

Aus der Ordination für Orthopädie, orthopädische Chirurgie und Sportmedizin
München

Vorstand: Univ.-Prof. Dr. med. Wolfgang Pförringer

Gesundheitsrisiken im Squash und deren Prävention

Dissertation

zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Valerie Amanda Maria Kiesel

aus

München

2019

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. Wolfgang Pförringer
Mitberichterstatter: Prof. Dr. med. Klaus A. Milachowsky
PD Dr. med. Arnd Steinbrück

Dekan: Prof. Dr. med. dent. Reinhard Hickel

Tag der mündlichen Prüfung: 07.11.2019

Inhaltsverzeichnis

1	Der Sport Squash.....	1
1.1	Wurzeln des Squash in England	1
1.2	Organisationen (WSF, DSQV) und Sinken der Mitgliederzahlen in Deutschland	1
2	Spezifische Anforderungen an den Squashspieler	3
2.1	Ganzkörperbeanspruchung durch den Spielablauf.....	3
2.2	Hohe Intensität durch hohe effektive Spielzeit	5
2.3	Bedeutung cardiopulmonaler Parameter	5
2.4	Aerobe und anaerobe Energiebereitstellung	7
2.5	Konditionelle Anforderungen im Squash und Messungen mittels Stufentests	8
2.6	Koordinative Anforderungen im Squash	10
2.7	Einseitige Beanspruchungen des Halte- und Bewegungsapparats	12
3	Risiken und Gesundheitsschäden im Squash.....	15
3.1	Hohes Verletzungsrisiko im Squash	15
3.1.1	Verletzungsdefinition, akute und chronische Schäden.....	15
3.1.2	Relatives Risiko und Absolutes Risiko.....	16
3.1.3	Prävalenz, Inzidenz und Verletzungsarten	17
3.1.4	Verletzungsursachen.....	18
3.2	Squashverletzungen nach Körperregionen.....	19
3.2.1	Kopfverletzungen	20
3.2.1.1	Augenverletzungen.....	21
3.2.1.1.1	Große Häufigkeit von Augenverletzungen beim Squash	21
3.2.1.1.2	Häufigste Verletzungsursache: Schläger oder Ball?.....	22
3.2.1.1.3	Contusio bulbi und weitere Augenverletzungen	23
3.2.1.2	Zahnverletzungen	25
3.2.1.3	Ausgedehnte craniofaciale und vertebrale Verletzungen: Ein Fallbeispiel	26
3.2.2	Verletzungen des Rumpfes	28
3.2.2.1	Prellungen des Rumpfes	28
3.2.2.2	Chronische Überlastungsschäden des Rückens.....	29
3.2.3	Muskuloskeletale Verletzungen der oberen Extremitäten.....	30
3.2.3.1	Verletzungen der Schulter	31
3.2.3.2	Verletzungen des Ellenbogens - Tennisellenbogen im Squash?	33
3.2.3.3	Verletzungen der Hände und des Handgelenks.....	35
3.2.4	Muskuloskeletale Verletzungen der unteren Extremitäten.....	36
3.2.4.1	Verletzungen des Sprunggelenks	36

3.2.4.2	Der Achillessehnenabriss.....	37
3.2.4.3	Verletzungen des Kniegelenks.....	38
3.2.4.3.1	Meniskusschäden	38
3.2.4.3.2	Patellofemorales Schmerzsyndrom	39
3.2.4.4	Oberschenkelzerrungen im Jugendalter	39
3.3	Risiken für das Herz-Kreislauf-System und der plötzliche Herztod	40
3.4	Risikogruppen	41
3.4.1	Steigendes Gesundheitsrisiko bei Spitzen- und Breitensportlern	41
3.4.2	Häufung von Verletzungen bei Anfängern	42
3.4.3	Verletzungsrisiko von alten Menschen und Kindern	42
3.4.4	Verletzungsrisiko der Geschlechter im Vergleich.....	43
4	Präventionsmöglichkeiten	44
4.1	Medizinische Beratung	45
4.1.1	Das Ruhe EKG – ein angemessenes Screeningverfahren?.....	45
4.1.2	Gesundheitsberatung in der Praxis.....	46
4.1.3	Screening des Bewegungsapparats	46
4.2	Optimierung des Trainings bezüglich gesundheitlicher Aspekte	47
4.2.1	Warm-Up und Cool-Down	47
4.2.2	Optimierung des Konditionstrainings	49
4.2.2.1	Bedeutung des Ausdauertrainings.....	50
4.2.2.2	Krafttraining zur Vermeidung von Muskel-Dysbalancen	50
4.2.3	Optimierung des Koordinationstrainings	52
4.2.4	Beherrschung des Regelwerks: die „Let-Regel“	53
4.3	Bedeutung von adäquatem Material	54
4.3.1	Adäquate Schutzbrille aus Polycarbonat.....	54
4.3.1.1	Regelungen des DSQV bezüglich des Tragens von Squashbrillen	54
4.3.1.2	Gründe für und gegen das Tragen einer Schutzbrille	55
4.3.1.3	Zukunftsziel: Vermehrte Squashbrillen-Nutzung	56
4.3.2	Zahnschutz	56
4.3.3	Schläger.....	57
4.3.4	Der richtige Schuh und Bodenbelag	58
4.3.4.1	Beschaffenheit des Squashschuhs.....	58
4.3.4.2	Reibungskräfte durch Schuh-Boden-Kontakt	59
5	Zusammenfassung/Fazit: Bedeutung und Möglichkeiten der Risikoreduktion durch Nutzung von Präventionsmaßnahmen	62
	Tabellenverzeichnis	- 64 -

Abbildungsverzeichnis	- 64 -
Internetquellen-Verzeichnis	- 65 -
Literaturverzeichnis	- 65 -
Danksagung	
Eidesstattliche Versicherung	

1 Der Sport Squash

In nachfolgender Dissertation steht der Squashsport mit seinen spezifischen Risiken für die Gesundheit professioneller Sportler sowie Breitensportler im Mittelpunkt. Es soll auf verschiedene Eigenschaften und Anforderungen des rasanten Schlagsports eingegangen werden, um die Ursachen von Verletzungen und anderen Gesundheitsschäden, die durch und beim Squash-Spielen verursacht werden, besser nachvollziehen zu können. Die genauere Betrachtung verschiedener Verletzungshäufigkeiten und Verletzungsarten wiederum soll helfen Ansatzpunkte für Präventionsmöglichkeiten zu erarbeiten mit dem Ziel die Gesundheit der Squashspieler zu optimieren und mit der individuell erwarteten Qualität sportlicher Leistung zu vereinbaren.

1.1 Wurzeln des Squash in England

Die Wurzeln des Squash liegen vermutlich, wie auch die des Tennissports, in England. Erste Rückschlagspiele wurden eventuell schon im 12. Jahrhundert in Frankreich gespielt (Hirst 2014). In England spricht man im frühen 18. Jahrhundert zuerst nicht von „Squash“, sondern von „raquets“ oder „fives“ (Hirst 2014). Squash bzw. seine Vorstufen wurden in verschiedenen Institutionen gerne gespielt, beispielsweise in Gefängniszellen, Klöstern, in Schulen oder von Offizieren (Pförringer und Ullmann 1989; van Dijk 1997; Hirst 2014). Unter anderem weil sich Squash als Universitätssport etablierte und die Studenten die Spielidee mit in andere Länder nahmen, erfuhr die Beliebtheit des Sports einen rapiden Anstieg (Gorschewsky und Dau 2007). Squashplätze sind im Vergleich zu anderen Sportplätzen kostengünstig zu errichten und beanspruchen nur wenig Platz, ihre Abmessungen wurden allerdings erst 1928 mit der Gründung der Squash Raquets Association festgelegt (Hirst 2014; Gorschewsky und Dau 2007). Die Squash Rackets Association setzte außerdem als erste Organisation Normen für Bälle und Schlägermaterial fest.

1.2 Organisationen (WSF, DSQV) und Sinken der Mitgliederzahlen in Deutschland

Erst 1967 wurde die World Squash Federation (WSF), die einen Dachverband aller 147 nationalen Verbände darstellt, unter dem Namen „International Squash Rackets Federation“ gegründet (https://de.wikipedia.org/wiki/World_Squash_Federation). Die Namensänderung erfolgte 1992. Weltweit spielen derzeit circa 15 Millionen Menschen Squash (Gorschewsky und Dau 2007).

In Deutschland wird seit ca. 1974 in größerem Umfang Squash gespielt (Pförringer und Viernstein 1985). Hierzulande ist der Deutsche Squash Verband e.V. (DSQV) der Dachverband von 12 Landesverbänden (https://de.wikipedia.org/wiki/Deutscher_Squash_Verband). 1973 unter dem Namen „Deutscher Squash und Rackets Verband (DSRV)“ gegründet, erhielt der Verband auf der Mitgliederversammlung 2006 seinen aktuellen Namen.

Tabelle 1 entstammt dem von 2010 bis 2013 gültigen Strukturplan des DSQV. Dieser Tabelle lässt sich bezogen auf das jeweilige Jahr die Anzahl von Squashcentern, Squashplätzen sowie

Mitgliedern entnehmen, wodurch auf bestimmte Wachstumsmuster des Sports Squash geschlossen werden kann.

Ab den 1970er Jahren entstanden in Deutschland mit großer Geschwindigkeit immer mehr Squashcenter und Squashplätze. Der DSQV bzw. der damalige DSRV konnte außerdem ein hohes Maß an Mitglieder-Zuwachs verzeichnen. Von 1980 bis 1990 stieg die Mitgliederzahl von 9400 auf 25017 Mitglieder an, d.h. um ungefähr 166 Prozent.

Mitte der 1990er wurde diese Entwicklung jedoch langsam rückläufig. Nun sanken zunächst die Mitgliederzahlen, darauf antwortend wurden viele Squashcenter und Squashplätze geschlossen. 2008 wurden 14306 Mitglieder des DSQV vermerkt, was nur noch rund 52 Prozent des Spitzenwerts von 1993 entspricht.

Laut der aktuellen Bestandserhebung 2015 besitzt der DSQV nur noch 11461 Mitglieder. Natürlich muss davon ausgegangen werden, dass die meisten Squashspieler nicht in Vereinen angemeldet sind. Die Mitgliederzahlen der Vereine sollten dennoch repräsentativ für die Beliebtheit des Squash in unserem Land sein.

Jahr	Squashcenter	Squashcourts	Jahr	Mitglieder
1935 (Berlin)		5	1980	9400
1968 (Hamburg)		3	1981	12100
1975	21	140	1982	14430
1979	110	580	1983	16441
1982	350	2300	1984	17259
1983	400	2600	1985	18871
1984	480	3000	1986	23334
1985	540	3300	1987	22807
1986	650	3700	1988	23134
1987	743	4195	1989	24205
1988	804	4521	1990	25017
1989	874	4981	1991	26354
1990	933	5072	1992	26511
1991	1021	5589	1993	27622
1992	1084	6035	1994	27347
1993	ca. 1250-1300	6088	1995	26225
1994	ca. 1250-1300	6394	1996	24932
1995	ca. 1250-1300	6374	1997	23245
1996	ca. 1250-1300	6815	1998	21236
1997	ca. 1250-1300	6605	1999	17374
1998	1125	5400	2000	18208
1999	1100	5300	2001	17784
2000	1090	5200	2002	18020
2001	1085	5150	2003	17566
2002	1085	5175	2004	16295
2003	1085	5175	2005	14505
2004	1086	5200	2006	14845
2005	ca. 1000	ca. 5000	2007	14860
2006	ca. 1000	ca. 5000	2008	14306
2007	ca. 1000	ca. 5000		
2008	ca. 1000	ca. 5000		

Tabelle 1: Strukturplan DSQV 2010-2013
(<https://www.yumpu.com/de/document/view/10518607/dsqv-strukturplan-fortschreibung-2010-1-0pdf>), Seite 16/65

2 Spezifische Anforderungen an den Squashspieler

Alles in allem lässt sich aus der Datenlage des DSVQ schließen, dass der Squashsport in Deutschland seine goldenen Zeiten hinter sich gelassen zu haben scheint. Da der wissenschaftliche Fokus oft mit den Bevölkerungsinteressen korreliert, entsteht die Vermutung, dass man sich dementsprechend nicht hinreichend intensiv mit Anforderungen und Risiken des Squash beschäftigt. Grundsätzlich ist die Biomechanik des Squash im Gegensatz zum verwandten, hierzulande bekannteren Sport Tennis nur unzureichend erforscht.

Für die Mitglieder des DSQV sowie jeden einzelnen Squashspieler ist Squash, unabhängig von seiner Beliebtheit in der Gesellschaft, eine anspruchsvolle Sportart mit besonders hohen Anforderungen an den ganzen Körper. Außerdem erfordert der moderne Leistungssport immer noch bessere Leistungen, um sich gegen die stetig wachsende Konkurrenz durchzusetzen, was auch auf die Belastungen im Spitzensport Squash Einfluss nimmt. Die speziellen Anforderungen des Squash, die auch zu Risiken für die Gesundheit führen können, werden im Folgenden näher betrachtet.

2.1 Ganzkörperbeanspruchung durch den Spielablauf

Squash gehört sowie Badminton oder Tennis zur Gruppe der Rückschlagsportarten, mit besonderer Beanspruchung der oberen Extremitäten. Das sechs mal zehn Meter große Spielfeld wird von vier Wänden, jeweils über 4 Meter hoch, eingegrenzt. Abbildung 1 stellt die standardisierten Abmessungen für einen Squashplatz anschaulich dar. Zwei Spieler konkurrieren, nicht durch ein Netz getrennt, unmittelbar nebeneinander auf dem engem Raum dieses Spielfelds. Squash beinhaltet durch diese im Rückschlagsport einzigartige Spieleigenschaft der räumlichen Begrenzung ein erhöhtes Kollisions- und Sturzrisiko. Hinsichtlich des Verletzungspotenzials teilt Squash, im Gegensatz zu Tennis, somit durchaus einige Eigenschaften mit den Kontaktsportarten (z.B. Rugby, Handball). Die sogenannte „Let“-Regel (siehe 4.2.4: Beherrschung des Regelwerks: die „Let-Regel“) wurde eingeführt um Zusammenstöße auf dem Platz zu verhindern. Deren korrekte Ausführung bedarf jedoch eines gewissen Maßes an spielerischer Erfahrung.

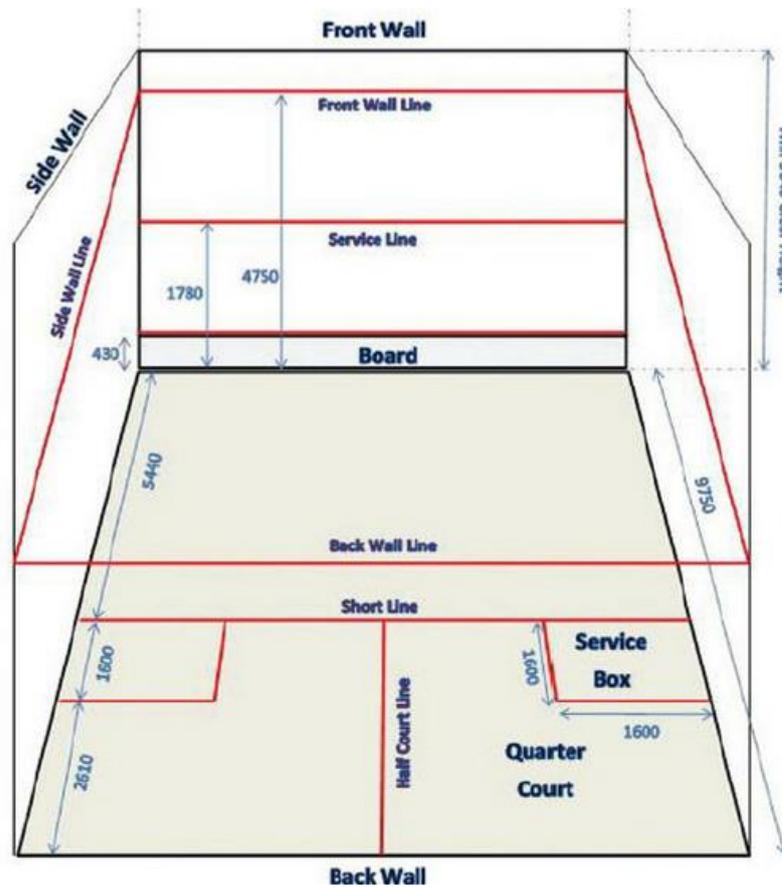


Abbildung 1: Ballsport auf engem Raum - Standardisierte Abmessungen des Squashplatzes (Hirst 2014), Seite 31

Auf dem beschriebenen Spielfeld schlagen Konkurrenten abwechselnd einen schwarzen Weichgummiball von ca. 4cm Durchmesser mit dem Schläger gegen eine bzw. mehrere Wände. Der Ball muss dabei mindestens einmal die Stirnwand berühren und darf vor dem Schlag höchstens einmal auf dem Boden aufkommen, dadurch bekommt das Sportspiel einen beachtlich schnellen Charakter. Die Geschwindigkeit des Balles kann dabei laut Pförringer (1989) bis zu 300 km/h betragen. Der Spielcharakter ist weniger von langen Sprints, als von ständigen Richtungswechseln, Beschleunigen und Abbremsen auf engem Raum geprägt, die zusätzlich zur oberen auch die unteren Extremitäten stark in Anspruch nehmen.

Wer zuerst einen Fehler macht, verliert den Punkt an den Gegner. Die seit 2009 weltweit aktuell gültige Zählweise nennt sich „point-a-rally-scoring“ bzw. PAR-Zählweise und fördert eine aggressive Spielweise (Murray et al. 2016; https://www.dsqv.de/beitraege/info/472-archiv_82?highlight=WyJ6XHUwMGU0aGx3ZWlzMZSJd). Das bedeutet unabhängig davon, welcher Spieler gerade Aufschlagrecht hat, führt jeder Ballwechsel zu einem Punkt, was wiederum ständige mentale Aufmerksamkeit und Kampfbereitschaft erfordert. Es wird nach dem „best of five“-Prinzip gespielt: Wer zuerst die Mehrheit der Siege in fünf Sätzen, das heißt drei gewonnene Sätze, erreicht, hat das Match gewonnen. In jedem Satz wird bis elf gezählt. Ein vollständiges Squashmatch dauert im Durchschnitt ca. 30-90 Minuten. Laut einer Studie von Girard et al. (2007) absolvierten 7 professionelle Spieler, im nationalen Ranking auf Rang 1-25, ein Squashmatch im Durchschnitt in 1505 Sekunden, also rund 25 Minuten. Es wurden jeweils 3 Sätze gespielt. Dauer und Intensität des Squash stellen eine Belastung für das Herz-Kreislauf-System dar. Der Grad der Beanspruchung hängt dabei sowohl von der Belastung des

Squashspielers im Training oder während des Matches, als auch von seiner persönlichen Konstitution ab (Mensing 1996).

Squash ist ein Sport, der den ganzen Körper fordert. Zahlreiche Muskelgruppen der oberen und unteren Extremitäten werden belastet, eine hohe cardiopulmonale Fitness sowie dauerhafte mentale Aufmerksamkeit sind erforderlich. Der Squashsport verlangt durch seine besonders hohe Geschwindigkeit eine ausgezeichnete Koordination, schnelle Reaktionen und hohe Explosivität. Eine perfekte Kopplung zwischen oberen und unteren Extremitäten ist im Squash essentiell, um Beinarbeit und Schlagtechnik aneinander anzupassen und das bestmögliche Schlagergebnis erzielen zu können. Die Start- und Stopp-Natur des Spiels (Girard et al. 2007), die unzähligen Richtungswechsel und die hohe Variabilität der Bewegungsmuster setzen den Bewegungsapparat abrupten Kräften aus. Durch die hohe und kontinuierliche Intensivität des Sports bestehen hohe Anforderungen an die Kondition der Spieler.

2.2 Hohe Intensität durch hohe effektive Spielzeit

Squash auf dem Elitelevel ist ein Sport von intermittierender, mittelhoher bis hoher Intensität. Die Intensität des Squash ist wesentlich höher als im Tennis, was sich zum Beispiel an dem erhöhten Energieverbrauch zeigen lässt. Seliger et al. testeten sechzehn Top-Tennisspieler aus der damaligen Tschechoslowakei während eines 10-minütigen Trainingsmatches und stellten dabei einen Energieverbrauch von 2608 kJ (=623 kcal) pro Stunde fest (Seliger et al. 1973). Für ein einstündiges Squashmatch setzten Girard et al. (2007) hingegen ein Energieverbrauch von 4,933 kJ (=1178 kcal) pro Stunde an. Das gilt allerdings nur für den Fall, dass zwei in etwa gleichstarke Elitespieler gegeneinander antreten. Ist ein Spieler schwächer als der andere, wird für den Stärkeren der insgesamte Energiebedarf niedriger geschätzt, für den schwächeren Spieler dementsprechend eher höher (Girard et al. 2007). Gorschewsky und Dau (2006) setzen den Energiebedarf für eine Stunde Sport mit 544 kcal/h für Squash und nur 356 kcal/h für Tennis deutlich niedriger an. Diese Tatsache könnte der Ursache geschuldet sein, dass die Werte von Girard et al. und Seliger et al. unter hochintensiven professionellen Matchbedingungen gemessen wurden.

Der in jedem Fall hohe Energiebedarf im Squash kann auf die zeitliche Struktur des Matches zurückgeführt werden. Im Vergleich zum Tennis hat der Squashspieler eine viel höhere effektive Spielzeit zu absolvieren. Man datiert die effektive Spielzeit im Tennis nur auf 20-30 Prozent (Smekal et al. 2001), im Squash dagegen auf 50-70 Prozent der totalen Spielzeit. Die Pausen zwischen den Ballwechseln sind kurz, im Durchschnitt acht Sekunden (Montpetit 1990). Der Körper wird durchgehend intensiv belastet und hat kaum Zeit sich während des Spiels zu regenerieren. Ein Ballwechsel im Squash erfordert höchste Konzentration und Präzision und dauert bei fortgeschrittenen Spielern meist länger als zehn Sekunden (van Dijk 1997).

2.3 Bedeutung cardiopulmonaler Parameter

Die hohe Intensität des Squash spiegelt sich auch in einigen cardiopulmonalen Parametern wieder. So bewegen sich besonders die Herzfrequenz und der Sauerstoffverbrauch während des Spiels auf einem hohen Niveau. Nach einem rasanten Anstieg der cardiopulmonalen Parameter zu Spielbeginn pendeln sich innerhalb von zwei bis drei Minuten Sauerstoffbedarf, Herzfrequenz und Atemminutenvolumen unter geringen Schwankungen auf einem Plateau ein

(Girard et al. 2007). In den Pausen zwischen den 11-Punkte-Spielen sinken die Parameter jeweils wieder etwas ab (siehe Abbildung 2).

Nach den Messungen von Girard et al. (2007) betrug die durchschnittliche Herzfrequenz von sieben Profispielern in 21 Squashmatches 177 ± 10 Schläge pro Minute, was ca. 92 Prozent der maximalen Herzfrequenz entspricht. Der mittlere Sauerstoffverbrauch betrug $54,4 \pm 4,8$ ml/min*kg (entspricht ca. 86 Prozent des maximalen Sauerstoffverbrauchs). Dadurch wird ersichtlich, dass die jeweiligen Werte nahezu während der gesamten Spielzeit hohe prozentuale Anteile der maximal möglichen Parameterwerte annehmen. Squash, besonders auf Spitzenniveau, stellt demzufolge hohe Anforderungen an das Herz-Kreislauf-System der Spieler. Diese sollten gut auf die sportliche Belastung vorbereitet sein und sich ihres eigenen Gesundheitszustands bewusst sein (siehe 4.1 Medizinische Beratung).

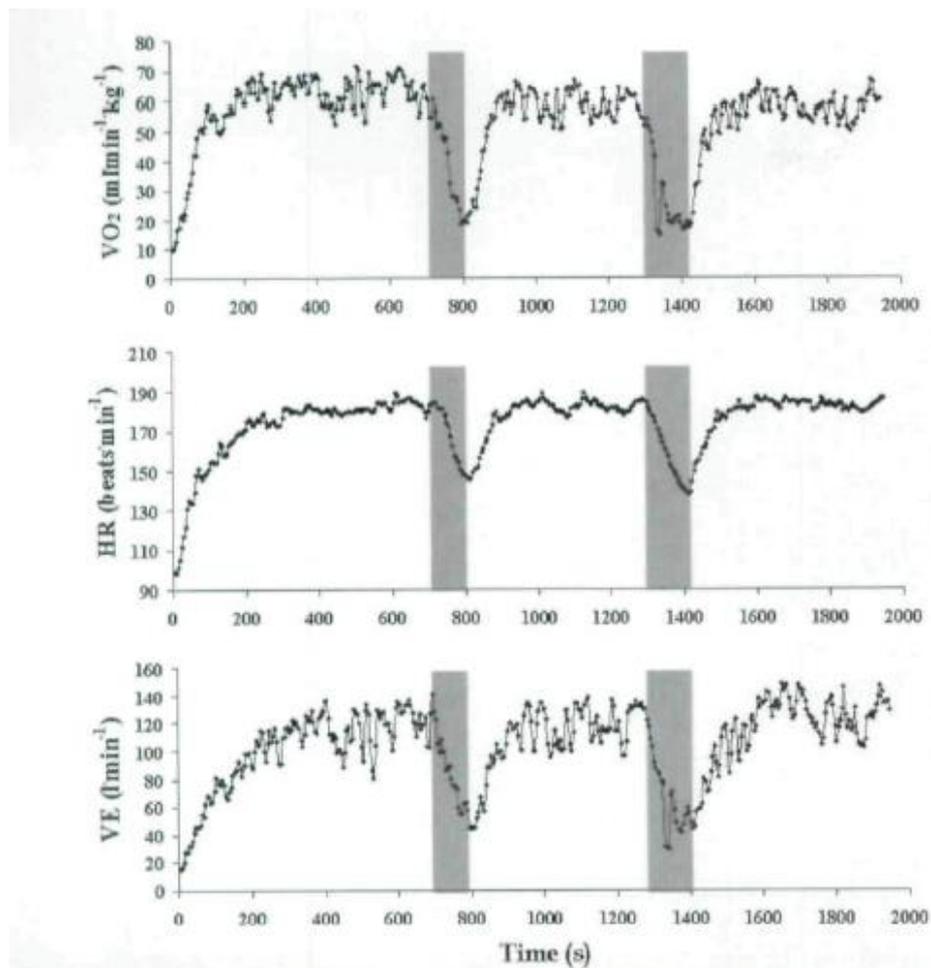


Abbildung 2: Cardiopulmonale Parameter bei Belastung (Sauerstoffaufnahme = VO_2 , Herzfrequenz = HR, Atemminutenvolumen = VE; grau schattierte Bereiche markieren Ruhepausen) (Girard et al. 2007)

Einen entscheidenden Faktor zur Einteilung der Leistungsstärke von Squashspielern stellt ein pulmonaler Parameter dar: die Vitalkapazität (Chahar 2014). Die Vitalkapazität stellt die Kapazität der Lunge zwischen maximaler Ein- und Ausatmung dar, die bei Belastung genutzt werden kann. Laut Chahar (2014) hat genau dieser Wert im Vergleich zu anderen als signifikant eingestuften Werten, wie dem systolischen Blutdruck oder dem Ruhepuls, die höchste

Aussagekraft, um Spieler nach ihrer Spielstärke einzuordnen. Ziel der Studie war es den jeweiligen Einfluss physiologischer Faktoren darzustellen und ein System zur Einteilung der Spieler nach ihrer Spielstärke zu entwickeln. Dieses System stellt allerdings eine starke Vereinfachung des Zusammenspiels aller auf die Spielstärke einwirkenden Faktoren dar. Die mit 77,5 Prozent Wahrscheinlichkeit korrekte Einteilung zwischen zwei Gruppen (high performance und low performance) wird somit als gutes Ergebnis gewertet.

2.4 Aerobe und anaerobe Energiebereitstellung

Grundsätzlich kann man sagen, dass die Energiebereitstellung im Squash, wie in vielen anderen Sportspielen, vor allem auf aerober Basis gewährleistet wird (Chahar 2014; Girard et al. 2007; Girard et al. 2005). Diese Annahme wird durch den hohen Sauerstoffverbrauch und die konstant hohe Herzfrequenz während des Squashspiels gestützt. Um Sauerstoff zu gewinnen und im Körper zu verteilen, arbeitet das Herz-Kreislauf-System auf Höchsttouren.

Der hohe Blutlaktatspiegel beträgt während eines Squashmatchs bis zu 8 mmol/L im Durchschnitt (Girard et al., 2007) und weist außerdem auf eine Beanspruchung der Schnelligkeitsausdauer und eine nicht zu vernachlässigende anaerobe Beteiligung zur Energiebereitstellung hin. Im Squash ist demnach die aerobe sowie die anaerobe Energiegewinnung von Bedeutung (James et al. 2018).

Obwohl Laktat nicht immer zwangsläufig als das Resultat anaerober Energiebereitstellung zu sehen ist, sondern der Laktatspiegel multifaktoriell beeinflusst wird, kann davon ausgegangen werden, dass die hohe effektive Spielzeit in ihrer Intensität sowie ständige Leistungsspitzen zusätzlich zur aeroben auch die anaerobe Energiebereitstellung erzwingen. Die kurzen Spielunterbrechungen von 90 Sekunden zwischen den Sätzen lassen außerdem nur eine geringe Erholung der Energieressourcen während des Matches zu. Grundsätzlich kann man sagen, dass Laktat immer dann gebildet wird, wenn die Pyruvatproduktion den Bedarf übersteigt (Wahl, Bloch, Mester 2009).

Girard et al. (2007) fanden außerdem einen Zusammenhang zwischen Sauerstoffverbrauch und den Laktatwerten heraus. Je länger Squash bei über 90 Prozent des maximalen Sauerstoffverbrauchs gespielt wurde, desto höher stiegen die Laktatwerte (siehe Abbildung 3). Da im Squash ein großer Anteil der Spielzeit mit über 90 Prozent des maximalen Sauerstoffverbrauchs gespielt wird (Girard et al. 2007, 2007; Girard et al. 2005) , geht der Sport insgesamt mit hohen Laktatwerten einher. Laut Girard et al. (2007) beträgt die Spielzeit mit über 90 Prozent des maximalen Sauerstoffverbrauchs beim Squash in etwa 25 Prozent des gesamten Matches.

Wahl et al. (2009) sehen das Laktat aus moderner Sicht und beschreiben es als sowohl überschätztes als auch unterschätztes Molekül. Das Molekül Laktat erregt schon lange großes Aufsehen in der Sportwissenschaft und Sportmedizin. Laktat ist nicht nur ein Abbauprodukt des Körpers. Nach neuen Erkenntnissen kommen dem Laktat neben der Aufgabe als Energieträger auch steuernde, signalgebende Funktionen z.B. bei Anpassungsprozessen zu. Daher rührt auch der Name „Lactor-mon“, der auf eine Hormon-ähnliche Funktionsweise des Laktats hinweist.

Der fluktuierende, von vielen individuellen Faktoren abhängige Blutlaktatspiegel sollte heutzutage allerdings nicht mehr als alleiniger Parameter für das Setzen von Leistungsschwellen oder Trainingsempfehlungen herangezogen werden. Außerdem stellen Wahl et al. den Zusammenhang zwischen Laktatspiegel und muskulärer Ermüdung in Frage. Sie beschreiben die Muskelermüdung als multifaktoriellen Prozess, Laktat dagegen soll sogar die Reizschwelle

für ein Aktionspotenzial senken und als schwache Base Protonen puffern und somit die Leistungsfähigkeit der Muskeln steigern. Weder Muskelschwäche noch ein Muskelkater sind nach heutigen Erkenntnissen direkt und ausschließlich durch Laktat bedingt. Einzelne Laktatmessungen stellen nur eine Momentaufnahme dar und sind äußerst kritisch zu beurteilen.

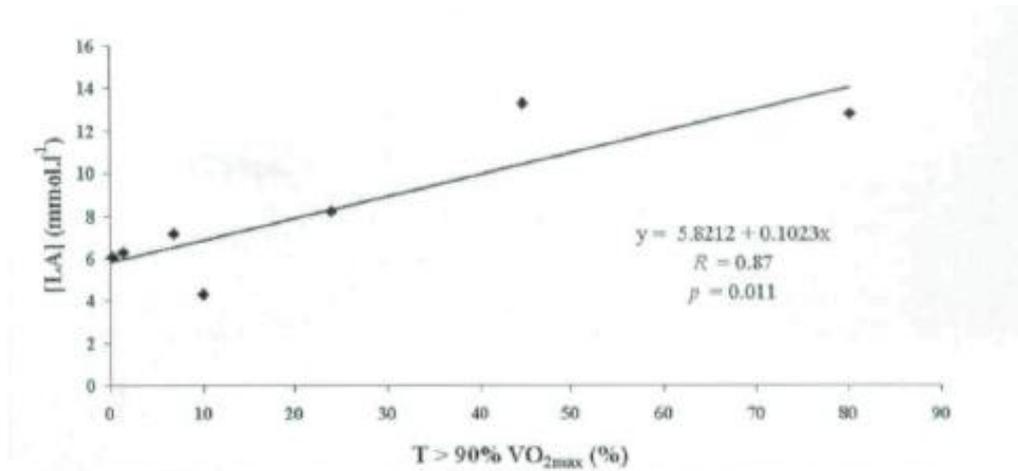


Abbildung 3: Zusammenhang von Laktatwert und Spielzeit > 90% des maximalen Sauerstoffverbrauchs (Girard et al. 2007)

2.5 Konditionelle Anforderungen im Squash und Messungen mittels Stufentests

Die Kondition eines Sportlers schließt Kraft, Ausdauer und Schnelligkeit mit ein. Hervorzuheben ist im Squash die Wichtigkeit der Schnelligkeit und der Schnellkraft. Aber auch lokale Kraftausdauer sowie eine gute Ausdauerfähigkeit im Allgemeinen sind aufgrund hoher Spielintensität und weniger Erholungspausen von Geltung.

Um sich ein Bild über die konditionellen Fähigkeiten eines Sportlers zu machen, das Anforderungsprofil des Squash zu verstehen und an individuellen Schwachstellen ansetzen zu können, müssen Messungen ausgeführt werden. Kraftmessgeräte sowie Stoppuhren können wichtige Messergebnisse liefern. Spezifische Tests oder Parameter wie Herzfrequenz, maximaler Sauerstoffverbrauch und maximal tolerierbare Laktatwerte lassen Schlussfolgerungen auf die konditionellen Leistungen eines Spielers beziehungsweise auf die Effektivität eines Konditionstrainings ziehen.

Eine gute Möglichkeit die spielspezifische Ausdauerleistungsfähigkeit eines Sportlers zu messen sind sogenannte Stufentests (engl. incremental test). Bei dieser Art von Fitnessstest findet eine stufenweise Steigerung der Belastung statt. Die Probanden absolvieren Stufe für Stufe bis zur individuellen Erschöpfung beziehungsweise bis der Test nicht mehr korrekt ausgeführt werden kann. Stufentests können beispielsweise auf einem Laufband oder Ergometer ausgeführt werden, oder auf eine für die jeweilige Sportart spezifischere Weise. Ein für den Sport Squash spezifischer Stufentest sollte im Optimalfall möglichst viele Elemente des Sports wie unvorhersehbare Sprints in alle Richtungen, Bewegungen der oberen Extremitäten durch Simulation von Schlagbewegungen und ein insgesamt motivierendes Programm beinhalten, das die Spieler ihre Reserven ausschöpfen lässt (Girard et al. 2005). James et al. (2018) beanstanden allerdings, dass in Fitness-Tests integrierte Schlagbewegungen sehr individuell und schwer reproduzierbar sind und empfehlen deshalb einen Stufentest ohne Squash-spezifische Bewegungen der oberen Extremitäten. Wichtig sind zudem immer gleiche Testbedingungen, um

eine hohe Ergebnisreliabilität zu erfüllen: Gleiche Temperatur, gleiche Luftfeuchtigkeit, gleicher Erholungsstatus zum Testzeitpunkt, eine ausgeglichene Hydratation und Ernährung der Spieler (James et al. 2018). Laut James et al. (2018) lasse sich allerdings trotz optimaler Abstimmung der Umgebungsparameter ein gewisser Lerneffekt bei wiederholter Testausführung nicht vermeiden.

Der klassische „multistage-fitness -test“, „20-m shuttle run“ oder auch „beep-test“ wurde 1982 von Léger und Lambert eingeführt (Léger und Lambert 1982). Hierbei absolvieren die Spieler Shuttlesprints (=hin und her sprinten) zwischen zwei Markierungen, die zueinander zwanzig Meter Abstand haben. In einem bestimmten Zeitabstand werden Audiosignale abgegeben, die dem Testabsolventen anzeigen sollen, dass er sich zu diesem Zeitpunkt wieder bei einer Markierung befinden soll. Der Zeitabstand der Audiosignale wird im Laufe des Tests immer geringer, wodurch die Testabsolventen ihre Sprintgeschwindigkeit steigern müssen. Das Ende des Tests stellt die absolute subjektive Erschöpfung dar, wobei jedem Absolventen je nach Anzahl der bestandenen Teststufen am Ende ein Ergebnis zugeordnet wird. Aus diesem Ergebnis lässt sich der maximale Sauerstoffverbrauch schließen (Léger, Lambert, 1982). Der Prognose des maximalen Sauerstoffverbrauchs durch einen 20-m shuttle run-test sind allerdings auch Grenzen gesetzt. Bei der Prognose müssen sportartspezifische Unterschiede bei der Interpretation der Ergebnisse beachtet werden. Für die Interpretation der Werte ist zum Beispiel von Bedeutung, ob die Probanden Läufer oder Squashspieler sind, die unterschiedliche konditionelle Fähigkeiten besitzen (St Clair Gibson et al. 1998). Squashspieler sind unter anderem besser an die im Test vorhandenen Richtungswechsel gewöhnt und erzielen im Verhältnis zu Ausdauerläufern somit bessere Testergebnisse im „beep-test“. Außerdem ist der prädiktive Wert des Tests besonders hoch in einer diversen Probandengruppe, wie sie z.B. bei Léger und Lambert eingesetzt wurde (St Clair Gibson et al. 1998).

Wilkinson et al. (2012) ließen professionelle Squashspieler verschiedener Leistungsstärken einen Audiosignal-Fitnesstest nach Léger und Lambert durchführen um das Testergebnis jedes Probanden mit seinem individuellen Spielerranking zu vergleichen und Zusammenhänge zu erkennen. Diesen Ergebnissen zu Folge ergibt sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen Spielerranking und Ergebnis im Ausdauerstest. Die Tatsache könnte dadurch bedingt sein, dass eine sehr homogene Gruppe von leistungsstarken Spielern für die Studie verwendet wurde (Wilkinson et al. 2012). Eine gute Ausdauerfähigkeit ist eine unabdingbare Grundlage für einen professionellen Squashspieler, was bedeutet, dass wohl alle professionellen Squashspieler eine im Vergleich zum Bevölkerungsdurchschnitt sehr gute Ausdauerfähigkeit besitzen. Auf Spitzenniveau können Spielentscheidungen allerdings vermutlich eher nicht durch Unterschiede in der Ausdauerleistungsfähigkeit beeinflusst werden.

Diese Entscheidungen zwischen Elite-Squashspielern werden womöglich von anderen Faktoren beeinflusst. Um diese Faktoren zu entdecken, untersuchten Wilkinson et al. (2012) auch den Zusammenhang der Sprintfähigkeit eines Spielers mit dessen Spielerranking in Form eines sogenannten „multiple-sprint-test“.

Die Sprintfähigkeit hängt von konditionellen Faktoren, vor allem Schnelligkeit und Schnellkraft, aber auch von verschiedenen koordinativen Faktoren wie zum Beispiel der Reaktionsfähigkeit ab. Im Test absolvierte jeder Spieler zehn Sprintleistungen, getrennt durch jeweils 20 Sekunden Regenerationspause (Wilkinson et al. 2012). Das Testergebnis entspricht der Summe der für diese zehn Sprinteinheiten benötigten Zeit. Außerdem wurde die schnellste der zehn Zeiten extra notiert. Die ungefähre Dauer einer Sprinteinheit wurde ähnlich der Dauer eines Ballwechsels im Squash gewählt. Das Ergebnis des Tests und verschiedener Berechnungen ergab eine signifikante Korrelation der schnellsten Sprintleistung im multiplen Sprint-Test und dem Spielerranking der Test-Absolventen. Die maximale Sprintleistung scheint

damit, im Gegensatz zur Ausdauerleistung, einen wesentlichen Einfluss auf Spielentscheidungen im Spitzenbereich zu haben.

2.6 Koordinative Anforderungen im Squash

Die Komplexität des Squash fordert vor allem die koordinativen Fähigkeiten des Spielers heraus. Variable Bewegungsmuster erfordern eine ausgefeilte Antizipationsfähigkeit sowie eine optimal funktionierende, harmonische Bewegungskoordination. „Der Bogen der neuro-muskulären Koordination spannt sich von der Informationsaufnahme über die Regelungs- und Steuerungsvorgänge der Bewegungsplanung bis zur Bewegungskoordination und dem Feedback“ (Mensing, 1996, S. 21). Im modernen Leistungssport befinden sich alle Spieler auf einem ausgesprochen guten konditionellen Niveau. In Bezug auf feine Unterschiede in der Spielstärke, die besonders im Profisport erheblichen Einfluss auf das Spielergebnis haben können, spielen koordinative Fähigkeiten oft eine entscheidende Rolle. Zu den koordinativen Fähigkeiten gehören die kinästhetische Differenzierungsfähigkeit, die Reaktionsfähigkeit, Kopplungsfähigkeit, Orientierungsfähigkeit, Gleichgewichtsfähigkeit, Umstellungsfähigkeit und die Rhythmisierungsfähigkeit (Schnabel et al. 2011). Wichtige koordinative Grundlagen werden bereits im Kindesalter erlernt und sollten im Profitraining gefördert werden.

Im wissenschaftlichen Bereich der Sportmotorik gibt es viele Begrifflichkeiten. Die Begriffe motorische Regulationsfertigkeiten oder psychomotorische Fähigkeiten können als kongruent zum Begriff der koordinativen Fähigkeiten gesehen werden (Schnabel et al. 2011). Es gibt unzählige Modelle, die den Lernprozess motorischer Fähigkeiten, einschließlich koordinativer Fähigkeiten, darstellen. In engem Zusammenhang zum Training koordinativer Fähigkeiten kann man das Erlernen motorischer Fertigkeiten verstehen (engl. motor skill learning). Das sogenannte „Fitts-Modell“ unterteilt diesen Lernprozess in verschiedene Phasen: die kognitive Phase, die assoziative Phase und die autonome Phase (Murray et al. 2016). In der kognitiven Phase ist der Lernende noch abhängig von einfachen, klaren Bewegungsanleitungen und ist noch nicht in der Lage Bewegungsergebnisse zu bewerten; diese Phase erfordert höchste kognitive Aufmerksamkeit. In der assoziativen Phase beginnt der Sportler Bewegungen selbst zu reflektieren und zu verbessern, wohingegen er in der autonomen Phase diese Bewegungen bereits nahezu immer ohne größere mentale Anstrengung konstant richtig ausführt (Murray et al. 2016). Die Lernphasen gehen fließend in einander über und machen das Erlernen motorischer Fertigkeiten zu einem kontinuierlichen Lernprozess.

Verletzungen entstehen oft bei ruckartigen unkoordinierten Bewegungen oder aufgrund falscher Antizipation. Eine gute Koordination ist entscheidend für den sportlichen Erfolg im Squash und kann außerdem helfen Verletzungen vorzubeugen. In Tabelle 2 sind für alle sieben koordinativen Fähigkeiten Squash-spezifische Beispiele dargestellt, ebenso Beispiele, wie fehlende koordinative Leistungsfähigkeit zu Risiken für die Gesundheit führen kann. So kann beispielsweise ein fehlendes Gleichgewicht zu Stürzen führen, verminderte Reaktions- und Orientierungsfähigkeit zu Kollisionen oder eine mangelhafte kinästhetische Differenzierungsfähigkeit zu unökonomischer Spielweise und vorzeitiger Ermüdung. Koordinationstraining sollte fester Bestandteil jedes Trainingsplans für Squashspieler sein.

Koordinative Fähigkeit	Beispiele für Bedeutung im Spiel	Zusammenhang mit Gesundheitsrisiko
Kinästhetische Differenzierungsfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Feinabstimmung einzelner Bewegungsphasen führt zur Ausführung präziser Schläge mit differenziertem Krafteinsatz • Bewegungsökonomie 	<ul style="list-style-type: none"> • Unökonomische Spielweise kann zu frühzeitiger Erschöpfung führen
Reaktionsfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Schnelle Reaktion (=schnelle Bewegungseinleitung und Ausführung) auf antizipierte Spielsituationen z.B. einen Stopp-Ball erlaufen 	<ul style="list-style-type: none"> • Z.B. Schnell gegnerischem Schläger ausweichen um einer Verletzung zu entgehen
Kopplungsfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Optimale Kraftübertragung von Beinen über Rumpf auf Schlagarm und Schlägerkopf 	<ul style="list-style-type: none"> • Schlechte Kraftübertragung kann zu lokalen Überbeanspruchungen führen
Orientierungsfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Antizipation des Gegners und des Balles und diesbezüglich richtige Bewegung des Körpers im Raum 	<ul style="list-style-type: none"> • Eine schlechte räumlich-zeitliche Orientierung kann zu Kollisionen mit Wänden oder dem Gegner führen
Gleichgewichtsfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Fähigkeit den Körper immer wieder in Balance zu versetzen 	<ul style="list-style-type: none"> • Fehlendes Gleichgewicht kann zu Stürzen oder Umknicken führen
Umstellungsfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Fähigkeit auf Antizipationsfehler z.B Fintenschläge zu reagieren 	<ul style="list-style-type: none"> • Z.B. Fehlende Reaktion auf plötzliche Bewegungsänderung des Gegners kann Kollision verursachen
Rhythmisierungsfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Eigenen Spielrhythmus bestimmen 	<ul style="list-style-type: none"> • Durch den Gegner erzwungener Rhythmus kann eine unökonomische Spielweise erzwingen und zur Ermüdung führen

Tabelle 2: Koordinative Fähigkeiten im Squash und Zusammenhang mit Gesundheitsrisiko (Eigene Erarbeitung)

Tabelle 3 ist von medizinischer Relevanz. Koordinative Fähigkeiten können nicht nur in die oben genannten sieben Grundfähigkeiten eingeteilt werden, sondern auch nach ihrer situativen Kompetenz (Schnabel et al. 2011). Interessanterweise lassen sich die drei Kategorien „Fähigkeit zur präzisen Bewegungsregulation, Fähigkeit zur Koordination unter Zeitdruck und Fähigkeit zur motorischen Anpassung und Umstellung“ jeweils einer bestimmten anatomischen Region zuordnen. Für den Sport Squash scheinen besonders eine gute Koordination und Zeitdruck und vor allem die Fähigkeit zur motorischen Anpassung und Umstellung von Bedeutung. Demnach ist zu erwarten, dass intensives Squashtraining in besonderem Maße Kleinhirn und Motorcortex fordert.

	Fähigkeit zur präzisen Bewegungsregulation (Fähigkeit zur Koordination unter Präzisionsdruck)	Fähigkeit zur Koordination unter Zeitdruck (Fähigkeit zur Koordination unter Zeitdruck)	Fähigkeit zur motorischen Anpassung und Umstellung (Fähigkeit zur Koordination unter Variabilitätsdruck)
Bewegungsart	genau (geführt zyklisch)	schnell und genau	schnell, genau und variabel
Sportarten	Dart, Schießsport u. a.	Schnellkraftdisziplinen	Kampfsport, Sportspiele
Koordinationscharakteristik	ständiger Soll-Ist-Vergleich	Vorausprogrammierung generalisierter motorischer Programme	Programmvariation Programmumstellung
dominierende cortikale Region	Basalganglien	Kleinhirn	Motorcortex
Erfassung	Niveautests	Schnelligkeitstests	Komplextests
Methodik	hohe Genauigkeit Zielvorgaben Genauigkeitserhöhung	hohes Tempo Zeitvorgaben Zeitdruckerhöhung	hohe Variabilität Gegneinwirkung Komplexitätserhöhung

Tabelle 3: Koordinative Grundfähigkeiten - Dreiteilung der koordinativen Kompetenz (Schnabel et al. 2011) S.138

2.7 Einseitige Beanspruchungen des Halte- und Bewegungsapparats

Obwohl Squash eine Sportart ist, die fast den ganzen Körper beansprucht, ist es aus sportmedizinischer Sicht wichtig, auch squashespezifische einseitige Belastungen zu erkennen. Körperteile, die besonders intensiv belastet werden, leiden schnell unter Abnutzungs- oder Überbelastungsschäden und sind anfälliger für Verletzungen.

Eigentlich ist die einseitige Beanspruchung des muskuloskelettalen Systems im Squash schon durch die Natur des Schlagsports gegeben. Es gibt, wie im Badminton oder Tennis, einen Schlagarm, der um ein Vielfaches mehr Belastung erfährt, als der Nichtschlagarm. Profisportler erfahren an ihrem Schlagarm eine regelrechte Hypertrophie des Weichteilgewebes und Verdichtung des Knochengewebes, die, wie in Abbildung 4 dargestellt, auf einem Röntgenbild sichtbar werden kann (Pföringer und Ullmann 1989). Neben knöchernen Veränderungen am Schlagarm konnte bei Squashspielerninnen durch Knochendichtemessungen auch ein kräftiger Effekt auf den Oberschenkelhals festgestellt werden (Nikander et al. 2005).

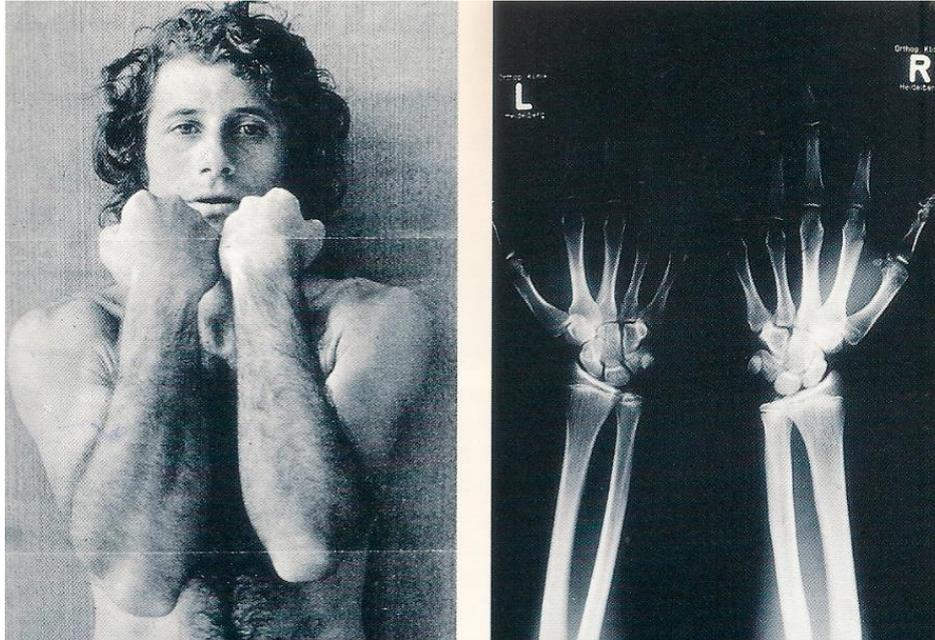


Abbildung 4: Anpassungen des Schlagarmes bei einem Tennisspieler (Pföringer & Ullmann, 1989), Seite 81

Obwohl Squashspieler, die ihren Sport regelmäßig und intensiv betreiben, ihre Extremitäten überdurchschnittlich stark belasten und sich somit einer erhöhten Verletzungsgefahr aussetzen, werden sie durch ihre guten technischen Fähigkeiten gleichzeitig vor Falschbelastungen geschützt. Bei leistungsstarken Squashspielern wird die Belastung gut auf verschiedene Körperabschnitte verteilt, was einer gut ausgeprägten Kopplungsfähigkeit entspricht. Die Schlagbewegung ist hierbei eine Ganzkörperbewegung bestehend aus Translations- und Rotationsbewegungen. Dabei erfolgt die Übertragung der Kraftimpulse von den Beinen über den Rumpf und kommt letztendlich am Schlagarm an (Mensing, 1996). Ungeübte Spieler können diese optimale Bewegungskopplung meist nicht umsetzen. Die Kraft kommt dann nicht aus den Beinen, sondern wird durch unökonomische Bewegungen der oberen Extremitäten generiert, was zu lokalisierten, einseitigen Muskel-, Band- und Gelenkbeanspruchungen führt und Verletzungen provozieren kann. Der ideale Spieler könnte laut Mensing (1996) der bilaterale Spieler sein, der sowohl mit der linken als auch mit der rechten Hand eine effektive Vorhand spielen kann. „Die wechselseitige Ausnutzung der Kraftreserven ist sicher die beste Art, um Überlastungssyndromen zu entgehen“ (Mensing, 1996, S.24) Allerdings scheint ein regelmäßiger, Zeit beanspruchender Handwechsel im schnellen Rückschlagspiel Squash für sportliche Ergebnisse nicht erfolgsversprechend.

Nicht nur ein ungleicher Trainingsstand von linker und rechter Körperhälfte, sondern auch eine übermäßige Belastung von Muskel-Agonisten im Vergleich zu Muskel-Antagonisten z.B. der vorderen gegenüber der hinteren Körperhälfte kann als einseitige Belastung betrachtet werden. Jeder Sport, der regelmäßig betrieben wird, zeigt, wenn keine Gegenmaßnahmen ergriffen werden, früher oder später spezifische Belastungsanpassungen, im ungünstigen Fall Muskel-Dysbalancen auf. Muskelregionen, die bei Squashspielern vermehrt beansprucht werden und somit zur Verkürzung neigen sowie ihre abgeschwächten Gegenspieler werden in Abbildung 5 dargestellt. Der Abbildung zu Folge neigen unter anderem der Musculus pectoralis major, Musculus Iliopsoas, Musculus rectus femoris sowie Anteile der Unterarmmuskulatur zur Verkürzung, wohingegen die Musculi rhomboidei, der Musculus trapezius, Musculus gluteus

medius und maximus eher zur Abschwächung neigen. Im Kapitel 3.2. (Squashverletzungen nach Körperregionen) werden die häufigsten Verletzungen des Bewegungsapparats im Squash erarbeitet, die weitere Rückschlüsse auf die am meisten beanspruchten Belastungszonen des Squashspielers ermöglichen.

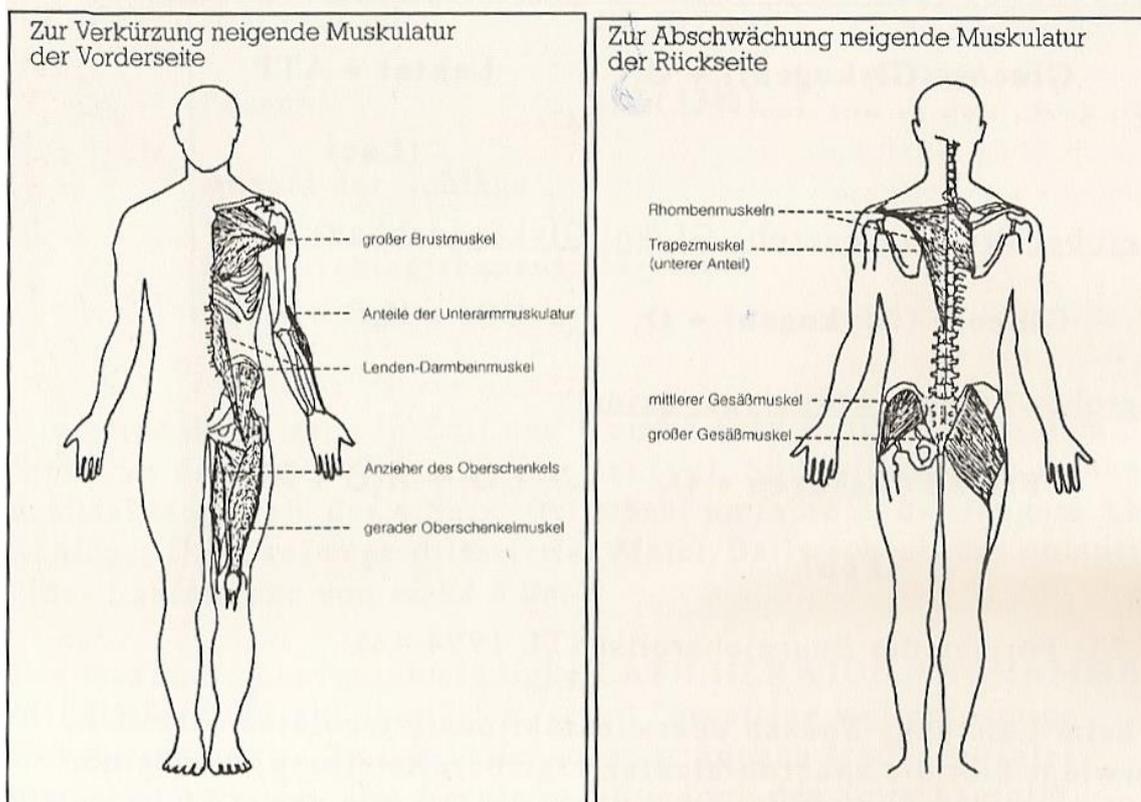


Abbildung 5: Durch Squash einseitig beanspruchte Muskulatur (Mensing, 1996) Seite 40

3 Risiken und Gesundheitsschäden im Squash

Das paradoxe Zusammenwirken von Sport und Gesundheit wurde in der Vergangenheit schon vielfältig betrachtet. Einerseits schützt regelmäßige körperliche Betätigung nachweislich vor vielen chronischen Erkrankungen, wie Diabetes oder Arteriosklerose, und kann den gesamten Organismus stärken. In einer internationalen Studie, die 93,2 Prozent der Weltbevölkerung repräsentiert, wurden die jährlichen Kosten für das Gesundheitssystem durch Bewegungsmangel 2013 auf 53,8 Milliarden US-Dollar geschätzt zuzüglich 13,7 Milliarden US-Dollar durch Produktivitätsverlust (Ding et al. 2016).

Andererseits setzt sportliche Betätigung den Körper stets einer Belastung aus, der es standzuhalten gilt. Kann der Organismus den sportlichen Anforderungen nicht gerecht werden, kommt es zu Gesundheitsschäden, die wiederum selbst Kosten verursachen. "Sportunfälle kosten Geld - aber die Kosten von Bewegungsmangel sind vielfach höher" sagt der Regensburger Mediziner Prof. Dr. Joachim Grifka (http://www.aerztezeitung.de/politik_gesellschaft/article/506130/sportunfaelle-kosten-geld-aber-kosten-bewegungsmangel-vielfach-hoehler.html). Welche Gesundheitsschäden gehäuft durch den Sport Squash auftreten, wird im folgenden Kapitel beleuchtet.

3.1 Hohes Verletzungsrisiko im Squash

Die hohe Belastung des gesamten Organismus sowie bestimmte einseitige Belastungen durch Squash bringen allerlei Risiken mit sich. Akute, aber auch bleibende Gesundheitsschäden können entstehen. Der eng begrenzte Squashplatz, lange Schläger und die hohe Geschwindigkeit des Spiels führen oft zu Kollisionen und Stürzen, die nicht selten folgenlos bleiben. Obwohl das Gesundheitsrisiko im Squash selbstverständlich nicht mit den sogenannten Extremsportarten (z.B. Freeclimbing, Downhill-Mountainbiking) zu vergleichen ist und die absolute Zahl der Squashverletzungen eher gering ist, besteht vor allem für bestimmte Verletzungsarten und ausgewählte Zielgruppen ein erhöhtes Risiko. Außerdem beeinflussen zahlreiche individuelle Faktoren, wie Alter, Geschlecht, körperliche Konstitution, Trainingsniveau oder Bedingungen auf dem Sportplatz sowie die Ausrüstung das Verletzungsrisiko jedes Sportlers.

3.1.1 Verletzungsdefinition, akute und chronische Schäden

Für jede Verletzungsanalyse ist es wichtig, einen Verletzungsbegriff zu definieren. Akute Verletzungen entstehen durch Sportunfälle mit oder ohne Fremdeinwirkung: beispielsweise Kollisionen, Umknicken oder Stürze. Chronisch entstehende Schäden sind Überlastungssyndrome, Abnutzungerscheinungen oder durch einseitige Belastungen sowie falsche Techniken entstandene Haltungsfehler. Die Definition der Sportverletzung schließt in den meisten Studien akute, manchmal auch chronische Gesundheitsschäden, wie Überbelastungsschäden oder Abnutzungsschäden, mit ein. Da Abnutzungsschäden oft erst nach langer Latenz eintreten, können sie von Breitensportlern manchmal nicht mit einer bestimmten Sportart als Ursache in Verbindung gebracht werden und werden somit automatisch vom Verletzungsbegriff ausgeschlossen.

Meyer et al. (2007) stellen vor die statistische Analyse muskuloskelettaler Schäden bei jugendlichen Squashspielern eine bestimmte Verletzungsdefinition. Als Verletzung werden in dieser Studie sowohl Schäden bezeichnet, die während des Trainings oder Wettkampfes durch ein Trauma entstanden sind, als auch Überlastungsschäden, die während oder nach dem Squashspiel Symptome in Form von Schmerzen oder Schwellung aufzeigen. Kopfverletzungen werden in der Studie von Meyer et al. nicht unter den Verletzungen aufgelistet, was allerdings nicht in der Verletzungsdefinition vermerkt ist. Trotzdem beweisen etliche andere Datenanalysen, dass Kopfverletzungen im Squash häufig anzutreffen sind (siehe Kapitel 3.2.1 Kopfverletzungen). Oft wird eine Definition des Begriffs „Verletzung“ allerdings auch nicht explizit festgesetzt. Für einige Studien schließt der Begriff der Verletzung auch alle in der jeweiligen Klinik oder Ambulanz registrierten Fälle ein, die von Ärzten und Patienten mit Squashunfällen in Zusammenhang gebracht werden (Steinbrück 1999; Pfürringer und Keyl 1979). Die Art der Stichproben, z.B. in welcher Einrichtung sie erhoben wurden, kann somit die Definition einer Verletzung beeinflussen.

Ob nun Verletzungen akut oder chronisch entstanden sind, es kommt für die Betroffenen vor allem auf die Schwere der Gesundheitsschäden an. Wie schwerwiegend eine Verletzung ist, hängt unmittelbar mit der subjektiven Wahrnehmung des Verletzten zusammen. Im Squash können neben unkomplizierten Bagateltraumata wie z.B. Prellungen oder Zerrungen auch ernsthafte Verletzungen auftreten. Traumata, die Gesicht und Augen betreffen, und der plötzliche Herztod werden als die am häufigsten auftretenden schweren Gesundheitsschäden im Squash beschrieben (Tator 2008).

3.1.2 Relatives Risiko und Absolutes Risiko

In der Sportklinik Stuttgart-Bad Cannstatt wurden von 1972-1997 25 Jahre lang Sportverletzungen registriert und ausgewertet (Steinbrück 1999). Verletzungen von über 30000 Sportlern wurden analysiert. Fußball ist heute wie damals die populärste Sportart in Deutschland, demnach scheint es nicht verwunderlich, dass in Steinbrücks Auswertung von 87 Disziplinen die Fußballspieler mit einem Anteil von 34,3 Prozent an allen Sportverletzungen mit großem Vorsprung die Tabelle anführen. Alpinski-Läufer machen 11,9 Prozent der sportbedingten Verletzungen aus und mit 7,5 Prozent und 5,4 Prozent folgen die Handballer und Tennisspieler. Squashspieler nehmen lediglich einen Anteil von 1,4 Prozent an allen Sportverletzungen ein und belegen damit nur den elften Tabellenrang.

Trotzdem kommt in Steinbrücks Studie den Squashverletzungen eine besondere Aufmerksamkeit zu. Der Anteil von 1,4 Prozent ist ein Durchschnittswert der Verletzungsanalysen von 1972-1997. Spaltet man diesen Zeitraum nun in die Intervalle 1972-1986 (0,3 Prozent der Sportverletzungen) und 1987-1997 (2,3 Prozent der Sportverletzungen), lässt sich vom ersten zum zweiten Intervall eine fast achtfache Steigerung des prozentualen Anteils feststellen.

Interessant ist auch, dass Squash laut Steinbrück (1999) mit 14,0 den höchsten Verletzungsfaktor aller analysierten Sportdisziplinen besitzt, wobei sich der Verletzungsfaktor aus dem Verhältnis von Sportverletzungen in Prozent zu organisierten Sportlern in Prozent ergibt ($\frac{\text{Sportverletzungen in Prozent}}{\text{organisierte Sportler in Prozent}}$). Wichtig ist, dass es sich hierbei um einen regionalen Verletzungsfaktor handelt, der von verschiedenen Faktoren, wie z.B. dem Einzugsgebiet der Klinik und der regionalen Beliebtheit verschiedener Sportarten, abhängt.

Steinbrück nutzt den Verletzungsfaktor, um ihn mit der absoluten Häufigkeit der Sportverletzten zu vergleichen. Bezogen auf den Wert des Verletzungsfaktors liegt Squash in der Risikoliste auf Platz eins, bezogen auf das absolute Verletzungsrisiko nur auf Platz 11. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass das absolute Risiko eine Squashverletzung zu erleiden niedriger ist, als das relative. Diese Tatsache lässt sich durch die im Vergleich zu anderen Sportarten geringe Anzahl der organisierten Squashspieler erklären.

3.1.3 Prävalenz, Inzidenz und Verletzungsarten

Obwohl Squashverletzungen nur einen kleinen Anteil von 1,4 Prozent aller Sportverletzungen ausmachen, sind Prävalenz und Inzidenz für das Auftreten von Verletzungen im Squash hoch. Die Inzidenz von Squashverletzungen pro Spielzeit wird von Meyer et al. (2007) auf 0,45 Verletzungen pro 1000 Stunden Spielzeit geschätzt. Die Basis der Berechnungen ist eine Studie mit jugendlichen Squashspielern. Tendenziell ließ sich feststellen, dass Spieler mit vorbestehender Verletzung öfter betroffen waren. Bezogen auf die Anzahl der Sporttreibenden nimmt die Verletzungsrate einen Wert von 3,7 pro 100 Sporttreibenden pro Jahr an (Pffringer und Ullmann 1989). Die Prävalenz für Verletzungen aller Art während der gesamten aktiven Spielzeit liegt im Squash bei 45 Prozent (Berson et al. 1981).

In Tabelle 4 sind die verschiedenen Formen der Squashverletzungen nach ihren prozentualen Anteilen aufgelistet. Die Mehrheit der Squashverletzungen sind Verletzungen des Weichteilgewebes. Am häufigsten sind Prellungen (30,8 Prozent), die durch Kollisionen mit Wänden, Boden oder dem Gegner entstehen. Platzwunden (26 Prozent) entstehen meist durch Einwirkung des Schlägers und oft im Kopfbereich (Pffringer und Keyl 1979). Zerrungen und Verrenkungen (17,4 und 9,0 Prozent) betreffen vor allem die Extremitäten, genau wie Sehnenrisse, Muskelrisse und Frakturen. Selten können auch Gehirnerschütterungen oder Schädel-Hirn Traumata auftreten.

Art	%
Prellungen	30,8
Platzwunden	26,0
Zerrungen	17,4
Verrenkungen	9,0
Sehnenrisse	5,1
Muskelrisse	3,6
Knochenbrüche	3,3
Gehirnerschütterungen	1,2
Sonstiges	3,6
Total	100,0

Tabelle 4: Unterteilung nach Arten der Squashverletzungen und deren prozentualer Verteilung (Pffringer & Keyl 1979)

3.1.4 Verletzungsursachen

Chard und Lachmann machen zu 80 Prozent der Fälle Traumata für Squashverletzungen verantwortlich (Chard und Lachmann 1987). Traumata haben im Squash unterschiedliche Ursachen, die in Tabelle 5 aufgelistet sind. Am häufigsten entstehen Verletzungen beim Squash durch Einwirkung des Schlägers; meist handelt es sich dabei um den gegnerischen Schläger, ursächlich für 43,5 Prozent aller Squashverletzungen (Pförringer und Keyl 1979). Da der Schläger circa auf Kopfhöhe ausschwingt, geschehen durch Kollision mit dem Schläger nicht selten Kopfverletzungen (siehe 3.2.1 Kopfverletzungen). Auch der Squashball kann Verletzungen hervorrufen. Er passt ausgezeichnet in die Orbita und kann somit zu ernsthaften Augenverletzungen führen (siehe 3.2.1.1 Augenverletzungen). 19,4 Prozent der Verletzungen treten im Zusammenhang mit dem Boden des Squashcourts auf. Hierbei spielen Stürze oder Umknicken eine Rolle, die zum Beispiel ein Supinationstrauma (siehe 3.2.4.1 Verletzungen des Sprunggelenks) verursachen können. Des Weiteren können einige Verletzungen, vor allem Prellungen, durch die Kollision mit einer der den Squashplatz umgebenden Wände geschehen.

Schlagverletzungen	53,2 % (43,5 % gegnerischer Schläger, 9,7 % eigener Schläger)
Verletzungen am Boden	19,4 %
Verletzungen durch den Ball	15,7 %
Kollision mit Wänden	11,7 %

Tabelle 5: Ursachen von Squashverletzungen (Pförringer & Keyl 1979)

Am Kopf lokalisierte Verletzungen sind, wie in Tabelle 6 dargestellt, zumeist durch Schläge bedingt. Sie machen 82 Prozent der schlagbedingten Squashverletzungen aus (Gorschewsky und Dau 2007). Für Verletzungen der oberen und unteren Extremitäten sowie Rumpferletzungen sind vor allem andere Traumata verantwortlich (Gorschewsky und Dau 2007).

	Durch Schläge:	Andere Traumata:
	59,1%	40,9 %
Kopf	82 %	5%
Rumpf	<1%	4%
Obere Extremitäten	13%	32%
Untere Extremitäten	4%	59%

Tabelle 6: Prozentualer Anteil der Verletzungen durch Schläge und der nicht schlagbedingten Traumata (Gorschewsky und Dau 2007)

Abbildung 6 zeigt ein Diagramm, erstellt von Meyer et al. (2007). Als Ergebnisse einer Umfrage bei jugendlichen Squashspielern werden Unfallmechanismen als Verletzungsursachen nach ihrer Häufigkeit dargestellt. Es soll ein besonderes Augenmerk darauf liegen, dass die meisten Schmerzen während des Squash oder unmittelbar danach keine bewusste traumatische Ursache zu haben scheinen. Es ist anzunehmen, dass es sich hierbei um chronische Überbelastungsschäden handelt, die wahrscheinlich einen großen Anteil aller Squashverletzungen ausmachen.

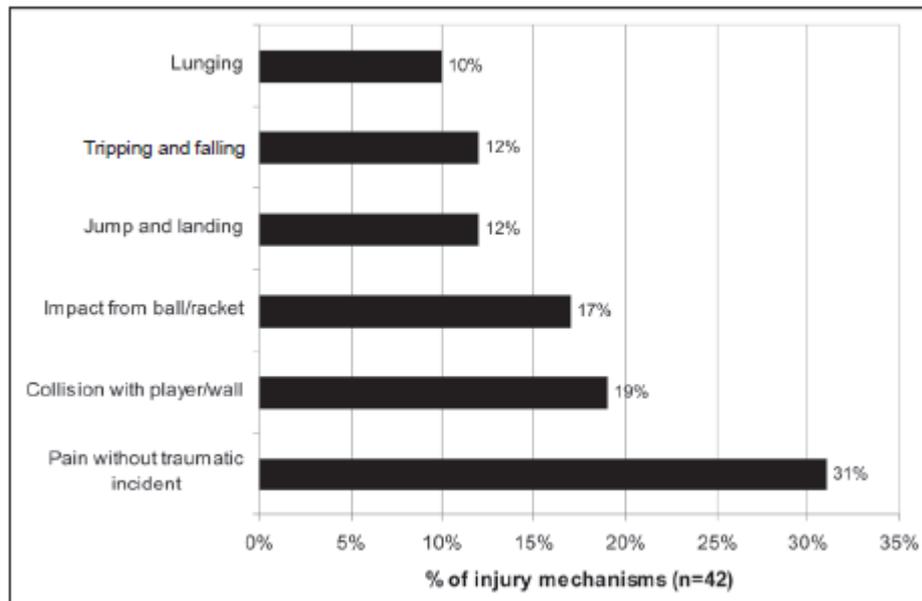


Abbildung 6: Verletzungsmechanismen im Squash
(Meyer et al. 2007)

3.2 Squashverletzungen nach Körperregionen

Es gibt außerdem Statistiken, die das Auftreten von Squashverletzungen bezüglich verschiedener Körperregionen beschreiben. Die Daten von Pfürringer und Keyl (1979) stellen bezüglich Squashverletzungen die erste große Datensammlung in Deutschland dar. Im Groben lassen sich die betroffenen Körperregionen in Kopf/Hals, Rumpf, obere und untere Extremitäten unterteilen. Die häufigsten Verletzungen im Squash sind die Kopfverletzungen (42,8 Prozent), gefolgt von Verletzungen der unteren Extremitäten (32,7 Prozent) und Verletzungen der oberen Extremitäten (17,3 Prozent). Mit 7,2 Prozent Anteil sind Rumpfverletzungen im Squash die seltensten (Pfürringer und Keyl 1979). Da das Interesse für den Sport Squash in den siebziger und achtziger Jahren stark zunahm, folgten verschiedene Datensammlungen, die in Abbildung 7 miteinander verglichen werden. Pfürringer und Keyl (1980) stellten verhältnismäßig viele Kopfverletzungen fest. Diese Ergebnisse sind darauf zurückzuführen, dass Pfürringer und Keyl (1979) kleinere oder Bagateltraumen nicht erfassten. Kopfverletzungen werden wesentlich seltener als Bagatellverletzungen kategorisiert als Verletzungen der unteren Extremitäten. Verletzungen des Weichteilgewebes sind von allen Verletzungsformen die am häufigsten vorkommenden (Finch und Eime 2001; Pfürringer und Keyl 1979).

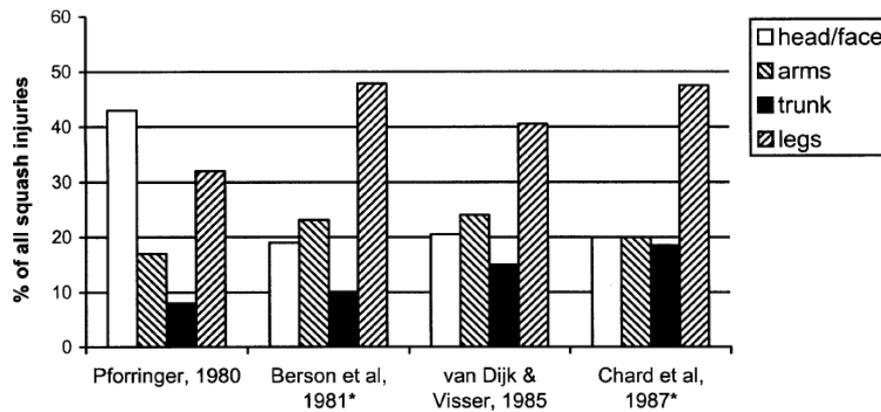


Abbildung 7: Squashverletzungen nach Körperregionen - Vergleich von vier internationalen Studien („head/face“ schließt die Kategorie „others“ mit ein) (Finch & Eime 2001)

3.2.1 Kopfverletzungen

In einer orthopädisch-sporttraumatologischen Klinikambulanz betreffen nur ungefähr 1,3 Prozent der Sportverletzungen den Kopfbereich (Steinbrück, 1999). Interessanterweise traten in Steinbrücks 25-Jahres-Analyse besonders viele Kopfverletzungen bei unter zehn Jahre alten Kindern auf (6,7 Prozent), wohingegen bei den 50 bis 59 Jahre alten Patienten nur 0,4 Prozent der Sportverletzungen Kopfverletzungen waren und bei den über 60-Jährigen überhaupt keine Kopfverletzung registriert wurde. Kinder unter 10 Jahren sind oft noch unkoordiniert und nicht selten übermütig. So kann es leicht passieren, dass mit dem Schläger das Kind selbst oder der Konkurrent getroffen wird.

Im Squash machen die Kopfverletzungen mit 42,8 Prozent (Pffringer & Keyl, 1979), bzw. 48,7 Prozent (Eime et al. 2003) einen sehr hohen Anteil aller ernsthaften Squashverletzungen aus. Außerdem stellen sie laut Eime et al. von allen Squashverletzungen, die in der Notaufnahme registriert sind die häufigste Ursache für Behandlungen im Krankenhaus dar.

Da der Blick des Squashspielers oft in Richtung des Balles, des Gegners oder bei Kollisionen in Richtung des Aufprallorts gerichtet ist, sind Gesichtsverletzungen nicht selten. Die häufigsten Gesichtsverletzungen sind Augenverletzungen, Platzwunden und Lippenverletzungen (Persic et al. 2006). Den Großteil der Kopfverletzungen machen mit ca. 54,7 Prozent die Augenverletzungen aus (Pffringer und Keyl 1979). Tabelle 7 zeigt weitere prozentuale Anteile verschiedener Lokalisationen der Kopfverletzungen im Squash auf.

Kopfverletzungen beim Squash	
Auge	54,7 %
Nase	9,8 %
Kiefer	10,5 %
Schädel	13,3 %
Sonstiges	11,7 %

Tabelle 7: Lokalisation von Kopfverletzungen (Pffringer und Keyl 1979)

3.2.1.1 Augenverletzungen

Kopfverletzungen können ernsthafte Folgen nach sich ziehen. Insbesondere das Auge ist für den Menschen ein ausgesprochen wichtiges Sinnesorgan. Zwar liegen die Augen vermeintlich geschützt in den knöchernen Orbitae, sind aber für den kleinen Squashball dennoch gut zu erreichen. Der Schlägerschwung erfolgt auf Augenhöhe und das unmittelbare Nebeneinander der Spieler sorgt für die räumliche Nähe von Schläger und Gesicht. Im schnellen Sportspiel Squash reicht die Zeit oft nicht, um den Blick rechtzeitig von der Gefahrenzone zu wenden.

3.2.1.1.1 Große Häufigkeit von Augenverletzungen beim Squash

Deshalb sind Augenverletzungen im Squash nicht selten und im Gegensatz zu vielen anderen Sportarten sogar sehr häufig anzutreffen. Insgesamt sind laut Datenlage relativ wenige Augenverletzungen durch Unfälle beim Sport bedingt. Die erste dementsprechende Studie wurde 1923 von Garrow veröffentlicht, hier wurde der Anteil der sportbedingten Augenverletzungen an allen in einem Krankenhaus behandelten Augenverletzungen lediglich auf 0,7 Prozent geschätzt (Garrow 1923). Kahle, Dach und Wollensak geben 1993 den dementsprechenden Anteil mit ca. 1 Prozent für ganz Berlin an. Sie stützen sich dabei auf Jones et al. (1986) mit ebenfalls 1 Prozent und Macewen (1987) mit 0,9 Prozent. Finch und Wear setzen 1998 für den Anteil der sportbedingten Augenverletzungen einen großen Rahmen von 5 bis 42 Prozent und sprechen von einem stetigen Anstieg der Sportverletzungen, insbesondere der sportbedingten Augenverletzungen. Anstelle von berufsbedingten Augenschäden, denen heute durch vorgeschriebene Arbeitsbrillen effektiv vorgebeugt wird, treten heutzutage vermehrt Verletzungen beim Sport auf (Finch und Vear 1998). Immer mehr Menschen treiben in ihrer Freizeit Sport. Man kann vermuten, dass der Schutz der Gesundheit bei der sportlichen Freizeitgestaltung oft vernachlässigt wird. Tabelle 8 stellt die verschiedenen Werte für den Anteil sportbedingter Augenverletzungen an allen Augenverletzungen dar.

1923, Garrow	1986, Jones et al.	1987, Macewen	1998, Finch & Wear	
0,7 %	1 %	0,9 %	5-42 %	

Tabelle 8: Anteil der sportbedingten Augenverletzungen an allen Augenverletzungen (Garrow 1923; Jones et al. 1986; MacEwen 1987; Finch und Vear 1998)

Von den sportbedingten Augenverletzungen sind verhältnismäßig viele auf den Squashsport zurückzuführen. In der Literatur wird Squash sogar oftmals als die Sportart angesehen, die die meisten Augenverletzungen verursacht wie z.B. in der Studie von Kahle et al. (1993). Tabelle 9 fasst verschiedene Studien und ihre Ergebnisse zusammen.

1981, Barell et al.	Oct 1982- Mar 1984, Gregory	Jan 1985- Jun 1986, MacEwen	Jan 1987- Dec.1987, Jones	1989 MacEwen	Nov 1989- Oct 1991, Fong	1993, Kahle et al.
49% (squash)	26% (squash)	8% (football, all codes)	23% (football, all codes)	10% (football, all codes)	17% (squash)	33,3% (squash)

*Tabelle 9: Relative Häufigkeit von Augenverletzungen bezogen auf die jeweilige Sportart
In Klammern steht die Sportart, die laut Autor die meisten Augenverletzungen verursacht.
(Finch und Wear 1998)*

Vorsicht sei bei der Bewertung der prozentualen Anteile von sportbedingten Augenverletzungen bzw. Squash-bedingten Augenverletzungen geboten, da die verschiedenen, hier aufgelisteten Studien jeweils in unterschiedlichen Gegenden mit unterschiedlicher Bevölkerungsstruktur erhoben wurden. Bei den Erhebungen ist es beispielsweise von Belang, welche Beliebtheit der Squashsport im jeweiligen Umfeld erfährt, wie viel und auf welche Weise die Bevölkerung sich sportlich betätigt und wie verletzungsanfällig sie ist.

Betrachtet man die durch Squash verursachten Augenverletzungen nicht als Anteil aller Augenverletzungen, sondern als Anteil aller Verletzungen die beim Squash passieren, sind 23,4% der beim Squash auftretenden Verletzungen Augenverletzungen (Pfföringer und Keyl 1979). Von allen Körperteilen sind im Squash laut der Datensammlung von Pfföringer und Keyl die Augen am häufigsten von ernsthaften Verletzungen betroffen. Augenverletzungen sollte im Squash demnach eine besondere Aufmerksamkeit zukommen, unabhängig von der lokalen Beliebtheit des Squash, da die Spielvoraussetzungen aufgrund von sportlichen Normen für Squashspieler international sehr ähnlich sind.

Die Inzidenz der Augenverletzungen im Squash sollte sich für alle Squashspieler in annähernd gleichen Größen bewegen. Zur Debatte steht, ob Squashanfänger sich trotz geringerer Spielzeit aufgrund mangelnder Technik und Taktik öfter verletzen als professionelle Spieler. Anfänger bewegen sich auf dem Spielfeld oft zu nah am Gegner und lassen beim Verfolgen des Balles oft den Gegner und dessen schwingenden Schläger aus den Augen (Finch und Vear 1998). Das häufigere Auftreten von Augenverletzungen bei Squash-Anfängern ist allerdings nicht bewiesen. Fong setzte das Risiko eine Augenverletzung beim Squash zu erleiden insgesamt auf 64 pro 100000 Spieler fest (Fong 1994). Allerdings ist auch ein Zusammenhang zur Spielzeit zu vermuten: Wer mehr Zeit auf dem Platz verbringt, hat grundsätzlich ein höheres Risiko sich zu verletzen. Deshalb werden die Inzidenzraten oft pro Spielstunde angegeben, wie zum Beispiel: 17,5 Augenverletzungen pro 100000 Spielstunden (Genovese et al. 1990).

3.2.1.1.2 Häufigste Verletzungsursache: Schläger oder Ball?

In den meisten Fällen ergaben auf Umfragen basierende Studien als häufigste Verletzungsursache eine Kollision mit dem gegnerischen Schläger. Das ist zum Beispiel bei Finch & Wear (1998) der Fall, die für den Anteil der durch den Schläger bedingten Augenverletzungen an allen Augenverletzungen beim Squash 77 Prozent berechneten.

Bei der Auswertung der Patientendaten verschiedener Augen-/Ohren-Kliniken und Praxen kristallisierte sich allerdings der in Orbita eingedrungene Ball als wichtigster

Verletzungsverursacher heraus. In Berliner Augenkliniken vermerkten Kahle et al. den Ball zu etwa 63 Prozent als Verletzungsursache und im Royal Victorian Eye and Ear Hospital hielt Fong in 62 Prozent den kleinen, schwarzen Weichgummiball für die Verletzungsursache (Fong 1994). Schon die ersten großen Untersuchungen bezüglich Squashverletzungen in Deutschland von Pförringer ergaben, dass Augenverletzungen im Squash „hauptsächlich durch ein direktes Auftreffen des Balls auf den Augapfel“ (Pförringer und Viernstein 1985) bedingt sind. Auch Pförringer arbeitete auf der Basis von Klinikdaten und nicht von Umfragebögen.

Die Ergebnisdifferenzen zwischen verschiedenen Möglichkeiten der Datenanalyse bezüglich der Ursachen von squashbedingten Augenverletzungen lassen sich durch verschiedene Überlegungen erklären. Durch den Schläger verursachte Augenverletzungen sind meist weniger kritisch (Finch & Vear, 1998). Der Schlägerkopf trifft die Augenregion meistens in der Ausschlagphase und es entstehen oberflächliche Prellungsverletzungen, nur sehr selten Frakturen z.B. des Jochbeins oder der Orbita. Leichte Verletzungen werden von den betroffenen Spielern oft einfach ignoriert und ein Arztbesuch wird vermieden. Dadurch erscheinen diese Verletzungen nicht in den Datenbanken der Krankenhäuser oder Ambulanzen, sehr wohl werden sie aber auf Umfragebögen angegeben.

Der Squashball hingegen dringt mit seinem kleinen Durchmesser und seiner guten Verformbarkeit in die Orbita ein und kollidiert direkt mit dem ungeschützten Auge. Vor allem bei Direktschlägen ist dies eine gefährliche Situation, weil der Ball eine hohe kinetische Energie annehmen kann und das Auge großen Erschütterungen aussetzt. Im besten Fall entsteht eine einfache Contusio Bulbi ohne Komplikationen, im schlechtesten Fall kann eine solche Verletzung zur Netzhautablösung und Visus-Verlust führen.

3.2.1.1.3 *Contusio bulbi und weitere Augenverletzungen*

Je nach Unfallhergang entstehen beim Squash leichte, folgenlose Augenverletzungen oder schwerere, die ambulant oder sogar stationär behandelt werden müssen. Kahle et al. (1993) geben an, dass der Anteil der ambulanten Fälle fast viermal so hoch ist wie der der stationären Fälle. Wenn eine stationäre Aufnahme erfolgt, dann liegt die durchschnittliche Aufenthaltsdauer bei fünf Tagen (Kahle et al. 1993).

Nach der Meinung von Kahle et al. sind die Augenverletzungen, die beim Squash auftreten, somit hauptsächlich verhältnismäßig leichte Verletzungen. Diese Meinung steht in Diskrepanz mit der Meinung anderer Autoren, die ein hohes Risiko für schwere Augenverletzungen sehen. Ob nun schwere Augenverletzungen eher häufig oder selten, sind scheint aber objektiv betrachtet eher von geringem Belang. Sicher ist, sie treten mit einer gewissen Häufigkeit auf und haben unter Umständen schwerwiegende Folgen für den Betroffenen.

Bestimmte, häufige Krankheitsbilder müssen also näher betrachtet werden, um deren relevante Folgen aufzuzeigen und die Bedeutung von Präventionsmaßnahmen im Squash besser darzustellen.

Fast jede squashbedingte Augenverletzung ist eine Prellung des Augapfels (=Contusio bulbi). Die Ausnahme bilden reine Schnittverletzungen der Lidhaut, Konjunktiva und Cornea durch zertrümmerte, sportuntaugliche Brillen. Inadäquate Schutzbrillen stellen somit eine Gefahr dar. Die Contusio bulbi entsteht in den meisten Fällen durch ein stumpfes Trauma durch den Squashball. Hierbei kommt es zunächst zu einer Kompression des Auges mit Zunahme des äquatorialen Durchmessers und anschließend zu einer Dekompression mit Verlängerung des Bulbus im anterioren-posterioren Durchmesser (Delori et al. 1969). Bei einer Contusio bulbi

entstehen Kontusionszeichen im Inneren des Auges, das heißt es entstehen Ödeme und Hämatome.

Im vorderen Abschnitt des Auges können Kammerwinkeleinrisse zu einem Katarakt führen. Deren Vernarbung kann Kammerwinkel-Rezessi entstehen lassen, die den physiologischen Kammerwasserabfluss stören und zu einem sekundären Glaukom führen können. Schädigungen des Pupillenschließmuskels können entrundete Pupillen oder sogar Pupillenlähmungen verursachen.

Schwerwiegende Folgen kann eine Contusio bulbi vor allem haben, wenn sie den hinteren Abschnitt des Auges betrifft, wo die Sinneszellen physiologischer Weise angeordnet sind. Oft kommt es bei dieser Art von Verletzung im hinteren Abschnitt des Auges zu einem Berlinödem, einem Kontusionsödem von Makula und Netzhaut. Das Berlinödem ist mit Hilfe der Fundoskopie gut zu diagnostizieren: Durch die Prellung entsteht ein weißliches Ödem der Netzhaut (siehe Abbildung 8). Eine vollständige Rückbildung ist oft möglich, allerdings kann bei Entstehung eines zystoiden Makulaödems mit konsekutivem Makulaschichtloch durch Narbenbildung auch eine schwere, bleibende Visuseinschränkung entstehen (<https://amboss.miamed.de/>). Periphere Netzhautlöcher können eine Ablatio retinae (=Netzhautablösung) zur Folge haben, die mehr oder weniger starke Visuseinschränkungen und Gesichtsfeldausfälle mit sich bringt. Laut Grehn (2012) können besonders schwere Kontusionen beispielsweise durch einen Squashball entstehen. Diese können Aderrupturen und Netzhautblutungen zur Folge haben, die die Sehschärfe auf Dauer herabsetzen.

Grundsätzlich besteht die Behandlung einer Augapfelprellung in einer Ruhigstellung, Bettruhe und beidseitigem Augenverband (Grehn 2012). Das Berlinödem kann mit Glukokortikoiden behandelt werden. Eine Verlaufskontrolle mit Fundus-darstellung und Augendruckmessung in regelmäßigen zeitlichen Abständen ist empfohlen.

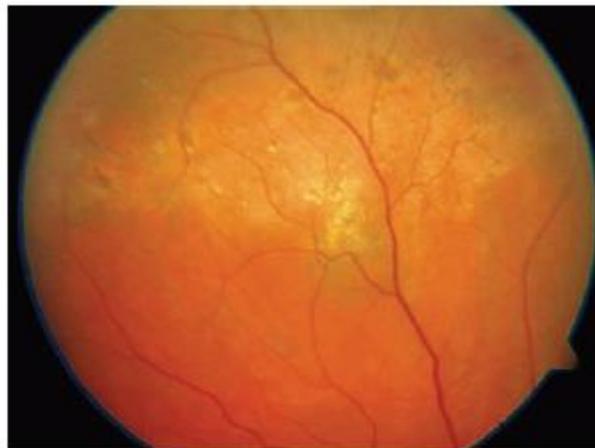


Abbildung 8: Berlinödem der peripheren Netzhaut nach stumpfem Bulbustrauma. Durch Prellung entsteht ein weißliches Ödem der Netzhaut (obere Bildhälfte) (Grehn, 2012)

Tabelle 10 beschreibt welche Symptome sich bei Augenverletzungen im Squash besonders häufig finden. Dabei wird unterschieden, ob die Verletzung durch Kollision mit dem gegnerischen Schläger oder durch Kontakt mit dem Squashball entsteht. Insgesamt wurden 206 Verletzungen registriert. Es ist auffällig, dass Platzwunden und Schnittwunden hauptsächlich durch den Schläger verursacht werden, während periokuläre und Lidhämatome sowie Reizungen der Konjunktiva vermehrt durch Einwirkung des Balles entstehen (Kahle et al. 1993). Speziell hervorzuheben ist, dass Schädigungen der vorderen Kammer wie Hyphämata oder Kammerwinkelrezessi sowie im hinteren Augenabschnitt befindliche Retinaschäden,

insbesondere das Berlinsche Ödem, fast ausschließlich durch direkte, stumpfe Krafteinwirkung des Balles entstehen. Da vor allem diese Verletzungen schwerwiegende, bleibende Schäden hinterlassen können, ist bei Verletzungen durch den Ball besondere Vorsicht und Beobachtungspflicht geboten.

Lokalisation	Art der Verletzung	durch Schläger	durch Ball	insgesamt
perickulär	Rötung, Schürfung, Prellmarke	1	3	4
	Hämatom	2	4	6
	Platzwunde	7	0	7
	Schnittstelle	1	0	1
Lider	Rötung, Schürfung, Prellmarke	0	6	6
	Schwellung	3	11	14
	Hämatom	2	13	15
	Platzwunde	4	0	4
	Schnittwunde	2	0	2
Konjunktiva	konjunktivaler Reizzustand	10	27	37
	Bindehautriß, -verletzung	3	1	4
	Bindehautschnitt	2	0	2
	Dehiszenz zw. Konj. u. Sklera	0	1	1
	Hyposphagma	4	0	4
Kornea	Epithelödem	0	2	2
	Descementfalten	0	1	1
	Endothel m. Zellbeschlägen	0	5	5
	Hornhautschnittwunde	1	0	1
	Erosio	11	17	27
VK	makroskopisch Hyphäma	0	12	12
	etwas Blut im Kammerwinkel	0	5	5
	Kammerwinkelrezessus	0	13	13
Iris	Pupille entrundet	0	6	6
	lichtstarre Pupille	1	1	2
	traumatische Mydriasis	0	1	1
	Irissphinktereinriß	0	1	1
	Iridodialyse	0	1	1
Retina	Berlinsches Ödem	4	17	21
	retinale Blutung	0	1	1

Tabelle 10: Durch Squashtraumata verursachte Verletzungen im Augenbereich (71 Patienten; 206 Verletzungen) (Kahle et al., 1993)

Daten bezüglich des Auftretens von Augenverletzungen im Squash schwanken und Studien finden an verschiedenen Orten unter unterschiedlichen Bedingungen statt. Insgesamt lässt sich jedoch eindeutig ein bestimmter Zusammenhang des Squashsports mit dem Auftreten von Augenverletzungen erkennen. Für jeden Spieler -egal welcher Spielstärke- besteht die Gefahr sich während eines Squashspiels eine Augenverletzung zuzuziehen. Letztendlich besteht sogar die Gefahr durch ernsthafte Verletzungen dauerhaft an Sehvermögen einzubüßen. In 2,7 Prozent der beobachteten Fälle bleiben Sehstörungen oder Sehverlust als andauernde Beeinträchtigungen zurück (Pfüringer und Keyl 1979). Adäquate Polycarbonat-Schutzbrillen können Augenverletzung vorbeugen (siehe 4.3.1 Adäquate Schutzbrille aus Polycarbonat). Die Behandlung von Augenverletzungen sollte unbedingt durch einen Ophthalmologen erfolgen.

3.2.1.2 Zahnverletzungen

Squash gehört zu den Sportarten, die ein mittleres Risiko für Zahnverletzungen besitzen (Persic et al. 2006). Sie treten im Squash wesentlich seltener auf als Augenverletzungen. Trotzdem

berichten in der Studie von Persic et al. (2006) 4,5 Prozent der befragten Squashspieler aus Deutschland, Frankreich und der Schweiz bereits selbst eine Zahnverletzung durch Squash erfahren zu haben. 20,4 Prozent der Befragten beobachteten schon einmal eine Zahnverletzung beim Squash. Im Gegensatz zum Auftreten von Augenverletzung, die bei professionellen Spielern sowie Amateuren häufig anzutreffen sind, passieren fast alle Zahn-Verletzungen beim Spiel der Amateure.

Da der Squashball nicht hart wie zum Beispiel ein Puck ist, sondern aus verformbarem Weichgummi besteht, sind Zahnverletzungen eher nicht durch den Aufprall des Balles verursacht. Die Ursache der Zahnverletzungen besteht am häufigsten in einer Kollision mit dem gegnerischen Schläger beziehungsweise dem Gegner selbst (Persic et al. 2006). Das Risiko wird, ähnlich wie das Risiko für andere Squashverletzungen, gesteigert durch die hohe Geschwindigkeit des Spiels, engen Kontakt der Spieler auf dem begrenzten Spielfeld und durch den Charakter der Schlagsportart an sich, in der starre, harte Schläger direkt auf Gesichtshöhe geschwungen werden.

Die meisten Zahnverletzungen sind Kronenabbrüche. Aber auch Wurzelausrisse, die einer langwierigen, teuren Behandlung bedürfen, sind gelegentlich durch Squash verursacht. Beim Ausriss eines ganzen Zahnes ist grundsätzlich eine Replantation möglich. Eine schnelle Reaktion nach dem Unfall und der Gebrauch einer SOS-Zahnbox (=tooth rescue kit), in der der Zahn bis zur Replantation in physiologischer Umgebung aufbewahrt werden kann, steigern den Behandlungserfolg. Die Möglichkeit der Replantation sowie die Nutzung einer SOS-Zahnbox sind allerdings vielen Sportlern nicht geläufig (Persic et al., 2006). Das Tragen eines Zahnschutzes ist eine effektive, aber kaum verbreitete Präventionsmöglichkeit in Bezug auf Zahnverletzungen im Squash (siehe 4.3.2 Zahnschutz).

3.2.1.3 Ausgedehnte craniofaciale und vertebrale Verletzungen: Ein Fallbeispiel

Normalerweise ist der Volkssport Squash kaum mit schweren Schädelfrakturen- oder Wirbelverletzungen assoziiert. Atik, Krilis und Parker (2012) berichten von einem äußerst schweren Sportunfall beim Squash: Der Patient erlitt Frakturen des frontalen Schädelsknochens, der Orbitae, der Maxillae, der Ossae zygomaticae, des Atlas, der Axis und des Processus spinosus des siebten Halswirbels (Atik et al. 2012). Der Unfall geschah, indem der 55 Jahre alte Mann Kopf voraus eine Kollision mit Wand und Boden in der Ecke des Squashplatzes erfuhr. Er trug weder Schutzbrille noch einen Zahnschutz. Abbildungen 9 und 10 stellen in einer 3D-CT-Rekonstruktion den Befund genauer dar. Zum Ausschluss einer relevanten Rückenmarkskompression durch Knochenfragmente wurde außerdem ein MRT angefertigt. Der Patient erfuhr einige neurochirurgische Operationen und wurde auf der neurochirurgischen Intensivstation versorgt. Es handelt sich hierbei um den einzigen bekannten Fall einer Squashverletzung eines solch immensen Ausmaßes. Der Fall ist von großer Bedeutung, um den Sportlern die Möglichkeit von verheerenden Konsequenzen einer Kollision auf dem Squashplatz darzulegen. Stürze auf den Kopf sollten unbedingt immer eine entsprechende Bildgebung nach sich ziehen.

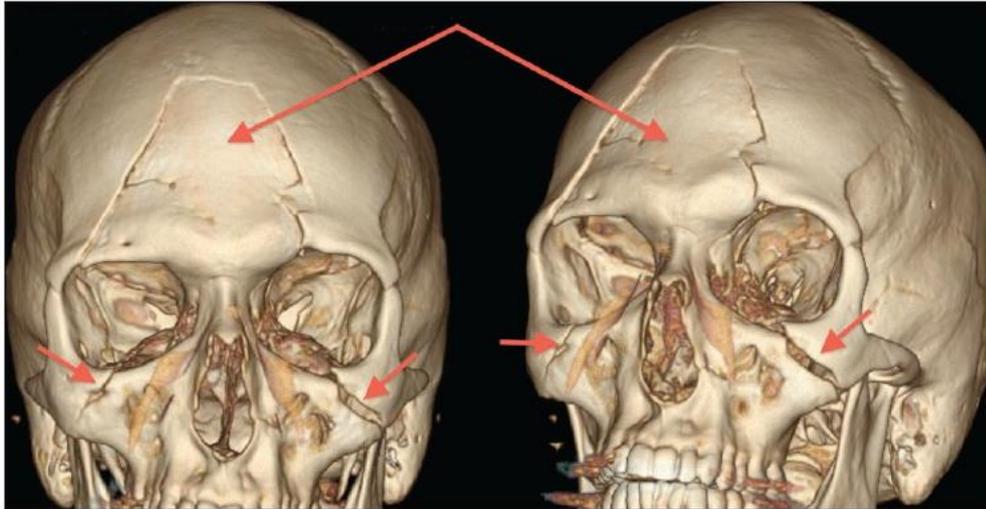


Abbildung 9: 3D-CT-Rekonstruktion, anteriore und anterolaterale Ansicht, Befund: LeFort II, Frakturen von Os Frontale, Os Zygomaticum und der Orbita (Atik et al. 2012)

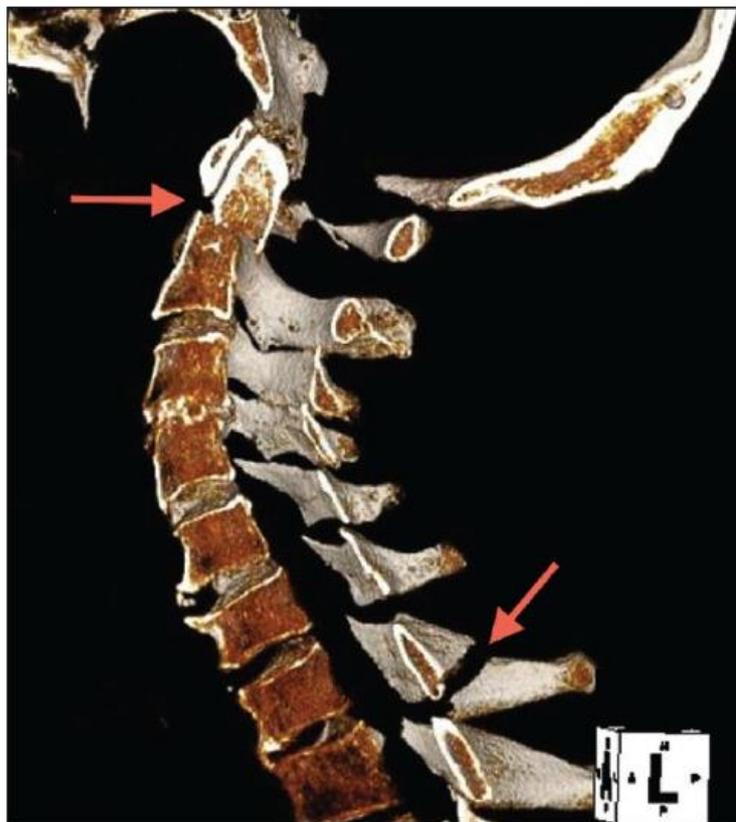


Abbildung 10: 3D-CT-Rekonstruktion, Anterolaterale Ansicht, Befund: Fraktur des hinteren Bogens von C1, Typ 3 Dens-Fraktur, Fraktur des Processus Spinosus C7 (Atik et al. 2012)

3.2.2 Verletzungen des Rumpfes

Verletzungen des Rumpfes entsprechen nur 7,2 Prozent der Squash-Verletzten (Pföringer und Keyl 1979) und sind somit eher selten. Von allen Rumpfverletzungen finden sich jeweils 12,5 Prozent an Genitalen und der Wirbelsäule, 16,7 Prozent im Bereich der Brust, und die meisten Verletzungen mit 58,3 Prozent am Rücken (Pföringer und Keyl 1979). Verletzungen des Bauches sind nicht bekannt. Chard und Lachmann (1987) setzen sogar einen wesentlich höheren Anteil der Rumpfverletzungen an allen Squash-Verletzungen von ca. 20 Prozent an (Chard und Lachmann 1987).

3.2.2.1 Prellungen des Rumpfes

Rumpfverletzungen sind im Squash fast immer Prellungen. Sie entstehen durch Kollisionen mit Wand oder Gegner, bzw. durch Stürze. Nur ein Prozent aller Verletzungen durch den Schläger sind im Squash auf Rumpfverletzungen zurückzuführen (Gorschewsky und Dau 2007). Auch ein direktes Trauma durch den Ball hat wenig Bedeutung im Zusammenhang mit medizinisch relevanten Rumpfverletzungen. Wird ein Spieler im Bereich des Rumpfes vom Squashball getroffen, entsteht im Regelfall höchstens eine Hautläsion mit spezifischem Erscheinungsbild. Eine kreisrunde Zone von normaler, eher etwas blutleerer Haut wird von einem roten Ring umgrenzt (Cohen 2015). Cohen nennt dieses Erscheinungsbild „Ball Site Sign“ und stellt es außer beim Squash auch bei anderen Sportarten, bei denen Bälle mit hoher Geschwindigkeit geschlagen oder geschossen werden, z.B. Paintball fest. Abbildung 11 zeigt eine solche Hauterscheinung im Bereich des rechten Rumpfes einer 13-jährigen, ansonsten gesunden Patientin.

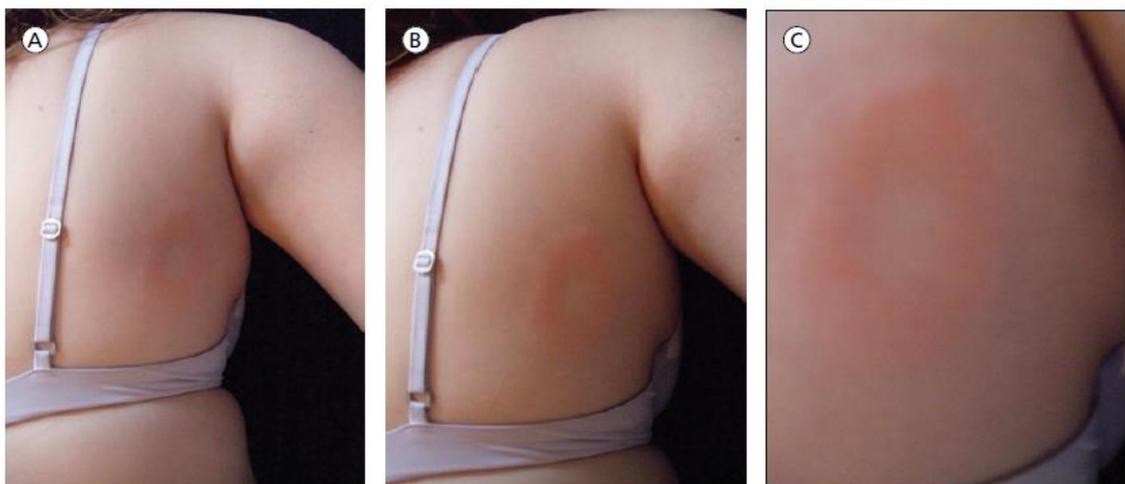


Abbildung 11: „ball site sign“ im Bereich des rechten Rumpfes; verschiedene Vergrößerungen (Cohen 2015)

Eine gefürchtete und äußerst seltene Folge des stumpfen Thoraxtraumas ist die Commotio cordis. Die Erschütterung des Herzens kann, wenn sie in der vulnerablen Repolarisationsphase auftritt, zu Kammerflimmern führen (Schmied 2014). Auf diese Art und Weise können Traumata im Sport auch bei zuvor völlig herzgesunden Sportlern einen plötzlichen Herztod verursachen (siehe Kapitel 3.3 Risiken für das Herz-Kreislauf-System und der plötzliche Herztod).

3.2.2.2 Chronische Überlastungsschäden des Rückens

Betrachtet man den Rücken als eigenen Körperbereich, sind 5,1 Prozent Rückenverletzungen (0,9 Prozent Wirbelsäulenverletzungen und 4,2 Prozent Verletzungen des Weichteilgewebes und nur 2,1 Prozent der Squashverletzungen sonstige Rumpferletzungen (Pförringer und Viernstein 1985). Rückenverletzungen sind mit 16,5 Prozent aller Sportverletzungen nicht rar (Pförringer und Viernstein 1985).

Laut van Dijk (1997) sind chronische Rückenschmerzen die häufigsten unter den Überlastungssyndromen bei Squashspielern. Wirbelsäulenverletzungen betreffen 2,9 Prozent aller Sportverletzungen (Steinbrück 1999). Zu einem Drittel (33,6 Prozent) werden Deformitäten diagnostiziert, zu 18,2 Prozent Distorsionen und zu 15 Prozent Kontusionen. Frakturen an der Wirbelsäule sind mit 5,7 Prozent aller sportbedingten Wirbelsäulenverletzungen eine Rarität (Steinbrück 1999). Schlagsportarten führen durch ständige Rotationen des Rumpfes oft zu Rückenbeschwerden. Squashspieler führen diese Rotationen zusätzlich in relativ gebückter Haltung aus. Chard und Lachmann (1987) beschreiben, dass 20 Prozent der Rückenverletzungen im Schlagsport auf Badminton zurückzuführen sind, 21 Prozent auf Tennis und 59 Prozent auf Squash. Akute Rückenverletzungen sind in den meisten Sportarten nicht besonders häufig, chronische Abnutzungs- und Überlastungsschäden sind hingegen sehr präsent. Oft sind Überlastungsschäden der Wirbelsäule vor allem die Folge stereotyper Bewegungsabläufe, zum Beispiel Speerwerfen, Tennis oder Golf. Squash ist im Vergleich zum Schlagsport Tennis abwechslungsreich in seinen Belastungsmustern, jedoch nicht frei von stereotypen Bewegungsabläufen. Es enthält eine Kombination zwischen ständig wiederholten, sehr schnellen Beuge- und Drehbewegungen, ständigen Überstreckungen, Starts und Stopps, Gleitbewegungen und Verlusten des Fuß-Boden-Kontakts (van Dijk 1997). Tennis verursacht mehr Bandscheibenvorfälle als Squash (Chard und Lachmann 1987).

Rückenschmerzen sind heutzutage eine Volkskrankheit, von der im Laufe des Lebens nur wenige verschont bleiben. Die Inzidenz pro Lebenszeit für Schmerzen im unteren Rückenbereich beträgt 70-90 Prozent (Trainor und Trainor 2004). Der Squashsport mit seinen hohen Belastungsspitzen kann Rückenbeschwerden provozieren oder bestehende Rückenschmerzen verschlimmern. Zu diesem Thema gab es Umfragen in Neuseeland: In 495 ausgewerteten Fragebögen berichteten 52 Prozent der Squashspieler über Rückenschmerzen (Macfarlane und Shanks 1998). 33,5 Prozent der befragten Squashspieler mit Rückenschmerzen gaben an, dass das Squashspielen ihre Rückenschmerzen ausgelöst hatte; etwa 20,6 Prozent klagten darüber, dass sich bestehende Schmerzen durch den Sport verschlechtert hätten (Macfarlane und Shanks 1998).

Überlastungsschäden der unteren Lendenwirbelsäule und der umgebenden Muskulatur haben im Squash einen besonderen Stellenwert. Meyer et al. (2007) stellen schon bei jugendlichen Spielern eine erstaunlich große Anzahl von Rückenbeschwerden fest. Wie aus dem Diagramm in Abbildung 12 ersichtlich sind Schmerzen im Bereich des Rückens mit 17 Prozent nach den Oberschenkelschmerzen (19 Prozent) die häufigsten Schmerzen junger Squashspieler. Dabei betreffen 13 Prozent den unteren Rücken und lediglich 4 Prozent den oberen Abschnitt des Rückens.

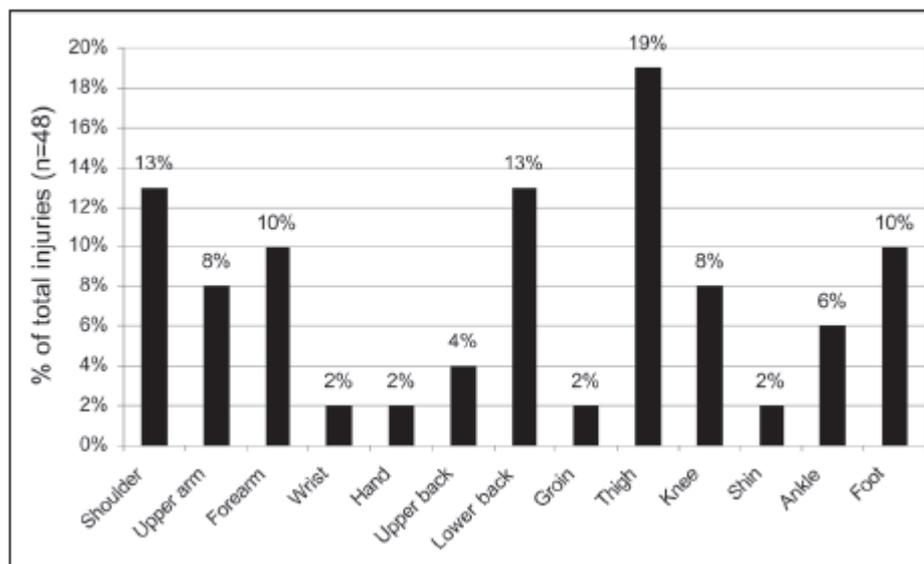


Abbildung 12: Verletzungen nach Körperregionen während einer 4-wöchigen Beobachtungsperiode bei Jugendlichen Squashspielern (Meyer et al. 2007)

Jugendliche Squashspieler haben andere anatomische Voraussetzungen als Erwachsene und befinden sich noch im Wachstumsprozess. Micheli und Wood nennen als häufigsten Grund für untere Rückenbeschwerden bei Jugendlichen die Spondylolysis, einen Defekt bei dem es zur Spaltbildung in der pars interarticularis kommt (Micheli und Wood 1995). Die Spondylolysis kann zu einer Spondylolisthesis führen, zum Abgleiten eines Wirbels nach ventral. Eine Hyperlordose ist laut Micheli und Wood (1995) die zweithäufigste Ursache für Rückenbeschwerden im Jugendalter. Rückenschäden, die in der Kindheit oder Jugend entstehen, sind oft die besten Anzeichen dafür, dass der oder die Betroffene auch im Erwachsenenalter mit Rückenproblemen zu kämpfen haben wird.

Rückenbeschwerden werden beim Erwachsenen wie beim Jugendlichen meist durch muskuläre Dysbalancen verursacht und bringen dann kein radiologisches Korrelat mit sich (Pförringer und Viernstein 1985). Trotzdem ist ein Röntgenbefund oft wichtig zum Ausschluss von Wirbelkantenabspaltungen oder einer unbekanntem Spondylolisthesis. Sollten neurologische Ausfallerscheinungen auftreten, ist ein Bandscheibenvorfall oft die Wurzel des Problems. Dieser sollte strenger Beobachtung unterliegen und kann unter Umständen eine Operation notwendig machen. In der Regel wird die Mehrheit der Rückenprobleme, durch Squash bedingt oder nicht, mit konservativen Maßnahmen wie Krankengymnastik behandelt. Schuhe mit Dämpfung oder orthopädische Einlagen können zudem die Krafteinwirkung auf die Wirbelsäule reduzieren und Rückenproblemen vorbeugen.

3.2.3 Muskuloskeletale Verletzungen der oberen Extremitäten

Die oberen Extremitäten sind im Rückschlagsport Squash einer großen Beanspruchung ausgesetzt. Die einseitige Belastung des Schlagarms (siehe 2.7 Einseitige Beanspruchungen des Halte- und Bewegungsapparats) führt nicht selten zu Überlastungsschäden desselbigen. Laut der Verletzungsdaten von Pförringer & Keyl (1979), die in Tabelle 11 dargestellt werden, betreffen 17,3 Prozent der Squashverletzungen die oberen Extremitäten. Fast ein Drittel davon machen alleine die Schulterbeschwerden aus, circa 20 Prozent Verletzungen des Handgelenks,

Verletzungen von Ellenbogen und Hand sind auch von relevanter Häufigkeit (Pförringer und Keyl 1979). Meyer et al. beobachteten acht Prozent der Squashverletzungen im Bereich des Oberarms, am Unterarm zehn Prozent, am Handgelenk und an der Hand jeweils zwei Prozent und an der Schulter dreizehn Prozent.

Obere Extrem.	Schulter	5,1
	Oberarm	1,5
	Ellenbogen	2,4
	Unterarm	1,6
	Handgelenk	3,3
	Hand	2,5
	Finger	0,9

Tabelle 11: Verletzungsverteilung der oberen Extremitäten (Pförringer und Keyl 1979)

3.2.3.1 Verletzungen der Schulter

Die Schulter des Menschen stellt den oberen Extremitäten durch vorwiegend muskuläre Gelenksicherung eine große Bewegungsfreiheit zur Verfügung. Diese erlaubt es dem Sportler unterschiedlichste, präzise und kraftvolle Arm-Bewegungen auszuführen. Gerade diese Bewegungsfreiheit macht die menschliche Schulter allerdings auch sehr verletzungsanfällig. Schmerzen und Verletzungen im Bereich der Schulter sind im Sport, sowie im Squash ein häufiges Phänomen. Der Begriff der „Sportlerschulter“ (= „athletes shoulder“) stellt eine Begriffserweiterung der „Werferschulter“ (= „throwing shoulder“) dar und ist bereits in der Fachliteratur anerkannt (Doyscher et al. 2014). Er bezieht sich auf Überlastungsschäden der Schulter, die durch einige Sportarten häufig hervorgerufen werden. Auch akute Verletzungen können die Schulterregion betreffen.

Meyer et al. (2007) stellen fest, dass 13 Prozent aller Squashverletzungen die Schulter betreffen. Pförringer und Keyl (1979) legen den Anteil der Schulterverletzungen zwar auf lediglich 5,1 Prozent fest, erkennen allerdings die Schulter mit einem Anteil von 29,5 Prozent als am häufigsten betroffenen Körperteil der oberen Extremitäten. Während Pförringer (1985) feststellt, dass an den oberen Extremitäten vor allem Überlastungsschäden der Schulter vorherrschen, halten Silko und Cullen (1994) traumatische Ereignisse für die Hauptursache der Schulterverletzungen im Squash und stellen dabei Verletzungen des Akromioklavikular-Gelenks in den Vordergrund.

Akute Verletzungen der Schulter entstehen im Squash meist durch Kollisionen mit der Wand, dem Gegner, oder durch Stürze (Silko und Cullen 1994). Sportler sind besonders in Kontaktsportarten wie Football, Rugby oder Handball durch schwere Kollisionen sowie Stürze gefährdet. Direkte Stürze auf den Schultergürtel, bei denen eine Depression der Skapula gegenüber der Klavikula erfolgt, können zu Sprengungen des Akromioklavikular-Gelenks führen (Doyscher et al. 2014). Auch akute vordere Schulterluxationen treten im Sport nicht selten auf. Weitere häufige traumatisch bedingte Schulterverletzungen sind laut Doyscher et al. traumatische Schultergelenkinstabilitäten mit Kapsel-Labrum-Läsionen und Ausrissverletzungen der Rotatorenmanschette sowie Kombinationsverletzungen.

Bei Wurf- und Überkopftaktivitäten - in diese Kategorie fällt auch Squash - stellen neben Pförringer (1985) auch Doyscher et al. (2014) die Überlastungsschäden in den Fokus. Die

repetitive Überkopffaktivität mit Entstehung von Mikrorissen verursacht im Squash Anpassungsreaktionen der Schulter (Meyer et al. 2007; Doyscher et al. 2014).

Die sogenannte „Sportlerschulter“ wird dadurch verursacht, dass der Überkopfsport durch die ständig wiederholten Ausholbewegungen, die für eine optimale Vordehnung der Muskulatur vor dem Schlag/Wurf wichtig ist, eine vermehrte Mobilität der Schulter verlangt. Trainierte Überkopfsportler zeigen deshalb bei überdehnter vorderer Gelenkkapsel eine vermehrte Außenrotationsfähigkeit, außerdem ist durch ossäre Anpassungsvorgänge eine Humeruskopffretrotorsion um bis zu 29 Grad im Seitenvergleich festzustellen (Wieser et al. 2016). Im Gegensatz zur vorderen Gelenkkapsel zeigt sich die hintere Gelenkkapsel der „Sportlerschulter“ durch Anpassungsvorgänge verkürzt. Da das gesamte Bewegungsausmaß trotz sportbedingter Anpassungen insgesamt in etwa gleichbleibt, zieht die vermehrte Außenrotationsfähigkeit eine verminderte Innenrotationsfähigkeit (Glenohumerales Innenrotationsdefizit = GIRD) nach sich, wie in Abbildung 13 dargestellt. Wieser et al. (2016) halten die vermehrte Außenrotationsfähigkeit für unbedingt erforderlich, um in Überkopf- oder Wurfsporarten erfolgreich zu sein, setzen jedoch eine Grenze bei einer um über 17 Grad verminderten Innenrotation oder einer über fünf Grad verminderten Gesamtrotation der Schulter. Kommt es zur Überschreitung dieser Grenze, werden die Folgen der repetitiven Überlastung spürbar, hindern den Sportler an guten Leistungen und werden behandlungsbedürftig. In ihrer Metaanalyse kommen auch Keller et al. zu dem Ergebnis, dass ein vermehrtes Innenrotationsdefizit, eine im Vergleich zum kontralateralen Arm vermehrte Außenrotationsfähigkeit sowie ein insgesamt eingeschränktes Rotationsausmaß (Innenrotation + Außenrotation) eine erhöhte Verletzungsanfälligkeit der betroffenen Schulter begünstigen (Keller et al. 2018). Allerdings konnte die Arbeit von Keller et al. keinen signifikanten Zusammenhang ermitteln.

Die „Sportlerschulter“ führt oft zum inneren Impingement, welches die Einklemmung von Labrum und Rotatorenmanschette zur Folge hat (Wieser et al. 2016). Schäden sind laut Wieser et al. (2016) oft auch bei nicht-symptomatischen Überkopfsportlern zu sehen. In einigen Fällen tritt zusätzlich eine Atrophie des M. Infraspinatus oder eine statische bzw. dynamische Fehlstellung der Skapula (= Skapuladyskinesie) auf (Wieser et al. 2016).

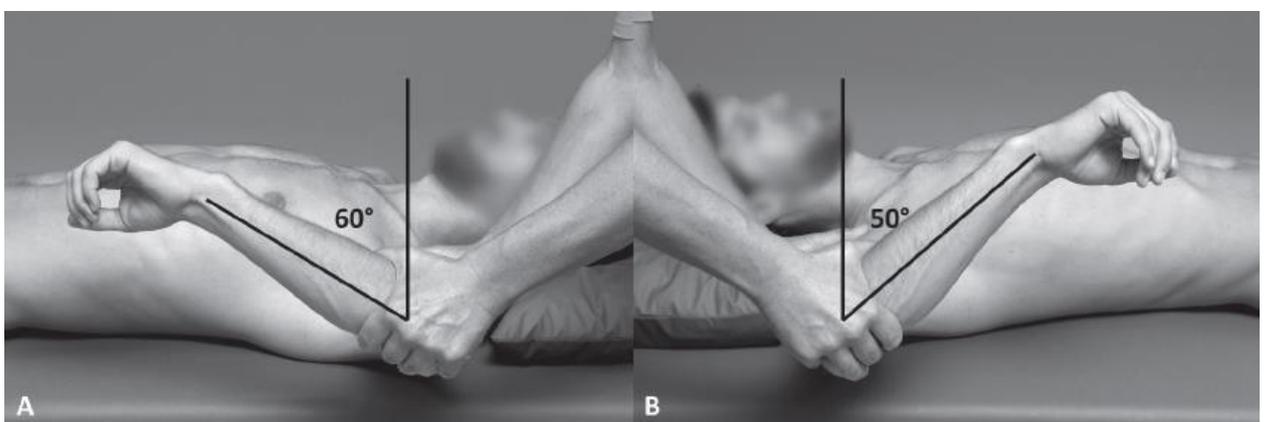


Abbildung 13: Einschränkung der Innenrotation des Schultergelenks bei Überkopfsportarten (Wieser, Gerber & Meyer 2016)

3.2.3.2 Verletzungen des Ellenbogens - Tennisellenbogen im Squash?

Ellenbogenverletzungen sind im Squash selten und meist Überlastungsschäden (Pförringer und Ullmann 1989). Sehnenüberlastungsschäden sind im Squash zwar anzutreffen, allerdings viel seltener als im artverwandten Tennissport. Andere, seltene Verletzungen des Ellenbogens sind laut Pförringer (1985) Olekranonfrakturen oder Epiphysenlösungen der Humerusepikondylen bei jungen Sportlern. Diese Verletzungen werden an dieser Stelle nicht näher erläutert.

Tennis und Squash sind eng miteinander verwandt und haben ihren gemeinsamen Ursprung in England. Viele Squashspieler spielen auch Tennis. Von allen Sportarten, die regelmäßig parallel zum Squash ausgeübt werden, ist Tennis mit einem Anteil von 29,9 Prozent an erster Stelle (Pförringer & Ullmann, 1989). Eine im Tennis sehr häufig anzutreffende Verletzung ist der Tennisellenbogen, etwa 40 bis 50 Prozent der Tennisspieler berichten, schon einmal entsprechende Schmerzen erlitten zu haben (Rossi et al. 2014). Da der Squashsport dem Tennis in vielerlei Hinsicht ähnlich ist, liegt die Vermutung nahe, dass das Krankheitsbild des Tennisellenbogens auch im Squash gehäuft anzutreffen ist.

Der sogenannte Tennisellenbogen, gleichzusetzen mit der Epicondylitis radialis humeri, ist im Squash im Gegensatz zum Tennis allerdings nur äußerst selten zu sehen (Chard & Lachmann, 1987). Auch Pförringer machte diese Erfahrung (Pförringer & Ullmann, 1989). Das Gewicht von Schläger und Ball sowie vor allem repetitive Bewegungselemente tragen dazu bei, dass im Tennis eine große Kraft auf Hand- und Fingerstrecker wirkt und zu Überlastung der entsprechenden Sehnen führt. Der Schmerz, der durch diese Überlastung entsteht, ist am lateralen Epicondylus des Humerus zu spüren, wo die Hand- und Fingerstrecker ihren Ursprung haben. Der M. Extensor carpi radialis, vorallem sein kurzer Arm, steht dabei im Fokus. Der Begriff der Epikondylitis radialis humeri ist in Frage zu stellen, da es sich vielmehr um einen Überlastungsschaden der Sehne des M. Extensor carpi radialis handelt, als um einen primären Affekt des Epikondylus, der nicht wirklich entzündet ist (Jacobson et al. 2005).

Auch die Griffdicke des Schlägers hat einen Einfluss auf mögliche Sehnenüberlastungssyndrome. Rossi et al. (2014) testeten den Einfluss unterschiedlicher Griffstärken auf die individuell eingesetzte Greifkraft und die Muskelkraft verschiedener Unterarmmuskeln während eines Tennis-Vorhandschlages. Sie gingen davon aus, dass genau diese Faktoren für die Entstehung eines Tennisellenbogens von Bedeutung sind.

Die Greifkraft wurde durch spezielle Drucksensoren, die 1089 Messfühler beinhalteten, ermittelt. Die Muskelkräfte ergaben sich aus einem dreidimensionalen Modell der Hand und des Unterarmes, das mit Bewegungsdaten eingespeist wurde. Die Handgelenksstrecker, insbesondere der Musculus extensor carpi radialis brevis, kristallisierten sich als beim Tennis-Vorhandschlag hochbeanspruchte Muskeln heraus (siehe Tabelle 12). Die mittlere Griffstärke wurde mit 17,9 Prozent der Handlänge festgesetzt, die Vorhandschläge wurden zusätzlich mit einer geringeren und einer größeren Griffstärke jeweils im ermüdeten und nicht-ermüdeten Zustand ausgeführt. Es ist auffällig, dass bei mittlerer, individuell angepasster Griffstärke im Vergleich zu größerer und geringerer Griffstärke beim Vorhandschlag weniger Greifkraft aufgewendet wird (siehe Abbildung 14). Außerdem entwickeln die Handgelenksstrecker laut Rossi et al. (2014) bei optimaler Griffstärke weniger Kraft während eines Vorhandschlages. Das bedeutet, dass eine angepasste Griffstärke Sehnenüberlastungssyndromen z.B. in Form eines Tennisellenbogens vorbeugen kann. Auch im Squash scheint die richtige Griffstärke entscheidend zu sein um Überlastungsschäden der Hand und des Unterarms vorzubeugen. Zusätzlich zu einer falschen Griffstärke kann auch der Ermüdungszustand eines Schlagsportlers Überlastungssyndrome provozieren. Obwohl Verletzungen im Bereich des Ellenbogens im

Squash selten sind, sollte dennoch auf individuell angepasstes Material geachtet werden, um das Läsionsrisiko zu minimieren.

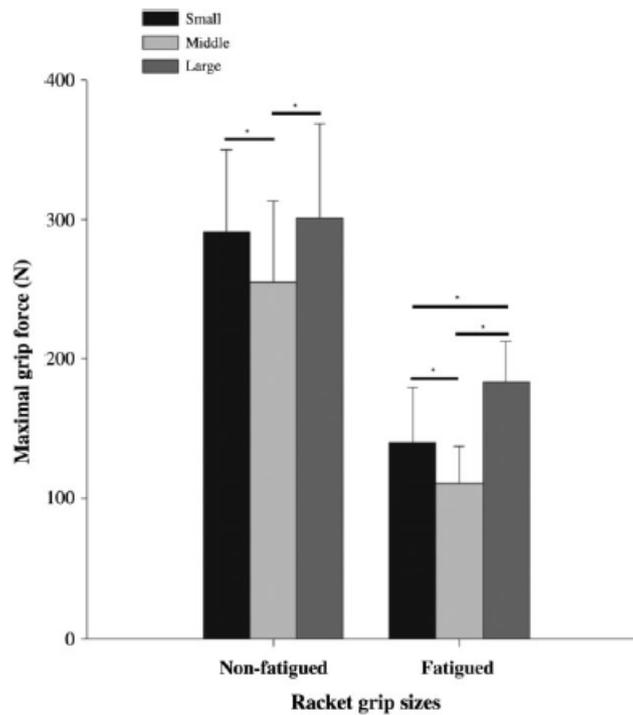


Abbildung 14: Während einer Tennis-Vorhand entwickelte Greifkraft bezogen auf verschiedene Griffstärken in ermüdetem und nicht-ermüdetem Zustand (Rossi et al. 2014)

		Non-fatigued	Fatigued
ECRB	Small	109.4 ± 22.1	53.4 ± 14.3
	Middle	95.8 ± 21.9	42.8 ± 9.6
	Large	113.3 ± 25.9	69.2 ± 10.6
ECRL	Small	49.8 ± 10.5	22.8 ± 7.0
	Middle	43.3 ± 10.4	17.6 ± 4.8
	Large	51.7 ± 12.3	30.6 ± 5.2
ECU	Small	90.5 ± 15.7	50.9 ± 10.0
	Middle	80.8 ± 15.6	43.4 ± 6.9
	Large	93.3 ± 18.6	62.0 ± 7.4
FDP	Small	51.5 ± 10.2	25.7 ± 6.6
	Middle	45.3 ± 10.1	20.6 ± 4.7
	Large	53.4 ± 12.0	33.0 ± 4.9
FDS	Small	7.0 ± 1.7	2.3 ± 1.3
	Middle	6.0 ± 1.7	1.5 ± 0.7
	Large	7.2 ± 1.7	3.8 ± 1.0

Tabelle 12: Durchschnittliche Muskelkraft während eines Tennis-Vorhand-Schlages für verschiedene Griffstärken (dünn, mittel, dick); ECRB = M. Extensor carpi radialis brevis, ECRL = M. Extensor carpi radialis longus, ECU = M. Extensor carpi ulnaris, FDP = M. Flexor digitorum profundus, FDS = M. Flexor digitorum superficialis (Rossi et al. 2014)

3.2.3.3 Verletzungen der Hände und des Handgelenks

Auf das Handgelenk wirken im Squash, wie auch in anderen Schlagsportarten, große Kräfte. Um eine angemessene Greifkraft zu erzeugen werden sowohl Flexoren als auch Extensoren eingesetzt, die das Handgelenk während des Schlages in einer Art Balance halten und entstehende Vibrationen ausgleichen (Rossi et al. 2014). Nach van Dijk (1997) betreffen Überlastungsschäden im Squash vor allem das Handgelenk. Squash erfordert viel Handgelenkseinsatz, um dem Ball noch sehr kurzfristig starke Richtungsimpulse zu geben. Anders als im Tennis, wo es gilt, den Ball möglichst früh und somit möglichst weit vor dem Körper zu treffen, sind Treffpunktverzögerungen im Squash gewollt und Teil der wichtigen Täuschungstaktik (Mensing, 1996). Sogenannte Finten sind häufige Schläge im Squash. Mensing (1996) belegt, dass das Handgelenk im Squash stärker beansprucht wird als im Tennis, Tischtennis oder Badminton. Verletzungen der Hände oder des Handgelenks können komplexe Ursachen haben und erfordern somit eine komplexe Diagnostik.

Gewöhnlich treten Handgelenksbeschwerden im Squash besonders im Bereich der dorsalen Gelenkkapsel der Handwurzel auf, wobei der Schmerz durch eine Dorsalextension - d.h. durch Kontraktion der Handgelenksstrecker - ausgelöst werden kann (van Dijk 1997). Meist liegt bei chronischen Überlastungsschäden des Handgelenks eine Schädigung des Gelenkknorpels vor.

Auch Sehnenentzündungen im Bereich des Handgelenks können für Handgelenksschmerzen verantwortlich sein. Ein ulnarer Handgelenksschmerz im Schlagsport wird meistens auf eine Tendosynovitis zurückgeführt, kann aber unter Umständen auch auf eine Verletzung des triangulären fibroartilaginären Komplexes (TFCC) oder Frakturen des Hamulus ossis hamati hinweisen (Plöger et al. 2015). Bei Plögers Auswertung wurde allerdings nur eine von 103 Hamulus-Frakturen mit einer Squashverletzung in Verbindung gebracht, 19 Hamulus-Frakturen waren durch Tennis verursacht. TFCC-Läsionen und Hamulus-Frakturen werden oft mit Tendosynovitiden verwechselt und zu spät erkannt. Wenn ein Schlagsportler über ulnare Handgelenksschmerzen klagt, sollte deshalb eine möglichst sensitive Diagnostik erfolgen. Hamulus-Frakturen können am besten mittels Computertomographie dargestellt werden; bei Verdacht auf eine TFCC-Läsion ist das MRT inklusive Arthrographie oder erst die Arthroskopie des Handgelenks wegweisend. Grundsätzlich lässt sich sagen, dass akute Handgelenksverletzungen meist leichter zu diagnostizieren sind als chronische Schäden.

Da Prellungen im Squash sehr häufig sind, bleiben auch die Hände der Squashspieler nicht immer verschont. An den Fingern können Kapselzerrungen oder Fingerprellungen auftreten (Pffringer und Viernstein 1985). Durch hohe Kräfte und Geschwindigkeiten beim Aufprall an die Wand oder z.B. Aufprall des Schlägers können selten sogar Frakturen entstehen. Handgelenksfrakturen erfordern dringend Ruhigstellung und können zu langwierigen Schmerzsymptomen führen. Da sie oft lange unerkannt bleiben, ist bei Prellungen der Hand oder des Handgelenks besondere Vorsicht geboten. Im akuten Röntgenbild sind die feinen Risse oft nicht gut zu erkennen. Pffringer (1985) empfiehlt bei persistierenden Handgelenksschmerzen unbedingt Röntgenkontrollen nach 2-3 Wochen um eine Fraktur des Os naviculare auszuschließen. Durch die mit der Zeit entstehenden Resorptionszonen werden Frakturlinien gegebenenfalls erst dann erkennbar.

3.2.4 Muskuloskeletale Verletzungen der unteren Extremitäten

Neben den Augenverletzungen setzen Atik, Krilis und Parker (2012) die Verletzungen der unteren Extremitäten in den Focus der Squashverletzungen. Mit einem Anteil von 26,5 bis 58 Prozent an allen Squashverletzungen (Pförringer & Keyl, 1979; Berson et al., 1978; Chard & Lachmann, 1987) machen sie ein Drittel bis über die Hälfte aller Squashverletzungen aus.

Pförringer und Keyl (1979) stellten bei ihren Untersuchungen mit 32,7 Prozent einen verhältnismäßig geringeren Anteil für Squashverletzungen der unteren Extremitäten fest, dafür aber einen vergleichsweise hohen Anteil der Kopfverletzungen (42,8 Prozent).

An den unteren Extremitäten entstehen laut Pförringer & Keyl zu 67 Prozent Muskelzerrungen und Bänderrisse. Eubank und Messenger weisen darauf hin, dass akute Verletzungen der unteren Extremitäten im Squash mit 60 Prozent öfter festgestellt werden als chronische mit 24,4 Prozent oder Überlastungsschäden mit 15,6 Prozent (Eubank und Messenger N. 2000). Tabelle 13 stellt dar, welche Bereiche der unteren Extremitäten am häufigsten von Verletzungen betroffen sind (Pförringer & Keyl, 1979). Die Sprunggelenke haben laut diesen Ergebnissen sowie nach der Meinung von Berson et al. (1981) das höchste Risiko einer Squashverletzung zu unterliegen.

Squashanfänger oder Spieler, die Squash unregelmäßig betreiben, erfahren nach ihren ersten intensiven Squashseinheiten typischerweise einen ausgeprägten Muskelkater im Glutealbereich (Gorschewsky und Dau 2007). Dies könnte auf die ständige gebückte Haltung im Squash zurückzuführen sein, aus der explosive Bewegungen erfolgen. Ein hochgradiger Muskelkater sollte nicht vernachlässigt werden, da er bei weiterer Überbeanspruchung sogar zu Muskelrissen führen kann.

Untere	Hüfte	0,9
Extrem.	Oberschenkel	2,4
	Knie	7,8
	Unterschenkel	2,7
	Fußgelenk	12,6
	Achillessehne	2,1
	Fuß, Zehen	4,2

Tabelle 13: Verletzungsverteilung der unteren Extremitäten (Pförringer und Keyl 1979)

3.2.4.1 Verletzungen des Sprunggelenks

Aus Tabelle 13 errechnet sich für den Anteil der Sprunggelenksverletzungen an allen Verletzungen der unteren Extremitäten im Squash ein Wert von ca. 38,5 Prozent und liegt somit an der Spitze. Von den Squashspielern in Steinbrücks Patientengut waren im Zeitraum von 1972 bis 1997 33,5 Prozent Sprunggelenkverletzte und ihr absoluter Anteil an allen Sportverletzungen betrug ganze 5,3 Prozent (Steinbrück 1999). Laut van Dijk (1997), der auf eigene Ergebnisse von 1985 verweist, machen Sprunggelenksdistorsionen 29 Prozent der nicht kontaktbedingten Verletzungen aus, den Verletzungen die weder durch Kontakt mit dem Ball, noch durch Kontakt mit dem Schläger entstehen. Meyer et al. (2007) geben für Sprunggelenksverletzungen einen Anteil von sechs Prozent an allen Squashverletzungen an. Sie liegen in dieser Studie damit bezüglich ihrer Häufigkeit hinter den Oberschenkelverletzungen,

Fußverletzungen und Knieverletzungen. Da Meyer et al. die Befragungen mit jugendlichen Spielern durchführten und alle Arten von Schmerzen während des Squashspiels in die Verletzungsdefinition miteinbezogen, sind die verschiedenen Verletzungsdaten nicht gut miteinander zu vergleichen. Im Gesamtüberblick über vorhandene Studien zeigt sich trotz geringer Vergleichbarkeit, dass die Sprunggelenke im Squash zu den am häufigsten verletzten Körperregionen gehören. Die hohe Belastung der Sprunggelenke und deren Bandapparat durch abruptes Starten und Abstoppen sowie ständige, schnelle Richtungswechsel bekräftigt diese These.

Selten treten im Squash mediale Bandrupturen, Syndesmosensprengungen oder Malleolarfrakturen auf (Pförringer und Viernstein 1985). In den meisten Fällen ist der Unfallmechanismus allerdings ein typisches Supinationstrauma. Der Fuß des Menschen wird natürlicherweise in einer leichten Supinationsstellung gehalten. Wenn der Körper z.B. bei schnellen Aktionen aus dem Gleichgewicht gerät, kann der Squashspieler den Fuß vor dem Auftreten oder Landen nach einem Sprung nicht mehr aus seiner Supinationsstellung in eine gerade Fußstellung überführen. Der supinierte Fuß trifft auf den Boden auf und der laterale Außenbandapparat wird überdehnt oder rupturiert sogar. Eine Distorsion der äußeren Bandanteile: Ligamentum fibulotalare anterius, L.fibulocalcaneare und L.fibulotalare posterius entsteht, wobei das Ligamentum fibulotalare posterius nur bei äußerster Gewalteinwirkung rupturiert (Grifka und Krämer 2013).

Doch nicht nur die Außenbänder erfahren bei einem Supinationstrauma einen Schaden. Während die lateralen Weichteile des Fußes überdehnt werden, erfährt der mediale Fuß eine Stauchung. Van Dijk weist im Sammelwerk „Sportverletzungen und Überlastungsschäden (1997)“ auf seine eigenen Studien von 1990 hin: Es kommt oft zur Einklemmung medialer Sprunggelenksanteile, die in zwei Drittel der Fälle sogar makroskopisch nachweisbar sind. Van Dijk fand bei arthroskopischen Untersuchungen von Außenbandverletzungen bei 19 von 30 Fällen auch einen Schaden des Knorpels vor. Dieser Schaden befand sich typischerweise im Bereich der Spitze oder der vorderen distalen Anteile des medialen Malleolus beziehungsweise an der gegenüberliegenden medialen Gelenkfläche. Mediale Knorpelschäden bringen oft langwierigere Folgen mit sich als die lateralen Band-Überdehnungen. Nach einem Jahr klagen noch ca. 30 Prozent der Supinationstrauma-Patienten mit Knorpelschaden über Schwellungen, Schmerzen oder Bewegungseinschränkungen im Bereich des Innenknöchels (van Dijk 1997). Nach den chronischen Rückenschmerzen und dem patellofemorale Schmerzsyndrom kommt auch den chronischen Sprunggelenksverletzungen im Squash eine große Bedeutung zu.

Bei Sprunggelenkverletzungen sollte eine Röntgendiagnostik in zwei Ebenen oder gegebenenfalls ein MRT ausgeführt werden. Außenbandverletzungen werden meist konservativ behandelt, nur für besonders schwere Verletzungsfälle mit Ruptur aller drei Bandbestandteile und Instabilität ist eine Operation empfohlen (Grifka und Krämer 2013).

3.2.4.2 *Der Achillessehnenabriss*

Die Achillessehne ist eine kräftige Sehne, die von Sportlern ist meist stabiler als die von Nichtsportlern. Durch Sport kann die Achillessehne von vier bis sechs Millimetern Durchmesser eine Hypertrophie bis zu sieben Millimetern Durchmesser erfahren (Harrasser et al. 2016). Doch diese Adaptation erfolgt nicht grundlos, viele Sportarten, so auch Squash, setzen die Achillessehne großen Kräften aus.

Rupturen der Achillessehne treten im Squash vor allem bei älteren Spielern auf und sind nur selten allein durch Traumata verursacht (Pförringer und Ullmann 1989). Das Sehngewebe

beginnt schon ab dem zwanzigsten Lebensjahr individuell unterschiedlich schnell zu degenerieren (Grifka und Krämer 2013).

Überbelastungen können zu einer Tendinosis führen, einer chronischen Entzündung der Sehne, die mit ungleichmäßiger Verdickung und Mikrorissen einhergeht (Jacobson et al. 2005). Die Degeneration der Achillessehne und chronische Überbeanspruchungen führen zur Instabilität der sonst sehr stabilen Sehne. Der Verletzungsmechanismus liegt auch bei Achillessehnenverletzungen oft in einem supinalen Umknicken (Pförringer & Ullmann, 1989). Im Verletzungsfall reißt die Sehne meist am Ort der geringsten Durchblutung, der sich drei bis vier Zentimeter proximal des kalkanearen Ansatzes befindet (Harrasser et al. 2016).

3.2.4.3 Verletzungen des Kniegelenks

In einer Studie, die die verschiedenen Schlagsportarten Squash, Tennis und Badminton bezüglich ihres Verletzungsauftretens vergleicht, halten Chard & Lachmann (1987) nicht das Sprunggelenk, sondern das Knie für den am meisten von Traumata betroffenen Körperbereich im Squash. Gelenkverletzungen können ernsthafte Probleme verursachen und bringen oft lange Ausheilungszeiten mit sich. Knieverletzungen sind die häufigsten Gelenkverletzungen im Sport und machen 29,5 Prozent aller Gelenkverletzungen im Squash aus (Steinbrück 1999).

Seitenband-, Kreuzband- und Meniskusschäden treten im Squash öfter auf als im Tennis, jedoch sind weniger Fälle von patello-femoralem Schmerzsyndrom oder Patelladislokation bekannt (Chard & Lachmann 1987). Die Belastung der Bänder des Kniegelenks ist wie die Belastung des Sprunggelenks auf häufige, plötzliche Richtungswechsel und abrupte Beschleunigungen zurückzuführen. Hinzu kommt, dass Squashspieler nahezu das ganze Spiel lang eine gebückte Haltung mit stark gebeugten Kniegelenken einnehmen. Ruckartige Rotationsbewegungen aus dieser Haltung heraus belasten Seiten- und Kreuzbänder des Knies.

3.2.4.3.1 Meniskusschäden

Laut Pförringer (1979) dominieren bei den Verletzungen des Kniegelenks die Meniskusschäden. Man unterscheidet zwischen akuten und degenerativen Meniskusverletzungen; beide Formen können durch Squash getriggert werden. Das Hauptmanifestationsalter liegt für akute, traumatische Meniskusverletzungen in der dritten Lebensdekade, in der 60 Prozent aller traumatischen Meniskusläsionen auftreten (Harrasser et al. 2016). In diesem Alter gibt es außerdem eine hohe Anzahl aktiver Squashspieler. Der Innenmeniskus ist insgesamt ca. 20-mal öfter betroffen als der Außenmeniskus (Harrasser et al. 2016), was an seinem anatomischen Aufbau festzumachen ist. Der Außenmeniskus ist im Gegensatz zum Innenmeniskus nicht fest verwachsen, sondern dorsal freiliegend und somit in der Lage großen Kräften räumlich auszuweichen. Die femorotibiale Kraftübertragung erfolgt über die Menisken, die als Stoßdämpfer des Kniegelenks fungieren. Hierbei steigert sich die Kraftübertragung auf die Menisken in gebeugter Kniestellung. Bei gestreckten Knien beträgt die Lastübertragung medial bis zu 50 Prozent, lateral bis zu 70 Prozent, bei gebeugten Knien beträgt sie für beide Menisken sogar jeweils 90 Prozent (Harrasser et al. 2016). Im Squash besteht, aufgrund der dauerhaft gebeugten Haltung, somit eine hohe Belastung für die Menisken.

Eine symptomatische Läsion des Meniskus sollte nicht konservativ behandelt werden, da sie irreversible Knorpelschäden mit sich bringen kann (Harrasser et al. 2016). Eine Kniearthroskopie mit Meniskusrefixation oder Teilmeniskektomie sowie eine symptomatische Behandlung mit nicht-steroidalen Antiphlogistika, Gelenkinjektionen und Physiotherapie sind

Mittel der Wahl für die Behandlung. Ein Meniskusschaden kann unter Umständen nach mindestens dreijähriger beruflicher Tätigkeit bei Berufssportlern als Berufskrankheit (BK2102) anerkannt werden (Grifka und Krämer 2013).

3.2.4.3.2 *Patellofemorales Schmerzsyndrom*

Chronische Meniskus- und Sprunggelenksprobleme, beispielsweise als Folgen einer Sprunggelenksdistorsion, sind mögliche Überlastungsschäden im Squash. Laut van Dijk (1997) ist im Squash allerdings das patellofemorale Schmerzsyndrom (PFS) das häufigste Überlastungssyndrom der unteren Extremitäten und nach dem chronischen Rückenschmerz sogar das meistbeobachtete im Squash. Das PFS ist in der Literatur nicht genau definiert und wird oft mit der Chondropathia patellae gleichgesetzt. Die Chondropathia patellae ist ein sehr häufiges Leiden, das durch Knorpelweichung und -auffaserung unterhalb der Kniescheibe hervorgerufen wird (Grifka und Krämer 2013). Für diese Erkrankung prädisponiert sind Menschen mit angeborenen Kniescheibendeformitäten, oft mit Lateralisierung der Kniescheibe, oder Menschen mit großer Belastung des Knies. Die Flexion der Kniegelenke geht mit einer Verkürzung des Hebelarms des Musculus quadrizeps femoris einher, was zu einer höheren Belastung des patellofemorales Gelenks führt (Sinclair et al. 2016). Gebeugte Kniehaltung und Anspannung des Quadrizeps, wie im Squash eingesetzt, können Beschwerden verstärken und sollten bei Schmerzen im patellofemorales Gleitlager möglichst vermieden werden. Abbildung 15 zeigt ein Bild einer Arthroskopie des patellofemorales Gelenks. Der Knorpel unter der Kniescheibe ist weich und leicht eindrückbar. Die Therapie der Chondropathia Patellae besteht aus Schonung des Gelenks und Training des Musculus vastus medialis; entlastende Operationen sind unter Umständen möglich (Grifka und Krämer 2013).



Abbildung 15: Arthroskopie des Patellofemorales Gelenks, Chondropathia Patellae: Knorpel unter der Patella ist leicht eindrückbar (Grifka & Krämer 2013)

3.2.4.4 *Oberschenkelzerrungen im Jugendalter*

Die häufigste Verletzungslokalisation bei jugendlichen Squashspielern stellt der Bereich der Oberschenkel dar. Neunzehn Prozent der in einer vierwöchigen Beobachtungsperiode aufgetretenen Squashverletzungen betrafen die Oberschenkelmuskulatur der jugendlichen

Probanden (Meyer et al. 2007). Eine mögliche Erklärung hierfür ist, dass im Jugendalter, vor allem während der Pubertät, durch das schnelle Wachstum ein Missverhältnis zwischen Knochenwachstum und der Dehnung des entsprechenden Bindegewebes entsteht. Das Femur wächst in diesem Alter schnell, wodurch die umliegende Oberschenkelmuskulatur gestrafft wird. Durch mangelnde Elastizität des Weichteilgewebes treten Zerrungen oder Muskelfaserrisse im Jugendalter gehäuft auf. Jugendliche Sportler, die über Schmerzen im Oberschenkel klagten, sollten ernst genommen werden und darauf achten, eine entsprechende Schonung einzuhalten um keine ernsthaften Muskelverletzungen zu riskieren.

3.3 Risiken für das Herz-Kreislauf-System und der plötzliche Herztod

Wie in Kapitel 2 „Spezifische Anforderungen an den Squashspieler“ geschildert, stellt Squash hohe Anforderungen an den Körper, auch an das Herz-Kreislauf-System. Ein hoher Bedarf an aerober Energiebereitstellung, hohe Pulsraten und das intensive Spiel mit wenigen Pausen fordern das Herz als Motor der peripheren Sauerstoffversorgung heraus. Ist das Herz vorgeschädigt und krank, kann es den Anforderungen nicht standhalten und im schlimmsten Falle kann ein plötzlicher Herztod eintreten. Die plötzlichen Todesfälle werden im Jahr auf 2,3 pro 100 000 Athleten im Alter von zwölf bis 35 Jahren geschätzt - hierbei war der Großteil auf kardiovaskuläre Ursachen zurückzuführen (Corrado et al. 2003). Männer scheinen laut Corrado et al. zehn Mal öfter vom plötzlichen Tod im Sport betroffen zu sein als Frauen, was unter anderem auf ihre größere Teilnahme an kompetitivem Sport und intensiver erbrachten Leistungen zurückzuführen ist.

Northcote, Flannigan und Ballantyne (1986) untersuchten 60 plötzliche Todesfälle, die im Zusammenhang mit Squash standen. Mit nur zwei Ausnahmen handelte es sich um Fälle des plötzlichen Herzversagens (Northcote et al. 1986). Die Todesfälle betrafen fast ausschließlich Männer; nur eine Frau war betroffen. Die Todesopfer kollabierten während des Spiels oder bis zu einer Stunde nach dem Spiel; der Tod setzte in beinahe allen Fällen unmittelbar ein. Unter den Verstorbenen waren auch junge Squashspieler zwischen zwanzig und dreißig Jahren.

Junge, vom plötzlichen Herztod betroffene Sportler haben meist keine chronisch erworbenen Herzkrankheiten, sondern leiden an angeborenen Herzerkrankungen wie Kardiomyopathien, Koronaranomalien, Erregungsleitungsstörungen oder Bindegewebschwächen (Schmied 2014). Die häufigste Ursache für den Tod war in der Studie von Northcote et al. (1986) eine vorbestehende koronare Herzkrankheit bei 51 der 60 Verstorbenen. Schmied (2014) bekräftigt diese Beobachtung, indem er die koronare Herzkrankheit oder einen Herzinfarkt für 80 Prozent der plötzlichen Herztode im Sport bei Sportlern über 30 bis 35 Jahren verantwortlich macht. Männer mittleren Alters sind in unserer Gesellschaft besonders oft von Bluthochdruck und koronarer Herzkrankheit betroffen, außerdem spielen mehr Männer Squash als Frauen. Deshalb verwundert es nicht, dass vor allem Spieler des männlichen Geschlechts einen plötzlichen Herztod im Zusammenhang mit Squash erleiden. Nur zwei von 60 Todesfällen beim Squash oder kurz nach dem Spiel konnten von Northcote et al. (1986) nicht in Zusammenhang mit einer Herzerkrankung gebracht werden. Die meisten der 60 Verstorbenen spielten regelmäßig zwei bis dreimal die Woche Squash, es handelte sich also durchaus um erfahrene Spieler, die sich der Intensität des Squash bewusst waren. Hinzu kommt der körperliche Zustand: die Squashspieler waren überdurchschnittlich fit. Der Großteil (75 Prozent) der Sportler spürte allerdings laut Befragungen schon vor dem Zusammenbruch prodromale Symptome, am häufigsten Brustschmerzen. Bei circa einem Viertel war Bluthochdruck bekannt, davon nahmen allerdings nur zwei Personen den Blutdruck senkende Mittel ein. Die meisten der 60 Squashspieler wiesen mindestens einen Risikofaktor auf (Northcote et al. 1986).

Nicht alle Squashspieler sind sich ihrer gesundheitlichen Konstitution bewusst. Zwar wissen manche über vorbestehende Herzerkrankungen Bescheid, aber ihnen wird nicht explizit verdeutlicht, dass eine intensive sportliche Betätigung ernsthafte Folgen oder gar den Tod nach sich ziehen könnte. Das Ziel ist, Sportler sowie Ärzte für eine angemessene Risikoeinschätzung zu sensibilisieren. Die Sportler, laut Schmied (2014) insbesondere Männer, ältere Sportler und dunkelhäutige Sportler afrikanischer Herkunft sollten sich ihrer persönlichen Risikofaktoren bewusst sein, Veränderungen ihres Körpers als Symptome erkennen und vor intensiver körperlicher Aktivität diagnostische Möglichkeiten wahrnehmen. Ärzte sollten bei ihren Patienten gezielt nachfragen, ob und auf welche Art und Weise sie körperliche Aktivitäten ausführen wollen und sie auf mögliche Risiken der Krankheitsbilder hinweisen. Screening-Verfahren auf Herzkrankheiten sind vor allem bei jungen Spitzensportlern etabliert und können viele plötzliche Herztode verhindern (siehe 4.1 Medizinische Beratung).

Northcote et al. (1986) fragten sich, ob diese 60 Personen nicht so früh zum Tode gekommen wären, wenn sie sich nicht einer solchen sportlichen Belastung ausgesetzt hätten. Es lässt sich vermuten, dass bestehende Vorerkrankungen durch intensive Belastungen besonders schnell aus dem Gleichgewicht geraten. Es gilt das sogenannte „Sport-Paradoxon“: Regelmäßiges Training gilt erwiesenermaßen als gute Präventionsmöglichkeit für Herz-Kreislauf-Erkrankungen, dennoch kann sportliche Belastung, vor allem wenn eine Herzerkrankung zu Grunde liegt, einen Trigger für den plötzlichen Herztod darstellen (Schmied 2014). Nicht nur Squash, sondern auch viele andere Sportarten von intensivem Charakter können solche Trigger sein, dabei sind allerdings nicht alle Spielergruppen gleich häufig betroffen. Corrado et al. (2003) führten eine Studie in Italien durch, in der sie herausstellen konnten, dass bei jungen Sportlern im Alter von zwölf bis 35 Jahren 2,5 Mal häufiger plötzliche Todesfälle auftraten als bei Nichtsportlern derselben Altersgruppe. Sport wurde von Corrado et al. somit als Triggerfaktor für den plötzlichen Tod dargestellt, die eigentliche Ursache stellten offenbar aber vorbestehende Herzerkrankungen dar.

Erste-Hilfe-Maßnahmen vor Ort sind wichtig und können kollabierten Sportlern das Leben retten. Kardiopulmonale Reanimation sollte nach dem Prinzip des Basic-Life-Support erfolgen. Soweit sich ein automatischer Defibrillator in der Nähe befindet, sollte auch dieser bei entsprechender Indikation schnellstmöglich zur Hilfe genommen werden. Leider ist die Ausstattung der Sportstätten mit Defibrillatoren auch heutzutage oft noch ungenügend.

3.4 Risikogruppen

Bei medizinischen Betrachtungen sind als besondere Patientengruppen Kinder, alte Menschen und Schwangere zu nennen, die oft eine gesonderte Behandlung bekommen. Für diese Patientengruppen gilt natürlich auch im Sport eine besondere Vorsicht.

In der Sportmedizin ist es außerdem wichtig, die Patienten nach Leistungsstärke einzuteilen; man spricht von Spitzen- und Breitensportlern.

3.4.1 Steigendes Gesundheitsrisiko bei Spitzen- und Breitensportlern

Den Spitzensportlern kommt in der Sportmedizin und Forschung meist eine außergewöhnliche Aufmerksamkeit zu. Professionelle Squashspieler verbringen über Jahre viel Zeit auf dem Platz, was sie vor allem für chronische Sportschäden wie Abnutzung und Überbeanspruchung anfällig

macht. Anforderungs- und Spielanalysen, die als Ziel eine Trainings- und Leistungsoptimierung haben, werden meist mit Profisportlern durchgeführt. Im modernen Spitzensport werden die Trainingsmöglichkeiten immer besser und die Konkurrenz folglich immer größer. Ständige Fortschritte treiben den Körper der Sportler bis an seine Grenzen und lassen ihn auch die letzten Reserven nutzen. Die Anforderungen an die Sportler steigen, somit auch ihr Gesundheitsrisiko. Sportverletzungen können Profikarrieren zerstören. Chronische Folgeschäden des Profisports wie z.B. Arthrose können dem Betroffenen viel Lebensqualität nehmen und fallen dem Gesundheitssystem und somit letzten Endes der Gesellschaft zur Last. Zusätzlich zur Leistungsoptimierung sollten Studien insofern vor allem auch zum Ziel haben, Gesundheitsschäden vorzubeugen.

Das Interesse der Wissenschaft für den Breitensport ist im Vergleich zum Spitzensport oft eher gering. Es handelt sich hierbei um eine sehr große, inhomogene Spielergruppe. Anforderungsprofile für Anfänger, alte Menschen oder Kinder sind wenig erforscht. Unter Umständen kann Squash für Breitensportler aufgrund von Technikfehlern oder unökonomischer Spielweise besonders hohe körperliche Belastungen hervorrufen, die zu Schäden führen können.

Da unser moderner Alltag nur noch selten mit körperlicher Arbeit zusammenhängt, die Arbeitstage kürzer werden und der Freizeitgestaltung ein immer höherer Stellenwert zukommt, finden immer mehr Menschen Gefallen an sportlicher Betätigung. Immer mehr Laien probieren Sportarten wie Squash aus, oft ohne professionelle Anleitung. Untrainierte setzen sich ohne ärztliche Beratung plötzlich hohen körperlichen Belastungen aus. Risiken für die Gesundheit sind bei vielen Breitensportlern vorprogrammiert. In Zukunft sollte mehr Eifer in die Schaffung von Aufklärungs- und Präventionsprogrammen gesteckt werden.

3.4.2 Häufung von Verletzungen bei Anfängern

Squashanfänger unterliegen grundsätzlich einem erhöhten Risiko eine Verletzung zu erleiden. Chard und Lachmann stellten 1987 fest, dass ein Drittel aller über einen Zeitraum von sieben Jahren beobachteten Squashverletzungen Spieler betrafen, die seit weniger als drei Monaten Squash spielten. 25 Prozent der Verletzungen wurden bei Squashspielern erhoben, die nach eigenen Angaben nur unregelmäßig spielten. Unter den Tennisspielern waren es nur zehn Prozent, was vermuten lässt, dass es mehr Squash- als Tennisspieler gibt, die ihren Sport nicht regelmäßig betreiben. Squash ist ein Sport für jedermann und seine Grundlagen sind einfach zu erlernen. Auch bei ungeübten Spielern kommt bei Verwendung des richtigen Balles – der Ball mit dem blauen Punkt springt am höchsten vom Boden ab und verlangsamt damit das Spiel – ohne viel Training schnell ein guter Ballwechsel zu Stande. Die Einfachheit des Spieles lockt viele Amateure an, die durch mangelhafte Technik und fehlende Kenntnis der „Let“-Regel (siehe 4.2.4 „Beherrschung des Regelwerks: die Let-Regel“) ein hohes Verletzungsrisiko haben. Laut Pfföringer und Ullmann sind Anfänger viermal stärker gefährdet eine Verletzung im Squash zu erleiden als Fortgeschrittene.

3.4.3 Verletzungsrisiko von alten Menschen und Kindern

Ein Augenmerk sollte auch den älteren Menschen, insbesondere den älteren, gesundheitlich geschwächten Menschen gelten. Der Altersdurchschnitt im Squash ist höher als im Badminton oder im Tennis (Chard & Lachmann 1987). Die moderne Medizin lässt die Menschen außerdem immer älter werden und wesentlich länger am sozialen Leben teilhaben. Auch Ältere, die sich

subjektiv gesund fühlen, können aber beispielsweise einen bisher unerkannten Diabetes aufweisen oder eine chronische Herz-Kreislauf-Erkrankung haben. Eine Squashpartie stellt eine große Belastung für das Herz-Kreislauf-System dar (siehe 3.3 „Risiken für das Herz-Kreislauf-System und der plötzliche Herztod“). Sportler, bei denen Herz-Kreislauf-Erkrankungen bekannt sind oder vermutet werden können, sollten sich ärztlich beraten lassen, bevor sie mit dem Squashspielen beginnen. Es sei außerdem vermerkt, dass auch gesunde ältere Sportler unter den Folgen der Degeneration des muskuloskelettalen Systems leiden, die Risse und Frakturen begünstigen kann. Ein Beispiel hierfür ist das Auftreten von Achillessehnenrupturen im Squash (siehe 3.2.4.2 „Der Achillessehnenabriss“) Ein ungesunder Lebensstil fördert außerdem Übergewicht, welches die Gelenkabnutzung provoziert und eine zusätzliche Herz-Kreislauf-Belastung mit sich bringt.

Kinder sind oft Anfänger und übermütig, außerdem sind je nach Alter ihre koordinativen Fähigkeiten noch nicht ganz ausgereift, was sie dafür prädestiniert Sportverletzungen zu erleiden. Ein besonderes Augenmerk muss bei Kindern und Jugendlichen auf Sportverletzungen liegen, die die Epiphysenfugen betreffen, um Wachstumsstörungen zu verhindern und einen optimalen Entwicklungsprozess zu ermöglichen.

3.4.4 Verletzungsrisiko der Geschlechter im Vergleich

Wenn man Verletzungsdaten von männlichen und weiblichen Squashspielern vergleicht, kann man eine scheinbar erhöhte Verletzungsanfälligkeit der Männer feststellen. Beim Squash erleiden Männer rund dreimal so viele Verletzungen wie Frauen (Pförringer & Ullmann, 1989). In erster Linie liegt das daran, dass mehr Männer als Frauen aktiv Sport betreiben. In zweiter Linie können allerdings auch aggressiveres Spielverhalten oder übertriebener Ehrgeiz dazu führen, dass Männer beim Sport mehr Verletzungen riskieren.

Vor allem in Bezug auf das Risiko einen plötzlichen Herztod beim Sport zu erleiden sind Geschlechterdifferenzen festzustellen. Männer über 40 sind in dieser Hinsicht besonders gefährdet (Clavisi und Finch 1999; Northcote et al. 1986).

4 Präventionsmöglichkeiten

Durch die Erarbeitung verschiedener Verletzungsmechanismen und deren Folgen im Squash wird die Frage nach den Möglichkeiten der Prävention bedeutend. Viele Verletzungen können durch gesundheitsorientiertes Verhalten im Training und Wettkampf, angemessenes Material und ein gutes Gesundheitsbewusstsein der Sportler vermieden werden. Da die meisten Squashspieler weder von Trainern oder Schiedsrichtern betreut werden, noch ärztlichen Rat suchen, liegt die Verantwortung über die eigene Gesundheit meist beim Spieler selbst. Ziel ist es Squashspieler für die gesundheitlichen Risiken des Sports zu sensibilisieren und ihnen kompetente Berater in Form von Sportärzten und ausgebildeten Squashcentermitarbeitern zur Seite zu stellen.

Angesehene Maßnahmen der Verletzungsprävention sind oft das Ergebnis langjähriger Erfahrung und bis zum heutigen Zeitpunkt ist ihre Evidenz nur in seltenen Fällen wissenschaftlich belegt worden. Es gibt verschiedenste Möglichkeiten der Verletzungsprävention, nach ihrem zeitlichen Einsatz sind die Primär-, Sekundär-, und Tertiärprävention zu unterscheiden.

Verletzungsprozesse sind sehr komplex und vielfältig. Man kann an vielen Stellen ansetzen das Risiko zu senken. Eine Grundlage für den Einsatz verschiedener Präventionsprogramme kann die Definition von Risikofaktoren für eine Sportverletzung - in diesem Falle eine Squash-Verletzung - darstellen (Bahr & Engebretsen, 2009). Abbildung 16 zeigt ein Beispiel für ein solches Risikofaktoren-Modell. Es werden intrinsische von extrinsischen Risikofaktoren unterschieden.

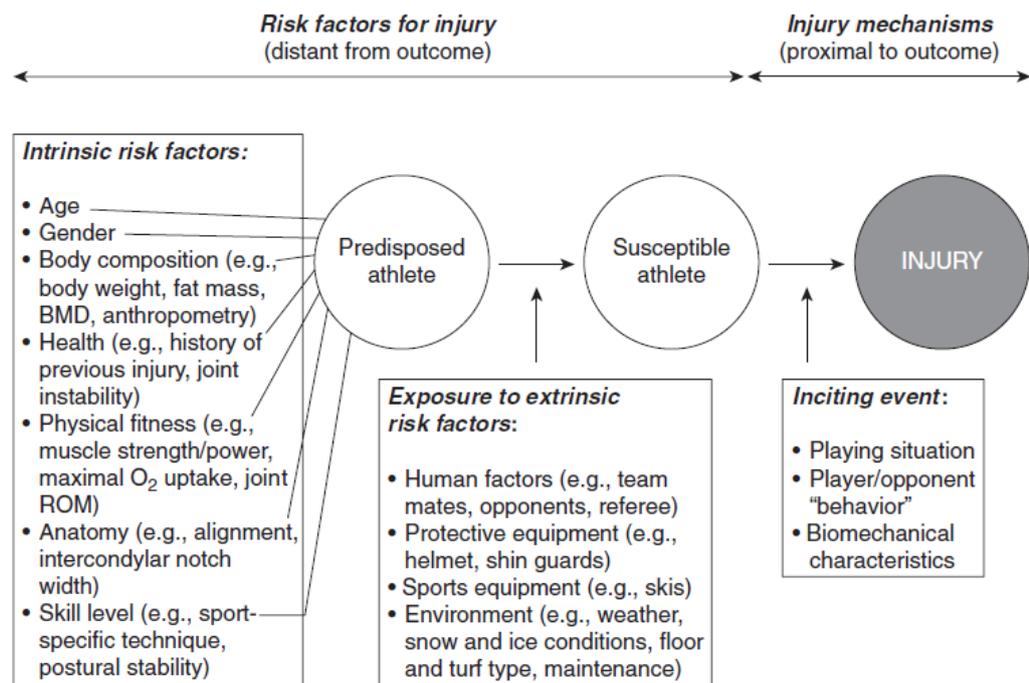


Figure 2.2. A model of injury causation (Meeuwisse, 1994; Bahr & Krosshaug, 2005)

Abbildung 16: Risikofaktoren für Sportverletzungen (Bahr und Engebretsen 2009) Kapitel 2, S. 10

4.1 Medizinische Beratung

Medizinische Beratung ist im intensiven Sportspiel Squash zum einen besonders wichtig für Sportler, die sehr viel Zeit mit der Sportart verbringen und sich somit einem hohen Risiko für chronische Sportschäden aussetzen d.h. für professionelle Spieler, zum anderen für Spieler, bei denen gewisse Vorerkrankungen bestehen oder vermutet werden. Vorerkrankungen bestehen z.B. auch bei Sportlern, die gerade mit Hilfe eines Rehabilitationsprogramms eine Sportverletzung auskurieren.

Vor allem in Bezug auf vorbestehende Herz-Kreislauf-Erkrankungen kommt einer medizinischen Beratung eine hohe Bedeutung zu, da diese unter Umständen bei intensiver sportlicher Belastung im schlimmsten Falle bis zum Herztod führen können. Ein Screening-Verfahren vor intensiver sportlicher Belastung beziehungsweise für Sportler, die sich regelmäßig intensiven sportlichen Belastungen aussetzen, kann helfen, bestehende Gesundheitsschäden frühzeitig aufzudecken. Das erhöhte Risiko während oder direkt nach einer sportlichen Tätigkeit ein fatales kardiales Ereignis zu erleiden, sollte ein Sportler nur auf sich nehmen, wenn bei ihm durch ein angemessenes Screening-Verfahren Vorerkrankungen ausgeschlossen wurden (Schmied 2014).

4.1.1 Das Ruhe EKG – ein angemessenes Screeningverfahren?

Das Ruhe-EKG ist im Vergleich zu anderen Herzuntersuchungen preiswert und einfach auszuführen. Laut Schmied (2014) ist die Sensitivität des Ruhe-EKGs für angeborene Herzfehler, die meist schon im jungen Alter festgestellt werden, ausgezeichnet. Schmied erkennt die hypertrophe Kardiomyopathie als häufigste fatale Herzerkrankung bei jungen Sportlern. Bei über 85% der Patienten mit hypertropher Kardiomyopathie treten pathologische Veränderungen auf (Erdmann 2011).

Das Ruhe-EKG als Screening-Verfahren für Herzkrankheiten bei Sportlern hat allerdings auch seine Grenzen. Leistungssport ruft bekanntermaßen Anpassungsreaktionen des Herz-Kreislauf-Systems hervor. Diese morphologischen und funktionellen Anpassungen wiederum bedingen Veränderungen im Ruhe-EKG der Sportler. Die Aufgabe der Sportkardiologen ist es physiologische von pathologischen Veränderungen im Ruhe-EKG zu unterscheiden.

Chronische Schäden in Form der koronaren Herzkrankheit, die die häufigste Ursache für einen plötzlichen Herztod im Sport darstellt (siehe 3.3 „Risiken für das Herz-Kreislauf-System und der plötzliche Herztod“), können im Ruhe-EKG meist nicht erkannt werden. Zur Diagnose der koronaren Herzkrankheit sollte vielmehr ein Belastungs-EKG erfolgen. Auch Verfahren wie die Myokardszintigraphie mit Technetium 99, eine FDG-PET-Untersuchung oder die invasive Katheter-Untersuchung können, wenn indiziert, den Befund der koronaren Herzkrankheit bekräftigen (<https://amboss.miamed.de/>). Pfürringer und Ullmann (1989) empfehlen ein Belastungs-EKG für alle Spieler, die nach dem 30sten Lebensjahr leistungsorientiert das Squashspielen anfangen wollen.

Auch Erkrankungen, wie Koronaranomalien, Myokarditis oder die Commotio Cordis können oft nicht durch ein Ruhe-EKG ausgeschlossen werden (Schmied 2014). Eine fokussierte Anamnese, Erkennen der vorhandenen Risikofaktoren und eine körperliche Untersuchung inklusive Auskultation, Puls- und Blutdruckmessung können als bewährte Grundlagen helfen. Beispielsweise kann ein durchgemachter Infekt in der Anamnese auf eine Myokarditis

hinweisen, ein erlebtes Trauma auf eine Commotio Cordis oder ein bestehendes Marfan-Syndrom auf Veränderungen des Gefäßsystems hindeuten (Corrado et al. 2005; Schmied 2014).

Der Einsatz des Ruhe-EKG als Screeningverfahren ist insgesamt nicht ausnahmslos befürwortet. Das internationale Olympische Komitee (IOC) und die European Society of Cardiology (ESC) empfehlen das Ruhe-EKG als Screeningverfahren, die American Heart Association (AHA) sieht das Ruhe-EKG nicht als notwendigen Bestandteil eines solchen Screenings für Sportler (Corrado et al. 2005; Georgijevic und Andric 2016). Besonders für junge Leistungssportler ist das 12-Kanal Ruhe-EKG als Screening-Verfahren etabliert. Ein Vorreiter der Nutzung eines EKG-Screenings bei jungen Leistungssportlern ist Italien. Italien hat bereits langjährige positive Erfahrungen mit 12-Kanal-EKG-Screenings bei jungen Leistungssportlern gemacht (Corrado et al. 2005). Die italienischen Beobachtungen hatten auch Einfluss auf die europäische Empfehlung der ESC ein EKG-Screening bei jungen Leistungssportlern durchzuführen, besonders zur Vermeidung des plötzlichen Herztods durch eine unerkannte hypertrophe Kardiomyopathie. Empfohlen sind die Screenings für den Beginn der sportlichen Karriere in einem Alter von 12-14 Jahren und sollten alle zwei Jahre wiederholt werden (Corrado et al. 2005).

4.1.2 Gesundheitsberatung in der Praxis

Leider ist bisher nur ein Screening-Verfahren für Leistungssportler etabliert, dabei sind laut Marijon et al. (2011) vor allem Freizeitsportler vom plötzlichen Tod im Sport betroffen (Marijon et al. 2011). Die Zukunftsvorstellung wäre, dass nicht nur immer mehr Menschen aus präventiven Aspekten regelmäßig Sport treiben, sondern auch immer mehr Menschen medizinisch-kontrolliert Sport treiben. Fragen bezüglich der sportlichen Betätigung eines Patienten sollten einen festen Platz in der hausärztlichen Anamnese bekommen, ein standardisiertes Screening auf Kontraindikationen gegen den betriebenen Sport sollte erfolgen, um dem Patienten im Falle einer Erkrankung entsprechende Verhaltensempfehlungen zukommen zu lassen. Da die häufigste Ursache für den plötzlichen Herztod im Squash eine vorbestehende koronare Herzkrankheit ist (Northcote et al. 1986) und diese durch ein Ruhe-EKG oft nicht erkannt wird, stehen vor allem eine fokussierte Anamnese, sowie eine kardiale Untersuchung als Optionen für ein sinnvolles Screening von Breitensportlern zur Verfügung. Als zukunftssträchtige Präventionsmöglichkeit für den plötzlichen Herztod im Sport sehen Corrado et al. (2005) auch den Einsatz der Echokardiographie als Screening-Verfahren, der Kosten-Nutzen-Faktor solle allerdings erst einmal in wissenschaftlichen Studien bewertet werden. Außerdem müssen herzkranken Sportler jeden Niveaus über ihre individuellen Möglichkeiten und Grenzen des Sport-Treibens aufgeklärt werden. Für Herzkranken veröffentlicht die European Society of Cardiology auf ihrer Website (<http://www.escardio.org/>) viele verschiedene Richtlinien mit Verhaltensempfehlungen für herzkranken Sportler. Squashcenter könnten Broschüren über Volkserkrankungen wie die koronare Herzkrankheit oder gesundheitliche Risiken des jeweiligen Sports auslegen.

4.1.3 Screening des Bewegungsapparats

Auch Muskuloskeletale Screenings können in Zukunft für den Leistungssport erstrebenswert sein. Präventive Screenings können Haltungsschwächen feststellen, die mit den Jahren zu Muskeldysbalancen, Abnutzungen und chronischen Schmerzen führen können. Ein Beispiel für einen Ansatzpunkt des muskuloskelettalen Screenings im Schlagsport Squash könnte die

Vermeidung chronischer Überbeanspruchungserscheinungen der oberen Extremitäten darstellen (siehe 3.2.3.1 „Verletzungen der Schulter“). Im Leistungssport Squash kann, wie in anderen Schlagsportarten, mit Überbelastungserscheinungen am Schlagarm gerechnet werden. Diese gehen bereits früh mit morphologischen Veränderungen einher, schränken die Funktionalität allerdings oft erst zu einem späteren Zeitpunkt ein. Im Breitensport ist vor allem eine gute Behandlung bereits bekannter Abnutzungserscheinungen -eine Maßnahme der Tertiärprävention- als sinnvoll anzusehen. Auch nach stattgehabten Traumata, wie zum Beispiel Sprunggelenksverletzungen, sollte immer an die Möglichkeit eines Dauerschadens gedacht werden.

4.2 Optimierung des Trainings bezüglich gesundheitlicher Aspekte

Ein gutes Training ist die Grundlage für gute sportliche Leistungen im Wettkampf. Die meisten wissenschaftlichen Arbeiten zielen auf eine Optimierung des Trainings ab, um die Leistung der Sportler im Wettkampf auf den Höhepunkt zu treiben. Doch auch Verletzungsvorbeugung bzw. Gesundheitserhaltung sollten als Ziele eines Squash-Trainings betrachtet werden.

Leistungsorientiertes und gesundheitsorientiertes Training sollten nicht als Widerspruch erscheinen. Vielmehr bedingen sich Leistungs- und Gesundheitsfaktoren. Wenn die Gesundheit einmal angegriffen ist, kann nicht mehr die maximale Leistung erzielt werden. Umgekehrt kann eine gute körperliche Leistungsfähigkeit vor Gesundheitsschäden schützen. Ziel sollte somit im Leistungs- wie im Breitensport eine Trainingsplanung sein, die als gleichwertige Ziele Leistungsoptimierung und Gesundheitserhaltung anstrebt. „Der Schlüssel zur Verletzungsprävention ist ein gut ausbalanciertes Trainingsprogramm.“ (Hirst, 2014, Seite 280) Die Planung der Trainingseinheiten sowie die Festlegung der Belastungsintensitäten gehört für die Coaches zu den schwierigsten Aufgaben, da die Datenlagen oft schlecht sind und ein optimales Training ohnehin auf jeden Sportler individuell eingestellt werden muss (Bennie und Hrysomallis 2005).

4.2.1 Warm-Up und Cool-Down

Obwohl der Zweck des Aufwärmens und Abwärmens beim Squash nicht ausreichend wissenschaftlich belegt ist, wird aufgrund von Erfahrungswerten in der Squashliteratur zu einem Warm-Up bzw. Cool-Down-Programm geraten. Ein spezielles Aufwärmprogramm vor dem Training oder Wettkampf ist im Squash sehr wichtig um Verletzungen vorzubeugen (Chard & Lachmann, 1987; Meyer et al. 2007; Pförringer & Ullmann, 1989). Das Warm-Up vor dem Training oder Wettkampf hat zum Ziel, die Körpertemperatur zu erhöhen, den Organismus sowie seine cardio-pulmonalen Parameter anzukurbeln und auf die nachfolgende Belastung vorzubereiten. Hirst (2014) erwähnt auch das mentale Warm-Up, das helfen soll Konzentration und Fokussierungsfähigkeit des Sportlers anzuregen. Im Squash scheint dieser Punkt bedeutungsvoll, da im komplexen Sportspiel Technik, Taktik und mentale Aufmerksamkeit eine große Rolle spielen. Es gibt sehr viele verschiedene Arten ein Aufwärmprogramm zu gestalten.

Hirst beschreibt als Aufgabe des optimalen Aufwärmprogramms für den Sport Squash eine langsame, stetige Steigerung der aeroben Aktivität, welche seiner Meinung nach zum Beispiel durch lockeres Einlaufen mit nachfolgendem Dehnen und Übungen mit dem Schläger auf dem Platz erreicht werden kann (Hirst 2014). Das Aufwärmprogramm mit einer aeroben Aktivität einzuleiten, mit statischen oder dynamischen Dehnübungen fortzufahren und mit

sportspezifischen Übungen zu beenden stellt einen verbreiteten Ansatz dar, der auch durch Ayala et al. (2016) befürwortet wird. Abbildung 17 stellt einen möglichen Aufbau für ein Squash-spezifisches Aufwärmprogramm dar.



Abbildung 17: Möglicher Aufbau eines Squash-spezifischen Aufwärmprogramms; (Ayala et al. 2016)

Das Dehnen vor dem Wettkampf oder Training stellt in Hinsicht auf die Effektivität das Verletzungsrisiko zu reduzieren ein umstrittenes Thema dar. Insgesamt zeigen aktuelle Studien eher einen negativen Einfluss des „Stretching“ auf die Verletzungsanfälligkeit sowie die Leistung von Sportlern, wobei zu beachten ist, dass ein Aufwärmprogramm für jeden Spieler individuelle Wirkungen hervorruft und auch je nach Art der nachfolgenden sportlichen Betätigung Vorteile oder Nachteile mit sich bringen kann (O'Connor et al. 2011). Für die optimale Gestaltung eines Squash-spezifischen Aufwärmprogramms ist die Datenlage lückenhaft.

Es wird zwischen einem statischen und dynamischen Stretching unterschieden und vermutet, dass negative Effekte auf die Muskulatur vor allem durch statisches Dehnen hervorgerufen werden. Heutzutage wird statt einem klassischen, statischen Dehnen, meist ein Warm-Up empfohlen, das viele dynamische Dehnübungen beinhaltet. Die dynamischen Dehnübungen können im obigen Beispiel für ein Squash-spezifisches Warm-Up sowohl in anfängliche aerobe Aktivitäten als auch in die Sport-spezifischen Übungen gegen Ende des Aufwärmprogramms integriert werden. Ayala et al. testeten 2016 die Effekte eines statischen bzw. dynamischen Warm-Up Programms bei jungen Elite-Tennispielern. Ein der Belastung vorgeschaltetes dynamisches Warm-Up (DWU) verbessert demnach die Sprungleistung, 20-Meter-Sprintzeit, Aufschlaggeschwindigkeit und Aufschlagsgenauigkeit. Die leistungsverbessernden Effekte des dynamischen Warm-Ups im Vergleich zum statischen Warm-Up relativierten sich allerdings im Laufe des 60-minütigen Tennisspiels. Ein Squash-Match dauert im Durchschnitt etwa 30 –90 Minuten, was bezogen auf die Untersuchungen von Ayala et al. bedeutet, dass durch ein adäquates, dynamisches Aufwärmprogramm entstandene leistungssteigernde Effekte unter Umständen sogar die gesamte Spielzeit lang anhalten können. Vor allem im professionellen Squash können kleine Leistungsunterschiede Auswirkungen auf den Gewinn oder Verlust wichtiger Punkte haben.

McCrary, Ackermann und Halaki (2015) untersuchten in Form einer Analyse randomisierter, kontrollierter Studien die Evidenz verschiedener Warm-Up-Optionen der oberen Extremitäten, sowohl aus leistungsorientierter Sichtweise als auch in Hinsicht auf Verletzungs-Prävention. Zusammenfassend ergibt sich auch aus dieser Untersuchung, dass sich durch ein dynamisches Warm-Up vor hoher Belastung durch die sogenannte Postaktivierungspotenzierung vor allem positive Effekte auf Kraft und Energie ergeben. Hingegen können durch kurze, weniger als eine Minute dauernde, statische Dehnungsmethoden positive Effekte auf die Beweglichkeit beobachtet werden (McCrary et al. 2015). O'Connor et al. (2011) sehen diese Erhöhung der Beweglichkeit allerdings kritisch im Hinblick auf die Verletzungsprävention und vermuten

einen Zusammenhang des erhöhten Bewegungsumfanges mit der Entstehung von Überdehnungsverletzungen.

Es liegt nahe, dass ein Aufwärmen im Squash in besonderem Maße dem Schlagarm zukommen sollte, um Verletzungen vorzubeugen. Vor allem die Schulter des Schlagarms eines Squashspielers ist sehr verletzungsanfällig. Ein effektives Warm-Up der Schulter könnte nach der Meinung von McCrary et al. aus einem dynamischen Warm-Up aller Bewegungsachsen sowie einem statischen Stretching von Musculus pectoralis, Musculus trapezius, Musculus latissimus dorsi sowie Musculus deltoideus bestehen. Beim statischen Stretching sollten Übungen allerdings nicht länger als 60 Sekunden durchgeführt werden um negative Auswirkungen auf die Muskelleistung zu vermeiden (McCrary et al., 2015). Von den genannten Muskeln neigt im Squash besonders der Brustmuskel allein durch die Natur des Spiels schon zur Verkürzung (Mensing, 1996).

Einen interessanten Ansatz zur Regulierung der Körpertemperatur vor und während des Sports diskutieren Azad et al. (2016) in einer asiatischen Studie: Das sogenannte „Precooling“. Das Herunterkühlen der Körpertemperatur durch ein 10-minütiges Wasserbad (22-24 Grad Celsius) nach dem Aufwärmen und unmittelbar vor einem Laufband-Leistungstest senkte in signifikantem Maße den Flüssigkeitsverlust junger Fußballspieler während des Tests (Azad et al. 2016). Erwartete Veränderungen der Blutlaktatwerte und des Erschöpfungszeitpunkts konnten in der Studie von Azad et al. im Gegensatz zu früheren wissenschaftlichen Untersuchungen bei Radfahrern und Läufern allerdings nicht herausgestellt werden. Für den Sport Squash scheinen diese Untersuchungen interessant, da in der Squash-Literatur vermehrt ein Unwohlsein der Spieler, durch Erhöhung der Körpertemperatur (engl. heat-illness/ heat-injury) beschrieben wird (Finch und Eime 2001; Tator 2008; Clavisi und Finch 2000). Laut Pfürringer und Ullmann (1989) steigt im Spiel die Hauttemperatur bei Squashspielern aller Leistungsklassen um ein bis zwei Grad Celsius. Die Untersuchungen von Azad et al. (2016) wurden bei Umgebungstemperaturen von 32-34 Grad Celsius durchgeführt, laut offiziellem Regelwerk der WSF soll auf einem Squashplatz allerdings eine Temperatur von 10 bis 25 Grad, idealerweise 15 bis 20 Grad Celsius herrschen (http://www.worldsquash.org/ws/wp-content/uploads/2016/07/130115_Court-Specs.pdf), um dem Risiko von „heat-illness“ entgegenzuwirken.

Für ein angemessenes Cool-Down nach dem Squash-Match sind niedriggradige aerobe Belastungen geeignet (Hirst, 2014). Das Abwärmen soll dem Körper helfen, übermäßige Hitze sowie Abbauprodukte schneller zu eliminieren und wird ergänzend empfohlen.

4.2.2 Optimierung des Konditionstrainings

Ein Squashmatch stellt hohe konditionelle Ansprüche an den Körper der Sportler. Für Freizeitsportler sowie Leistungssportler ist deshalb eine gute körperliche Voraussetzung unabdingbar (siehe 2.5 „Konditionelle Anforderungen im Squash und Messungen mittels Stufentests“). Krafttraining, Ausdauer- und Schnelligkeitstraining in einem für den Squashspieler individuell angepassten Ausmaß verschaffen notwendige körperliche Grundlagen. Auch ein gewisses Maß an Beweglichkeit ist von Bedeutung, allerdings hat dieses im Squash im Gegensatz zu Turn- und Tanz-Disziplinen nicht die höchste Priorität. Ein adäquates Training der Kondition ist nicht nur wichtig um sportliche Leistungen zu verbessern, sondern auch um das Verletzungsrisiko zu reduzieren (Comfort und Matthews 2010). Auch während oder nach der Rehabilitation von Sportverletzungen sollte der körperliche Zustand

durch ein entsprechendes Trainingsprogramm wiederhergestellt werden, um nachfolgenden Verletzungen vorzubeugen.

Comfort & Matthews (2010) grenzen in Hinsicht auf die Verletzungsprävention durch Konditionstraining nicht-vermeidbare von vermeidbaren Verletzungen ab. Nicht-vermeidbare Verletzungen entstehen durch besonders schnell und heftig einwirkende Kräfte bei ungünstigen Gelenkstellungen, auch eine gute körperliche Verfassung kann die Krafteinwirkungen eines solchen Traumas nicht abfedern. Vermeidbare Verletzungen entstehen bei den üblichen Bewegungen im Sport wie Landen, Stoppen, Starten oder Richtungswechseln und betreffen häufig untrainierte oder vorgeschädigte Sportler. Durch ein gutes Training der morphologischen Strukturen kann diese Art von Verletzungen effektiv verhindert werden. Erholungsphasen zwischen den Trainings schützen die Sportler vor Überbelastungen.

4.2.2.1 Bedeutung des Ausdauertrainings

Eine gute Ausdauerfähigkeit trägt zur Prävention wichtiger Volkskrankheiten wie der koronaren Herzkrankheit und des Diabetes Mellitus Typ II bei. Es ist für Squashspieler eine nicht zu unterschätzende Grundlage. Für Einsteiger und Amateure ist es wichtig, dass die Sportler nicht nur Squash spielen, um ihren Körper zu trainieren, sondern dass sie dem Sport bereits mit einem adäquaten Trainingszustand begegnen, um Gesundheitsrisiken zu minimieren. Zunächst ist deshalb die Grundlagenausdauer zu erwähnen, die jeder, der Squash spielen will, in einem angemessenen Maße aufweisen sollte. Aerobe Belastungen von niedriger Intensität, beispielsweise regelmäßiges Joggen oder Walken, steigern die Belastbarkeit und bewirken Vorteile für das Herz-Kreislauf-System und das Immunsystem. Neben der Grundlagenausdauer gilt es, vor allem für fortgeschrittene Squashspieler und Profisportler auch die sportspezifische Ausdauer zu trainieren. Im Speziellen sei auf Kapitel 2.5 (Konditionelle Anforderungen im Squash und Messungen mittels Stufentests) hingewiesen, wo Möglichkeiten des Squash-spezifischen Ausdauertrainings erläutert werden.

4.2.2.2 Krafttraining zur Vermeidung von Muskel-Dysbalancen

Um möglichst effektive Trainingsergebnisse in einem Sport-spezifischen Krafttraining zu erzielen, sollten genau die Muskelgruppen im Fokus stehen, deren Leistung für die jeweilige Sportart limitierend sind. Sportler, die regelmäßig trainieren, sollten aber beim Training grundsätzlich darauf achten, einseitige Belastungen zu vermeiden oder auszugleichen. Abwechslungsreiche Trainingsmethoden können hierbei hilfreich sein.

Muskeldysbalancen werden meist erst erkannt, wenn es bereits zu chronischen morphologischen Veränderungen gekommen ist und Beschwerden auftreten. Um Muskeldysbalancen frühzeitig zu verhindern, sollten die Antagonisten der hauptsächlich beanspruchten Muskelgruppen parallel gestärkt werden. Mensing (1996) stellt wichtige Muskelgruppen dar (siehe 2.7, Abbildung 5). Außerdem ist darauf zu achten die rechte wie die linke Körperhälfte gleichmäßig zu trainieren um einseitige Muskelhypertrophien mit nachfolgenden Haltungsschäden und sekundären Abnutzungserscheinungen zu verhindern. Um chronische Rückenschmerzen zu vermeiden ist z.B. ein Training der Extensoren des Rückens von Belang. Überwiegt die Kraft der Flexoren gegenüber den Extensoren (Extensoren-Flexoren-Ratio <1), ist laut Foster und Fulton das Risiko erhöht, Rückenschmerzen zu erleiden (Foster und Fulton 1991).

Ergänzend kann ein regelmäßiges Dehnen der zur Verkürzung neigenden Muskulatur helfen Funktionseinschränkungen zu verhindern. Am Beispiel der Sportlerschulter veranschaulicht kann ein regelmäßiges Dehnen der hinteren Gelenkkapsel deren Verkürzung und Versteifung verhindern und dem Glenohumeralen-Innenrotationsdefizit vorbeugen (Wieser et al., 2016). Abbildung 18 stellt dar, auf welche Weise die Dehnung der hinteren Gelenkkapsel der Schulter ausgeführt werden kann.

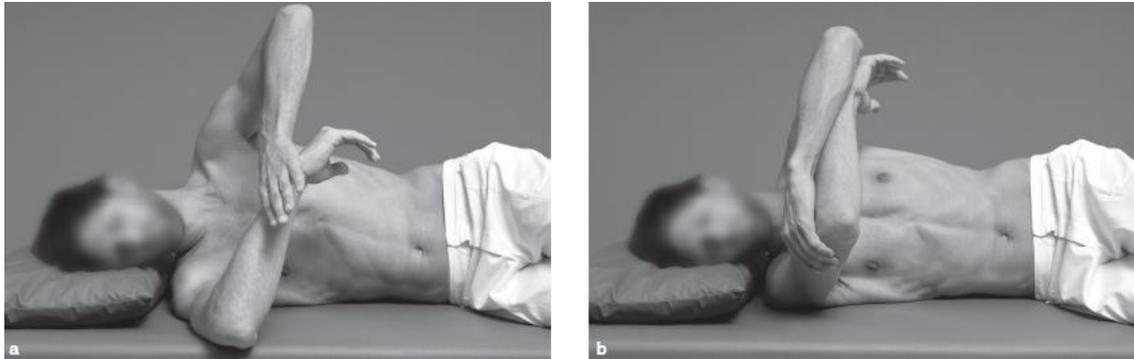


Abbildung 18: Dehnung der hinteren Gelenkkapsel der Schulter zur Vorbeugung einer „Sportlerschulter“ (Wieser et al. 2016)

Ein weiteres Beispiel für den regelmäßigen Einsatz des Dehnens zur Verletzungsvermeidung ist durch das Dehnen der Wadenmuskulatur zur Vermeidung von Sprunggelenksverletzungen. Eine verkürzte Wadenmuskulatur kann eine Verstärkung der Inversions- und Innenrotationshaltung des Fußes bedingen, welche das Risiko ein Supinationstrauma zu erleiden erhöhen kann (Bahr und Engebretsen 2009).

Die Philosophie, den Körper als Ganzes zu betrachten und als Ganzes zu trainieren, findet sich auch in der Rehabilitation von Sportverletzungen wieder. Nach oft wochenlangem Aussetzen ist nicht nur die Muskulatur des von der Verletzung betroffenen Areals geschwächt, sondern auch Kraft und Ausdauer im Allgemeinen. Allgemeine und spezielle Leistungseinbußen sollen in einem Rehabilitationsprogramm wieder rückgängig gemacht werden. Im Sinne der Rehabilitation gilt es, den Sportler genau auf die Aufgaben vorzubereiten, die er wiederaufnehmen möchte. Eine sogenannte „funktionelle Reha“ soll als individuellere, sportspezifischere Reha die Lücke zwischen den Ergebnissen der traditionellen Reha und den Anforderungen des jeweiligen Sports schließen (Comfort und Matthews 2010). Squashspieler zum Beispiel müssen in der Reha genau die körperlichen Funktionen wiedererlangen, die der Sport von Ihnen fordert (siehe Kapitel 2 „Spezifische Anforderungen an den Squashspieler“).

Für gute sportliche Leistungen im Squash sind vor allem Schnellkraft und Explosivität des Sportlers limitierende Faktoren. Ein Squashspieler mit einer hohen Explosivität schafft es möglichst hohe Kraftamplituden in möglichst kurzer Zeit abzurufen und kann somit schnelle Richtungswechsel, Starts und Stopps schnell ausführen. Durch schnelles Umkehren, Ausweichen oder schnelle Reaktionen nach Verlust des Gleichgewichts können auch Verletzungen verhindert werden. Das Training der Explosivität ist stark mit dem Koordinationstraining verknüpft.

4.2.3 Optimierung des Koordinationstrainings

Im komplexen Sportspiel Squash kann neben einer stabilen konditionellen Verfassung auch eine ausgeprägte Koordination Verletzungen vorbeugen. Tabelle 2 (siehe 2.6 „Koordinative Anforderungen im Squash“) zeigt Beispiele auf, in welchen Spielsituationen gute koordinative Fähigkeiten bestimmte Unfallhergänge und ihre Folgen verhindern können. Eine gute Koordination ist hilfreich, um sich in komplexen Spielsituationen zurechtzufinden. Ein gutes Koordinationstraining muss demnach selbst aus einer komplexen und gleichzeitig sportspezifischen Übungszusammenstellung bestehen; alle koordinativen Fähigkeiten sollten in verschiedenen dynamischen Situationen trainiert werden. Um ein adäquates Trainingsprogramm für den Sport Squash gestalten zu können, ist es wichtig den Spielablauf immer besser zu verstehen. Tabelle 14 zeigt Möglichkeiten auf, die Verbesserung der verschiedenen koordinativen Fähigkeiten sinnvoll in das jeweilige Trainingsprogramm zu integrieren.

Für die Prävention von Verletzungen, vor allem von Verletzungen der unteren Extremitäten, kann es von Bedeutung sein, die am häufigsten genutzten Laufwege zu erkennen, um sie in das Training einbeziehen zu können. Die Wiederholung bestimmter taktischer Muster kann zu einer verbesserten Koordination und somit zu einer besseren Bewegungssicherheit führen. Häufige Laufwege und Schlagrichtungen können zum Beispiel durch Videoanalysen erkannt werden; es gibt allerdings auch andere Möglichkeiten taktische Muster im Squash darzustellen (Hajdú-Szücs et al. 2018).

Hajdú-Szücs et al. werteten beispielsweise in ihrer Studie durch den Squash-Ball verursachte Audiosignale aus und konnten somit einfach und kostengünstig taktische Verhaltensmuster im Squash darstellen. Solche Verhaltensmuster sollten auch im Sinne der Verletzungsprävention ins Koordinationstraining eines Squashspielers integriert werden.

Koordinative Fähigkeit	Beispiele für Trainingsmethoden
Kinästhetische Differenzierungsfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Training mit verschiedenen Bällen, verschiedenen Schlägern
Reaktionsfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Start/Stopp/Richtungswechsel bei akustischem Signal
Kopplungsfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Bestimmte Lauf-/Sprung-Aufgaben mit Schlägen kombinieren
Orientierungsfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Komplexe Match-orientierte Übungen, evtl. Doppelübungen um „Lücken“ zu erkennen
Gleichgewichtsfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Übungen auf Slackline / Balance Board
Umstellungsfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Spielsituationen spontan verändern, unerwartete Schläge trainieren
Rhythmisierungsfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Erst nach bestimmter Schlagkombination das Spiel eröffnen

Tabelle 14: Training der Koordinativen Fähigkeiten im Squash (Eigene Erarbeitung)

Als Beispiel für die Prävention von Sportverletzungen im Squash durch Koordinationstraining soll das im Squash sehr verletzungsanfällige Sprunggelenk betrachtet werden. Eine gute Gleichgewichtsfähigkeit kann das Auftreten von Sprunggelenksverletzungen im Squash verhindern. Sportler, die mindestens 15 Sekunden ohne Abzusetzen auf einem Bein stehen

können, haben ein geringeres Risiko eine Sprunggelenksverletzung zu erleiden (Bahr& Engebretsen, 2009). Das Gleichgewicht kann innerhalb des Koordinationstrainings gut trainiert werden z.B. durch den Gebrauch von Balance Boards oder durch Übungen auf einer Slackline.

Auch wenn ein Squashspieler ein optimales Koordinationsprogramm absolviert hat, können andere Faktoren die Koordination des Sportlers im Spiel beeinflussen, wie zum Beispiel eine schlechte Beleuchtung des Sportplatzes oder muskuläre Ermüdung. Ermüdung, Koordination und Kondition hängen eng miteinander zusammen. Eine schlechte Kondition kann Ermüdungserscheinungen frühzeitig auftreten lassen; Ermüdungserscheinungen können die Koordination negativ beeinflussen und zu Verletzungen führen. Umgekehrt können auch eine schlechte Koordination und mangelnde Technik zu unökonomischer Beanspruchung der konditionellen Gegebenheiten und vorzeitiger Ermüdung führen. Hierbei handelt es sich also um einen *circulus vitiosus*. Ein optimales Trainingsprogramm sollte koordinative und konditionelle Trainingseinheiten beinhalten und kombinieren.

4.2.4 Beherrschung des Regelwerks: die „Let-Regel“

Regeln im Squash helfen zum Teil, Verletzungen zu vermeiden. Im Squash gibt es eine besondere Regel, die einen starken Beitrag zur Verletzungsprävention leistet, die sogenannte „Let-Regel“. Nach den offiziellen Regeln der DSQV in der Übersetzung von Wachter und Harenberg (2013) gibt es viele Situationen in denen ein Spieler um ein „Let“ bitten kann, damit der Ballwechsel wiederholt wird (<https://www.dsqv.de/spielbetrieb/spielregeln>). In manchen Situationen, z.B. wenn ein gewinnbringender Schlag zu erwarten ist, aber durch Behinderung nicht ausgeführt werden kann, wenn eine absichtliche Behinderung stattfindet oder wenn der Ball den Schlagenden selbst trifft, können statt einer Wiederholung auch direkt Punkte vergeben werden. Um ein „Let“ gewährt zu bekommen muss ein Spieler die Situation rechtzeitig und richtig einschätzen, eine gute Antizipation der Bewegungen von Spielern und Ball ist unabdingbar. Normalerweise hat nur der Spieler, der gerade schlägt das Recht nach einem „Let“ zu verlangen. Aber auch ohne die Bitte eines Spielers kann der Schiedsrichter insbesondere aus Gründen der Sicherheit ein „Let“ aussprechen und die Spieler somit z.B. vor gefährlichen Kollisionen bewahren. Aber die Verletzungsprävention durch die „Let-Regel“ hat auch Grenzen. Anfänger und Breitensportler stehen im Regelfall weder unter Beobachtung eines Schiedsrichters, noch können sie selbst Laufwege und Spielzüge so gut einschätzen, dass sie im richtigen Moment ein „Let“ einfordern, um Gefahren aus dem Weg zu gehen. Eine bessere Schulung über das Regelwerk z.B. durch Ansprechpartner im Squashcenter könnten helfen Verletzungen vorzubeugen.

Außerdem stellt die DSQV Verhaltensregeln im Falle von Unwohlsein, Verletzungen und Blutungen zur Verfügung. Das Regelwerk besagt: „Es ist immer die Entscheidung des verletzten Spielers, weiter zu spielen oder nicht.“ Diese Aussage trifft allerdings nur bedingt zu. Für verschiedene Leiden werden zum Teil klare Erholungszeiten von 90 Sekunden bis 15 Minuten angegeben. Wenn der Spieler es innerhalb der kurzen Frist nicht schafft, sich zu regenerieren, muss er einen Satz abgeben und schließlich das Spiel aufgeben. Die kurzen Spielunterbrechungen erlauben eine kurze Regeneration und mentale Fassung bei Bagatelltraumata und schließen gleichzeitig für schwere Verletzungen, die nicht in der vorgegebenen Frist beherrscht werden können, die Möglichkeit des Weiterspielens aus. Dies steht auch im Sinne der Prävention weiterer Folgeschäden. Ein sofortiger Spielabbruch und die Spielfeld-Reinigung bei Verschmutzung des Spielfeldes durch Erbrochenes oder Blut beugt außerdem Verletzungen durch Ausrutschen vor.

Verbesserungspotential des Regelwerks besteht aus gesundheitlicher Sicht in der Zuweisung der angemessenen Erholungszeit im Verletzungsfall. Hierbei setzt der DSQV die Schuldfrage in den Vordergrund. Verletzungen, die selbstverschuldet sind, bedürfen nach geltendem Regelwerk weniger Erholungszeit als fremdverschuldete Verletzungen. Aus der Sicht der Verletzungsprävention wäre es wahrscheinlich sinnvoller, die Dauer der Erholungszeit an Ausmaß und Art der Verletzung festzumachen.

4.3 Bedeutung von adäquatem Material

Der Gebrauch von Sport-Equipment kann sportliche Leistungen in großem Maße beeinflussen, Verletzungen provozieren, bedingen aber auch vorbeugen. Sportartikel wie Schläger oder Sportschuhe sollten optimal an den Träger und die Belastung angepasst sein um chronische Schäden und akute Verletzungen zu minimieren. Außerdem wird der Nutzen spezieller Schutzartikel, insbesondere der Squash-Brille aus Polycarbonat, diskutiert.

4.3.1 Adäquate Schutzbrille aus Polycarbonat

Augenverletzungen sind im Squash nicht selten anzutreffen und können schwerwiegende Folgen haben. Die wohl am besten evaluierte Präventionsmethode im Squash ist das Tragen einer Schutzbrille, um Augenverletzungen vorzubeugen. Diese Maßnahme kann schwerwiegenden Augenverletzungen in vielen Fällen vorbeugen. Clavisi und Finch (1999) beanstandeten zwar, dass die Evidenz der Verletzungssenkung durch Schutzbrillen bisher nicht ausreichend wissenschaftlich bewiesen sei, allerdings zeigten Beobachtungen in Kanada und den USA z.B. durch Vinger schon vor mehr als 30 Jahren, dass der verpflichtende Gebrauch von Squashbrillen zu einer signifikant niedrigeren Anzahl von Augenverletzungen führt ((Finch und Vear 1998; Vinger 1981).

4.3.1.1 Regelungen des DSQV bezüglich des Tragens von Squashbrillen

Im sechsten Anhang des offiziellen Regelwerks des DSQV, der seit dem 1. Januar 2014 gültig ist, wird für Squashspieler aller Leistungsstärken das Tragen eines adäquaten Augenschutzes empfohlen. Die Schutzbrillen sollen dabei einer nationalen Norm entsprechen. Anerkannte Standards gibt es im Rückschlagsport in Form der kanadischen, US-amerikanischen, australisch/neuseeländischen und einer englischen Norm. In den Vereinigten Staaten und Kanada ist Gebrauch von angemessenen Squashbrillen im Gegensatz zu Deutschland schon lange weit verbreitet (David et al. 1995). Die Englische Norm stellt die einzige europäische Norm dar und ist seit 1998 anerkannt (Finch & Vear, 1998).

Das Tragen von Schutzbrillen ist bis auf bestimmte vorgeschriebene Squash-Veranstaltungen in der Realität allerdings nicht weit verbreitet und bei den Spielern oft unbeliebt. Nur ca. 6-9 Prozent der Squashspieler geben an, einen Augenschutz zu tragen (Finch und Vear 1998; Eime et al. 2005a; Eime et al. 2005b). Für alle Squash-Doppel-Veranstaltungen und Jugendveranstaltungen ist das Tragen adäquater Schutzbrillen nach einem der oben genannten anerkannten Standards verpflichtend vorgeschrieben. Bei Missachtung dieser Vorschriften verhängt die WSF Sanktionen. Natürlich steht der Schutz junger Spieler besonders im Vordergrund, weil bleibende Augenschädigungen als Verletzungsfolgen für den jungen

Menschen erhebliche Einflüsse auf den weiteren Lebensweg haben können. Doch sollte erwachsenen Spielern bewusst sein, dass sie eine Vorbildfunktion für Jüngere besitzen (Finch & Vear, 1998). Laut der australischen Umfrage von Finch und Vear (1998) halten es 56 Prozent der befragten Squashspieler für richtig, den Augenschutz für Jugendliche zu einer Verpflichtung zu machen. Hingegen stimmt die Mehrheit dagegen, dass die Schutzbrillen für alle Spieler, eingeschlossen der Erwachsenen, verpflichtend werden (Finch und Vear 1998).

4.3.1.2 Gründe für und gegen das Tragen einer Schutzbrille

Spielerdaten und Meinungen können mittels Fragebögen eruiert werden. Auf diese Art und Weise sammelten in Australien Finch und Vear (1998) sowie Eime et al. (2005a,2005b) Informationen bezüglich des Gebrauchs von Squashbrillen. Eime et al. verglichen den sich aus der Auswertung der Fragebögen ergebenden Anteil der Träger adäquater Schutzbrillen mit den Ergebnissen direkter Beobachtungen und stellten dabei Differenzen fest (Eime et al. 2005a). Der Anteil der Spieler, die im Fragebogen angaben, einen adäquaten Augenschutz zu tragen, war 1,6-Mal höher als der tatsächlich beobachtete Anteil. Von den Squashspielern, die angaben eine Schutzbrille zu tragen, benutzten viele kein adäquates Modell. Rund 14 Prozent der Spieler tragen laut Eime et al. (2005b) reguläre optische Brillen beim Squash. Diese Brillen stellen statt einem Schutz sogar eine Gefahr für die Augen der Sportler dar (Kahle et al., 1993). Anzumerken ist, dass das Durchschnittsalter der Squashspieler in der Studie von Eime et al. (2005b) bei 40 Jahren lag; bei jüngeren Kohorten von Squashspielern kann wahrscheinlich mit einer niedrigeren Anzahl von Brillenträgern gerechnet werden. Aus verletzungspräventiven Gründen sollte das Tragen eines unangemessenen Augenschutzes im Squash unterlassen werden. Kontaktlinsen können eine Alternative zu zerbrechlichen Brillengläsern darstellen, bieten allerdings selbst auch keinerlei Schutz vor möglichen Augenverletzungen. Eine adäquate Schutzbrille für Squashspieler sollte allseits geschlossen sein und ihre Gläser am besten aus Polycarbonat bestehen (Kahle et al.,1993).

Die Mehrheit der Squashspieler tragen keinen Augenschutz, da dieser nicht für notwendig erachtet wird (Finch & Vear, 1998). Diese Begründung wurde in der Umfrage von Finch und Vear besonders oft von Squash-Laien angegeben, denen scheinbar das Bewusstsein für die Gefahr einer ernsthaften Augenverletzung fehlte. Andere Gründe ohne Schutzbrille Squash zu spielen sind beispielsweise: Komforteinbußen, schlechtes Aussehen oder eine Einschränkung der im Squash sehr bedeutsamen Sicht. Es ist davon auszugehen, dass professionelle Spieler nicht seltener von schwerwiegenden Augenverletzungen betroffen sind als Anfänger (siehe 3.2.1.1 „Augenverletzungen“). Dies entkräftet ein weiteres Argument gegen das Tragen einer Squashbrille: „Ich bin ein so fortgeschrittener Squashspieler, dass ich keine Schutzbrille tragen muss.“ (Eime et al. 2005b). Ein beachtenswerter Teil der Spieler hat sich mit 18 Prozent laut Finch und Vear (1998) noch nie Gedanken darüber gemacht, eine Squashbrille zu tragen oder nannte keinen Grund. Auch Eime et al. (2005b) stellten bei ihrer Umfrage fest, dass sich über ein Viertel der Befragten noch nie Gedanken zu dem Thema gemacht hatte. In dieser Umfrage wurde von den Nicht-Brillenträgern am häufigsten die Antwort „Ich trage keine Schutzbrille, weil ich es nicht will.“ gegeben. Alle Spieler die eine solche Antwort wählen, gehen damit automatisch einer tiefgründigen Beschäftigung mit dem Thema aus dem Weg. Laut der Umfrage von Eime et al. (2005b) haben 72,5 Prozent der Spieler, die keine Schutzbrille tragen, sogar noch nie ein adäquates Modell ausprobiert.

Das Musterbeispiel für einen Squashspieler, der eine adäquate Schutzbrille trägt, ist eine Frau, die über zwei Stunden pro Woche Squash spielt, früher schon einmal eine Augenverletzung erlitten hatte und nun sehr viel Wert auf ihre Sicherheit legt (Eime et al., 2005b). Die meisten

Squashspieler, die eine Schutzbrille tragen, machen dies, weil sie keine Verletzung erleiden wollen, Angst vorm Erblinden haben oder eine Brille brauchen, um besser sehen zu können. Spieler, die eine Schutzbrille für notwendig halten, sind meist professionelle Spieler (Finch & Vear, 1998). Diese Beobachtung ist wahrscheinlich auf einen größeren Erfahrungsschatz bezüglich Augenverletzungen und Schutzbrillengebrauch im Squash zurückzuführen. Ein Fünftel bis ein Viertel der Spieler, die keine Squashbrille nutzen, haben sich noch nie darüber Gedanken gemacht (Finch & Vear, 1998; Eime et al. 2005b). Professionelle Spieler kommen z.B. durch Turniere mit Schutzbrillenpflicht oder Beobachtung eigener oder gegnerische Verletzungen früher oder später in Situationen, die anregen, sich selbst eine Meinung zur Notwendigkeit einer adäquaten Squashbrille zu bilden. Breitensportler verbringen zu wenig Zeit mit dem Sport und auf dem Platz und sind deshalb in besonderem Maße auf Informationen von außen angewiesen.

4.3.1.3 Zukunftsziel: Vermehrte Squashbrillen-Nutzung

Das Ziel wäre es, Squashspielern aller Leistungsstärken Informationen über die Notwendigkeit einer Schutzbrille im Squash zur Verfügung zu stellen und für Squashspieler flächendeckend vor Ort adäquate Augenschutzbrillen zum preisgünstigen Erwerb oder zur Leihe anzubieten. Die meisten Squashcenter bieten bisher keine Möglichkeiten für den Erwerb von Schutzbrillen oder verkaufen sogar Produkte unangemessenen Sicherheitsstandards (David et al., 1995). Squashclubs zeigen durchaus Interesse für Informationen bezüglich Augenverletzungen im Squash. David et al. berichten, dass 96 Prozent aller Squashcenter der West-Midlands, die an einer Umfrage bezüglich Squashbrillen teilnahmen, offen für weitere thematische Informationen waren. Leider fehlt es an Personen und Institutionen, die dem Problem von Augenverletzungen im Squash aktiv entgegenwirken. Der ohnehin vergleichsweise niedrige, seit den 1990er-Jahren sinkende Beliebtheitsgrad des Squash in Deutschland leistet dazu sicher noch einen negativen Beitrag. Ärzte sollten stets die Gesundheit ihrer Patienten im Blick halten, unabhängig von Mitgliederzahlen oder von ökonomischen Aspekten des Sportbrillenverkaufs und sich in der Verantwortung sehen, für die Benutzung von Sportbrillen als Verletzungspräventionsmaßnahme zu werben. Eine Möglichkeit der Informationsbereitstellung, vor allem für schlecht informierte Breitensportler, wäre die Erstellung und Auslage von Informationsbroschüren in den Squashcentern. Das anwesende Personal sollte außerdem instruiert werden, besonders bei Neukunden, auf mögliche Risiken der Sportart hinzuweisen.

4.3.2 Zahnschutz

Im Squash besteht im Vergleich zu anderen Sportarten ein mittleres Risiko eine Zahnverletzung zu erleiden (Persic et al., 2006). Ein Zahnschutz ist bisher nur in Sportarten wie Boxen, Hockey, Icehockey, Rugby und American Football etabliert. Für den Squashsport ist der Zahnschutz bisher noch nicht empfohlen worden.

Kritikpunkte, die gegen die Benutzung eines Zahnschutzes im Squash sprechen, sind, wie auch in anderen Sportarten, Gründe der Ästhetik, Atemrestriktion und Kommunikationsprobleme (Persic et al., 2006). Eine signifikante Atemrestriktion wäre für einen stark aerob beanspruchten Spieler vor allem in einer Wettkampfsituation fatal. Kommunikationsprobleme sind im Squash nicht so sehr von Bedeutung wie zum Beispiel im Teamsport Hockey. Der mit Abstand häufigste Grund der Squashspieler keinen Zahnschutz zu tragen ist in der Umfrage von Persic et al. allerdings, dass die Spieler bisher nie einen Mundschutz benötigt haben. In dieser Umfrage

hielt außerdem keiner von 53 Trainern einen Zahnschutz im Squash für notwendig. Abbildung 19 stellt die Gründe, keinen Zahnschutz im Squash zu tragen, bezogen auf unterschiedliche Spielerniveaus dar.

Ein individuell angefertigter Zahnschutz birgt Vorteile gegenüber einem industriell hergestellten. Es ist auch eine Form des Zahnschutzes erhältlich, die sich beim Zusammenbeißen der Zähne ohne Mitwirken des Zahntechnikers an die individuellen Gegebenheiten anpasst. Eine kürzlich veröffentlichte Studie mit Hockeyspielern ergab, dass Nutzer des industriell hergestellten, in verschiedenen Konfektionen erhältlichen Zahnschutzes zu 29 Prozent Probleme beim Atmen spüren und sogar zu 38 Prozent über Kommunikationsprobleme durch den Zahnschutz klagen (Vucic et al. 2016). Es gibt viele moderne wissenschaftliche Studien, die sich mit verschiedenen Arten des Zahnschutzes befassen. Für den Sport Squash scheint die Nutzung eines Zahnschutzes im Gegensatz zum Gebrauch einer adäquaten Schutzbrille eher von niedrigem Belang zu sein. Die größte Bedeutung sollte dem Zahnschutz im Kindesalter, vor allem bei Squash-Anfängern zukommen, die durch unkoordinierte Techniken ein vermehrtes Risiko haben, eine Zahnverletzung durch direkte Einwirkung des Schlägers zu erleiden.

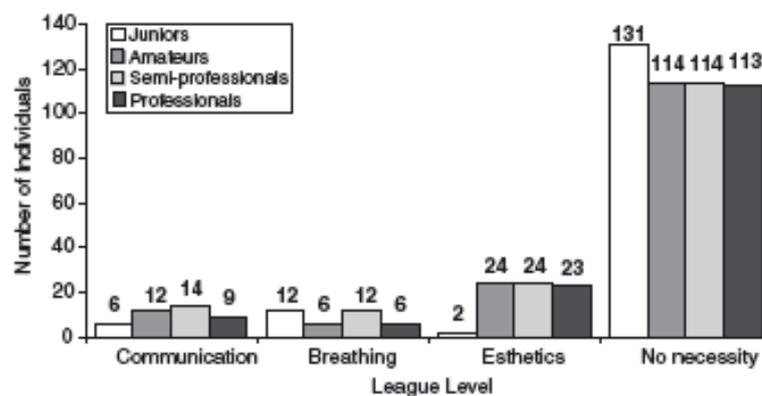


Abbildung 19: Gründe im Squash keinen Zahnschutz zu tragen bezogen auf das Spielerniveau (Persic et al. 2006)

4.3.3 Schläger

Im Schlagsport Squash ist unter anderem auch die Wahl des richtigen Schlägers von Bedeutung. Wie die Beschaffenheit des Balles ist auch die Beschaffenheit des Schlägers im Regelwerk des DSQV festgelegt (<https://www.dsqv.de/spielbetrieb/spielregeln>). Beispielsweise ist für den Squash-Schläger eine maximale Bspannungsfläche von 500 Quadratcentimetern sowie ein Maximalgewicht von 255 Gramm vorgeschrieben. Variationen bestehen z.B. in Griffstärke, Gewicht und Gewichtsverteilung. Eine für den jeweiligen Spieler angemessene Griffdicke kann Sehnenschädigungen im Bereich des Ellenbogens vorbeugen (siehe 3.2.3.2 „Verletzungen des Ellenbogens-Tennisellenbogen im Squash?“).

Insgesamt lässt sich sagen, dass sich seit dem Aufkommen des Squash einiges an den Eigenschaften des Squash-Schlägers verändert hat: Früher wurden die Schläger aus laminiertem Holz hergestellt, stattdessen kommen nun Carbon-Fasern und Verbundwerkstoffe optimiert zum Einsatz. Zudem wird heutzutage ein wesentlich größerer Schlägerkopf verwendet, um den Bereich des optimalen Treffpunktes zu vergrößern (Hirst, 2014). Die Folgen dieser

Entwicklungen sind laut Hirst kraftvollere Schläge und eine Beschleunigung des ohnehin sehr schnellen Sportspiels. Mit der Geschwindigkeit des Spiels, steigt auch das Risiko Verletzungen zu erleiden.

Natürlich stellt es trotzdem keine Möglichkeit dar, wieder auf alte, weniger Leistung hervorbringenden Materialien zurückzugreifen, da dies dem sportlichen Anreiz der Leistungsmaximierung widerstrebt. Allerdings soll aufgezeigt werden, dass Materialverbesserungen für den Sport nicht zwangsläufig nur positive Konsequenzen nach sich ziehen.

4.3.4 Der richtige Schuh und Bodenbelag

Zur Vermeidung von Verletzungen der unteren Extremitäten, insbesondere Verletzungen des Sprunggelenks, ist ein angemessenes Schuhwerk von Bedeutung. Die Aufgaben eines perfekten Squashschuhs scheinen schier unlösbar. Er muss die benötigte Bewegungsfreiheit ermöglichen und den Fuß gleichzeitig vor pathologischen Bewegungen wie dem Supinationstrauma schützen. Die Sohle muss drehfreudig sein und dem Spieler trotzdem durch eine bestimmte Bodenhaftung Stabilität verleihen. Der perfekte Sportschuh muss dem Sportler außerdem einen optimalen Kraftaufbau ermöglichen, doch zugleich verhindern, dass zu große Kräfte seine Gelenke destruieren.

4.3.4.1 Beschaffenheit des Squashschuhs

Sprunggelenksverletzungen und Kniegelenksverletzungen sind im Squash häufig (siehe 3.2.4 „Muskuloskeletale Verletzungen der unteren Extremitäten“) und können in einigen Fällen durch angemessenes Schuhwerk verhindert werden. Es gibt viele Philosophien, wie ein adäquater Squashschuh auszusehen hat. Pfürringer und Ullmann (1989) empfehlen einen sehr leichten Hallenschuh mit einem gut belüfteten Schaft und einer drehfreudigen Sohle, die ein leichtes Gleiten auf dem Platz ermöglicht. Ebenso ist laut Pfürringer und Ullmann eine gute Fersendämpfung wichtig, unter anderem um chronischen Rückenbeschwerden vorzubeugen (siehe 3.2.2.2 „Chronische Überlastungsschäden des Rückens“). Mensing (1996) empfiehlt für einen Squash-Schuh einen Absatzkeil zum Schutz der Achillessehne und spricht von einer zusätzlichen Rotationszone, die das auf den Fuß wirkende Drehmoment verringern soll. Bei Fußfehlstellungen z.B. Platt- oder Spreizfüßen werden zur Vermeidung falscher Kraftachsen zusätzlich zum richtigen Schuhwerk orthopädische Einlagen empfohlen. Tapen oder Sportbandagen können den unteren Extremitäten bei bekannten Verletzungen zusätzlich Stabilität verleihen.

In den Medien werden eifrig Sportschuhe beworben, die dem Träger ein Gefühl „wie Barfußlaufen“ vermitteln sollen. Diese Modelle sollen besonders leicht und bequem sein und das Wahrnehmen der auf den Fuß wirkenden Kräfte verbessern. Eine 2015 von Sinclair et al. veröffentlichte Studie beschäftigt sich mit dem Einfluss von verschiedenen Schuhmodellen auf die Kräfte die während eines Ausfallschritts beim Squash auf Knie- und Sprunggelenke des Spielers wirken. Der Ausfallschritt ist eine häufige Bewegung im Squash, Schläge werden aus dieser Position ausgeführt. Der Ausfallschritt (siehe Abbildung 20) wird im Squash deshalb auch als Schlagschritt bezeichnet (Mensing, 1996).

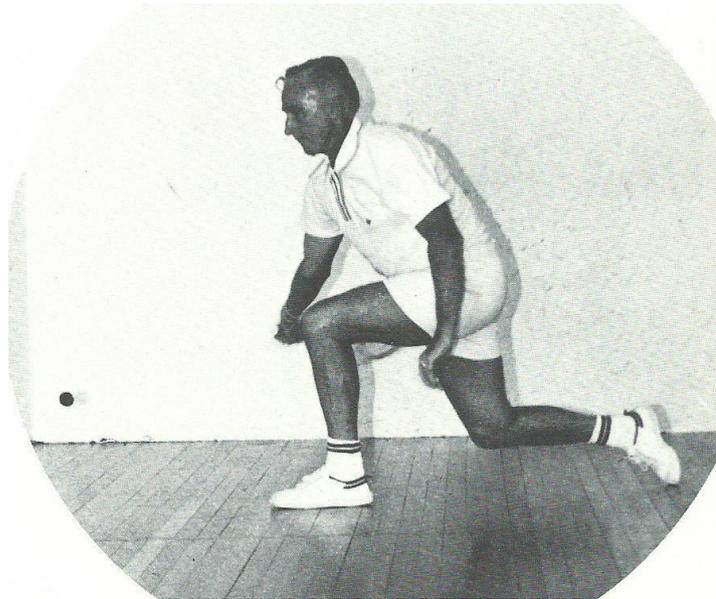


Abbildung 20: Der Ausfall-/Schlagschritt beim Squash (Zuber 1978) Seite 27

Durch die Benutzung einer Kraftmessplatte und Methoden der Bewegungsanalyse, unter anderem durch Verwendung spezieller Kameras, stellten Sinclair et al. (2016) heraus, dass beim Tragen von Laufschuhen beim Ausfallschritt signifikant höhere Kräfte auf das Kniegelenk wirken, als beim Tragen von minimalistischen „Barfuß-Schuhen“ (engl. „minimalist footwear“). Diese leichten Sportschuhvarianten zeigen dafür allerdings eine wesentlich höhere Belastung des Sprunggelenks als Laufschuhe oder spezifische Squash-Schuhe (Sinclair et al., 2016). Spezielle Squashschuhe zeigen im Vergleich zu anderen Sportschuhen mittlere Belastungen für Knie- sowie Sprunggelenke und scheinen einen Kompromiss für die optimale Kräfteverteilung im Squash darzustellen. Die Frage ist nun ob Patienten mit Vorerkrankungen des Knie- oder Sprunggelenks besonders diejenige Art von Sportschuh tragen sollten, die beim Match die geringste Krafteinwirkung auf das vorgeschädigte Gelenk zulässt. Sinclair et al. (2016) empfehlen für Squash-Spieler mit Knieproblemen das Tragen von „Barfuß-Schuhen“ statt Laufschuhen, können für diese Situation aber keinen Vorteil der „Barfuß-Schuhe“ im Vergleich zu Spezifischem Squash-Schuhwerk feststellen. Umgekehrt raten Sinclair et al. Spielern, die häufig an Verletzungen des Sprunggelenks leiden, Squash-Schuhe oder Laufschuhe zu tragen. Grundsätzlich wird also, die Erwartungen bestätigend, von Nutzung spezieller Squashschuhe in keinem Fall abgeraten.

4.3.4.2 Reibungskräfte durch Schuh-Boden-Kontakt

Ein perfekter Squashschuh alleine kann allerdings nicht in jeder Umgebung ausreichend vor Verletzungen schützen. Im Hinblick auf Verletzungsprävention ist ein optimales Zusammenspiel von Sportschuhen und Boden von Bedeutung. Der Bodenbelag sollte aus angemessenem Material bestehen und sich in einem guten, sauberen Zustand befinden.

Chapman et al. (1991) führten die einzige bekannte Studie durch, die verschiedene Squashplatzböden im Zusammenspiel mit Squashschuhen testete. Der Holzboden, geschliffen und staubfrei, wurde in dieser Studie bezüglich der Bodenhaftung und Flüssigkeitsaufnahme am besten bewertet (Chapman et al. 1991). Meist wird das Holzparkett auf einem Kautschuk-

Untergrund verlegt um eine gelenkentlastende Elastizität zu erzeugen (Pförringer & Ullmann 1989).

Die Bodenhaftung oder Griffigkeit (engl. traction) hängt eng mit der zwischen Sportschuh und Boden entstehenden Reibungskraft zusammen. Reibungskoeffizienten helfen die Situation zwischen Schuh und Boden genauer zu beschreiben: Die maximal mögliche Reibungskraft zwischen dem Schuh des Squashspielers und dem Bodenbelag (COF_A) wird von der mit COF_A korrelierenden, wirklich einwirkenden Reibungskraft (COF_U) unterschieden (Morio et al. 2016). Aus gesundheitlicher Sicht, darf die optimale Reibungskraft weder zu klein, noch zu groß sein. Zu geringe Bodenhaftung kann zum Rutschen bis hin zum Ausrutschen auf dem Boden führen. Eine zu starke Reibung, die nur eine geringe Rutschbewegung ermöglicht, kann den Squashspieler beim Auftreten oder Landen durch sehr abruptes Abstoppen des Körpers sehr großen Kräften aussetzen und somit Verletzungen provozieren. Mensing (1996) stellt dar, wie sich durch ein größeres Drehmoment sowie einen gestreckten Kniewinkel die Krafteinwirkung pro Zeit für einen Tennisspieler auf Hart- im Gegensatz zum Sandplatz verhält (siehe Abbildung 21).

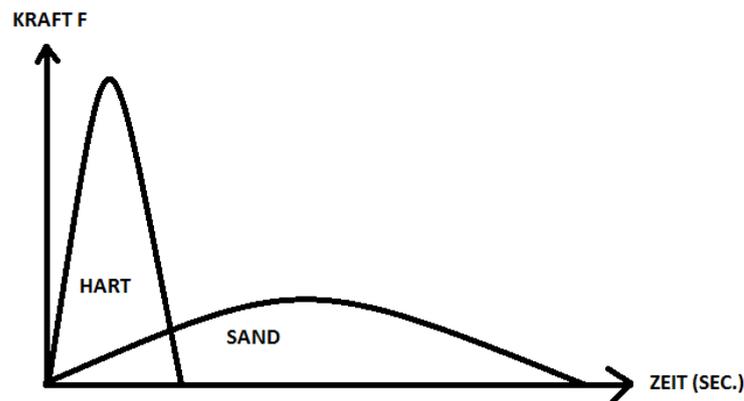


Abbildung 21: Krafteinwirkung pro Zeit auf Hart- und Sandplatz (Mensing 1996) S. 26

Gerade beim Squash sind schnelle Starts und Stopps von großer Bedeutung. Die Bodenhaftung sollte genau so groß sein, dass diese Explosivität ermöglicht wird und beim Bodenkontakt trotzdem eine gewisse Pufferung der einwirkenden Kraft durch minimales Rutschen erfolgt um Verletzungen vorzubeugen. Morio et al. testeten Reibungskräfte zwischen dem Boden und verschiedenen Schuhsohlen speziell im Hinblick auf Erkenntnisse bezüglich Indoor-Sportarten, unter welche Kategorie auch Squash einzuordnen ist. Die Reibungsmessung erfolgte passenderweise auf einem der Kraftmessplatte aufliegenden, 4mm dicken Holzbelag. Auch die ausgewählte Bewegungsabfolge selbst ist mit typischen, im Squash auftretenden Bewegungsabläufen vergleichbar: Die Probanden absolvierten in der Studie von Morio et al. wiederholt eine Vorwärtsbewegung, die durch den Tritt auf die Kraftmessplatte direkt in eine Rückwärtsbewegung übergehen sollte. Es handelte sich bei der festgelegten Bewegung also um einen Richtungswechsel, wie er – zumindest in ähnlicher Form- häufig im Squash anzutreffen ist.

Moriot et al. machten sich Gedanken darüber, inwieweit eine optimale Reibungskraft durch einen Wert, z.B. einen COF_U -Wert, festgesetzt werden kann, um Leistungen zu optimieren und Verletzungen möglichst effektiv vorbeugen zu können. Es wurde hierbei vor allem eine untere Grenze für COF_U betrachtet, die als Richtwert helfen könnte, Stürzen durch Ausrutschen vorzubeugen. Interessant ist, dass in ihrer Studie bei einem bestimmten Schwellenwert von

COF_U zwischen 0,7 und 0,75 die Wahrnehmung der Probanden rapide von „Die Bedingung bietet genug Grip, um die Schrittfolge auszuführen“ zu „Die Bedingung bietet nicht genug Grip, um die Schrittfolge auszuführen“ umschwenkte (siehe Abbildung 22). Der Grat zwischen dem Gefühl, genug Halt zu haben und der Gefahr auszurutschen scheint schmal zu sein. Ein bestimmter Sicherheitsabstand zur kleinstmöglichen Reibung, mit der sportspezifische Bewegungen ausgeführt werden können, sollte demnach gewährleistet werden.

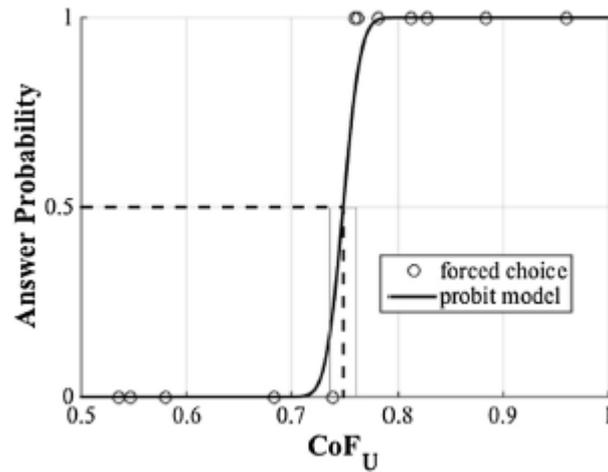


Abbildung 22: Zusammenhang der wirkenden Reibungskraft (CoF_U) mit der wahrgenommenen Glätte/Grip
 1: genug Grip um Schrittfolge auszuführen; 0: nicht genug Grip um Schrittfolge auszuführen
 (Morio et al. 2016)

5 Zusammenfassung/Fazit: Bedeutung und Möglichkeiten der Risikoreduktion durch Nutzung von Präventionsmaßnahmen

Im Squash kommt es im Breiten- wie im Spitzensport durch verschiedene Ursachen immer wieder zu Gesundheitsschäden. Die Dreiteilung der Dissertation „Gesundheitsrisiken und deren Prävention im Squash“ hilft, den Prozess von der Registrierung auftretender Gesundheitsschäden bis zu einer medizinisch erfolgreichen Lösung, einer Reduzierung des Auftretens dieser Schäden im Squash, zu verstehen. Nach näherer Betrachtung der Anforderungen des Squash (Teil 1) lässt sich erkennen, dass Squash ein sehr schneller Sport ist, der den ganzen Körper hinsichtlich konditioneller, koordinativer und mentaler Aufgaben fordert. Gleichzeitig besteht durch den Charakter des Schlagsports an sich eine gewisse Einseitigkeit, wobei bestimmte Körperbereiche zur Überlastung neigen, andere eher zur Abschwächung.

Es gab in der Vergangenheit schon einige Datensammlungen in Bezug auf das Auftreten unterschiedlicher Verletzungen im Squash. Vor allem in der 1970er/1980er Jahren genoss Squash eine hohe allgemeine Aufmerksamkeit, die bis zum heutigen Tag allerdings wieder abgenommen hat.

Viele Verletzungen und Gesundheitsschäden (Teil 2) lassen sich direkt auf das Anforderungs- und Regelprofil des Sports zurückführen wie z.B. Verletzungen der unteren Extremitäten, die durch ständige Richtungswechsel und das schnelle Spiel auf engem Raum begünstigt werden. Besonders häufig sind dabei die Sprunggelenke sowie Kniegelenke der Squashspieler betroffen. Es zeigen sich nicht selten Bandläsionen nach Supinationstraumata, Achillessehnenrupturen, Meniskus- und Knorpelläsionen. Häufig tritt außerdem das patellofemorale Schmerzsyndrom auf. Als Schlagsportler neigen Squashspieler außerdem dazu, die oberen Extremitäten stark und einseitig zu belasten, was zu Abnutzungsschäden von Schulter und Handgelenk der betroffenen Seite führt. Der untere Rücken wird im Squash durch die ständige gebückte Haltung während des Spiels stark beansprucht, wodurch es nicht selten zur Schmerzsymptomatik kommt. Eine große Gefahr für untrainierte oder vorgeschädigte Squashspieler stellt außerdem eine Überlastung des Herz-Kreislauf-Systems dar, die im schlimmsten Falle, insbesondere bei Männern mittleren Alters, zum plötzlichen Herztod führen kann. Diese Gefahr ist durch die hohe Intensität des Squash, die hohe Spielgeschwindigkeit und die hohe effektive Spielzeit gegeben.

Nicht auf den ersten Blick ersichtlich ist das nicht zu vernachlässigende Risiko, im Squash eine Augenverletzung zu erleiden, die, wenn sie einen ungünstigen Verlauf nimmt, zu bleibenden Visusschäden führen kann. Der kleine Squashball kann anatomisch bedingt in die Orbita eindringen und so eine schwere Contusio Bulbi, gegebenenfalls mit irreversiblen Schäden der Sehfähigkeit, verursachen.

Ein besonderes Augenmerk gilt den schweren Augenverletzungen im Sinne der Verletzungsprävention (Teil 3), da sie durch relativ einfache Mittel, wie eine adäquate, standardgemäße Schutzbrille aus Polycarbonat, verhindert werden können. Leider ist bis heute vielen Squashspielern das hohe Risiko einer Augenverletzung nicht bekannt oder sie sehen die Notwendigkeit des Tragens einer Schutzbrille schlichtweg nicht. Präventive Ansätze beruhen grundsätzlich auf einer Risikostratifizierung mittels bekannter Verletzungsdaten, die Verletzungen nach Häufigkeit und Schwere kategorisieren. Augenverletzungen treten beispielsweise verhältnismäßig häufig auf und können schwere Folgen nach sich ziehen. Auch das genaue Betrachten des Anforderungsprofils des Sports Squash hilft, Ansatzpunkte für effektive Maßnahmen der Verletzungs-/Schadensprävention herauszuarbeiten. So kann, der Logik entsprechend, hohen konditionellen Ansprüchen durch einen guten konditionellen

Trainingszustand getrotzt werden und den Verletzungen, die durch koordinative Mängel hervorgerufen wurden, durch ein optimiertes, spezifisches Koordinationstraining. Auch der Gebrauch von angemessenem Material, der korrekte Einsatz der „Let-Regel“ während eines Squashmatches und regelmäßige medizinische Beratung sowie Untersuchung von Squashspielern können helfen das Auftreten von Gesundheitsschäden im Squash zu verringern. Letztendlich lässt sich feststellen, dass Squash durch sein charakteristisches Anforderungsprofil ein charakteristisches Verletzungsprofil hervorruft. Die genaue Kenntnis des Sports kann helfen wichtige Ansatzpunkte für effektive präventive Maßnahmen zu erarbeiten. Gerade in der heutigen Zeit, in der die Anforderungen an die Spitzensportler immer größer werden und sich die Mitglieder unserer Gesellschaft, auch Ältere und Vorerkrankte, in der Freizeit immer mehr sportlich betätigen, spielen präventive Maßnahmen eine große Rolle für den allgemeinen Erhalt von Gesundheit und Leistungsfähigkeit. Denn Vorbeugen ist besser als heilen.

Tabellenverzeichnis

1. Strukturplan DSQV 2010-2013
(<https://www.yumpu.com/de/document/view/10518607/dsqv-strukturplan-fortschreibung-2010-1-0pdf>), Seite 16/65
2. Koordinative Fähigkeiten im Squash und Zusammenhang mit Gesundheitsrisiko (Eigene Erarbeitung)
3. Koordinative Grundfähigkeiten - Dreiteilung der koordinativen Kompetenz (Schnabel et al. 2011) S.138
4. Unterteilung nach Arten der Squashverletzungen und deren prozentualer Verteilung (Pförringer & Keyl 1979)
5. Ursachen von Squashverletzungen (Pförringer & Keyl 1979)
6. Prozentualer Anteil der Verletzungen durch Schläge und der nicht schlagbedingten Traumen (Gorschewsky und Dau 2007)
7. Lokalisation von Kopfverletzungen (Pförringer und Keyl 1979)
8. Anteil der sportbedingten Augenverletzungen an allen Augenverletzungen (Garrow 1923; Jones et al. 1986; MacEwen 1987; Finch und Vear 1998)
9. Relative Häufigkeit von Augenverletzungen bezogen auf die jeweilige Sportart (Finch und Vear 1998)
10. Durch Squashtraumata verursachte Verletzungen im Augenbereich (Kahle et al., 1993)
11. Verletzungsverteilung der oberen Extremitäten (Pförringer und Keyl 1979)
12. Durchschnittliche Muskelkraft während eines Tennis-Vorhand-Schlages für verschiedene Griffstärken (Rossi et al. 2014)
13. Verletzungsverteilung der unteren Extremitäten (Pförringer und Keyl 1979)
14. Training der Koordinativen Fähigkeiten im Squash (Eigene Erarbeitung)

Abbildungsverzeichnis

1. Ballsport auf engem Raum - Standardisierte Abmessungen des Squashplatzes (Hirst 2014), Seite 31
2. Cardiopulmonale Parameter bei Belastung (Girard et al. 2007)
3. Zusammenhang von Laktatwert und Spielzeit > 90% des maximalen Sauerstoffverbrauchs (Girard et al. 2007)
4. Anpassungen des Schlagarmes bei einem Tennisspieler (Pförringer & Ullmann, 1989), Seite 81
5. Durch Squash einseitig beanspruchte Muskulatur (Mensing, 1996) Seite 40
6. Verletzungsmechanismen im Squash (Meyer et al. 2007)
7. Squashverletzungen nach Körperregionen - Vergleich von vier internationalen Studien (Finch & Eime 2001)
8. Berlinödem der peripheren Netzhaut nach stumpfem Bulbustraua. (Grehn, 2012)
9. 3D-CT-Rekonstruktion, anteriore und anterolaterale Ansicht, Befund: LeFort II, Frakturen von Os Frontale, Os Zygomaticum und der Orbita (Atik et al. 2012)#
10. 3D -CT-Rekonstruktion, Anterolaterale Ansicht, Befund: Fraktur des hinteren Bogens von C1, Typ 3 Dens-Fraktur, Fraktur des Processus Spinosus C7 (Atik et al. 2012)
11. „ball site sign“ im Bereich des rechten Rumpfes; verschiedene Vergrößerungen (Cohen 2015)

12. Verletzungen nach Körperregionen während einer 4-wöchigen Beobachtungsperiode bei Jugendlichen Squashspielern (Meyer et al. 2007)
13. Einschränkung der Innenrotation des Schultergelenks bei Überkopfsportarten (Wieser, Gerber & Meyer 2016)
14. Während einer Tennis-Vorhand entwickelte Greifkraft bezogen auf verschiedene Griffstärken in ermüdetem und nicht-ermüdetem Zustand (Rossi et al. 2014)
15. Arthroskopie des Patellofemorales Gelenks, Chondropathia Patellae (Grifka & Krämer 2013)
16. Risikofaktoren für Sportverletzungen (Bahr und Engebretsen 2009) Kapitel 2, S. 10
17. Möglicher Aufbau eines Squash-spezifischen Aufwärmprogramms (Ayala et al. 2016)
18. Dehnung der hinteren Gelenkkapsel der Schulter zur Vorbeugung einer „Sportlerschulter“ (Wieser et al. 2016)
19. Gründe im Squash keinen Zahnschutz zu tragen bezogen auf das Spielerniveau (Persic et al. 2006)
20. Der Ausfall-/Schlagschritt beim Squash (Zuber 1978) Seite 27
21. Krafteinwirkung pro Zeit auf Hart- und Sandplatz (Mensing 1996) S. 26#
22. Zusammenhang der wirkenden Reibungskraft (CoFU) mit der wahrgenommenen Glätte/Grip (Morio et al. 2016)

Internetquellen-Verzeichnis

1. http://www.aerztezeitung.de/politik_gesellschaft/article/506130/sportunfaelle-kostengeld-aber-kosten-bewegungsmangel-vielfach-hoehere.html (04.10.18)
2. <https://amboss.miamed.de/>(04.10.18)
3. https://www.dsqv.de/beitraege/info/472-archiv_82?highlight=WyJ6XHUwMGU0aGx3ZWlZSjJd (04.10.18)
4. <https://www.dsqv.de/spielbetrieb/spielregeln> (04.10.18)
5. <http://www.escardio.org/> (04.10.18)
6. <https://www.yumpu.com/de/document/view/10518607/dsqv-strukturplan-fortschreibung-2010-1-0pdf> (Seite 16/65 des PDF—Dokuments; 04.10.18)
7. https://de.wikipedia.org/wiki/Deutscher_Squash_Verband (04.10.18)
8. https://de.wikipedia.org/wiki/World_Squash_Federation (04.10.18)
9. http://www.worldsquash.org/ws/wp-content/uploads/2016/07/130115_Court-Specs.pdf (04.10.18)

Literaturverzeichnis

Atik, Alp; Krilis, Matthew; Parker, Geoffrey (2012): Squash(ed): Craniofacial and vertebral injury from collision on squash court. In: *Journal of emergencies, trauma, and shock* 5 (4), S. 360–362. DOI: 10.4103/0974-2700.102415.

Azad, Ahmad; Mousavi, Mansour; Gorzi, Ali; Ghasemnian, Aghaali (2016): The Effect of Precooling on Exhaustive Performance in the Hot Environment. In: *Asian journal of sports medicine* 7 (3), e33125. DOI: 10.5812/asjasm.33125.

Bahr, Roald; Engebretsen, Lars (2009): Sports Injury Prevention. Oxford, UK: Wiley-Blackwell.

- Bennie, Jason; Hrysomallis, Con (2005): Resistance Training Considerations for the Sport of Squash. In: *Strength and Conditioning Journal* 27 (3), S. 30–38.
- Berson, B. L.; Rolnick, A. M.; Ramos, C. G.; Thornton, J. (1981): An epidemiologic study of squash injuries. In: *The American journal of sports medicine* 9 (2), S. 103–106.
- Chahar, Pradeep Singh (2014): Physiological profile of High and Low Performance Squash Players: A Discriminant Approach. In: *World Journal of Sport Sciences* 9 (2), S. 17–22. Online verfügbar unter [http://www.idosi.org/wjss/9\(2\)14/2.pdf](http://www.idosi.org/wjss/9(2)14/2.pdf).
- Chapman, A. E.; Leyland, A. J.; Ross, S. M.; Ryall, M. (1991): Effect of floor conditions upon frictional characteristics of squash court shoes (Abstract). In: *Journal of sports sciences* 9 (1), S. 33–41. DOI: 10.1080/02640419108729853.
- Chard, M. D.; Lachmann, S. M. (1987): Racquet sports--patterns of injury presenting to a sports injury clinic. In: *British journal of sports medicine* 21 (4), S. 150–153.
- Clavisi, Ornella; Finch, Caroline (1999): Striking out squash injuries - What is the evidence? In: *International Journal for Consumer and Product Safety* 6 (3), S. 145–157.
- Clavisi, Ornella; Finch, Caroline (2000): Squash injury countermeasures. A review of the literature. In: *Journal of Science and Medicine in Sport* 3 (2), S. 13–22. DOI: 10.1016/S1440-2440(00)80064-X.
- Cohen, Philip R. (2015): The ball SITE sign: Ball sports-induced targetoid erythema in a racquetball player. In: *Dermatology practical & conceptual* 5 (3), S. 47–52. DOI: 10.5826/dpc.0503a11.
- Comfort, Paul; Matthews, Martyn (2010): Strength and conditioning. In: Earle Abrahamson und Paul Comfort (Hg.): *Sports rehabilitation and injury prevention*. Chichester, West Sussex, UK, Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell, S. 223–244.
- Corrado, Domenico; Basso, Cristina; Rizzoli, Giulio; Schiavon, Maurizio; Thiene, Gaetano (2003): Does sports activity enhance the risk of sudden death in adolescents and young adults? In: *Journal of the American College of Cardiology* 42 (11), S. 1959–1963. DOI: 10.1016/j.jacc.2003.03.002.
- Corrado, Domenico; Pelliccia, Antonio; Bjornstad, Hans Halvor; Vanhees, Luc; Biffi, Alessandro; Borjesson, Mats et al. (2005): Cardiovascular pre-participation screening of young competitive athletes for prevention of sudden death: proposal for a common European protocol. Consensus Statement of the Study Group of Sport Cardiology of the Working Group of Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology and the Working Group of Myocardial and Pericardial Diseases of the European Society of Cardiology. In: *European heart journal* 26 (5), S. 516–524. DOI: 10.1093/eurheartj/ehi108.
- David, D. B.; Shah, P.; Whittaker, C.; Kirkby, G. R. (1995): Ocular protection in squash clubs: time for a change? In: *Eye (London, England)* 9 (Pt 5), S. 575–577. DOI: 10.1038/eye.1995.142.
- Delori, F.; Pomerantzeff, O.; Cox, M. S. (1969): Deformation of the globe under high-speed impact: its relation to contusion injuries. In: *Investigative ophthalmology* 8 (3), S. 290–301.
- Ding, Ding; Lawson, Kenny D.; Kolbe-Alexander, Tracy L.; Finkelstein, Eric A.; Katzmarzyk, Peter T.; van Mechelen, Willem; Pratt, Michael (2016): The economic burden of physical inactivity. A global analysis of major non-communicable diseases. In: *The Lancet* 388 (10051), S. 1311–1324. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)30383-X.
- Doyscher, R.; Kraus, K.; Finke, B.; Scheibel, M. (2014): Acute and overuse injuries of the shoulder in sports. In: *Der Orthopade* 43 (3), S. 202–208. DOI: 10.1007/s00132-013-2141-x.

- Eime, R.; Finch, C.; Owen, N.; McCarty, C. (2005a): Do squash players accurately report use of appropriate protective eyewear? In: *Journal of science and medicine in sport / Sports Medicine Australia* 8 (3), S. 352–356.
- Eime, R.; McCarty, C.; Finch, C. F.; Owen, N. (2005b): Unprotected eyes in squash: not seeing the risk of injury. In: *Journal of science and medicine in sport / Sports Medicine Australia* 8 (1), S. 92–100.
- Eime, Rochelle; Zazryn, Tsharni; Finch, Caroline (2003): Epidemiology of squash injuries requiring hospital treatment. In: *Injury control and safety promotion* 10 (4), S. 243–245. DOI: 10.1076/icsp.10.4.243.16773.
- Erdmann, Erland (2011): *Klinische Kardiologie. Krankheiten des Herzens, des Kreislaufs und der herznahen Gefäße. 8., vollständig überarbeitete und aktualisierte Auflage.* Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-16481-1>.
- Eubank, C.; Messenger N. (2000): The frequency and causes of injury in squash. In: *JSports Sci.* 18 (1), S. 13–14.
- Finch, C.; Vear, P. (1998): What do adult squash players think about protective eyewear? In: *British journal of sports medicine* 32 (2), S. 155–161.
- Finch, Caroline; Eime, Rochelle (2001): The Epidemiology of Squash Injuries. In: *Int SportMed J.* 2 (2).
- Fong, L. P. (1994): Sports-related eye injuries (Abstract). In: *The Medical journal of Australia* 160 (12), 743-7, 750.
- Foster, D. N.; Fulton, M. N. (1991): Back pain and the exercise prescription (Abstract). In: *Clinics in sports medicine* 10 (1), S. 197–209.
- Garrow, A. (1923): A STATISTICAL ENQUIRY INTO 1000 CASES OF EYE INJURIES. In: *The British journal of ophthalmology* 7 (2), S. 65–80.
- Genovese, M. T.; Lenzo, N. P.; Lim, R. K.; Morkel, D. R.; Jamrozik, K. D. (1990): Eye injuries among pennant squash players and their attitudes towards protective eyewear (Abstract). In: *The Medical journal of Australia* 153 (11-12), S. 655–658.
- Georgijevic, Ljubica; Andric, Lana (2016): Electrocardiography in pre-participation screening and current guidelines for participation in competitive sports. In: *Srpski arhiv za celokupno lekarstvo* 144 (1-2), S. 104–110.
- Girard, O.; Sciberras, P.; Habrard, M.; Hot, P.; Chevalier, R.; Millet, G. P. (2005): Specific incremental test in elite squash players. In: *British journal of sports medicine* 39 (12), S. 921–926. DOI: 10.1136/bjism.2005.018101.
- Girard, Olivier; Chevalier, Renaud; Habrard, Mickael; Sciberras, Paul; Hot, Philippe; Millet, Gregoire P. (2007): Game analysis and energy requirements of elite squash. In: *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association* 21 (3), S. 909–914. DOI: 10.1519/R-20306.1.
- Gorschewsky, Ottmar; Dau, Moritz (2007): Squash. In: Martin Engelhardt und Silvia Albrecht (Hg.): *Sportverletzungen. Diagnose, Management und Begleitmaßnahmen ; [offizielles Manual der GOTS].* 1. Aufl., [2. Nachdr.]. München: Elsevier Urban & Fischer, S. 549–551.
- Grehn, Franz (Hg.) (2012): *Augenheilkunde.* Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg (Springer-Lehrbuch).

- Grifka, Joachim; Krämer, Jürgen (2013): Orthopädie Unfallchirurgie. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Hajdú-Szücs, Katalin; Fenyvesi, Nóra; Stéger, József; Vattay, Gábor (2018): Audio-based performance evaluation of squash players. In: *PloS one* 13 (3), e0194394. DOI: 10.1371/journal.pone.0194394.
- Harrasser, Norbert; Eisenhart-Rothe, Rüdiger; Biberthaler, Peter (2016): Facharztwissen Orthopädie Unfallchirurgie. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Hirst, Peter (2014): Squash. Skills- Techniques- Tactics. New York: Crowood (Crowood Sports Guides).
- Jacobson, Jon A.; Miller, Bruce S.; Morag, Yoav (2005): Golf and racquet sports injuries. In: *Seminars in musculoskeletal radiology* 9 (4), S. 346–359. DOI: 10.1055/s-2005-923379.
- James, Carl Alexander; Vallejo, Florencio Tenllado; Kantebeen, Melvin; Farra, Saro (2018): Validity and Reliability of an on-Court Fitness Test for Assessing and Monitoring Aerobic Fitness in Squash. In: *Journal of strength and conditioning research*. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002465.
- Jones, N. P.; Hayward, J. M.; Khaw, P. T.; Claoue, C. M.; Elkington, A. R. (1986): Function of an ophthalmic "accident and emergency" department: results of a six month survey. In: *British medical journal (Clinical research ed.)* 292 (6514), S. 188–190.
- Kahle, G.; Dach, T.; Wollensak, J. (1993): Eye injuries in squash. In: *Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde* 203 (3), S. 195–199. DOI: 10.1055/s-2008-1045667.
- Keller, Robert A.; Giacomo, Anthony F. de; Neumann, Julie A.; Limpisvasti, Orr; Tibone, James E. (2018): Glenohumeral Internal Rotation Deficit and Risk of Upper Extremity Injury in Overhead Athletes: A Meta-Analysis and Systematic Review. In: *Sports health* 10 (2), S. 125–132. DOI: 10.1177/1941738118756577.
- Leger, L. A.; Lambert, J. (1982): A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO₂ max (Abstract). In: *European journal of applied physiology and occupational physiology* 49 (1), S. 1–12.
- MacEwen, C. J. (1987): Sport associated eye injury: a casualty department survey. In: *The British journal of ophthalmology* 71 (9), S. 701–705.
- Macfarlane, D. J.; Shanks, A. (1998): Back injuries in competitive squash players (Abstract). In: *The Journal of sports medicine and physical fitness* 38 (4), S. 337–343.
- Marijon, Eloi; Tafflet, Muriel; Celermajer, David S.; Dumas, Florence; Perier, Marie-Cecile; Mustafic, Hazrije et al. (2011): Sports-related sudden death in the general population. In: *Circulation* 124 (6), S. 672–681. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.110.008979.
- McCrary, J. Matt; Ackermann, Bronwen J.; Halaki, Mark (2015): A systematic review of the effects of upper body warm-up on performance and injury. In: *British journal of sports medicine* 49 (14), S. 935–942. DOI: 10.1136/bjsports-2014-094228.
- Mensing, Eberhard (1996): Risiken im Squash. Theoretische und empirische Untersuchungen über Auswirkungen einseitiger Beanspruchung des Bewegungsapparates und Folgerungen für Training und Prophylaxe. Zugl.: Dortmund, Univ., Diss. Freising: Sport- und Musikverl. Mensing.
- Meyer, L.; van Niekerk, L.; Prinsloo, E.; Steenkamp, M.; Louw, Q. (2007): Prevalence of musculoskeletal injuries among adolescent squash players in the Western Cape. In: *SAJSM* 19 (1).

- Micheli, L. J.; Wood, R. (1995): Back pain in young athletes. Significant differences from adults in causes and patterns. In: *Archives of pediatrics & adolescent medicine* 149 (1), S. 15–18.
- Montpetit, R. R. (1990): Applied physiology of squash. In: *Sports medicine (Auckland, N.Z.)* 10 (1), S. 31–41.
- Morio, Cedric; Bourelly, Aurore; Sissler, Lise; Gueguen, Nils (2016): Perceiving slipperiness and grip: A meaningful relationship of the shoe-ground interface. In: *Gait & posture* 51, S. 58–63. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2016.09.029.
- Murray, Stafford; Hughes, Mike Mike Hughes; James, Nic; Vuckovic, Goran (2016): *Science of Sport*. Marlborough: Crowood (The Science of Sport).
- Nikander, Riku; Sievanen, Harri; Heinonen, Ari; Kannus, Pekka (2005): Femoral neck structure in adult female athletes subjected to different loading modalities. In: *Journal of bone and mineral research : the official journal of the American Society for Bone and Mineral Research* 20 (3), S. 520–528. DOI: 10.1359/JBMR.041119.
- Northcote, R. J.; Flannigan, C.; Ballantyne, D. (1986): Sudden death and vigorous exercise--a study of 60 deaths associated with squash. In: *British heart journal* 55 (2), S. 198–203.
- O'Connor, Bob; Budgett, Richard; Wells, Christine; Lewis, Jerry; Redgrave, Steve (2011): *Sports Injuries and Illnesses. Their Prevention and Treatment*. New York: Crowood. Online verfügbar unter <http://gbv.ebib.com/patron/FullRecord.aspx?p=897053>.
- Patrick Wahl, Wilhelm Bloch, Joachim Mester (2009): Moderne Betrachtungsweisen des Laktats: Laktat ein überschätztes und zugleich unterschätztes Molekül. In: *Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie* (57), S. 100–107, zuletzt geprüft am 10.10.16.
- Persic, Robert; Pohl, Yango; Filippi, Andreas (2006): Dental squash injuries - a survey among players and coaches in Switzerland, Germany and France. In: *Dental traumatology : official publication of International Association for Dental Traumatology* 22 (5), S. 231–236. DOI: 10.1111/j.1600-9657.2006.00379.x.
- Pförringer, W.; Keyl, W. (1979): 85. Squash-Verletzungen. In: *Langenbecks Arch Chiv* 349 (1), S. 399–402. DOI: 10.1007/BF01729543.
- Pförringer, Wolfgang; Ullmann, Christian (1989): *Tennis, Squash, Badminton. Risiken erkennen, Unfälle vermeiden, Verletzungen heilen*. München: Südwest-Verl. (Sport und Gesundheit).
- Pförringer, Wolfgang; Viernstein, K. (Hg.) (1985): *Sport. Trauma und Belastung*. Erlangen: Perimed Fachbuch-Verl.-Ges (Beiträge zur Sportmedizin, 24).
- Ploger, M. M.; Kabir, K.; Friedrich, M. J.; Welle, K.; Burger, C. (2015): Ulnar-sided wrist pain in sports: TFCC lesions and fractures of the hook of the hamate bone as uncommon diagnosis. In: *Der Unfallchirurg* 118 (6), S. 484–489. DOI: 10.1007/s00113-015-0002-2.
- Rossi, J.; Vigouroux, L.; Barla, C.; Berton, E. (2014): Potential effects of racket grip size on lateral epicondylalgia risks. In: *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 24 (6), e462-470. DOI: 10.1111/sms.12204.
- Schmied, Christian (2014): Sports cardiology - a general practice oriented update. In: *Praxis* 103 (16), S. 945–953. DOI: 10.1024/1661-8157/a001743.

- Schnabel, Günter; Harre, Hans-Dietrich; Krug, Jürgen (2011): Trainingslehre - Trainingswissenschaft. Leistung - Training - Wettkampf. 2nd ed. Aachen: Meyer & Meyer. Online verfügbar unter <http://gbv.ebib.com/patron/FullRecord.aspx?p=1931419>.
- Seliger, V.; Ejem, M.; Pauer, M.; Safarik, V. (1973): Energy metabolism in tennis. In: *Internationale Zeitschrift für angewandte Physiologie, einschliesslich Arbeitsphysiologie* 31 (4), S. 333–340.
- Silko, G. J.; Cullen, P. T. (1994): Indoor racquet sports injuries. In: *American family physician* 50 (2), 374–80, 383–4.
- Sinclair, Jonathan; Bottoms, Lindsay; Taylor, Paul John; Mahmood, Khizar (2016): Influence of minimalist footwear on knee and ankle loads during the squash lunge. In: *Mov Sport Sci/Sci Mot* (91), S. 77–84. DOI: 10.1051/sm/2015025.
- Smekal, G.; Duvillard, S. P. von; Rihacek, C.; Pokan, R.; Hofmann, P.; Baron, R. et al. (2001): A physiological profile of tennis match play. In: *Medicine and science in sports and exercise* 33 (6), S. 999–1005.
- St Clair Gibson, A.; Broomhead, S.; Lambert, M. I.; Hawley, J. A. (1998): Prediction of maximal oxygen uptake from a 20-m shuttle run as measured directly in runners and squash players. In: *Journal of sports sciences* 16 (4), S. 331–335. DOI: 10.1080/02640419808559361.
- Steinbruck, K. (1999): Epidemiology of sports injuries--25-year-analysis of sports orthopedic-traumatologic ambulatory care. In: *Sportverletzung Sportschaden : Organ der Gesellschaft für Orthopädisch-Traumatologische Sportmedizin* 13 (2), S. 38–52. DOI: 10.1055/s-2007-993313.
- Tator, Charles H. (2008): Catastrophic Injuries in Sports and Recreation. Causes and Prevention - A Canadian Study. Online verfügbar unter <http://www.degruyter.com/doi/book/10.3138/9781442687561>.
- Trainor, Timothy J.; Trainor, Michael A. (2004): Etiology of Low Back Pain in Athletes. In: *Current Sports Medicine Reports* 3 (1), S. 41–46. DOI: 10.1249/00149619-200402000-00008.
- van Dijk, C. N. (1997): Verletzungen und Überlastungsschäden im Squash. In: Per A. F. H. Renström und Katja Rost (Hg.): *Sportverletzungen und Überlastungsschäden. Prävention, Therapie, Rehabilitation ; eine Veröffentlichung der Medizinischen Kommission des IOC in Zusammenarbeit mit der FIMS*. Köln: Dt. Ärzte-Verl. (Enzyklopädie der Sportmedizin, 4), S. 403–410.
- Vinger, Paul F. (1981): Sports Eye Injuries A Preventable Disease (Abstract). In: *Ophthalmology* 88 (2), S. 108–113. DOI: 10.1016/S0161-6420(81)35067-2.
- Vucic, Strahinja; Drost, Rosalin W.; van Wijk, Arjen J.; Wesselink, Paul R.; Wolvius, Eppo B. (2016): Patterns of orodental injury and mouthguard use in Dutch field hockey. In: *British journal of sports medicine* 50 (11), S. 661–668. DOI: 10.1136/bjsports-2015-095677.
- Wieser, Karl; Gerber, Christian; Meyer, Dominik C. (2016): The Throwing Shoulder. In: *Praxis* 105 (3), S. 159–165. DOI: 10.1024/1661-8157/a002252.
- Wilkinson, Michael; Cooke, Matthew; Murray, Stafford; Thompson, Kevin G.; St Clair Gibson, Alan; Winter, Edward M. (2012): Physiological correlates of multiple-sprint ability and performance in international-standard squash players. In: *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association* 26 (2), S. 540–547. DOI: 10.1519/JSC.0b013e318220ddb.
- Zuber, Cecil (1978): Squash. Vom Anfänger zum Könner. München: BLV (blv sport).

Danksagung

An erster Stelle möchte ich mich für die sehr positive Zusammenarbeit mit Professor Dr. Wolfgang Pförringer bedanken. Vielen Dank für die einwandfreie Betreuung meiner Promotion, jederzeit zuverlässig und immer hilfsbereit.

Des Weiteren gilt mein besonderer Dank der Familie Zimmermann, insbesondere Stephan und Thomas, die mir während meines Studiums immer mit Rat und Tat zur Seite standen. Vielen Dank.

Meiner Familie, besonders meinen Eltern gilt ein herzlicher Dank für die einzigartige, großartige Unterstützung in allen Lebenslagen.

Eidesstattliche Versicherung

Valerie Amanda Maria Kiesel

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Thema:

Gesundheitsrisiken im Squash und deren Prävention

selbständig verfasst, mich außer der angegebenen keiner weiteren Hilfsmittel bedient und alle Erkenntnisse, die aus dem Schrifttum ganz oder annähernd übernommen sind, als solche kenntlich gemacht und nach ihrer Herkunft unter Bezeichnung der Fundstelle einzeln nachgewiesen habe.

Ich erkläre des Weiteren, dass die hier vorgelegte Dissertation nicht in gleicher oder in ähnlicher Form bei einer anderen Stelle zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht wurde.

München 14.01.2019

(Valerie A. M. Kiesel)