Es wurden aus den zehn häufigsten Verletzungen, die abhängigen Risikofaktoren in das Modell integriert und mit Hilfe der Odds Ratios und dem 95% CI verglichen.

Resultate: In dieser Studie nahmen 926 Männer (46%) und 1'076 Frauen (54%) teil. Die am häufigsten vorkommende overuse Verletzung war das Patellofemorale Schmerzsyndrom mit 331 verletzten Läufern. Mit 42.1% (n=842) der Verletzungen, war das Knie das meistverletzte Gelenk. 168 Patienten zogen sich ein

Iliotibialbandsyndrom zu, 158 eine Plantare Fasciitis, 100 Patienten litten unter Meniskusverletzungen und 96 unter Patellar Tendinopathien. Die Verteilung der Geschlechter fiel bei den meisten Verletzungen unregelmässig aus. So manifestierte sich das PFPS von 331 Läufern zu 62% bei Frauen und zu 38% bei Männern. Diese Studie zeigt, dass Frauen mit einer Körpergrösse von $<1.57\text{m}$ einem signifikant höheren Risiko für die Entwicklung eines PFPS ausgesetzt sind, als grössere Frauen. Würde jedoch die Laufzeit auf weniger als 5h/Wo reduziert werden, so könnte das Risiko eines PFPS vermindert werden. Das multiple Wald Regressionsmodell präsentiert die Prädiktoren der zehn häufigsten Verletzungen beider Geschlechter als OR im 95% CI. Männliche Läufer, die jünger als 34 Jahre alt waren, zeigten laut den Autoren ein doppelt so hohes (OR:1.9) Risiko ein PFPS zu entwickeln, als ältere Läufer. Ein ähnliches Resultat wurde bei Läuferinnen mit einem erhöhten Risiko (OR:2.2) eruiert.

Konklusion: Das Knie war das am häufigsten verletzte Gelenk in dieser Studie. Die *overuse* Verletzungen resultieren durch einen Komplex von Trainingsfehlern, ungünstigem Untergrund, durch schlechtes *Alignment* der unteren Extremität und ungeeignetem Schuhwerk. Die Erkenntnisse dieser Studie sollten als Hilfestellung in der Sportmedizin angewendet werden können um weitere Risiken für die Entstehung von Verletzungen zu verringern.

Beurteilung und Diskussion: Da die Stichprobe in dieser Studie sehr viele Probanden (2002) umfasst, werden die berechneten Resultate als präzise angesehen. Die Auswahlkriterien der Probanden werden als ausreichend beurteilt, da diese anhand von Verletzungsklassifikationen ermittelt wurden. Allerdings wurde diese Einteilung von vielen verschiedenen Sportmedizinern vollbracht, was auf eine niedrige Intertesterreliabilität hinweist und Verzerrungen provoziert. Die unterschiedlichen Konditionsniveaus der Probanden weisen auf eine niedrige Homogenität der Stichprobe hin. Sie repräsentieren allerdings die Realität des Laufsports und können somit auf die Population transferiert werden. Bei der Aufnahme der Daten zu Alternativsportarten bestehen mögliche Recall Biases, da die Sportler lediglich befragt wurden. Eine differenzierte Beschreibung der Datenmessung und -erhebung bleibt in dieser Studie aus. Als negativ wird zudem erachtet, dass die Kontrollgruppe ebenfalls verletzte Sportler umfasst und daher keine Vergleiche mit asymptomatischen Läufern gemacht wurden.

Diese Studie lieferte wichtige Informationen zur Beantwortung der Fragestellung, da die Autoren den Einfluss verschiedener Prädiktoren auf das Patellofemorale Schmerzsyndrom testeten.

4.1.3. Studie 3

A prospective study of running injuries: The Vancouver Sun Run “In Training” clinics.

Taunton, Ryan, Clement, McKenzie, Lloyd-Smith & Zumbo (2003)

Diese Studie wurde im Jahr 2003 im *British Journal of Sports Medicine* veröffentlicht.

Design: Diese Studie wurde im Prospektiven Studiendesign erarbeitet.

Ziel: Das Ziel dieser Studie lag darin, Verletzungen die während des Trainings zur Vorbereitung eines zehn Kilometerlaufes entstehen, zu minimieren und mögliche Risikofaktoren, die einen Zusammenhang mit Verletzungen haben, aufzuzeigen.

Stichprobe: Die Autoren benutzten Daten aus 17 auf Läufer spezialisierten Sportkliniken, die im *Sport Medicine Council of British Columbia* registriert waren. 844 Hobbyläufer wurden erfasst, die den bekannten Vancouver Sun Run (10km Lauf) bewältigen oder ihre bisherige Laufzeit verbessern wollten. Ein Arzt erstellte ein 13-wöchiges Trainingsprogramm, an welchem zwei verschiedene Gruppen teilnahmen. In der Freizeitläufergruppe nahmen Personen teil, die ihre Fitness und Gesundheit verbessern wollten. Das Programm beinhaltete Gehen und Laufen, welche nach Möglichkeit in der zwölften Woche des Programms in permanentes Laufen übergehen sollten. Das andere Programm wurde für unerfahrene Läufer konzipiert, die ihre Ausdauer und Intensität (Trainingshäufigkeit) sicher und effektiv erhöhen wollten. In beiden Programmen mussten die Probanden das Training dreimal wöchentlich absolvieren. Die Trainingszeiten variierten zwischen 35 bis 66 Minuten, je nach Progression der Programme.

Outcome Messungen: Den beiden Gruppen wurden jeweils in der vierten, in der achten und in der zwölften Woche ein zweiseitiger Fragebogen mit 19 Fragen ausgeteilt. Dieser Fragebogen wurde in vier Teile gegliedert, die Fragen zum Alter, Geschlecht, Grösse, Gewicht, zum Aktivitätsprofil (Laufhäufigkeit in Tagen pro Woche), Laufuntergrund, Verletzungsgeschichte, Lokalisation der Verletzung, der Diagnose sowie Fragen zum Schmerzverhalten beinhalteten. Die Risikofaktoren wurden mit Hilfe der deskriptiven Statistik zuerst univariat dargestellt und weiter mit

einem multivariaten Logistikk Regressionsmodell mit dem Odds Ratio und 95% CI bewertet.

Resultate: Signifikante Resultate ergaben in dieser Studie das Alter, der BMI, die Laufrfrequenz sowie das Alter der Laufschuhe. Mit dem multivariaten Regressionsmodell präsentierten die Autoren, dass Läuferinnen unter 31 Jahren ein 0.6% kleineres Risiko vorwiesen, eine neue Verletzung zu entwickeln, als ältere Läuferinnen. Ist jedoch eine Läuferin über 50 Jahre alt, steigt das Risiko einer Verletzung um das Doppelte an (OR: 1.92). Bei der Betrachtung des BMI, konnte für Männer eine kleinere Wahrscheinlichkeit (0.4%) für Verletzungen gemessen werden, wenn sie Werte von $>26\text{kg/m}^2$ hatten. Frauen, die vier bis sechs Monate alte Laufschuhe trugen, waren für die Entstehung von Verletzungen einem erhöhten Risiko von 1.7% ausgesetzt, während bei männlichen Probanden ein vermindertes Risiko (0.4%) festgestellt wurde. Die meisten Läufer (69.1%) bevorzugten als Trainingsuntergrund geteerte Strassen, 18.6% wählten Pfade oder unebene Strassen und 12.3% liefen auf anderen Untergründen wie Grass, Feldwegen oder auch Laufbändern.

Insgesamt wurden bei 249 Läufern Verletzungen während des Trainingsprogramms verzeichnet. Die meisten Verletzungen betrafen das Knie (36% Männer und 32% Frauen), wobei das Tibiale Stresssyndrom am häufigsten diagnostiziert wurde. Bei den meisten Verletzungen (35.5%) traten die Schmerzen während des Laufens auf, zeigten aber keine Korrelation zur Laufrdistanz oder der Trainingsgeschwindigkeit.

Konklusion: Die Autoren kamen zum Schluss, dass Alter, BMI, Trainingsfrequenz und das Laufschuhalter im multivariaten Regressionsmodell einen signifikanten Einfluss auf die Entstehung von Verletzungen im Laufsport nehmen. Zusätzlich erwähnen sie aber, dass die Resultate mit Vorsicht zu betrachten sind, da weder die Belastungszeit, noch die Lauferfahrung, noch vorgängige Verletzungen bei der Auswertung berücksichtigt wurden. Sie erwähnen zudem, dass die Anzahl verletzter Läufer, sprich 250 von 844 (=30%), enorm ist. Ergänzend wurden Macintyre et al. (1991) und Clement et al. (1981) zitiert, die das Knie als meist verletztes Gelenk und das PFPS als häufigste Verletzung darstellten.

Beurteilung und Diskussion: Diese Studie wurde in die enge Auswahl genommen, weil auch sie ein prospektives Studiendesign vorweist und eine grosse Stichprobe mit verletzten Läufern und Läuferinnen einschliesst. In dieser Studie wurde versucht, die häufigsten Verletzungen und die verschiedenen Risikofaktoren darzulegen. Das

Ermitteln von Risikofaktoren korreliert mit der Fragestellung dieser Arbeit, allerdings waren die in der Studie erwähnten Verletzungen zu allgemein definiert. Entsprechend gestalteten sich die Anwendung und die Interpretation der Resultate als schwierig. Unglücklicherweise wurden in der Studie die Teilnehmer nicht einheitlich von den Kliniken begleitet und die Daten wurden lediglich mittels Fragebögen erhoben. Dies könnte auf einen Recall Bias hinweisen und somit unpräzise Resultate zur Folge haben. Weiter konnten aufgrund des Studiendesigns keine multiplen Verletzungen während der 13-wöchigen Periode bestimmt werden. 42% der Probanden waren nicht vollständig von alten Verletzungen rehabilitiert, was zusätzlich auf ein verfälschtes Resultat hinweisen könnte. Wir entschieden uns, die Resultate in die Beantwortung der Fragestellung zu integrieren, da die Zielgruppe, sowie die Prädiktoren zur Beantwortung der Fragestellung hilfreich waren.

4.1.4. Studie 4

Course and predicting factors of lower- extremity injuries after running a marathon.

Van Middelkoop, Kolkman, van Ochten, Bierman- Zeinstra & Koes (2007)

Veröffentlichung im Jahre 2007 im *Clinical Journal of Sports Medicine*.

Design: Diese Studie wurde im prospektiven Kohorten Design erarbeitet.

Ziel: Die Studie untersuchte Freizeitläufer, die Verletzungen vor oder während des Rotterdam Marathon erlitten haben. Der Verlauf der Verletzungen wurde drei Monate nach dem Marathon nochmals anhand eines Fragebogens evaluiert. Die Studie erfasst zudem prädikative Faktoren einer Verletzung.

Stichprobe: Einen Monat vor dem Rotterdam Marathon im Jahre 2005 wurden Freizeitläufer ausgewählt, um an der Studie teilzunehmen. 1'500 Männer erhielten vor dem Marathon einen Fragebogen, den 725 retournierten. Gleich nach dem Marathon erhielten sie einen zweiten Fragebogen, den nur noch 694 Läufer zurücksandten. Der dritte Fragebogen wurde drei Monate nach dem Marathon nur jenen Läufern zugestellt, die sich vor oder während des Laufes verletzt hatten. Schlussendlich umfasste die Studie 165 Läufer, die mit im Durchschnitt 9.5 Jahre trainierten und folgende Kriterien erfüllten:

- Alle Teilnehmer mussten in den Niederlanden wohnhaft sein.
- Sie waren Freizeit- / Amateurläufer.

- Sie erlitten vor oder während des Rotterdam Marathons 2005 eine, durch das Laufen bedingte, Verletzung.
- Die Teilnehmer starteten am Marathon.
- Sie retournierten den letzten Fragebogen.

Die Fragen des ersten Fragebogens bezogen sich auf das Alter sowie die Grösse und das Gewicht, um den BMI zu kalkulieren. Zusätzlich wurde die Lauferfahrung, das Trainingsverhalten (Dehnen, Aufwärmen), Alternativsportarten und andere Faktoren des Lebensstils (Rauchen, Alkohol) erfragt. Der zweite Fragebogen enthielt Fragen zu den durch den Laufsport bedingten Verletzungen, die vor oder während des Marathons auftraten. Zusätzlich wurde im dritten Fragebogen nach drei Monaten nochmals auf die Schmerzintensität und eine mögliche medizinische Versorgung eingegangen (Arztbesuch oder Physiotherapie). Die massgeblichsten Resultate ergaben sich aus dem dritten Fragebogen, da er die Verletzungen nach drei Monaten nochmals aufgriff.

Outcome Messungen: Die deskriptive Statistik wurde für die Aufnahme der demografischen Informationen und der medizinischen Konsultation ausgewählt. Für die Kategorisierung der prognostischen Faktoren (Alter, BMI, etc.) wurde auf bestehende Literatur zurückgegriffen und für jeden einzelnen Faktor ein univariates Logistik Regressionsmodell gebildet. Die Resultate wurden mittels Odds Ratio mit einem CI von 95% präsentiert.

Resultate: 165 Teilnehmer nahmen an der Studie teil, davon hatten 123 Läufer keine bestehenden Beschwerden mehr, 42 Teilnehmer litten jedoch nach drei Monaten immer noch unter den Folgen der Verletzungen. Die Vergleiche von Alter, BMI und Lauferfahrung zeigten keine signifikanten Unterschiede. 54.5% erlitten einen Monat vor dem Marathon eine durch das Laufen bedingte Verletzung und 63.6% während des Marathons. Die häufigste Verletzung der unteren Extremität betraf mit 30.3% die Wade, gefolgt vom Knie mit 29.1%. Weiter wurde der Oberschenkel mit 13.9% angegeben. Nur 17 Läufer konnten den Marathon nicht zu Ende laufen. Läufer, die mehr als 10 Jahre Lauferfahrungen aufwiesen, konnten sich von den Verletzungen schneller erholen.

Die Subgruppe mit den Knieverletzungen (n=48) war univariat assoziiert mit neun von 52 Faktoren. Im multivariaten Logistikmodell wurden nur im Training auf

ungünstigem Untergrund Verbindungen zu Verletzungen gefunden (OR: 33.33; CI 2.11-526.36).

Konklusion: In dieser Studie hatte ein Viertel der Läufer drei Monate nach dem Marathon persistierende Beschwerden. Die Konsequenzen der Verletzungen, die vor oder während des Laufens entstanden sind, fielen gering aus. Beinahe 25% der Läufer nahmen physiotherapeutische Behandlung in Anspruch.

Beurteilung und Diskussion: Diese Studie wurde in das Auswahlverfahren einbezogen, da sie eine prospektive Kohortenstudie ist und Faktoren präsentiert, die Verletzungen der unteren Extremität bei Marathonläufern begünstigen. Die grosse Stichprobe (n=165) der Studie wird als positiv gewertet, weil dadurch die Resultate präziser werden. Die Tatsache, dass nur männliche Läufer an der Studie teilnahmen, ist als Einschränkung zu erachten, da die Resultate nicht auf eine umfassende Population übertragen werden können. Überdies präsentiert sie lediglich unspezifische Verletzungen und nicht das gesuchte PFPS. Die Daten wurden mittels Fragebögen per E-Mail erhoben, was zu Recall Biases führen kann und die Ergebnisse verzerren könnte.

4.1.5. Studie 5

Patellofemoral Pain caused by overactivity. A prospective study of risk factors in infantry recruits.

Milgrom, Kerem, Jerusalem, Fiestone, Eldad & Shlamkovitch (1991)

Publiziert wurde die Studie im *Journal of Bone and Joint Surgery* im Jahr 1991.

Design: Prospektive Studie

Ziel: Das Ziel der Studie war es, mögliche Risikofaktoren für das PFPS zu finden und aufzuzeigen.

Stichprobe: Eingeschlossen in die Studie wurden 390 männliche Infanterierekruten in Israel, die mit patellofemoralem Schmerz und Überaktivität in Verbindung gebracht werden konnten. Alle Probanden gaben ihr Einverständnis zur Teilnahme und kannten die Ziele der Studie.

Outcome Messungen: Die 390 Rekruten partizipierten während 14 Wochen an einem Trainingsprogramm. 187 Rekruten wurden randomisiert ausgewählt, um während allen Trainingseinheiten Basketballschuhe zu tragen, die restlichen 203 Rekruten trainierten jeweils in ihren leichten Infanterieschuhen. Alle zwei Wochen wurden die Rekruten nach Schmerzen im anterioren Kniebereich befragt und ob

ihnen ein Trauma im Sinne eines Schlages, eines Falles oder einer Drehbewegung widerfahren war. Vor dem Start des Programms wurden verschiedene Werte der Rekruten ermittelt, die nach dem Programm und im einmonatigen follow-up wieder überprüft wurden. Für die Auswertung der Resultate verwendeten die Forscher verschiedene Testverfahren: Um Mittelwerte zu vergleichen, wurde der t-Test benützt, um Vergleiche bei Morbiditäten festzustellen, wurden die Tests chi-square oder Fischer exact verwendet. Um multivariate Analysen darzustellen wurde schrittweise eine Logistik Regression angewendet.

Resultate: Während dieses 14-wöchigen Trainings entwickelte sich bei 59 (15%) Rekruten das Patellofemorale Schmerzsyndrom mit Bezug zu Überaktivität. Der Beginn der patellofemorales Schmerzen war unterschiedlich über die Trainingswochen verteilt. Beim einmonatigen follow-up zeigte sich ein Rückgang von anfangs 77 verletzten Knien auf 47 (61%) verletzte Knie. Bei den Werten, die vor dem Programm gemessen wurden, zeigte sich der mediale Tibiakondylenabstand im Vergleich von Rekruten mit Patellofemorales Schmerzen mit Rekruten ohne Schmerzen als signifikant mit $p=0.0001$. Bei der Betrachtung der Variable Quadricepskraft konnte ein signifikanter Unterschied mit $p=0.05$ bei Rekruten mit PFPS zu Rekruten ohne PFPS nachgewiesen werden. Wobei die Probanden mit patellofemorales Schmerzen eine grössere isometrische Quadricepskraft (413N) zeigten, als die schmerzfreien Rekruten (388N). Weder Infanterieschuhe noch Basketballschuhe brachten eine Verbindung zum PFPS hervor. Durch die Benützung der *stepwise* Logistik Regression wurden die Variablen in multivariater Form untersucht, wobei nur der grosse mediale Tibiakondylenabstand ($p=0.0006$) und die gemessene Kraft des Quadriceps ($p=0.03$) signifikant mit der Entstehung des Patellofemorales Schmerzsyndroms korrelierten.

Konklusion: Es zeigte sich, dass das Patellofemorales Schmerzsyndrom bei 15% der Rekruten auftrat, wobei einen Monat nach Beendigung des Programms immer noch 60% der Knie betroffen waren. Das Syndrom nahm keinen spezifischen Verlauf, sondern trat willkürlich auf. Zusammenfassend wird festgehalten, dass die Kniegelenksstellung, in Form eines Genu varum, und die erhöhte Kraft des Quadriceps, beeinflussend auf die Entstehung des Schmerzsyndroms wirken.

Beurteilung und Diskussion: Diese Studie wurde in die engere Auswahl aufgenommen, weil sie gewissermassen die Urstudie des Patellofemorales Schmerzsyndroms und dessen Entstehung darstellt. Viele Studien zitieren denn auch

Milgrom et al. (1991). Diese zeigen eine Studie im prospektiven Design, die eine kleine Wahrscheinlichkeit an Bias aufweist. Denn die Stichprobe umfasst Rekruten, die denselben Umständen 24 Stunden am Tag ausgesetzt sind. Die Homogenität der Stichprobe und die Präzision der geschilderten Messungen zeigen sich als Stärke der Studie. Um die Ergebnisse allerdings besser zu vergleichen, wäre es aufschlussreich zu wissen, aus welchen Disziplinen sich das 14-wöchige Trainingsprogramm zusammensetzte und wie viele Kilometer die Rekruten pro Woche laufen mussten. Denn nur so ist die Vergleichbarkeit mit anderen Studien gegeben. Ebenfalls interessant wäre zu wissen, wie sich das PFPS nach Abschluss des Trainingsprogramms verhalten hatte.

In die Beantwortung der Fragestellung können die Ergebnisse der Studie bedauerlicherweise nicht stark einfließen, da nur wenige Faktoren überprüft und differenziert betrachtet wurden.

4.1.6. Studie 6

Evaluation of lower extremity overuse injury potential in runners.

Hreljac, Marshall & Hume (2000)

Publiziert wurde die Studie im *Journal Medicine and Science in Sports & Exercise* im Jahr 2000.

Design: Die Studie wurde als Fall- Kontrollstudie betrachtet, da eine Verletzten- und eine Kontrollgruppe bezüglich Überbelastungsverletzungen untersucht und miteinander verglichen wurden.

Ziel: Das Ziel der Studie war es, trainingsbedingte, anatomische und biomechanische Faktoren zu finden, die Überbelastungsverletzungen bei Läufern hervorrufen können.

Stichprobe: Die Stichprobe umfasste 40 Läufer, Triathleten und Orientierungsläufer, die in zwei Gruppen, Fall- und Kontrollgruppe, à jeweils 20 Personen eingeteilt wurden. In beiden Gruppen nahmen acht Männer und zwölf Frauen teil, die mindestens eine dreijährige Laufkarriere hinter sich hatten. Eingestuft in die Fallgruppe wurden Athleten, die sich durch das Laufen eine Überbelastungsverletzung beim oder unterhalb des Knies zugezogen hatten. Die verletzten Läufer mussten mindestens drei Monate vor Studienbeginn ihr Training

wieder aufgenommen haben. Die Kontrollgruppe umfasste Läufer, die in ihrer Laufkarriere noch nie eine Verletzung, aufgrund einer Überbelastung erlitten hatten.

Outcome Messungen: Die Autoren teilten die zu untersuchenden Faktoren in drei Bereiche ein: Trainingsbedingte, anatomische und biomechanische Faktoren. Die trainingsbedingten Prädiktoren wurden anhand von Fragebögen und Interviews erhoben. Die Variablen wurden mit Hilfe einer multivariaten Analyse der Varianz (MANOVA) in beiden Gruppen untersucht und verglichen. Die Signifikanz setzten sie bei $\alpha=0.05$. Die anatomischen Variablen wurden teilweise mittels Fragebögen, teilweise aber auch durch spezifische Verfahren für einzelne Variablen gemessen. Um biomechanische Faktoren zu messen, wurde eine Laufbandanalyse bei 4m/s durchgeführt, bei der die Probanden in ihren Trainingsschuhen liefen.

Resultate: Bei den trainingsbedingten Faktoren konnten weder bei der Trainingsgeschwindigkeit noch beim Prädiktor Trainingsdistanz in Kilometern pro Woche eine Signifikanz zwischen den Gruppen entdeckt werden. Dasselbe gilt für alle anderen trainingsbedingten Variablen. Beim Betrachten der anatomischen Faktoren, kristallisierte sich nur die Länge der Ischiokruralmuskulatur als signifikanten Faktor heraus. Die Kontrollgruppe zeigte mit $3.2\text{cm} \pm 10.2\text{cm}$ signifikant ($p=0.05$) bessere Resultate als die Fallgruppe mit $-3.7\text{cm} \pm 11.5\text{cm}$. Die Laufbandanalyse ergab, dass die senkrechte Aufprallbelastungshöhe (Fzi) mit $p=0.004$ und der maximale Belastungsgrad (Gzi) mit $p=0.001$ während des Gangzyklus bei der verletzten Gruppe signifikant höher ausfielen als bei der Kontrollgruppe.

Konklusion: Die Autoren erläutern, dass trainingsbedingte Faktoren beeinflussend auf die Entstehung von Verletzungen einwirken – trotz fehlender Signifikanz. Die verminderte Flexibilität der Ischiokruralmuskulatur bei den verletzten Läufern könnte nach Ansicht der Autoren auf die benachbarten Gelenke einen zusätzlichen Stress auslösen, was sich während des Laufens negativ entwickeln kann. Weiter erläutern sie, dass wenig Flexibilität auf eine Muskeldysbalance hindeutet, wobei die Muskulatur schneller ermüdet und ungenügende Stabilität während dem Laufen gewährleisten kann. Aus biomechanischer Sicht wurden das Ausmass und der Grad der Aufprallsbelastung beim Laufen als signifikant für die Entstehung von Verletzungen durch Überbelastung bei Läufern beurteilt.

Beurteilung und Diskussion: Die Autoren dieser Studie prüften Faktoren, welche Überbelastungsverletzungen bei Läufern provozieren können und führten die

Untersuchungen in einem Fall-Kontroll-Design durch. Das Design stellt indessen nicht das Motiv der Wahl dar. Dies, weil es weniger evident als eine RCT oder die prospektive Kohortenstudie ist. Vielmehr wurde diese Studie in Anbetracht ihrer Untersuchungen von Prädiktoren ausgewählt. Die Risikofaktoren wurden sorgfältig untersucht, eingestuft und übersichtlich dargestellt. Überdies wurden zwei homogene Gruppen miteinander verglichen, was für die Gültigkeit der Ergebnisse wichtig ist und von uns daher als positiv betrachtet wird. Allerdings repräsentieren Resultate von 20 Probanden nicht dieselbe Präzision, wie dies Resultate von grossen Stichproben ($n \geq 30$) tun. Sie müssen daher mit Vorsicht verwendet werden.

In der Studie wird die Messung des Fussristes als reliabel deklariert, was auf die Arbeit keinen direkten Einfluss hat, aber für die Studie und ihre Messungen spricht. Zur Beantwortung der Fragestellung wurden die Resultate dieser Studie nur begrenzt verwendet, da die Autoren viele Faktoren untersuchten, welche für die Arbeit ungeeignet waren.

4.1.7. Studie 7

Etiologic factors associated with anterior knee pain in distance runners.

Duffey, Martin, Cannon, Craven, Messier (2000)

Die Veröffentlichung dieser Studie fand im *Official Journal of the American College of Sports Medicine* im Jahre 2000 statt.

Design: Fall-Kontroll-Design

Ziel: Das Ziel dieser Studie war es, Unterschiede zwischen Läufern mit anterioren Knieschmerzen (AKP) zu Läufern ohne AKP bezüglich spezifischer Variablen zu finden.

Stichprobe: Die Stichprobe umfasste männliche und weibliche Freizeit- und Wettkampfläufer. Alle Probanden liefen mehr als 16 Kilometer pro Woche und dies seit mindestens einem Jahr. Die Läufer wurden in eine nicht verletzte Gruppe ($n=70$, Alter= 35 ± 1 Jahr) und in eine Gruppe mit AKP ($n=99$, Alter= 39 ± 1 Jahr) eingeteilt. Die Kontrollgruppe hatte in der Vergangenheit keine *overuse* Verletzungen zu verzeichnen. Männer machten 69% von der AKP Gruppe und 76% von der Kontrollgruppe aus. Die Probanden wurden durch Werbung an verschiedenen Wettkämpfen ermittelt, die Verletzten wurden anschliessend in Kliniken durch Sportmediziner (Orthopäden) evaluiert. Die Autoren der Studie gingen dann von einer Verletzung aus, wenn

- das Training abgebrochen werden musste
- eine Reduzierung der Laufdistanz (Kilometer) gefordert wurde und/oder
- eine medizinische Konsultation nötig war.

Der anteriore Knieschmerz wurde durch Schmerzen der medialen Seite der Patella, Empfindlichkeit in der peripatellaren Region bei der medialen oder lateralen Gelenkskapsel und als Schmerzen bei Patellakompressionen definiert.

Beide Gruppen durchliefen zwei Testsitzungen. In der ersten wurden eine Einverständniserklärung unterschrieben und Fragen zur Verletzungsgeschichte (vorgängige Verletzungen, Laufuntergrund, Laufschuh, Dehnen) durchgeführt. Zudem wurden anthropometrische (Masse des menschlichen Körpers) und isokinetische (Analyse der Funktion eines Gelenkes mit dazugehöriger Muskulatur) Kräftewerte beider Beine durch das Laufband ermittelt. Bei diesen Messungen wurden die Läufer aufgefordert, ihre eigenen Laufschuhe anzuziehen. Bei der zweiten Sitzung wurden die Fussbelastungen ermittelt und eine kinetische Ganganalysen durchgeführt. Im Anschluss an den zweiten Teil gab es für die Läufer ein Feedback und ein Beratungsgespräch.

Outcome Messungen: Mittels einem univariaten Modell wurden spezifische Hypothesen erarbeitet.

Resultate: Mehrere Analysen ergaben einen signifikanten Unterschied zwischen der Kontrollgruppe und der AKP Gruppe: Kilometeranzahl kumuliert mit Laufschuhen, die kurz vor dem ausrangieren waren ($p=0.003$) die Stretchingdauer ($p=0.042$) sowie weitere vier anthropometrische Variablen. Zu diesen Variablen zählten Grösse ($p=0.027$), Gewicht ($p=0.05$), das Ausmass der Kniebeweglichkeit ($p=0.022$) und das Fussgewölbe ($p=0.05$). Ausserdem war die Pronation des Fusses in den ersten 10% der Standbeinphase mit $p=0.07$ auch mit einer Signifikanz bewertet. Insgesamt erwiesen sich 19 Variablen als signifikant.

Konklusion: Das Endziel dieser Studie war, spezifische Hypothesen bezüglich der Risikofaktoren für Verletzungen bei Läufern zu entwickeln. Diese Hypothesen sollten später durch eine prospektive klinische Studie getestet werden. Beim Einsetzen der Variablen in eine separat diskriminante Funktionsanalyse, zeigten sich vier Variablen signifikant. Läufer, die einen höheren Rist hatten, ihre Schuhe häufiger wechselten, in den ersten 10% der Standbeinphase den Fuss weniger pronierten und

schwächere Knieextensoren hatten, waren einem höheren Risiko für AKP ausgesetzt als andere Läufer.

Beurteilung und Diskussion: Diese Studie wurde nicht als Hauptstudie, sondern eher als Ergänzung zu den oben analysierten Studien betrachtet. Sie wurde aber ausgewählt, da sie eine grosse Stichprobe von weiblichen und männlichen Läufern in verschiedenen Konditionsniveaus enthält. Dies deutet zwar auf eine grosse Korrelation auf die Population hin, setzt jedoch die Homogenität der Stichprobe herab. Die Autoren untersuchten Risikofaktoren der anterioren Knieschmerzen, so dass die entsprechenden Resultate für die Beantwortung der Fragestellung bedeutend sind. Denn wie oben erwähnt, können die Begriffe PFPS und AKP gleichgesetzt werden. Problematisch ist, dass Informationen bezüglich der Vorgehensweise bei der Resultateevaluation fehlen. Zusätzlich wird das Analyseverfahren, welches nur durch deskriptive Statistik erwähnt, jedoch nirgends genau beschrieben wird, als unbefriedigend beurteilt.

5. Welche Prädiktoren findet man im Zusammenhang mit der Entstehung des Patellofemorales Schmerzsyndroms bei Läufern?

5.1. Definition Prädiktoren

Im folgenden Abschnitt werden die verschiedenen Prädiktoren, die in Verbindung mit dem PFPS oder Verletzungen der unteren Extremität bei Läufern auftraten, diskutiert und aufgelistet.

Mit dem Begriff Prädiktoren werden Faktoren definiert, die ein Merkmal, in diesem Fall das Patellofemorales Schmerzsyndrom, fördern. Da in verschiedenen Studien beschrieben wird, dass eine Vielzahl von Faktoren das PFPS hervorruft, musste die Fragestellung eingegrenzt und auf die Untersuchung von Prädiktoren reduziert werden. Inhaltlich wurden Alter, Geschlecht, BMI, Grösse, trainingsbedingte Faktoren und vorgängige Verletzungen zu Prädiktoren erklärt und es wurde überprüft, ob sie beeinflussend auf die Entstehung des Patellofemorales Schmerzsyndroms bei Läufern wirken.

5.2. Alter

In allen ausgewählten Studien wurde das Alter der Probanden erfasst, aber lediglich in drei Studien setzten sich die Autoren mit diesem Faktor und seinem Bezug auf Verletzungen der unteren Extremität im Laufsport auseinander. Es handelt sich um die Studien der Autoren Hootman et al. (2002), Taunton et al. (2002) und Taunton et al. (2003).

Taunton et al. (2002) berechneten in ihrer retrospektiven Fall- Kontrollstudie mit einer multivariaten Analyse, dass Läufer unter 34 Jahren, einem erhöhtem Risiko in Bezug auf die Entstehung des Patellofemorales Schmerzsyndroms ausgesetzt sind.

Die Forscher Hootman et al. (2002) berechneten mit ihrem multivariaten Cox Regressionsmodell, dass sowohl Männer (HR 0.88) als auch Frauen (HR 0.74) mit zunehmendem Alter einem kleinerem Risiko für Verletzungen der unteren Extremität ausgesetzt sind. Für weibliche Personen über 50 Jahren stellen Taunton et al. (2003) ein doppelt so hohes Verletzungsrisiko fest wie für jüngere.

Verteilung des Prädiktors Alter in den 7 Studien

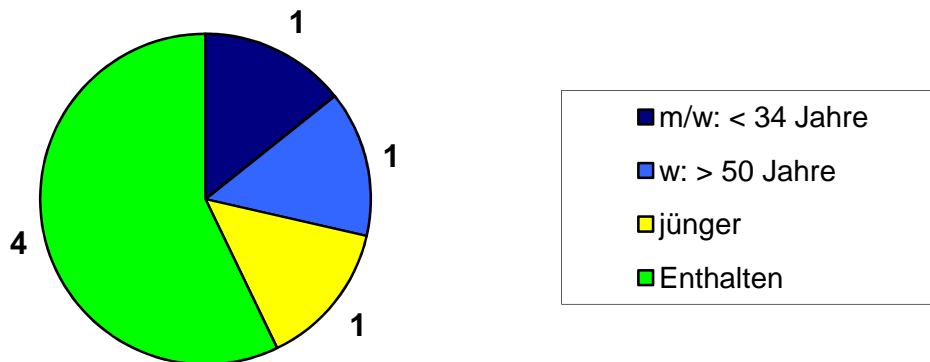


Abbildung 4: Übersicht der Verteilung des Prädiktors Alter (eigene Darstellung, 2009)

5.3. Geschlecht

Lediglich die Autoren Taunton et al. (2002) betrachteten das Geschlecht isoliert als Prädiktor bezüglich der Entstehung des Patellofemorales Schmerzsyndroms im Laufsport. Ihre signifikanten Ergebnisse zeigten, dass nahezu doppelt so viele Frauen (62% von n=331) das PFPS entwickelten wie Männer (38% von n=331). Andere Studien, wie die von Taunton et al. (2003) und Hootman et al. (2002) prüften den Einfluss verschiedener Faktoren bei Männern und Frauen und stellten fest, dass die Geschlechter mit verschiedenen Prädiktoren auf die Entstehung von Verletzungen reagierten.

Verteilung des Prädiktors Geschlecht in den 7 Studien

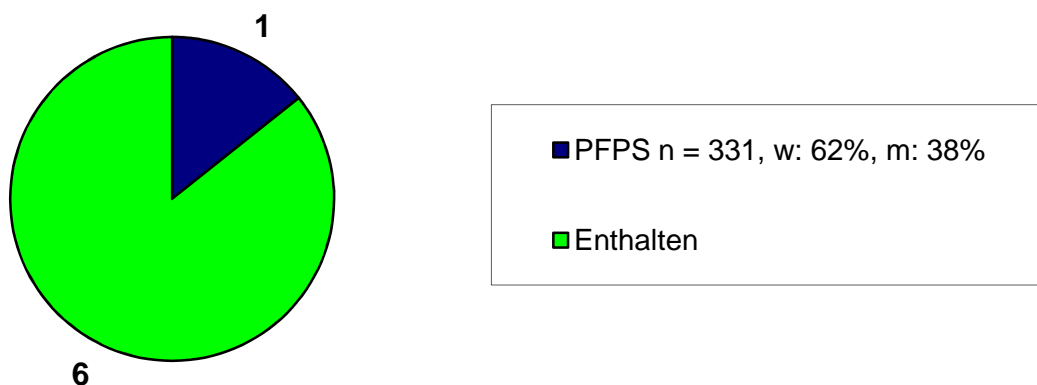


Abbildung 5: Übersicht der Verteilung des Prädiktors Geschlecht (eigene Darstellung, 2009)

5.4. Body Mass Index (BMI)

Die Meinungen und Resultate bezüglich BMI als Prädiktor für Verletzungen im Laufsport weisen beim Vergleich der verschiedenen Studien eine grosse Streuung auf.

Taunton et al. (2002) schrieben, dass grundsätzlich grössere und schwerere Läufer einem erhöhten Risiko für die Entwicklung von Verletzungen ausgesetzt sind, da grössere Kräfte auf die Gelenke, Muskeln und Knochen wirken. Dieser erhöhte Stress führt zu Abnützungen und kann Verletzungen provozieren. Gleichzeitig zitieren sie Neely et al. (1998), die erklären, dass Läufer mit kleinem BMI die Belastungen durch das Laufen schlechter kompensieren können. Sie erwähnen auch, dass Frauen mit geringem Fettanteil zu Amenorrhoe (siehe Anhang) neigen, was den Östrogenanteil senkt und die Dichte der Knochen und Elastizität des Kollagens herabsetzt, wobei dies wiederum das Risiko für Verletzungen erhöht. Marti et al. (1988; zit. Taunton et al., 2002) erwähnten, dass Läufer mit einem BMI von weniger als 19.5kg/m^2 oder grösser als 27kg/m^2 prädestiniert sind, Verletzungen zu entwickeln, was die oben erwähnten Hypothesen bestätigen. In der Studie von Taunton et al. (2003) wurde mit einer Signifikanz von $p=0.001$ gemessen, dass bei Männern mit einem BMI von mehr als 26kg/m^2 ein signifikant geringeres Risiko für Verletzungen der unteren Extremität besteht, als bei Männern mit kleinerem BMI als 26kg/m^2 .

Hootman et al. (2002) äusserten sich zum Schluss nur über den BMI der Frauen und erklärten, dass Läuferinnen mit höherem BMI einem Risiko von 8% ausgesetzt seien (HR: 1.07, $p=0.0018$), eine Verletzung an der unteren Extremität zu entwickeln. In der Studie von Duffey et al. (2000) ist eine leichte Tendenz hinsichtlich Läufer mit anterioren Knieschmerzen und einem höheren BMI herauszulesen. Denn verletzte Läufer hatten im Durchschnitt einen BMI von 23.3kg/m^2 im Vergleich zur Kontrollgruppe mit einem Wert von 22.9kg/m^2 .

Verteilung des Prädiktors BMI in den 7 Studien

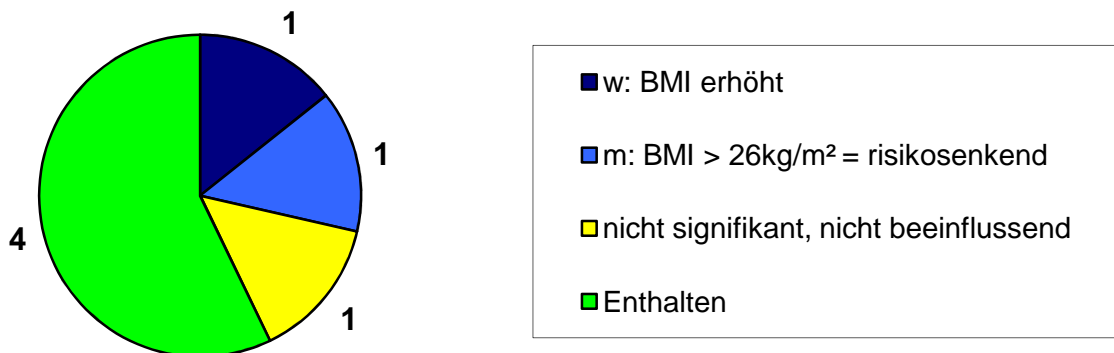


Abbildung 6: Übersicht der Verteilung des Prädiktors BMI (eigene Darstellung, 2009)

5.5. Trainingsbedingte Prädiktoren

Verschiedene Faktoren wurden zusammengefasst und unter den Titel trainingsbedingte Prädiktoren gesetzt, da sich die Studien auf verschiedene Variablen fokussierten. Wir fassten verschiedene Faktoren zusammen und setzten sie unter den Titel trainingsbedingte Prädiktoren, da sich die Studien auf verschiedene Variablen bezüglich des Trainings fokussierten.

5.5.1. Trainingskilometer pro Woche

Zu diesem Prädiktor sind sich die Autoren aus fünf Studien einig. Eine grosse Zahl an Laufkilometern pro Woche erhöht das Risiko von overuse Verletzungen der unteren Extremität. Hootman et al. (2002) beispielsweise berechneten, dass das Risiko für Verletzungen bei Läuferinnen, die mehr als 32km/Woche trainierten (laufen, joggen, walken) doppelt so hoch war als bei den Frauen mit tieferen wöchentlichen Laufpensens. Auch Männer mit mehr als 32km Training pro Woche waren mit einem HR von 1.66 einem grösserem Risiko ausgesetzt. Milgrom et al. (1991), die in ihrer prospektiven Studie den Zusammenhang zwischen Überaktivität und dem Patellofemorales Schmerzsyndrom bei 15% der 390 Rekruten herstellen konnten, bestätigen diese Hypothese. In der Studie von Taunton et al. (2003) konnte die Variable Trainingsdistanz pro Woche nicht gemessen werden, da jeder Teilnehmer dasselbe Programm während 13 Wochen absolvierte. Sie zitieren allerdings Mechelen et al. (1992) und Brill et al. (1995), die erwähnen, dass die Anzahl Laufkilometer pro Woche einer der wichtigsten Faktoren für Verletzungen

im Laufsport ist. In ihrer zweiten Studie erfassten Taunton et al. (2002), dass weniger als fünf Stunden Training pro Woche das Risiko für die Entstehung von Patellofemoralem Schmerzsyndrom senken würden. Allerdings werden in diesem Falle keine Kilometer, sondern Stunden angegeben. Auch Duffey et al. (2000) erfragten die Anzahl Kilometer pro Woche in ihrer Studie, massen aber keine signifikanten Unterschiede zwischen der Fallgruppe mit anterioren Knieschmerzen (~40km) und der Kontrollgruppe (42.4km).

Verteilung des Prädiktors Trainingskilometer / Woche in den 7 Studien

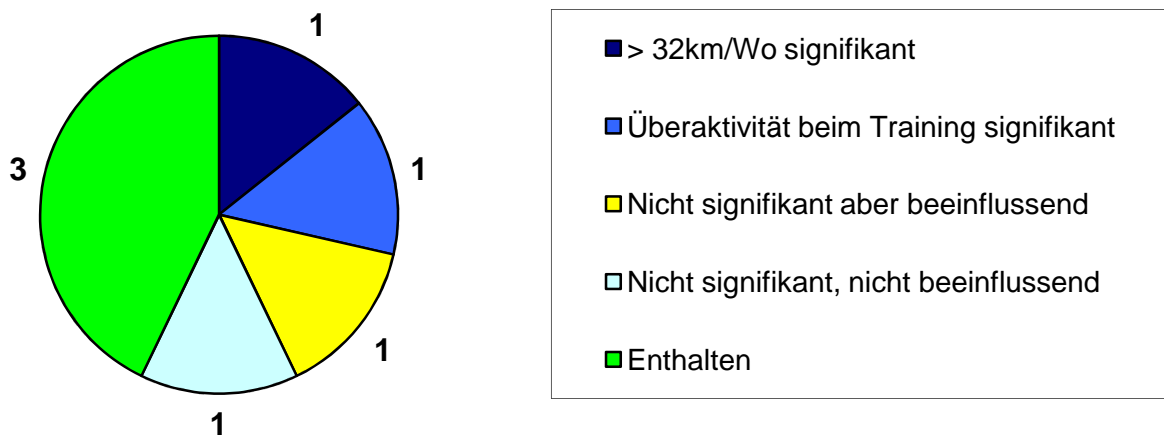


Abbildung 7: Übersicht der Verteilung des Prädiktors Trainingskilometer/Wo (eigene Darstellung, 2009)

5.5.2. Schuhe

Die Faktoren Schuhart, Schuhalter und Anzahl Kilometer pro Schuh wurden von den Autoren Taunton et al. (2003), Milgrom et al. (1991) und Duffey et al. (2000) untersucht. In der prospektiven Studie von Taunton et al. (2003) berechneten die Forscher, dass vier bis sechs Monate alte Schuhe das Risiko für Verletzungen bei Frauen deutlich erhöhen, andere Schuhalter jedoch keinen Einfluss auf die Entstehung von Verletzungen nehmen. Bei den Männern entdeckte man allerdings das Gegenteil, denn das Schuhalter (vier bis sechs Monate) korrelierte mit einer kleineren Verletzungszahl. Milgrom et al. (1991) wollten den Einfluss von Schuhen testen, indem sie 187 von 390 Rekruten Basketballschuhe statt normaler Infanterieschuhe zum trainieren gaben. Leider konnte hier keine Relevanz hergestellt werden, denn die Schuhe zeigten keinen Unterschied auf die Entstehung des

Patellofemorales Schmerzsyndroms. In der Fall- Kontrollstudie stellten Duffey et al. (2000) mit einer Signifikanz von $p \leq 0.05$ fest, dass Läufer mit anterioren Knieschmerzen die Schuhe häufiger wechselten (Wechsel nach $858\text{km} \pm 48\text{km}$) als die Läufer der Kontrollgruppe (Wechsel nach $1'109\text{km} \pm 82\text{km}$). Schuhe sollten also vor allem von Frauen nicht zu häufig gewechselt werden.

Verteilung des Prädiktors Schuhe in den 7 Studien

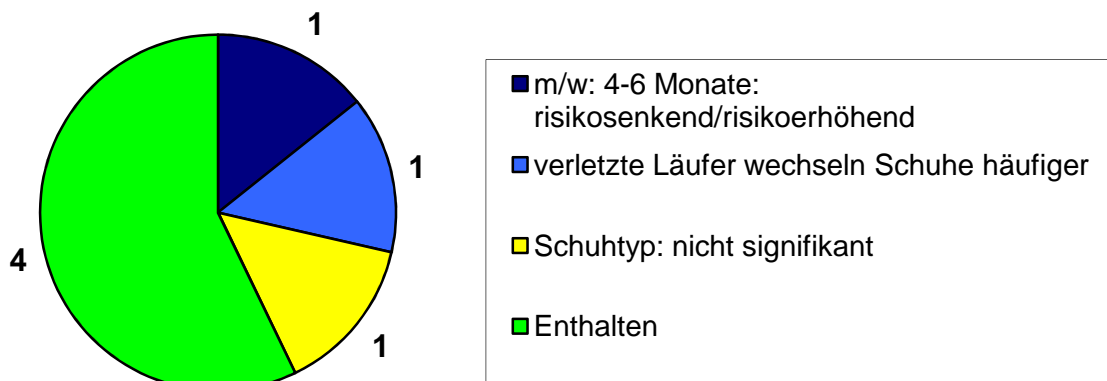


Abbildung 8: Übersicht der Verteilung des Prädiktors Schuhe (eigene Darstellung, 2009)

5.5.3. Topographie

Das favorisierte Gelände von 69% der 837 Läufer und Läuferinnen in der Studie von Taunton et al. (2003) war die geteerte Strasse, 18% bevorzugten kleine Pfade oder Naturstrassen und 12.3% der Läufer benützten unterschiedliche Untergründe. Auch Duffey et al. (2000) erstellten eine Rangordnung der Bodenbeschaffenheit, wobei in dieser Studie 76% von 99 verletzten Läufern den Asphalt klar anderen Untergründen vorzogen. Van Middelkoop et al. (2007) erfassten, dass von verschiedenen Untergründen nur das Training auf unebenem Gelände mit persistierenden Knieschmerzen bei Läufern in Verbindung gebracht werden konnte. Die Autoren Hreljac et al. (2000) konnten mit keiner Geländeart eine Verbindung zu *overuse* Verletzungen herstellen, erwähnen aber, dass das Gelände trotzdem beeinflussen kann.

Verteilung des Prädiktors Topographie in den 7 Studien

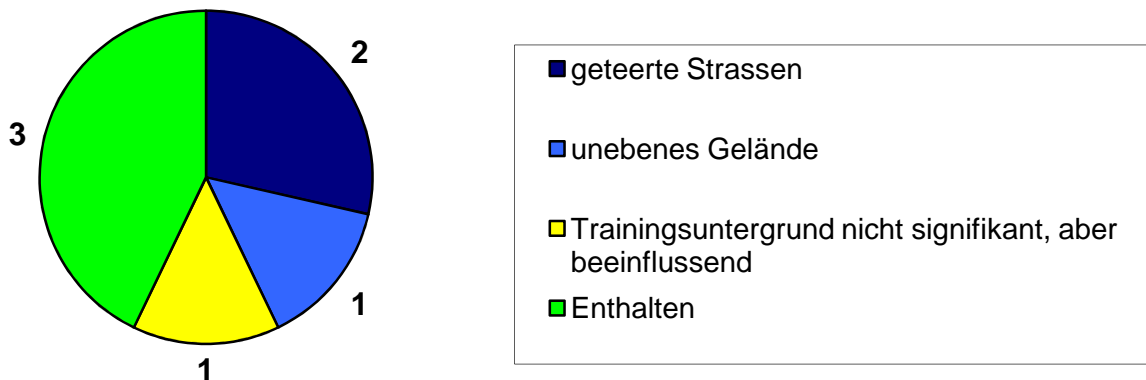


Abbildung 9: Übersicht der Verteilung des Prädiktors Topographie (eigene Darstellung, 2009)

5.5.4. Erfahrung im Laufsport

In der Literatur wird selten geprüft, ob die Erfahrung eines Läufers im Sport einen Einfluss auf Verletzungen im Knie hat oder nicht. Van Middelkoop et al. (2007) beschrieben jedoch, dass Läufer mit einer Karriere von mehr als zehn Jahren einem reduzierten Risiko für Verletzungen ausgesetzt sind. Erklärt wird, dass diese Athleten die möglichen Verletzungen bereits überstanden hatten, während die anderen den Sport dort aufgeben mussten. Die Strukturen eines erfahrenen Läufers sind ebenfalls belastbarer und erholen sich im Falle einer Verletzung schneller. Dieser Prädiktor erhöht in der Kohortenstudie von Hootman et al. (2002) das Risiko für Verletzungen bei Männern, wenn diese bereits seit über drei Jahren trainierten. Die Studie von Duffey et al. (2000) liefert keine relevanten Ergebnisse, denn die Erfahrung der Läufer ergab in beiden Gruppen den Durchschnittswert von 9.6 Jahren.

Verteilung des Prädiktors Erfahrung im Laufsport in den 7 Studien

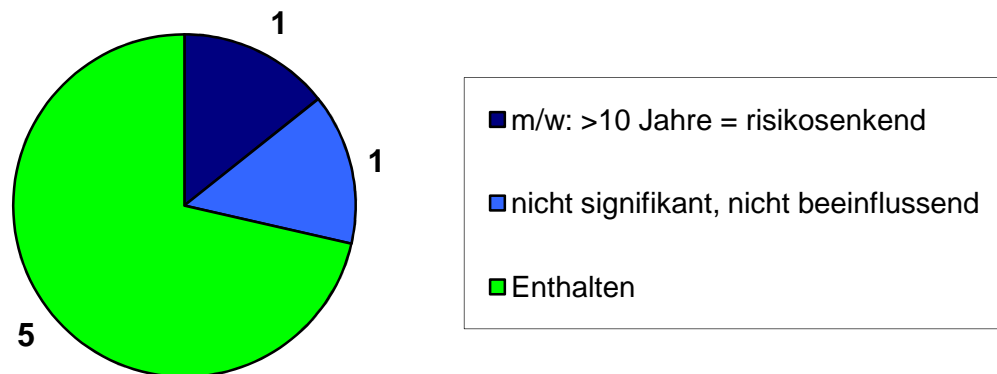


Abbildung 10: Übersicht der Verteilung des Prädiktors Erfahrung im Laufsport (eigene Darstellung, 2009)

5.5.5. Trainingsfrequenz pro Woche

Läuferinnen, die einmal pro Woche ein Lauftraining absolvieren, sind laut Taunton et al. (2003) einem 3.6fachen Risiko für Verletzungen der unteren Extremität ausgesetzt, als diejenigen, die häufiger trainieren. Ist die Trainingsfrequenz allerdings zu hoch, so erhalten die Strukturen des Körpers zu wenig Erholungszeit, was das Risiko für Verletzungen erhöht (Hreljac et al., 2000).

Verteilung des Prädiktors Trainingsfrequenz pro Woche in den 7 Studien

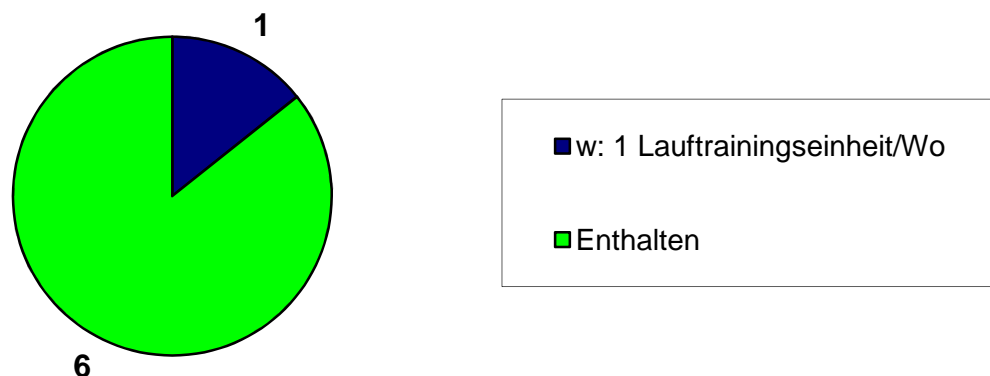


Abbildung 11: Übersicht der Verteilung des Prädiktors Trainingsfrequenz pro Woche (eigene Darstellung, 2009)

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Anzahl Trainingskilometer pro Woche als stärkster Prädiktor für Verletzungen agiert.

Verletzungen wie das Patellofemorale Schmerzsyndrom sind Resultate von Trainingsfehlern. Denn es ist evident, dass jeder Sportler, der sich einst eine solche Verletzung zugezogen hatte, zu grossen Belastungen ausgesetzt war. Das heisst, er oder sie trainierte zu stark am Limit, überschritt Intensität und Laufdistanz und setzte die Strukturen so zu stark unter Stress. Wo das Limit eines Läufers steht, kann wiederum abhängig von biomechanischen oder anatomischen Faktoren sein (Hreljac et al., 2000).

5.6. Vorgängige Verletzungen

Jeder zweite verletzte Läufer im Trainingsprogramm der Studie von Taunton et al. (2003) hatte vorgängig schon einmal Schmerzen im selben anatomischen Bereich. Häufig wurde allerdings das Training zu früh wieder aufgenommen, sodass den verletzten Strukturen ungenügend Zeit zur Erholung gegeben wurde und die Belastbarkeit heruntergesetzt war. Auch Hootman et al. (2002) erklären eine vorgängige Verletzung als tragenden Prädiktor zur Entwicklung neuer Verletzungen. Das Risiko für Männer mit vorgängigen Verletzungen bezifferten sie in ihrer Studie als doppelt so hoch (HR: 1.93) als für Männer ohne vorgängige Verletzungen. Auch bei Frauen gilt dieser Prädiktor mit einem HR von 1.73 als Risiko erhöhend. Als oberstes Gesetz gilt also, sich zuerst vollständig zu rehabilitieren, bevor das Training wieder aufgenommen wird.

Verteilung des Prädiktors vorgängige Verletzungen in den 7 Studien

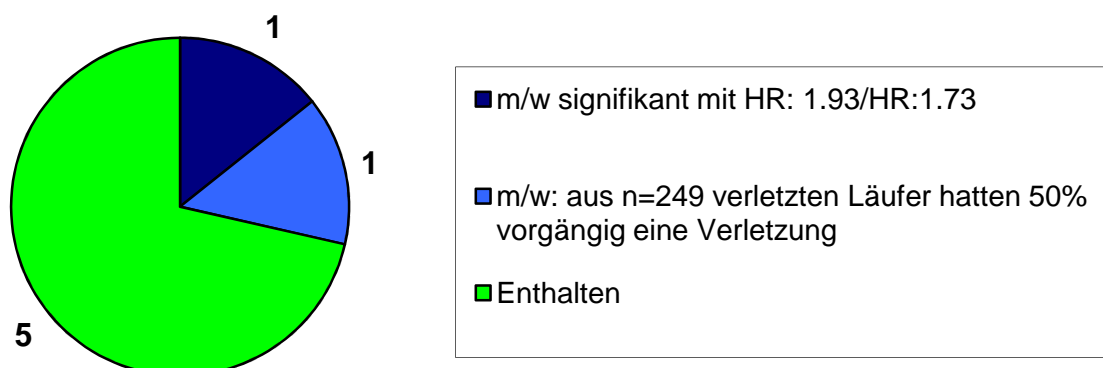


Abbildung 12: Übersicht der Verteilung des Prädiktors vorgängige Verletzungen (eigene Darstellung, 2009)

5.7. Grösse

In der Studie von Duffey et al. (2000) wird erwähnt, dass die Grösse der untersuchten Probanden ein signifikantes Ergebnis ($p \leq 0.05$) hinsichtlich der Kontroll- und AKP-Gruppe ergibt. Die Kontrollgruppe hatte durchschnittlich eine Grösse von $174.5\text{cm} \pm 1.1\text{cm}$ im Vergleich zur AKP-Gruppe, die mit $172.1\text{cm} \pm 1.1\text{cm}$ leicht kleiner war. Die Autoren Taunton et al. (2002) eruierten als Prädiktor für Läuferinnen eine Grösse von $< 1.57\text{m}$. Kleinere Läuferinnen sind daher einem signifikant ($p < 0.05$) höheren Risiko ausgesetzt, ein PFPS zu entwickeln als grössere Läufer. In der retrospektiven Studie von Hreljac et al. (2000) zeigte sich der Prädiktor Grösse als nicht bedeutsamer Faktor, bezüglich *overuse* Verletzungen im Laufsport.

Verteilung des Prädiktors Grösse in den 7 Studien

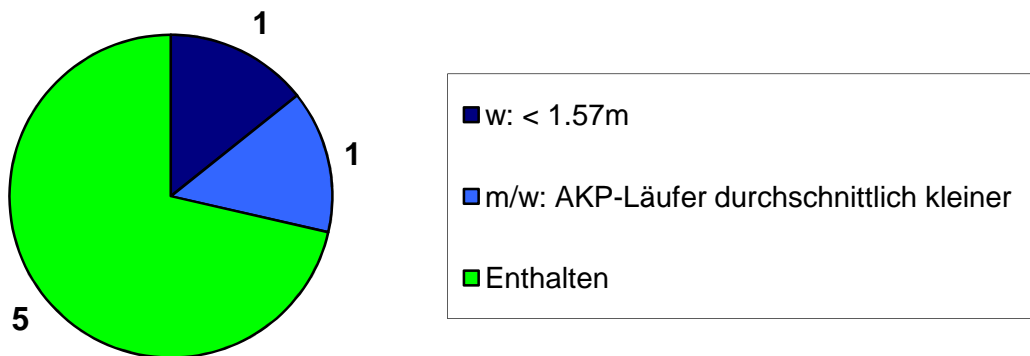


Abbildung 13: Übersicht der Verteilung des Prädiktors Grösse (eigene Darstellung, 2009)

Zusammenfassung der Prädiktoren

| Prädiktor | Studie | Stichprobe | Verletzungsart | Detailansicht des Prädiktors | Outcome |
|----------------------------|------------------------|---|-----------------------------------|--|--|
| Alter | | | | | |
| | Hootman et al. (2002), | Freizeit-Sportler, laufen, walken, joggen | Verletzungen der UE | m/w: pro 10 Jahre älter werden | m: HR: 0.88 p≤0.0002 w: HR: 0.74 p≤0.0001 |
| | Taunton et al. (2002) | Läufer | PFPS | m/w: <34 Jahre | Multivariate Analyse mit p< 0.05 |
| | Taunton et al. (2003) | Läufer | unspezifische Verletzungen der UE | w: >50 Jahre | OR:1.92 CI 95%: (1.11-3.33) |
| Geschlecht | | | | | |
| | Taunton et al. (2002) | Läufer | PFPS | signifikant mehr ♀ entwickelten das PFPS als ♂ | w: 62% m: 38% von n=331 |
| BMI | | | | | |
| | Duffey et al. (2000) | Freizeit-/Wettkampfläufer | AKP | AKP Gruppe: 23.3 ± 0.3 kg/m ² Kontrollgruppe: 22.9 ± 0.3 kg/m ² | Keine Signifikanz |
| | Taunton et al. (2003) | Läufer | Unspezifische Verletzungen der UE | m: BMI >26kg/m ² | RR: 0.407 CI 95% 0.211-0.785 p<0.001 |
| | Hootman et al. (2001) | Freizeit-Sportler, laufen, walken, joggen | Verletzungen der UE | w: erhöhter BMI | HR: 1.07 p=0.0018 8% höherer Wahrscheinlichkeit für Verletzungen |
| km pro Woche | | | | | |
| | Duffey et al. (2000) | Freizeit-/Wettkampfläufer | AKP | AKP Gruppe: 41 ± 2km Kontrollgruppe: 43 ± 2.7 km | keine signifikanten Resultate |
| | Hootman et al. (2002) | Freizeit-Sportler, laufen, walken, joggen | Verletzungen der UE | m/w: mehr als 32km pro Woche Training | m: HR: 1.66 CI 95%, (1.43-1.94) p=0.0001 w: HR: 2.08 CI 95%, (1.45-2.98) p=0.0001 |
| | Hreljac et al. (2000) | Läufer | Verletzungen der UE | - | Keine signifikante Ergebnisse |
| | Milgrom et al. (1991) | Rekruten | PFPS | Überaktivität im Training | 15% aus 390 Rekruten hatten PFPS, das mit Überaktivität verbunden wurde |
| Schuhe | | | | | |
| Anzahl Kilometer pro Schuh | Duffey et al. (2000) | Freizeit-/Wettkampfläufer | AKP | AKP Gruppe: nach 858 ± 48km Schuhwechsel Kontrollgruppe: nach 1*109 ± 82km Schuhwechsel | Signifikantes Resultat (p<0.05) |
| Schuhalter | Taunton et al. (2003) | Läufer | unspezifische Verletzungen der UE | w: 4-6 Mt. alte Schuhe m: 4-6 Mt. alte Schuhe | OR: 1.735 CI 95%: 1.009-2.984, p=0.002 OR: 0.355 CI 95%: 0.15-0.84, p=0.001 |
| Schuhtyp | Milgrom et al. (1991) | Rekruten | PFPS | Basketball vs. Infanterieschuhe | keine signifikanten Resultate |

| Topographie | | | | | |
|-----------------------------|------------------------------|---|-----------------------------------|--|---|
| | Duffey et al. (2000) | Freizeit-/Wettkampfläufer | AKP | 1. Asphalt 2. Feldwege | AKP n total= 99 Läufer 1. 76.4 ± 2.8 2. 7.6 ± 1.7 |
| | Taunton et al. (2003) | Läufer | unspezifische Verletzungen der UE | 1. geteerte Strasse 2. kleine Wege/ Naturstrassen 3. unterschiedliche Untergründe. | n total= 837 1. 69%=577.5 2. 18%=150.7 3. 12.3%=103 |
| | Van Middelkoop et al. (2007) | Marathonläufer | unspezifische Knieverletzungen | Unebenes Gelände | OR: 33.33 CI 95%: 2.11-526.36 |
| | Hreljac et al. (2000) | Läufer | unspezifische Verletzungen der UE | Verschiedene Geländearten | Keine signifikanten Ergebnisse |
| Erfahrung im Laufsport | | | | | |
| | Duffey et al. (2000) | Freizeit-/Wettkampfläufer | AKP | AKP Gruppe: 9.6 ± 0.7 Jahre Kontrollgruppe: 9.6 ± 0.8 Jahre | keine Signifikanz |
| | Van Middelkoop et al. (2007) | Marathonläufer | unspezifische Knieverletzungen | m/w: >10 Jahre | OR: 0.40 CI 95% (0.12-1.30) p=0.13 (0.05<p≤0.20) |
| Trainingsfrequenz pro Woche | | | | | |
| | Taunton et al. (2003) | Läufer | unspezifische Verletzungen der UE | w: eine Lauftrainingseinheit pro Woche | HR: 3.6 CI 95% 1.08-12.29 |
| Vorgängige Verletzungen | | | | | |
| | Hootman et al. (2002) | Freizeit-Sportler, laufen, walken, joggen | Verletzungen der UE | Vorgängige Verletzung an der UE | m: HR: 1.93 CI 95% 1.7-2.19 p=0.0001 w: HR: 1.73 CI 95% 1.31-2.30 p=0.0001 |
| | Taunton et al. (2003) | Läufer | unspezifische Verletzungen der UE | Vorgängig verletzte Läufer | Verletzt n=249 50% = 125 hatten vorgängig schon Verletzungen |
| Grösse | | | | | |
| | Duffey et al. (2000) | Freizeit-/Wettkampfläufer | AKP | AKP Gruppe: 172.1cm ± 1.1cm Kontrollgruppe: 74.5cm ± 1.1cm | Univariate Analyse p=0.027 |
| | Taunton et al. (2002) | Läufer | PFPS | w: <157cm | Multivariate Analyse mit p<0.05 |

AKP: Anteriorer Knee Pain

HR: Hazard Ratio

OR: Odds Ratio

UE: untere Extremität

BMI: Body Mass Index in kg/m²

m: männlich

PFPS: Patellofemoral Pain Syndrome

vs: versus

CI: Confidence Interval 95%

Mt.: Monate

RR: Risk Ratio

w: weiblich

Tabelle 1: Zusammenfassung und Darstellung der Prädiktoren (eigene Darstellung, 2009)

6. Fazit

Die Beantwortung der Fragestellung gestaltete sich komplexer als anfänglich erwartet. Die Problematik lag darin, dass die Hauptstudien nicht nach klaren Ein- bzw. Ausschlusskriterien ausgewählt werden konnten. Die Recherche ergab nur wenige Studien, in denen das Patellofemorale Schmerzsyndrom bei Läufern untersucht wurde. Wir sahen uns daher gezwungen, Studien in die Arbeit mit einzubeziehen, die unspezifische Überbelastungsverletzungen der unteren Extremität im Laufsport untersuchten. Bei deren Auswahl wurde der Schwerpunkt einerseits auf die Untersuchung entsprechender Verletzungsprädiktoren, andererseits auf das Stichprobenmerkmal der Läufer gesetzt. Schlussendlich wurden sieben Studien integriert, wovon zwei das Patellofemorale Schmerzsyndrom und dessen Prädiktoren bei Läufern untersuchten. Dennoch verwendeten wir Resultate aus den übrigen vier Studien für die Beantwortung unserer Fragestellung und begründeten dieses Vorgehen mit der Tatsache, dass das PFPS in mehreren Studien als häufigste Verletzung im Laufsport auftritt. Die Ergebnisse der Bachelorarbeit werden von uns als valide gewertet. Im Hinblick auf die Beantwortung der Fragestellung präsentieren sie sich allerdings als unpräzise, da die Variable des PFPS lediglich in drei Studien beschrieben wurde. Bei der Auswertung der Resultate stellten wir fest, dass nur wenige Ergebnisse zwischen den Studien kongruent waren. Nichts desto Trotz konnten bei den verschiedenen Prädiktoren Tendenzen herausgelesen werden, welche im nachfolgenden Abschnitt zusammenfassend erläutert werden.

Sind Läuferinnen jung (unter 34 jährig), kleiner als 1.57m, haben einen BMI von weniger als 19.5kg/m^2 oder mehr als 27kg/m^2 , tragen Schuhe, die vier bis sechs Monate alt sind, trainieren lediglich einmal pro Woche, oder laufen in sieben Tagen mehr als 32km auf unebenem Gelände, oder hatten vorgängig schon eine Verletzung am Bewegungsapparat, so sind sie einem erhöhtem Risiko für Überbelastungsverletzungen ausgesetzt. Im Vergleich zu den Frauen zeigen sich bei den Männern bezüglich der Prädiktoren sowohl Ähnlichkeiten als auch Unterschiede. Männer, die jung sind, einen BMI von weniger als 19.5kg/m^2 oder mehr als 27kg/m^2 haben, mehr als 32km pro Woche auf unebenem Gelände laufen und vorgängig eine Verletzung hatten, zeigen ein erhöhtes Risiko für die Entstehung von Verletzungen

der unteren Extremität. Zusätzlich wirkt der Prädiktor Erfahrung im Laufsport: Sobald dieser mehr als drei Jahre beträgt, wirkt er als beeinflussender Faktor für Männer. Bei den aufgelisteten Prädiktoren stellte sich heraus, dass Männer insgesamt von leicht geringerem Risiko für Überbelastungsverletzungen betroffen sind als Frauen. In der Literatur wird allerdings erwähnt, dass sich die Verletzungsrate zwischen Läufern und Läuferinnen nicht unterscheiden lässt (Taunton et al., 2003).

Trotz weniger Daten erachteten wir es als sinnvoll, eine Übersicht der Prädiktoren für das Patellofemorale Schmerzsyndrom bei Läufern auszuarbeiten. Für Frauen gilt demnach als Risiko erhöhend, wenn sie jünger als 34 Jahre und kleiner als 1.57m sind. Bei Männern kann neben dem Alter (34-jährig) auch die Überaktivität (59 von 390 Rekruten mit PFPS) als Prädiktor für das PFPS bestimmt werden. Für beide Geschlechter gilt zusätzlich, dass im Falle des Patellofemorales Schmerzsyndroms die Schuhe häufiger gewechselt wurden.

Abschliessend muss zudem erwähnt werden, dass Frauen das Patellofemorale Schmerzsyndrom annähernd doppelt so häufig entwickeln wie Männer.

Aufgrund der erwähnten Schwierigkeiten in der vorliegenden Arbeit, möchten wir an dieser Stelle der Wissenschaft nahelegen, das Patellofemorale Schmerzsyndrom und dessen Risikofaktoren weiter zu erforschen. So wäre es ausserdem spannend zu wissen, inwiefern andere Sportarten, die parallel zum Laufen ausgeübt werden, einen Einfluss auf die Entstehung des PFPS nehmen. Oder: Gibt es gar Kombinationen von verschiedenen sportlichen Aktivitäten, die das Risiko für das PFPS senken?

In der Physiotherapie kann das Wissen über Prädiktoren für das Patellofemorale Schmerzsyndrom bei Läufern präventiv eingesetzt werden. Gerade im Bereich des Trainings kann der Therapeut mit dem Wissen über Prädiktoren, gelenkschonende Trainingspläne für den Sportler erstellen und dadurch mögliche Fehler und daraus resultierende Verletzungen verhindern.

7. Literaturverzeichnis

- Arroll, B. & Edwards, A. (1999) *Runner's Knee: what is it and what helps?* British Journal of General Practice, February
- Brill, PA. & Macera, C. A. (1995) *The influence of running patterns on running injuries.* Sports Medicine, 20, 365-8.
- Clement, D., Taunton, J. & Smart, G. et al. (1981) *A survey of overuse injuries.* Physician and Sports Medicine, 9, 47-58.
- Duffey, M. J., Martin, D. F., Cannon, D. W., Craven, T. & Messier, S. P. (2000) *Etiologic factors associated with anterior knee pain in distance runners.* Official Journal of the American College of Sports Medicine, 1825-1832.
- Fulkerson, J. P., Buuck, D. A., Dye, S. F., Farr, J. & Post, W. R. (2004) *Disorders of the Patellofemoral Joint.* 4. Auflage. Philadelphia: Lippincott and Williams & Wilkins.
- Hochschild, J. (2002) *Strukturen und Funktionen begreifen. Funktionelle Anatomie-Therapierelevante Details* (S.194-198). Band 2. Stuttgart: Georg Thieme.
- Hootmann, J. M., Macera, C. A., Ainsworth, B. E., Martin, M., Addy, C. L. & Blair, S. N. (2002) *Predictors of Lower Extremity Injury Among Recreationally Active Adults.* Clinical Journal of Sports Medicine, 12, 99-106.
- Hreljac, A., Marshall R. N. & Hume, P. A. (2000) *Evaluation of lower extremity overuse injury potential in runners.* Official Journal of the American College of Sports Medicine, 1635-1641.
- Ivkovic, A., Franic, M., Bojanic, I. & Pecina, M. (2007) *Overuse Injuries in Female Athletes.* Croat Medicine Journal, 48, 767-778.

LaBella, C. (2004) *Patellofemoral pain Syndrome: evaluation and treatment*. Primary Care: Clinics in Office Practice, 31, 977-1003.

Lun, V., Meeuwisse, W. H., Stergiou, P. & Stefanyshyn, D. (2004) *Relation between running injury and static lower limb alignment in recreational runners*. British Journal of Sports Medicine, 38, 576-580.

Macintyre, J., Taunton, J. & Clement, D., et al. (1991) *Running injuries: a clinical study of 4173 cases*. Clinical Journal of Sports Medicine, 1, 81-7.

Milgrom, C., Finestone, A., Eldad, A. & Shlamkovitch, N. (1991) *Patellofemoral pain caused by overactivity. A prospectiv study of risk factors in infantry recruits*. The Journal of Bone and Joint Surgery, 73, 1041-1043.

Murphy, D. F., Connolly, D. A.J. & Beynon B. D. (2003) *Risk factors for lower extremity injury: a review of the literature*. British Journal of Sports Medicine, 37, 13-29.

Neely, F. G. (1998) *Intrinsic risk factors for exercise-related lower limb injuries*. Sports Medicine, 26, 253-63.

Netter, F. H. (2003) *Atlas der Anatomie des Menschen*. 3. Auflage. Stuttgart: Georg Thieme.

Platzer, W. (2005) *Taschenatlas Anatomie, Bewegungsapparat*. 9. Auflage. Stuttgart: Georg Thieme.

Sanchis-Alfonso, V., Prat-Pastor, J. M., Atienza-Vicente, C. M., Puig-Abbs, C. & Comin-Clavijo, M. (2006) *Biomechanical Bases for Anterior Knee Pain and Patellar Instability in the Young Patient*. In V. Sanchis-Alfonso, J.M. Prat-Pastor, C.M. Atienza-Vicente, C. Puig-Abbs & M. Comin-Clavijo (Hrsg.), *Anterior knee pain and patellar instability*. (S. 55-75). London: SpringerLink.

Schünke, M., Schulte, E. & Schuhmacher, U. (2007) *Prometheus: Lernatlas der Anatomie. Allgemeine Anatomie*. 2. Auflage. Stuttgart. Georg Thieme.

Taunton, J. E., Ryan, M. B., Clement, D. B., McKenzie, D. C., Lloyd-Smith, D. R. & Zumbo, B. D. (2002) *A retrospective case-control analysis of 2002 running injuries*. British Journal of Sports Medicine, 36, 95-101.

Taunton, J. E., Ryan, M. B., Clement, D. B., McKenzie, D. C., Lloyd-Smith, D. R. & Zumbo, B. D. (2003) *A prospective study of running injuries: the Vancouver Sun Run "In Training" clinics*. British Journal of Sports Medicine, 37, 239-244.

Thijs, Y., De Clercq, D., Roosen, P. & Witvrouw, E. (2008) *Gait-related intrinsic risk factors for patellofemoral pain in novice recreational runners*. British Journal of Sports Medicine, 42, 466-471.

Van Mechelen, W. (1992) *Running injuries: a review of the epidemiological literature*. Sports Medicine, 14, 320-35.

Van Middelkoop, M., Kolkman, J., Van Ochten, J., Bierma- Zeinstra, S.M.A. & Koes, B.W. (2007) *Course and Predicting Factors of Lower- Extremity Injuries After Running a Marathon*. Clinical Journal of Sport Medicine, 17, 25-30.

Waryasz, G: R. & McDermott, A. (2008) *Patellofemoral pain syndrome (PFPS): a systematic review of anatomy and potential risk factors*. Dynamic Medicine, 7, 9.

Witrouw, E., Van Tiggelen, D. & Willems, T. (2006) *Risk factors and Prevention of Anterior Knee Pain*. In V. Sanchis-Alfonso, J.M. Prat- Pastor, C.M. Atienza- Vicente, C. Puig- Abbs & M. Comin- Clavijo (Hrsg.), *Anterior knee pain and patellar instability*. (S. 135-144). London: SpringerLink.

Witvrouw, E., Werner, S., Mikkelsen, C., Van Tiggelen, D., Vanden Berghe, L. & Cerulli G. (2005) *Clinical classification of patellofemoral pain syndrome: guidelines for non-operative treatment*. Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy, 13, 122-130.

Witvrouw, E., Lysens, R., Bellemans, J., Cambier, D. & Vanderstraeten, G. (2000) *Intrinsic Risk Factors for the Development of Anterior Knee Pain in an Athletic Population: A Two- Year Prospective Study*. American Journal of Sports Medicine, 28, 480.

Witvrouw, E., Lysens, R., Bellemans, J., Cambier, D., Cools, A., Danneels L. & Bougois, J. (2002) *Which factors predict outcome in the treatment program of anterior knee pain?* Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports, 12, 40–46.

7.1. Abbildungsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Abbildung 1: Patellofemoral Joint Reaction Force (PFJR) (Sanchis-Alfonso, et al., 2006) | 9 |
| Abbildung 2: Quadricepswinkel (Hochschild, 2002) | 12 |
| Abbildung 3: Musculus Quadriceps femoris (Schünke et al., 2007) | 16 |
| Abbildung 4: Übersicht der Verteilung des Prädiktors Alter (eigene Darstellung, 2009) | 35 |
| Abbildung 5: Übersicht der Verteilung des Prädiktors Geschlecht (eigene Darstellung, 2009) | 35 |
| Abbildung 6: Übersicht der Verteilung des Prädiktors BMI (eigene Darstellung, 2009) | 37 |
| Abbildung 7: Übersicht der Verteilung des Prädiktors Trainingskilometer/Wo (eigene Darstellung, 2009) | 38 |
| Abbildung 8: Übersicht der Verteilung des Prädiktors Schuhe (eigene Darstellung, 2009) | 39 |
| Abbildung 9: Übersicht der Verteilung des Prädiktors Topographie (eigene Darstellung, 2009) | 40 |
| Abbildung 10: Übersicht der Verteilung des Prädiktors Erfahrung im Laufsport (eigene Darstellung, 2009) | 41 |
| Abbildung 11: Übersicht der Verteilung des Prädiktors Trainingsfrequenz/Wo (eigene Darstellung, 2009) | 41 |
| Abbildung 12: Übersicht der Verteilung des Prädiktors vorgängige Verletzungen (eigene Darstellung, 2009) | 42 |
| Abbildung 13: Übersicht der Verteilung des Prädiktors Grösse (eigene Darstellung, 2009) | 43 |
| Abbildung 15: Titelbild: Läufer mit Knieschmerzen [On-Line]. Available: http://www.paddockshealthcare.com/wpcontent/uploads/2007/12/runnerkneepain.jpg (26.05.09)..... | |
| Abbildung 14: Läufer in Kopfzeile [On-Line]. Available: http://www.breitensport-sinzheim.de/bilder/LAEUFER.gif (26.05.09)..... | |

7.2. Tabellenverzeichnis

| | |
|---|----|
| Tabelle 1: Zusammenfassung und Darstellung der Prädiktoren (eigene Darstellung, 2009) | 45 |
|---|----|

Eigenständigkeitserklärung

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

Ariane Schwank

Karin Kreis

Winterthur, 19.06.2009

8. Anhang

8.1. Verzeichnis für Definitionen

Alignment: Alignment wird im Deutschen übersetzt mit Ausrichtung, Anordnung, Einstellung. Im physiotherapeutischen Bereich wird der Begriff im Sinne der optimalen Gelenksstellung für die Bewegung verwendet. Steht ein Gelenk in einem guten Alignment, so sind Knochen, Muskeln, Bänder und Kapsel in der optimalsten Position um eine Bewegung zu zulassen. Der Begriff Beinalignment wird übersetzt als Beinlängsachse, das heisst, wie die Gelenke Hüfte, Knie, Sprunggelenke etc. zueinander stehen.

Leo GmbH Online Service (2006). Alignment [On-Line]. Available:

<http://dict.leo.org/ende?lp=ende&lang=de&searchLoc=0&cmpType=relaxed§Hdr=on&spellToler=on&chinese=both&pinyin=diacritic&search=Alignment&relink=onl> (29.05.09)

Bassøe Gjelsvik, B. E. (2007) *Die Bobath-Therapie in der Erwachsenenneurologie*. Stuttgart Georg Thieme

Amenorrhoe: Monks - Ärzte im Netz GmbH (2008) geben folgende Umschreibung: „Mit dem Begriff Amenorrhoe bezeichnet man das Ausbleiben der Regelblutung. In der Schwangerschaft oder der Stillperiode ist das ein ganz natürlicher Zustand. Ausserhalb dieser Zeit wird unterschieden in eine primäre Amenorrhoe, bei der bis über das 16. Lebensjahr hinaus keine Monatsblutung eingetreten ist. Bei einer sekundären Amenorrhoe war bereits ein normaler Zyklus vorhanden bevor die Blutung ausgeblieben ist.“

Monks - Ärzte im Netz GmbH (2008). Menstruationsstörungen [On-Line]. Available:

http://www.frauenaerzte-im-netz.de/de_menstruationsstoerungen-amenorrhoe_412.html (29.05.09)

Body Mass Index (BMI): Wird berechnet aus Körpergewicht dividiert durch Körpergröße im Quadrat. BMI wird vor allem im Zusammenhang mit Übergewicht oder Untergewicht angewendet.

Normal bei w: 19-24kg/m²

Normal bei m: 20-25kg/m²

Nestlé Ernährungsstudio (keine Angabe) [On-Line]. Available:

http://ernaehrungsstudio.nestle.de/TippsTools/Rechner/Bmi.htm?WT.mc_id=bmi-rechner_bmi
(29.05.09)

Loading Response: Übersetzt wird dieser Begriff als Belastungsaufnahme im Gangzyklus. Es handelt sich um die zweite Phase der Standbeinphase.

Carr, J. & Shepherd, R. (2002) *Stroke Rehabilitation: Guidelines for Exercise and Training to Optimize Motor Skill*. Butterworth Heinemann

Overuse: Auf Deutsch wird dieser Begriff als Überbelastung definiert. Overuse Verletzungen des Muskuloskeletalen Systems, entstehen wenn eine Struktur repetitiv einer grossen Belastung ausgesetzt ist und diese Belastung über eine Periode eingehalten wird. Es entstehen Ermüdungseffekte und die Ressourcen der Struktur werden herabgesetzt.

Hreljac, A., Marshall R.N. & Hume, P.A. (2000) *Evaluation of lower extremity overuse injury potential in runners*. Official Journal of the American College of Sports Medicine, 1635-1641.

Elliot, B. C. (1990) *Adolescent overuse sporting injuries: a biomechanical review*. Australian Sports Commission Program 23, 1-9

Stanish, W.D. (1984) *overuse injuries in athletes: a perspective*. Medicine Science Sports Exercises 16, 1-7

Terminal Stance: Übersetzt wird dieser Begriff als Standbeinphasenende des Gangzyklus.

Carr, J. & Shepherd, R. (2002) *Stroke Rehabilitation: Guidelines for Exercise and Training to Optimize Motor Skill*. Butterworth Heinemann

8.2. Formular zur Studienbeurteilung

Critical Review Form - Quantitative Studies

© Law, M., Stewart, D., Pollock, N., Letts, L., Bosch, J., & Westmorland, M., 1998
McMaster University

CITATION:

| |
|--|
| |
| |
| |

Comments

| | |
|---|---|
| <p>STUDY PURPOSE: Was the purpose stated clearly? <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No</p> | <p>Outline the purpose of the study. How does the study apply to occupational therapy and/or your research question?</p> |
| <p>LITERATURE: Was relevant background literature reviewed? <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No</p> | <p>Describe the justification of the need for this study.</p> |
| <p>DESIGN: <input type="radio"/> randomized (RCT) <input type="radio"/> cohort <input type="radio"/> single case design <input type="radio"/> before and after <input type="radio"/> case-control <input type="radio"/> cross-sectional <input type="radio"/> case study</p> | <p>Describe the study design. Was the design appropriate for the study question? (e.g., for knowledge level about this issue, outcomes, ethical issues, etc.)</p> <p>Specify any biases that may have been operating and the direction of their influence on the results.</p> |

Comments

| | | | | | |
|---|---|---|---------------------|--|--|
| <p>SAMPLE: N =</p> <p>Was the sample described in detail? <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No</p> <p>Was sample size justified? <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No <input type="radio"/> N/A</p> | <p>Sampling (who; characteristics; how many; how was sampling done?) If more than one group, was there similarity between the groups?</p> <p>Describe ethics procedures. Was informed consent obtained?</p> | | | | |
| <p>OUTCOMES:</p> <p>Were the outcome measures reliable? <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Not addressed</p> <p>Were the outcome measures valid? <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Not addressed</p> | <p>Specify the frequency of outcome measurement (i.e., pre, post, follow-up)</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 60%;">Outcome areas (e.g., self-care, productivity, leisure).</td> <td style="width: 40%;">List measures used.</td> </tr> <tr> <td style="height: 100px;"></td> <td style="height: 100px;"></td> </tr> </table> | Outcome areas (e.g., self-care, productivity, leisure). | List measures used. | | |
| Outcome areas (e.g., self-care, productivity, leisure). | List measures used. | | | | |
| | | | | | |
| <p>INTERVENTION:</p> <p>Intervention was described in detail? <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Not addressed</p> <p>Contamination was avoided? <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Not addressed <input type="radio"/> N/A</p> <p>Cointervention was avoided? <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Not addressed <input type="radio"/> N/A</p> | <p>Provide a short description of the intervention (focus, who delivered it, how often, setting). Could the intervention be replicated in occupational therapy practice?</p> | | | | |

Comments

| | |
|--|--|
| <p>RESULTS: Results were reported in terms of statistical significance? <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No <input type="radio"/> N/A <input type="radio"/> Not addressed</p> <p>Were the analysis method(s) appropriate? <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Not addressed</p> <p>Clinical importance was reported? <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Not addressed</p> | <p>What were the results? Were they statistically significant (i.e., $p < 0.05$)? If not statistically significant, was study big enough to show an important difference if it should occur? If there were multiple outcomes, was that taken into account for the statistical analysis?</p> <p>What was the clinical importance of the results? Were differences between groups clinically meaningful? (if applicable)</p> |
| <p>Drop-outs were reported? <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No</p> | <p>Did any participants drop out from the study? Why? (Were reasons given and were drop-outs handled appropriately?)</p> |
| <p>CONCLUSIONS AND CLINICAL IMPLICATIONS: Conclusions were appropriate given study methods and results <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No</p> | <p>What did the study conclude? What are the implications of these results for occupational therapy practice? What were the main limitations or biases in the study?</p> |



8.3. Matrix

| Studien / Autoren / Jahr | Ziel der Studie | Design: passend für Studie? | Stichprobe: n=, Charakteristik | Outcomes: pre, post, follow-up | Outcome measurements | Resultate | Pädiktoren | Drop outs | Zusammenfassung/Fazit | Limitation |
|---|---|------------------------------------|---|---|---|---|---|---|--|--|
| Predictors of lower extremity injury among recreationally active adults. Hootman et al., 2002 | Geschlechtsspezifische Prädiktoren für Verletzungen der unteren Extremität, bei erwachsenen Läufern, Walkern und Joggern (RWJ). | Prospektive Kohortenstudie | nTotal=3090 n=609 Frauen n=2481 Männer 20-85jährig, an RWJ-Programm mindestens ein Jahr teilgenommen | baseline Messungen 1970-1981 Fünfjahres recall Periode 1081-1986 Zwölfmonatige recall Periode 1985-1986 | Fünfjahres recall Cox proportional hazards Regression, Hazard Ratio (HR) 95% CI Zwölfmonatiger recall Logistik Regression, Odds Ratio (OR) 95% CI | Deskriptive Werte der Probanden m: p<0.05: vorgängige Verletzungen, jung, mehr Training/Wo, mehr RWJ-Kilometer, bessere Kardiopulmonale Fitness, schnellere Trainingsgeschwindigkeit, nahmen an mehr Rennen teil, weniger häufiges Krafttraining und Dehnen w: p<0.05: vorgängige Verletzungen, jung, mehr RWJ-Kilometer, bessere Kardiopulmonale Fitness, schnellere Trainingsgeschwindigkeit, nahmen an mehr Rennen teil fünfjahres follow up multivariates Cox Modell: m: Alter: HR 0.88, p=0.0002, vorgängige Verletzung: HR 1.93, p=0.0001, RWJ-Kilometer > 32km/Wo: HR 1.66, p=0.0001, RWJ-Erfahrung > 3 Jahre: HR 1.33, p=0.0049, Fitness Level: moderat: HR 1.62, p=0.0002, hoch: HR 1.84, p=0.001 w: Alter: HR 0.74, p=0.0001, vorgängige Verletzung: HR 1.73, p=0.0001, RWJ-Kilometer > 32 km/Wo: HR 2.08, p=0.0001, BMI: HR 1.07, p=0.0018 zwölfmonatiges follow up, multivariates Logistik Regressionsmodell: m: Alter: OR 0.83 p=0.0024, vorgängige Verletzung: OR 2.09, p=0.0001, RWJ-Geschwindigkeit > 9.5min/km: OR 0.51, p=0.0004, Wettkämpfe in 12 Monaten: OR 1.03, p=0.04, Krafttraining/Wo: OR 1.11, p=0.0001 w: vorgängige Verletzung: OR 2.81, p=0.0001, Krafttraining 2/Wo: OR 0.56, p=0.04, Wettkämpfe in 12 Monaten: OR 1.18, p=0.0009 | Stärkste Prädiktoren für Verletzungen der UE bei RWJ: m: vorgängige Verletzungen der UE HR=1.9, 95% CI= 1.7-2.19 w: RWJ Kilometer über 32km/Wo HR=2.08, 95% CI= 1.45-2.98 | Sportler, die die Fragebögen nicht ausgefüllt hatten. | Für Hobby-Läufer: Risikosenkend für Verletzungen der UE ist ein Training (RWJ) von weniger als 32 km/Wo, weniger als 9.5min/km zu laufen und vollständig von Verletzungen rehabilitiert zu sein. | Messwerte von Alter, BMI, Grösse werden nicht klar definiert. Es besteht die Möglichkeit eines Recall Bias, da einige Daten mittels Fragebogen erhoben wurden. |
| A retrospective case-control analysis of 2002 running injuries. Taunton et al., 2002 | Welches sind die häufigsten Verletzungen im Laufsport? Kann man diese klassifizieren und welche Risikofaktoren bestehen? | Retrospektive Fall- Kontrollstudie | nTotal=2002 Läufer n=926 Männer (46%) n=1076 Frauen (54%), über 2 Jahre von einem Arzt analysiert. Probanden wiesen auf: •Schmerzen oder Symptome während oder im Anschluss an das Laufen. •Schmerzen oder Symptome bei Beginn eines Lauftrainings. •Die Verletzung konnte in Zusammenhang mit Laufen gebracht werden. •Schmerzen so stark, dass der Läufer das Training abbrach, die Laufstrecke reduzierte und medizinische Dienste in Anspruch nahm. | Läufer mit Verletzungen wurden von ihren Hausärzten in der Klinik Allan McGavin Sports Medicine Center angemeldet. Personaldaten: Grösse, Gewicht, Alter und Geschlecht, Lauferfahrung (in Jahren) und aktuelle sportliche Alternativaktivitäten pro Woche wurden aufgenommen. Biomechanische Werte: Beinlängendifferenz, Beinalignment und Q-Winkel Kontrollen: Röntgen, Computertomografien, Magnetresonanzbilder | Multivariate Analyse: Multiple Wald Regression aus zehn häufigsten Verletzungen Odds Ratios und dem 95% CI. | 42.1% (n= 842) der Läufer hatten Verletzungen am Knie = das meistverletzte Gelenk. n=331 Läufer hatten PFPS = häufigste Verletzung des Knies w: PFPS bei 62% der 331 verletzten Läufern m: PFPS bei 38% der 331 verletzten Läufern Iliotibialbandsyndrom (ITBFS): 168 LäuferInnen Plantare Fasciitis: 158 LäuferInnen Meniskusverletzungen: 100 LäuferInnen Patellar Tendinopathien: 96 LäuferInnen m/w: < 34 Jahre Multivariate Analyse mit p < 0.05 w: <157cm Multivariate Analyse mit p < 0.05 | Prädiktoren für die Entwicklung des PFPS bei Läufern: m/w: < 34 Jahre alt Multivariate Analyse mit p < 0.05 w: <157cm gross Multivariate Analyse mit p<0.05 | keine Drop outs, da nur Läufer mit Verletzungen teilnahmen und lediglich Untersuchungen stattfanden. | Das Patellofemorale Schmerzsyndrom ist die häufigste Verletzung, an zweiter Stelle steht das ITBFS. Overuse Verletzungen entstehen meist durch Trainingsfehler oder ein durch schlechtes Schuhwerk bedingtes, ungünstiges Beinalignment der unteren Extremität. | Methodisches Vorgehen müsste genauer beschrieben werden. Keine Kontrollgruppe für Vergleiche mit nicht-verletzten Läufern vorhanden. |
| A prospective study of running injuries: the Vancouver Sun Run "In Training" clinics. Taunton et al., 2003 | Verletzungen im Laufsport minimieren, damit Patienten in den Sportkliniken den 10km Sun Run bewältigen können. | Prospektive Studie | n= 844, Läufer w: 635 m: 205, Teilnahme am Vancouver Sun Run (10km), od die individuelle Bestleistung übertreffen. Die Probanden sind in einer, der 17 Kliniken mit "In Training" Programm, registriert, | 13-wöchiges Training inklusive Protokoll Fragebögen zweiseitig, jeweils auszufüllen an Tag 0 / 4. Wo. / 8 Wo. / 12. Wo es gab keine Messungen! Zwei Programms: 1. Beginner 2. Fortgeschrittene= recreational runners | Descriptive Statistik wurde eingesetzt OR-> CI 95%. Wald Statistik p=0.05 Multivariates Logistik Regressionsmodell | Verletzte: w: n=192, Knie: 32%, m: n=58, Knie: 36% w: Alter > 50 Jahre: RR 1.91, Trainingsfrequenz 1/Wo: RR 3.65, Schuhalter 4-6 Mt.: RR 1.74 → für alle gilt p=0.002 m: BMI > 26kg/m²: RR 0.41, Schuhalter 4-6 Mt.: RR 0.355 → für alle gilt p=0.001 Lauftopographie: 69.1% auf Strasse, 18.6% Waldwege 12.3% Gras, unebenes Gelände. | Prädiktoren für Verletzungen: w: >50jährig, Schuhalter 4-6 Mt., 1 mal / wo Lauftraining, m: nach Marti et al. (1992): BMI < 19.5kg/m² und >27kg/m² sind grösserem Risiko ausgesetzt für Verletzungen m: Risikosenkend: BMI >26kg/m² und Schuhe im Alter von 4-6Mt w: Risikosenkend: <31 jährig Marti et al. (1988) und Macera et al. (1992): vorgehende Verletzung als Prädiktor, denn 50% der Probanden waren vor Studie nicht 100% rehabilitiert. | 176 wurden zu Beginn ausgeschlossen | 30% von n=844, d.h. 250 Läufer sind verletzt. Das Knie war das am häufigsten verletzte Gelenk, mit dem PFPS als meist aufgetretene Verletzung (Macintyre et al., 1991 und Clement et al., 1981; zit. Taunton et al., 2003). | Der Faktor Distanz/Wo wurde nicht untersucht, da alle am selben Programm teilnahmen . Es wurden keine Messungen durchgeführt, sondern alle Daten via Fragebogen erhoben. Eingeschlossen wurden auch Probanden, die die Fragebögen unvollständig ausfüllten, oder gar einen ausliessen. Zusätzlich besteht die Möglichkeit eines Recall Bias. |
| Course and predicting factors of lower extremity injuries after running a Marathon. Van Middelkoop et al., 2007 | Welche Faktoren begünstigen eine Verletzung der unteren Extremität (UE) bei Marathonläufern, vor oder nach einem Marathon? | Prospektive Kohortenstudie | n= 165 = m durchschnittliche Lauferfahrung: 9.5 Jahre. Am Rotterdam-Marathon teilnehmend | Total 3 Fragebögen 1. Fragebogen: Personenbeschreibung: Gewicht, Grösse, Alter, Lauferfahrung 2. Fragebogen: Info über Lauf bedingte Verletzungen einen Mt vor Marathon 3. Fragebogen: Sind Beschwerden persistierend? wie stark sind sz? Arzt od PT Besuch? Hauptmessungen: waren die verletzten Läufer beim 3 Mt. follow-up immernoch verletzt/hatten sie noch sz? | 1. univariate Wald Regression p<0.2 2. multivariate Logistik Regression | Dreimonatiges Follow-up: 25.5% von 165 Läufern hatten persistierende Schmerzen, die meisten Verletzungen betrafen die Wade mit 30%, gefolgt vom Knie mit 29%. Läufer mit zehnjähriger Erfahrung erholten sich schneller von Verletzungen oder Schmerzen. Die Schmerzen wurden mit 1.non-muxculoskeletalen Komorbiditäten in Verbindung gebracht OR: 3.23, 95%CI 1.24-8.43 und 2.Wadenverletzungen OR: 0.37 95%CI 0.13-1.05 Subgruppe Knie: n= 48: Training auf nicht unebenem Gelände konnte mit Verletzungen in Verbindung gebracht werden OR: 33.33 95% CI: 2.11-526.36 | Prädiktoren für neue Verletzungen mit Sz bei 3 Mt. nach Marathonlauf: non-muxculoskeletale Komorbiditäten konnten OR: 3.23, 95%CI 1.24-8.43 Risikosenkend: > 10 Jahre Lauferfahrung → Läufer erholten sich schneller | 17 brachen Marathon ab. Von anfänglich 726 zu 165. Integration in Studie nur wenn Ausfüllen aller Fragebögen. | 25% der Läufer hatten beim dreimonatigen follow-up dauerhafte Beschwerden. 25% davon besuchten einen Physiotherapeuten. Die Beschwerden wurden mit nonmuskuloskeletalen Komorbiditäten in Verbindung gebracht. Die Wade war am häufigsten verletzt, allerdings verheilen solche Verletzungen schnell, daher nahm die Zahl der Wadenverletzungen beim dreimonatigen follow-up ab. | Keine Informationen aus Messungen wie z.B. Muskelkraft/Flexibilität oder Laufart keine Prognose spezifischer Verletzungen. Stichprobe umfasste nur Männer → zwar homogen, aber Daten sind nicht auf Frauen übertragbar. Es besteht die Möglichkeit eines Recall Bias, da die Daten mittels Fragebogen erhoben wurden. |
| Patellofemoral Pain caused by overactivity- Prospective study of risk factors in infantry recruits Milgrom et al., 1991 | Das Finden von möglichen Risikofaktoren für PFPS bei Rekruten. | Prospektive Studie | n=390 Israelische Rekruten | 14-wochen basis Training follow-up einen Monat nach Beendigung des Programms | Messung von Basiswerten wie: Grösse, Gewicht, Alter und anatomische Werte, wie Beinalignment. Dan Lurie knee machine: Quadricepsmessung isometrisch t-Test: Mittelwerte Vergleich Chi-square od. Fischer exact Test: Vergleiche bei Morbiditäten. stepwise Logistik Regression: multivariate Analysen | 15 % der Rekruten (59) entwickelten PFPS in Bezug auf Überaktivität Med. Tib Abstand: 0-4cm = klein, -9(-1) cm=negativ, 4-9cm =gross Rekruten mit PFPS hatten einen signifikant grossen Abstand p=0.0001 4Ceps isometrische Kraft signifikanter Unterschied in PFPS und den nicht-verletzten Rekruten p=0.05 Mean Kraft: 40.0+8.91 kg (388N) : PFPS Rekruten hatten stärkeren 4Ceps (413N) | Prädiktoren für PFPS in Verbindung zu Überaktivität: Intercondylärer Abstand der Tibiae (Genu Varum) p= 0.0006 4Ceps Kraft Push-ups p=0.03 d.h. höhere Extensorkraft=höherer Patellofemorale Kontakt | Rekruten mit anderen Schmerzgebieten oder Verletzungen wie VKB | siehe Prädiktoren | Keine genaue Beschreibung der Aktivitäten im 14-wöchigen Training, Laufdistanz pro Woche? Wie viel Sprünge, in die Hocke gehen etc.? |



Prädiktoren des Patellofemorales Schmerzsyndroms bei Läufern

| Studien / Autoren / Jahr | Ziel der Studie | Design: passend für Studie? | Stichprobe: n=, Charakteristik | Outcomes: pre, post, follow-up | Outcome measurements | Resultate | Pädiktoren | Drop outs | Zusammenfassung/Fazit | Limitation |
|--|---|--|--|---|--|--|---|--------------|---|---|
| Evaluation of lower Extremity overuse injury potential in runners. Hreljic et al., 2000 | Faktoren zu finden, die Überbelastungsverletzungen bei Läufern hervorrufen können. Biomechanische und anthropometrische Faktoren. | Fall- Kontrollstudie | pro Gruppe n=20 w:8, m: 12 1. Gruppe = injury Group= I: eine <i>overuse</i> Verletzung während Lauferfahrung gehabt haben 2. Gruppe= injury free Group= IF: noch nie eine Verletzung in Karriere als Läufer gehabt. während Studie: alle Läufer sz-frei mind. drei Jahre Lauferfahrung | Fragebögen und Interviews: Trainingsfaktoren: Distanz/Wo, durchschnittliche Geschwindigkeit, Schuhe, Topographie, Änderungen, Stretching Anatomische Faktoren: Grösse, Gewicht, arch height, Fussabdruck, Länge der Ischios Biomechanische Faktoren: Belastungskräfte, die während des Laufens auf den Fuss und/oder Knie wirken. | Trainingsfaktoren: Multivariate Analyse der Varianz, MANOVA $\alpha=0.05$ Vergleich der beiden Gruppen. Anatomische Faktoren: Vergleiche zwischen Gruppen. Reliable arch height Messung Biomechanische Faktoren: Laufbandanalyse bei 4 m/s mit normalen Laufschuhen. | signifikante Faktoren in den 3 Bereichen: Trainingsfaktoren: keine Faktoren signifikant Anatomischefaktoren: Ischiokruralmuskulatur-Länge gemessen im Langsitz: I: -3.7cm +11.5cm IF: 3.2cm + 10.2cm, $p=0.05$ Biomechanischefaktoren: signifikant mit $p=0.004$: senkrechte Aufprallbelastungshöhe (Fzi) signifikant mit $p=0.001$: maximale Belastungsgrad (Gzi) | Prädiktoren für overuse Verletzungen: trainingsbedingt: keine Signifikanz, aber beeinflussend. anatomisch: Flexibilität der ischiocrural Muskulatur. Biomechanisch: erhöhte Aufprallsbelastung und erhöhter max. Belastungsgrad. | ? | Alle <i>overuse</i> Verletzungen resultieren aus Trainingsfehlern, denn jeder Läufer mit Verletzungen kam an sein Limit: in Trainingsdistanz und Intensität, so dass sich die Strukturen nicht erholen konnten. Der Schutz vor Überbelastungsverletzung: nicht zu schnell und mit viel Pronation laufen. | Zukunftsforschung: Tabelle erstellen mit Toleranzlevel von der UE für repetitive Belastungen wie Joggen etc. Potentiale Risiken finden bevor es zu Verletzungen kommt. Es besteht die Möglichkeit eines Recall Bias, da einige Daten mittels Fragebogen erhoben wurden. |
| Etiologic factors associated with anterior knee pain in distance runners. Duffey et al., 2000 | Unterschiede zu finden von: Nicht-verletzten Läufern und Läufern mit anterioren Kniebeschmerzen (AKP) bezüglich Training, Fussbelastung, muskuläre Kraft sowie anderen Variablen. | Fall- Kontrollstudie | nTotal=169 AKP Gruppe: n=99 nicht AKP Gruppe: n=70 m/w, Freizeit/Wettkampfläufer >16km/Wo laufen seit mind. einem Jahr trainieren. In Vergangenheit keine overuse Verletzungen. Verletzt wenn: • das Training abgebrochen wurde • eine Reduzierung der Lauferdistanz (Kilometer) • eine medizinische Konsultation nötig war | Zwei Testverfahren: 1. Fragebogen zu Lauferfahrung und Geschichte sowie Messungen von antropometrischen Faktoren und isokinetischen Kräften. 2. Messung von biomechanischen Faktoren und einer Laufanalyse durch einen Physiotherapeuten. | Univariate Funktionsanalyse. Deskriptive statistische Werte. | Variablen mit $p<0.05$ als signifikant bewertet: Univariate Analyse Grösse: AKP Gruppe: $172.1 \text{ cm} \pm 1.1 \text{ cm}$, Kontrollgruppe: $174.5 \text{ cm} \pm 1.1 \text{ cm}$, $p=0.027$ Schuhe getragen in km: AKP Gruppe: nach 858 km $\pm 48 \text{ km}$ Schuh-wechsel, Kontrollgruppe: nach 1109 km $\pm 82 \text{ km}$ Schuhwechsel $p<0.05$ Topographie: von Total 99 AKP-Läufern trainierten 76.4 ± 2.8 auf Asphalt und 7.6 ± 1.7 auf Feldwegen Gewicht: AKP-Gruppe: $69.5 \text{ kg} \pm 1.4 \text{ kg}$, Kontrollgruppe: $70.2 \text{ kg} \pm 1.3 \text{ kg}$, Knie ROM: AKP-Gruppe: $139.5 \pm 1^\circ$; Kontrollgruppe: $137.3 \pm 0.9^\circ$ Arch index: AKP-Gruppe: 0.238 ± 0.058 , Kontrollgruppe: 0.251 ± 0.0041 Pronation in ersten 10% der Standbeinphase: AKP-Gruppe: $5.1 \pm 0.3^\circ$; Kontrollgruppe: $6.4 \pm 0.4^\circ$ Extensionskraft: AKP-Gruppe: $149.8 \text{ Nm} \pm 4.0 \text{ Nm}$, Kontrollgruppe: $171.2 \text{ Nm} \pm 5.5 \text{ Nm}$ | Prädiktoren signifikant mit $p<0.05$: Grösse, Topographie, Schuhe getragen in km Prädiktoren ohne Signifikanz: BMI, Erfahrung im Lausport, Trainingsdistanz in km pro Woche | ?? | Das Bilden spezifischer Hypothesen bezüglich Risikofaktoren für Verletzungen bei Läufern, war schlussendlich das Ziel der Studie. Die Hypothesen sollten später durch eine prospektive Studie getestet werden. Beim Einsetzen der Variablen in eine separat diskriminante Funktionsanalyse, zeigten sich vier Variablen signifikant. Läufer, die einen höheren Rist hatten, ihre Schuhe häufiger wechselten, in den ersten 10% der Standbeinphase weniger pronierten und schwächere Extensoren hatten, waren einem erhöhten Risiko für AKP ausgesetzt als andere Läufer. | Es fehlen genaue Angaben zur Kontrollgruppe. Zusätzlich besteht die Möglichkeit eines Recall Bias, da einige Daten mittels Fragebogen erhoben wurden. Negativ, dass das Analyseverfahren lediglich durch deskriptive Statistik stattfand. |
| Foot orthoses and Physiotherapy in the treatment of PFPS- randomised clinical trial. Collins et al., 2009 | Therapien vergleichen bei PFPS Patienten: Einlagen, flache Einlagen, PT oder PT+Einlagen Langzeit Effekt von Einlagen bei PFPS | RCT: Randomized single blinded clinical trial | Externe Person randomisierte die Stichprobe 4 Gruppen n=179 mit PFPS w:100, m:79 18-40jährig mit PFP, Sz seit >6 Wochen ausgelöst durch Palpation, in Hocke gehen, Treppe etc. VAS 3/10 | Prä: baseline Messungen / post: 6. Wo/ follow-up: 12. Wo/ langzeit: 52. Wo | functional index Fragebögen, AKP -Scale von wenigstem Sz bis schlimmsten VAS: -100mm viel schlechter 0= gleich, 100= viel besser | Einlagen ergaben kurze Verbesserung, nach 6 Wochen messbare Verbesserung. Selbe Verbesserungen wie Behandlung von PT oder Behandlung von PT+Einlagen. Nach 52 Wo hatten alle eine Verbesserung beim schlimmsten Sz: >20mm VAS, bei AKP-Scale: >10 Pkt. functional index questionnaire: >2 Pkt. Keine Unterschiede zwischen den Interventionen | ?? | 40 Drop outs | fabrizierte Einlagen waren besser als flache Einlagen kein Unterschied zw. PT + Einlagen oder flache Einlagen und nur PT oder nur Einlagen. Alle Interventionen zeigten bedeutende Langzeitverbesserungen--> Allgemeinpraktiker können Rehabilitation mit Einlagen beschleunigen. | keine Kontrollgruppe, hat es überhaupt einen Unterschied gemacht zu keiner Therapie? Trotz CI 99% können die Ergebnisse Zufall gewesen sein. Fehler Typ I. |
| An outcome Study of chronic Patellofemoral Pain Syndrome. Seven-year follow-up of patients in a randomized controlled trial. Kannus et al., 1999 | Langzeit Ergebnis einer konservativen Behandlung bei PFPS testen. | RCT: Randomized Controlled Trial, double blinded | n= 49 PFPS mindestens 2 Monate, 15-50 jährig, keine Krankheiten und keine Medikamenteneinnahme bei Siebenjahre follow-up n= 45 PFPS unilateral | 1. Messungen nach 6 Monaten: intra-artikuläre Injektionen mit Glykosaminoglykanpolysulfat kombiniert mit 4Ceps Übungen. Wurde verglichen mit 4Ceps Übungen mit Placebo-Injektionen, im Vergleich zu nur 4Ceps Übungen. Siebenjahre follow-up: subjektive, funktionelle und klinische Assessments und Muskelkraft Messungen, sowie MRI, Röntgen und Knochendichte beim Knie | Therapeutische Untersuchungen durch Autoren -Anamnese -Funktionelle Untersuchung (Skalen) -Klinische Untersuchung MRI Knochendichte Statistische Werte berechnet durch: McNemar - Test, mit $\alpha<5\%$ ($p < 0.05$) Resultate als Mean und Standardabweichung mit 95% CI . | 3/4 der Knie erholten sich nach 6 Monaten, keinen Unterschied zwischen den drei Gruppen (weder signifikant noch klinisch relevant). Funktionelle und subjektive Parameter zeigten beim Siebenjahre follow-up kaum Änderungen. 2/3 der PFPS waren vollständig erholt, aber 80% zeigten immernoch Patellofemorale Krepitation beim Patellar-Kompressionstest. | ?? | ?? | Grund für PFPS nicht klar, milde Osteopenie zeigt, dass eine erhöhte Osteoklasten Aktivität herrscht. | ?? |