

Autor: Höden David, Mag.rer.nat. Mag.rer.soc.oec.

## ***Verletzungen und Schmerzen im Langdistanztriathlon***

*Zusammenhänge zwischen trainingsbezogenen Risikofaktoren und häufigen Beschwerdebildern bei Langdistanztriathleten und -athletinnen*

### **Dissertation**

zur Erlangung des akademischen Grades  
Doktor der Philosophie

Eingereicht an der

Umwelt-, Regional- und Bildungswissenschaftlichen Fakultät

Karl-Franzens-Universität Graz

Erstbegutachterin: Titze Sylvia, Ao.Univ.-Prof. Mag.rer.nat. MPH Dr.phil.  
Institut für Sportwissenschaft

Zweitbegutachterin: Thaller Sigrid, Ao.Univ.-Prof. Dr.phil.  
Institut für Sportwissenschaft

**2017**

# FLUID LIFE

WORKSPORTS.BALANCE

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen nicht benützt und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Unterschrift:



## Vorwort

Der Begriff Triathlon wird in der Gesellschaft mit den unterschiedlichsten Dingen assoziiert. Erste ausgesprochene Gedanken wie „Schmerzen“, „Wahnsinn“, „kann nicht gesund sein“, „Treffpunkt für jene, die fürs Schwimmen, Radfahren und Laufen als Einzeldisziplin zu schwach sind“, „bewundernswert“, „Poser“, „erkennt man sofort anhand der Kleidung und der rasierten Beine (Männer)“... kommen einem da zu Ohren. Gewisse Klischees bzw. Merkmale – wage ich an dieser Stelle zu behaupten – sind bei dieser Art von SportlerInnen durchaus zu erkennen. Mit einem einheitlichen Kleidungsstil bestimmter Marken bzw. mit dessen farblich optimalen Abstimmung heben sich die TriathletInnen bewusst oder unbewusst vom Umfeld ab. Der Hang, das beste und auffallendste - nicht das optimale - Material bzw. „Setup“ zu besitzen, sorgt bei ihren KollegInnen in den Einzelsportarten Schwimmen, Radfahren und Laufen oft für Verwunderung und für ein Schmunzeln. Nur wenige AthletInnen anderer Sportarten tragen mit solch einem Stolz das offizielle T-Shirt eines Wettkampfes oder das Finisher-T-Shirt zusammen mit der umgehängten Medaille nach einem Wettkampf wie die TriathletInnen. Nur sie stürmen Tage vor dem Wettkampf in unvergleichlicher Weise mit angelegten Kompressionssocken die Expo, kaufen dort die Stände bestimmter Labels mit grenzenloser Euphorie auf und tragen deren Produkte mit unglaublicher Konsequenz und Stolz. Ich spreche aus Erfahrung.

Diese bekannten Eigenschaften der TriathletInnen durfte ich schon als ehemaliger Mittelstreckenläufer und vor allem später als Leistungsschwimmer in den ersten "richtigen" Anfangsjahren des Triathlonsports in Österreich, speziell im Grazer Raum, miterleben. Die damaligen, pinguinartigen "Gestalten", mit Neoprenanzug, Badehauben und schwimmuntypischen Brillen bewaffnet, sind uns sorgfältigen Fliesenzählern von mehreren Stunden am Tag und den Badegästen damals schon aufgefallen. Das Prozedere, noch vor dem imposanten Sprung ins kalte Nass sicherheitshalber noch eine Runde bei gut 30 Grad Raumtemperatur um das Becken zu stolzieren - um ja von niemandem übersehen werden zu können - und wenig später nach ein paar hart erkämpften Längen wieder aus dem Wasser zu steigen, setzte unserem Schwimmerstolz schon stark zu! Dieses spezielle Verhältnis kann mit dem zwischen VolleyballerInnen und Beach-VolleyballerInnen oder dem zwischen SkifahrerInnen und SnowboarderInnen verglichen werden und ist noch heute - zwar nicht mehr in dem Ausmaß wie vor gut zehn Jahren - vorhanden.

Gründe für die zunehmende Toleranz gegenüber dem Triathlonsport vor allem unter den Schwimm-, Rad- und LaufsportlerInnen können an dieser Stelle einige angeführt werden. Neben der steigenden Anzahl an Wettkämpfen und deren TeilnehmerInnen in den letzten Jahren sind für mich vor allem die Zunahme der Leistungsdichte und des -niveaus erwähnenswert. Bei den erbrachten Leistungen, die die TriathletInnen unterschiedlicher Alters- und Leistungsklassen an den Tag legen, können sich einige ihrer KollegInnen der Einzelsportarten Schwimmen, Radfahren und Laufen warm anziehen. Es gibt kaum eine andere Sportart, in der - abgesehen vom Profibereich - die Amateur- und HobbyathletInnen ihrem Training und ihrem Sport generell eine so hohe Aufmerksamkeit schenken. Es ist oft unglaublich, auf wie viele Stunden Training die TriathletInnen neben einer "normalen"

beruflichen Tätigkeit pro Woche kommen. Des Weiteren stellen sie eine Sportlergruppe dar, die genau über ihr Training und ihre Defizite/Potentiale bzw. über ihre Verletzungen Bescheid weiß. Kurz gesagt, eine sehr engagierte Klientel, die sich TrainerInnen anderer Sportarten oft nur wünschen würden, und sich als ProbandInnen für wissenschaftliche Studien bestens eignet!

Für wissenschaftliche Studien werden nicht nur motivierte ProbandInnen benötigt, sondern auch interessante Themen- bzw. Aufgabenstellungen. Triathlon eignet sich in diesem Zusammenhang besonders, weil diese Sportart Komplexität in verschiedensten Bereichen verkörpert. Abgesehen von der Positionierung und dem herrschenden Wettbewerb der veranstaltenden Institutionen, den verschiedenen Bestimmungen zur Erbringung der entsprechenden Limits bzw. Slots, der Anzahl der Distanzen und deren mögliche Ausprägungsformen und jeweiligen Bestimmungen sowie den vielen Alters- und Leistungsklassen ist diese junge, moderne Sportart besonders aus sportwissenschaftlicher und sportmedizinischer Sicht interessant. Die Kombination der drei Disziplinen ergibt - einfach erklärt - mehr als die Summe der drei Disziplinen. Die vielen unterschiedlichen ergänzenden und entgegenwirkenden Effekte räumen dieser Sportart eine interessante Sonderstellung im (Ausdauer-)Sport ein, die noch viele Möglichkeiten und Anreize für neue Forschungsarbeiten bietet.

Bezugnehmend auf die vorhergehenden Absätze möchte ich noch erwähnen, dass ich mich persönlich sehr darüber freue, dass eine Sportart, die die drei in vielen Ländern am häufigsten ausgeführten Sportarten in einer vereint, in den letzten Jahren eine derartige Popularität erlangt hat, zu einem Lifestyle geworden ist und vielen Menschen den nötigen Anreiz verschafft hat, sich zu bewegen. Der Reiz, an den Start zu gehen, zu finishen bzw. Dinge zu verwirklichen, die man sich zuvor selbst nicht zugetraut bzw. für nicht möglich gehalten hat, ist der wahre Magnet dieser Sportart. Egal welches Leistungsniveau jemand an den Tag legt, die Vielfalt des Triathlonsports (Bewerbe, Klassen) bietet jedem die Möglichkeit, mit ein bisschen Fleiß Teil eines großen Gesamten sein zu können und letztlich etwas Gutes für sich zu tun: Seinen Bewegungsapparat ausgeglichen zu bewegen! Und nur das zählt letztendlich!

Vorweg möchte ich mich bei meinen Eltern bedanken, die mir immer alles ermöglicht hatten. Die unzähligen Autostunden zum Training und zurück, die Zeit als Betreuer bei den vielen unterschiedlichen Wettkämpfen und natürlich die materielle und immaterielle Unterstützung vor allem während der Doppelbelastung Leistungssport und Ausbildung. Über alldem steht jedoch ihre bedingungslose Liebe, die mir immer unglaublichen Rückhalt und vor allem Kraft für meine bisherigen Tätigkeiten gab!

Ein aufrichtiges Dankeschön gilt meiner Dissertationsbetreuerin Univ.-Prof. Mag. Dr. Sylvia Titze für die viel mehr als „normale“ Betreuung und Begleitung während meiner Dissertationszeit. Abgesehen von der stets für mich geöffneten Tür ihres Büros und ihren schnellen Antwortschreiben per E-Mail auch zu unchristlichen Zeiten gaben mir ihre große Geduld und Ruhe sowie ihre klaren Anweisungen immer das Gefühl, nicht alleine gelassen zu sein. Vielen Dank, dass ich so viel von dir in dieser Zeit lernen durfte!

Danke auch an Dr. med. Thomas Fladischer für die vielen Telefonate und Gespräche sowie seine fachlichen Tipps. Ich hoffe, wir werden im Zuge unserer gemeinsamen Forschungstätigkeit noch weitere Kongresse besuchen.

Einen großen Dank auch an meinen ewigen Retter und besten Freund Michael Engelhardt. Ich hoffe, dass seine getanen Dienste niemals in Geld abgerechnet werden. Ansonsten müsste ich noch ein, zwei Studien anhängen ☺

Vielen Dank auch an MMag. Dr. Alexandra Unger für ihr geduldiges Ohr und ihre Ratschläge! In diesem Zusammenhang möchte ich auch meinen Schneesportkollegen und Freund Mag. Dr. Heimo Schamberger erwähnen.

Besonderen Dank möchte ich meiner Freundin Dr.med. Jutta Reichel aussprechen, die mir im letzten Jahr - einer der für mich schwierigsten Zeiten - auf einzigartige Weise jederzeit zur Seite stand. Thanks Schetti!

In Bezug auf meine bisherige Zeit im Sport und während der Dissertation möchte ich noch vier Personen erwähnen:

Meinen Vater, der mir über viele Jahre zu verstehen gab, was Sport eigentlich ist und wie Sport sein bzw. gelebt werden sollte. Dies beruht auf dem Erkennen und Verstehen der Dinge, die Sport nicht nur einem selbst bieten und bringen kann, und in weiterer Folge auf deren Umsetzung und Verbindung zueinander. Motivation, gesunder Ehrgeiz, Disziplin, Lebensschule, Selbstwertgefühl und Kennenlernen der eigenen Person sind diesbezüglich unter anderem auf der einen Seite zu erwähnen. Freude daran zu haben, einer Person die Möglichkeit zu geben, ihr etwas beizubringen und mit ihr Zeit verbringen zu können, steht auf der andere Seite. In weiterer Folge die Größe zu haben, (bessere) Leistungen anderer zu akzeptieren und zu würdigen sowie es schätzen zu können, Sport betreiben zu können, auch wenn gewisse Einschränkungen - in welcher Form auch immer - vorhanden sind! Würden viele Beteiligte im Sport so denken und handeln, wäre der (Vereins-)Sport in Österreich ganz woanders bzw. viele Probleme im Sport und generell wären nicht vorhanden.

Besonderer Dank gilt meinem langjährigen Schwimmtrainer Mag. Gerhard Pukl, der als aktiver Trainer seiner Zeit und seinem Umfeld voraus war. Einige Dinge wurden mir erst nach meiner aktiven Schwimmkarriere so richtig bewusst. Vieles, was ich weiß, verdanke ich ihm! In diesem Zusammenhang möchte ich meinen Schwimmkollegen und ebenfalls ehemaligen Athleten von Gerhard, Mag. Thomas Narnhofer, erwähnen!

Veronica Vleck, Ph.D. ist für mich die herausragende Wissenschaftlerin im Triathlonbereich. Vielen Dank für deine aufbauenden Worte in den E-Mails und vor allem für deine Hilfsbereitschaft in den letzten Jahren.

Danke auch an Dr. Manfred Winterheller für die schöne gemeinsame Zeit in der Union-Schwimmhalle und für die kurzen, aussage- und motivationskräftigen Gespräche hinterher. Eine solch effektive Umsetzung meiner Anweisungen und die spezielle Zusammenarbeit generell durfte ich zuvor noch nicht erfahren.

## Comment

Dr. Manfred Winterheller, Unternehmer, Autor, Vortragender

Ich lernte David Höden als meinen persönlichen Schwimm-Coach kennen. Ich war sowohl von seiner Persönlichkeit als auch von seinem enormen Wissen durchgehend beeindruckt. Seine Fähigkeiten, komplexe Bewegungsabläufe verständlich zu strukturieren und spezifische Schwachstellen zu erkennen und im Training zu berücksichtigen, habe ich in dieser Präzision noch nicht erlebt gehabt. Die Kombination aus theoretischem Wissen und praktischer Erfahrung spürt man in jeder Sekunde der Zusammenarbeit.

Veronica Vleck Ph.D., FCT Research Fellow, physiologist, coach, consultant

The 2014 ITU global triathlon participation survey estimated the number of triathletes worldwide to stand at over 3.5 million. In the same year, a review of triathlon and its effects on general health, published in the journal "Sports Medicine," stated that the sport appears to be relatively safe for the majority of well trained, well prepared, athletes. Yet the extent of the injury problem in triathletes, and the aetiology of such injury, is under-researched. David is to be congratulated on his contribution to the field. He has completed what is to my knowledge one of the most detailed surveys of injury and its associated risk factors in Ironman triathletes thus far conducted. I am privileged to have been asked to write this introduction to David's thesis, and look forward to him joining the select group of Ph.D.'s who both coach and have themselves competed at a high level. Such individuals are the future of our sport. I should also like to thank the study participants, race staff, family, friends and colleagues who helped David achieve what, when published, shall likely prove to be an important addition to the triathlon injury literature.

Mag. Gerhard Pukl, Sportwissenschaftler, Trainer, Vortragender

Mit der gleichen akribischen Sorgfalt wie im Laufe seiner leistungssportlichen Vergangenheit als Schwimmer hat David, mittlerweile Arbeitskollege in diversen Ausbildungen von mir, seine Dissertation verfasst. Er hat sich ebenso wie in seinem ausgezeichneten Buch „Schulterschmerzen im Schwimmsport - Faktoren-Ursache-Folgen“ 2013 mit absoluter Genauigkeit und Hingabe dem Thema Verletzungen, Schädigungen, Schmerzen... im Triathlon gewidmet. In meiner Rolle als Trainer wurde mir bewusst, dass die Absicherung der Belastbarkeit ein wesentliches Kriterium des langfristigen Trainingsprozesses ist, denn die damit gekoppelten umfangreichen Trainingsbelastungen dürfen im Trainingsalltag zu keinen gesundheitlichen Schäden der SportlerInnen führen. Die Festlegung der Trainingsinhalte zur Absicherung dieser Belastbarkeit muss Teil jedes systematischen Planungsprozesses sein. Mit seiner Dissertation ist David ein wesentlicher Beitrag zur Aufhellung körperlicher Risiken im Zusammenhang mit der Komplexität der Disziplinen des Triathlon-Sports gelungen. Erst darauf aufbauend kann eine vernünftige disziplinspezifische Planung diverser Maßnahmen zur Prävention und Vermeidung von Verletzungen, Schädigungen etc. gelingen. Mit seiner Dissertation schließt er eine wesentliche Lücke zwischen den grundlegenden theoretischen Zusammenhängen und der Trainingspraxis, um in Zukunft die Gesundheitserhaltung vieler Freizeit-, Breiten- und LeistungssportlerInnen in der Ausübung ihrer Sportart Triathlon zu garantieren und eine langfristige, freudvolle Sportausübung zu ermöglichen.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Geschichte des Triathlonsports</b> .....	<b>2</b>
2.1	Die Entstehung des Triathlons .....	2
2.2	Die Entwicklung des Triathlons in Österreich .....	5
2.3	International Triathlon Union (ITU) .....	11
2.4	World Triathlon Cooperation (WTC).....	15
2.5	Challenge .....	16
<b>3</b>	<b>Forschungsgeschichte des Triathlonsports</b> .....	<b>17</b>
3.1	Ausgewählte quantitative Aspekte der Triathlonliteratur.....	17
3.1.1	Verteilung der Publikationen nach Jahren.....	17
3.1.2	Verteilung der Publikationen nach Nationen .....	18
3.1.3	Verteilung der Publikationen nach Distanzen .....	19
3.1.4	Verteilung der Publikationen nach Wettkampf, Training und Tests .....	20
3.1.5	Verteilung der Publikationen nach wissenschaftlichen Bereichen.....	21
3.2	Methodische Überlegungen in Bezug auf die Erfassung von Verletzungen im Triathlonsport.....	21
3.2.1	TRIPP-Modell .....	22
3.2.2	Interview .....	24
3.2.3	Retrospektiv versus prospektiv.....	25
3.2.4	Selbstbericht der Daten.....	25
3.2.5	Studiendauer .....	26
3.2.6	Definitionen von Verletzungen .....	26
3.2.7	Differenzierungen und Veränderungen .....	27
3.2.8	Untersuchungsumfang und Beantwortungsquote.....	27
3.2.9	Risikofaktoren für Verletzungen .....	27
<b>4</b>	<b>Literaturüberblick</b> .....	<b>31</b>
4.1	Verletzungsrelevante Besonderheiten und Kennzahlen im Triathlon.....	32
4.1.1	Allgemeine Faktoren und Ursachen von Verletzungen.....	32
4.1.2	Sporthintergrund.....	40
4.1.3	Verletzungshäufigkeit: Vergleich Triathlon mit den Einzelsportarten.....	40
4.1.4	Häufigkeit und Art der Verletzungen im Allgemeinen .....	42
4.1.5	Häufigkeit und Art der Verletzungen nach Disziplinen .....	44
4.1.6	Häufigkeit und Art der Verletzungen nach Distanzen.....	46
4.1.7	Häufigkeit und Art der Verletzungen im Wettkampf und Training.....	54
4.1.8	Häufigkeit und Art der Verletzungen nach Körperregion.....	55
4.1.9	Einfluss und Ausmaß der Verletzungen auf den Sport-Alltag .....	60
4.2	Schwimmen .....	62
4.2.1	Verletzungen der Schulter .....	64
4.3	Radfahren .....	98
4.3.1	Schmerzen im Bereich der Lendenwirbelsäule .....	119
4.3.2	Schmerzen im Bereich der Halswirbelsäule.....	127
4.3.3	Schmerzen im Kniebereich.....	131
4.3.4	Schmerzen im Genitalbereich.....	137
4.4	Laufen.....	141
4.4.1	Achillodynie .....	149
4.4.2	Schmerzen im Kniebereich.....	151
4.4.3	Shin Splints.....	162

4.4.4	Fasciitis plantaris .....	166
4.4.5	Schmerzen im Bereich der Lendenwirbelsäule .....	168
<b>5</b>	<b>Fragestellungen und Hypothesen .....</b>	<b>171</b>
<b>6</b>	<b>Methoden .....</b>	<b>172</b>
6.1	Studiendesign .....	172
6.2	Stichprobenbeschreibung .....	173
6.3	Messinstrument .....	175
6.4	Statistische Analysen.....	176
<b>7</b>	<b>Ergebnisse .....</b>	<b>190</b>
7.1	Schwimmen .....	190
7.1.1	Schulter.....	191
7.2	Radfahren .....	192
7.2.1	Schmerzen im Bereich der Lendenwirbelsäule .....	194
7.2.2	Schmerzen im Bereich der Halswirbelsäule.....	195
7.2.3	Schmerzen im Kniebereich.....	195
7.2.4	Schmerzen im Genitalbereich.....	196
7.3	Laufen.....	197
7.3.1	Achillodynie .....	197
7.3.2	Schmerzen im Kniebereich.....	199
7.3.3	Shin Splints.....	202
7.3.4	Fasciitis plantaris .....	203
7.3.5	Schmerzen im Bereich der Lendenwirbelsäule .....	205
<b>8</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>206</b>
8.1	Besonderheiten und Kennzahlen in Bezug auf Verletzungen im Triathlon .....	206
8.2	Herausforderungen beim Ergebnisvergleich der triathlon- bzw. disziplinspezifischen Studien .....	207
8.3	Schwimmen.....	212
8.4	Radfahren .....	216
8.5	Laufen.....	221
<b>9</b>	<b>Schlussfolgerung.....</b>	<b>224</b>
<b>10</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>225</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>235</b>
	<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>237</b>
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>241</b>
	<b>Anhang.....</b>	<b>306</b>

# 1 Einleitung

Triathlon ist die am schnellsten wachsende Sportart unter den Ausdauersportarten und feierte sein olympisches Debüt bei den Spielen in Sydney im Jahr 2000. Abgesehen von dieser medialen Wirkung wurde der Triathlon-Hype aufgrund der vielen Bewerbe mit unterschiedlichen Strecken und geographischen Gegeben- und Besonderheiten von vielen VeranstalterInnen auf der ganzen Welt gepusht. Da diese Vielfalt an Angeboten seitens der TriathletInnen bestens angenommen wurde, stellt diese Sportart mittlerweile nicht nur für die großen Institutionen (ITU, WTC, Challenge etc.) einen erheblichen Wirtschaftsfaktor dar, sondern auch für involvierte TrainerInnen und Beschäftigte in der Gesundheits-, Pharma- und Tourismusbranche sowie im Material- und Textilbereich.

Der Wissens- und Erfahrungsschatz über diese junge Sportart ist in Bezug auf das Ausmaß nicht mit jenen der Einzelsportarten Schwimmen, Radfahren und Laufen vergleichbar und kann aufgrund der kombinierten Ausübung der drei Disziplinen auch nicht direkt übernommen werden. Das Aneinanderreihen der drei Sportarten, die verschiedenen Distanzen mit ihren unterschiedlichen Anforderungen an das Training und an das muskuloskelettale System sowie die kombinierten Verletzungsmuster machen den Triathlon und die dabei auftretenden Verletzungen der SportlerInnen einzigartig und sind der Grund, dass diese Sportart eine Sonderstellung im Ausdauersport im physiologischen, biomechanischen und trainingstechnischen Bereich einnimmt.

Ziel dieser Arbeit ist es, auf diese Besonderheiten im Triathlon in den nachstehenden Kapiteln näher einzugehen. Zuvor werden im Kapitel 2 und 3 die Entstehung und die Entwicklung sowie die Forschungsgeschichte des Triathlons, bezogen auf ausgewählte quantitative Aspekte und methodische Überlegungen hinsichtlich der Erfassung von Verletzungen, erläutert.

In Kapitel 4 wird auf verletzungsrelevante Besonderheiten und Kennzahlen im Triathlon sowie auf das Auftreten von Verletzungen in den Disziplinen Schwimmen, Radfahren und Laufen eingegangen. Häufige Beschwerdebilder und deren Risikofaktoren werden jeweils disziplinspezifisch ausführlicher behandelt.

In den darauf folgenden Kapiteln 5 und 6 werden die Fragestellungen und Hypothesen sowie die Methoden beschrieben.

Danach werden im Kapitel 7 die Ergebnisse der eigenen Studie hinsichtlich der häufigsten Verletzungen in den jeweiligen Disziplinen Schwimmen, Radfahren und Laufen angeführt.

Abschließend wird im Kapitel 8 auf die Besonderheiten und Kennzahlen in Bezug auf Verletzungen im Triathlon eingegangen sowie die Ergebnisse der eigenen Studie mit denen der triathlonspezifischen und disziplinspezifischen Literatur je Disziplin verglichen und diskutiert.

## 8 Diskussion

Die Diskussion ist wie folgt aufgebaut. Bevor die Ergebnisse diskutiert werden, werden zum besseren Verständnis im Unterkapitel 8.1 generell die Probleme und Mängel der Untersuchungen im Triathlon sowie die Schwierigkeit der Vergleichbarkeit der einzelnen Triathlon-Studien erläutert. Ebenfalls wird im Unterkapitel 8.2 auf die Vergleichbarkeit der Ergebnisse der eigenen Studie mit denen der triathlon- bzw. disziplinspezifischen Studien eingegangen.

Anschließend werden in den Unterkapiteln 8.3 bis 8.5 die Ergebnisse der eigenen Studie mit denen der triathlonspezifischen und disziplinspezifischen Literatur verglichen und diskutiert. Unter den triathlonspezifischen Resultaten sind die der jeweiligen Disziplin im Triathlon und unter den disziplinspezifischen die der jeweiligen Einzelsportart (Schwimmen, Radfahren und Laufen) gemeint.

### 8.1 Besonderheiten und Kennzahlen in Bezug auf Verletzungen im Triathlon

Die methodologischen Einschränkungen der Verletzungserfassung in den Studien schaffen eine schwierige Ausgangslage für die Darstellung der Ursachen für und Arten von Verletzungen im Triathlon. Gosling et al. (2008a) analysierten diese Problematik und deren Ergebnisse bilden die Grundlage dieses Unterkapitels.

Die Defizite in Bezug auf die Qualität der erhobenen Daten sind bei den Untersuchungen auf folgende Ursachen zurückzuführen:

- die lückenhafte oder verzerrte Erinnerung (retrospektive Informationen) der AthletInnen hinsichtlich der Verletzung
- einen erforderlichen Erinnerungszeitraum größer als ein Jahr
- das Fehlen einer Validierung der von den AthletInnen selbst angegebenen Daten zu Verletzungen im Vergleich zu einer angemessenen Diagnose durch medizinisches Personal
- die Unfähigkeit der Differenzierung zwischen den im Training und Wettkampf auftretenden Verletzungen
- das Potential des Vermischens von wiederkehrenden oder multiplen Verletzungen
- selektive Auswahl der ProbandInnen aufgrund fachspezifischer Präferenzen der StudienleiterInnen
- Fokussierung auf atraumatische Verletzungen bzw. Ausschluss von traumatischen Verletzungen
- die Aufnahme der Verletzungen von TriathletInnen, die an unterschiedlichen Renndistanzen teilgenommen haben, ohne dabei einen Vergleich zwischen den Bewerbungsgruppen zu erstellen

- eine vergleichsweise zu geringe Anzahl an ProbandInnen bzw. zu geringe Rücklaufquoten der untersuchten Zielgruppen/Bevölkerung bei den Fragebogenerhebungen
- die Einbeziehung von TriathletInnen unterschiedlicher Leistungsniveaus wie „elite“ vs. „age group“, ohne Vergleiche zwischen den Gruppen zu erstellen
- Geschlechtsvergleiche basierend auf einer unverhältnismäßig geringen Anzahl an weiblichen Probanden
- auf das Fehlen von standardisierten Definitionen von Verletzungen und Darstellungen der Ergebnisse

Des Weiteren ist die Identifikation der Verletzungsursachen im Triathlon kompliziert aufgrund folgender Aspekte:

- der Kombination von Schwimmen, Radfahren und Laufen
- der unterschiedlichen Längen der Wettbewerbsstrecken (Art des Bewerbs)
- des Ausübens/der Teilnahme beider Geschlechter
- des großen Altersbereichs der Ausübenden/TeilnehmerInnen
- der Unterschiede der Trainingssysteme bzw. in der Trainingssteuerung

Neben den angeführten Limitationen ist es schwierig zu bestimmen, ob die Unterschiede zwischen den verletzten und unverletzten TriathletInnen präexistent oder das Ergebnis der Verletzung waren.

## **8.2 Herausforderungen beim Ergebnisvergleich der triathlon- bzw. disziplinspezifischen Studien**

Nachstehend wird auf die mangelnde Vergleichbarkeit der Ergebnisse der triathlon- bzw. disziplinspezifischen Studien eingegangen. Die Schwierigkeit der Vergleichbarkeit der Studien ist multifaktoriell. Einige Studien weisen generell eine geringe Anzahl an ProbandInnen auf, sodass diese Studien nicht aussagekräftig bzw. repräsentativ genug sind. Eine geringe Stichprobe tritt vor allem – wenn vorhanden – bei Differenzierungen nach weiblichen Probanden sowie ProbandInnen verschiedener Alters- und Leistungsklassen und unterschiedlicher Disziplinen auf. Diese Differenzierungen wurden jedoch kaum durchgeführt und wenn, dann wurden meist Häufigkeiten und keine statistischen Vergleiche oder Korrelationen erstellt. Die repräsentative Menge in den Triathlonstudien ist daher vorwiegend inhomogen und dementsprechende Verallgemeinerungen der AutorInnen kritisch zu hinterfragen.

Hinsichtlich der Leistungsklassen müssen ProfiathletInnen gegenüber den Amateur- und HobbyathletInnen mit unterschiedlichen Anforderungen zurechtkommen bzw. können auf eine andere Infrastruktur zurückgreifen. Hier sind das höhere Trainingsvolumen bzw. die höhere Trainingsintensität sowie die sportmedizinische Versorgung und die

unterschiedlichen Trainingsmöglichkeiten zu erwähnen. Die Auswirkungen dieser unterschiedlichen Voraussetzungen auf die Gesundheit und die Leistungen der AthletInnen können nicht generalisiert werden. Leichte Beschwerden gehören einerseits bei den ProfiathletInnen zum Berufsalltag und werden nicht explizit erwähnt. Andererseits reagieren genau diese AthletInnen sehr sensibel auf nicht erwünschte kleine Veränderungen. HobbyathletInnen vermerken hingegen aufgrund des geringeren Fachwissens und der geringeren Erfahrung jegliche Beschwerden, oder sie unterschätzen bzw. ignorieren aufgrund dessen ernstzunehmende Symptome, da der Sport für sie eben nur ein Hobby und nicht die Gewährleistung ihres Lebensunterhaltes darstellt.

In Zusammenhang mit den Leistungsklassen können die Crossover-Effekte, die in der Triathlonliteratur oft beschrieben und für die höhere Verletzungshäufigkeit der TriathletInnen gegenüber den AthletInnen der jeweiligen Einzelsportart verantwortlich gemacht werden, nicht für alle TriathletInnen verallgemeinert werden. Diese Crossover-Effekte kommen, nach Meinung des Autors, erst ab einem gewissen Trainingsvolumen zu tragen. Die Abwechslung durch die drei Disziplinen im Triathlon reduziert bei dementsprechend moderatem Trainingsvolumen das Verletzungsrisiko, da der gesamte Körper ausgeglichen und nicht einseitig belastet wird. Mit Erhöhung des Trainingsvolumens und der Dichte der jeweiligen Einheiten pro Woche können sich die Belastungen einzelner Disziplinen bei zu geringen Regenerationszeiten negativ auf die anderen Disziplinen auswirken.

Des Weiteren werden bei den wenigen Studien, die eine Leistungseinteilung vornahmen, die Klassen nach Zeitintervallen, z. B. <10 h high-, 10 - 13 h middle- und >13 h low-performance-AthletInnen oder nach Bezeichnungen ohne zeitliche Angabe z. B. elite-, sub-elite-, developmental-, club-level-athletes angegeben. Vergleiche mit Studien unterschiedlicher Angaben und Bezeichnungen sind daher nicht möglich. Erschwerend kommt noch hinzu, dass es unterschiedliche Distanzen (Bewerbe) für die Klassifikation nach der Zeit gibt. Zusätzlich lassen die Bezeichnungen ohne zeitliche Angaben ein subjektives breites Leistungsspektrum je Leistungsklasse und einen Freiraum für eine subjektive Interpretation der Leistungsstärke zu. Außerdem gestaltet sich ein Vergleich mit anderen Bezeichnungen wie z. B. age-group oder fun-athletes schwierig.

In den einzelnen Studien werden die verschiedenen Wettkampfdistanzen meist nicht separat erfasst, sondern die TriathletInnen unterschiedlicher Präferenzen (Bewerbe) werden gemischt hinsichtlich ihrer Verletzungen befragt/untersucht. Unterschiedliche Distanzen verlangen unterschiedliche Trainingsumfänge bzw. -intensitäten sowie Trainingsmethoden und Adaptionen an das Material. Diese externen Faktoren sind wiederum ausschlaggebend für Verletzungen. Zum Beispiel verursacht eine erlaubte Verwendung eines Aerobar-Lenkens ab der Mitteldistanz andere Belastungen bei den TriathletInnen im Wettkampf und Training als bei jenen, die sich ausschließlich auf Bewerben bis zur Olympischen Distanz vorbereiten. Hier wären insbesondere die Beschwerden im Bereich der Lendenwirbelsäule zu erwähnen.

Die Nomenklatur der Bewerbe Sprintdistanz und Kurzdistanz führt vor allem in der englischsprachigen Triathlonliteratur zu Verwechslungen. Wird in einer Studie für die Kurzdistanz der ebenfalls gebräuchliche Begriff Olympische Distanz verwendet, kommt es vor, dass anstatt der kürzeren Sprintdistanz „sprint“ der Begriff „short distance“ (Kurzdistanz) herangezogen wird. Dies führt zu Fehlinterpretationen und Verwirrungen. Ein Grund dafür und für die nachstehenden Beispiele von Fehlinterpretationen bei der Nomenklatur könnten das Fehlen einer einheitlichen Wahl und Verwendung der Termini sowie Mängel der englischen Sprachkenntnisse der AutorInnen sein, vor allem bei denen, deren Muttersprache nicht Englisch ist.

Auch wird die Bezeichnung „acute“ mit der Bezeichnung „traumatic“ gleichgesetzt. Es treten jedoch auch atraumatische Verletzungen wie Überlastungsreaktionen zuerst akut auf, ohne traumatisch zu sein.

Verwendete Begriffe in Zusammenhang mit Verletzungen wie „incidence“, „occurrence“, „prevalence“, „aetiology“, „mechanism“, „type of injury“ und „nature of injury“ verleiten zu Fehlern bei der Analyse und Interpretation. Diese Bezeichnungen haben unterschiedliche Bedeutungen, werden aber von den AutorInnen nicht einheitlich verwendet bzw. gerne untereinander substituiert. Der Begriff „incidence“ wird gerne als Sammel- bzw. Überbegriff gebraucht.

In Bezug auf die Angabe von Verletzungshäufigkeiten wird oft die Unterteilung in „upper body“ und „lower body“ gewählt. Jedoch zählen einige AutorInnen die Hüfte, Leiste und Becken zu dem Unterkörper hinzu, einige wiederum nicht bzw. führen dies gesondert unter Rumpf an. Außerdem ist es bei einer verwendeten Einteilung in Unterkörper, Oberkörper, Rumpf und Kopf nicht ersichtlich, wo der Körperbereich beginnt bzw. endet. Ähnliches trifft bei der Einteilung „upper body“ auf die Körperregion Schulter zu. Die Schulter wird von den AutorInnen zum Rumpf oder zu den oberen Extremitäten gezählt. Diese Unterschiede in der Einteilung der Körperbereiche stellen Schwierigkeiten im Vergleich von Verletzungshäufigkeiten verschiedener Studien dar, weil die Bezugsgröße nicht dieselbe ist.

Des Weiteren steht der gängige Begriff Runner's Knee bzw. Läuferknie im deutschen Sprachraum meist für das Iliotibiale Band-Syndrom (ITBS), welches Schmerzen im lateralen Bereich des Knies verursacht. Im anglo-amerikanischen Sprachraum hingegen werden der Begriff Runner's Knee und Iliotibiales Band-Syndrom getrennt. Runner's Knee wird hier als Synonym für das Patellofemorale Schmerzsyndrom (PFSS), welches für Schmerzen im anterioren Bereich des Knies sorgt, verwendet. Somit ist ein Vergleich der Häufigkeiten unterschiedlicher Kniebeschwerden bzw. generell die Schmerzlokalisation im Kniebereich schwierig. Außerdem stellt generell die Verwendung des Begriffs Runner's Knee für unterschiedliche Beschwerdebilder bei Befragungen von ProbandInnen (Fragebogen) eine Fehlerquelle im Sinne der Klassifikation von Beschwerden dar. Zusätzliche Angaben zum Ort des Schmerzauftritts (anterior, lateral) würden eine bessere Orientierungshilfe schaffen.

Die Hauptursache für eine mangelnde Vergleichbarkeit der Ergebnisse von Verletzungen der eigenen Studie mit denen der triathlon- bzw. disziplinspezifischen Studien ist die Bezugsgröße. Die Ergebnisse einer Verletzungsart beziehen sich generell entweder auf die ProbandInnen oder auf die Verletzungen. Ein Beispiel wäre 15 % der TriathletInnen haben Knieschmerzen oder 15 % aller Verletzungen betreffen das Knie.

Diese beiden Hauptbezugsgrößen werden aber meist von den AutorInnen detaillierter bzw. spezifischer angegeben. Zum Beispiel wurden bei der Einzelsportart Radfahren in den Studien über Radprofis nur männliche Probanden befragt. Bei den Studien über Freizeitradfahrern und Triathlon wurden Daten von Frauen und Männern erhoben. Die Verletzungsangaben bei den Radprofis bezogen sich auf alle Radfahrer (verletzt und unverletzt), bei den TriathletInnen teilweise nur auf die Personen, die an Überlastungsverletzungen litten und bei den FreizeitradfahrerInnen ausschließlich auf die verletzten RadfahrerInnen (traumatisch und atraumatisch).

Bei der Bezugsgröße Verletzungen kann neben den gesamten Verletzungen wiederum in traumatische und atraumatische Verletzungen unterteilt werden. In weiterer Folge können diese drei Unterteilungen verschiedenen Körperregionen zugeordnet werden: Ober- und Unterkörper bzw. in obere und untere Extremität, Rumpf und Kopf. Die obere und untere Extremität kann weiters wieder in einzelne Abschnitte wie Fußgelenksbereich und Ober- und Unterschenkel gegliedert werden.

Anhand des Beispiels der Achillodynie soll die Problematik der unterschiedlichen Bezugsgrößen veranschaulicht und die in der Literatur verwendeten Angaben vorgestellt werden. Die Aussagen werden aus den verwendeten Studien entnommen, wobei die Prozentangaben für dieses Beispiel einheitlich mit 15 festgelegt werden.

- 15 % der AthletInnen haben Achillodynie
- 15 % der verletzten AthletInnen haben Achillodynie
- 15 % der AthletInnen mit Überlastungsbeschwerden haben Achillodynie
  
- 15 % aller Verletzungen betreffen die Achillodynie
- 15 % aller Überlastungsverletzungen betreffen die Achillodynie
- 15 % aller Laufverletzungen betreffen die Achillodynie
- 15 % aller überlastungsbedingten Laufverletzungen betreffen die Achillodynie
- 15 % aller Muskel- und Sehnenverletzungen betreffen die Achillodynie
- 15 % aller Sehnenverletzungen betreffen die Achillodynie
  
- 15 % aller Verletzungen des Unterkörpers betreffen die Achillodynie
- 15 % aller atraumatischen Verletzungen des Unterkörpers betreffen die Achillodynie
- 15 % aller Laufverletzungen des Unterkörpers betreffen die Achillodynie
- 15 % aller atraumatischen Laufverletzungen des Unterkörpers betreffen die Achillodynie

- 15 % aller Verletzungen der unteren Extremität betreffen die Achillodynie
- 15 % aller atraumatischen Verletzungen der unteren Extremität betreffen die Achillodynie
- 15 % aller Laufverletzungen der unteren Extremität betreffen die Achillodynie
- 15 % aller atraumatischen Laufverletzungen der unteren Extremität betreffen die Achillodynie
  
- 15 % aller Unterschenkelverletzungen betreffen die Achillodynie
- 15 % aller atraumatischen Unterschenkelverletzungen betreffen die Achillodynie
- 15 % aller laufbedingten Unterschenkelverletzungen betreffen die Achillodynie
- 15 % aller atraumatischen Unterschenkelverletzungen beim Laufen betreffen die Achillodynie

Würde diese Auflistung z. B. anhand der Schulter durchgeführt werden, würden die angeführten Verletzungsangaben noch zusätzlich zu den atraumatischen in traumatische Verletzungen unterteilt werden. Bei den traumatischen Verletzungen würden noch Angaben wie 15 % aller Radstürze betreffen die Schulter, 15 % aller traumatischen Schulterverletzungen betreffen das Schlüsselbein etc. hinzukommen.

Auch Vergleiche zwischen Häufigkeiten von Stürzen sind anhand unterschiedlich gewählter Bezugsgrößen wie Jahr pro Fahrer, Fahrer, 1000 km oder pro Wettkampftag pro Jahr schwierig. Bei den Triathlonstudien wurden z. B. bei Zwingerberger et al. (2014) Radstürze pro 1000 Stunden angeführt und bei Egermann et al. (2003) auf die Lebenszeit bezogen. In den Triathlonstudien werden auch Häufigkeitsangaben wie „60 % der TriathletInnen erlitten zumindest einen Radsturz im vorgegeben Untersuchungszeitraum“ verwendet. In diesem Zusammenhang vermerkten Egermann et al. (2003), dass bei den Elite-TriathletInnen Radstürze häufiger auftreten als bei den übrigen Leistungsklassen. Jedoch behaupten andere AutorInnen wiederum, dass Elite-TriathletInnen bzw. Elite-Radfahrer über eine bessere Radfahrtechnik und Radfahrerfahrung verfügen als die übrigen Leistungsklassen. Wegen der mangelnden Vergleichbarkeit aufgrund der unterschiedlichen Bezugsgrößen ist das Sturzverhalten schwierig zu interpretieren bzw. ist nicht einfach der höheren Risikobereitschaft zuzuschreiben.

Nachstehend werden die Ergebnisse (Schwimmen, Radfahren und Laufen) der eigenen Studie mit denen der triathlonspezifischen und der disziplinspezifischen Literatur verglichen und diskutiert. Aufgrund der genannten Probleme, insbesondere durch die unterschiedlichen Bezugsgrößen, können manche Vergleiche, vor allem jene der atraumatischen Verletzungen, nicht erstellt werden. Durchführbare Vergleiche wurden mit den traumatischen und atraumatischen Verletzungen in den drei Disziplinen der eigenen Studie und jener der Triathlon-Literatur sowie mit den jeweiligen Einzelsportarten inklusive ihrer jeweiligen auslösenden Faktoren erstellt.

### 8.3 Schwimmen

In einem Triathlonbewerb ist die Zeit, die mit dem Schwimmen verbracht wird, kürzer als im Vergleich zum Radfahren und Laufen. Bei einem Sprinttriathlon macht die Schwimmzeit ungefähr 17 % und bei einem Langdistanzbewerb 10 % der Gesamtzeit aus. Generell herrscht der Trend, je länger die Distanz, desto weniger spielt die Zeit beim Schwimmen eine Rolle. Besonders auf dem Elite- und dem professionellen Niveau gilt der Slogan: Du kannst das Rennen beim Schwimmen nicht gewinnen, aber verlieren! Damit ist gemeint, dass beim Schwimmen eine günstige Ausgangsposition für das anschließende Radfahren geschaffen werden sollte. Bei erlaubtem Windsschattenfahren beim Radfahren ist dies besonders wichtig.

Der spezifische Bewegungsablauf und die daraus entstehenden Schulterbeschwerden im Schwimmsport werden in der Literatur oft gemeinsam mit denen der Überkopfdisziplinen zusammengefasst. Zu diesen Disziplinen gehören unter anderem: Tennis, Baseball, Volleyball, Handball, Wurf- und Stoßdisziplinen. Man spricht daher von Schulterbeschwerden bei Überkopfsportarten oder Überkopfbelastungen, von denen etwa 24 % behandlungsbedürftig sind (Schmidt-Wiethoff & Schneider, 2003, S. 3). In Tabelle 81 wird ein genauerer Aufschluss über die Häufigkeiten von Schulterverletzungen gegeben.

Der Bewegungsablauf des Schwimmzuges wird mit dem des Wurfes gerne gegenübergestellt und daher werden Beschwerden in der Schulter auch teilweise gemeinsam unter dem Begriff Werferschulter verwendet. Die Überkopfbelastung der Schulter stellt jedoch die einzige Gemeinsamkeit dar, weil die unterschiedliche Körperposition und Einwirkung der Schwerkraft während des Wurfes eine andere Ausgangslage verschafft im Vergleich zum Schwimmzug (Pettrone, 1985). Die Schulter befindet sich beim Schwimmen für längere Zeit in der Impingementgefährdeten Position (Adduktion, Innenrotation) als in der Wurfbewegung, bei welcher es nur in der „follow through“ Phase zur gefährdeten Position des Einengens der Außenrotatoren kommt (Hawkins & Kennedy, 1980; Richardson, 1983). Außerdem werden beim Schwimmen aufgrund des Wasserwiderstandes nie so hohe Geschwindigkeiten des Armes erreicht, wie bei der peitschenartigen Wurfbewegung. Im Schwimmen finden mehr kontinuierliche und progressiv steigende Bewegungen statt (Perry, 1983; Richardson, 1983).

**Tabelle 81: Analyse von 758 Sportverletzungen der Schulterregion**, 5 % von insgesamt 15212 Verletzungen bei 13296 Sportlern (Steinbrück & Lehmann, 1996, S. 358). Die relativen Häufigkeiten bei den verschiedenen Sportarten beziehen sich auf den Anteil der Schulterverletzungen unter allen Verletzungen.

Sportdisziplin	Schulter (%)
Ringen	21,1
Judo	19,2
Rugby	15,7
Radfahren	13,1
Reiten	10,6
Gewichtheben	9,7
Schwimmen	7,9
Leichtathletik	7,7
Skilauf	6,7
Handball	6,4
Fußball	3,7

Jegliche Beschwerden und Schmerzen im Schulterbereich werden ohne genauere Hinweise zu den Ursachen bei Leistungsschwimmern im Alltag und in der Fachliteratur meist unter dem Begriff „Schwimmerschulter“ zusammengefasst (McMaster, 1986; McMaster et al.,

1998; Stocker et al., 1995). Verschiedene Ursachen wie Instabilität oder Impingement können für die Beschwerden und Schmerzen verantwortlich sein. Diese Ursachen können wiederum durch verschiedenste Faktoren (exogene oder endogene) ausgelöst werden. Die daraus resultierenden Verstrickungen der Faktoren, Ursachen und Folgen der Schulterschmerzen machen dieses Thema sehr komplex. Daher ist es nicht sinnvoll, dieses umfangreiche Thema unter dem Begriff Schwimmerschulter abzutun. Einerseits stellt die Schwimmerschulter kein einheitlich definiertes Krankheitsbild dar, andererseits ist diese Bezeichnung nach derzeitigem Wissensstand veraltet und nicht mehr zeitgemäß.

1974 wurde der Begriff Schwimmerschulter erstmals verwendet, als Synonym für das Impingement (Hawkins & Kennedy, 1974). Hinter dem Begriff versteckt sich meist ein Überlastungssyndrom mit Entzündung der Supraspinatussehne und/oder der Bizepssehne. Ein Überlastungssyndrom ist im Schwimmsport meist auf zu schwache Muskeln der Skapulafixatoren und -rotatoren sowie der Rotatorenmanschette zurückzuführen, die eine ungenügende Zentrierung des Oberarmkopfes bewirken. Instabilität und Impingement-Syndrom werden als die häufigsten Beschwerdebilder angegeben, die aber selbst wiederum eine große Bandbreite an Differenzierungsmöglichkeiten bieten (Dominguez, 1978, S. 105; Haaker et al., 1997; Hermann & Von Torklus, 1995, S. 293).

Erschwerend kommt noch hinzu, dass im Alltag zugezogene und dort nicht wahrgenommene Verletzungen sich später beim Schwimmtraining negativ bemerkbar machen können. Der Schwimmsport wird dann fälschlicherweise als Ursache angegeben.

Aus den vorliegenden Studien lässt sich schlussfolgern, dass sich die Meinungen der AutorInnen in den verschiedensten Untersuchungen unterscheiden. Die Qualität der Studien sowie deren Durchführung könnten dabei ausschlaggebend sein. In vielen Untersuchungen kann man nicht erkennen, ob Parameter wie Alter, Leistungsklasse, Trainingsjahre, Trainingsumfang, Hauptlage, Anteil der Lagen im Training, Krafttraining, Gymnastikanteil bzw. Ausgleichsübungen als aktueller Trainingsbestandteil berücksichtigt wurden.

Trotzdem zeigen sich Tendenzen, dass die Häufigkeit der Schulterschmerzen mit dem Anstieg der Leistungsklasse, des Trainingsumfangs sowie zumeist auch mit dem Anstieg des Trainingsalters positiv korreliert. Dies erscheint auf den ersten Blick logisch, da in den meisten Fällen mit dem Trainingsalter das Leistungsniveau und der Trainingsumfang steigen, allerdings kommen die einschlägigen Untersuchungen zu keiner allgemein gültigen Aussage, da Leistungsklassen sowie Trainingsumfang oft nicht berücksichtigt werden.

In den meisten Studien wurde die Adduktions- und Innenrotationsbewegung der gesamten Unterwasserphase als besondere Belastung der Schulter durch die Wringing-out-Position und die Impingement-Gefahr sowie die Abduktions- und Innenrotationsbewegung in der Überwasserphase (Impingement-Gefahr) angesehen (Clasing, 1982, S. 131f.; Hawkins & Kennedy, 1980; Kutteneuler, 1999, S. 36; Murphy, 1994, S. 418f.; Richardson et al., 1980). Zusätzlich wurde angeführt, dass die überdurchschnittliche Beweglichkeit im

Schulterbereich ausschlaggebend für Schulterbeschwerden (Laxität) der SchwimmerInnen ist (McMaster et al., 1998; McMaster, 1999). Eine gewisse Beweglichkeit aufgrund der technischen Anforderungen der Schwimmlagen und der Minimierung des Wasserwiderstands muss jedoch vorhanden sein.

Im Gegensatz zu den Studien wurde in der Befragung des Physiotherapeuten Colaco mehr über die Problematik Adduktions- und Innenrotationsbewegung in Verbindung mit der Überbeweglichkeit herausgefunden. Colaco ist der Ansicht, dass diejenigen SchwimmerInnen bevorzugt Schulterbeschwerden erleiden, die eine zu geringe Flexibilität im Sinne der Innenrotation der Schulter aufweisen. Ian Thorpe war ein Musterbeispiel für die Innenrotation, da er vor Beginn der Zugphase (Ellbogenaufstellen) beim Kraulstil den ausgestreckten Arm besonders ausgeprägt nach innen rotierte. Die SchwimmerInnen, die diese Innenrotationsbewegung mit ausgestrecktem Arm ungenügend beherrschen, versuchen, einen aufgestellten Ellbogen in der Unterwasserphase zu imitieren. Dadurch kommt es beim Ellbogenaufstellen in der Zugphase ohne vorherige Innenrotation der Schulter zu einer Mehrbelastung des posterioren Kapsel-Band-Apparats und zum zusätzlichen Nachvornekippen der Schulter. Dies bringt letztlich problematische Folgen wie Laxität, Instabilität oder Impingement mit sich (Colaco, 2009).

Daher ist es nicht korrekt, in den Studien zu erwähnen, dass die Innenrotation generell ungünstig für Schulterbeschwerden ist. Der gesamte Bewegungsablauf und die dabei beteiligten Körperbereiche müssen während des Armzuges analysiert werden. Bei einem aufgestellten Ellbogen in der Unterwasserphase ist demnach nicht die Innenrotation ausschlaggebend für Schulterbeschwerden, sondern eine mangelhafte Durchführung bzw. Flexibilität der Innenrotation, die erhöhten Stress auf die kompensierenden Körperbereiche und somit Schulterbeschwerden auslösen.

Die Aussage von Colaco würde sich auch mit jenen Studien decken, die einen höheren Mangel an Innenrotations- und Adduktionsbewegung bei SchwimmerInnen mit Schulterschmerzen als bei SchwimmerInnen ohne Schulterschmerzen feststellten (Bak & Magnusson, 1997; Rupp et al., 1995).

Wie in der disziplinen- und triathlonspezifischen Literatur betreffen in der eigenen Studie die meisten Beschwerden beim Schwimmen die Schulter. 19,1 % der Langdistanz-triathletInnen haben Schulterbeschwerden. Dieser Wert ist im Bereich jener der disziplinen- und triathlonspezifischen Studien, 9 - 35 % bzw. 1 - 21 %. Nur in der Langdistanzstudie von Egermann et al. (2003) hatten 57,6 % der AthletInnen Überbelastungsverletzungen der Schulter.

Ebenso wie in der eigenen Studie stellten die Sehnen in der disziplinen- und triathlonspezifischen Literatur die am häufigsten betroffene Struktur bei Schulterbeschwerden dar. In der Literatur, insbesondere in der triathlonspezifischen Literatur, wurden jedoch diesbezüglich keine Werte angeführt. In der eigenen Studie war zumindest knapp die Hälfte der AthletInnen, die Schulterschmerzen hatten, mit Sehnenbeschwerden konfrontiert. In den Studien, in denen die Sehnenbeschwerden genauer lokalisiert wurden,

waren hauptsächlich die Sehnen der Rotatorenmanschette betroffen. In der eigenen Studie wurde eine genauere Unterteilung der betroffenen Sehnen nicht vorgenommen.

Die Sehnen stellen im Vergleich zu den Muskeln das minderdurchblutete Gewebe dar und befinden sich, insbesondere die Sehnen der Rotatorenmanschette, aufgrund der anatomischen Gegebenheiten in der Impingement-Zone. Aufgrund der geringen Durchblutung und der Lage im Schulterbereich sind die Sehnen unter Einfluss intrinsischer und vor allem extrinsischer Faktoren Ursachen von Schulterbeschwerden.

In der eigenen Studie waren die Muskeln die zweithäufigste betroffene Struktur bei Verletzungen im Schulterbereich. 40 % der AthletInnen mit Schulterschmerzen hatten muskuläre Beschwerden. Vor allem in den triathlonspezifischen Studien, in denen Schulterbeschwerden detaillierter untersucht wurden, wurden Sehnen- und Muskelbeschwerden als ein Beschwerdebild angeführt.

Da abrupte Bewegungen und hohe Bewegungsgeschwindigkeiten der Extremitäten beim Schwimmen nicht vorkommen, dürfte der hohe Anteil der muskulären Struktur bei Schulterbeschwerden in der eigenen Studie nicht auf Verletzungen wie Zerrungen bzw. Muskelfaserrisse zurückzuführen sein. Muskuläre Überbelastung könnte den hohen Wert induziert haben.

Als prädisponierende Faktoren für Schulterschmerzen in der eigenen Studie konnten bei den Männern das Schwimmtechniktraining, die Rumpfkraftigung und das Widerstandstraining im Wasser sowie die wöchentliche Anzahl an Schwimmkilometern bei den Frauen nachgewiesen werden. Die Erklärungen für das paradoxe Ergebnis beim Schwimmtechnik- und Rumpf-Krafttraining bei den Männern in der eigenen Studie könnten einerseits sein, dass jene Athleten, die bereits an Schulterschmerzen leiden, vermehrt Schwimmtechniktraining durchführen, um den bereits bekannten Problemen entgegenzusteuern. Andererseits könnten die Übungen der Rumpfkraftigung von den Sportlern nicht korrekt ausgeführt werden – z. B. ungenügende Stabilisation der Schulter bzw. ungünstige Position des Schulterblattes während der unterschiedlichsten Stützübungen (Seitstütz...) – und somit das Gegenteil bewirken. Eine Mehr- und Fehlbelastung der Bänder und der Gelenkscapsel im Schulterbereich wären die Folge.

In den triathlonspezifischen Studien erwähnten Egermann et al. (2003), Shaw et al. (2004) und Galera et al. (2012) ebenfalls, dass das Volumen beim Schwimmtraining sehr wohl eine entscheidende Rolle für das Auftreten von Schulterverletzungen, insbesondere jener der Muskulatur spielt. Dies würde wiederum den hohen Anteil an muskulären Beschwerden bei Schulterschmerzen in der eigenen Studie erklären. In der Studie von Manninen und Kallinen (1996) betrafen alle Verletzungen der oberen Extremitäten die Schulter. Ausschlaggebend dafür waren rein die schwimmbezogenen Faktoren wie schlechte Schwimmtechnik und inadäquates Aufwärmen und Dehnen.

In keiner Triathlonstudie ist der Einfluss von Schwimmpaddles oder widerstandserhöhenden Hilfsmitteln (Widerstandshose, Nachziehen von Widerstandskörpern...) beim

Schwimmtraining untersucht worden. TriathletInnen schwimmen erfahrungsgemäß gerne mit einem Pull-Buoy, um die Beine zu schonen und zugleich die Arme mehr zu belasten. Die Intensivierung der Schulter- und Armmuskulatur wird weiters durch die zusätzliche Verwendung von Schwimmpaddles erzielt. In der eigenen Studie weisen die männlichen Triathleten, die ein Widerstandstraining beim Schwimmen durchführen, fast ein doppelt so hohes Risiko für Schulterschmerzen auf als diejenigen, die ohne Widerstandshilfsmittel trainieren. Bei den Frauen trifft dies nicht zu. Die ausschließliche Verwendung von Schwimmpaddles hat in der eigenen Studie generell sowohl bei den Frauen als auch bei den Männern keinen Einfluss auf Schulterschmerzen. In der disziplinspezifischen Literatur zeigten Haaker et al. (1997), Burchfield et al. (1994) und Richardson et al. (1980) jedoch, dass SchwimmerInnen mit höherem Paddlesanteil im Training trotz geringerer Trainingskilometer häufiger von Schulterschmerzen betroffen sind. Die AutorInnen bekräftigten den Zusammenhang zwischen Schulterschmerzen und Handpaddles mit dem vorwiegenden Auftreten von Schulterschmerzen bei SchwimmerInnen in der Früh- und Mittelsaison. In dieser Trainingsphase ist auch der Trainingsanteil mit Schwimmpaddles am höchsten.

Als weiterer Faktor für Schulterschmerzen wird in der disziplinspezifischen Literatur exzessives Dehnen bzw. exzessive Dehnübungen angeführt. Ein dadurch induziertes Vorkippen des Schulterblatts (Protraktion) sowie eine Verschiebung des Oberarmkopfs nach vorne beschädigt den labro-kapsulo-ligamentären Komplex und führt zu Laxität, Instabilität und Impingement (Bak & Fauno, 1997).

Des Weiteren kann bei Partnerdehnungsübungen geringe Erfahrung zu einem Überdehnen des kapsulo-ligamentären Komplexes führen, da das Gefühl für den Dehnpartner, die Dehnpartnerin erst abgestimmt werden muss. Mangelnde Kommunikation und aufkommender Wettkampfgedanke, vor allem im Kinder- und Jugendbereich, begünstigen ein Überdehnen bzw. Verletzungen (McMaster & Troup, 1993; McMaster, 1999; O'Donnell et al., 2005).

In der eigenen Studie hat die Durchführung schulterpezifischer Dehn-/Beweglichkeitsübungen keinen Einfluss auf Schulterschmerzen.

## **8.4 Radfahren**

Die Verletzungen sowohl beim Radfahren als Einzeldisziplin als auch im Triathlon unterteilen sich in traumatisch und atraumatisch. Traumatische Verletzungen sind vorwiegend Stürze. Aufgrund unterschiedlicher Bezugsgrößen können diesbezüglich nur Vergleiche in der jeweiligen Sportart und nicht zwischen RadfahrerInnen und TriathletInnen generell angestellt werden. Nachstehend wird näher auf dieses Problem eingegangen.

Erwähnenswert ist, dass bei RadfahrerInnen und TriathletInnen die Stürze öfter im Wettkampf als im Training geschehen. Dies ist auf eine erhöhte Risikobereitschaft, erhöhtes Tempo und Massenstürze während des Wettkampfes zurückzuführen. Das

Verletzungsmuster verteilt sich hauptsächlich auf den Schulter- und Klavikulabereich, weil raderfahrene AthletInnen im Gegensatz zu den HobbyathletInnen durch geschicktes Abrollen über die Schulter Stürze auf das Gesicht bzw. den Kopf vermeiden können. Dies zeigt sich besonders beim Radfahren als Einzeldisziplin.

Eine verzögerte Reaktionszeit, welche in Gefahrenzonen berücksichtigt wird, ergibt sich beim Triathlonrad aufgrund der Armaufleger (Aerobar). Besondere Gefahrenquellen für Stürze sind das Auf- und Absteigen nach und vor der Wechselzone sowie Verengungen vor Kurven und Kurven selbst.

Bei den TriathletInnen kommt erschwerend hinzu, dass das Kollektiv der FahrerInnen nicht homogen ist, sondern sich hier ProfisportlerInnen und Amateure treffen. Viele TriathletInnen weisen fahrtechnische Mängel auf, welche ebenfalls zu erhöhtem Sturzrisiko führen.

Auch die atraumatischen Verletzungen differieren kaum zwischen den ProfiradfahrerInnen und den TriathletInnen. Führend unter den atraumatischen Verletzungen im Bereich des Kniegelenks sind das Patellofemorale Schmerzsyndrom (PFSS) und das Iliotibiale Band-Syndrom (ITBS).

Atraumatische Beschwerden der Wirbelsäule betreffen hauptsächlich den Hals- und Lendenwirbelbereich. Die reinen RadsportlerInnen leiden häufiger unter Nackenschmerzen als die TriathletInnen. Eine eindeutige Ursache dafür wurde in der Literatur nicht angeführt. Die TriathletInnen gaben hingegen vermehrt Schmerzen im Bereich der Lendenwirbelsäule an. Dies kann durch die Aeroposition bedingt sein, welche die AthletInnen in eine Dehnlage mit reduziertem Positionswechsel bringt.

In der Studie von Villavicencio et al. (2006) über Nacken- und Lendenschmerzen bei TriathletInnen sind Schmerzen unter sieben Tagen meist auf muskuläre und ligamentäre Ursachen und länger andauernde Schmerzen im Lenden- und Halsbereich meist auf bandscheibenbedingte Schmerzen zurückzuführen. Von allen TriathletInnen, die Nacken- oder Lendenschmerzen verspürten, vermerkten 20 %, dass diese chronisch waren und die Schmerzperiode länger als drei Monate andauerte. Bei Manninen und Kallinen (1996) waren ebenfalls 19 % der Lendenschmerzen chronisch. Radikuläre Symptome waren in der Studie von Villavicencio et al. (2006) mit 64,3 % bzw. 33,6 % bei den chronischen Gruppen der Lenden- und Nackenschmerzen sehr häufig. Diese Symptome hielten jedoch die TriathletInnen nicht vom Training ab, sondern äußerten sich in einer Verschiebung der Trainingsanteile der Disziplinen und des Alternativtrainings.

Demographische Faktoren hatten in der Studie von Villavicencio et al. (2006) und (2007) keinen Einfluss auf Nacken- und Lendenschmerzen. TriathletInnen mit hohem Risiko für chronische Schmerzen waren diejenigen mit mehr Wettbewerbsteilnahmen (Lenden), mehr Trainingsjahren bzw. mehr Triathlonenerfahrung (Nacken) und mit einer größeren Verletzungsgeschichte (Nacken und Lenden).

Dies ist durchaus widersprüchlich, da einerseits eine bessere Fitness für die Teilnahme an mehr Wettkämpfen Voraussetzung ist und nicht mit physischen Schmerzen verbunden wird. Andererseits könnte die Teilnahme an mehr Wettkämpfen unabhängig vom Fitnesslevel vermehrt Überlastungsverletzungen und folglich mehr Schmerzen verursachen. Werden diese Beschwerden ignoriert und nicht behandelt, führen diese Überlastungsverletzungen zu einer kumulativen Überlastung und folglich zu bandscheibenbedingten Schmerzen.

Studien über Beschwerden im Genitalbereich bei TriathletInnen sind nicht vorhanden. Da jedoch ähnliche Voraussetzungen gelten, dürften hier auch ähnliche Beschwerden wie bei den RadsportlerInnen vorliegen. Die Impotenzprävalenz bei Amateur-Langstrecken Radfahrern liegt bei 13,1 % (Schwarzer et al., 1999). Die Ursache findet sich hier in vermehrtem Druck auf den Penis als auch in einer verminderten Blutzirkulation. Eine Optimierung des Sattels wie eine Verbreiterung desselben sowie ein Nachvornekippen der Sattelnase könnte dem vorbeugen. Eine vermehrte Polsterung oder Veränderung der Form bringt keine relevanten Verbesserungen. Einzig die Breite ist entscheidend, um den Druck zu reduzieren. Untersuchungen bezüglich Beschwerden im Genitalbereich bei Frauen fanden nicht statt. Diesbezüglich ist der unerwartet hohe Wert von 31,5 % bei den Frauen gegenüber den Männern (16,3 %) in der eigenen Studie von Bedeutung.

Des Weiteren ist zu erwähnen, dass bei den Studien über RadsportlerInnen meist männliche Probanden befragt wurden. Dies traf vor allem bei Studien über Profiradsportler zu. Außerdem weisen Profiradfahrer zum Teil ein anderes Schmerzempfinden auf, da Schmerzen in einem gewissen Ausmaß zu ihrem Beruf gehören und nicht explizit jeder Schmerz erwähnt wird.

Im folgenden Abschnitt werden die Radfahrergebnisse der eigenen Studie angeführt. Bei Verletzungen atraumatischer Natur sind für LWS-Beschwerden die Variable „Haltungsschäden“ bei den Männern, für HWS-Beschwerden die Variablen ein nicht „angepasstes Rennrad“ bei den Männern und das fehlende „Radtechniktraining“ bei den Frauen und für Knieschmerzen eine geringere Anzahl an „Dehn-/Stretcheinheiten“ bei den Männern ausschlaggebend. Die Variablen „Haltungsschäden“ und eine höhere Anzahl an „Unterkörper-Krafteinheiten“ bei den Männern und eine höhere Anzahl an „intensiven Radfahreinheiten“ und fehlendes „Radtechniktraining“ bei den Frauen fördern Schmerzen im Genitalbereich.

Bei Verletzungen traumatischer Natur, die zum Großteil durch Stürze und Zusammenstöße hervorgerufen werden, sind jene Körperteile, die den Körper abstützen oder gewollt/ungewollt zuerst aufprallen, vorwiegend betroffen. Die Schulter stellt dabei in der eigenen Studie – abgesehen von den muskulären Verletzungen – bei jeder Verletzungsart und insgesamt die am meisten betroffene Region bei traumatischen Verletzungen dar. Bei den Verletzungsarten „Prellung/Verstauchung/Bandverletzung“ und „Knochenbruch“ betrafen 15,5 % bzw. 22,8 % aller traumatischen Verletzungen die Schulter. Die Hand inklusive Handgelenk war mit 20,2 % der zweithäufigste Vertreter bei den Knochenbrüchen, bei den Prellungen und Verstauchungen hingegen war es die Hüfte mit 11,6 %.

In der triatlonspezifischen Literatur wurden die oben angeführten Verletzungsarten nicht nach Körperregionen und Disziplinen gesondert beschrieben. Daher sind diesbezügliche Vergleiche schwierig. In Tabelle 18 wird eine Übersicht jener Studien gegeben, die allgemeine Werte zu diesen Verletzungsarten anführten. Nur Egermann et al. (2003) wiesen in ihrer Langdistanzstudie diesbezüglich detailliertere Werte aus. Generell betreffen die häufigsten muskuloskelettalen Verletzungen nach einem Radsturz die Schulter, meist Frakturen des Schlüsselbeins und Dislokationen des Akromioklavikular- und Glenohumeralgelenks (Burns et al., 2003; Collins et al., 1989; Egermann et al., 2003; Strock et al., 2006). Diese Ergebnisse entsprechen den Ergebnissen der eigenen Studie.

In den disziplinspezifischen Studien von De Bernardo et al. (2012) und Barrios et al. (2015) betrafen traumatische Verletzungen bei ProfiradfahrerInnen mindestens zur Hälfte den Schultergürtel und die oberen Extremitäten. In Tabelle 82 und 83 werden die Ergebnisse zu traumatischen Verletzungen und deren Bereiche in der eigenen Studie mit denen der Studien von De Bernardo et al. (2012) und Barrios et al. (2015) Gruppe 1 und Gruppe 2 verglichen. Da nicht ersichtlich ist, ob die Probanden nicht nur in einer dieser Studie involviert waren, können die jeweiligen Stichprobenumfänge nicht addiert werden. Daher wird bei den jeweiligen Verletzungsbereichen der Radprofis eine Spanne angegeben.

**Tabelle 82: Prävalenz (%) traumatischer Verletzungen bei Langdistanztriathleten beim Radfahren und Radprofis im Vergleich**

<b>Traumatische Verletzung</b>	<b>Eigene Studie (N = 1165)</b>	<b>Studien-Radprofis (N = 34, 50, 76)</b>
Untere Extremität	39,1	17,1-26,0
Obere Extremität	23,2	16,0-39,4
Schulter	16,8	22,3-34,0
Hüfte	8,2	3,0-8,8
Brustkorb-/Brustwirbelsäulenbereich	5,2	6,6-8,8
Kopf	3,3	5,9-7,9
Lendenwirbelsäulenbereich	1,1	2,6-4,0
Andere	3,1	-
<b>Gesamt</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Eine Begründung für den höheren Wert der untere Extremität bei der eigenen Studie und jener der Schulter bei den Radprofis ist schwierig zu interpretieren. Bei den Radprofis ist das Fahren in Gruppen (Windschattenfahren) erlaubt, bei den TriathletInnen hingegen nur in bestimmten Fällen. Außerdem wurden bei den RadfahrerInnen nur Profis befragt, in der eigenen Studie jedoch alle Leistungsklassen. Ob das Fahren in Gruppen oder das „geübtere“ Sturzverhalten (Abrollen über die Schulter) der Radprofis einen Einfluss nimmt, ist ohne die jeweiligen Sturzszenarien bzw. ohne einen möglichen Vergleich dieser nicht möglich. Bei den Studien der Radprofis wurden generelle Verletzungsraten auf verschiedenen Bezugsgrößen wie Jahr pro FahrerIn, FahrerIn, 1000 km oder pro Wettkampftag pro Jahr angegeben. Bei den Triathlonstudien wurden z. B. bei Zwillingenberger et al. (2014) Radstürze pro 1000 Stunden angeführt und bei Egermann et

al. (2003) auf die Lebenszeit bezogen. Häufigkeitsangaben wie 60 % der TriathletInnen erlitten zumindest einen Radsturz im vorgegeben Untersuchungszeitraum wurden ebenso in den Triathlonstudien verwendet. In der eigenen Studie war eine solche Abfrage bzw. Auswertung nicht vorgesehen.

Eine Erklärung für die unterschiedlichen Werte für Frakturen und Prellungen/Verstauchungen/Wunden der eigenen Studie und jener der Radprofis gestaltet sich schwierig. Es könnten dieselben Gründe ausschlaggebend sein, die zuvor beschrieben wurden.

**Tabelle 83: Traumatische Verletzungen (%) bei Langdistanztriathleten beim Radfahren und Radprofis im Vergleich**

Traumatische Verletzung	Eigene Studie (N = 1165)	Studien-Radprofis (N = 34, 50, 76)
Frakturen	25,7	34,0-64,7
Schulter-/Klavikular	23,4	29,5-40,1
Handbereich	20,4	18,2-25,0
Rippen	9,0	4,5-11,4
Ellbogen(gelenk)	6,0	0,0-9,1
Prellungen/Verstauchungen/Wunden	53,8	19,7-29,4
Muskel-/Sehnenverletzung	20,5	5,9-13,2

Ein interessantes Diskussions-Thema wäre das veränderte Verletzungsmuster in der Studie von Barrios et al. (2015). Hier wurden Profiradfahrer im Zeitraum von 1983 bis 1995 (Gruppe 1) und 2000 bis 2009 (Gruppe 2) untersucht. Überlastungsverletzungen traten in beiden Gruppen ähnlich häufig auf, wobei sie jedoch ein komplett unterschiedliches klinisches Profil zeigten. In der Gruppe 1 fanden sich eindeutig vermehrt Sehnenverletzungen, in der Gruppe 2 vermehrt Muskelverletzungen.

Einerseits könnten - wie die AutorInnen anführten - neue Trainingsprotokolle und Trainingsmöglichkeiten, bessere Trainingsumstände sowie die Einführung verletzungspräventiver Programme zur Veränderung des klinischen Profils von Verletzungen beigetragen haben. Andererseits könnten die medizinischen Erkenntnisse der letzten zwei Jahrzehnte eine Rolle spielen. Makrolidantibiotika und Kortisoninjektionen bei Sehnenreizungen, die zu einem spröden Sehngewebe und letztlich zu Teilrupturen und Rupturen führen, werden nicht mehr in dem Ausmaß verabreicht und ihre Auswirkungen, vor allem bei SportlerInnen, berücksichtigt. Die Zunahme der Muskelverletzungen könnte auch ein Indiz dafür sein, dass bei AusdauersportlerInnen die Einnahme von Wachstumshormonen, Growth Hormone (GH), in den letzten Jahren ein Thema geworden ist. Diese Umstände könnten auch dafür ausschlaggebend sein, dass die Verletzungen im Kniebereich, die meist sehnenpezifisch sind, in Relation zu den gesamten Überlastungsverletzungen in Gruppe 1 zur Gruppe 2 von 63,4 % auf 36,9 % sanken.

Des Weiteren wies die Gruppe 2 einen doppelt so hohen Anteil an traumatischen Verletzungen auf als die Gruppe 1. Diese Verletzungen waren jedoch von der Verletzungs-

schwere her geringer als in Gruppe 1. Dies könnte auf die erhöhte Risikobereitschaft der Profiradfahrer zurückzuführen sein, wobei dies im Gegensatz zum Renngeschehen im Training schwieriger zu begründen ist. Die geringere Verletzungsschwere in Gruppe 2 ist der Helmpflicht, die bei Gruppe 1 noch nicht eingeführt wurde, zuzuschreiben.

Des Weiteren können diesbezügliche Ergebnisse von Triathlonstudien nicht für Vergleiche herangezogen werden, da die Abfragen nicht detailliert erfolgten, sondern meist allgemein auf die Verteilung der Verletzungsarten auf die einzelnen Disziplinen abzielten. Außerdem wurden die Verletzungen nicht gesondert nach traumatischen und atraumatischen Verletzungen angegeben, sondern kumuliert. Daher können die angeführten Verletzungsbereiche in den Tabellen 69 und 70 nicht durch triathlonspezifische Werte ergänzt werden.

## 8.5 Laufen

Neben den extrinsischen Faktoren wie Wetterverhältnisse, Beschaffenheit des Laufuntergrunds, Trainingssteuerung und Material (Schuhe) begünstigen intrinsische Faktoren das Auftreten von Verletzungen beim Laufen mehr als im Vergleich zum Radfahren und Schwimmen. Intrinsische Faktoren sind individuell und spiegeln z. B. die anatomischen Besonderheiten (Fuß- und Beinsetzung, Mobilität etc.) wider. Die höheren einwirkenden (Bodenreaktions-)Kräfte beim Laufen führen dazu, dass diese anatomischen Besonderheiten häufiger zu Beschwerden führen können als bei den anderen beiden Sportarten. Vor allem kommt dies schneller bei zusätzlichem Einfluss äußerer Faktoren wie inadäquater Trainingssteuerung z. B. bei zu hohem Laufvolumen und/oder einer zu hohen Laufintensität bzw. einem zu abrupten Anstieg dieser beiden Belastungsnormativen zum Vorschein. Ein zu harter Laufuntergrund, unangebrachte Laufschuhe und ein ungünstiger Laufstil begünstigen dies ebenso.

Die Verletzungen beim Laufen betreffen meist das Kniegelenk. Hier wird generell zwischen anteriorem (PFSS) und lateralem Knieschmerz (ITBS) differenziert. Erwähnenswert sind ebenfalls Shin Splints, Achillodynie, Fasziiitis plantaris sowie Schmerzen im Bereich der Lendenwirbelsäule.

Grundsätzlich wäre zu erwarten gewesen, dass reine LaufsportlerInnen öfter Beschwerden aufweisen als TriathletInnen, weil oftmals Ausgleichssportarten bzw. abwechselnde Belastungen des Bewegungsapparates vor allem im Training fehlen. Dieser Meinung waren vor allem AutorInnen älterer Studien wie unter anderem O'Toole et al. (1987).

In späterer Folge zeigte sich jedoch, dass gerade beim Laufen Cross-over-Effekte auf die TriathletInnen einwirken und zu einer allgemein höheren Verletzungsprävalenz führen (Hauswirth & Brisswaller, 2008; McHardy et al., 2006). Aufgrund der ermüdeten Muskulatur durch vorangegangene Belastung kommt es beim Laufen zu einer verminderten Remodeling-Fähigkeit des Körpers bzw. der Knochen und folglich zu vermehrten Verletzungen. Dies betrifft vor allem das Schienbein in Zusammenhang mit Shin Splints. Die Plantarflexion beim Schwimmen und die lange einseitige Belastung der Wadenmuskulatur beim Radfahren begünstigen Achillessehnenbeschwerden beim Laufen.

Ebenso wäre die lange Dauer des Wettkampfes, vermehrte Ermüdung der Muskulatur (Wechsel der „off load“-Belastung beim Radfahren zur „on load“-Belastung beim Laufen), erhöhte Steifigkeit im Kniegelenk mit daraus resultierender verminderter Schockwellenabsorption und reduzierter Anpassungsfähigkeit an die Bodenreaktionskräfte, der metabolische Shift, der Anstieg von Laktat und die Dehydration in Zusammenhang mit den Cross-over-Effekten zu erwähnen. Der Zusammenhang der Cross-over-Effekte und einer allgemein höheren Verletzungsprävalenz bei TriathletInnen wurde in den letzten Jahren durch die Erhöhung des Trainingsvolumens in Verbindung mit dem steigenden Stellenwert des Triathlons begünstigt.

Zwillingenberger et al. (2014) vermerkten hingegen, dass die TriathletInnen trotz des hohen Trainingsvolumens im Vergleich zu anderen Sportarten geringere Verletzungsraten aufweisen.

Eine Zwischenstellung nehmen Levy et al. (1986a) und Levy et al. (1986b) ein. Das Auftreten von Verletzungen ist bei TriathletInnen geringer als bei den reinen LaufspezialistInnen und höher als bei den reinen Schwimm- und RadfahrerspezialistInnen. Selbiger Meinung sind Gosling et al. (2008a), Burns et al. (2003), Cipriani et al. (1998) und Korkia et al. (1994), jedoch mit dem Unterschied, dass die TriathletInnen eine Verletzungshäufigkeit ähnlich jener der reinen LäuferInnen aufweisen.

Aus den oben angeführten Punkten ist ersichtlich, dass auf die TriathletInnen beim Laufen spezielle Anforderungen zukommen und der Laufteil meist rennentscheidend ist. Der Rennausgang ist ebenfalls abhängig von den physischen und psychischen Anpassungsfähigkeiten der AthletInnen beim Wechsel vom Radfahren zum Laufen. Zudem reduziert sich bei guter Adaptationsfähigkeit auch das Verletzungsrisiko.

Bei zunehmender Erschöpfung aufgrund der Vorbelastung weisen vor allem TriathletInnen eine vermehrte Adduktion mit einhergehender Innenrotation in der Hüfte beim Laufen auf. Dies und Schwächen in der Rumpfmuskulatur, insbesondere ein Kräfteungleichgewicht von Flexion und Extension in der Hüfte, wirken sich wiederum negativ auf den Lendenwirbelsäulenbereich aus.

Die Erklärungen für die teilweise paradoxen Laufergebnisse in der eigenen Studie (z. B. der Fall, dass jene ProbandInnen, die Dehnungs- und Stretchübungen durchführen oder einen angepassten Laufschuh verwenden, angeben, häufiger an Schmerzen zu leiden)<sup>3</sup> sind, dass jene AthletInnen, die bereits an Schmerzen leiden, vermehrt Dehnungs- und Stretchübungen durchführen oder einen angepassten Laufschuh verwenden, um den bereits bekannten Problemen entgegenzusteuern. Andererseits könnte es sein, dass die Dehnungs- und Stretchübungen von den SportlerInnen nicht korrekt ausgeführt werden und somit das Gegenteil bewirken, nämlich die Schmerzen fördern. Dies trifft vermutlich bei dem Faktor Dehnungs- und Stretchübungen bei den Frauen mit Runner's Knee, LWS-Schmerzen und Iliotibialen Band-Syndrom zu und letzteres auch bei den Männern. Die paradoxen

---

<sup>3</sup> Bei einer Querschnittsstudie können Ursache und Wirkung nicht geklärt werden.

Ergebnisse bezüglich des Faktors angepasster Laufschuh betreffen die Achillessehnen-schmerzen bei den Damen, das ITBS und die Fasciitis plantaris jeweils bei den Herren. Des Weiteren ist im Zusammenhang mit den paradoxen Laufergebnissen noch das Koppeltraining bei Achillessehnen-schmerzen, Shin Splints und Fasciitis plantaris bei den Herren zu erwähnen.

Abschließend kann festgestellt werden, dass die Verletzungsmuster und Verletzungsarten beim Laufen als Einzeldisziplin und beim Triathlon prinzipiell ähnlich und vergleichbar sind. Aufgrund von Cross-over-Effekten wirken ab einem gewissen Trainingsvolumen auf den Triathleten/die Triathletin jedoch vermehrte Belastungen ein, die das Auftreten von Verletzungen erhöhen. Die Variabilität hinsichtlich der Werte des Auftretens von Verletzungen bei TriathletInnen ist kritisch zu hinterfragen, und es gibt keine Studie, in der die Unterschiede von Verletzungshäufigkeiten bei TriathletInnen und reinen LäuferInnen explizit untersucht wurden.

FLUID LIFE

WORK.SPORTS.BALANCE

## 9 Schlussfolgerung

Um Verletzungen im Langdistanztriathlon vorzubeugen, sollte unter Berücksichtigung der extrinsischen und intrinsischen Faktoren für Verletzungen auf die Reduktion der Cross-over-Effekte geachtet werden. Der Einfluss und das Zusammenwirken mehrerer Faktoren und Gegebenheiten sind für das Auftreten von Verletzungen verantwortlich.

Unter den extrinsischen Faktoren wären im Besonderen die individuell richtige Abstimmung des Trainingsvolumens und der -intensität, ein adäquates Schuhwerk, das bike fitting und die individuelle Technik der jeweiligen Sportart zu erwähnen.

Bei den intrinsischen Faktoren sollte speziell auf anatomische Besonderheiten geachtet und diese dementsprechend berücksichtigt bzw. unter anderem mit Schuheinlagen, Ausgleichs- und Stabilisationstraining, Beinachsentraining etc. korrigiert werden. Eine gestärkte Rumpf- und Hüftmuskulatur reduziert bei fortschreitender Ermüdung, insbesondere beim Wechsel vom Radfahren auf das Laufen, das Nachvorneigen des Oberkörpers und ermöglicht ebenso wie eine ausreichende Flexibilität im Kniegelenk eine bessere Absorption der Bodenreaktionskräfte.

Eine Intermediärstellung nimmt die Ernährung ein, die von außen zugeführt im Körperkreislauf metabolische Stoffwechselprozesse in Gang setzt und gemeinsam mit ausreichender Hydrierung vor allem bei Langdistanztriathlonbewerben eine entscheidende Rolle spielt.

In den Studien der letzten 15 Jahren bezogen die AutorInnen die Cross-over-Effekte vermehrt mit ein und ordneten die einzeln aufgetretenen Verletzungen nicht mehr der Sportart bzw. Disziplin zu, sondern dem Triathlon als Gesamtbelastung.

Seit den letzten Jahren nehmen auch vermehrt Frauen an Triathlonbewerben teil. Diese wurden in den vergangenen Jahren bezüglich Verletzungshäufigkeit und -art ungenügend untersucht. Hier wäre es interessant, ob die doch andersartige Anatomie im Beckenbereich zu vermehrten Beschwerden führt oder ob sich insgesamt andere Fragestellungen aufwerfen. Das hohe Auftreten von Schmerzen im Genitalbereich beim Radfahren wäre an dieser Stelle erwähnenswert. Dies wird in folgenden Studien zu klären sein.

Um die Aussagekraft der Studien bzw. die Vergleichbarkeit einzelner Studien untereinander zu verbessern, wären vermehrt ein prospektives Studiendesign, eine einheitliche Studiendauer, einheitliche Definitionen der Verletzungen, einheitliche Nomenklaturen und Bezugsgrößen, ein ausreichender Untersuchungsumfang und genauere Differenzierungen der ProbandInnen hinsichtlich Geschlecht, Distanzen, Trainingsvolumen bzw. -stunden und Leistungsfähigkeit zu empfehlen. Zusätzlich wäre eine Zuordnung der Verletzungen nach Wettkampf und Training wünschenswert.

## 10 Zusammenfassung

Ziel dieser Dissertation war die Evaluierung der häufigsten Verletzungen und Schmerzen im Langdistanztriathlon. Dabei ging es vor allem um die Identifizierung von Zusammenhängen zwischen trainingsbezogenen Kennzahlen und häufigen Beschwerdebildern bei LangdistanztriathletInnen. Die Umsetzung dieses Vorhabens bzw. die Datenerhebung erfolgte mittels Online-Fragebogen, der den AthletInnen weltweit in fünf Sprachen zur Verfügung stand. Die Datenanalyse der 1159 adäquat ausgefüllten Fragebögen aus 43 unterschiedlichen Nationen bildete die Grundlage dieser Arbeit. Die gewonnenen Ergebnisse wurden mit denen der triathlonspezifischen und disziplinspezifischen Literatur je Disziplin verglichen und diskutiert.

Der Wissens- und Erfahrungsschatz über diese junge Sportart, die mittlerweile die am schnellsten wachsende Sportart unter den Ausdauersportarten darstellt, ist in Bezug auf das Ausmaß nicht mit jenen der Einzelsportarten Schwimmen, Radfahren und Laufen vergleichbar und kann aufgrund der kombinierten Ausübung der drei Disziplinen auch nicht direkt übernommen werden. Das Aneinanderreihen der drei Sportarten, die verschiedenen Distanzen mit ihren unterschiedlichen Anforderungen an das Training und an das muskuloskeletale System sowie die kombinierten Verletzungsmuster machen den Triathlon und die dabei auftretenden Verletzungen der SportlerInnen einzigartig und sind der Grund, dass diese Sportart eine Sonderstellung im Ausdauersport im physiologischen, biomechanischen und trainingstechnischen Bereich einnimmt.

Generell können Verletzungen nach traumatischem (Sturz, Zusammenstoß) oder atraumatischem (Überlastung, Überbeanspruchung) Ursprung, nach akuten oder chronischen bzw. zum ersten Mal auftretenden oder wiederkehrenden Verletzungen eingeteilt werden. Verletzungen, die einen Trainingsstopp zumindest für einen Tag, eine Reduktion des Trainings oder eine Beanspruchung von medizinischer Hilfe verursachen, treten im Triathlon mit einer Häufigkeitsquote von 29 - 91 % auf (Vleck et al., 2010). Die überbelastungsbedingten Verletzungen machen dabei ca. 50 % und mehr aus (Kapitel 4.1.4).

Wenn die Stunden des Trainings und des Wettkampfs in Relation gesetzt werden, ergibt sich ein sechs Mal höheres Auftreten von Verletzungen während des Wettkampfs als im Training, siehe Kapitel 4.1.7 (Egermann et al., 2003; Galera et al., 2012). Ob Verletzungen generell bzw. gesondert nach atraumatischer und traumatischer Natur häufiger in der Trainings- bzw. Wettkampfphase auftreten, ist nicht eindeutig ersichtlich.

Laufen, gefolgt von Radfahren und Schwimmen ist die Reihenfolge der Verletzungshäufigkeit nach Disziplinen im Triathlon (Vleck et al., 2013), wobei laut Collins et al. (1989) Knie, Lendenwirbelsäulenbereich und Schulter die Hauptbeschwerdebereiche je Disziplin sind. Das heißt, der Großteil der Verletzungen im Triathlon mit 58 - 73 % sind dem Laufen und 5 - 50 % dem Radfahren zuzuschreiben (Burns et al., 2003; Clements et al., 1999; Collins et al., 1989; Galera et al., 2012; Korkia et al., 1994; Massimino et al.,

1988; Vleck & Garbutt, 1998; Williams et al., 1988). Für die Disziplin Schwimmen sind in der Literatur Werte zwischen 1 - 12 % angeführt. Eine Übersicht diesbezüglicher Studien und deren Werte je Disziplin wird in Tabelle 9 gezeigt.

In dieser Zusammenfassung wird vorwiegend auf die atraumatischen Verletzungen eingegangen, weil diese meist auf „falschem“ Training oder auf Unwissenheit beruhen und daher die Ursachen veränderbar sind. Es werden zuerst die Ergebnisse der Disziplin Schwimmen zusammengefasst gefolgt von den Ergebnissen der Disziplinen Radfahren und Laufen. Die Tabellen mit den Verletzungshäufigkeiten aus der eigenen Studie werden in den Text eingefügt, um einen raschen Überblick anzubieten.

### Schwimmen

Wie in der disziplinen- und triathlonspezifischen Literatur betreffen in der eigenen Studie die meisten Beschwerden beim Schwimmen die Schulter. 19,1 % der Langdistanz-triathletInnen haben Schulterbeschwerden (Tabelle 84). Dieser Wert ist im Bereich jener der disziplinen- und triathlonspezifischen Studien, 9 - 35 % bzw. 1 - 21 %. Nur in der Langdistanzstudie von Egermann et al. (2003) hatten 57,6 % der AthletInnen Überbelastungsverletzungen der Schulter.

**Tabelle 84: Eigene Studie: Häufige Verletzungen beim Schwimmen (N = 989 Männer; N = 168 Frauen)**

Beschwerdebilder	Männer (%)	Frauen (%)	Gesamt (%)
Schulderschmerzen	18,7	21,4	19,1
Schmerzen im Bereich der HWS	2,3	1,8	2,2
Schmerzen beim Ellbogen(gelenk)	2,0	1,8	2,0
Schmerzen am Oberarm	1,1	2,4	1,3

**Tabelle 85: Eigene Studie: Anteil der betroffenen Strukturen bei Schulterbeschwerden (N = 142 Männer; N = 24 Frauen)**

Betroffene Strukturen	Männer (%)	Frauen (%)	Gesamt (%)
Sehne	47,9	54,2	48,8
Muskel	38,7	50,0	40,4
Gelenkscapsel	14,8	12,5	14,5
Sehnenscheide	14,1	12,5	13,9
Schleimbeutel	9,9	12,5	10,2
Band	9,9	4,2	9,0
Knorpel	2,8	4,2	3,0

Ebenso wie in der eigenen Studie stellten die Sehnen in der disziplinen- und triathlonspezifischen Literatur die am häufigsten betroffene Struktur bei Schulterbeschwerden dar. In der Literatur, insbesondere in der triathlonspezifischen Literatur, wurden jedoch diesbezüglich keine Werte angeführt. In der eigenen Studie war zumindest knapp die Hälfte der AthletInnen, die Schulderschmerzen hatten, mit Sehnenbeschwerden konfrontiert (Tabelle 85). In den Studien, in denen die Sehnenbeschwerden genauer lokalisiert wurden, waren hauptsächlich die Sehnen der Rotatorenmanschette betroffen. In

der eigenen Studie wurde eine genauere Unterteilung der betroffenen Sehnen nicht vorgenommen.

Die Sehnen stellen im Vergleich zu den Muskeln das minderdurchblutete Gewebe dar und befinden sich, insbesondere die Sehnen der Rotatorenmanschette, aufgrund der anatomischen Gegebenheiten in der Impingement-Zone. Aufgrund der geringen Durchblutung und der Lage im Schulterbereich sind die Sehnen unter Einfluss intrinsischer und vor allem extrinsischer Faktoren Ursachen von Schulterbeschwerden.

In der eigenen Studie waren die Muskeln die zweithäufigste betroffene Struktur bei Verletzungen im Schulterbereich. 40 % der AthletInnen mit Schulterschmerzen hatten muskuläre Beschwerden (Tabelle 85). Vor allem in den triathlonspezifischen Studien, in denen Schulterbeschwerden detaillierter untersucht wurden, wurden Sehnen- und Muskelbeschwerden als ein Beschwerdebild angeführt.

Da abrupte Bewegungen und hohe Bewegungsgeschwindigkeiten der Extremitäten beim Schwimmen nicht vorkommen, dürfte der hohe Anteil der muskulären Struktur bei Schulterbeschwerden in der eigenen Studie nicht auf Verletzungen wie Zerrungen bzw. Muskelfaserrisse zurückzuführen sein. Muskuläre Überbelastung könnte den hohen Wert induziert haben.

Als prädisponierende Faktoren für Schulterschmerzen in der eigenen Studie konnten bei den Männern das Schwimmtechniktraining, die Rumpfkraftigung und das Widerstandstraining im Wasser sowie bei den Frauen die wöchentliche Anzahl an Schwimmkilometern nachgewiesen werden.

In den triathlonspezifischen Studien erwähnten Egermann et al. (2003), Shaw et al. (2004) und Galera et al. (2012) ebenfalls, dass das Volumen beim Schwimmtraining sehr wohl eine entscheidende Rolle für das Auftreten von Schulterverletzungen, insbesondere jener der Muskulatur spielt. Dies würde wiederum den hohen Anteil an muskulären Beschwerden bei Schulterschmerzen in der eigenen Studie erklären. In der Studie von Manninen und Kallinen (1996) betrafen alle Verletzungen der oberen Extremitäten die Schulter. Ausschlaggebend dafür waren rein die schwimmbezogenen Faktoren wie schlechte Schwimmtechnik und inadäquates Aufwärmen und Dehnen.

In keiner Triathlonstudie ist der Einfluss von Schwimmpaddles oder widerstandserhöhenden Hilfsmitteln (Widerstandshose, Nachziehen von Widerstandskörpern...) beim Schwimmtraining untersucht worden. TriathletInnen schwimmen erfahrungsgemäß gerne mit einem Pull-Buoy, um die Beine zu schonen und zugleich die Arme mehr zu belasten. Die Intensivierung der Schulter- und Armmuskulatur wird weiters durch die zusätzliche Verwendung von Schwimmpaddles erzielt. In der eigenen Studie weisen die männlichen Triathleten, die ein Widerstandstraining beim Schwimmen durchführen, fast ein doppelt so hohes Risiko für Schulterschmerzen auf als diejenigen, die ohne Widerstandshilfsmittel trainieren. Bei den Frauen trifft dies nicht zu. Die ausschließliche Verwendung von Schwimmpaddles hat in der eigenen Studie generell sowohl bei den Frauen als auch bei

den Männern keinen Einfluss auf Schulterschmerzen. In der disziplinspezifischen Literatur zeigten Haaker et al. (1997), Burchfield et al. (1994) und Richardson et al. (1980) jedoch, dass SchwimmerInnen mit höherem Paddlesanteil im Training trotz geringerer Trainingskilometer häufiger von Schulterschmerzen betroffen sind. Die AutorInnen bekräftigten den Zusammenhang zwischen Schulterschmerzen und Handpaddles mit dem vorwiegenden Auftreten von Schulterschmerzen bei SchwimmerInnen in der Früh- und Mittelsaison. In dieser Trainingsphase ist auch der Trainingsanteil mit Schwimmpaddles am höchsten.

Als weiterer Faktor für Schulterschmerzen wird in der disziplinspezifischen Literatur exzessives Dehnen bzw. exzessive Dehnübungen angeführt. Ein dadurch induziertes Vorkippen des Schulterblatts (Protraktion) sowie eine Verschiebung des Oberarmkopfs nach vorne beschädigt den labro-kapsulo-ligamentären Komplex und führt zu Laxität, Instabilität und Impingement (Bak & Fauno, 1997). In der eigenen Studie hat die Durchführung schulterpezifischer Dehn-/Beweglichkeitsübungen keinen Einfluss auf Schulterschmerzen.

### **Radfahren**

Traumatische Verletzungen treten durch das erhöhte Verletzungsrisiko bei Stürzen und Kollisionen beim Radfahren häufiger auf als beim Schwimmen und Laufen. Aufgrund unterschiedlicher Bezugsgrößen können diesbezüglich jedoch nur Vergleiche in der jeweiligen Sportart und nicht zwischen RadfahrerInnen und TriathletInnen generell angestellt werden.

Erwähnenswert ist, dass bei RadfahrerInnen und TriathletInnen die Stürze öfter im Wettkampf als im Training geschehen. Dies ist auf eine erhöhte Risikobereitschaft, erhöhtes Tempo und Massenstürze während des Wettkampfes zurückzuführen. Das Verletzungsmuster verteilt sich hauptsächlich auf den Schulter- und Klavikulabereich, weil raderfahrene AthletInnen im Gegensatz zu den HobbyathletInnen durch geschicktes Abrollen über die Schulter Stürze auf das Gesicht bzw. den Kopf vermeiden können. Dies zeigt sich besonders beim Radfahren als Einzeldisziplin.

Vergleiche zwischen Häufigkeiten von Stürzen bzw. ob das Fahren in Gruppen oder das „geübtere“ Sturzverhalten der Radprofis (Abrollen über die Schulter) einen Einfluss nimmt, sind ohne die jeweiligen Sturzzraten bzw. anhand unterschiedlich gewählter Bezugsgrößen nicht möglich. Bei den Studien der Radprofis wurden generelle Verletzungsraten auf verschiedenen Bezugsgrößen wie Jahr pro FahrerIn, FahrerIn, 1000 km oder pro Wettkampftag pro Jahr angegeben. Bei den Triathlonstudien wurden z. B. bei Zwungenberger et al. (2014) Radstürze pro 1000 Stunden angeführt und bei Egermann et al. (2003) auf die Lebenszeit bezogen. In den Triathlonstudien werden auch Häufigkeitsangaben wie 60 % der TriathletInnen erlitten zumindest einen Radsturz im vorgegeben Untersuchungszeitraum verwendet. In diesem Zusammenhang vermerkten Egermann et al. (2003), dass bei den Elite-TriathletInnen Radstürze häufiger auftreten als bei den übrigen Leistungsklassen. Jedoch behaupten andere AutorInnen wiederum, dass Elite-TriathletInnen bzw. Elite-Radfahrer über eine bessere Radfahrtechnik und

Radfahrerfahrung verfügen als die übrigen Leistungsklassen. Wegen der mangelnden Vergleichbarkeit aufgrund der unterschiedlichen Bezugsgrößen ist das Sturzverhalten schwierig zu interpretieren bzw. ist nicht einfach der höheren Risikobereitschaft zuzuschreiben. In der eigenen Studie war eine solche Abfrage bzw. Auswertung nicht vorgesehen.

Eine verzögerte Reaktionszeit, welche in Gefahrenzonen berücksichtigt wird, ergibt sich beim Triathlonrad aufgrund der Armaufleger (Aerobar). Besondere Gefahrenquellen für Stürze sind das Auf- und Absteigen nach und vor der Wechselzone sowie Verengungen vor Kurven und Kurven selbst.

Bei den TriathletInnen kommt erschwerend hinzu, dass das Kollektiv der FahrerInnen nicht homogen ist, sondern sich hier ProfisportlerInnen und Amateure treffen. Viele TriathletInnen weisen fahrtechnische Mängel auf, welche ebenfalls zu erhöhtem Sturzrisiko führen.

Die atraumatischen Verletzungen differieren kaum zwischen den ProfiradfahrerInnen und den TriathletInnen. Führend unter den atraumatischen Verletzungen im Bereich des Kniegelenks sind das Patellofemorale Schmerzsyndrom (PFSS) und das Iliotibiale Band-Syndrom (ITBS).

Atraumatische Beschwerden der Wirbelsäule betreffen hauptsächlich den Hals- und Lendenwirbelbereich. Die reinen RadsportlerInnen leiden häufiger unter Nackenschmerzen als die TriathletInnen. Eine eindeutige Ursache dafür wurde in der Literatur nicht angeführt. Die TriathletInnen gaben hingegen vermehrt Schmerzen im Bereich der Lendenwirbelsäule an. Dies kann durch die Aeroposition (Aerobar) bedingt sein, welche die AthletInnen in eine Dehnlage mit reduziertem Positionswechsel bringt.

Demographische Faktoren hatten in den Studien über Nacken- und Lendenschmerzen bei TriathletInnen von Villavicencio et al. (2006) und (2007) keinen Einfluss auf Nacken- und Lendenschmerzen. TriathletInnen mit hohem Risiko für chronische Schmerzen waren diejenigen mit mehr Wettbewerbsteilnahmen (Lenden), mehr Trainingsjahren bzw. mehr Triathlonenerfahrung (Nacken) und mit einer größeren Verletzungsgeschichte (Nacken und Lenden).

Dies ist durchaus widersprüchlich, da einerseits eine bessere Fitness für die Teilnahme an mehr Wettkämpfen Voraussetzung ist und nicht mit physischen Schmerzen verbunden wird. Andererseits könnte die Teilnahme an mehr Wettkämpfen unabhängig vom Fitnesslevel vermehrt Überlastungsverletzungen und folglich mehr Schmerzen verursachen. Werden diese Beschwerden ignoriert und nicht behandelt, führen diese Überlastungsverletzungen zu einer kumulativen Überlastung und folglich zu bandscheibenbedingten Schmerzen.

Studien über Beschwerden im Genitalbereich bei TriathletInnen sind nicht vorhanden. Da jedoch ähnliche Voraussetzungen gelten, dürften hier auch ähnliche Beschwerden wie bei

den RadsportlerInnen vorliegen. Die Impotenzprävalenz bei Amateur-Langstrecken-Radfahrern liegt bei 13,1 % (Schwarzer et al., 1999). Die Ursache findet sich hier in vermehrtem Druck auf den Penis als auch in einer verminderten Blutzirkulation. Eine Optimierung des Sattels wie eine Verbreiterung desselben sowie ein Nachvornekippen der Sattelnase könnte dem vorbeugen. Eine vermehrte Polsterung oder Veränderung der Form bringt keine relevanten Verbesserungen. Einzig die Breite ist entscheidend, um den Druck zu reduzieren. Untersuchungen bezüglich Beschwerden im Genitalbereich bei Frauen fanden nicht statt. Diesbezüglich ist der unerwartet hohe Wert von 31,5 % bei den Frauen gegenüber den Männern (16,3 %) in der eigenen Studie von Bedeutung (Tabelle 86).

Des Weiteren ist zu erwähnen, dass bei den Studien über RadsportlerInnen meist männliche Probanden befragt wurden. Dies traf vor allem bei Studien über Profiradsportler zu. Außerdem weisen Profiradfahrer zum Teil ein anderes Schmerzempfinden auf, da Schmerzen in einem gewissen Ausmaß zu ihrem Beruf gehören und nicht explizit jeder Schmerz erwähnt wird.

Im folgenden Abschnitt werden die Radfahrergebnisse der eigenen Studie angeführt. Bei Verletzungen atraumatischer Natur sind für LWS-Beschwerden die Variable „Haltungsschäden“ bei den Männern, für HWS-Beschwerden die Variablen ein nicht „angepasstes Rennrad“ bei den Männern und das fehlende „Radtechniktraining“ bei den Frauen und für Knieschmerzen eine geringere Anzahl an „Dehn-/Stretcheinheiten“ bei den Männern ausschlaggebend. Die Variablen „Haltungsschäden“ und eine höhere Anzahl an „Unterkörper-Krafteinheiten“ bei den Männern und eine höhere Anzahl an „intensiven Radfahreinheiten“ und fehlendes „Radtechniktraining“ bei den Frauen fördern Schmerzen im Genitalbereich.

In Tabelle 86 sind die genannten atraumatischen Verletzungen beim Radfahren nach Geschlecht aufgelistet. An dieser Stelle muss jedoch erwähnt werden, dass die Schmerzen im Kniebereich beim Radfahren nicht wie die LWS-, HWS- und Genitalschmerzen explizit in einer Hauptfrage gesondert abgefragt wurden. Die Werte bezüglich Knieschmerzen wurden aus einer der Antwortmöglichkeiten von Frage 72 entnommen und weisen daher nicht den Umfang an Personen auf wie die unabhängigen Variablen LWS-, HWS- und Genitalschmerzen. Im Sinne der Vollständigkeit werden die Ergebnisse der Knieschmerzen beim Radfahren trotzdem angeführt.

**Tabelle 86: Eigene Studie: Häufige atraumatische Beschwerdebilder beim Radfahren**

Beschwerdebild	Männer n (%)	Frauen n (%)	Gesamt n (%)
Lendenwirbelsäule (N=979 M; 165 W)	358 (36,6)	58 (35,2)	416 (36,4)
Halswirbelsäule (N=975 M; 167 W)	275 (28,2)	60 (35,9)	335 (29,3)
Genitalbereich* (N = 988 M; 168 W)	161 (16,3)	53 (31,5)	214 (18,5)
Knie (N = 988 M; 168 W)	67 (6,8)	13 (7,7)	80 (6,9)

\* Die 25 männliche Probanden mit Erektionsstörungen/Impotenz wurden hier nicht miteinbezogen.

Bei Verletzungen traumatischer Natur, die zum Großteil durch Stürze und Zusammenstöße hervorgerufen werden, sind jene Körperteile, die den Körper abstützen oder gewollt/

ungewollt zuerst aufprallen, vorwiegend betroffen. Die Schulter stellt dabei in der eigenen Studie – abgesehen von den muskulären Verletzungen – bei jeder Verletzungsart und insgesamt die am meisten betroffene Region bei traumatischen Verletzungen dar. Bei den Verletzungsarten „Prellung/Verstauchung/Bandverletzung“ und „Knochenbruch“ betrafen 15,5 % bzw. 22,8 % aller traumatischen Verletzungen die Schulter. Die Hand inklusive Handgelenk war mit 20,2 % der zweithäufigste Vertreter bei den Knochenbrüchen, bei den Prellungen und Verstauchungen hingegen war es die Hüfte mit 11,6 %.

In der triathlonspezifischen Literatur wurden die oben angeführten Verletzungsarten nicht nach Körperregionen und Disziplinen gesondert beschrieben. Daher sind diesbezügliche Vergleiche schwierig. In Tabelle 18 wird eine Übersicht jener Studien gegeben, die allgemeine Werte zu diesen Verletzungsarten anführten. Nur Egermann et al. (2003) wiesen in ihrer Langdistanzstudie diesbezüglich detailliertere Werte aus. Generell betreffen die häufigsten muskuloskelettalen Verletzungen nach einem Radsturz die Schulter, meist Frakturen des Schlüsselbeins und Dislokationen des Akromioklavikular- und Glenohumeralgelenks (Burns et al., 2003; Collins et al., 1989; Egermann et al., 2003; Strock et al., 2006). Diese Ergebnisse entsprechen den Ergebnissen der eigenen Studie.

In den disziplinspezifischen Studien von De Bernardo et al. (2012) und Barrios et al. (2015) betrafen traumatische Verletzungen bei ProfiradfahrerInnen mindestens zur Hälfte den Schultergürtel und die oberen Extremitäten.

### **Laufen**

Neben den extrinsischen Faktoren wie Wetterverhältnisse, Beschaffenheit des Laufuntergrunds, Trainingssteuerung und Material (Schuhe) begünstigen intrinsische Faktoren das Auftreten von Verletzungen beim Laufen mehr als im Vergleich zum Radfahren und Schwimmen. Intrinsische Faktoren sind individuell und spiegeln z. B. die anatomischen Besonderheiten (Fuß- und Beinsetzung, Mobilität etc.) wider. Die höheren einwirkenden (Bodenreaktions-)Kräfte beim Laufen führen dazu, dass diese anatomischen Besonderheiten häufiger zu Beschwerden führen können als bei den anderen beiden Sportarten. Vor allem kommt dies schneller bei zusätzlichem Einfluss äußerer Faktoren wie inadäquater Trainingssteuerung z. B. bei zu hohem Laufvolumen und/oder einer zu hohen Laufintensität bzw. einem zu abrupten Anstieg dieser beiden Belastungsnormativen zum Vorschein. Ein zu harter Laufuntergrund, unangebrachte Laufschuhe und ein ungünstiger Laufstil begünstigen dies ebenso.

Die Verletzungen beim Laufen betreffen meist das Kniegelenk. Hier wird generell zwischen anteriorem (Patellofemorales Schmerzsyndrom bzw. Runner's Knee) und lateralem Knieschmerz (Iliotibiales Band-Syndrom) differenziert. Erwähnenswert sind ebenfalls Shin Splints, Achillodynie, Fasziitis plantaris sowie Schmerzen im Bereich der Lendenwirbelsäule. In nachstehender Tabelle 87 wird das Auftreten der genannten Verletzungen in der eigenen Studie angeführt, wobei der Knieschmerz gesondert nach den beiden Knieverletzungen Runner's Knee (PFSS) und Iliotibialem Band-Syndrom (ITBS) angeführt wird.

**Tabelle 87: Eigene Studie: Häufige atraumatische Beschwerdebilder beim Laufen**

Beschwerdebilder	Männer n (%)	Frauen n (%)	Gesamt n (%)
Achillodynie (N=968 M; 161 W)	347 (35,8)	40 (24,8)	387 (34,3)
Runner's Knee (N=978 M; 164 W)	275 (28,1)	51 (31,1)	326 (28,5)
ITBS (N=969 M; 165 W)	268 (27,7)	53 (32,1)	321 (28,3)
Shin Splints (N=967 M; 161 W)	158 (16,3)	34 (21,1)	192 (17,0)
Fasciitis plantaris (N=967 M; 164 W)	126 (13)	32 (19,5)	158 (14,0)
Lendenwirbelsäule (N=976 M; 164 W)	113 (11,6)	28 (17)	141 (12,4)
Stressfraktur MK (N=988 M; 168 W)	31 (3,1)	9 (5,4)	40 (3,5)

MK = Mittelfußknochen

Im Vergleich zu den angegebenen Werten in Tabelle 88 sind die jeweiligen Verletzungshäufigkeiten der eigenen Studie höher, obwohl Taunton et al. (2002) ausschließlich verletzte AthletInnen in ihrer Studie berücksichtigten. Die 2002 SportlerInnen wurden jedoch nur innerhalb eines Zeitraums von zwei Jahren an einer Klinik untersucht, im Gegensatz zum Untersuchungszeitraum „gesamte Triathlonzeit“ in der eigenen Studie.

**Tabelle 88: Häufige Laufverletzungen angegeben in absolute und relative Werte der Anzahl an ProbandInnen (N=2002) (Taunton et al., 2002, S. 96)**

Beschwerdebilder	Männer n (%)	Frauen n (%)	Gesamt n (%)
Runner's Knee	124 (13,4)	207 (19,2)	331 (16,5)
ITBS	63 (6,8)	105 (9,8)	168 (8,4)
Shin Splints*	70 (7,6)	96 (8,9)	166 (8,3)
Fasciitis plantaris	85 (9,2)	73 (6,8)	158 (7,9)
Achillodynie	56 (6,0)	40 (3,7)	96 (4,8)
Lendenwirbelsäule	26 (2,8)	42 (3,9)	68 (3,4)
Metatarsalgie**	17 (1,8)	17 (1,6)	34 (1,7)
Andere	485 (52,4)	496 (46,1)	981 (49,0)
Gesamt	926 (46,3)	1076 (53,7)	2002 (100)

\* inkl. tibiale Stressfrakturen (n=54); \*\* inkl. Stressfraktur-Mittelfußknochen

Grundsätzlich wäre zu erwarten gewesen, dass reine LaufsportlerInnen öfter Beschwerden aufweisen als TriathletInnen, weil oftmals Ausgleichssportarten bzw. abwechselnde Belastungen des Bewegungsapparates vor allem im Training fehlen. Dieser Meinung waren vor allem AutorInnen älterer Studien wie unter anderem O'Toole et al. (1987).

In späterer Folge zeigte sich jedoch, dass gerade beim Laufen Cross-over-Effekte auf die TriathletInnen einwirken und zu einer allgemein höheren Verletzungsprävalenz führen (Hausswirth & Brisswaller, 2008; McHardy et al., 2006). Aufgrund der ermüdeten Muskulatur durch vorangegangene Belastung kommt es beim Laufen zu einer verminderten Remodeling-Fähigkeit des Körpers bzw. der Knochen und folglich zu vermehrten Verletzungen. Dies betrifft vor allem das Schienbein in Zusammenhang mit Shin Splints. Die Plantarflexion beim Schwimmen und die lange einseitige Belastung der Wadenmuskulatur beim Radfahren begünstigen Achillessehnenbeschwerden beim Laufen.

Ebenso wäre die lange Dauer des Wettkampfes, vermehrte Ermüdung der Muskulatur (Wechsel der „off load“-Belastung beim Radfahren zur „on load“-Belastung beim Laufen), erhöhte Steifigkeit im Kniegelenk mit daraus resultierender verminderter Schockwellenabsorption und reduzierter Anpassungsfähigkeit an die Bodenreaktionskräfte, der metabolische Shift, der Anstieg von Laktat und die Dehydratation in Zusammenhang mit den Cross-over-Effekten zu erwähnen. Der Zusammenhang der Cross-over-Effekte und einer allgemein höheren Verletzungsprävalenz bei TriathletInnen wurde in den letzten Jahren durch die Erhöhung des Trainingsvolumens in Verbindung mit dem steigenden Stellenwert des Triathlons begünstigt.

Zwiningenberger et al. (2014) vermerkten hingegen, dass die TriathletInnen trotz des hohen Trainingsvolumens im Vergleich zu anderen Sportarten geringere Verletzungsraten aufweisen.

Eine Zwischenstellung nehmen Levy et al. (1986a) und Levy et al. (1986b) ein. Das Auftreten von Verletzungen ist bei TriathletInnen geringer als bei den reinen LaufspezialistInnen und höher als bei den reinen Schwimm- und RadfahrerspezialistInnen. Selbiger Meinung sind Gosling et al. (2008a), Burns et al. (2003), Cipriani et al. (1998) und Korkia et al. (1994), jedoch mit dem Unterschied, dass die TriathletInnen eine Verletzungshäufigkeit ähnlich jener der reinen LäuferInnen aufweisen.

Aus den oben angeführten Punkten ist ersichtlich, dass auf die TriathletInnen beim Laufen spezielle Anforderungen zukommen und der Laufteil meist rennentscheidend ist. Der Rennausgang ist ebenfalls abhängig von den physischen und psychischen Anpassungsfähigkeiten der AthletInnen beim Wechsel vom Radfahren zum Laufen. Zudem reduziert sich bei guter Adaptationsfähigkeit auch das Verletzungsrisiko.

Bei zunehmender Erschöpfung aufgrund der Vorbelastung weisen vor allem TriathletInnen eine vermehrte Adduktion mit einhergehender Innenrotation in der Hüfte beim Laufen auf. Dies und Schwächen in der Rumpfmuskulatur, insbesondere ein Kräfteungleichgewicht von Flexion und Extension in der Hüfte, wirken sich wiederum negativ auf den Lendenwirbelsäulenbereich aus.

Abschließend kann festgestellt werden, dass die Verletzungsmuster und Verletzungsarten beim Laufen als Einzeldisziplin und beim Triathlon prinzipiell ähnlich und vergleichbar sind. Aufgrund von Cross-over-Effekten ab einem gewissen Trainingsvolumen wirken auf den Triathleten/die Triathletin jedoch vermehrte Belastungen ein, die das Auftreten von Verletzungen erhöhen. Jedoch gibt es keine Studie, in der die Unterschiede von Verletzungshäufigkeiten bei TriathletInnen und reinen LäuferInnen explizit untersucht wurden.

## Fazit

Seit den letzten Jahren nehmen auch vermehrt Frauen an Triathlonbewerben teil. Diese wurden in den vergangenen Jahren bezüglich Verletzungshäufigkeit und -art ungenügend untersucht. Hier wäre es interessant, ob die doch andersartige Anatomie im Beckenbereich zu vermehrten Beschwerden führt oder ob sich insgesamt andere Fragestellungen aufwerfen. Das hohe Auftreten von Schmerzen im Genitalbereich beim Radfahren wäre an dieser Stelle erwähnenswert. Dies wird in folgenden Studien zu klären sein.

In den Studien der letzten 15 Jahren bezogen die AutorInnen die Cross-over-Effekte vermehrt mit ein und ordneten die einzeln aufgetretenen Verletzungen nicht mehr der Sportart bzw. Disziplin zu, sondern dem Triathlon als Gesamtbelastung.

Die Hauptursache für eine mangelnde Vergleichbarkeit der Ergebnisse von Verletzungen der eigenen Studie mit denen der triathlon- bzw. disziplinspezifischen Studien ist die Bezugsgröße. Daher konnten allgemein und in den jeweiligen Disziplinen Schwimmen, Radfahren und Laufen nicht die erwarteten Vergleiche innerhalb der Triathlonstudien durchgeführt werden. Dieses Problem zeigte sich auch in weiterer Folge beim Vergleich der Ergebnisse der triathlonspezifischen Studien mit denen der disziplinspezifischen Studien und der eigenen Studie.

Die Variabilität hinsichtlich der Werte des Auftretens von Verletzungen bei TriathletInnen ist kritisch zu hinterfragen. Dies hängt vorwiegend von der Aussagekraft der Studien ab. Um diese bzw. die Vergleichbarkeit einzelner Studien untereinander zu verbessern, wären vermehrt ein prospektives Studiendesign, eine einheitliche Studiendauer, einheitliche Definitionen der Verletzungen, einheitliche Nomenklaturen, ein ausreichender Untersuchungsumfang und genauere Differenzierungen der ProbandInnen hinsichtlich Geschlecht, Distanzen, Trainingsvolumen bzw. -stunden und Leistungsfähigkeit zu empfehlen. Zusätzlich wäre eine Zuordnung der Verletzungen nach Wettkampf und Training wünschenswert.