

Aus der Orthopädischen Klinik und Poliklinik (König-Ludwig-Haus)

Lehrstuhl für Orthopädie der Universität Würzburg

Direktor: Professor Dr. med. J. Eulert

**Auswirkungen der Carvingstechnik beim Skifahren auf
orthopädische Verletzungsmuster und deren Schweregrad**

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der

Medizinischen Fakultät

der

Bayerischen Julius-Maximilians-Universität Würzburg

vorgelegt von

Michael Donner

aus Würzburg

Würzburg, Juni 2007

Referent: Priv.-Doz. Dr. med. Markus Walther

Koreferent: Prof. Dr. med. A. Weckbach

Dekan: Prof. Dr. med. M. Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 27.11.2007

Der Promovend ist Arzt

Für meine Familie

1	Einleitung.....	1
2	Material und Methodik	6
2.1	Aufbau des Fragebogens und Aufbereitung der gewonnenen Daten.....	6
2.2	Statistische Auswertung	9
3	Ergebnisse	10
3.1	Patientenkollektiv	10
3.2	Sportgeräteverteilung.....	11
3.3	Verletzungen.....	11
3.3.1	Verletzungsverteilung auf die Körperregionen	12
3.3.2	Verletzungsmuster von Carvern und Normalskifahrern.....	13
3.3.3	Spezielle Verletzungen bei Carvern und Normalskifahrern.....	14
3.3.4	Verletzungsmuster der einzelnen Carvingskitypen	15
3.3.5	Spezielle Verletzungen bei verschiedenen Carvertypen	16
3.3.6	Geschlechtsspezifische Verletzungsmuster	16
3.3.7	Geschlechtsspezifische Verletzungen bei Carving- und Normalskifahrern..	17
3.3.8	Altersspezifische Verletzungsmuster	18
3.3.9	Altersspezifische Verletzungen bei Carving- und Normalskifahrern.....	18
3.4	Skierfahrung.....	19
3.4.1	Skierfahrung und Skiwahl	19
3.4.2	Skierfahrung und Verletzungsmuster	20
3.5	Fahrkönnen	20
3.5.1	Fahrkönnen und Skiwahl	20
3.5.2	Fahrkönnen und Verletzungsmuster	21
3.6	Unfallursache.....	23
3.7	Pisten- und Schneeverhältnisse.....	23
3.8	Unfallzeitpunkt und bereits gefahrene Stunden am Unfalltag.....	24
3.9	Auslösen der Sicherheitsbindung	25

3.10	Aktuelle Verletzungsentwicklung im Vergleich zu 2000/02.....	27
4	Diskussion	32
4.1	Überlegungen zum verwendeten Datenmaterial.....	32
4.2	Sportgeräteverteilung	33
4.3	Allgemeine Verletzungsentwicklung	34
4.4	Carvingspezifische Verletzungsmuster	38
4.4.1	Aktuelle Entwicklung	38
4.4.2	Carvingskimodell und Verletzungsmuster	42
4.4.3	Carvingverletzungen und Verletzungsursache/ -mechanismus	44
4.4.4	Carvingverletzungen und Fahrkönnen.....	46
4.4.5	Carvingverletzungen und Unfallzeitpunkt/ gefahrene Zeit	47
5	Schlussfolgerung	49
6	Literaturverzeichnis	51
7	Anhang.....	57

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Altersverteilung des Patientenkollektivs nach Geschlecht.....	10
Abbildung 2:	Gesamtverteilung der Verletzungen auf die verschiedenen Körperregionen.....	12
Abbildung 3:	Vergleich der Verletzungsverteilung der unterschiedlichen Skitypen.....	14
Abbildung 4:	Verletzungsmuster der unterschiedlichen Carvertypen.....	15
Abbildungen 5.1 und 5.2:	Verletzte Körperregionen der männlichen und weiblichen Skifahrer.	17
Abbildung 6:	Verletzte Skifahrer unterschiedlicher Könnensklassen nach verwendetem Sportgerät.....	21
Abbildung 7:	Verletzungsmuster bei unterschiedlichem Fahrkönnen.....	22
Abbildung 8:	Unfallzeitpunkt und verwendetes Sportgerät.	24
Abbildung 9:	Gefahrenere Stunden am Unfalltag und verwendetes Sportgerät.....	25
Abbildungen 10.1 und 10.2:	Verteilung der Verletzungen auf die Körperregionen bei Auslösen (10.1) und Nicht-Auslösen (10.2) der Bindung.	26
Abbildung 11.1:	Verletzte Körperregionen der Carvingskifahrer im Saisonvergleich. .	28
Abbildung 11.2:	Verletzte Körperregionen der Normalskifahrer im Saisonvergleich...	29
Abbildung 12:	Anteil der mit Normal- und Carvingski verunglückten Patienten im Zeitverlauf.	33

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Altersstruktur und Geschlecht	58
Tabelle 2.1: Sportgeräteverteilung	58
Tabelle 2.2: Carvingskitypen-Verteilung	58
Tabelle 3: Geschlechtsspezifische Sportgeräteverteilung	59
Tabelle 4: Verletzungsverteilung (gesamt) Saison 2003/04 und 2004/05.....	60
Tabelle 5: Verletzungsverteilung nach Skitypen.....	61
Tabelle 6: Verletzte Strukturen nach Skitypen.....	62
Tabelle 7: Verletzungsverteilung nach Carvertypen	63
Tabelle 8.1: Mehrfachverletzungen Kniegelenk	63
Tabelle 8.2: Mehrfachverletzungen nach Sportgerät.....	64
Tabelle 9: Spezielle Verletzungen nach Carvertypen.....	65
Tabelle 10: Geschlechtsspezifisches Verletzungsmuster	66
Tabelle 11: Geschlechtsspezifische Verletzungsverteilung nach Skitypen.....	67
Tabelle 12: Geschlechtsspezifisch betroffene Strukturen	68
Tabelle 13: Altersspezifisches Verletzungsmuster (gesamt).....	69
Tabelle 14: Altersspezifische Sportgeräteverteilung	69
Tabelle 15: Altersspezifisches Verletzungsmuster und verwendetes Sportgerät	70
Tabelle 16: Skierfahrung und verwendetes Sportgerät.....	71
Tabelle 17: Skierfahrung und Geschlecht	71
Tabelle 19: Fahrkönnen und Skiwahl.....	72
Tabelle 20: Könnensspezifisches Verletzungsmuster	73
Tabelle 21: Könnensspezifische Knieverletzungen.....	75
Tabelle 22: Unfallursache und Skityp	76
Tabelle 23: Pisten-/ Schneebedingungen und Skityp.....	76
Tabelle 24: Pisten-/ Schneebedingungen und Verletzungsmuster	77
Tabelle 25: Unfallzeitpunkt und Sportgerät	79
Tabelle 26: Breits gefahrene Stunden am Unfalltag und verwendetes Sportgerät	79
Tabelle 27: Auslösen der Sicherheitsbindung und Verletzungsmuster	80
Tabelle 28: Verletzungen einzelner Strukturen im Saisonvergleich	81
Tabelle 29: Betroffene Körperregionen im Saisonvergleich.....	82

Tabelle 30: Verletzte Strukturen der unteren Extremität im Zeitvergleich.....	82
Tabelle 31: Verletzte Strukturen der oberen Extremität im Zeitvergleich	83
Tabelle 32: Verletzungsmuster unterschiedlicher Carvertypen im Zeitvergleich.....	83
Tabelle 33: Unfallursache und Skityp im Saisonvergleich	84

1 Einleitung

Das Schneiden von Kurven im alpinen Skisport ist seit jeher das erklärte Ziel nach Perfektion strebender Skifahrer, welches bis zur Einführung des Carvingskis in den Freizeit- und Breitensport jedoch vor allem den sehr guten Skiläufern und Wettkampffahrern in Super-G und Riesenslalom vorbehalten war [45, 70].

Die Technik des Carvens, das heißt des geschnittenen Schwunges im Rahmen des Kurvenfahrens beim Skifahren, wurde bereits im 19. Jahrhundert, unter anderem in Norwegen, erwähnt. Hier entwickelten sich regional unterschiedliche Skitypen, darunter in der Region Telemarken ein schnabelförmiger Ski mit starker Taillierung im Mittelbereich. Bei diesem wurde eine Selbststeuerkomponente sowie ein Gleiten im Schwung beschrieben [11].

Seither wurde besonders im professionellen Skisport immer wieder mit taillierten Ski experimentiert, doch es dauerte bis 1995, bis sich der Carvingski, zunächst in den USA, im Breitensport durchsetzte und der Boom in der Folge sehr schnell auch Europa erreichte [66].

Aus dem angloamerikanischen Sprachgebrauch stammend leitet sich das Wort „Carving“ vom englischen Verb „(to) carve“ ab, was übersetzt „(ein)schneiden, einritzen, schnitzen“ bedeutet. Im Skisport bezeichnet „Carven“ das Kurvenfahren mit möglichst geringer Rutschkomponente. Das sichtbare Resultat dieser Fahrtechnik ist die in den Schnee „geschnitzte“ Spur [66, 70].

Diese Technik sowie veränderte Materialeigenschaften im Vergleich zum herkömmlichen Alpinski, wie die Kürze und Taillierung des Sportgerätes, waren bereits aus dem Bereich des Snowboardens bekannt und stellten das Vorbild bei der Entwicklung des modernen Carvingskis dar. Dieser wurde Mitte der Neunziger Jahre von der Skiindustrie als Alternative zum populären Snowboard entwickelt und sollte dem Skiläufer mit Hilfe einer nur kurzen Lernphase mehr Fahrspaß als der herkömmliche Ski bieten [11, 69].

Vorangetrieben wurde die Entwicklung vom traditionellen Ski zum Carvingski maßgeblich durch den professionellen alpinen Skirennlauf, wo das Fahren der Ideallinie durch

eine möglichst präzise Steuerung auf speziell präparierten, extrem harten und glatten Pistenoberflächen eine entscheidende Rolle spielt.

Mit der Übertragung neuer Pistenpräparations- und -pflegetechniken (mittels moderner Pistengeräte wie Fräsen und Windenmaschinen) vom Profi- auf den Freizeitbereich sowie Innovationen bei Kunstschneeerzeugung und Pistenbeschneigung wuchsen auch hier, durch immer besser präparierte, kompaktere und schnellere Pisten, die Anforderungen an das Sportgerät. Der Carvingski trug dieser Entwicklung Rechnung [1, 11, 69, 70].

Mittlerweile verwendet die überwiegende Mehrheit der Skifahrer ein Carvingmodell, der Normalski wird in Handel und Verleih kaum noch angeboten [32]. Prinzipiell unterscheidet sich der Carver, auch „supersidecut-“, „parabolic-“ oder „shaped ski“ genannt, vom Normalski durch Veränderungen in den Bereichen Taillierung, Standhöhe, Skilänge, Torsionssteifigkeit und Längselastizität [39, 69].

Die stärkere Taillierung, das heißt eine verjüngte Skimitte bei breiteren Schaufeln an den Skienden, sowie die erhöhte Elastizität des Skis und das Verwenden von Bindungsplatten, die größere Aufkantwinkel ermöglichen, lassen das Schneiden sehr viel engerer Radien beim Kurvenfahren mit dem Carvingski zu [51]. Bei geringeren Kurvenradien vergrößern sich jedoch auch die auf den Fahrer wirkenden Zentrifugalkräfte, die hierbei mit dem Quadrat der Geschwindigkeit zunehmen. Infolgedessen steigen Kniebelastung und Kraftaufwand ebenfalls mit höherer Geschwindigkeit sowie mit zunehmender Höhe der Bindungsplatten [69].

Die verkürzte Skilänge und die Taillierung sorgen für eine leichtere Drehbarkeit des Skis sowohl beim Andrehen, also in der Vorbereitungsphase des Schwungs, als auch in der Hauptschwungphase, weisen als Nachteil aber eine verminderte Richtungsstabilität bzw. Laufruhe beim Geradeausfahren auf [1]. Auch die zwischen Ski und Bindung angebrachten Bindungsplatten erleichtern zwar das Drehen, sollen jedoch auch zu einer erhöhten Belastung des Kniegelenks führen und das ungewollte Ausscheren bzw. Verschneiden der Ski begünstigen [32, 69].

Verglichen mit der konventionellen Technik des Alpenskifahrens liegt der Akzent beim Carven eindeutig auf dem Kurvenfahren: Der Fahrer liegt hierbei stärker in der Kurve und schneidet diese durch intensives Aufkanten, die Beinstellung ist offen, das Eigen-

steuerpotential des Skis gewinnt an Bedeutung und ermöglicht ein Spiel mit den Kräften. Gleichzeitig treten traditionelle Aspekte wie das Vertikalfahren am Hang, die driftende Fahrweise mit Beindrehen sowie der Stockeinsatz in den Hintergrund. Trotzdem bleiben dem Fahrer des Carvingskis stilistisch alle Möglichkeiten des Schwingens erhalten, je nach Tempo, Gelände-, Schnee- und Sichtverhältnissen sowie Pistenfrequentierung kann er problemlos auf eine eher driftende Fahrweise umstellen oder auf bekannte technische Elemente des traditionellen Skilaufs zurückgreifen [42].

Grundsätzlich können beim Carving drei Skitypen unterschieden werden: Der Allroundcarver, der Racecarver und der Funcarver. Insgesamt hat sich die Produktpalette jedoch gerade in den vergangenen Jahren noch deutlich vergrößert und es ist eine Vielzahl neuer modifizierter Modelle, wie beispielsweise die Freerider, dazugekommen. Das jeweilige Skimodell ist dabei konzipiert für die verschiedenen Fahrkönnensstufen und Ansprüche der unterschiedlichen Fahrer und sollte daher bei der Skiwahl individuell an diese Faktoren angepasst werden [11, 32].

Der Allroundcarver eignet sich für den Anfänger, den Allround- und den technisch ambitionierten Skifahrer gleichermaßen. Er wird, je nach Fahrweise, 10 cm unter (bei eher defensiver Fahrweise) bis 10 cm über Körpergröße (bei offensiverem Fahrstil) gefahren. Die Taillierung lässt Kurvenradien von 14 bis 20 m zu und ist besonders für mittlere Geschwindigkeiten konzipiert [11, 56].

Racecarvingski sind, entsprechend der höheren Geschwindigkeiten mit denen sie gefahren werden, mit 5-15 cm über Körpergröße die längsten Ski unter den Carvern und vor allem Fahrern zu empfehlen, die die Rennbasistechnik beherrschen. Sie wurden für den Rennsport entwickelt und ermöglichen große, geschnittene Schwungradien von 17 bis 25 m. Sie besitzen eine hohe Torsionssteifigkeit und reagieren beim Aufkanten sehr exakt. Gemeinsam mit der größeren Skilänge ergeben sich daher eine hohe Laufruhe und gute Fahreigenschaften und sowie Spurtreue bei Schussfahrten in hohem Tempo [11, 56].

Funcarver erlauben mit nur 9 bis 14 m Taillierungsradius das Fahren sehr enger, stark geschnittener Schwünge bei hoher Geschwindigkeit und in großer Schräglage. Diese werden durch erhöhte Bindungsplatten mit resultierendem größerem Aufkantwinkel ermöglicht und gehen bis hin zum Snowtouch oder Doubletouch (Berühren des Schnees mit einer oder beiden Händen) bzw. dem sogenannten Alpha-Carven oder 360-Grad-Turns. Funcarver sind sehr kurz (20-30 cm unter Körperlänge), werden vorwiegend ohne Stöcke gefahren und verleiten zum Experimentieren mit Körperlage, Skistellung und –belastung sowie dem Ausloten von Grenzbereichen [11, 32, 56].

Die Gesamtzahl der alpinen Skifahrer, 1935 in den USA noch mit ca. 10.000 angegeben, hat im vergangenen Jahrhundert ein exponentielles Wachstum erfahren und wird inzwischen auf über 200 Millionen Menschen weltweit geschätzt [6, 46]. Seit dieser Zeit haben sich sowohl die Verletzungshäufigkeit als auch die anatomische Lokalisation von Skiverletzungen grundlegend verändert.

Die Verletzungsrate, ausgedrückt in Verletzungen pro 1000 Skitage (entspricht den aufgetretenen Verletzungen unter 1000 Skifahrern an einem Tag) [57], ging in den vergangenen 60 Jahren von 7 bis 10 auf heute 2 bis 4,4 Verletzungen pro 1000 Skitage kontinuierlich zurück [6, 7, 34, 44, 55, 57, 67]. Dieser Rückgang des Verletzungsrisikos basierte vor allem auf einer deutlichen Reduktion von Verletzungen distal des Kniegelenkes, also den früheren „klassischen“ Skiverletzungen im Bereich des Unterschenkels und Sprunggelenkes, und ging gleichzeitig mit einem Anstieg der Knieverletzungen, besonders an den Kapsel-Band-Strukturen, einher [6, 34, 46, 52, 67].

Die Ursachen hierfür scheinen vielschichtig zu sein, vor allem das verbesserte Material, die moderne Sicherheitsbindung und der hohe, starre Schalenskischuh, aber auch verbesserte Instruktionsmaßnahmen werden als Gründe für die beschriebenen Phänomene angeführt [6, 55, 57].

Die Verteilung der Verletzungen im alpinen Skisport auf die Körperregionen wird in der Literatur weitgehend einheitlich beschrieben: Knieläsionen stehen mit 20-45 % bei allen Autoren an erster Stelle, gefolgt von Verletzungen der Oberen Extremität (20-35 %), darunter Läsionen der Schulter (4-11 %) und der sogenannte Skidaumen (3-10 %), au-

ßerdem treten Verletzungen des Unterschenkels (10-13 %), des Kopfes (4-10 %) und des Rumpfes (6-9 %) auf [22, 24, 32, 34, 43, 44, 67, 69].

Aktuell wird in einigen Publikationen eine Tendenz zur Häufung von Schulter-, Rumpf- und Kopfverletzungen bei einem Rückgang von Knieläsionen in den vergangenen Jahren beschrieben [24, 32].

Seit den Anfängen des Carvingtrends sind die Auswirkungen des neuen Sportgerätes auf das Verletzungsmuster und den Schweregrad von Sportverletzungen Gegenstand der Forschung und zum Teil kontrovers geführter Diskussionen.

Zielsetzung der vorliegenden Arbeit soll es sein, anhand einer systematischen Erfassung von Skiverletzungen über mehrere Jahre Aufschlüsse über Verletzungsmuster beim Carvingskifahren zu erhalten und mögliche Veränderungen zu identifizieren.

2 Material und Methodik

2.1 Aufbau des Fragebogens und Aufbereitung der gewonnenen Daten

Grundlage dieser Arbeit stellt ein Fragebogen dar (Originalfragebogen siehe Anhang), der allen Patienten, die in den Saisons 2003/04 und 2004/05 aufgrund eines Skiunfalls in die Ambulanz des Klinikums Garmisch-Partenkirchen kamen, ausgehändigt wurde. Dieser beinhaltete 15 Fragen, welche die Patienten selbständig oder, falls nötig, mit Hilfe von Angehörigen oder Begleitpersonen, die evtl. zum Zeitpunkt des Unfalls anwesend waren, ausfüllten.

Diagnose, Therapie, die Frage eines stationären Aufenthaltes und die Notwendigkeit einer Operation bei dem jeweiligen Patienten wurden durch den jeweils behandelnden Arzt nach Durchführung der Diagnostik (Anamnese, Untersuchung, ggf. Bildgebung) am Ende des Fragebogens ergänzt.

Der Bogen beinhaltete folgende Items:

1. Vor-/Nachname
2. Geburtsdatum
3. Wohnort
4. Unfalltag
5. Unfallzeitpunkt
6. Unfallort
7. Bereits gefahrene Stunden am Unfalltag
8. Pistenbeschaffenheit (Präparierte Piste, Eis, Buckel, Tiefschnee, Half Pipe, Abseits der Piste)
9. Fahrkönnen (Anfänger, Gut, Sehr gut, Wettkampf)
10. Skierfahrung in Jahren
11. Material (Normalski, Racecarver, Allround- oder Easy-Carver, Fun- oder Slalom-Carver Tourenski, Telemark, Snow-Blade, Twin TIP, Big Foot)
12. Skilänge (<150cm, <160cm, <170cm, <180cm, <190cm, >190cm)
13. Unfallursache (Fahrfehler, Sprung, Kollision, Materialfehler, Liftunfall, Übermüdung, Verschneiden/Verkanten)

14. Auslösen der Bindung (nein, ja (rechts, links, beide))
15. Transport in die Klinik (Krankenwagen, Selbst, Hubschrauber)

Durch den behandelnden Arzt auszufüllen:

16. Diagnose
17. Therapie
18. Stationärer Aufenthalt erforderlich (ja, nein)
19. Operation erforderlich (ja, nein)

Die gestellten Diagnosen wurden nach den am häufigsten affizierten Körperregionen in die Regionen

- **Becken**
- **Knie**
- **Kopf**
- **Obere Extremität**
- **Rumpf**
- **Untere Extremität**
- **Weichteilverletzung**
- **Wirbelsäule**

eingeordnet.

Die Körperregionen wurden wiederum nach den jeweils betroffenen Strukturen aufgeschlüsselt:

- **Knie:** Innenband, Außenband, Vorderes Kreuzband (VKB/ACL), Hinteres Kreuzband, Innenmeniskus, Außenmeniskus, Patella
- **Ob. Extrem.:** Clavicula, AC-Gelenk, Schultergelenk, Humerus, Ellbogen, Radius, Handgelenk, Hand, Daumen
- **Rumpf:** Innere Organe, Rippen/Thorax
- **Unt. Extrem.:** Oberschenkel, Unterschenkel, Tibia, Fibula, Oberes Sprunggelenk, Fuß

Die Verletzungen an den genannten Strukturen/ Diagnosen, die durch den jeweiligen Arzt auf dem Bogen eingetragen wurden, umfassten:

- **Becken** Kontusion, Fraktur
- **Knie** Innenband / Außenband: Zerrung, Läsion, Ruptur
Innenmeniskus / Außenmeniskus: Läsion
Vorderes Kreuzband: Läsion, Ruptur
Patella: Luxation
Kniegelenk-Kontusion / -Distorsion
- **Kopf** Commotio, Kontusionen, Frakturen
- **Ob. Extrem.** AC-Gelenk: Kontusion, Tossy (I-III)
Clavicula: Fraktur
Schultergelenk: Kontusion, Luxation
Humerus: Kontusion, Fraktur
Ellbogen: Kontusion, Luxation, Fraktur
Radius: Kontusion, Fraktur
Handgelenk: Kontusion, Distorsion
Hand: Kontusion, Bandläsionen, Frakturen
Daumen: Kontusion, Luxation, Fraktur
Skidaumen
- **Rumpf** Innere Organe: Milz-Ruptur, Nieren-Ruptur
Rippen / Thorax: Kontusion, Frakturen
- **Unt. Extrem.** Oberschenkel: Kontusion, Fraktur
Unterschenkel: Kontusion, Fraktur
Tibia: Fraktur
Fibula: Kontusion, Fraktur
OSG: Distorsion, Bandläsion, Fraktur
Fuß: Kontusion, Bandläsionen, Frakturen
- **Weichteile** Schnittwunde, Platzwunde, Muskelfaserriss (alle Körperregionen)
- **Wirbelsäule** Kontusion, Distorsion, Fraktur

2.2 Statistische Auswertung

Die mit Hilfe des Fragebogens gewonnenen Daten wurden mit der Software SPSS („statistical package for the social sciences“) für Windows in den Versionen 12.0 und 13.0 erfasst und statistisch ausgewertet.

Die deskriptive Auswertung der Häufigkeiten wurde mit Kreuztabellen durchgeführt, was die Verknüpfung verschiedener Items, wie z.B. Skityp und verletzte Körperregion, usw. ermöglichte.

Bei den nominalskalierten Daten wurde die Abhängigkeit zwischen besonders interessant scheinenden qualitativen Merkmalen mit dem (nicht-parametrischen) Chi-Quadrat-Test untersucht. Irrtumswahrscheinlichkeiten von $p < 0,01$ wurden dabei als hochsignifikant, von $p < 0,05$ als signifikant und Werte von p zwischen 0,1 und 0,05 als Trend gewertet. Bei der Untersuchung kleiner Stichprobenumfänge von weniger als 20 kam unter bestimmten Voraussetzungen der exakte Test nach Fisher zur Anwendung [2, 5].

3 Ergebnisse

3.1 Patientenkollektiv

Insgesamt konnten die Fragebögen von 1383 Patienten, die wegen eines Skiunfalls in den Wintersaisons 2003/2004 und 2004/2005 die Ambulanz des Klinikums Garmisch-Partenkirchen aufsuchten, in die Untersuchung eingehen. Das Alter der Patienten lag zwischen zwei und 82 Jahren, das Durchschnittsalter bei 32,3 Jahren.

Von den Verletzten waren 55,8 % männlich und 44,2 % weiblich, geschlechtsspezifische Unterschiede was die altersabhängige Verletzungshäufigkeit betrifft konnten hierbei nicht nachgewiesen werden (Tabelle 1, Abbildung 1).

Auffällig ist lediglich die mit 8,9 % leicht erhöhte Verletzungsrate bei den Jungen unter zehn Jahren im Vergleich zu den gleichaltrigen Mädchen mit 5,6 %, außerdem fällt in der Gruppe der 50- bis 59-jährigen eine erhöhte Verletzungsrate auf Seiten der Frauen auf (14,0 % gegenüber 7,7 % bei den Männern).

In den übrigen Altersgruppen verteilte sich die Verletzungshäufigkeit von Männern und Frauen relativ gleichmäßig und wies keine auffälligen Differenzen auf.

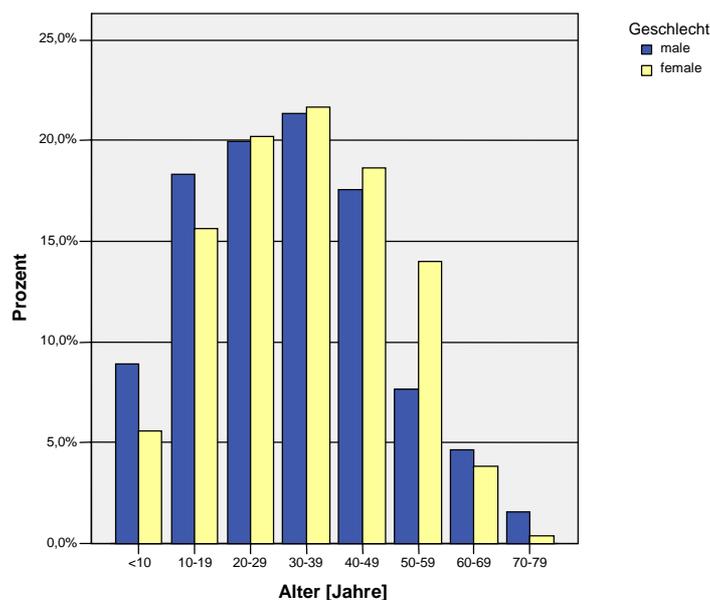


Abbildung 1: Altersverteilung des Patientenkollektivs nach Geschlecht.

3.2 Sportgeräteverteilung

Von 1383 Patienten gaben 1364 Auskunft über das von Ihnen zum Zeitpunkt des Unfalls verwendete Sportgerät. Von diesen fuhren 22,8 % einen sogenannten Normalski, 67,1 % einen Carvingski und 9,8 % andere Skitypen wie Tourenski, Telemark, Snow-Blade, Twin TIP oder Big Foot.

Von den Carvingskifahrern wiederum gab mit 76,5 % die große Mehrheit an einen Allroundcarver zu fahren, 15,3 % fuhren einen Race- und nur 8,2 % einen Slalomcarver.

Vergleicht man die beiden Skisaisons, so lassen sich Veränderungen bei der Sportgeräteverteilung beobachten: Fuhren in der Saison 2003/2004 noch 25,4 % einen Normal- und 64,5 % einen Carvingski, so waren es in der darauffolgenden Saison 2004/2005 noch 20,2 % Normal- bzw. 70,3 % Carvingskifahrer. Die Zahl der Skifahrer, die andere Skitypen bevorzugten, blieb hierbei mit 10,1 % bzw. 9,5 % relativ konstant (Tabelle 2.1).

Betrachtet man die Verteilung der verschiedenen Carvingskitypen in den beiden aufeinanderfolgenden Wintern, so fallen auch hier Veränderungen auf: Während der Anteil der Race- und Slalomcarver jeweils leicht zurückging, stieg der der Allroundcarver in diesem Zeitraum an. Die Verteilung der übrigen Sportgeräte (siehe oben) kann wieder als relativ konstant angesehen werden (siehe Tabelle 2.2).

Hinsichtlich der geschlechtsspezifischen Sportgeräteverteilung kann festgestellt werden, dass sich der Anteil der Normalskifahrer bzw. Normalskifahrerinnen in der männlichen und weiblichen Untersuchungsgruppe auf einem ähnlichen Niveau bewegte, während sich die übrigen beiden Skikategorien (Carver und andere Skitypen) unterschiedlich auf die beiden Geschlechter verteilten: Der Anteil der Carver war im weiblichen Patientenkollektiv mit 71,4 % größer als bei den Männern mit 64,6 %, dafür griffen diese mit 13,6 % häufiger zu den anderen Skitypen (Tourenski, Twin-Tip, Big Foot etc.) als die Frauen (5,5 %) (Tabelle 3).

3.3 Verletzungen

Durch das Korrelieren der Gesamtzahl der Verletzten, die in den beiden untersuchten Skisaisons wegen eines Skiunfalls in die Ambulanz der Klinik kamen (= 1650 Patienten), mit der Anzahl der verkauften Liftkarten (= Skitage) im Skigebiet Garmisch-

Partenkirchen (nach Angaben der Bayerischen Zugspitzbahn AG für Classic-Skigebiet und Zugspitze waren dies 976.879 beförderte Personen) ergab sich im beobachteten Zeitraum ein Gesamtverletzungsrisiko von 1,7 Verletzungen pro 1000 Skitage.

Im Folgenden sollen die Verletzungen bzw. Diagnosen der von uns beobachteten Patienten im Einzelnen dargestellt und zu den verschiedenen, im Fragebogen erfassten Einflussgrößen wie Lebensalter, Skierfahrung, Pistenbeschaffenheit und anderen in Bezug gesetzt werden.

Insgesamt konnten die Daten von 1383 Patienten im untersuchten Zeitraum ausgewertet werden.

3.3.1 Verletzungsverteilung auf die Körperregionen

Bei der Gesamtverteilung der Verletzungen auf die unterschiedlichen Körperregionen stehen Läsionen des Kniegelenks mit 36,4 % und solche der oberen Extremität mit 29,3 % aller Verletzungen im Vordergrund und vereinen fast zwei Drittel aller Verletzungen auf sich (Abbildung 2).

Diagnosen, welche die übrigen Körperregionen betreffen, kamen seltener vor und liegen hinsichtlich ihrer Häufigkeit deutlich hinter den genannten.

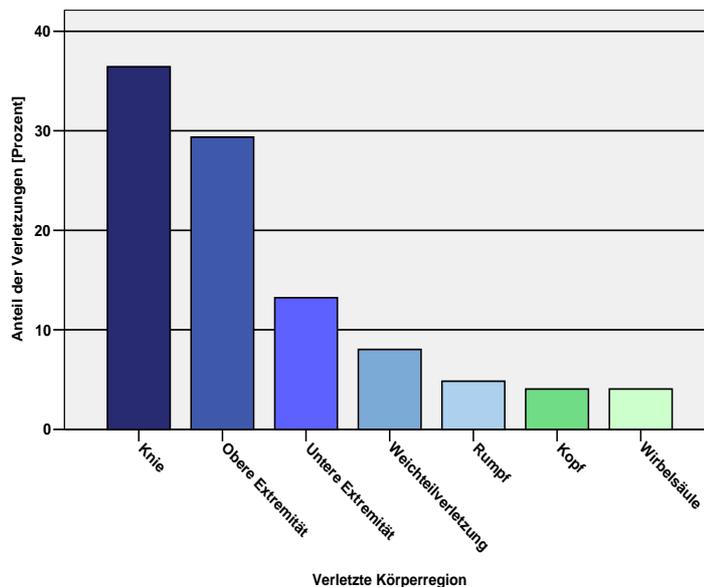


Abbildung 2: Gesamtverteilung der Verletzungen auf die verschiedenen Körperregionen.

Schlüsselt man die affektierten Körperregionen weiter nach den dort jeweils betroffenen Strukturen auf (Tabelle 4), so stellt man fest, dass am Kniegelenk Läsionen des vorderen Kreuzbandes (mit 11,9 % aller Verletzungen gleichzeitig die am häufigsten verletzte Struktur des gesamten Körpers) mit 32,7 % vor Innenbandläsionen (31,7 %), Knie-dorsionen/-kontusionen (20,4 %) und Innenmeniskusverletzungen (9,9 %) rangieren. Die übrigen Strukturen des Knies, wie Außenband (1,8 %), Patella (1,8 %) und Außenmeniskus (1,2 %), spielen eine eher untergeordnete Rolle.

Zu erwähnen ist, dass bei zwei Patienten (0,4 %) eine "Unhappy Triad"- Verletzung, also eine Läsion von vorderem Kreuzband, Innenband und Innenmeniskus, diagnostiziert wurde.

Bei insgesamt 11,9 % der Knieverletzungen (60 Personen) wurde mehr als eine Struktur in Mitleidenschaft gezogen, am häufigsten trat dabei eine gleichzeitige Schädigung von vorderem Kreuzband und Innenband (43,3 %) sowie Innenband und Innenmeniskus (25,0 %) auf (Tabelle 8).

Im Bereich der oberen Extremität traten Verletzungen der Schulter mit 21,2 % am häufigsten auf, gefolgt von Daumen- (15,8 %), Hand- (11,8 %), Humerus- (9,9 %), Clavicula- (8,4 %), Radius- (9,6 %), Skidaumen- (9,1 %), AC-Gelenk- (7,6 %), Handgelenk- (3,9 %) und Ellbogen-Verletzungen (2,2 %) (Tabelle 4).

3.3.2 Verletzungsmuster von Carvern und Normalskifahrern

Beim Vergleich der Verteilung der Verletzungen von Carvingski- und Normalskifahrern auf die verschiedenen Körperregionen fällt sowohl am Knie als auch der oberen Extremität ein Überwiegen auf Seiten der Normalski auf, wohingegen bei Kopf-, Rumpf-, Weichteil- und Wirbelsäulenverletzungen die Carvingskifahrer überwogen.

Auffällig ist dabei auch der mehr als doppelt so hohe Anteil an Verletzungen der unteren Extremität bei den anderen Skitypen im Vergleich zu Normal- bzw. Carvingski (Abbildung 3, Tabelle 5).

Die Häufung der Knieverletzungen auf Seiten der Normalskifahrer ist nach dem Chi² - Test signifikant ($p < 0,05$), bei den Carvern traten Verletzungen des Rumpfes signifikant häufiger auf als bei den Normalskifahrern. Bei den übrigen Verletzungen ergaben sich keine signifikanten Unterschiede auf dem Niveau von $p < 0,05$.

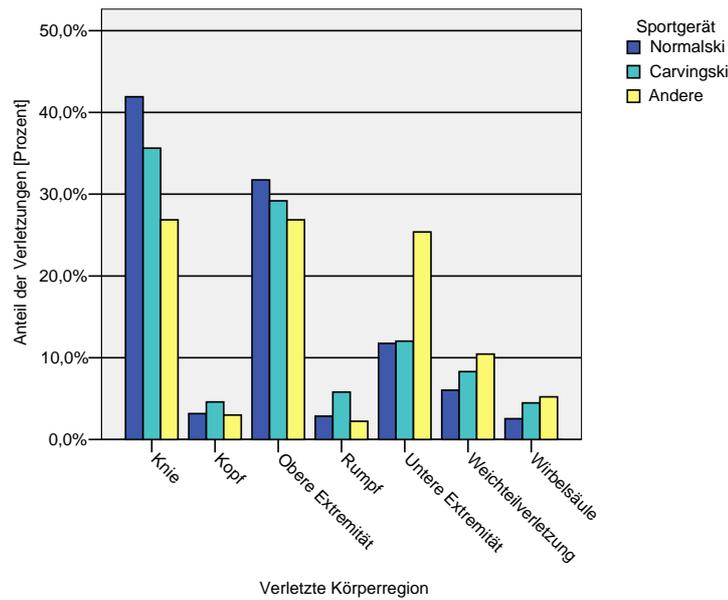


Abbildung 3: Vergleich der Verletzungsverteilung der unterschiedlichen Skitypen.

3.3.3 Spezielle Verletzungen bei Carvern und Normalskifahrern

Bei genauer Betrachtung der verletzten Strukturen ließen sich im Bereich des Kniegelenkes nach χ^2 keine signifikanten Unterschiede zwischen Carvingski- und Normalskifahrern bei den am häufigsten lädierten Strukturen, wie VKB, Innenband und Innenmeniskus, feststellen. Es zeigte sich aber, dass Carvingskifahrer sich mit 35,0% etwas häufiger am vorderen Kreuzband verletzten als die Normalskifahrer mit 31,8%. Bei den übrigen Strukturen des Kniegelenks lagen die Skitypen dagegen noch näher beisammen (Tabelle 6).

Mehrfachverletzungen von Kniestrukturen traten nach dem χ^2 - bzw. Fisher-Exact-Test ebenfalls bei keinem der beiden Skitypen signifikant gehäuft auf (Tabelle 8.2).

An der oberen Extremität traten Unterarmverletzungen, von denen die große Mehrheit Radiusfrakturen darstellte, hochsignifikant häufiger bei Normalski- als bei Carvingskifahrern auf ($p < 0,01$). Die übrigen Strukturen hier unterschieden sich nicht signifikant und lagen auch prozentual nahe beieinander. Nur die Skidaumenverletzung trat mit 10,5 % doch deutlich häufiger bei den Carvern als bei den Normalskifahrern (6,0 %) auf.

Die bereits erwähnte Häufung von Verletzungen der unteren Extremität bei den „anderen Skitypen“ verteilte sich bei der Aufschlüsselung vor allem auf Unterschenkel und

oberes Sprunggelenk, wo jeweils eine deutlich höhere Verletzungsquote als bei Carvern und Normalskifahrern festgestellt werden konnte (Tabelle 6).

3.3.4 Verletzungsmuster der einzelnen Carvingskitypen

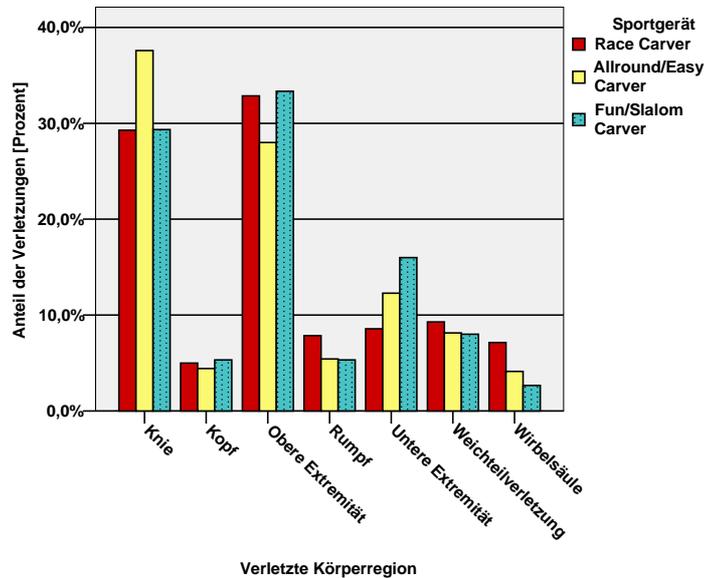


Abbildung 4: Verletzungsmuster der unterschiedlichen Carvertypen.

Abbildung 4 und Tabelle 7 geben einen Überblick über die prozentuale Verletzungsverteilung bei den verschiedenen Carvingskitypen.

Hierbei wiesen Patienten, die mit den verschiedenen Skitypen verunglückten, grundsätzlich ein ähnliches Verletzungsmuster auf, auch wenn sich einige Unterschiede erkennen ließen: Allroundcarvingskifahrer verletzten sich am häufigsten am Kniegelenk (37,6 %), gefolgt von Verletzungen der oberen Extremität (28,0%), der unteren Extremität (12,3 %) und Verletzungen der Weichteile (8,1%). Bei Racecarvern stellte die obere Extremität (32,9 %) die am häufigsten verletzte Struktur dar, gefolgt von Knie- (29,3 %), Weichteil- (9,3) und unterer Extremitätenverletzung (8,6 %). Auch bei den Slalomcarvern war die am häufigsten verletzte Körperregion die obere Extremität (33,3 %), es folgten Läsionen des Knies (29,3 %), der unteren Extremität (16,0 %) und der Weichteile (8,0 %). Eine signifikante Häufung von Verletzungen bestimmter Körperregionen bei den unterschiedlichen Carvertypen konnte mittels Chi²-Test nicht nachgewiesen werden.

3.3.5 Spezielle Verletzungen bei verschiedenen Carvertypen

Schlüsselte man die Körperregionen, die bei Patienten, die mit den unterschiedlichen Carvingskitypen fuhren jeweils verletzt wurden ebenfalls nach den betroffenen Strukturen bzw. Diagnosen auf, so ergaben sich vereinzelt auffällige Differenzen (Tabelle 9):

Das mediale Kollateralband des Knies wurde bei Allroundcarvern mit 12,4 % mehr als doppelt so oft in Mitleidenschaft gezogen wie bei Race- und Funcarvern mit nur 5,0 % bzw. 5,3 %. An Außenband (2,1 %) und Außenmeniskus (1,4 %) verletzten sich dagegen Racecarver deutlich häufiger als die Allroundarver (0,6 % und 0,1 %), bei Slalomcarvern traten diese Verletzungen gar nicht auf.

Ein Skidaumen wurde bei Racecarvern mit 5,7 % mehr als doppelt so häufig diagnostiziert wie bei den anderen Skitypen (Allround: 2,6 %, Slalom: 2,6 %), Handverletzungen traten bei Race- (6,4 %) und Slalomcarvern (6,7 %) ebenfalls mehr als doppelt so oft auf wie bei Allroundcarvern (2,7 %).

Erwähnenswert wären in diesem Zusammenhang auch die Verletzungen der Wirbelsäule, die bei den Sportlern mit Racecarvingski mit 7,1 % häufiger vorkamen als bei solchen mit Allround- und Funcarvingski mit jeweils 4,1 % bzw. 2,7 %.

3.3.6 Geschlechtsspezifische Verletzungsmuster

Bei Betrachtung der bei Männern und Frauen jeweils betroffenen Körperregionen ergab sich im Zeitraum 2003 bis 2005 ein Verletzungsmuster, das in Tabelle 10 wiedergegeben ist.

Danach verletzten sich die weiblichen Skifahrer mit 46,2 % hochsignifikant häufiger am Knie als die männlichen mit 28,3 % ($p < 0,01$). Mit 33,5 % waren Männer jedoch hochsignifikant häufiger von Verletzungen der oberen Extremität (Frauen: 23,2 %), den Weichteilen (Männer: 10,3 %, Frauen: 5,8 %) und des Rumpfes (Männer 6,7 %, Frauen 2,0 %) betroffen als Frauen (jeweils $p < 0,01$).

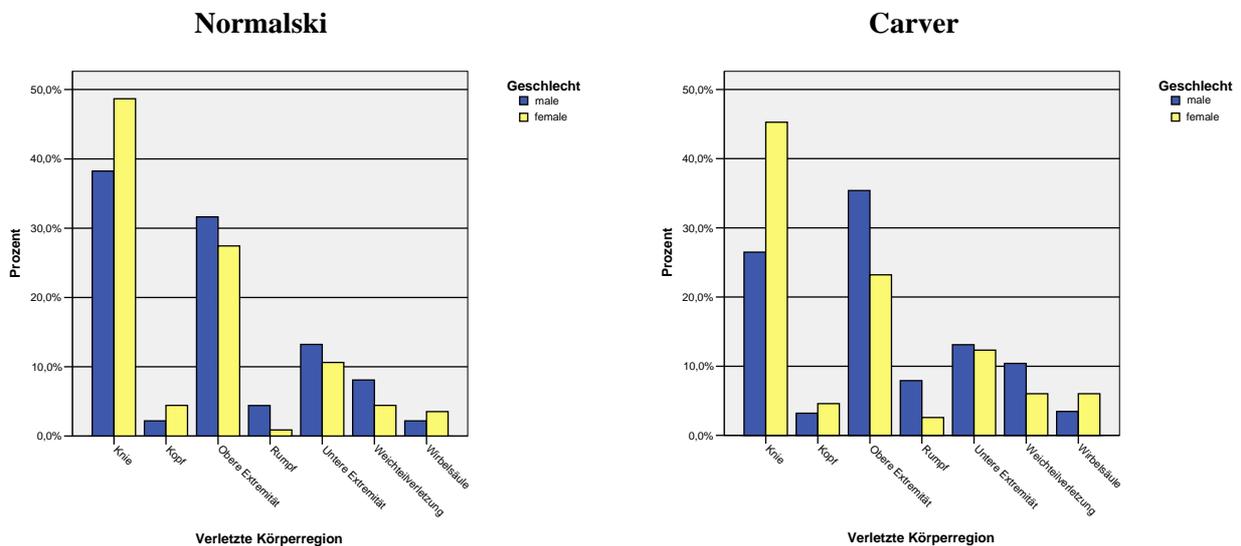
Betrachtete man die einzelnen Strukturen genauer, so fielen Unterschiede am Kniegelenk vor allem bei der Verletzungsquote des vorderen Kreuzbandes (Männer: 7,6 %, Frauen: 17,2 %), des Innenbandes (Männer: 8,9 %, Frauen 12,8 %) und der Kontusion/Distorsion (Männer: 6,5 %, Frauen 9,2 %) auf (Tabelle 12). Der Unterschied am

Kreuzband konnte dabei als hochsignifikant, der am Innenband als signifikant identifiziert werden; bei den Kontusionen des Knies ergab sich keine signifikante Differenz.

An der oberen Extremität zogen sich Männer hochsignifikant häufiger Schulterverletzungen zu ($p < 0,01$), andere Strukturen wie Daumen oder die Skidaumenverletzung zeigten keine signifikanten geschlechtsspezifischen Unterschiede.

3.3.7 Geschlechtsspezifische Verletzungen bei Carving- und Normalskifahrern

Sah man sich die Daten von 790 Carving- und 309 Normalskifahrer getrennt unter dem Gesichtspunkt geschlechtsspezifischer Unterschiede an, so bestätigte sich der beschriebene Trend, was signifikante Unterschiede zwischen den männlichen und weiblichen Fahrern betrifft, vor allem bei den Carvern: Die für das Gesamtkollektiv errechneten signifikanten Differenzen für Verletzungen des Knies ($p < 0,01$), der oberen Extremität ($p < 0,01$), des Rumpfes ($p < 0,01$) sowie der Weichteile ($p < 0,05$) ließen sich bei den Carvern größtenteils bestätigen, während die beiden Geschlechter bei den Normalskifahrern sehr viel dichter zusammen lagen und sich hier keine signifikanten Unterschiede ergaben (Tabelle 11, Abbildungen 5.1, 5.2).



Abbildungen 5.1 und 5.2: Verletzte Körperregionen der männlichen und weiblichen Skifahrer.

Abbildung 5.1 gibt die Verteilung bei den Normal-, Abbildung 5.2 bei den Carvingskifahrern wieder.

3.3.8 Altersspezifische Verletzungsmuster

Das Durchschnittsalter der im Beobachtungszeitraum verletzten Personen betrug 32,3 Jahre, wobei über 85 % der Patienten zwischen 10 und 59 Jahre alt waren. Davon hatte die Gruppe der 30- bis 39- Jährigen mit 21,5 % den größten Anteil.

Bei Auswertung der Verletzungsart nach Alter der Patienten, unabhängig vom Skityp, ließen sich die in Tabelle 13 wiedergegebenen Auffälligkeiten feststellen: Die höchste Rate an Knieverletzungen fand sich in der Gruppe der 40- bis 49- Jährigen mit 43,8 %, am niedrigsten war der Anteil an Kniegelenkstraumen bei den 10- bis 19- Jährigen mit 26,7 %.

Die Verletzungen der oberen Extremität verteilten sich relativ gleichmäßig auf die unterschiedlichen Altersgruppen. Ausnahmen bildeten hier die unter 10- sowie die 40- bis 49- Jährigen mit einem Anteil von lediglich 22,4 % bzw. 24,3 %.

Die jeweils höchsten Verletzungsquoten bei den Kopfverletzungen lagen bei den unter 10-, 10- bis 19- und den über 70-Jährigen, im Bereich des Rumpfes bei den 60- bis 69- Jährigen, an der unteren Extremität vor allem bei den jungen (unter 10 Jahren und 10- bis 19-Jährige) und bei den älteren Skifahrern (50- bis 59- und 60- bis 69-Jährige), bei Verletzungen der Weichteile bei den 50- bis 59- und 60- bis 69-Jährigen und an der Wirbelsäule bei den 70- bis 79-Jährigen (Tabelle 13).

3.3.9 Altersspezifische Verletzungen bei Carving- und Normalskifahrern

Generell ließ sich bei der Wahl des Skityps in den unterschiedlichen Altersgruppen bei fast allen eine deutliche Tendenz zur Benutzung von Carvingski feststellen (siehe Tabelle 14). Eine Ausnahme bildete hierbei lediglich die Gruppe der unter 10- Jährigen, die noch mit einem recht hohen Anteil von 37,4 % einen Normalski fuhren.

Bei Auswertung der betroffenen Körperregionen nach dem Alter der Patienten und in Abhängigkeit des verwendeten Skityps konnten vereinzelt Unterschiede festgestellt werden: Vor dem Hintergrund, dass sich Normalskifahrer signifikant häufiger Knieverletzungen zuzogen als die Carver (Tabelle 5) werden auch die Zahlen in Tabelle 15 verständlich: So liegen auch hier Normalskifahrer in fast allen Altersklassen bei den Knie-läsionen vor den Carvern, die Ausnahme bildeten dabei nur die 10-bis 19-Jährigen, bei denen die Carver mit 25,4 % vor den Normalskifahrern mit 22,2 % lagen. Am Kopf

verletzten sich Kinder unter 10 Jahren auf Carvern mit 8,2 % deutlich häufiger als mit Normalski (2,5 %). Läsionen der oberen Extremität, die sich im Gesamtkollektiv relativ ausgeglichen darstellten (Tabelle 13), überwogen in einigen Altersgruppen bei den Carvern (20-29-, 40-49-, 70-79-Jährige), häufiger verletzten sich dort jedoch Normalskifahrer (übrige Altersklassen). Bei den Rumpfverletzungen überwogen allgemein die Carver (Tabelle 5), besonders groß war die Differenz zwischen den Skitypen jedoch in der Gruppe der 50- bis 59-Jährigen, wo die Carver sich um 6,5 % häufiger verletzten. An der unteren Extremität, wo Carver und Normalskifahrer insgesamt gleichauf lagen (Tabelle 5), verteilten sich die Häufigkeiten ebenfalls unterschiedlich, auffällig war der Unterschied jedoch wieder bei den unter 10-Jährigen (24,6 % der Carver, nur 15,0 % der Normalskifahrer). Weichteilverletzungen ereigneten sich insgesamt häufiger bei Carvingskifahrern, auffällig war der Unterschied wiederum besonders bei den Kindern: Es verletzten sich 8,2 % der Carver, jedoch nur 2,5 % der Normalskifahrer in diesem Bereich. Im Wirbelsäulenbereich waren es tendenziell mehr verletzte Carver (Tabelle 5), die größten Differenzen zuungunsten der Carver traten bei den 10- bis 19- und 30- bis 39-Jährigen auf (Tabelle 15).

3.4 Skierfahrung

3.4.1 Skierfahrung und Skiwahl

Setzte man die im Fragebogen gemachte Angabe "Skierfahrung in Jahren" in Relation zum von den Skifahrern jeweils verwendeten Skityp, so war hier mit zunehmendem Erfahrung ein Trend zugunsten des Carvingski zu erkennen: Fahrer, die zum ersten Mal Ski fuhren (Skierfahrung: 0 Jahre) wählten nur knapp häufiger Carvingski (48,9 % Carver, 42,6 % Normalski), solche die mehr Skierfahrung angaben griffen dagegen deutlich häufiger zum Carvingski als zum Normalski (Tabelle 16).

Bei der allgemeinen Verletzungshäufigkeit von männlichen und weiblichen Skifahrern, was deren Skierfahrung in Jahren betrifft, ergaben sich signifikante Unterschiede: Frauen mit nur 1-2 Jahren Erfahrung verletzten sich hochsignifikant häufiger als die männlichen Skifahrer mit gleicher Erfahrung ($p < 0,01$), demgegenüber zogen sich die männlichen Skifahrer mit 3-5 und 16-20 Jahren Erfahrung signifikant häufiger Verletzungen beim Skifahren zu als Frauen ($p < 0,05$) (Tabelle 17).

3.4.2 Skierfahrung und Verletzungsmuster

Bei der Untersuchung von “skierfahrungspezifischen“ Verletzungsmustern zeigten sich im Gesamtkollektiv vereinzelt Unterschiede hinsichtlich eines gehäuften Verletzungsrisikos bestimmter Körperregionen in unterschiedlichen Erfahrungsklassen. Auffällig war die erhöhte Rate von Knieverletzungen bei den Fahrern ohne bzw. mit 1-2 Jahren Erfahrung, die sich dafür seltener Läsionen der oberen Extremität und der Weichteile zuzogen als die erfahrungsreicheren Pistenteilnehmer. Bei den übrigen Körperregionen zeigte sich eine relativ homogene Verteilung der Verletzungen bei unterschiedlicher Erfahrung (Tabelle 18).

3.5 Fahrkönnen

3.5.1 Fahrkönnen und Skiwahl

Beim Fahrkönnen, das von den Patienten im Fragebogen subjektiv einzuschätzen war, und der damit verbundenen Wahl des Sportgerätes zeigte sich die in Tabelle 19 und in Abbildung 6 wiedergegebene Verteilung: 79,1 % der Patienten mit Carvingski gaben an, gute bzw. sehr gute Skifahrer zu sein, 16,6 % stufen sich als Anfänger ein.

Dagegen gaben bei den Normalskifahrern 88,6 % an, nur Anfänger oder gute Skifahrer zu sein, nur 10,8 % bezeichneten ihr Skikönnen als sehr gut. Der Normalski wurde mit 40,3 % am häufigsten von Anfängern gewählt (Tabelle 19).

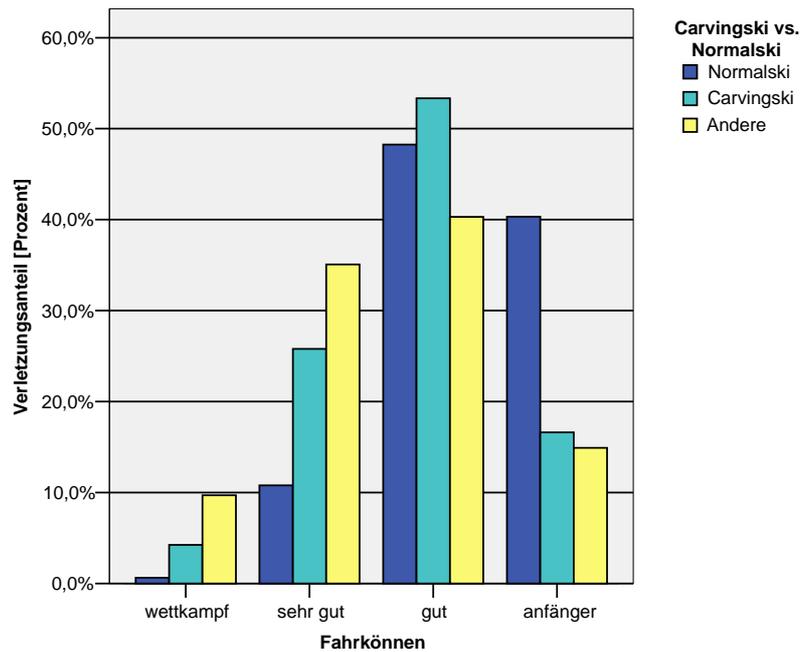


Abbildung 6: Verletzte Skifahrer unterschiedlicher Könnensklassen nach verwendetem Sportgerät.

3.5.2 Fahrkönnen und Verletzungsmuster

Schlüsselte man die Verteilung der Verletzungen bei den Skifahrern unterschiedlichen Könnens auf, so konnten dabei Informationen bezüglich deren Verletzungsmuster gewonnen werden.

Die Gruppe der Anfänger verletzte sich mit 51,0 % fast doppelt so häufig am Kniegelenk wie die Wettkampffahrer und die sehr guten Skifahrer, jedoch am seltensten von allen Könnensstufen im Bereich der oberen Extremität (24,0 %), der Weichteile (3,6 %) und der Wirbelsäule (2,6 %). Bei den Skifahrern mit Wettkampferfahrung und sehr gutem Fahrkönnen war dagegen die obere Extremität mit 38,9 % bzw. 34,9 % die am häufigsten betroffene Region, außerdem fiel in diesen Gruppen eine erhöhte Rate von Kopfverletzungen auf (5,6 % bzw. 5,7 %). Interessant erschien insgesamt die Abnahme von Läsionen des Kniegelenkes mit zunehmendem Fahrkönnen bei gleichzeitiger Zunahme von Verletzungen der oberen Extremität (Tabelle 20, Abbildung 7).

Weder χ^2 - noch Fisher-Exact-Test ergaben signifikante Differenzen zwischen den Skitypen beim Vergleich der Häufigkeit der verletzten Körperregion innerhalb derselben Könnensklasse, dennoch konnten einige Auffälligkeiten ausgemacht werden: Car-

vingskifahrer verletzten sich in allen Kategorien, außer bei den guten Fahrern, häufiger am Knie als Normalskifahrer, sehr gute Carver verletzten sich deutlich häufiger am Kopf (5,9 % vs. 2,9 %) und an der Wirbelsäule (4,2 % vs. 2,9 %) als die sehr guten Normalskifahrer. Auch bei den Anfängern auf Carvern fiel eine Häufung von Wirbelsäulenverletzungen (3,9 % vs. 0,8 %) auf, dagegen überwogen bei denen, die mit Normalski verunglückten die Verletzungen der oberen Extremität gegenüber den carvendenden Anfängern (29,9 % vs. 21,7 %) (Tabelle 20).

Bei genauer Betrachtung der Aufteilung der Verletzungen auf die einzelnen Strukturen des Knies ergaben sich nach dem Chi²- bzw. Fisher-Exact-Test für kleine Stichproben keine signifikanten Differenzen zwischen den Skitypen bei unterschiedlichem Fahrkönnen. Die sehr guten Skifahrer wiesen jedoch eine erhöhte Rate bei den Rupturen des vorderen Kreuzbandes auf (45,1 %), Anfänger waren hiervon mit 26,1 % deutlich seltener betroffen. Läsionen des Innenbandes traten dafür in der Gruppe der Anfänger mit 41,4 % deutlich gehäuft auf, solche des Außenbandes waren bei den Wettkampfskifahrern mit Abstand am häufigsten zu finden (14,3 %) (Tabelle 21).

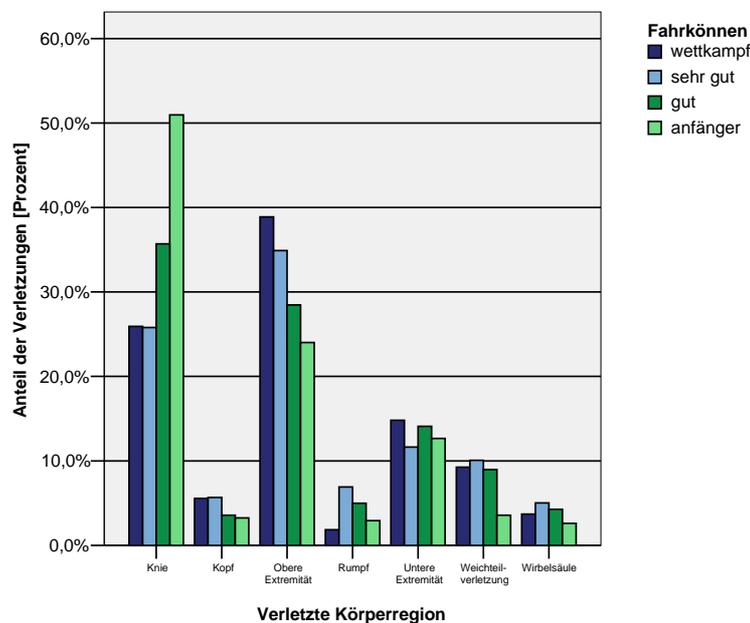


Abbildung 7: Verletzungsmuster bei unterschiedlichem Fahrkönnen.

3.6 Unfallursache

Mit Hilfe des Fragebogens wurden alle Patienten zur Unfallursache bzw. dem Unfallhergang befragt. Sowohl bei Patienten, die mit einem Normalski verunglückten (48,3 %) als auch bei solchen mit Carvingski (41,4 %) oder anderen Sportgeräten (46,5 %) war ein Fahrfehler die am häufigsten genannte Ursache. Ein Verschneiden/Verkanten als Ursache nannten Carver und Normalskifahrer mit 32,6 % und 29,5 % am zweithäufigsten. Kollisionsunfälle spielten insgesamt in 11,5 % der Fälle eine Rolle, wobei 12,5 % der Carving- und 11,0 % der Normalskifahrer einen solchen Unfallhergang angaben. Normalskifahrer gaben dabei signifikant häufiger einen Fahrfehler als Unfallursache an ($p < 0,05$), demgegenüber verunglückten nach dem χ^2 -Test hochsignifikant mehr Carvingskifahrer infolge eines Sprungs ($p < 0,01$).

Auffällig war der mit 24,8 % überdurchschnittlich hohe Anteil an Sprungunfällen bei den Nutzern der „anderen Sportgeräte“ (Sprungunfälle insgesamt: 8,0 %), bei denen dagegen ein Verkanten oder Verschneiden mit 15,5 % nur etwa halb so häufig eine Rolle spielte wie bei Carvern und Normalski (Tabelle 22).

3.7 Pisten- und Schneverhältnisse

Sowohl Fahrer von Carving- als auch Normalski verunglückten, laut eigenen Angaben, mit 70,1 % bzw. 73,9 % mit Abstand am häufigsten auf einer präparierten Piste. Danach wurde mit insgesamt 12,5 % Eis als zweithäufigster Untergrund zum Zeitpunkt des Unfalls genannt, ein Unfall im Tiefschnee bzw. auf einer Buckelpiste ereignete sich insgesamt in 7,7 % bzw. 7,4 % der Fälle. Eine erhöhte Unfallrate von Carving- und Normalskifahrern bei bestimmten Pistenverhältnissen konnte hierbei nicht festgestellt werden, der χ^2 -Test ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Skitypen (Tabelle 23).

Betrachtete man das sportgerätspezifische Verletzungsmuster bei den verschiedenen Untergrundverhältnissen so ergab sich folgende Verteilung: Sowohl Normalskifahrer als auch Carver verletzten sich auf präparierter Piste am häufigsten am Kniegelenk, Normalski- jedoch mit 43,3 % häufiger als Carvingskifahrer mit 35,7 %. Darauf folgten Verletzungen der oberen Extremität mit jeweils 33,0 % (Normalski) bzw. 28,7 % (Carver). Auf Eis überwogen hingegen die Verletzungen der oberen Extremität mit 40,0 %

und 32,7 % bei Fahrern mit Normal- und Carvingski, Knieverletzungen lagen mit 22,9 % bzw. 30,9 % an zweiter Stelle. Bei Unfällen, die sich im oder aufgrund von Tiefschnee ereigneten war die Rate an Knieläsionen mit 50,0 % (Normalski) bzw. 39,7 % (Carvingski) am höchsten (Tabelle 24).

3.8 Unfallzeitpunkt und bereits gefahrene Stunden am Unfalltag

Bei Betrachtung des Unfallzeitpunktes fiel ein gehäuftes Auftreten von Verletzungen zwischen 11 und 16 Uhr auf: In diesem Zeitraum ereigneten sich insgesamt 88,9 % aller Unfälle, wobei sich, sowohl bei Carving- als auch Normalskifahrern, ein zweigipfliges Verletzungsaufkommen herauskristallisierte: Die höchste Verletzungsrate wurde nachmittags zwischen 15 und 16 Uhr gemessen, ein weiterer Peak ergab sich am späten Vormittag zwischen 11 und 12 Uhr (Abbildung 8).

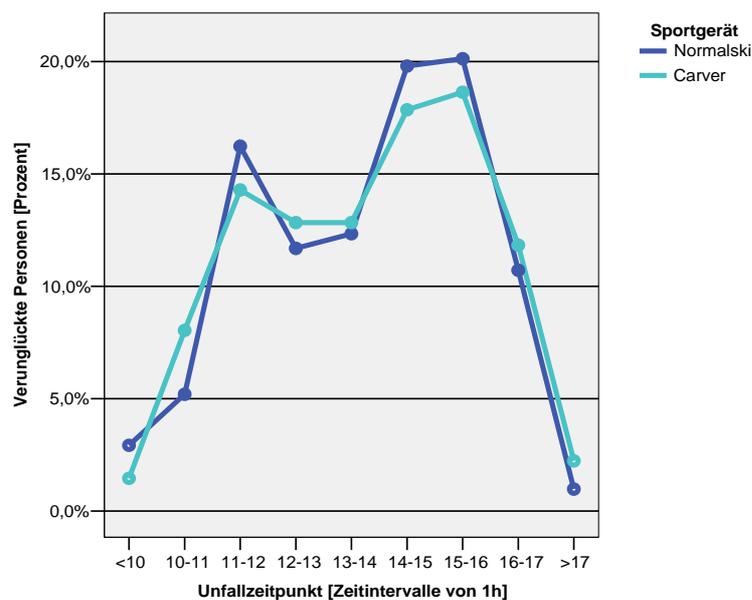


Abbildung 8: Unfallzeitpunkt und verwendetes Sportgerät.

Um 12 Uhr gaben 68,3 % der Fahrer an bereits 1 oder 2 Stunden gefahren zu sein, um 15 Uhr waren 61,4 % schon zwischen 2 und 4 Stunden auf Skiern unterwegs. Was den Zeitpunkt des Unglücks und die bis dahin gefahrenen Stunden betrifft ließen sich mit-

tels χ^2 keine signifikanten Unterschiede zwischen Carving- und Normalskifahrern feststellen (Tabelle 25, 26, Abbildung 9).

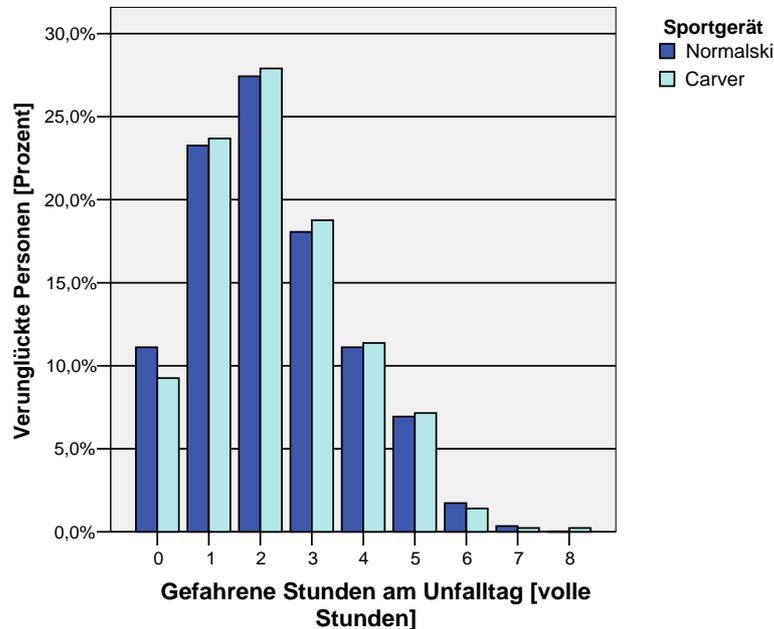
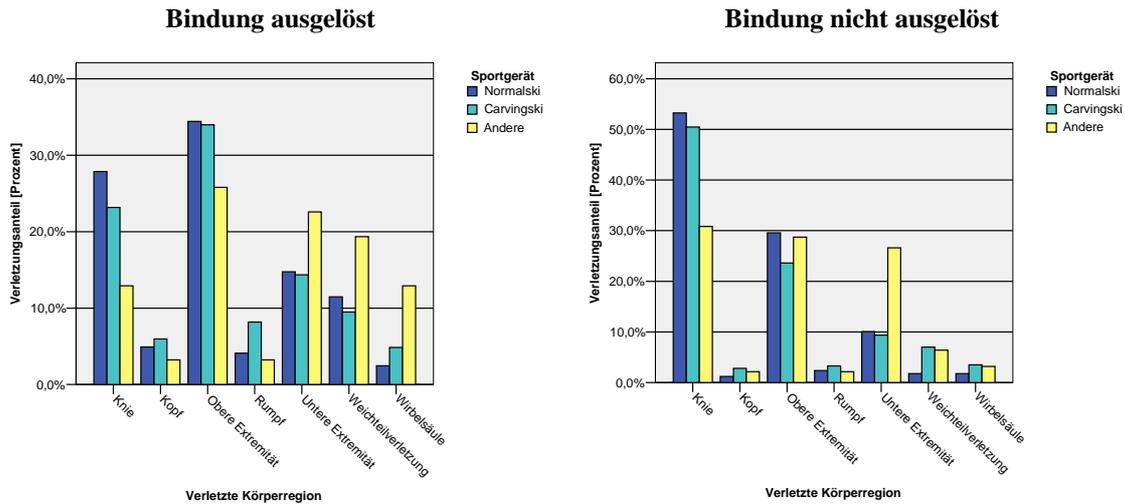


Abbildung 9: Gefahrenere Stunden am Unfalltag und verwendetes Sportgerät.

3.9 Auslösen der Sicherheitsbindung

Insgesamt 1297 Patienten machten auf dem Bogen Angaben zum Auslösen ihrer Sicherheitsbindung. Danach kam es bei 606 Personen (46,7 %) zum Lösen einer oder beider Bindungen, bei 691 (53,3 %) blieb dieses aus.

Bei den Carvern lag diese Quote etwas höher bei 51,4 % ausgelöster und 48,6 % nicht-ausgelöster Bindungen, Normalskifahrer berichteten in nur 41,9 % der Fälle über ein Auslösen, in 58,1 % über ein Nicht-Auslösen ihrer Bindung.



Abbildungen 10.1 und 10.2: Verteilung der Verletzungen auf die Körperregionen bei Auslösen (10.1) und Nicht-Auslösen (10.2) der Bindung.

Die Abbildungen 10.1 und 10.2 und Tabelle 27 geben einen Überblick über die Verletzungsverteilung mit und ohne Öffnen der Sicherheitsbindung. Dabei ließ sich eine deutliche Diskrepanz zwischen erfolgtem und nicht-erfolgtem Auslösen der Bindung feststellen: Bei Nichtauslösen der Bindung zogen sich Normalskifahrer mit 53,3 % in über der Hälfte der Fälle Verletzungen des Kniegelenks zu, 29,6 % verletzten sich an oberer, 10,1 % an unterer Extremität, 1,8 % zogen sich Weichteilverletzungen zu. Durch Auslösen der Bindung reduzierten sich die Knieverletzungen eindrucksvoll auf 27,9 %, während bei oberer (34,4 %) und unterer Extremität (14,8 %) ein leichter, bei Weichteilverletzungen (11,5 %) ein drastischer Anstieg zu verzeichnen war. Auch Kopf, Rumpf und Wirbelsäule wurden stärker in Mitleidenschaft gezogen.

Bei den Carvern war eine ähnliche Tendenz zu beobachten: Während sich ohne ein Auslösen der Bindung 50,5 % der Patienten am Knie, 23,6 % an der oberen Extremität, 9,3 % an der unteren Extremität und 7,0 % an den Weichteilen verletzten waren es bei erfolgter Öffnung der Bindung lediglich noch 23,2 % Knieverletzungen, jedoch erhöhte sich auch hier bei den Carvingskifahrern jeweils die Rate der Verletzungen der oberen Extremität (34,0 %), der unteren Extremität (14,3 %) und der Weichteilverletzungen (9,5 %) relativ deutlich.

Beim direkten Vergleich von Carving- und Normalskifahrern hinsichtlich der erlittenen Verletzung an den definierten Körperregionen ergab sich im Chi²-Test nur für eine Kör-

perregion ein signifikanter Unterschied. Dieser betraf die Weichteilverletzungen bei den Carvern bei Nicht-Auslösen der Bindung, welche sich hier mit 7,0 % signifikant häufiger eine Verletzung zuzogen als die Normalskifahrer mit 1,8 % ($p < 0,05$). Bei den übrigen Verletzungen ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Sportgeräten (Tabelle 27).

3.10 Aktuelle Verletzungsentwicklung im Vergleich zu 2000/02

Vergleicht man die aktuellen Daten mit den Ergebnissen der Saisons 2000/01 und 2001/02 miteinander nach den wichtigsten verletzungsrelevanten Parametern, so können im Zeitverlauf einige Unterschiede ausgemacht werden.

Sieht man sich die Verteilung der verwendeten Sportgeräte im zeitlichen Verlauf an, so stieg der Anteil der Carvingski in den vergangenen Jahren kontinuierlich von 37,7 % (2000/01) bzw. 54,5 % (2001/02) auf 64,5 % (2003/04) bzw. 70,3 % (2004/05) an (Abbildung 12).

Auch zeigt sich im Vergleich zu den früheren Daten beim Carvingskifahren ein Trend zum Nutzen von Allroundcarvingski: War in den beiden Vergleichsaisons noch der Racecarver (43,6 %) der am häufigsten gefahrene Carvertyp (Allroundcarver 24,8 %, Fun-carver 22,8 %, Tourencarver 8,8 %), so fuhr drei Jahre später mit 76,5 % die deutliche Mehrheit der Verunglückten einen Allroundcarvingski (Racecarver 15,3 %, Fun-carver 8,2 %).

Das Gesamtverletzungsmuster unabhängig vom Skityp, dargestellt in Tabelle 28 und 29, zeigt nur wenige Veränderungen zu demjenigen drei Jahre zuvor. Der Anteil der Knieverletzungen ging dabei von 38,5 % auf 36,2 % zurück, wofür vor allem ein signifikanter Rückgang der Meniskus-Verletzungen (4,0 % gegenüber 6,2 %; $p < 0,05$) verantwortlich ist. Im gleichen Zeitraum fällt ein Anstieg der Wirbelsäulenverletzungen auf (4,1 % gegenüber 2,8 %), der sich vor allem bei den Carvingskifahrern manifestiert (von 2,3 % auf 4,5 %), bei den Normalskifahrern jedoch nicht auszumachen ist (konstant bei 2,5 %) (Tabelle 29).

Die Verletzungsquote der am häufigsten lädierten Strukturen wie vorderes Kreuzband, Innenband, Knie-Distorsion, Hand- und Daumen-Verletzung und Weichteilverletzungen, stellte sich dagegen im zeitlichen Verlauf konstant dar. Auffällig ist der Anstieg der OSG-Verletzungen (4,1 % gegenüber 2,6 %), der sich im Chi²-Test als signifikant identifizieren ließ ($p < 0,05$). Gleichzeitig zeigte sich ein Rückgang der Unterschenkel-Läsionen (5,9 % gegenüber 8,0 %), der jedoch nach Chi² nicht als signifikant eingestuft werden konnte. Auch die Verletzungshäufigkeit der übrigen Strukturen zeigt im Chi²-Test keine signifikanten Veränderungen im untersuchten Zeitraum (Tabelle 28).

Beim zeitlichen Vergleich der verletzten Körperregionen nach verwendetem Skityp ergaben sich nur geringfügige Veränderungen bei Carvern und Normalskifahrern. Was die Häufigkeit der Verletzungen betrifft, so stellte sich diese im zeitlichen Verlauf weitgehend konstant dar. Eine Ausnahme bildeten lediglich die bereits angesprochenen Verletzungen der Wirbelsäule bei den Carvingskifahrern, bei denen jedoch, wie an den übrigen Körperregionen, mittels Chi²-Test keine signifikanten Veränderungen im Zeitverlauf nachgewiesen werden konnten (Tabelle 29).

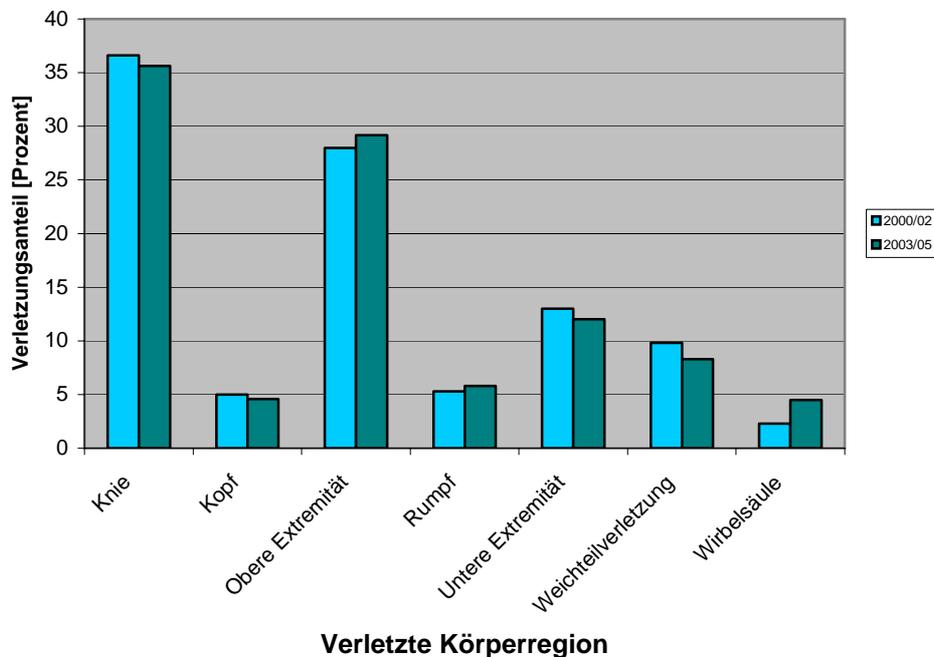


Abbildung 11.1: Verletzte Körperregionen der Carvingskifahrer im Saisonvergleich.

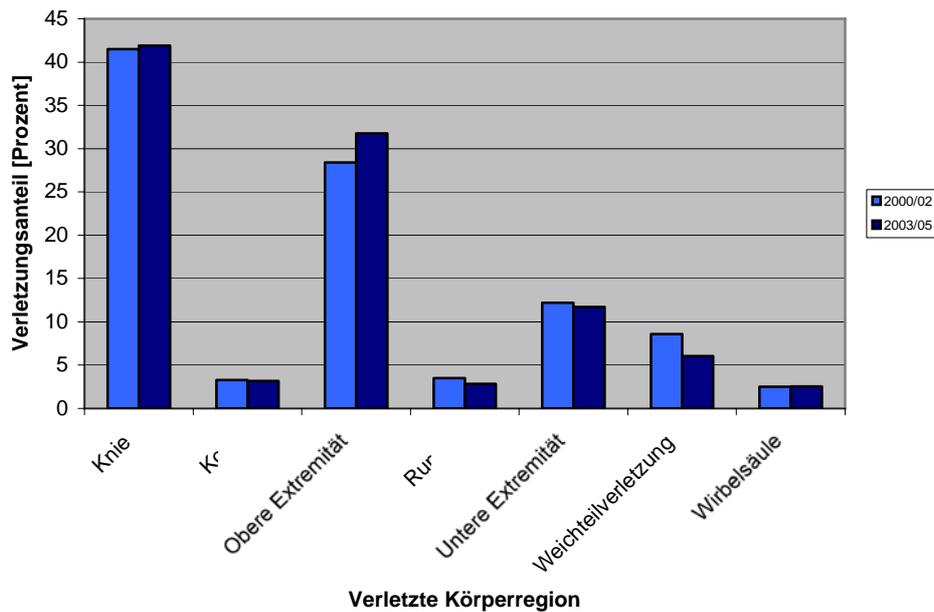


Abbildung 11.2: Verletzte Körperregionen der Normalskifahrer im Saisonvergleich.

Bei genauerer Betrachtung der einzelnen Strukturen der unteren Extremität konnten jedoch einige Veränderungen ausgemacht werden: Während der Anteil der ACL-Läsionen der Normalskifahrer konstant blieb (24,6 % bzw. 24,9 %) ging dieser bei den Carvern im Saisonvergleich leicht zurück (von 27,9 % auf 26,1 %), der Anteil der Meniskus-Verletzungen reduzierte sich bei den Carvern von 13,7 % auf 8,5 %, steigende Tendenz zeigten hier dafür die Innenband- (von 19,3 % auf 24,1 %) sowie die Kontusionsverletzungen (von 12,2 % auf 14,4 %) des Knies. Das Risiko, sich mit Carvingski bei einer Verletzung des Kniegelenkes eine Meniskusläsion zuzuziehen konnte dabei im Zeitvergleich als signifikant vermindert identifiziert werden ($p < 0,05$), weitere signifikante Veränderungen hinsichtlich der Verletzungshäufigkeit bestimmter Strukturen bei den beiden unterschiedlichen Skitypen konnten nach χ^2 jedoch nicht festgestellt werden. Es fällt aber auf, dass sich die Differenzen zwischen Carvern und Normalskifahrern bei den genannten Strukturen im Vergleich zu 2000/02 insgesamt verringert haben, die beiden Skitypen also generell dichter beieinander liegen (Tabelle 30).

Im Bereich der oberen Extremität fällt aktuell eine erhöhte Quote an Schulterläsionen bei beiden Skitypen auf, bei den Radiusfrakturen legten besonders die Normalskifahrer zu (8,0 % auf 15,0 %) während die Carver hier konstante Werte aufwiesen. Bei den

Skidaumen zeigte sich eine interessante Entwicklung: Zogen sich vor 3 Jahren noch knapp mehr Normalskifahrer (10,6 %) als Carver (8,9 %) diese Verletzung zu, so waren es im aktuellen Zeitraum mehr Carver (10,5 %) als Normalskifahrer (6,0 %). Das Risiko, sich bei einem Trauma der oberen Extremität an einer der genannten Strukturen zu verletzen, war, ebenso wie für die übrigen Regionen der oberen Extremität, nach dem Chi²-Test jedoch für beide Skitypen im Saisonvergleich nicht signifikant erhöht bzw. vermindert (Tabelle 31).

Bei den Verletzungsmustern der verschiedenen Carvertypen zeigten sich ebenfalls Unterschiede im Zeitverlauf: 2000/01 bzw. 2001/02 wiesen Racecarver den größten Anteil bei den Knieverletzungen auf (39,1 %), an der oberen Extremität verletzten sich die Funicarver (33,0 %) am häufigsten. In diesem Bereich bleibt es 2003/04 und 2004/05 beim Überwiegen der Funicarver (33,3 %), am Kniegelenk verletzten sich laut der aktuellen Ergebnisse nun jedoch die Allroundcarver mit 37,6 % am häufigsten, während die Verletzungen bei den Race- und Funicarvern dort relativ deutlich zurückgingen (Racecarver: von 39,1 % auf 29,3 %, Funicarver: von 37,4 auf 29,3 %). Verletzungen der Wirbelsäule nahmen bei Fahrern aller Carvingskitypen zu, besonders auffällig ist dabei die Entwicklung bei den Racecarvern, bei denen sich die vertebrealen Traumen verdreifachten (Tabelle 32).

Vergleicht man die von den Verunglückten angegebene Unfallursache miteinander, so zeigen sich auch hier Veränderungen zu den drei Jahre alten Daten. Am auffälligsten veränderte sich der Anteil der Patienten, die ein Verschneiden oder Verkanten als auslösenden Faktor anführten: Während sich der Anteil im Vergleich zu 2000/02 bei den Carvern ungefähr verdoppelte (von 15,2 % auf 32,6 %), verdreifachte sich dieser sogar bei den Normalskifahrern (von 7,4 % auf 29,5 %). Anzumerken ist dabei aber, dass die im früheren Fragebogen angeführten Items „Weggerutscht“ und „Sonstige“ als Antwortmöglichkeiten im aktuellen Bogen nicht zur Wahl standen und für die großen Unterschiede teilweise verantwortlich gemacht werden könnten bzw. bei der Beurteilung berücksichtigt werden sollten. Ein Fahrfehler war in beiden Studien die am häufigsten angeführte Ursache, jedoch fiel der Prozentsatz bei Carving- und Normalskifahrern je-

weils um ca. 6 % im zeitlichen Vergleich, ähnlich wie bei den Materialfehlern, die um 1,1 % (Normalski) bzw. 2,6 % zurückgingen.

Mittels zweiseitigem χ^2 -Test ergab sich ein signifikanter Rückgang der durch einen Materialfehler bedingten Traumen bei den Carvern ($p < 0,05$). Außerdem war der Anstieg beim Verschneiden/Verkanten beider Skitypen nach χ^2 hochsignifikant, was sich auch nach hinzurechnen der Fälle, die ein „Wegrutschen“ angaben, bestätigte ($p < 0,01$). Bei den Kollisionsunfällen, wie auch bei allen anderen Unfallhergängen, ergaben sich dagegen keine signifikanten Veränderungen im Zeitvergleich bei den beiden am häufigsten verwendeten Skitypen (Tabelle 33).

4 Diskussion

4.1 Überlegungen zum verwendeten Datenmaterial

Zielsetzung der vorliegenden Arbeit war es, Unterschiede im Verletzungsmuster von Carving- und Normalskifahrern im untersuchten Zeitraum zu identifizieren. Außerdem sollten, durch den Vergleich der aktuellen Daten mit früher erhobenen, mögliche Veränderungen im orthopädischen Verletzungsmuster bei den Nutzern der beiden Skitypen im Zeitverlauf untersucht werden. Um ein großes, möglichst das ganze Patientenkollektiv zu erfassen, wurden Patienten über zwei Skisaisons mit Hilfe eines Fragebogens zu unterschiedlichen verletzungsrelevanten Parametern befragt. Dies machte die Befragung von insgesamt 1383 Patienten, die im Skigebiet Garmisch-Partenkirchen in den Wintersaisons 2003/04 und 2004/05 einen Skiunfall erlitten, möglich.

Kritisch angemerkt werden können, im Bezug auf die Repräsentativität der vorliegenden Studie für das Skigebiet Garmisch-Partenkirchen, negative Einflussfaktoren wie ein Nichtaufsuchen der Klinik nach dem Skiunfall, zum Beispiel wegen einer Bagatellevletzung, Abreise und medizinische Versorgung am Heimatort oder primärer Behandlung beim niedergelassenen Orthopäden/ Allgemeinmediziner, außerdem das Hinzukommen von Patienten aus anderen angrenzenden Skigebieten. Zu erwähnen sind dabei auch verunglückte Skifahrer, die den an sie ausgeteilten Fragebogen aus den verschiedensten Gründen nicht oder nur unvollständig ausfüllten.

Dennoch können die vorliegenden Daten als statistisch hinreichende Grundlage für die Untersuchung von Sportverletzungen beim Skifahren angesehen werden.

Hinsichtlich der Vergleichbarkeit der Daten mit denen der in den Jahren 2000 bis 2002 von Gerland [22] durchgeführten Untersuchung von Verletzungen beim Carvingskifahren, müssen einige Einschränkungen gemacht werden: Aufgrund von Modifikationen einzelner Items des verwendeten Fragebogens im Zeitverlauf wurde der zeitliche Vergleich bei diesen Fragestellungen erschwert. Dies war vor allem bei den anzukreuzenden Möglichkeiten für die Unfallursache der Fall, die im aktuellen Fragebogen detaillierter abgefragt wurden, im Bogen von 2000/02 dagegen noch teilweise durch eine freie Beschreibung des Unfallherganges durch die Patienten ersetzt waren. Die wichtigsten verletzungsrelevanten Parameter, wie Diagnose, verwendetes Sportgerät, Auslö-

sen der Bindung, usw., wurden jedoch im Zeitverlauf unverändert abgefragt, wodurch eine gute Vergleichbarkeit der Daten gegeben war.

Der durchgeführte Datenvergleich kann dabei kurzfristige Trendentwicklungen aufzeigen („short-term-trend“), besonders interessant werden in diesem Zusammenhang jedoch sicher weitere Untersuchungen sein um längerfristige Aussagen treffen zu können.

4.2 Sportgeräteverteilung

Der in den vergangenen Jahren kontinuierlich gestiegene Anteil von Carvingski im Skisport ist auch anhand der von uns gewonnenen Daten nachvollziehbar: Waren in den Saisons 2000/2001 und 2001/2002 noch 37,7 % bzw. 54,5 % [22] der verunglückten Patienten auf einem Carvingski unterwegs, so waren es im aktuellen Untersuchungszeitraum 2003/2004 und 2004/2005 bereits 64,5 % und 70,3 % (Abbildung 12).

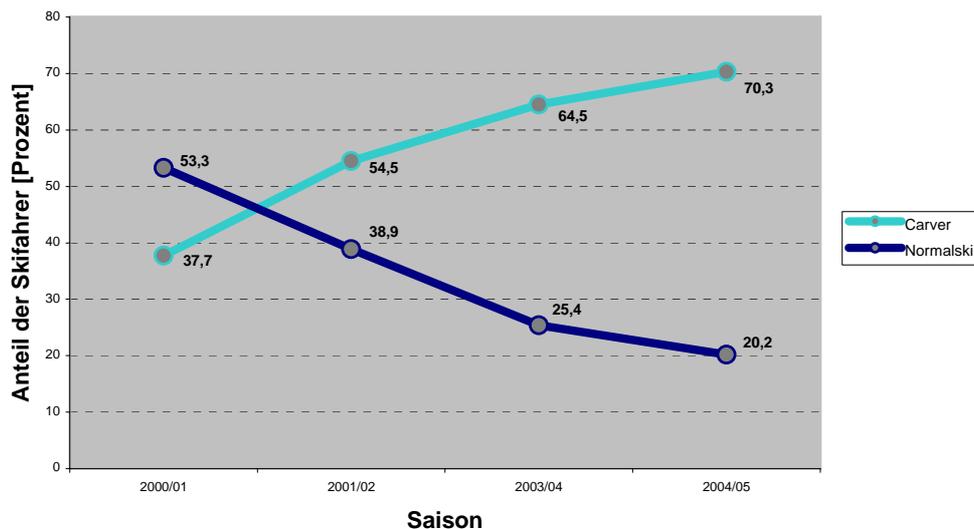


Abbildung 12: Anteil der mit Normal- und Carvingski verunglückten Patienten im Zeitverlauf.

Die Frage, ob sich diese Werte mit dem tatsächlichem Carveranteil auf der Piste decken, ist mit Hilfe der vorliegenden Daten nicht ausreichend zu beantworten, da die ausgewerteten Fragebögen ausschließlich von befragten Patienten, also verunglückten Personen, stammen und somit keine repräsentative Stichprobe aller Skifahrer darstellen. Verschiedene Autoren gehen jedoch aktuell von einer Carverquote von inzwischen 80-85 % aus

[24, 32, 53]. Basierend auf diesen Daten könnte gesagt werden, dass der Umbruchprozess hinsichtlich des Materials im alpinen Skisport weitgehend abgeschlossen ist.

4.3 Allgemeine Verletzungsentwicklung

Das Verletzungsmuster in dem von uns untersuchten Patientenkollektiv deckt sich grundsätzlich mit anderen, in der Literatur vorhandenen, Untersuchungen von Sportverletzungen beim Skifahren [24, 32, 34, 43, 44, 49, 67].

Hierbei lag das Verletzungsrisiko im beobachteten Zeitraum mit 1,7 Verletzungen pro 1000 Skitage insgesamt etwas unter den Angaben vergleichbarer Studien, in denen meist Werte von 2- 4 „injuries per 1000 skier days“ genannt werden [7, 17, 34, 67]. Dabei wären auch hier verschiedene bereits angesprochene Faktoren, wie die Behandlung in einer anderen Klinik der näheren Umgebung bzw. im ambulanten Bereich, die Abreise und Behandlung am Heimatort sowie das Nichtausfüllen des Fragebogens als statistische Störgrößen denkbar.

Insgesamt ist die Gesamtzahl der Verletzungen im alpinen Skisport, wie von verschiedenen Autoren beschrieben, in den vergangenen 60 Jahren deutlich zurückgegangen, was vor allem auf einer Reduktion von Verletzungen distal des Knies zurückzuführen ist [6, 7, 34, 46, 48, 55, 57, 67]. Gleichzeitig wurde ein Anstieg der Knieverletzungen beobachtet, der, ebenso wie der Rückgang bei den Unterschenkel- und Sprunggelenkverletzungen, auf Verbesserungen des Materials und hier vor allem auf die Einführung der modernen Sicherheitsbindung zurückgeführt wird [6, 55, 57].

Auch in unserem Vergleich der aktuellen mit den 2000/02 gewonnenen Daten [22] stellte sich das Gesamtverletzungsmuster insgesamt konstant dar und wies kaum signifikante Veränderungen auf. Lediglich die Meniskusverletzungen zeigten einen signifikanten Rückgang, während bei den OSG-Läsionen ein signifikanter Anstieg zu verzeichnen war.

Der kurzfristige Trend bei den Sprunggelenkverletzungen würde dabei eine Abweichung von dem erwähnten, in der Literatur beschriebenen allgemeinen Rückgang von Verletzungen distal des Kniegelenkes bedeuten [6, 7, 34, 46, 48, 55, 57, 67]. Auch Ett-

linger et al. beschreiben in einer 29-Jahres-Studie zumindest gleichbleibende Zahlen bei den „lower leg injuries“ für die 90er Jahre [18].

Da es sich hierbei, wie auch beim Rückgang der Meniskusläsionen, um kurzfristige Trendentwicklungen handelt, scheinen Nachuntersuchungen der folgenden Skiwinter sinnvoll um zu eruieren, ob die beobachteten Veränderungen einmalig auftretenden Phänomenen zuzuordnen sind sich hieraus langfristig stabile Trends ableiten lassen können.

Knieverletzungen

Verletzungen des Knies lagen auch in den aktuellen Daten mit 36,2 % an erster Stelle, damit stellte das Kniegelenk die Körperregion mit dem höchsten Verletzungsrisiko dar. Die übrigen Verletzungen der unteren Extremität machten 13,3 % aus.

Bei den Verletzungen des Kniegelenks überwogen Schäden der Bandstrukturen, wobei sich das vordere Kreuzband mit 32,7 % als die am häufigsten betroffene Struktur des Knies herauskristallisierte. Verschiedene Untersuchungen bestätigen diese Werte und nennen Zahlen von 25-30 % [28, 33, 54, 61], Chissell et al. kommen auf 45 % [7], Warme et al. beschreiben in ihrer Studie 49 % [67] und Feagin et al. sogar 60 % [20] ACL-Läsionen.

Die Unfallmechanismen, die im Skisport zu einer Ruptur bzw. Teilruptur des vorderen Kreuzbandes führen können, unterscheiden sich grundlegend von denen anderer Sportarten wie Fußball oder Basketball, wo vor allem Dezelerations-, Richtungswechsel- und Kontakttraumata eine Rolle spielen [34].

Unterschiedliche Konstellationen, die eine Ruptur verursachen können, werden dabei diskutiert. Ettliger et al. [17] sehen hier zum einen den sogenannten „boot-induced mechanism“, bei dem der Fahrer beim Landen nach einem Sprung bei gestrecktem Knie zuerst mit dem Skiende auf der Piste aufkommt, wodurch ein Hebeleffekt mit starkem Vorschub der Tibia und resultierender Beanspruchung des Kreuzbandes erzeugt wird. Diese „passive“ Hebelwirkung wird dabei vor allem durch den starren Skischuh begünstigt [17, 57].

Als wesentlich häufiger beschreiben die Autoren [17] jedoch den „phantom-foot-mechanism“, bei dem der Skifahrer die Balance verliert und hierdurch zunächst in Rücklage, dann in eine Hockstellung („back seat“) gerät. Beim Versuch des Fahrers, den Oberkörper aus der Falllinie zum Bergski zu drehen behält der verkantete Talski seine Richtung bei und beschleunigt noch, wodurch sowohl Valgus- als auch Außenrotationsstress am betroffenen Knie entstehen. Durch Kontraktion des M. Quadrizeps („violent contraction“) beim Versuch des Fahrers, den Oberkörper wieder in Vorlage zu bringen und das Gleichgewicht wiederherzustellen, kann sich der biomechanische Stress auf das Band zusätzlich erhöhen, woraus eine vollständige Ruptur resultieren kann. Denn die hierbei entstehenden Kräfte sorgen für eine Verlagerung der Tibia nach ventral und sind umso größer, je mehr Kraft durch den Oberschenkelmuskel aufgebaut werden kann, weshalb dieser Mechanismus besonders bei gut austrainierten Sportlern, vor allem im Spitzensport, eine Rolle zu spielen scheint [17, 48, 55, 67].

Hunter [34] beschreibt außerdem noch den „valgus-external rotation mechanism“ (Verkanten der Skiinnenseite mit Außenrotationstrauma bei Sturz nach vorne zwischen die Ski) als dritten Mechanismus, andere in der Literatur beschriebene Ätiologien wie Hyperextensions-, Kollisions- [17] und Hyperflexionstraumen [57] werden ebenfalls, wenn auch insgesamt seltener, beobachtet.

Mit 31,7 % am zweithäufigsten in Mitleidenschaft gezogen wurde in der vorliegenden Untersuchung das Innenband, wobei einige Publikationen die Innenband- zum Teil auch vor den Kreuzband-Läsionen sehen [55, 67]. Mehrfachverletzungen des Kniegelenkes machten 11,5 % der Knieverletzungen aus. Hierbei traten kombinierte Läsionen des vorderen Kreuz- und des Innenbands (43,3 %), laut Barber im Vergleich zu anderen Sportarten am häufigsten im Skisport zu finden [3], und solche des Innenbandes und des Innenmeniskus' (25,0 %) am häufigsten auf. Ursächlich kommen für Hull [33] und Pressman et al. [55], ähnlich wie bei der isolierten Kreuzbandruptur, auch bei der Verletzung beider Bandstrukturen Außenrotations- und Valgusmomente, zum Beispiel bei einem Drehsturz nach vorne, als geeignete Mechanismen in Frage, Barber [3] beschreibt ebenfalls einen „slow twisting fall“.

Die „klassische“ „unhappy-triad“ (ACL-, MCL- und mediale Meniskusläsion) wurde in unserem Kollektiv nur zweimal diagnostiziert; laut verschiedener Autoren [54, 55, 57] wird diese, von O'Donoghue bereits 1950 propagierte Skiverletzung inzwischen selte-

ner beobachtet als die Triade aus ACL-, MCL- und lateraler Meniskusläsion, die jedoch im untersuchten Zeitraum nicht diagnostiziert wurde. Barber konnte in einer arthroskopischen Studie bei Patienten mit ACL- und Innenband-Defizienz sogar zeigen, dass begleitende Innenmeniskusläsionen nie ohne gleichzeitigen Schaden des Außenmeniskus auftreten [3]. Nach Cimino [8] sind, im Vergleich zu anderen Sportarten bei denen Rupturen des vorderen Kreuzbandes auftreten, begleitende Meniskusläsionen im Skisport vergleichsweise selten. Auch die vorliegenden Ergebnisse zeigen hier lediglich einen Anteil von 11,7 % an allen kombinierten Knieverletzungen.

Wesentlich häufiger trat dagegen eine gleichzeitige Verletzung von Innenband und Innenmeniskus auf, immerhin ein Viertel aller Mehrfachverletzungen des Kniegelenks wies diese Lokalisationen gleichzeitig auf.

Verletzungen der oberen Extremität

Mit 29,5 % am insgesamt zweithäufigsten beobachtet wurden im untersuchten Zeitraum Verletzungen der oberen Extremität.

Bei diesen überwogen mit 21,2 % solche der Schulter, 15,8 % verletzten sich am Daumen (ohne Skidaumen), bei 9,1 % wurde ein sog. „Skidaumen“ diagnostiziert. Dieser stellt eine Schädigung des ulnaren Kollateralbandes des Daumengrundgelenks dar, die gehäuft besonders im Skisport auftritt, jedoch prinzipiell auch in anderen Sportarten wie Basketball oder Volleyball beobachtet werden kann [68]. Dabei kommt es beim Sturz auf die reflektorisch ausgestreckte Hand, bei festgehaltenem Skistock, zum Radialabduktions-Hyperextensions-Trauma am Scharniergelenk [21, 31]. Einige Autoren beschreiben den Skidaumen als die häufigste Diagnose der oberen Extremität [63] oder sehen den Anteil bei 7 % [67] bzw. 18 % der Gesamtverletzungen [16], in unserer Untersuchung wurde jedoch lediglich knapp jede zehnte Verletzung der oberen Extremität bzw. 2,7 % aller Diagnosen als Skidaumen identifiziert.

Geschlechtsspezifische Verletzungsverteilung

Die Untersuchung geschlechtsspezifischer Verletzungsmuster ergab deutliche Unterschiede in den Bereichen Knie und obere Extremität.

Frauen zogen sich hochsignifikant mehr Knieverletzungen sowie Rupturen des vorderen Kreuzbandes zu als die männlichen Skifahrer. Dies bestätigt Studien zahlreicher Auto-

ren, die ebenfalls ein erhöhtes Risiko für eine Verletzung dieser Strukturen bei weiblichen Athleten sehen [15, 29, 35, 52, 57, 64, 71, 72]. Läsionen des medialen Kollateralbandes waren ebenfalls signifikant häufiger bei den weiblichen Fahrern zu finden. Die Gründe für die erhöhte Anfälligkeit des Bandapparates des Knies, speziell des VKB, sind nach Hunter noch weitgehend unklar [34], es werden jedoch „extrinsische Faktoren“ wie Muskelstärke, Kondition und Technik, und „intrinsische Faktoren“ wie Bandlaxizität, Femurkerbenbreite und hormonelle Einflüsse, in der Literatur diskutiert [29, 34, 35, 47, 64, 71, 72].

Männer verletzten sich demgegenüber hochsignifikant häufiger an Rumpf, oberer Extremität (Schulter) und Weichteilen als Frauen, wobei sich diese Tendenzen ebenfalls in anderen Verletzungsstatistiken beim Skifahren wiederfinden [22, 27, 37, 59]. Begründet wird dies mit einer erhöhten Rate von Anpralltraumen bei männlichen Skifahrern [27, 59], wofür eine risikoreichere Fahrweise auf Seiten der Männer mitverantwortlich sein könnte.

4.4 Carvingspezifische Verletzungsmuster

Seit Einführung des Carvingskis vor fast 10 Jahren wird, zum Teil sehr kontrovers, darüber diskutiert, ob dieser das Verletzungsrisiko im alpinen Skisport, sowohl was die Häufigkeit als auch den Schweregrad der Verletzungen betrifft, erhöhen würde. Genährt wird diese Diskussion unter anderem auch durch spektakuläre Stürze von Weltcup-Rennläufern, die auf den stärker taillierten Ski (mit resultierenden schweren Verletzungen) verunglückten [19, 53]. Interessant scheint dabei jedoch vor allem die Frage, wie sich Carvingski auf Verletzungsmuster im Breitensport auswirken. Bisher existieren in der Literatur nur wenige Arbeiten, die einen direkten Vergleich von Carving- und Normalski zur Grundlage haben [22, 37, 39, 40, 49, 60, 69].

4.4.1 Aktuelle Entwicklung

Kniewerletzungen

Kniewerletzungen betrafen im aktuellen Zeitraum statistisch signifikant häufiger die Fahrer herkömmlicher, nichttaillierter Ski, was die Ergebnisse der durchgeführten Ver-

gleichsstudie [22] bestätigt. Auch Soltmann [60] kommt bei der Untersuchung fortgeschrittener Carving- und Normalskifahrer in der Saison 1998/99 zu diesem Ergebnis.

Hörterer [32] und Gläser [23, 24] schließen aus der Tatsache, dass die Knieverletzungen im Skisport nach den Daten der Auswertungsstelle für Skiverletzungen der ARAG-Sportversicherung seit Mitte der Neunziger Jahre (und der Einführung des Carvingskis) kontinuierlich rückläufig sind und mittlerweile ca. 80 % der Fahrer auf den Pisten einen Carver benutzen, dass taillierte Ski insgesamt eher zu einer Verminderung des Verletzungsrisikos am Knie geführt haben. Unsere Daten könnten diesen Trend, zumindest kurzfristig, bestätigen, es zeigte sich zwischen 2000/02 und 2003/05 ein Rückgang aller Knieverletzungen um fast 2 % (Tabelle 29).

Als Ursachen werden eine verminderte Sturzhäufigkeit mit Carvingski und bessere Dreheigenschaften der Carver genannt, die u. a. durch die Taillierung sowie die Kürze des Skis begünstigt werden und vor allem Anfängern das Drehen erleichtern und zu Entlastungen im Kniebereich führen können [32]. Auch Greenwald et al. konnten in einer experimentellen Studie zur Kniegelenkskinematik bei normaler Fahrweise zumindest keine signifikanten Unterschiede zwischen Normal- und Carvingski, was Bewegungsumfänge und Winkelgeschwindigkeiten des Kniegelenks betrifft, feststellen [26]. Beim eigentlichen Carven, das heißt dem Schneiden von Kurven bei minimaler Driftkomponente, dagegen ermöglicht der taillierte, kurze Ski höhere Geschwindigkeiten bei engerem Kurvenradius, wodurch der Fahrer laut Mössner et al. höheren Belastungen auch im Bereich des Kniegelenkes ausgesetzt ist [50]. Andere Untersuchungen [13, 69] konnten diese Effekte in ihrer Verletzungsstatistik untermauern und wiesen eine erhöhte Rate von Knieverletzungen bei Carvingskifahrern nach. Schwierig zu beurteilen ist jeweils, besonders in einem großen Kollektiv von überwiegend Freizeitskiläufern wie in der vorliegenden Studie, inwieweit die Nutzer von Carvingski zum Zeitpunkt des Traumas tatsächlich gecarvt sind oder die traditionelle (Parallel-) Schwungtechnik praktizierten.

Für keine der isolierten Läsionen des Kniegelenkes, wie ACL-, Innenband-, Meniskus- und Kontusionsverletzungen, konnten in der aktuellen Untersuchung signifikante Unterschiede zwischen Carving- und Normalskifahrern festgestellt werden. Rupturen des vorderen Kreuzbandes traten zwar häufiger bei Carvern auf, waren jedoch nicht, wie in

einer Studie von Wölfel et al. [69], mit einer statistischen Signifikanz erhöht. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommen auch Johnson et al. [40], die in ihrer 3-Jahres-Studie mehr ACL-Rupturen bei fortgeschrittenen Carvern fanden, die jedoch ebenfalls nicht signifikant häufiger auftraten.

Natri et al. [52] denken, dass die Konstruktion des Carvingskis in unkontrollierten Situationen eher eine Ruptur des vorderen Kreuzbandes begünstigt als der normale Ski, wofür eine charakteristische Kombination von Kräften und Drehmomenten ursächlich sei. Auch Yamagishi et al. halten ein erhöhtes Risiko von „phantom-foot“-Traumen beim Carven für möglich, da der Carvingskifahrer ihrer Ansicht nach mehr Gewicht auf das Skiende verlagert als der Fahrer eines konventionellen Skis [73]. Hintermeister dagegen meint, dass im Falle eines Verschneidens mit einem Carvingski sogar vergleichsweise geringere Kräfte auf das Kniegelenk übertragen würden als mit einem Normalski [30]. Johnson verglich in einer der frühen Studien zu Beginn des Carvingtrends 1996/97 146 Carving- mit 266 Normalskifahrern, konnte dabei aber kein statistisch signifikant gehäuftes Auftreten von ACL-Rupturen bei Carvern feststellen [39]. Insgesamt kann die Datenlage auf diesem Gebiet somit als relativ variabel bezeichnet werden.

In unserem longitudinalen Vergleich ging die Rate der ACL-Läsionen bei den Carvern leicht zurück, bemerkenswert war jedoch ein signifikanter Rückgang der Meniskusläsionen in diesem Zeitraum. Ansonsten ergaben sich im zeitlichen Vergleich bei beiden Skitypen nur geringfügige Veränderungen in der Läsionsrate der verschiedenen Kniestrukturen, wobei keine statistische Signifikanz nachgewiesen werden konnte. Worauf die genannten Veränderungen bei den Carvern zurückzuführen sind bzw. ob es sich dabei um einen „statistischen Ausreißer“ handelt, bleibt letztlich unklar. Für Klarheit könnte hier eine Untersuchung der folgenden Skisaisons sorgen.

Die angesprochenen Mehrfachverletzungen des Knies zeigten keine signifikanten Unterschiede zwischen Carvern und Normalskifahrern. Somit scheint das Risiko, sich bei einer Verletzung des Kniegelenkes besonders schwerwiegende, also Läsionen von zwei oder mehr Strukturen, zuzuziehen, zumindest nach den vorliegenden Daten mit keinem der beiden Skitypen signifikant erhöht zu sein. Auch andere Untersuchungen sehen hier keinen negativen Zusammenhang mit der Nutzung taillierter Ski [40, 49].

Obere Extremität

Bei Verletzungen der oberen Extremität lagen die Normalskifahrer insgesamt geringfügig vor den Carvern. Ein signifikanter Unterschied konnte im direkten Vergleich, wie schon vor 3 Jahren, nicht identifiziert werden. Vermutungen von Schneider [58], die erhöhte Oberkörperschräglage beim Carven bei gleichzeitig erhöhter Kurvengeschwindigkeit könnte hier eine erhöhte Anzahl an Traumen, ähnlich wie beim Snowboarden, hervorrufen, können somit nicht bestätigt werden.

Auch die einzelnen Diagnosen/ Verletzungen ließen zumindest keine signifikanten Unterschiede zwischen den Skitypen erkennen. Eine Ausnahme bildeten lediglich die Unterarmverletzungen, die bei Normalskifahrern hochsignifikant häufiger beobachtet wurden als bei den Fahrern taillierter Ski. Gerland hatte hier 2000/02 keine Unterschiede festgestellt, dagegen jedoch eine signifikant erhöhte Rate von Oberarmfrakturen bei Carvern nachgewiesen, die sich in der aktuellen Untersuchung wiederum nicht bestätigen ließ [22].

Auch Wölfel et al. fanden eine erhöhte Rate distaler Radiusfrakturen bei den Normalskifahrern ihres Patientenkollektivs [69]. In der vorliegenden Untersuchung bestanden die genannten Läsionen des Unterarms ebenfalls zur großen Mehrheit aus Radiusfrakturen, eine spezifische Unterteilung nach Lokalisation der Fraktur, wie in Wölfels Arbeit, erfolgte jedoch nicht. Jais [37] beobachtete in seiner vergleichenden Studie ebenfalls signifikant mehr Unterarmfrakturen in der Gruppe der Normalskifahrer, kann hierfür jedoch keine schlüssige Erklärung finden und wertet dies als statistischen Ausreißer. Die Tatsache, dass diese Arbeit, ähnlich unserer Studie, eine Nachuntersuchung der Saisons 1998-2000 [60] darstellt und in den älteren Daten hier ebenfalls keine Unterschiede festgestellt wurden, könnte, in Verbindung mit den von uns gefundenen Ergebnissen, auf eine Trendentwicklung hindeuten. Weshalb Normalskifahrer sich häufiger am Unterarm verletzen bzw. ob in diesem Zusammenhang von einem protektiven Effekt des Carvingskis ausgegangen werden kann, müsste in Zukunft genauer untersucht werden. Insgesamt ergab sich für die beiden Skitypen keine signifikante Zu- oder Abnahme der Verletzungsquote einzelner Strukturen der oberen Extremität im Längsschnittvergleich.

Rumpfverletzungen

Rumpfverletzungen stellten sich im Vergleich zur Untersuchung von Gerland [22] insgesamt konstant dar. Innerhalb des aktuell untersuchten Zeitraums zeigte sich jedoch eine signifikante Häufung von Verletzungen des Rumpfes bei den Carvingskifahrern. Laut der drei Jahre alten Daten verletzten sich Carver dort zwar ebenfalls häufiger am Rumpf als die Normalskifahrer, es wurde dabei aber kein signifikanter Unterschied festgestellt. Soltmann [60] berichten in ihrer Studie dagegen ebenfalls von einer signifikant erhöhten Rate an carvingassoziierten Rumpfläsionen und führen ein vermehrtes Auftreten von Ausdrehstürzen am Ende des geschnittenen Schwungs beim Carven als Erklärungsversuch an. Nach Hörterer [32] hat sich das Verletzungsbild im Skisport insgesamt in den vergangenen 10 Jahren verstärkt zu den oberen Körperregionen (Kopf, Rumpf, Schulter/ Oberarm) hin verschoben [23, 32], wofür er ein geändertes Sturzverhalten seit Einführung der taillierten Ski verantwortlich macht. Aufgrund der hohen Zentrifugalkräfte, die beim Kurvenschneiden mit der Carvingtechnik auftreten, beschreibt auch er den Ausdrehsturz als ein mögliches Szenario für eine Rumpfverletzung. Aber auch die allgemein zunehmende Härte der Pisten durch die Kunstschneepräparierung wird als mögliche Ursache für die Zunahme der Verletzungen in diesem Bereich genannt [24].

Betrachtet man auch Verletzungen der Wirbelsäule unter diesem Gesichtspunkt, so zeigen die vorliegenden Daten bei den Carvern einen Anstieg der Läsionen in diesem Bereich um fast das Doppelte im Vergleich zu 2000/02 [22], während diese bei den Normalskifahrern konstant blieben. Hier könnten die beschriebenen Unfallmechanismen als Erklärungsansatz dienen. Ob sich hieraus ein stabiler Trend ableiten lassen kann müssen Langzeituntersuchungen zeigen.

4.4.2 Carvingskimodell und Verletzungsmuster

Die Untersuchung der Verletzungshäufigkeit der verschiedenen Körperregionen ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Carvingskitypen im aktuellen Zeitraum, auch wenn man diese aufgrund der unterschiedlichen Parameter wie Taillierungsradius und Skilänge, mit daraus resultierenden differierenden Belastungsmomenten, hätte erwarten können. Hier könnte erneut die Frage nach der tatsächlich praktizierten Fahrtechnik bei Freizeitskifahrern gestellt werden, dass heißt inwieweit der einzelne

die Technik, für die sein Carvingmodell konzipiert wurde auch wirklich beherrschte [19, 36, 53]. Soltmann und Jais [37, 60] untersuchten in zwei groß angelegten Studien über insgesamt vier Skiwinter Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen Taillierungsradien und den aufgetretenen Verletzungsmustern, konnten jedoch ebenfalls keine signifikanten Zusammenhänge feststellen.

Dennoch kann die aktuell beobachtete Verteilung der Verletzungen zumindest als auffällig bezeichnet werden: Das Verletzungsmuster in der größten Gruppe, der Allroundcarver, kam dem des Gesamtkollektiv am nächsten, während bei Race- und Funccarvern die obere Extremität die am häufigsten betroffene Körperregion war. Nach den vorliegenden Ergebnissen waren die Fahrer dieser beiden Skitypen auch deutlich häufiger den fortgeschrittenen und den Wettkampfskifahrern zuzuordnen als die Allrounder, weshalb man ihnen unter Umständen ein verstärktes Anwenden der Carvingtechnik unterstellen könnte. Denn für Fahrer extrem taillierter Ski wie den Funccarvern ist das Erlernen einer speziellen Technik nach Dingerkus et al. unumgänglich [13], wenn sie die Vorteile dieses Sportgerätes ausschöpfen wollen. Dazu gehört das Experimentieren mit extremen Kurvenlagen ohne Stöcke und bei niedrigen Geschwindigkeiten [32, 45, 70]. Die dabei propagierte Berührung des Schnees mit den Händen („Snowtouch“) würde hier eine direkte Gewalteinwirkung im Bereich der oberen Extremität ermöglichen [9]. Das gehäufte Verletzungsauftreten in diesem Bereich mit Racecarvingski, mit denen Kurven, besonders von gut trainierten Fahrern, mit höheren Geschwindigkeiten gefahren werden können [1, 62], könnte als Folge erhöhter Zentrifugalkräfte bei hohen Geschwindigkeiten [32, 50] mit resultierenden Ausdrehstürzen erklärt werden [32].

Im aktuellen Zeitraum fuhr die Mehrzahl der Verunglückten einen Allroundcarver, während dies in den Saisons 2000/02 noch für die Racecarver der Fall war [22]. Möglicherweise haben sich hier das Kaufverhalten der Skiläufer und die Beratung beim Skikauf geändert. Auch das Verletzungsmuster verschob sich in diesem Zeitraum: Während sich die klassische Verletzungsverteilung in den aktuellen Saisons bei den Allroundcarvern zeigte, lag diese vor drei Jahren noch auf Seiten der Racecarvingskifahrer. Im Zusammenhang mit den oben angeführten Überlegungen könnte man vermuten, dass sich der durchschnittliche Freizeitskiläufer mittlerweile, anders als noch vor einigen Jahren, eher für einen Allroundcarver entscheidet oder im Sportfachhandel vermehrt in dieser Rich-

tung beraten wird, während ambitioniertere Fahrer tendenziell eher zum Race- bzw. Fun-carver greifen.

4.4.3 Carvingverletzungen und Verletzungsursache/ -mechanismus

Seit Beginn des Carvingtrends sind carvingspezifische Verletzungsursachen bzw. –mechanismen Gegenstand sportmedizinischer Untersuchungen und Diskussionen [4, 39, 41, 62, 65].

In der vorliegenden Untersuchung gaben Normalskifahrer signifikant häufiger an aufgrund eines Fahrfehlers ohne Fremdbeteiligung, der insgesamt am häufigsten genannten Unfallursache, verunglückt zu sein als Carvingskifahrer. Diese zogen sich dagegen hochsignifikant häufiger eine Verletzung infolge eines Sprunges zu, einem insgesamt eher seltenen Verletzungsmechanismus, den Hörterer [32] vor allem dem alpinen Skirennlauf zuordnet. Fath [19] meint, dass weite Sprünge mit dem taillierten Ski schwieriger zu beherrschen wären als mit konventionellen, bezieht dies jedoch ebenfalls vor allem auf den Leistungssport. In anderen vergleichenden Studien wurde bisher ebenfalls nicht von derartigen Unterschieden bei diesem Traumamechanismus berichtet [22, 69], hier scheinen weitere Untersuchungen sinnvoll um zu eruieren, ob es sich bei diesem Ergebnis um eine saisonale Abweichung handelt.

Bei den übrigen Verletzungsursachen ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Skitypen.

Kollisionsunfälle traten mit 11,0 % (Normalski) bzw. 12,5 % (Carver) statistisch nicht signifikant gehäuft bei einem der beiden Skitypen auf und bewegten sich auch prozentual im Bereich von Studien, die mit einem ähnlichen Fragebogen evaluiert wurden [22, 69].

Obwohl ein deutlich vermehrtes Auftreten solcher Traumen aufgrund des größeren Platzbedarfs mit dem Carvingski auf der Piste, größerer Kurvenradien [32] und des Ausfahrens von Schwüngen teilweise gegen den Berg [13], nahe läge, und auch Dingerkus und Mang [13] bei ihrer Auswertung einer Carvingpopulation auf 17 % Kollisionsverletzungen kommen, konnten Autoren anderer vergleichender Untersuchungen dies ebenfalls nicht bestätigen [37, 39, 40]. Carver verletzten sich in der vorliegenden Studie dennoch etwas häufiger infolge einer Kollision als Normalskifahrer.

Jendrusch et al. [38] meinen, dass nicht nur der Anteil der Carvingskifahrer insgesamt steigt, sondern auch die Zahl derer, die mit der Zeit adäquate Carvingstechniken erlernen und anwenden. Damit wachse auch das Risiko von Kollisionstraumen auf der Piste, allerdings zeigen die von ihnen jährlich durchgeführten Untersuchungen [23, 24] im Langzeitvergleich bisher keine zeitlich konstante Zunahme in diesem Bereich.

Auch im von uns durchgeführten 3-Jahres-Vergleich ergaben sich keine signifikanten Veränderungen bei den Kollisionsunfällen.

Ein Verschneiden oder Verkanten wurde als zweithäufigste Unfallursache insgesamt deutlich häufiger genannt als in der Untersuchung von Gerland [22], ein signifikanter Unterschied zwischen Carving- und Normalski ergab sich nach den aktuellen Daten jedoch nicht. Die Fahrer taillierter Ski (32,6 %) gaben dennoch etwas häufiger ein Verschneiden/ Verkanten an als die Fahrer konventioneller Modelle (29,5 %). In Gerlands [22] Studie zeigten sich jedoch, ähnlich wie bei Wölfel et al. [69], insgesamt deutlich geringere Werte beim Verschneiden sowohl bei Carving- als auch bei Normalskifahrern. Lediglich Dingerkus et al. [13] beschreiben einen ähnlich hohen Wert (32 %) beim „Verschneiden beim Schwingen“ von Carvern wie wir. Die Zunahme im Längsschnittvergleich stellte sich dementsprechend, auch nach der bereits erwähnten Addition der auf einem „Wegrutschen“ basierenden Unfälle, als hochsignifikant dar. Als Erklärungsansatz für diese Entwicklung könnte der gleichzeitige Rückgang des, relativ unspezifischen, „Fahrfehlers“ im Zeitvergleich dienen, bei dem man Überschneidungen mit dem Verkanten/ Verschneiden, das ja streng genommen ebenfalls einen Fahrfehler darstellt, bei der Angabe durch die Patienten auf dem Bogen unterstellen könnte. Letztlich kann der beschriebene drastische Anstieg nicht endgültig erklärt werden, eine exaktere Formulierung zur Vermeidung von Überschneidungen oder die Möglichkeit von Mehrfachnennungen könnten hier eventuell sinnvoll sein.

Allgemein werden beim Carven unter anderem Ständerhöhungen, welche die Reaktion auf Abweichbewegungen erschweren, sowie die starken Taillierungsradien, die eine Abweichung von der Fahrlinie intensivieren, für ein erhöhtes Risiko des Verkantens/ Verschneidens verantwortlich gemacht [32]. Spitzenpfeil [62] sieht ein Problem ebenfalls im engeren Kurvenradius beim Carven, der dem Fahrer bzw. seinen reflexbasierten, gleichgewichtsstabilisierenden Regulationsmechanismen in unvorhergesehenen

Situationen, wie einem Verschneiden, bei hoher Geschwindigkeit weniger Zeit für Korrekturprozesse lässt.

Im Vergleich zu 2000/02 gaben verunglückte Carvingskifahrer signifikant seltener einen Materialfehler als Unfallursache an und auch Normalskifahrern nannten diesen Grund deutlich seltener als noch vor drei Jahren. Welche Arten von Materialfehler hierbei eine Rolle spielten, wo diese auftraten (Ski, Skischuh, Bindung) bzw. ob die Weiterentwicklung der Sportgeräte/ verbesserte Materialeigenschaften allgemein für diese Reduktion verantwortlich gemacht werden können, kann anhand der vorliegenden Daten leider nicht ausreichend beantwortet werden und müsste in diesem Zusammenhang genauer untersucht bzw. abgefragt werden.

4.4.4 Carvingverletzungen und Fahrkönnen

Nach den vorliegenden Daten wählten Wettkampf- und sehr gute Skifahrer häufiger einen Carvingski als Anfänger und gute Fahrer, die noch öfter auf einen Normalski zurückgriffen. Einen solchen Trend beschreiben auch andere Autoren, die zu ähnlichen Ergebnissen kommen [22, 69].

Insgesamt zeigte sich bei beiden Skitypen mit zunehmendem Fahrkönnen eine Abnahme von Läsionen am Kniegelenk bei gleichzeitiger Zunahme von Verletzungen der oberen Extremität. Im Bezug auf die Carvingskifahrer könnte man vermuten, dass bei fortgeschritteneren Fahrern, wie von Jendrusch et al. [38] angedeutet, verstärkt auch wirklich das eigentliche „Carven“ im Vordergrund steht, was nach Meinung verschiedener Autoren [9, 32] zu einem gehäuftem Auftreten von proximaleren Verletzungen, beispielsweise der oberen Extremität, führt. Untermauern könnte dies die Tatsache, dass bei den Carvern, insgesamt etwas deutlicher als bei den konventionellen Skifahrern, auch Rumpf- und Kopfverletzungen mit zunehmendem Fahrkönnen anstiegen. Einschränkung hinsichtlich einer skitypenspezifischen Aussage muss jedoch gesagt werden, dass die genannten Trends in ähnlicher Ausprägung bei beiden Skitypen vorhanden waren, was eine eindeutige Aussage in dieser Hinsicht erschwert.

Im direkten Vergleich zeigten sich in keiner Fahrkönnensklasse signifikante Unterschiede zwischen den beiden Skitypen was die Verletzungshäufigkeit der verschiedenen Körperregionen betrifft. Dennoch ließ sich ein gehäuftes Auftreten von Verletzungen

einzelner Körperregionen ausmachen. Sehr gute Carver verletzten sich danach fast doppelt so häufig an Kopf und Wirbelsäule wie die Normalskifahrer derselben Könnensklasse, was die oben genannten Aussagen stützen würde. Auch bei den Anfängern überwogen jedoch Wirbelsäulenverletzungen auf Seiten der Carver relativ deutlich (3,9 % gegenüber 0,8 %).

Signifikante Unterschiede zwischen den Skitypen konnten, bei gleichem Können, auch bezüglich der Verletzungshäufigkeit der verschiedenen Kniegelenksstrukturen nicht ausgemacht werden. Insgesamt traten Knieverletzungen zwar, wie erwähnt, mit zunehmendem Fahrkönnen seltener auf, die Rate der VKB-Rupturen stieg dabei jedoch gleichzeitig an während sich die Innenbandläsionen gegenläufig verhielten und abnahmen. Auch Dingerkus et al. [13] sowie Glass [25] kommen zu ähnlichen Ergebnissen und beziehen sich in diesem Zusammenhang auf Untersuchungen aus Vermont [39, 40], nach denen bei fortgeschrittenen Skifahrern ein erhöhtes Risiko für eine vordere Kreuzbandruptur besteht. Ein Grund hierfür könnte im besseren Trainingszustand und der größeren körperlichen Fitness sportlich ambitionierter Fahrer zu suchen sein, die, wie bereits beschrieben, beim „phantom-foot“- Mechanismus einen größeren Kraftaufbau über die Oberschenkelmuskulatur erreichen und so den biomechanischen Stress auf das Band erhöhen können.

4.4.5 Carvingverletzungen und Unfallzeitpunkt/ gefahrene Zeit

Bei den Fragen nach dem Zeitpunkt des Unglücks und der bis dahin gefahrenen Zeit, die den Faktor der Ermüdung und den daraus resultierenden Unfällen implizieren, ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen Carving- und Normalskifahrern. Es zeigte sich, wie schon 3 Jahre zuvor [22], bei beiden Skitypen ein zweigipfliges Verletzungsaufkommen, wobei die Peaks am späten Vormittag (zwischen 11 und 12 Uhr) und am Skitagesende (zwischen 15 und 16 Uhr) auftraten.

Laut verschiedener Autoren erleichtern taillierte Ski die Schwungauslösung und das Drehen der Ski, wodurch weniger Muskeleinsatz erforderlich ist und letztlich Kraft eingespart werden kann [30, 42, 62, 70]. Dies scheint wohl in besonderem Maße bei Ausübung der herkömmlichen Fahrtechnik der Fall zu sein. Bei der eigentlichen Carvingtechnik dagegen sehen die meisten Autoren, aufgrund größerer Belastung durch höhere Geschwindigkeiten bei verringerten Kurvenradien, erhöhte muskuläre Belastungen mit

gesteigertem Kraftaufwand [12, 32, 62, 65, 70]. Dennoch zeigen die vorliegenden Ergebnisse keinen Einfluss des Carvingskis auf eine vorzeitige Ermüdung mit gesteigertem Verletzungsrisiko, wobei die Frage nach der verwendeten Fahrtechnik, wie erwähnt, unklar bleibt und somit eine genauere Analyse erschwert.

5 Schlussfolgerung

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Auswirkungen der Carvingstechnik auf das orthopädische Verletzungsmuster im alpinen Skisport hinsichtlich verschiedener verletzungsrelevanter Parameter zu analysieren. Hierfür wurden 1383 Patienten im Alter von zwei bis 82 Jahren, die in den Wintersaisons 2003/04 und 2004/05 wegen eines Skiunfalls die Ambulanz des Klinikums Garmisch-Partenkirchen aufsuchten, mittels eines standardisierten Fragebogens befragt.

Der Trend vom konventionellen- zum taillierten Ski konnte dabei durch die vorliegende Studie bestätigt werden. Es zeigte sich, vor allem in Verbindung mit der Voruntersuchung von Gerland [22], ein stetig steigender Anteil an Carvingski, der in der Saison 2004/05 bereits rund 70 % betrug.

Beim Vergleich der Verletzungsmuster beider Skitypen ergaben sich signifikante Unterschiede: Carvingskifahrer verletzten sich signifikant häufiger am Rumpf als Normalskifahrer, während sich diese signifikant mehr Verletzungen im Bereich des Kniegelenks und hochsignifikant mehr im Bereich des Unterarmes (Radiusfraktur) zuzogen. Weder bei den Läsionen einzelner Strukturen des Knies, wie vorderes Kreuzband, Innenband, Menisken, noch was kombinierte Verletzungen dieser Strukturen im Sinne von Mehrfachverletzungen betrifft, konnten dagegen signifikante Unterschiede bei der Verletzungshäufigkeit zwischen beiden Sportgeräten ausgemacht werden.

Im longitudinalen Vergleich ergaben sich im Gesamtverletzungsmuster nur geringfügige Veränderungen zu der Erhebung von 2000/02. Lediglich Meniskusläsionen stellten sich im Zeitvergleich als signifikant vermindert dar, während ein signifikanter Anstieg bei den OSG-Verletzungen auftrat, wobei die Ursache für die beobachteten Veränderungen letztlich unklar bleibt und durch weitere Untersuchungen verifiziert werden könnte. Auffällig waren in diesem Zusammenhang auch eine Verdoppelung der Verletzungen der Wirbelsäule sowie der signifikante Rückgang der Meniskusläsionen in der Population der Carvingskifahrer, die ebenfalls im Rahmen langfristiger Studien beobachtet werden sollten.

Kollisionsunfälle traten, entgegen einiger Vermutungen, bei Carvingskifahrern nicht signifikant gehäuft auf. Normalskifahrer verunglückten jedoch im untersuchten Zeitraum signifikant häufiger aufgrund eines Fahrfehlers, während Carvingskifahrer hochsignifikant öfter einen Sprung als Unfallursache angaben.

Das Fahrkönnen scheint keinen signifikanten Einfluss auf das Verletzungsmuster beider Skitypen zu haben, auch wenn sich bei beiden mit zunehmendem Können tendenziell ein Anstieg der Verletzungen im Bereich der oberen Extremität bei gleichzeitigem Rückgang der Kniegelenkstraumen ausmachen ließ. Auch VKB-Rupturen waren mit zunehmendem Können insgesamt häufiger zu beobachten, während sich Innenbandläsionen gegenläufig verhielten.

Die Analyse des Unfallzeitpunktes ergab keine nennenswerten Differenzen zwischen den Skimodellen. Somit scheint das verwendete Material im direkten Vergleich keinen Einfluss auf die Verletzungshäufigkeit im Sinne einer frühzeitigen Ermüdung des Fahrers auszuüben.

Als Problem bei der durchgeführten Befragung stellte sich allgemein das Eruiere der vom Skifahrer zum Zeitpunkt des Unfalls praktizierten Fahrtechnik dar, die nach Meinung verschiedener Autoren einen entscheidenden Einfluss auf Verletzungsrisiko und -muster zu haben scheint. Hier könnte, auch vor dem Hintergrund dass der Umbruchprozess vom Normal- zum Carvingski wohl in einigen Jahren vollständig abgeschlossen sein wird, bei zukünftigen Evaluationen von Skiverletzungen eventuell über ein Abfragen der zum Unfallzeitpunkt verwendeten Technik nachgedacht werden.

Darüber hinaus müssen Langzeitstudien zeigen, wie sich der Carvingski bzw. die Carvingstechnik langfristig auf das Verletzungsmuster im alpinen Skisport auswirken werden.

6 Literaturverzeichnis

1. **Bachleitner R.:** Alpiner Wintersport. Studienverlag 1998; 66: Was ist neu am Bewegungsablauf des Carving?
2. **Backhaus K., Erichson B., Plinke W., Weiber R.:** Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung. 8.Auflage. Springer 2003; 229-57: Kreuztabellierung und Kontingenzanalyse
3. **Barber F. A.:** Snow skiing combined anterior cruciate ligament/ medial collateral ligament disruptions. Arthroscopy 1994; 10: 85-89
4. **Boldrino C.:** Risk analysis carving. A new version in alpine skiing. Sportverletz Sportschaden 1997; 11: 148-9
5. **Bortz J., Lienert G. A.:** Kurzgefasste Statistik für die klinische Forschung. 2. Auflage. Springer 2003; 61ff: Testmethoden für Häufigkeiten
6. **Boutin, R.D., Fritz, R.C.:** MRI of snow skiing and snowboarding injuries. Seminars in musculoskeletal radiology 2005; 4: 360-378
7. **Chissell, H., Feagin J., Warme W., Lambert K., King P., Johnson L.:** Trends in ski and snowboard injuries. Sports Med 1996; 22: 141-145
8. **Cimino P. M.:** The incidence of meniscal tears associated with acute anterior cruciate ligament disruption secondary to snow accidents. Arthroscopy 1994; 10: 198-200
9. **Dann K.:** Carving- und Snowboardverletzungen aus sporttraumatologischer Sicht. Gesellschaft für orthopädisch-traumatologische Sportmedizin (GOTS). Internet: www.gots.org, Download am: 1.08.2006
10. **Deibert M.C., Aronsson D.D., Johnson R.J., Ettliger C.F., Shealy J.E.:** Skiing injuries in Children, Adolescents and Adults. Journal of Bone and Joint Surgery 1998; 80: 25-32
11. **Deutscher Verband für das Skilehrerwesen e.V.:** Skilehrplan Carven. BLV 2004; 59: Historischer Rückblick , 6-9: Grundsätzliches zum Carverski
12. **Dingerkus M. L.:** Trendsportart Carving- Genuss nur für Geübte? Mitteilungen der TU München 2002; 3: 47-8
13. **Dingerkus M. L., Mang A.:** Verletzungen und Überlastungen beim Carving. Sportorthopädie- Sport-Traumatologie 2001; 17: 213-8

14. **Ekeland A., Holtmoen A., Lystad H.:** Lower extremity equipment-related injuries in alpine recreational skiers. *Am J Sports Med* 1993; 21: 201-5
15. **Ekeland A., Rodven A.:** Injuries in alpine skiers, telemarkers and snowboarders at norwegian ski resorts. *Skiing trauma and safety- Fourteenth volume; American society for testing and materials* 2003: 97-104
16. **Engkvist O., Balkfors B., Lindsjö U.:** Thumb injuries in downhill skiing. *Int J Sports Med* 1982; 3: 50-55
17. **Ettliger C. F., Johnson R.J., Shealy J. E.:** A method to help reduce the risk of serious knee sprains incurred in alpine skiing. *Am J Sports Med* 1995; 23: 531-7
18. **Ettliger C. F., Johnson R.J., Shealy J. E.:** Where do we go from here? *Skiing trauma and safety- Fourteenth volume; American society for testing and materials* 2003: 53-63
19. **Fath R.:** Gefährlich carvt, wer richtig carvt. *Ärztezeitung* 2000; Internet: www.aerztezeitung.de, Download am: 1.08.2006
20. **Feagin J. A., Lambert K. L., Cunningham R. R., Anderson L. M., Riegel J., King P. H., van Genderen L.:** Consideration of the anterior cruciate ligament injury in skiing. *Clinical orthopaedics and related research* 1987; 216: 13-18
21. **Fricker R., Hintermann B.:** Skier's thumb. Treatment, prevention and recommendations. *Sports Med* 1995; 19: 73-9
22. **Gerland S.:** Veränderungen der Verletzungsmuster beim alpinen Skilauf durch die Carvingtechnik. *Dissertationsarbeit an der Medizinischen Fakultät der Bayerischen Julius-Maximilians-Universität Würzburg* 2004
23. **Gläser H.:** Unfälle im alpinen Skisport- Zahlen und Trends der Skisaison 2002/03. *Auswertungsstelle für Skiunfälle der ARAG Sportversicherung (ASU Ski)* 2004
24. **Gläser H.:** Unfälle im alpinen Skisport- Zahlen und Trends der Skisaison 2004/05. *Auswertungsstelle für Skiunfälle der ARAG Sportversicherung (ASU Ski)* 2006
25. **Glass N.:** Cutting a tight curve increases injuries. *The Lancet* 2000; 355: 293

26. **Greenwald R. M., Swanson S. C., McDonald T. R.:** A comparison of the effect of ski sidecut on three-dimensional knee joint kinematics during a ski run. *Sportverletz Sportschaden* 1997; 11: 129-33
27. **Greenwald R. M., France E. P., Rosenborg T. D.:** Significant gender differences in alpine skiing injuries: A five year study. *Skiing trauma and safety-Tenth volume; American society for testing and materials* 1996: 36-44
28. **Hame S. L., Oakes D. A., Markolf K. L.:** Injury to the anterior cruciate ligament during alpine skiing. *Am J Sports Med* 2002; 30: 537-540
29. **Harmon K. G., Ireland M. L.:** Gender differences in noncontact anterior cruciate ligament injuries. *Clinics in Sports Medicine* 2000; 19: 287-302
30. **Hintermeister R. A.:** What do we know about super-sidecut skis? *Sportverletz Sportschaden* 1997; 11: 137-9
31. **Höcker K., Pachucki A.:** Diagnostik und Behandlung der Bandverletzung am Daumengrundgelenk. *Sportverletz Sportschaden* 1992; 6: 165-69
32. **Hörterer H.:** Carving skiing. *Der Orthopäde* 2005; 34: 426-32
33. **Hull M. L.:** Analysis of skiing accidents involving combined injuries to the medial collateral and anterior cruciate ligaments. *Am J Sports Med.* 1997; 25: 35-40
34. **Hunter R. E.:** Skiing injuries. *Am J Sports Med* 1999; 27: 381-9
35. **Hutchinson M. R., Ireland M. L.:** Knee injuries in female athletes. *Sports Med* 1995; 19: 288-302
36. **Imhoff A., Hörterer H.:** Das ist doch kein Beinbruch- Verletzungen durch Wintersport. 8. Internationaler Kongress für Wintersportmedizin, Garmisch-Partenkirchen 2006. Internet: www.presseportal.de, Download am: 1.08.2006
37. **Jais R.:** Verletzungen im alpinen Skisport unter Berücksichtigung der Entwicklung in der Skitechnologie. Zweite Erhebung 2001. Dissertationsarbeit an der Medizinischen Fakultät der Technischen Universität München 2005
38. **Jendrusch, G., Henke T., Gläser H.:** Entwicklungen im Skiunfallgeschehen im Zeitraum von 1997 bis 2002. Auswertungsstelle für Skiunfälle der ARAG Sportversicherung (ASU Ski) 2003

39. **Johnson R. J., Ettliger C. F., Shealy J. F., Meader C.:** Impact of super sidecut skis on the epidemiology of skiing injuries. *Sportverletzung Sportschaden* 1997; 11: 150-152
40. **Johnson R. J., Natri A., Ettliger C. F., Shealy J. E.:** Three-year study of carving skis. *Science and skiing II* 2001; 41: 529-43
41. **Kaiser F.:** Carving compared with the technique of competitive skiing and that of recreational skiing. *Sportverletz Sportschaden* 1997; 11: 126-8
42. **Kober E., Held H. J.:** Carving expands the skiing field. *Sportverletz Sportschaden* 1997; 11: 122-23
43. **Kocher M.S., Dupre M.M., Feagin J.A. :** Shoulder injuries from alpine skiing and snowboarding. *Sports Med* 1998; 25: 201-211
44. **Koehle M. S., Lloyd-Smith R., Taunton J. E.:** Alpine ski injuries and their prevention. *Sports Med* 2002; 32: 785-93
45. **Kuchler W.:** Carving – Ein neuer Spaß am Skifahren. Rowohlt Verlag 1997; 11-15: Einführung. , 135-141: Anhang
46. **Laskowski:** Snow Skiing. Physical medicine and rehabilitation clinics of North America 1999; 10: 189-211
47. **Liu S. H., Al-Shaikh R. A., Panossian V., Finerman G. A., Lane J. M.:** Estrogen affects the cellular metabolism of the anterior cruciate ligament. A potential explanation for female athletic injury. *Am J Sports Med* 1997; 25: 704-9
48. **McConkey J. P.:** Anterior cruciate ligament rupture in skiing. A new mechanism of injury. *Am J Sports Med* 1986; 14: 160-164
49. **Merkur A., Whelan K. M., Kuah D., Choo P.:** The effect of ski shape on injury occurrence in downhill skiing. *Skiing trauma and safety- Fourteenth volume; American society for testing and materials* 2003: 129-39
50. **Mössner M., Nachbauer W., Schindelwig K.:** Einfluss der Skitailierung auf Schwungradradius und Belastung. *Sportverletz Sportschaden* 1997; 11: 140-5
51. **Müller E., Schwameder H.:** Biomechanical aspects of new techniques in alpine skiing and ski-jumping. *Journal of Sport Sciences* 2003; 21: 679-692
52. **Natri A., Beynon B. D., Ettliger C. F., Johnson R. J., Shealy J. E.:** Alpine ski bindings and injuries. Current findings. *Sports Med* 1999; 28: 35-48

53. **Neumaier J.:** Injuries in winter sports. Every 3rd injury involves the knee. MMW- Fortschr Med 2006; 6: 4-8
54. **Paletta G. A., Levine D. S., O'Brien S. J., Wickiewicz T. L., Warren R. F.:** Patterns of meniscal injury associated with acute anterior cruciate ligament injury in skiers. Am J Sports Med 1992; 20: 542-7
55. **Pressman, A., Johnson D. H.:** A review of ski injuries resulting in combined injury to the anterior cruciate ligament and medial collateral ligaments. Arthroscopy 2003; 2: 194-202
56. **Roschinski, J.:** Carven- Faszination auf Skiern. Meyer & Meyer Verlag 2003; 30-40: Unterschiedliche Carvingmodelle
57. **Rossi, M. J., Lubowitz, J. H., Guttmann, D.:** The skier's knee. Arthroscopy 2003; 1: 75-84
58. **Schneider K. P.:** Technical safety aspects of carving equipment. Sportverletz Sportschaden 1997; 11: 146-7
59. **Shealy J. E., Ettlinger C.F.:** Gender-related injury patterns in skiing. Skiing trauma and safety- Tenth volume; American society for testing and materials 1996: 73-6
60. **Soltmann, J.:** Verletzungen im alpinen Skisport unter Berücksichtigung der Entwicklung in der Skitechnologie. Erste Erhebung 1998-2000. Dissertationsarbeit an der Medizinischen Fakultät der Technischen Universität München 2005
61. **Speer K. P., Warren R. F., Wickiewicz T. L., Horowitz L., Henderson L.:** Observations on the injury mechanism of anterior cruciate ligament tears in skiers. Am J Sports Med 1995; 25: 77-81
62. **Spitzenpfeil P., Mester J.:** Carving and ski technique- aspects of biological regulation. Sportverletz Sportschaden 1997; 11: 134-6
63. **Van Dommelen B. A., Zvirbulis R.A.:** Upper extremity injuries in snow skiers. Am J Sports Med 1989; 17: 751-53
64. **Viola R. W., Steadman J. R., Mair S. D., Briggs K. K., Sterett W. I.:** Anterior cruciate ligament injury incidence among male and female professional alpine skiers. Am J Sports Med 1999; 27: 792-5
65. **Vogel W.:** Carving. Sportverletz Sportschaden 1997; 11: 124-5

66. **Wallner H:** Carven – Skilauf perfekt. Hollinek Verlag 2002; 60- 87: Zur Praxis.
67. **Warne W. J., Feagin J. A., King P., Lambert K. L., Cunningham R. R.:** Ski injury statistics, 1982 to 1993, Jackson Hole Ski Resort. Am J Sports Med 1995; 23: 597-600
68. **Wilhelm K., Kreusser T., Euler E.:** Der Skidaumen. Der Orthopäde 1989; 18: 273-83
69. **Wölfel R., Köhne G., Schaller C., Gerland S., Walther M.:** Dangers in Carving. Sportverletz Sportschaden 2003; 17: 123-131
70. **Wörndle W.:** Carving – a new ski trend. Effects on skiing technique and course safety. Sportverletz Sportschaden 1997; 11: 118-21
71. **Wojtys E. M., Huston L. J., Lindenfeld T. N., Hewett T. E., Greenfield M. L.:** Association between the menstrual cycle and anterior cruciate ligament injuries in female athletes. Am J Sports Med 1998; 26: 614-19
72. **Wojtys E. M., Huston L. J., Melbourne D., Boynton, Spindler K. P., Lindenfeld T. N.:** The effect of the menstrual cycle on anterior cruciate ligament injuries in women as determined by hormone levels. Am J Sports Med 2002; 30: 182-88
73. **Yamagish T., Fuji K., Kato S., Tsukawaki M., Ozawa T.:** Analysis of carving and conventional ski measured pressured distributions during carving turns. Skiing trauma and safety- Fourteenth volume; American society for testing and materials 2003: 3-9

7 Anhang

Fragebogen Klinikum Garmisch-Partenkirchen 2003/05:

SKIVERLETZUNGEN

Klinikum Garmisch-Partenkirchen

Abteilung für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie

Chefarzt PD Dr. med. R. Wölfel

Name: Vorname:

Geb.-Datum:

Wohnort:

Unfalltag: Unfallzeit: Unfallort:

Bereits gefahrene Stunden am Unfalltag:

Pistenbeschaffenheit: Präparierte Piste Eis Buckel
Tiefschnee Half Pipe Abseits der Piste

Fahrkönnen: Anfänger
 Gut
 Sehr gut
 Wettkampf

Skierfahrung in Jahren:

Material: „Normalski“
Carver
Race Allround oder Easy
Fun oder Slalom

Tourenski Telemark
Snow-Blade Twin TIP Big Foot
Skilänge: <150cm <160cm <170cm <180cm <190cm
>190cm

Ursache: Fahrfehler Sprung Kollision
Materialfehler Liftunfall Übermüdung
Verschneiden/Verkanten

Auslösen der Bindung: Nein Ja (links rechts beide

Transport in die Klinik: Krankenwagen selbst
Hubschrauber

Weiteres bitte durch den Arzt ausfüllen lassen

Diagnose:

Therapie:

Stationärer Aufenthalt erforderlich: ja nein

Operation erforderlich: ja nein

Vielen Dank und gute Besserung!!!

Tabellen:**Tabelle 1: Altersstruktur und Geschlecht**

Alter [Jahren]	Männer		Frauen		Gesamt	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
<10	56	8,9	28	5,6	84	7,5
10-19	115	18,3	78	15,6	193	17,1
20-29	125	19,9	101	20,2	226	20,1
30-39	134	21,4	108	21,6	242	21,5
40-49	110	17,5	93	18,6	203	18,0
50-59	48	7,7	70	14,0	118	10,5
60-69	29	4,6	19	3,8	48	4,3
70-79	10	1,6	2	0,4	12	1,1
Gesamt	627	100,0	499	100,0	1126	100,0

Tabelle 2.1: Sportgeräteverteilung

Sportgerät	Saison 2003/04		Saison 2004/05		Beide Saisons	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
Normalski	194	25,4	121	20,2	315	23,1
Carvingski	493	64,5	422	70,3	915	67,1
Andere	77	10,1	57	9,5	134	9,8
Gesamt	764	100,0	600	100,0	1364	100,0

Tabelle 2.2: Carvingskitypen-Verteilung

Sportgerät	Saison 2003/04		Saison 2004/05		Beide Saisons	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
Normalski	194	25,4	121	20,2	315	23,1
Racecarver	85	11,1	55	9,2	140	10,3
Allroundcarver	365	47,8	335	55,8	700	51,3
Funcarver	43	5,6	32	5,3	75	5,5
Tourencarver	19	2,5	14	2,3	33	2,4
Telemark	5	0,7	3	0,5	8	0,6
Snow Blade	24	3,1	20	3,3	44	3,2
Twin Tip	16	2,1	19	3,2	35	2,6
Big Food	13	1,7	1	0,2	14	1,0
Gesamt	764	100,0	600	100,0	1364	100,0

Tabelle 3: Geschlechtsspezifische Sportgeräteverteilung

Sportgerät	Männer		Frauen		Gesamt	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
Normalski	136	21,8	113	23,1	249	22,4
Carvingski	404	64,6	349	71,4	753	67,6
Andere	85	13,6	27	5,5	112	10,1
Gesamt	625	100,0	489	100,0	1114	100,0

Tabelle 4: Verletzungsverteilung (gesamt) Saison 2003/04 und 2004/05

	Verletzte Struktur	Anzahl	Prozent von Körperregion	Prozent von Gesamt
Knie	ACL	165	32,7	11,9
	Außenband	9	1,8	0,7
	Außenmeniskus	6	1,2	0,4
	Kontusion/Distorsion	103	20,4	7,4
	Innenband	160	31,7	11,6
	Innenmeniskus	50	9,9	3,6
	Patella	9	1,8	0,7
	Unhappy Triad	2	0,4	0,1
	Gesamt	504	100,0	36,4
Kopf	Kopfverletzung	56	100,0	4,0
Obere Extremität	AC-Gelenk	31	7,6	2,2
	Clavicula	34	8,4	2,5
	Daumen	64	15,8	4,6
	Ellbogen	9	2,2	0,7
	Hand	48	11,8	3,5
	Handgelenk	16	3,9	1,2
	Humerus	40	9,9	2,9
	Radius	39	9,6	2,8
	Schulter	86	21,2	6,2
	Skidaumen	37	9,1	2,7
	Gesamt	404	100,0	29,3
Rumpf	Innere Organe	3	4,5	0,2
	Rippen/Thorax	64	95,5	4,6
	Gesamt	67	100,0	4,8
Untere Extremität	Becken	9	4,9	0,7
	Fuß	12	6,6	0,9
	Oberschenkel	23	12,6	1,7
	OSG	57	31,1	4,1
	Unterschenkel	82	44,8	5,9
	Gesamt	183	100,0	13,3
Weichteilverletzung		113	100,0	8,2
Wirbelsäule		56	100,0	4,0
Gesamt		1383		100,0

Tabelle 5: Verletzungsverteilung nach Skitypen

	Normalski		Carvingski		Andere		Gesamt	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Knie	132 *	41,9	326	35,6	36	26,9	494	36,2
Kopf	10	3,2	42	4,6	4	3,0	56	4,1
Obere Extremität	100	31,7	267	29,2	36	26,9	403	29,5
Rumpf	9	2,9	53 *	5,8	3	2,2	65	4,8
Untere Extremität	37	11,7	110	12,0	34	25,4	181	13,3
Weichteilverletzung	19	6,0	76	8,3	14	10,4	109	8,0
Wirbelsäule	8	2,5	41	4,5	7	5,2	56	4,1
Gesamt	315	100	915	100	134	100	1364	100

*nach dem Chi-Quadrat-Test signifikant unterschiedlich beim Vergleich von Carving- und Normalskifahrern; Vergleich nicht durchgeführt für „Andere“ Sportgeräte

Tabelle 6: Verletzte Strukturen nach Skitypen

	Verletzte Struktur	Normalski		Carvingski		Andere	
		Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Knie	ACL	42	31,8	114	35,0	6	16,7
	Außenband	2	1,5	7	2,1	0	0,0
	Außenmeniskus	3	2,3	3	0,9	0	0,0
	Kontusion/ Distorsion	27	20,5	63	19,3	13	36,1
	Innenband	39	29,5	98	30,1	16	44,4
	Innenmeniskus	15	11,4	34	10,4	1	2,8
	Patella	4	3,0	5	1,5	0	0,0
	Unhappy triad	0	0,0	2	0,6	0	0,0
	Gesamt	132	100	326	100	36	100
Kopf	Kopfverletzung	10	100	42	100	4	100
Obere Extremität	AC-Gelenk	6	6,0	22	8,2	3	8,3
	Clavicula	8	8,0	24	9,0	2	5,6
	Daumen	17	17,0	40	15,0	7	19,4
	Ellbogen	4	4,0	4	1,5	1	2,8
	Hand	10	10,0	33	12,4	2	5,6
	Handgelenk	6	6,0	7	2,6	3	8,3
	Humerus	7	7,0	31	11,6	2	5,6
	Radius	15 **	15,0	18	6,7	6	16,7
	Schulter	21	21,0	58	21,7	7	19,4
	Skidaumen	6	6,0	28	10,5	3	8,3
	Weichteilverletz.	0	0,0	2	0,7	0	0,0
	Gesamt	100	100	267	100	36	100
Rumpf	Innere Organe	0	0,0	3	5,7	0	0,0
	Rippen/Thorax	9	100,0	50	94,3	3	100,0
	Gesamt	9	100	53	100	3	100
Untere Extremität	Becken	4	10,8	4	3,6	1	2,9
	Fuß	2	5,4	9	8,2	1	2,9
	Oberschenkel	2	5,4	17	15,5	4	11,8
	OSG	12	32,4	30	27,3	14	41,2
	Unterschenkel	17	45,9	50	45,5	14	41,2
	Gesamt	37	100,0	110	100,0	34	100,0
Weichteilverletzung		19	100	76	100	14	100
Wirbelsäule		8	100	41	100	7	100

** nach dem Chi²-Test hochsignifikant unterschiedlich (p < 0,01) beim Vergleich von Carving- mit Normalskifahrern

Tabelle 7: Verletzungsverteilung nach Carvertypen

	Sportgerät					
	Race Carver		Allround/Easy Carver		Fun/Slalom Carver	
Körperregion	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
Knie	41	29,3	263	37,6	22	29,3
Kopf	7	5,0	31	4,4	4	5,3
Obere Extremität	46	32,9	196	28,0	25	33,3
Rumpf	11	7,9	38	5,4	4	5,3
Untere Extremität	12	8,6	86	12,3	12	16,0
Weichteilverletzung	13	9,3	57	8,1	6	8,0
Wirbelsäule	10	7,1	29	4,1	2	2,7
Gesamt	140	100	700	100	75	100

Tabelle 8.1: Mehrfachverletzungen Kniegelenk

		Häufigkeit	Prozent
VKB	+ Innenband	26	43,3
	+ Innenmeniskus	4	6,7
	+ Innenband + Innenmeniskus (Unhappy Triad)	2	3,3
	+ Außenband	1	1,7
	+ Außenmeniskus	3	5,0
Innenband	+ Innenmeniskus	15	25,0
	+ Außenmeniskus	1	1,7
Kontusion	+ Patella	1	1,7
	+ Innenband	2	3,3
	+ Innenmeniskus	2	3,3
	+ Außenmeniskus	1	1,7
Andere	Außenband + Außenmeniskus	1	1,7
	Patella + Innenmeniskus	1	1,7
Gesamt		60	100,0

Tabelle 8.2: Mehrfachverletzungen nach Sportgerät

		Normalski		Carvingski	
		Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
VKB	+ Innenband	7	53,8	19	42,2
	+ Innenmeniskus	0	0,0	4	8,9
	+ Innenband + Innenmeniskus (Unhappy Triad)	0	0,0	2	4,4
	+ Außenband	0	0,0	1	2,2
	+ Außenmeniskus	1	7,7	2	4,4
Innenband	+ Außenmeniskus	0	0,0	1	2,2
	+ Innenmeniskus	2	15,4	13	28,9
Kontusion	+ Patella	1	7,7	0	0,0
	+ Innenband	1	7,7	1	2,2
	+ Innenmeniskus	1	7,7	1	2,2
Andere	Außenband + Außenmeniskus	0	0,0	1	2,2
Gesamt		13	100,0	45	100,0

Tabelle 9: Spezielle Verletzungen nach Carvertypen

	Verletzte Struktur	Race Carver		Allround/Easy Carver		Fun/Slalom Carver	
		Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Knie	ACL	15	10,7	89	12,7	10	13,3
	Außenband	3	2,1	4	0,6	0	0,0
	Außenmeniskus	2	1,4	1	0,1	0	0,0
	Kontusion/ Distorsion	10	7,1	48	6,9	5	6,7
	Innenband	7	5,0	87	12,4	4	5,3
	Innenmeniskus	3	2,1	29	4,1	2	2,7
	Patella	1	0,7	4	0,6	0	0,0
	Unhappy triad	0	0,0	1	0,1	1	1,3
	Gesamt	41	29,3	263	37,6	22	29,3
Kopf	Kopfverletzung	7	5,0	31	4,4	4	5,3
Obere Extremität	AC-Gelenk	2	1,4	19	2,7	1	1,3
	Clavicula	6	4,3	17	2,4	1	1,3
	Daumen	4	2,9	32	4,6	4	5,3
	Ellbogen	1	0,7	3	0,4	0	0,0
	Hand	9	6,4	19	2,7	5	6,7
	Handgelenk	0	0,0	6	0,9	1	1,3
	Humerus	5	3,6	25	3,6	1	1,3
	Radius	4	2,9	11	1,6	3	4,0
	Schulter	7	5,0	45	6,4	6	8,0
	Skidaumen	8	5,7	18	2,6	2	2,7
	Gesamt	46	32,9	196	28,0	25	33,3
Rumpf	Innere Organe	2	1,4	1	0,1	0	0,0
	Rippen/Thorax	9	6,4	37	5,3	4	5,3
	Gesamt	11	7,9	38	5,4	4	5,3
Untere Extremität	Becken	0	0,0	3	0,4	1	1,3
	Fuß	2	1,4	4	0,6	3	4,0
	Oberschenkel	1	0,7	15	2,1	1	1,3
	OSG	6	4,3	22	3,1	2	2,7
	Tibia	0	0,0	27	3,9	2	2,7
	Unterschenkel	3	2,1	11	1,6	3	4,0
	Gesamt	12	8,6	86	12,3	12	16,0
Weichteilverletzung		13	9,3	58	8,3	7	9,3
Wirbelsäule		10	7,1	29	4,1	2	2,7
Gesamt		140	100,0	700	100,0	75	100,0

Tabelle 10: Geschlechtsspezifisches Verletzungsmuster

Betroffene Körperregion	Geschlecht			
	Männer		Frauen	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Knie	178	28,3	231 **	46,2
Kopf	19	3,0	21	4,2
Obere Extremität	211 **	33,5	116	23,2
Rumpf	42 **	6,7	10	2,0
Untere Extremität	93	14,8	66	13,2
Weichteilverletzung	65 **	10,3	29	5,8
Wirbelsäule	22	3,5	27	5,4
Gesamt	630	100,0	500	100,0

** nach dem Chi²-Test hochsignifikant unterschiedlich ($p < 0,01$) beim Vergleich der Verletzungshäufigkeit von Männern und Frauen für die jeweilige Körperregion

Tabelle 11: Geschlechtsspezifische Verletzungsverteilung nach Skitypen

	Betroffene Körperregion	Geschlecht					
		Männer		Frauen		Gesamt	
		Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Carver	Knie	107	26,5	158 **	45,3	265	35,2
	Kopf	13	3,2	16	4,6	29	3,9
	Obere Extremität	143 **	35,4	81	23,2	224	29,7
	Rumpf	32 **	7,9	9	2,6	41	5,4
	Untere Extremität	53	13,1	43	12,3	96	12,7
	Weichteilverletzung	42 *	10,4	21	6,0	63	8,4
	Wirbelsäule	14	3,5	21	6,0	35	4,6
	Gesamt	404	100,0	349	100,0	753	100,0
Normal-ski	Knie	52	38,2	55	48,7	107	43,0
	Kopf	3	2,2	5	4,4	8	3,2
	Obere Extremität	43	31,6	31	27,4	74	29,7
	Rumpf	6	4,4	1	0,9	7	2,8
	Untere Extremität	18	13,2	12	10,6	30	12,0
	Weichteilverletzung	11	8,1	5	4,4	16	6,4
	Wirbelsäule	3	2,2	4	3,5	7	2,8
	Gesamt	136	100,0	113	100,0	249	100,0
Andere	Knie	18	21,2	10	37,0	28	25,0
	Kopf	3	3,5	0	0,0	3	2,7
	Obere Extremität	23	27,1	3	11,1	26	23,2
	Rumpf	3	3,5	0	0,0	3	2,7
	Untere Extremität	22	25,9	10	37,0	32	28,6
	Weichteilverletzung	11	12,9	2	7,4	13	11,6
	Wirbelsäule	5	5,9	2	7,4	7	6,3
	Gesamt	85	100,0	27	100,0	112	100,0
Gesamt		625	100,0	489	100,0	1114	100,0

** nach dem Chi²-Test hochsignifikant unterschiedlich (p< 0,01), * signifikant unterschiedlich (p< 0,05) beim Vergleich von Männern und Frauen bei Carving- und Normalskifahrern; Vergleich nicht durchgeführt für „Andere“ Sportgeräte

Tabelle 12: Geschlechtsspezifisch betroffene Strukturen

	Betroffene Struktur	Männer		Frauen	
		Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Knie	ACL	48	7,6	86	17,2**
	Außenband	4	0,6	5	1,0
	Außenmeniskus	3	0,5	3	0,6
	Kontusion/Distorsion	41	6,5	46	9,2
	Innenband	56	8,9	64	12,8*
	Innenmeniskus	22	3,5	22	4,4
	Patella	3	0,5	5	1,0
	Unhappy triad	1	0,2	0	0,0
	Gesamt	178	28,3	231	46,2
Kopf		19	3,0	21	4,2
Obere Extremität	AC-Gelenk	18	2,9	4	0,8
	Clavicula	17	2,7	6	1,2
	Daumen	29	4,6	17	3,4
	Ellbogen	4	0,6	3	0,6
	Hand	24	3,8	16	3,2
	Handgelenk	8	1,3	7	1,4
	Humerus	14	2,2	20	4,0
	Radius	21	3,3	9	1,8
	Schulter	54	8,6**	20	4,0
	Skidaumen	21	3,3	13	2,6
	Gesamt	210	33,3	115	23,0
Rumpf	Innere Organe	1	0,2	0	0,0
	Rippen/Thorax	41	6,5	10	2,0
	Gesamt	42	6,7	10	2,0
Untere Extremität	Becken	3	0,5	5	1,0
	Fuß	7	1,1	5	1,0
	Oberschenkel	12	1,9	8	1,6
	OSG	27	4,3	20	4,0
	Unterschenkel	44	7,0	28	5,6
	Gesamt	93	14,8	66	13,2
Weichteilverletzung		66	10,5	30	6,0
Wirbelsäule		22	3,5	27	5,4
	Gesamt	630	100,0	500	100,0

** nach dem Chi²-Test hochsignifikant unterschiedlich (p< 0,01), * signifikant unterschiedlich (p< 0,05) beim Vergleich der Verletzungshäufigkeit von Männern und Frauen für die jeweils verletzte Struktur

Tabelle 13: Altersspezifisches Verletzungsmuster (gesamt)

Alter [Jahre]		Verletzte Körperregion							Gesamt
		Knie	Kopf	Obere Extremität	Rumpf	Untere Extremität	Weichteile	Wirbelsäule	
<10	Anzahl	43	6	24	4	22	6	2	107
	Prozent	40,2	5,6	22,4	3,7	20,6	5,6	1,9	100,0
10-19	Anzahl	62	13	77	8	45	16	11	232
	Prozent	26,7	5,6	33,2	3,4	19,4	6,9	4,7	100,0
20-29	Anzahl	108	11	83	11	27	21	11	272
	Prozent	39,7	4,0	30,5	4,0	9,9	7,7	4,0	100,0
30-39	Anzahl	120	11	87	13	30	24	16	301
	Prozent	39,9	3,7	28,9	4,3	10,0	8,0	5,3	100,0
40-49	Anzahl	110	10	61	18	21	23	8	251
	Prozent	43,8	4,0	24,3	7,2	8,4	9,2	3,2	100,0
50-59	Anzahl	43	1	45	7	26	14	6	142
	Prozent	30,3	0,7	31,7	4,9	18,3	9,9	4,2	100,0
60-69	Anzahl	16	2	21	5	10	6	1	61
	Prozent	26,2	3,3	34,4	8,2	16,4	9,8	1,6	100,0
70-79	Anzahl	1	2	6	0	1	1	1	12
	Prozent	8,3	16,7	50,0	0,0	8,3	8,3	8,3	100,0
>80	Anzahl	0	0	0	1	0	0	0	1
	Prozent	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0
Gesamt	Anzahl	503	56	404	67	182	111	56	1379
	Prozent	36,5	4,1	29,3	4,9	13,2	8,0	4,1	100,0

Tabelle 14: Altersspezifische Sportgeräteverteilung

Alter [Jahre]	Normalski		Carvingski		Andere		Gesamt	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
<10	40	37,4	61	57,0	6	5,6	107	100,0
10-19	45	19,8	134	59,0	48	21,1	227	100,0
20-29	67	25,2	156	58,6	43	16,2	266	100,0
30-39	64	21,3	212	70,7	24	8,0	300	100,0
40-49	52	21,1	188	76,1	7	2,8	247	100,0
50-59	28	20,1	107	77,0	4	2,9	139	100,0
60-69	15	24,6	44	72,1	2	3,3	61	100,0
70-79	1	8,3	11	91,7	0	0,0	12	100,0
>80	0	0,0	1	100,0	0	0,0	1	100,0
Gesamt	312	22,9	914	67,2	134	9,9	1360	100,0

Tabelle 15: Altersspezifisches Verletzungsmuster und verwendetes Sportgerät

Normalski									
Alter		Verletzte Körperregion							Gesamt
		Knie	Kopf	Obere Extremität	Rumpf	Untere Extremität	Weichteile	Wirbelsäule	
<10	Anzahl	20	1	10	1	6	1	1	40
	Prozent	50,0	2,5	25,0	2,5	15,0	2,5	2,5	100,0
10-19	Anzahl	10	4	19	0	8	3	1	45
	Prozent	22,2	8,9	42,2	0,0	17,8	6,7	2,2	100,0
20-29	Anzahl	30	3	18	2	8	5	1	67
	Prozent	44,8	4,5	26,9	3,0	11,9	7,5	1,5	100,0
30-39	Anzahl	28	0	24	3	5	3	1	64
	Prozent	43,8	0,0	37,5	4,7	7,8	4,7	1,6	100,0
40-49	Anzahl	28	1	10	2	4	4	3	52
	Prozent	53,8	1,9	19,2	3,8	7,7	7,7	5,8	100,0
50-59	Anzahl	10	0	11	0	4	2	1	28
	Prozent	35,7	0,0	39,3	0,0	14,3	7,1	3,6	100,0
60-69	Anzahl	5	1	5	1	2	1	0	15
	Prozent	33,3	6,7	33,3	6,7	13,3	6,7	0,0	100,0
70-79	Anzahl	0	0	1	0	0	0	0	1
	Prozent	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
Gesamt	Anzahl	131	10	98	9	37	19	8	312
	Prozent	42,0	3,2	31,4	2,9	11,9	6,1	2,6	100,0
Carvingski									
Alter		Verletzte Körperregion							Gesamt
		Knie	Kopf	Obere Extremität	Rumpf	Untere Extremität	Weichteile	Wirbelsäule	
<10	Anzahl	19	5	13	3	15	5	1	61
	Prozent	31,1	8,2	21,3	4,9	24,6	8,2	1,6	100,0
10-19	Anzahl	34	7	49	6	19	11	8	134
	Prozent	25,4	5,2	36,6	4,5	14,2	8,2	6,0	100,0
20-29	Anzahl	68	6	48	8	12	8	6	156
	Prozent	43,6	3,8	30,8	5,1	7,7	5,1	3,8	100,0
30-39	Anzahl	85	11	57	10	19	16	14	212
	Prozent	40,1	5,2	26,9	4,7	9,0	7,5	6,6	100,0
40-49	Anzahl	77	9	47	14	17	19	5	188
	Prozent	41,0	4,8	25,0	7,4	9,0	10,1	2,7	100,0
50-59	Anzahl	31	1	34	7	18	11	5	107
	Prozent	29,0	0,9	31,8	6,5	16,8	10,3	4,7	100,0
60-69	Anzahl	11	1	14	4	8	5	1	44

	Prozent	25,0	2,3	31,8	9,1	18,2	11,4	2,3	100,0
70-79	Anzahl	1	2	5	0	1	1	1	11
	Prozent	9,1	18,2	45,5	0,0	9,1	9,1	9,1	100,0
>80	Anzahl	0	0	0	1	0	0	0	1
	Prozent	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0
Gesamt	Anzahl	326	42	267	53	109	76	41	914
	Prozent	35,7	4,6	29,2	5,8	11,9	8,3	4,5	100,0

Tabelle 16: Skierfahrung und verwendetes Sportgerät

Ski- erfah- rung [Jahre]	Verwendetes Sportgerät							
	Normalski		Carvingski		Andere		Gesamt	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
0	20	42,6	23	48,9	4	8,5	47	100,0
1-2	21	35,0	39	65,0	0	0,0	60	100,0
3-5	13	19,1	46	67,6	9	13,2	68	100,0
6-10	11	16,2	52	76,5	5	7,4	68	100,0
11-15	5	16,1	22	71,0	4	12,9	31	100,0
16-20	6	18,8	25	78,1	1	3,1	32	100,0
21-30	14	19,4	54	75,0	4	5,6	72	100,0
31-40	5	16,7	21	70,0	4	13,3	30	100,0
41-50	1	10,0	9	90,0	0	0,0	10	100,0
51-60	1	50,0	1	50,0	0	0,0	2	100,0
Gesamt	97	23,1	292	69,5	31	7,4	420	100,0

Tabelle 17: Skierfahrung und Geschlecht

Ski- Erfahrung [Jahre]	Männer		Frauen		Gesamt	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
0	42	7,4	43	9,9	85	8,5
1-2	51	9,0	66 **	15,2	117	11,7
3-5	103 *	18,2	55	12,7	158	15,8
6-10	101	17,8	68	15,7	169	16,9
11-15	52	9,2	31	7,2	83	8,3
16-20	63 *	11,1	31	7,2	94	9,4
21-30	87	15,4	83	19,2	170	17,0
31-40	41	7,2	36	8,3	77	7,7
41-50	18	3,2	11	2,5	29	2,9
51-60	7	1,2	8	1,8	15	1,5
61-70	1	0,2	1	0,2	2	0,2
Gesamt	566	100,0	433	100,0	999	100,0

** nach dem Chi²-Test hochsignifikant unterschiedlich (p< 0,01), * signifikant unterschiedlich (p< 0,05) beim Vergleich von Männern und Frauen derselben Erfahrungsklasse

Tabelle 18: Erfahrungsspezifisches Verletzungsmuster

Ski-Erfahrung [Jahre]		Knie	Kopf	Obere Extremität	Rumpf	Untere Extremität	Weichteile	Wirbelsäule	Gesamt
0	Anzahl	51	4	25	1	14	3	0	98
	Prozent	52,0	4,1	25,5	1,0	14,3	3,1	0,0	100,0
1-2	Anzahl	63	4	42	7	21	7	5	149
	Prozent	42,3	2,7	28,2	4,7	14,1	4,7	3,4	100,0
3-5	Anzahl	69	11	53	13	30	16	8	200
	Prozent	34,5	5,5	26,5	6,5	15,0	8,0	4,0	100,0
6-10	Anzahl	69	8	76	8	34	16	7	218
	Prozent	31,7	3,7	34,9	3,7	15,6	7,3	3,2	100,0
11-15	Anzahl	31	6	31	5	14	9	4	100
	Prozent	31,0	6,0	31,0	5,0	14,0	9,0	4,0	100,0
16-20	Anzahl	32	7	34	8	10	13	6	110
	Prozent	29,1	6,4	30,9	7,3	9,1	11,8	5,5	100,0
21-30	Anzahl	72	3	63	6	27	15	10	196
	Prozent	36,7	1,5	32,1	3,1	13,8	7,7	5,1	100,0
31-40	Anzahl	30	5	27	10	10	9	3	94
	Prozent	31,9	5,3	28,7	10,6	10,6	9,6	3,2	100,0
41-50	Anzahl	10	2	14	2	4	9	1	42
	Prozent	23,8	4,8	33,3	4,8	9,5	21,4	2,4	100,0
51-60	Anzahl	2	0	7	0	4	2	1	16
	Prozent	12,5	0	43,75	0	25	12,5	6,25	100
61-70	Anzahl	0	0	1	1	0	0	1	3
	Prozent	0,0	0,0	33,3	33,3	0,0	0,0	33,3	100,0
Gesamt	Anzahl	429	50	373	61	168	99	46	1226
	Prozent	35,0	4,1	30,4	5,0	13,7	8,1	3,8	100,0

Tabelle 19: Fahrkönnen und Skiwahl

	Normalski		Carvingski		Andere		Gesamt	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Fahrkönnen								
Wettkampf	2	0,6	39	4,3	13	9,7	54	4,0
Sehr gut	34	10,8	236	25,8	47	35,1	317	23,2
Gut	152	48,3	488	53,3	54	40,3	694	50,9
Anfänger	127	40,3	152	16,6	20	14,9	299	21,9
Gesamt	315	100,0	915	100,0	134	100,0	1364	100,0

Tabelle 20: Könnensspezifisches Verletzungsmuster

Carvingskifahrer										
	Wettkampf		Sehr gutes Können		Gutes Können		Anfänger		Gesamt	
Verletzte Körperregion	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Knie	12	30,8	64	27,1	168	34,4	82	53,9	326	35,6
Kopf	3	7,7	14	5,9	19	3,9	6	3,9	42	4,6
Obere Extremität	14	35,9	85	36,0	135	27,7	33	21,7	267	29,2
Rumpf	1	2,6	17	7,2	29	5,9	6	3,9	53	5,8
Untere Extremität	5	12,8	24	10,2	68	13,9	13	8,6	110	12,0
Weichteilverletzung	3	7,7	22	9,3	45	9,2	6	3,9	76	8,3
Wirbelsäule	1	2,6	10	4,2	24	4,9	6	3,9	41	4,5
Gesamt	39	100	236	100	488	100	152	100	915	100
Normalskifahrer										
	Wettkampf		Sehr gutes Können		Gutes Können		Anfänger		Gesamt	
Verletzte Körperregion	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Knie	0	0	8	23,5	62	40,8	62	48,8	132	41,9
Kopf	0	0	1	2,9	5	3,3	4	3,1	10	3,2
Obere Extremität	1	50	13	38,2	48	31,6	38	29,9	100	31,7
Rumpf	0	0	2	5,9	5	3,3	2	1,6	9	2,9
Untere Extremität	0	0	4	11,8	18	11,8	15	11,8	37	11,7
Weichteilverletzung	1	50	5	14,7	8	5,3	5	3,9	19	6,0
Wirbelsäule	0	0	1	2,9	6	3,9	1	0,8	8	2,5
Gesamt	2	100	34	100,0	152	100,0	127	100,0	315	100,0
Gesamtverteilung										
	Wettkampf		Sehr gutes Können		Gutes Können		Anfänger		Gesamt	
Verletzte	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent

Körperregion										
Knie	14	25,9	82	25,8	251	35,7	157	51,0	504	36,4
Kopf	3	5,6	18	5,7	25	3,6	10	3,2	56	4,0
Obere Extremität	21	38,9	111	34,9	200	28,4	74	24,0	406	29,4
Rumpf	1	1,9	22	6,9	35	5,0	9	2,9	67	4,8
Untere Extremität	8	14,8	37	11,6	99	14,1	39	12,7	183	13,2
Weichteilverletzung	5	9,3	32	10,1	63	9,0	11	3,6	111	8,0
Wirbelsäule	2	3,7	16	5,0	30	4,3	8	2,6	56	4,0
Gesamt	54	100,0	318	100,0	703	100,0	308	100,0	1383	100,0

Tabelle 21: Könnensspezifische Knieverletzungen

Carvingskifahrer										
Verletzte Körperregion	Wettkampf		Sehr gutes Können		Gutes Können		Anfänger		Gesamt	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
ACL	3	21,4	34	45,9	59	31,9	24	27,0	120	33,1
Außenband	2	14,3	2	2,7	1	0,5	2	2,2	7	1,9
Außenmeniskus	0	0,0	0	0,0	3	1,6	0	0,0	3	0,8
Kontusion/ Distorsion	4	28,6	15	20,3	38	20,5	19	21,3	76	21,0
Innenband	4	28,6	15	20,3	60	32,4	35	39,3	114	31,5
Innenmeniskus	1	7,1	7	9,5	18	9,7	9	10,1	35	9,7
Patella	0	0,0	0	0,0	5	2,7	0	0,0	5	1,4
Unhappy triad	0	0,0	1	1,4	1	0,5	0	0,0	2	0,6
Gesamt	14	100,0	74	100,0	185	100,0	89	100,0	362	100,0
Normalskifahrer										
Verletzte Körperregion	Wettkampf		Sehr gutes Können		Gutes Können		Anfänger		Gesamt	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
ACL	0	0,0	3	37,5	25	40,3	14	22,6	42	31,8
Außenband	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	3,2	2	1,5
Außenmeniskus	0	0,0	0	0,0	3	4,8	0	0,0	3	2,3
Kontusion/ Distorsion	0	0,0	3	37,5	14	22,6	10	16,1	27	20,5
Innenband	0	0,0	0	0,0	12	19,4	27	43,5	39	29,5
Innenmeniskus	0	0,0	1	12,5	7	11,3	7	11,3	15	11,4
Patella	0	0,0	1	12,5	1	1,6	2	3,2	4	3,0
Gesamt	0	0,0	8	100,0	62	100,0	62	100,0	132	100,0
Gesamtverteilung										
Verletzte Körperregion	Wettkampf		Sehr gutes Können		Gutes Können		Anfänger		Gesamt	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
ACL	3	21,4	37	45,1	84	33,5	41	26,1	165	32,7
Außenband	2	14,3	2	2,4	1	0,4	4	2,5	9	1,8
Außenmeniskus	0	0,0	0	0,0	6	2,4	0	0,0	6	1,2
Kontusion/ Distorsion	4	28,6	18	22,0	52	20,7	29	18,5	103	20,4
Innenband	4	28,6	15	18,3	76	30,3	65	41,4	160	31,7

Innenmeniskus	1	7,1	8	9,8	25	10,0	16	10,2	50	9,9
Patella	0	0,0	1	1,2	6	2,4	2	1,3	9	1,8
Unhappy triad	0	0,0	1	1,2	1	0,4	0	0,0	2	0,4
Gesamt	14	100,0	82	100,0	251	100,0	157	100,0	504	100,0

Tabelle 22: Unfallursache und Skityp

Unfallursache	Normalski		Carvingski		Andere		Gesamt	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Fahrfehler	141 *	48,3	357	41,4	60	46,5	558	43,5
Sprung	7	2,4	63 **	7,3	32	24,8	102	8,0
Kollision	32	11,0	108	12,5	8	6,2	148	11,5
Materialfehler	2	0,7	11	1,3	5	3,9	18	1,4
Liftunfall	19	6,5	37	4,3	2	1,6	58	4,5
Übermüdung	5	1,7	5	0,6	2	1,6	12	0,9
Verschneiden/Verkanten	86	29,5	281	32,6	20	15,5	387	30,2
Gesamt	292	100,0	862	100,0	129	100,0	1283	100,0

** nach dem Chi²-Test hochsignifikant unterschiedlich (p< 0,01), * signifikant unterschiedlich (p< 0,05) beim Vergleich von Carving- und Normalskifahrern mit derselben Unfallursache; Vergleich nicht durchgeführt für „Andere“ Sportgeräte

Tabelle 23: Pisten-/ Schneeverhältnisse und Skityp

Untergrund	Normalski		Carvingski		Andere		Gesamt	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Präparierte Piste	215	73,9	613	70,1	58	45,3	886	68,5
Eis	35	12,0	110	12,6	17	13,3	162	12,5
Tiefschnee	14	4,8	68	7,8	18	14,1	100	7,7
Buckel	19	6,5	63	7,2	14	10,9	96	7,4
Halfpipe	1	0,3	3	0,3	11	8,6	15	1,2
Abseits der Piste	7	2,4	18	2,1	10	7,8	35	2,7
Gesamt	291	100,0	875	100,0	128	100,0	1294	100,0

Tabelle 24: Pisten-/ Schneesverhältnisse und Verletzungsmuster

Präparierte Piste								
	Normalski		Carvingski		Andere		Gesamt	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Knie	93	43,3	219	35,7	19	32,8	331	37,4
Kopf	6	2,8	27	4,4	2	3,4	35	4,0
Obere Extremität	71	33,0	176	28,7	15	25,9	262	29,6
Rumpf	6	2,8	41	6,7	0	0,0	47	5,3
Untere Extremität	23	10,7	74	12,1	20	34,5	117	13,2
Weichteilerletzung	11	5,1	48	7,8	1	1,7	60	6,8
Wirbelsäule	5	2,3	28	4,6	1	1,7	34	3,8
Gesamt	215	100,0	613	100,0	58	100,0	886	100,0
Eis								
	Normalski		Carvingski		Andere		Gesamt	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Knie	8	22,9	34	30,9	4	23,5	46	28,4
Kopf	3	8,6	6	5,5	0	0,0	9	5,6
Obere Extremität	14	40,0	36	32,7	8	47,1	58	35,8
Rumpf	1	2,9	5	4,5	1	5,9	7	4,3
Untere Extremität	4	11,4	11	10,0	2	11,8	17	10,5
Weichteilerletzung	3	8,6	12	10,9	2	11,8	17	10,5
Wirbelsäule	2	5,7	6	5,5	0	0,0	8	4,9
Gesamt	35	100,0	110	100,0	17	100,0	162	100,0
Tiefschnee								
	Normalski		Carvingski		Andere		Gesamt	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Knie	7	50,0	27	39,7	4	22,2	38	38,0
Kopf	0	0,0	3	4,4	1	5,6	4	4,0
Obere Extremität	2	14,3	16	23,5	3	16,7	21	21,0
Rumpf	0	0,0	2	2,9	0	0,0	2	2,0
Untere Extremität	3	21,4	9	13,2	3	16,7	15	15,0
Weichteilerletzung	2	14,3	8	11,8	5	27,8	15	15,0
Wirbelsäule	0	0,0	3	4,4	2	11,1	5	5,0
Gesamt	14	100,0	68	100,0	18	100,0	100	100,0
Buckel								
	Normalski		Carvingski		Andere		Gesamt	

	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Knie	7	36,8	24	38,1	2	14,3	33	34,4
Kopf	1	5,3	3	4,8	0	0,0	4	4,2
Obere Extremität	5	26,3	23	36,5	2	14,3	30	31,3
Rumpf	0	0,0	2	3,2	1	7,1	3	3,1
Untere Extremität	5	26,3	5	7,9	4	28,6	14	14,6
Weichteilerletzung	1	5,3	2	3,2	3	21,4	6	6,3
Wirbelsäule	0	0,0	4	6,3	2	14,3	6	6,3
Gesamt	19	100,0	63	100,0	14	100,0	96	100,0
Halfpipe								
	Normalski		Carvingski		Andere		Gesamt	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Knie	0	0,0	1	33,3	2	18,2	3	20,0
Kopf	0	0,0	0	0,0	1	9,1	1	6,7
Obere Extremität	0	0,0	0	0,0	5	45,5	5	33,3
Rumpf	1	100,0	0	0,0	1	9,1	2	13,3
Untere Extremität	0	0,0	2	66,7	2	18,2	4	26,7
Gesamt	1	100,0	3	100,0	11	100,0	15	100,0
Abseits der Piste								
	Normalski		Carvingski		Andere		Gesamt	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Knie	4	57,1	7	38,9	4	40,0	15	42,9
Obere Extremität	1	14,3	5	27,8	2	20,0	8	22,9
Rumpf	0	0,0	1	5,6	0	0,0	1	2,9
Untere Extremität	0	0,0	2	11,1	1	10,0	3	8,6
Weichteilerletzung	2	28,6	3	16,7	2	20,0	7	20,0
Wirbelsäule	0	0,0	0	0,0	1	10,0	1	2,9
Gesamt	7	100,0	18	100,0	10	100,0	35	100,0

Tabelle 25: Unfallzeitpunkt und Sportgerät

Unfallzeitpunkt [volle Stunden - 24h]	Normalski		Carvingski		Andere		Gesamt	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
8	0	0,0	1	0,1	0	0,0	1	0,1
9	9	2,9	12	1,3	0	0,0	21	1,6
10	16	5,2	72	8,0	7	5,5	95	7,1
11	50	16,2	129	14,4	17	13,3	196	14,7
12	36	11,7	115	12,8	16	12,5	167	12,5
13	38	12,3	115	12,8	15	11,7	168	12,6
14	61	19,8	160	17,8	26	20,3	247	18,5
15	62	20,1	168	18,7	25	19,5	255	19,1
16	33	10,7	105	11,7	15	11,7	153	11,5
17	2	0,6	13	1,4	4	3,1	19	1,4
19	0	0,0	2	0,2	2	1,6	4	0,3
20	1	0,3	2	0,2	0	0,0	3	0,2
21	0	0,0	2	0,2	1	0,8	3	0,2
23	0	0,0	1	0,1	0	0,0	1	0,1
Gesamt	308	100,0	897	100,0	128	100,0	1333	100,0

Tabelle 26: Breits gefahrene Stunden am Unfalltag und verwendetes Sportgerät

Gefahrene Stunden am Unfalltag [volle Stunden]	Normalski		Carvingski		Andere		Gesamt	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
0	32	11,1	79	9,3	16	13,7	127	10,1
1	67	23,3	202	23,7	26	22,2	295	23,4
2	79	27,4	238	27,9	26	22,2	343	27,3
3	52	18,1	160	18,8	16	13,7	228	18,1
4	32	11,1	97	11,4	18	15,4	147	11,7
5	20	6,9	61	7,2	10	8,5	91	7,2
6	5	1,7	12	1,4	5	4,3	22	1,7
7	1	0,3	2	0,2	0	0,0	3	0,2
8	0	0,0	2	0,2	0	0,0	2	0,2
Gesamt	288	100,0	853	100,0	117	100,0	1258	100,0

Tabelle 27: Auslösen der Sicherheitsbindung und Verletzungsmuster

Bindung geöffnet								
Verletzte Körperregion	Normalski		Carvingski		Andere		Gesamt	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Knie	34	27,9	105	23,2	4	12,9	143	23,6
Kopf	6	4,9	27	6,0	1	3,2	34	5,6
Obere Extremität	42	34,4	154	34,0	8	25,8	204	33,7
Rumpf	5	4,1	37	8,2	1	3,2	43	7,1
Untere Extremität	18	14,8	65	14,3	7	22,6	90	14,9
Weichteilverletzung	14	11,5	43	9,5	6	19,4	63	10,4
Wirbelsäule	3	2,5	22	4,9	4	12,9	29	4,8
Gesamt	122	100,0	453	100,0	31	100,0	606	100,0
Bindung nicht geöffnet								
Verletzte Körperregion	Normalski		Carvingski		Andere		Gesamt	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Knie	90	53,3	216	50,5	29	30,9	335	48,5
Kopf	2	1,2	12	2,8	2	2,1	16	2,3
Obere Extremität	50	29,6	101	23,6	27	28,7	178	25,8
Rumpf	4	2,4	14	3,3	2	2,1	20	2,9
Untere Extremität	17	10,1	40	9,3	25	26,6	82	11,9
Weichteilverletzung	3	1,8	30 *	7,0	6	6,4	39	5,6
Wirbelsäule	3	1,8	15	3,5	3	3,2	21	3,0
Gesamt	169	100,0	428	100,0	94	100,0	691	100,0

* nach dem Chi²-Test signifikant unterschiedlich (p < 0,05) beim Vergleich der Verletzungshäufigkeit von Carving- und Normalskifahrern für die jeweils verletzte Körperregion; Vergleich nicht durchgeführt für „Andere“ Sportgeräte

Tabelle 28: Verletzungen einzelner Strukturen im Saisonvergleich

Betroffene Körperregion	Verletzte Struktur	2000/02	2003/05
		Prozent	Prozent
Knie	Vorderes Kreuzband (ACL)	11,5	11,9
	Kontusion/Distorsion	7,2	7,4
	Innenband	10,5	11,6
	Meniskus	6,2 *	4
Kopf	Kopfverletzung	4,5	4
Obere Extremität	AC-Gelenk	2,7	2,2
	Clavicula	2,2	2,5
	Daumen und Hand	7,3	8,1
	Ellbogen	1	0,7
	Handgelenk	2,8	1,2
	Humerus	3,1	2,9
	Radius	2,2	2,8
	Schulter	5,4	6,2
	Skidaumen	3,1	2,7
Rumpf	Rumpfverletzung	4,2	4,8
Untere Extremität	Becken	1	0,7
	Fuß	0,4	0,9
	Oberschenkel	1,7	1,7
	OSG	2,6*	4,1
	Unterschenkel	8	5,9
Weichteile	Weichteilverletzung	9,3	8,2
Wirbelsäule	Wirbelsäule	3,3	4
	Gesamt	100,0	100,0

* nach dem Chi²-Test signifikant unterschiedlich (p< 0,05) im zeitlichen Vergleich für die jeweils verletzte Struktur

Tabelle 29: Betroffene Körperregionen im Saisonvergleich

Verletzte Körperregion	2000/02			2003/05		
	Normal-ski	Carver	Gesamt	Normal-ski	Carver	Gesamt
	Prozent	Prozent	Prozent	Prozent	Prozent	Prozent
Knie	41,5	36,6	38,5	41,9	35,6	36,2
Kopf	3,3	5	4	3,2	4,6	4,1
Obere Extremität	28,4	28	28,7	31,7	29,2	29,5
Rumpf	3,5	5,3	4,3	2,9	5,8	4,8
Untere Extremität	12,2	13	12,8	11,7	12,0	13,3
Weichteilverletzung	8,6	9,8	9,1	6,0	8,3	8
Wirbelsäule	2,5	2,3	2,8	2,5	4,5	4,1
Gesamt	100	100	100	100	100	100

Tabelle 30: Verletzte Strukturen der unteren Extremität im Zeitvergleich

	2000/02				2003/05			
	Normalski		Carvingski		Normalski		Carvingski	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Becken	1	0,5	5	2,5	4	2,4	4	0,9
Oberschenkel	3	1,4	8	4,1	2	1,2	17	3,9
ACL	52	24,6	55	27,9	42	24,9	114	26,1
Innenband	48	22,8	38	19,3	41	24,3	105	24,1
Meniskus	27	12,8	27 *	13,7	18	10,7	37	8,5 *
Knie-Kontusion/ Distorsion	36	17,1	24	12,2	27	16,0	63	14,4
Tibia	14	6,6	16	8,1	9	5,3	29	6,7
Unterschenkel	17	8,1	15	7,6	8	4,7	21	4,8
OSG	12	5,7	6	3,1	12	7,1	30	6,9
Fuß	1	0,5	3	1,5	2	1,2	9	2,1
Gesamt	211	100,0	197	100,0	169	100,0	436	100,0

* nach dem Chi²-Test signifikant unterschiedlich (p < 0,05) beim zeitlichen Vergleich der Verletzungshäufigkeit innerhalb der jeweiligen Skitypen-Klasse

Tabelle 31: Verletzte Strukturen der oberen Extremität im Zeitvergleich

Verletzte Struktur	2000/02				2003/05			
	Normalski		Carver		Normalski		Carver	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
AC-Gelenk	11	9,7	10	8,9	6	6,0	22	8,2
Schulter	21	18,6	17	15,2	21	21,0	58	21,7
Clavicula	8	7,1	7	6,3	8	8,0	24	9,0
Oberarm	7	6,2	18	16,1	7	7,0	31	11,6
Ellenbogen	5	4,4	3	2,7	4	4,0	4	1,5
Unterarm	9	8,0	7	6,3	15	15,0	18	6,7
Handgelenk	11	9,7	8	7,1	6	6,0	7	2,6
Skidaumen	12	10,6	10	8,9	6	6,0	28	10,5
Daumen/Hand	29	25,7	32	28,6	27	27,0	73	27,4
Gesamt	113	100,0	112	100,0	100	100	265	100

Tabelle 32: Verletzungsmuster unterschiedlicher Carvertypen im Zeitvergleich

Saisons 2000/02						
Verletzte Körperregion	Racecarver		Allroundcarver		Funcarver	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Knie	68	39,1	30	30,3	34	37,4
Kopf	9	5,2	7	7,1	2	2,2
Obere Extremität	42	24,1	30	30,3	30	33,0
Rumpf	7	4,0	6	6,1	5	5,5
Untere Extremität	26	14,9	11	11,1	13	14,3
Weichteilverletzung	18	10,3	12	12,1	6	6,6
Wirbelsäule	4	2,3	3	3,0	1	1,1
Gesamt	174	100,0	99	100,0	91	100,0
Saisons 2003/05						
Verletzte Körperregion	Racecarver		Allroundcarver		Funcarver	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Knie	41	29,3	263	37,6	22	29,3
Kopf	7	5,0	31	4,4	4	5,3
Obere Extremität	46	32,9	196	28,0	25	33,3
Rumpf	11	7,9	38	5,4	4	5,3
Untere Extremität	12	8,6	86	12,3	12	16,0
Weichteilverletzung	13	9,3	57	8,1	6	8,0
Wirbelsäule	10	7,1	29	4,1	2	2,7
Gesamt	140	100	700	100	75	100

Tabelle 33: Unfallursache und Skityp im Saisonvergleich

Unfallursache	Saisons 2000/02		Saisons 2003/05	
	Normalski	Carver	Normalski	Carver
	Prozent	Prozent	Prozent	Prozent
Fahrfehler	54,0	47,3	48,3	41,4
Sprung	4,2	4,9	2,4	7,3
Kollision/ Ausweichversuch	9,5	12,0	11,0	12,5
Materialfehler	2,8	3,56 *	0,7	1,3
Liftunfall	8,4	5,8	6,5	4,3
Verletzung durch Skikante	0,7	0,3		
Verkanten/Verschneiden	7,4	15,2	29,5 **	32,6 **
Weggerutscht	10,9	9,4		
Sonstige	2,1	1,6		
Übermüdung			1,7	0,6
Gesamt	100,0	100,0	100,0	100,0

** nach dem Chi²-Test hochsignifikant unterschiedlich (p < 0,01), * signifikant unterschiedlich (p < 0,05) beim saisonalen Vergleich der Verletzungshäufigkeit von Carving- und Normalskifahrern derselben Unfallursache

Danksagung

Bei Herrn PD Dr. Markus Walther möchte ich mich herzlich für die Überlassung des interessanten Themas, die sehr gute Betreuung der Arbeit, die Hilfestellung bei allen aufgetretenen Fragen und das angenehme Verhältnis bedanken.

Herrn Prof. Dr. Weckbach danke ich für die Übernahme des Koreferats.

Ein großer Dank auch an Herrn PD Dr. Wölfel und das Team des Klinikums Garmisch-Partenkirchen für die Bereitstellung der verwendeten Daten und die angenehme Zusammenarbeit während meines Aufenthaltes dort im Winter 2005.

Meinen Eltern und meiner Familie danke ich für ihre Unterstützung während meines gesamten Studiums, ohne die auch diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

Promotion:

seit 2/ 2005 bei Herrn PD Dr. Markus Walther, Orthopädische Klinik der Universität Würzburg: Auswirkungen der Carvingtechnik beim Skifahren auf orthopädische Verletzungsmuster und deren Schweregrad

Weitere Qualifikationen:

- 1999-2000 Arbeit mit körperlich und geistig behinderten Kindern und Jugendlichen in der Blindeninstitutstiftung Würzburg im Rahmen des Zivildienstes
- 2000-2002 Aushilfstätigkeit im Bereich der Krankenpflege im Krankenhaus des Juliusspitals Würzburg in verschiedenen Fachbereichen (Chirurgie, Unfallchirurgie, Innere Medizin)

Sprachkenntnisse:

Englisch, Französisch

Hobbys:

Sport, Bergsport, Reisen

Würzburg, 18.6.2007