

Management von Verletzungen bei Nachwuchsathleten am Beispiel des alpinen Skirennsports

Hildebrandt C^{1,2}, Müller L¹, Oberhoffer R², Fink C³, Müller E⁴, Raschner C¹

¹ Institut für Sportwissenschaft, Universität Innsbruck, Innsbruck, Österreich

² Lehrstuhl für Präventive Pädiatrie, Fakultät für Sport- und Gesundheitswissenschaften, Technische Universität München, München, Deutschland

³ Gelenkpunkt – Sport- und Gelenkchirurgie, Innsbruck, Österreich.

⁴ Research Unit für Sportmedizin und Verletzungsprävention, ISAG/UMIT, Hall, Österreich.

⁴ IFFB Sport- und Bewegungswissenschaft, Institut für Sportwissenschaft, Universität Salzburg, Salzburg, Österreich

Zusammenfassung

Der alpine Skirennlauf gilt als ein beliebter aber auch verletzungsträchtiger Sport. Für einen erfolgreichen und langfristigen Leistungsaufbau ist die Sicherung der sportlichen Belastbarkeit eine zwingende Voraussetzung. Bis dato fehlen jedoch in Bezug auf sportartspezifische Risikofaktoren wissenschaftliche Untersuchungen im Bereich Ski Alpin bei Nachwuchsathleten. Basierend auf der Entwicklung einer Trainings- und Verletzungsdatenbank zeigten die Ergebnisse einer 2-jährigen prospektiven Erhebung erste Hinweise auf die Verletzungs- und Überlastungsproblematik bei 82 Skiathleten im Alter von 9 bis 14 Jahren. Die relativ hohe Rate an traumatischen Verletzungen (0,86/1000 Trainingsstunden) unterstreicht die Notwendigkeit weiterer sportartspezifischer Studien. Im Bereich Überlastungsverletzungen gab es eine vergleichsweise niedrige Rate von 0,28/1000 Trainingsstunden. Weiterführende longitudinale Beobachtungen der Athleten über das erste Selektionsalter hinaus sind wesentlich, um die auftretenden Gesundheitsprobleme im Kontext der biologischen Entwicklung, Risikofaktoren sowie der Trainings- und Wettkampfanforderungen darzustellen.

Schlüsselwörter:

Nachwuchsleistungssport, Verletzungs- und Trainingsdatenbank, alpiner Skirennsport, traumatische Verletzungen, Überlastungen

Abstract

The popularity of alpine skiing is growing among young athletes. However, this development also carries the risk of early health problems such as traumatic and overuse injuries. To support a long-term beneficial effect of an early sport specialization, the amount of appropriate volume and intensity of training need to be investigated. As a basis for a prospective and reliable data collection, we developed a training and injury database to repeatedly record the occurrence of traumatic injuries and overuse injuries. Study participants were 82 young talented alpine skiers aged between 9 and 14 years. We found a relatively high rate of 0,86 traumatic injuries per 1000 hours of training. In contrast a low occurrence of overuse injuries were recorded (0,28/1000 hours of training). Further research is required on sport specific, age- and development-related risk factors and the appropriate amount of training to guarantee long-term health benefits of youth elite athletes.

Keywords:

youth athletes, injury and training database, alpine skiing, traumatic injuries, overuse injuries



Nachwuchskonzept Ski Alpin: Interaktion von Belastung und Beanspruchung

Die gesellschaftliche Bedeutung des alpinen Skirennsports in Österreich hat in den letzten Jahren stetig zugenommen, und so unterliegt auch der Nachwuchsleistungssport einer rasanten Entwicklung. Vom talentierten Nachwuchssportler hin zum Spitzensportler gilt es einen langen Weg mit hohen Beanspruchungen zu bewältigen. Regelmässige Trainings- und Wettkampfeinheiten, verbunden mit der schulischen Ausbildung stellen hohe Anforderungen an die jungen Talente. Bereits im Alter von 10 Jahren beginnt die erste Selektionsphase eines Nachwuchsskiathleten. Der frühe Einstieg in den Nachwuchsleistungssport kann durch eine Summation häufiger Verletzungen eine Leistungssportkarriere nachhaltig beeinträchtigen. Insbesondere im Kindes- und Jugendalter wurde ein gehäuftes Auftreten von gesundheitlichen Problemen mehrfach beschrieben [1,2]. Der Zusammenhang von übermässigen Trainingsumfängen/-intensitäten und erhöhten Verletzungs-/Überlastungsrisiken bei Nachwuchssportlern konnte bereits in einigen Sommersportarten nachgewiesen werden [1,3,4]. Bis dato fehlen jedoch in Bezug auf epidemiologische Daten und Risikofaktoren wissenschaftliche Untersuchungen im Bereich alpiner Skirennsport, obwohl der alpine Skirennlauf als eine Risikosportart zu werten ist [5]. Eine Studie von Westin et al. (2013) zeigte bei adolescenten Skiathleten schwere Knieverletzungen (41%) mit einem Trainingsausfall von mehr als 28 Tagen [6]. Epidemiologische Daten zu Athleten im Bereich des ersten Selektionsalters (10–14 Jahre) sind hingegen ausständig. Überlastungen und Verletzungen im alpinen Skirennsport weisen durch die hohen mechanischen und funktionellen Beanspruchungen eine Sportartspezifik auf, die frühzeitige präventive Massnahmen

erfordern [7]. So zeigten Untersuchungen, dass Defizite im Bereich der maximalen Rumpfkraft eine mögliche Ursache für vermehrte Kreuzbandverletzungen bei jungen Skirennläufern sind [8]. Neben traumatisch bedingten Verletzungen führen repetitive Überlastungsverletzungen zu häufigen Trainingsausfällen. Eine 2-jährige, retrospektive Studie an 15- bis 18-jährigen Skirennfahrern zeigte, dass mehr als 50% mindestens eine mit Trainingsausfällen verbundene Überlastungsverletzung hatten [9]. Die Sicherung der sportlichen Belastbarkeit durch Minimierung verletzungsbedingter Ausfälle ist daher eine zwingende Voraussetzung für einen erfolgreichen langfristigen Leistungsaufbau.

Ziele und Umsetzung der Prävention am Beispiel einer Skiinternatsschule: Entwicklung einer Trainings- und Verletzungsdatenbank

Die Erforschung verletzungspräventiver Massnahmen orientiert sich an einem 4-Phasen-Modell nach van Mechelen [10]. Im 1. Schritt gilt es, das sportartsspezifische Ausmass der Verletzungen anhand epidemiologischer Daten darzustellen. Im 2. Schritt werden Risikofaktoren identifiziert, um daraus im 3. Schritt entsprechende Präventionsmassnahmen ableiten zu können. Im letzten Schritt müssen diese Massnahmen basierend auf einer Effizienzprüfung erneut durch Abhandlung des 1. Schrittes evaluiert werden. Um die Belastbarkeit der heranwachsenden Athleten optimieren zu können, bedarf es einer komplexen und zuverlässigen Erhebung relevanter Parameter. Abbildung 1 stellt die konkreten Ziele und Umsetzungen bei 9- bis 14-jährigen Schülern (51 männlich, 31 weiblich) einer renommierten Skiinternatsschule dar. Basierend auf einer eigens entwickelten Onlinedatenbank er-

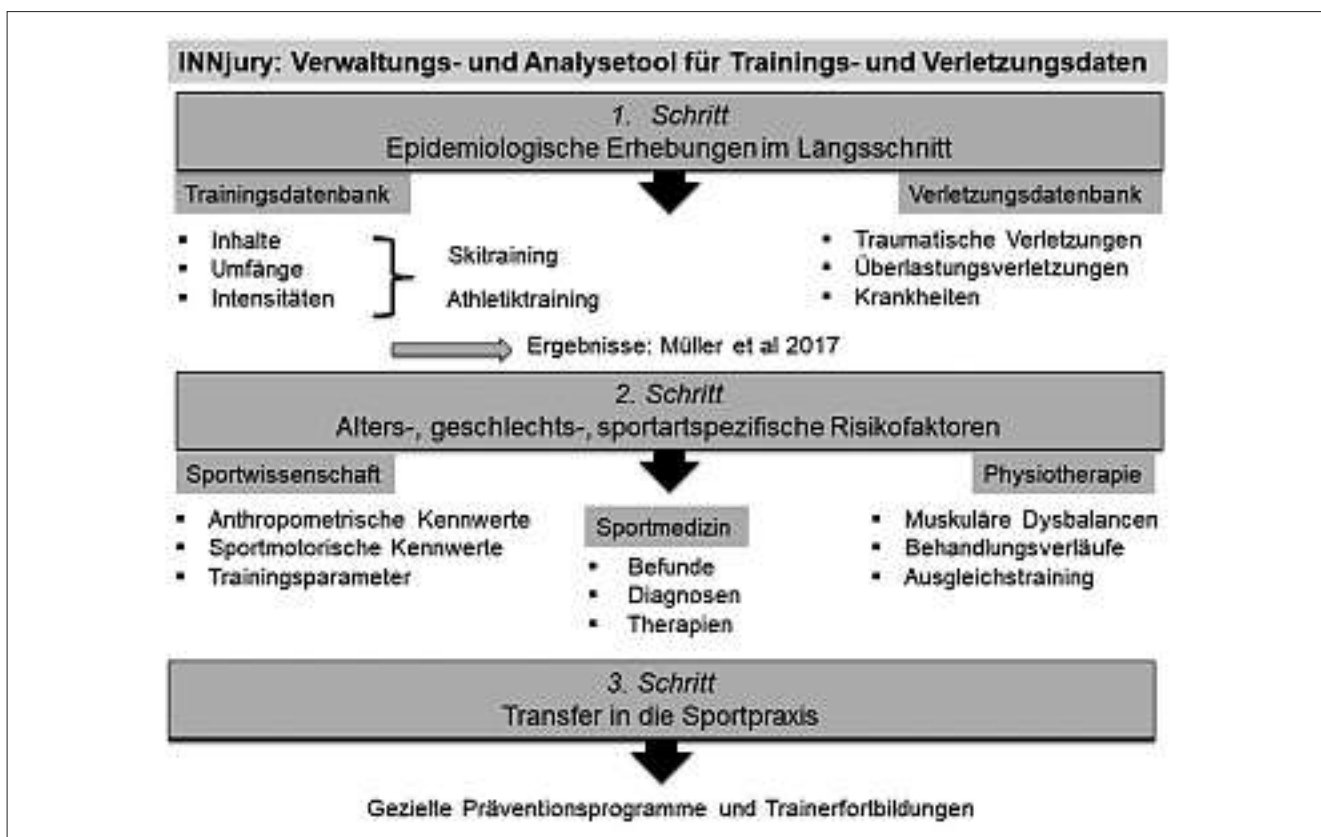


Abbildung 1: Schema zur schrittweisen Umsetzung der Prävention basierend auf einer Verletzungs- und Trainingsdatenbank

folgt die regelmässige Erhebung der Trainings- und Verletzungsdaten. Nach einer 1-jährigen Pilottestung und entsprechenden Modifikationen werden seit 2014 kontinuierlich Daten registriert. Neben der Erhebung wissenschaftlicher Daten stand auch die benutzerfreundliche Anwendung im Vordergrund, sodass eine zuverlässige und vollständige Dokumentation seitens der Trainer erfolgen kann. Jeder Trainer erhielt nach einer Einführung zur Arbeitsweise mit der Datenbank einen personalisierten Zugang zur Onlineplattform und registrierte Inhalte, Umfänge und Intensitäten der jeweiligen Trainingseinheiten (Ski/Kondition/Ausgleichstraining). Konnte ein Athlet nicht am regulären Training teilnehmen, registrierte der Trainer die Abwesenheit und den Grund. Bei gesundheitlichen Problemen wie traumatischen Verletzungen und Überlastungen wurden relevante medizinische Informationen in Kooperation mit den Eltern, den Trainern sowie den behandelnden Physiotherapeuten und Ärzten eingeholt. Erfolgte eine ärztliche Behandlung, wurde der Befundbericht ausgewertet. Die Einteilung des Schweregrades der Verletzungen erfolgte basierend auf den Trainingsausfalltagen in minimal (1–3 Tage), mild (4–7 Tage), moderat (8–28 Tage) und schwerwiegend (>28 Tage) [11]. Vor Studienbeginn erfolgte die Aufklärung über Inhalte und Ziele der Studie, von jedem Elternteil sowie den verantwortlichen Trainern wurde die Einverständniserklärung eingeholt.

Ausmass der Verletzungen

Die epidemiologischen Ergebnisse beziehen sich auf die kürzlich publizierte Studie von Müller et al. (2017) [12]. Zur genaueren Beschreibung der Datenerhebung und Auswertung sei an dieser Stelle auf diese Publikation verwiesen.

Traumatische Verletzungen

Den grössten Anteil an allen Verletzungen stellten mit 52 Verletzungen bei 35 Athleten (14 weiblich, 21 männlich) über den Zeitraum von 2 Jahren die traumatischen Verletzungen dar. Dies entsprach einer Verletzungsrate von 0,63/Athlet und 0,86/1000 Trainingsstunden. Die häufigste Verletzungsregion waren die unteren Extremitäten mit 36,5% am Knie und 28,4% am Unterschenkel (Abb. 2). Verletzungen am Knochen (46,1%) waren insgesamt die häufigsten Entitäten, wobei eine führende Diagnose «bone bruise» war (Abb. 3). Der grösste Anteil der Verletzungen wurde als moderat eingestuft (44,0%), 11,5% galten als schwerwiegend. Tabelle 1 gibt einen exemplarischen Überblick zu spezifischen Befunden, die ursächlich beim Skifahren passierten (72,6%) und jenen, die nicht skispezifisch diagnostiziert wurden (27,4%). Die Auswertung bei Athleten im

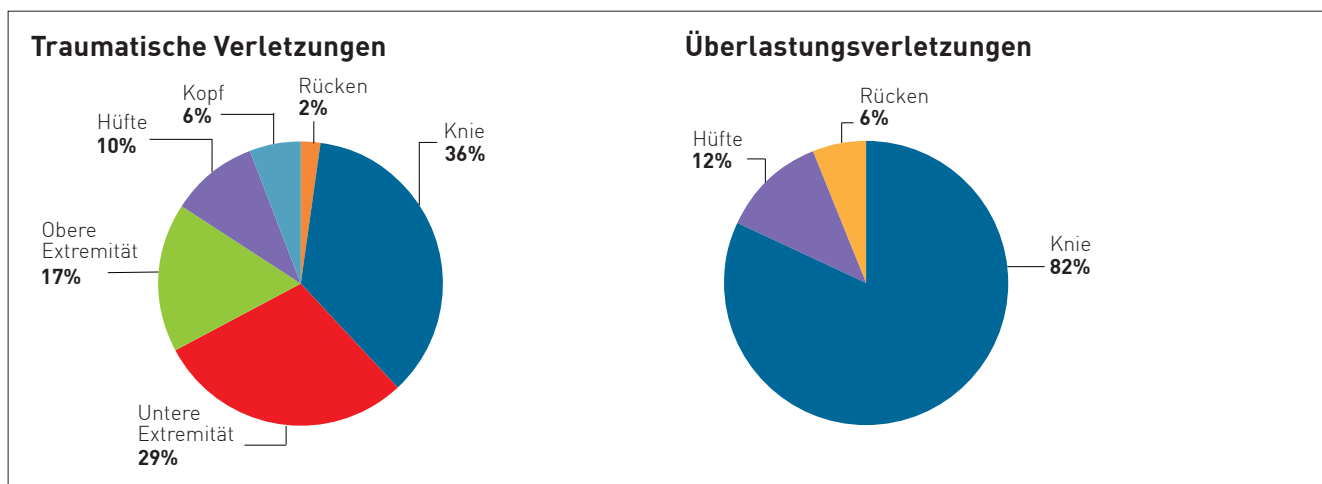


Abbildung 2: Prozentuale Verteilung der Lokalisation traumatischer Verletzungen und Überlastungen im Nachwuchsskirennsport (nach Müller et al. 2017)

skispezifisch	nicht skispezifisch
<ul style="list-style-type: none"> • Anterolaterale Tibiakopfimpression ohne Band- und Meniskusläsion nach Hyperextensionstrauma (Abb. 3) • «Bone Bruise» lateraler Schienbeinkopf ohne Bandläsionen • Menisco-kapsulärer Einriss des Hinterhorn-Innenmeniskus mit «Bone Bruise» mediale Femurrolle nach Verdrehung des Knies • Epiphysenverletzung Calcaneus Aitken 1 nach Sturz beim Skirennen • Dislozierte distale Radiusfraktur nach Sturz • Isolierte Ruptur des vorderen Kreuzbandes nach Sprung mit Sturz bei Landung • Apophysäre Verletzung Tuberositas Tibiae (Ogden 1) ohne Gelenkbeteiligung nach Sturz 	<ul style="list-style-type: none"> • Fraktur BWK VI (Typ A1) nach Sturz beim Trampolinspringen (Konditionstraining) • Tuberculum majus Fraktur nach Sturz im Konditionstraining • Subluxation tali dexter nach Sturz von Treppe (Freizeit) • Comotio cerebri nach Zusammenstoss beim Fussballspielen (Freizeit)

Tabelle 1: Typische traumatische Verletzungen im Nachwuchsskirennsport in Abhängigkeit der Ursache

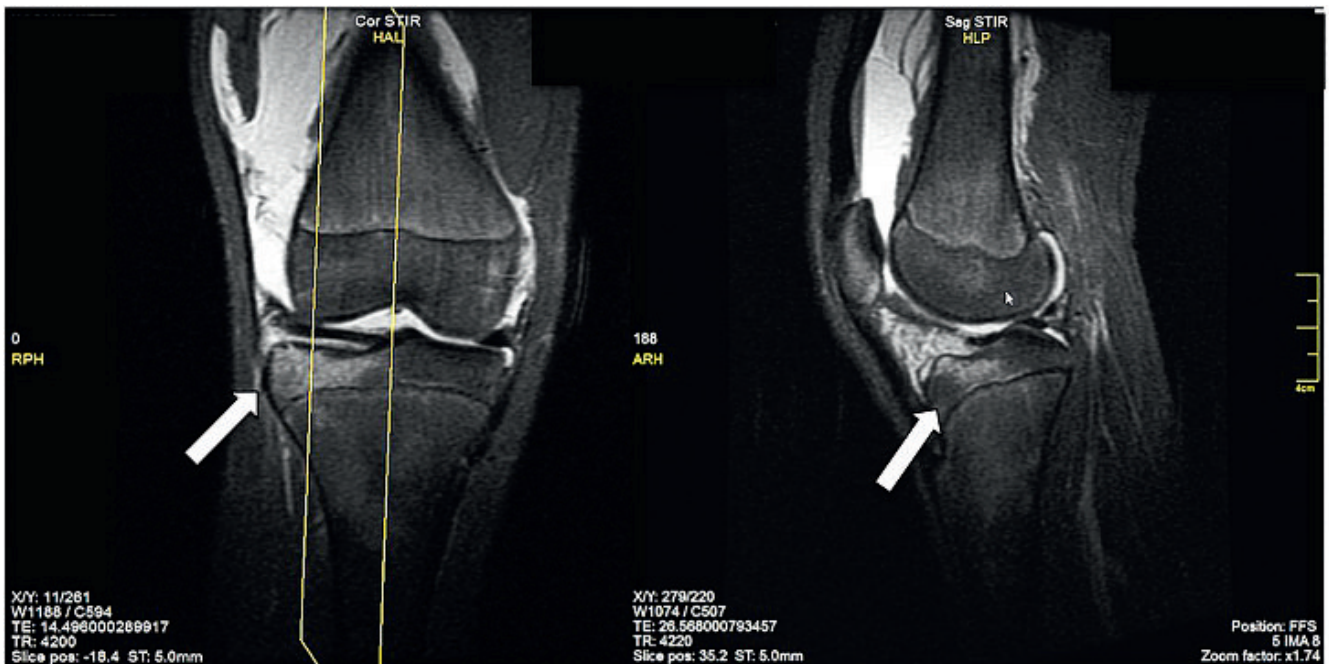


Abbildung 3: Anterolaterale Tibiakopfimplosion ohne Band- und Meniskusverletzungen im T2-gewichteten MRI (koronare und sagittale Schichtung)

ersten Selektionsalter ergab eine im Vergleich zu Weltcupathleten niedrigere, aber dennoch relevante Rate an traumatischen Verletzungen. In Abgrenzung zu den adoleszenten Skiathleten und Weltcupathleten, bei denen die vordere Kreuzbandruptur (VKB) eine häufige Verletzung darstellte [5,8], sind bei jungen Nachwuchssportlern Knochenprellungen und Brüche am häufigsten. Über die 2-Jahres-Periode wurde nur eine VKB-Ruptur eines männlichen Athleten registriert. Apophysenaufrisse durch singuläre Traumata als Folge von Skistürzen, wurden bei jugendlichen Sportlern bereits häufiger berichtet [13,14]. Traumabedingte knöchernen Verletzungen wurden häufig ohne Beteiligung von Bandstrukturen diagnostiziert. Eine erhöhte Elastizität und damit geringere Verletzungsanfälligkeit von Sehnen und Bandstrukturen scheint ursächlich und wurde in früheren Studien berichtet [15].

Überlastungen

Im Bereich Überlastungsverletzungen gab es eine vergleichsweise niedrige Rate von 0,21 Überlastungen/Athlet (17 Überlastungen bei 13 Athleten, davon 11 männlich) bzw. 0,28/1000 Trainingsstunden. Die häufigste Überlastungsregion war mit 82,3% das Knie (Abb. 2). Die während des Wachstums auftretende relative Verkürzung der Muskulatur durch Längenwachstum der Knochen führte insbesondere bei den männlichen Athleten zu apophysären Problemen. Eine häufig gestellte Diagnose war «anterior knee pain» sowie die Überlastung der Apophyse an der Tuberositas Tibiae, die als Morbus Osgood Schlatter als typische Überlastungsverletzung in der Literatur beschrieben wurde [16]. Die während des Skifahrens erhöhte Spannung im M. quadriceps femoris sowie erhöhte Druck- und Scherkräfte, welche auf die Wachstumsfuge oft rechtwinklig zur Belastungsachse wirken, führen zu lokalen Überlastungen. Auch wirken im Patellofemorallengelenk in Abhängigkeit vom Kniebeugewinkel hohe Drücke

[17]. Das Prädispositionsalter ist das 12.–16. Lebensjahr. Weiterführende, longitudinale Beobachtungen über das 14. Lebensalter hinaus sind notwendig, um ein vollständiges Bild zur Prävalenz zu bekommen. Neben dem Knie wurden Überlastungsverletzungen im Bereich Rücken als häufige, skispezifische Problematiken in der Literatur berichtet [9,18]. Eine hyperkyphotische Haltung während des Skifahrens lässt das Auftreten von lokalen Überlastungen der Brustwirbelsäule bis hin zum Morbus Scheuermann vermuten [19]. In der vorliegenden Studie gab es während des Erhebungszeitraums von 2 Jahren nur 2 Athleten, die von Rückenschmerzen berichteten, wobei diese nach diagnostischer Abklärung als muskulär eingestuft wurden. Ein frühes konsequentes Ausgleichstraining scheint in präventiver Hinsicht von grosser Relevanz.

Ausblick

Mit der Implementierung einer sportartspezifischen Trainings- und Verletzungsdatenbank erfolgte bereits der erste grundlegende Schritt, um zukünftig verletzungsrelevante Daten konsequent und langfristig zu erheben. Zur Überprüfung und Auswertung von Risikofaktoren gilt es nun, die vorhandenen sportwissenschaftlichen, sportmedizinischen und physiotherapeutischen Kenndaten im Hinblick auf Geschlecht und Alter zusammenhängend auszuwerten. Dabei müssen insbesondere modifizierbare Risikofaktoren zur Reduktion traumatischer Verletzungen Beachtung finden. Die niedrige Rate an Überlastungen der heranwachsenden Athleten scheint auf das regelmässig durchgeführte Screening des Muskel- und Skelettsystems (Physiotherapie), einem konsequenten Ausgleichstraining sowie einer frühzeitigen Belastungsreduktion bei gesundheitlichen Problemen zurückzuführen zu sein. Weiterführende longitudinale Beobachtungen der Athleten über das erste Selektionsalter hinaus sind wesentlich, um die auftreten-

den Verletzungen im Kontext der biologischen Entwicklung sowie der Trainings- und Wettkampfanforderungen darzustellen.

Das Wichtigste für die Praxis

- In der Praxis der Präventionsforschung zeigte sich die Implementierung einer sportartspezifischen Trainings- und Verletzungsdatenbank als eine wichtige Voraussetzung für eine fundierte, prospektive Erhebung von sportmedizinischen und sportwissenschaftlichen Daten.
- Traumatische Verletzungen bei jungen Skinachwuchsathleten sind charakterisiert durch eine hohe Rate an knöchernen Verletzungen. In Abgrenzung zu Weltcupathleten sind ligamentäre Strukturen deutlich seltener betroffen.
- Überlastungsverletzungen sind im ersten Selektionsalter (10–14 Jahre) von niedriger klinischer Relevanz. Eine frühzeitige Reduktion der Trainingsumfänge und Trainingsintensitäten bei entsprechender Symptomatik sowie ein regelmässiges Ausgleichstraining sind aus präventiver Sicht von grosser Bedeutung.
- Unabhängig von der Verletzungsart stellt das Knie das am häufigsten betroffene Gelenk bei heranwachsenden Skiathleten dar.

Korrespondenzadresse

Carolin Hildebrandt
Institut für Sportwissenschaft,
Universität Innsbruck
Fürstenweg 185, 6020 Innsbruck,
Österreich
Tel. +43 (0) 512507-45907
E-Mail: carolin.hildebrandt@uibk.ac.at



Note: Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichwohl für beiderlei Geschlecht.

Literatur

1. Drew MK, Finch CF. The Relationship Between Training Load and Injury, Illness and Soreness: A Systematic and Literature Review. *Sports Med.* 2016;46(6):861-883.
2. Maffulli N, Longo UG, Spiezia F, Denaro V. Sports Injuries in Young Athletes: Long-Term Outcome and Prevention Strategies. *Phys Sportsmed.* 2010;38(2):29-34.
3. Huxley DJ, O'Connor D, Healey PA. An examination of the training profiles and injuries in elite youth track and field athletes. *Europ J Sport Sci.* 2014;14(2):185-192.
4. Malisoux L, Frisch A, Urhausen A, Seil R, Theisen D. Monitoring of sport participation and injury risk in young athletes. *J Sci Med Sport.* 2013;16(6):504-508.
5. Flørenes TW, Bere T, Nordsletten L, Heir S, Bahr R. Injuries among male and female World Cup alpine skiers. *Br J Sports Med.* 2009;43(13):973-978.
6. Westin M, Alricsson M, Werner S. Injury profile of competitive alpine skiers: a five-year cohort study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012;20(6):1175-1181.
7. Spörri J, Kröll J, Gilgien M, Müller E. How to Prevent Injuries in Alpine Ski Racing: What Do We Know and Where Do We Go from Here? *Sports Med.* 2017;47(4):599-614.
8. Raschner C, Platzer HP, Patterson C, Werner I, Huber R, Hildebrandt C. The relationship between ACL injuries and physical fitness in young competitive ski racers: a 10-year longitudinal study. *Br J Sports Med.* 2012;46(15):1065-1071.
9. Hildebrandt C, Raschner C. Traumatic and overuse injuries among elite adolescent alpine skiers. *Int SpoMed J.* 2013;14(4):245-255.
10. van Mechelen W, Hlobil H, Kemper HC. Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries: a review of concepts. *Sports Med.* 1992;14(2):82-99.
11. Clarsen B, Rønsen O, Myklebust G, Flørenes TW, Bahr R. The Oslo Sports Trauma Research Center questionnaire on health problems: a new approach to prospective monitoring of illness and injury in elite athletes. *Br J Sports Med.* 2014;48(9):754-760.
12. Müller L, Hildebrandt C, Müller E, Oberhoffer R, Raschner C. Injuries and illnesses in a cohort of elite youth alpine ski racers and the influence of biological maturity status and relative age: a two-season prospective study. *Open Access J Sports Med.* 2017;(8):113-122.
13. Kessler T, Wagner N, Winkler H. Apophysenaufriss der Tuberositas tibiae und Fraktur der dorsalen Tibiakopfepiphyse. *Unfallchi.* 2006;109(11):990-994.
14. Nehrer S, Huber W, Dirisamer A, Kainberger F. Apophyseal damage in adolescent athlete. *Radiol.* 2002;42(10):818-822.
15. Kubo K, Kanehisa H, Kawakami Y, Fukunaga T. Growth changes in the elastic properties of human tendon structures. *Int J Sports Med.* 2001;22(2):138-143.
16. Patel DR, Villalobos A. Evaluation and management of knee pain in young athletes: overuse injuries of the knee. *Transl Pedia.* 2017;6(3):190-193.
17. Petersen W, Rembitzki I, Liebau C. Patellofemoral pain in athletes. *Open Access J Sports Med.* 2017;(8):143-154.
18. Spörri J, Kröll J, Haid C, Fasel B, Müller E. A Descriptive Biomechanical Study. *Am J Sports Med.* 2015;43(8):2042-2048.
19. Purcell L, Michelli L. Low Back Pain in Young Athletes. *Sports Health.* 2009;1(3):212-222.