

H. Mellerowicz, J. Matussek, S. Wilke, T. Leier, V. Asamoah

Sportverletzungen und Sportschäden im Kindes- und Jugendalter – eine Übersicht

Sports injuries and overuse in children and adolescents

Orthopädische Klinik und Poliklinik der Freien Universität Berlin im Oskar-Helene-Heim
(Ärztlicher Leiter Prof. Dr. med. U. Weber)

Zusammenfassung

Sportverletzungen, Verletzungsfolgen und Überlastungsschäden bei Kindern und Jugendlichen haben im letzten Jahrzehnt deutlich zugenommen. Durch die altersspezifische Risikofreude und die speziellen Techniken und Aspekte der modernen Trendsportarten sowie andererseits im Schul- und Geleitetssport in Folge von Koordinationsstörungen durch mangelnde Bewegungsreize in unserer technisierten Umwelt entstehen viele Verletzungen. Auch im Leistungssport sind in Folge gesteigerter Anforderungen sowie höherer Trainingsintensitäten und Wettkampfhäufigkeit Kinder und Jugendlichen betroffen.

Vor dem Hintergrund der verschiedenen Entwicklungsphasen und ihrer Auswirkungen auf das muskuloskelettrale System werden typische und häufige Verletzungsarten und Lokalisationen beleuchtet. Neben den eigentlichen Verletzungen (Epiphysen- und Apophysenverletzungen, Frakturen am Ellenbogen sowie die zunehmend häufigen Kniegelenksläsionen) finden aber auch Überlastungsschäden, insbesondere in Folge einseitiger Belastungen Berücksichtigung. Als typische Beispiele sind hier Epiphyseolysen, Wirbelkörperaufbaustörungen sowie aseptische Nekrosen zu nennen, aber auch Stressfrakturen und Schäden an den Sehnenansätzen können durch Überlastung im Kindes- und Jugendalter hervorgerufen werden.

Bei Kenntnissen über den wachsenden Organismus und seine speziellen Belastungen im Sport sollte es möglich sein, von ärztlicher Seite durch verstärkte Prävention im Sinne von Einwirkung auf Regelwerk, Wettkampfhäufigkeit und -alter sowie auch passive Schutzmaßnahmen, die Gesundheit und Lebensfreude über den natürlichen Bewegungsdrang zu fördern und auch erkrankte und behinderte Kinder in diesen Prozess miteinzubeziehen. Im Schulsport beinhaltet dies, nicht vorschnelle „Befreiungen“ auszusprechen, sondern im Rahmen der fachkundigen Untersuchung und Beratung spezielle Möglichkeiten für Bewegung und Sport zu empfehlen.

Schlüsselwörter: Kinder und Jugendliche, motorische Entwicklung, Verletzungen, Überlastungsschäden

Motorische Entwicklung im Kindes- und Jugendalter

Unter Berücksichtigung erheblicher individueller Unterschiede lassen sich die Entwicklungsphasen von Kindern und Jugendlichen entsprechend Tabelle 1 beschreiben.

Phasenspezifisch soll auf die Belastung und Belastbarkeit von Kindern und Jugendlichen eingegangen werden.

Summary

Sports injuries, the long-term effects and overload damage in children and adolescents have increased dramatically over the past decade. This is in part due to age-related risk-taking and to special techniques and aspects of modern trend sports, including the fun and extreme sports. On the other hand, many injuries occur during school and recreational sports due to impaired coordination and lack of physical activity in present-day technical environment and society. Children and adolescents in high-performance sports are affected by increased demands with higher training intensity and competition rates.

Sports physicians must be aware of the current typical and frequent types of injuries and localizations, as well as the special aspects of the locomotor system in the growing organism to deal appropriately with these patients. In addition to actual injuries (epiphyseolytic, apophyseolytic injuries, elbow fractures and increasingly frequent lesions of the knee joint), overload damage occurs especially as a result of repetitive stress. Typical examples are epiphyseolyses, ring-physis vertebral impairments and aseptic necroses.

Since movement, sports and physical exercise are important factors in development, sports physicians should give advice on special possibilities for activities and sports and not „exuse“ the patient needlessly.

Knowledge of the growing organism and its special needs in sports should make it possible for the physicians to promote health and well-being by means of natural tendency to move, while preventing injuries by enforcing regulations, and controlling the number of competitions and age of participants. Disabled and sick children should not be excluded.

Key words: Locomotor development, children and adolescents, sports, injuries, overload damage

1. Praepuberale Phase

Diese kann in ein frühes und spätes Schulkindalter aufgliedert werden (64). Die Phase des frühen Schulkindalters vollzieht sich vom 6./7. Lebensjahr bis zum 10. Lebensjahr und wird als erster Gestaltwandel bezeichnet. Die Entwicklung von Körperhöhe und Körpergewicht verläuft zu dieser Zeit bei Jungen und Mädchen identisch. Die jährliche Zunahme des Körpergewichts beträgt dabei 2,5- 3,5 kg. Aufgrund des hohen Funktionsniveaus des ZNS besteht eine ho-

he motorische Lernfähigkeit bei Kindern. Besonders typisch ist das ungestüme Bewegungsverhalten, das sich erst in der Pubertät reduziert (64). Im weiteren verlangsamt sich das Längenwachstum des Kindes, die Körperproportionen bleiben harmonisch mit positiver Auswirkung auf koordinative Eigenschaften und motorische Lernfähigkeit (12).

Tabelle 1: Einteilung der Altersstufen nach dem kalendarischen Alter (n. Weineck 1990)

| Altersstufen | Kalendarisches Alter (Jahre) |
|------------------------------------|---|
| Säuglingsalter | 0-1 |
| Kleinkindalter | 1-3 |
| Vorschulalter | 3-6/7 |
| Praepubere Phase: | |
| - Frühes Schulkindalter | 6/7-10 |
| - Spätes Schulkindalter | 10-Eintritt der Pubertät (Mädchen 11/12; Jungen 12/13) |
| Erste puberale Phase (Pubeszenz) | |
| | Mädchen 11/12-13/14 Jungen 12/13-14/15 |
| Zweite puberale Phase (Adoleszenz) | |
| | Mädchen 13/14-17/18 Jungen 14/15-18/19 |
| Erwachsenenalter | Jenseits 17/18 bzw. 18/19 |

Das sich hieran anschließende späte Schulkindalter ist durch den Anstieg der Körpermasse, v. a. durch Zunahme der Körperbreite und des -umfangs, bei weiterem Rückgang der jährlichen Längenzuwachsraten, gekennzeichnet (8). Durch die Optimierung der Körperproportionen und ein dadurch verbessertes Kraft/Last-Verhältnis können Kinder in dieser Phase eine hochgradige Körperbeherrschung erlangen. Dieses ist ebenfalls auf die Reifung des Vestibularorganes zurückzuführen (64). In der präpuberalen Phase kann somit die feinmotorische Koordination, Flexibilität aber auch Schnelligkeit und Ausdauer im Sinne eines automatisierenden Trainings durchgeführt werden.

Generell sollten beim Schulkind die motorischen Grundfertigkeiten gefestigt werden. Dies kann durch Förderung der koordinativen Fähigkeiten z.B. durch Ballspiele oder auch besonders komplex durch Turnen o.ä. erreicht werden.

2. Erste puberale Phase

Diese Phase wird auch als zweiter Gestaltwandel bezeichnet und ist u.a. durch die stärksten Disharmonien sämtlicher Haltungs- und Bewegungsorgane gekennzeichnet, denn in dieser Phase erfahren Jungen wie Mädchen ihren größten Wachstumsschub (7).

Bereits mehrere Jahre vor der sichtbaren Entwicklung der Geschlechtsmerkmale werden im Zwischenhirn Releasingfaktoren gebildet, welche auf die Hypophyse einwirken und die Produktion von Wachstums- und Sexualhormonen anregen (64). Besonders das Testosteron fördert bei den Jungen die Muskelquerschnittszunahme und ist damit unter anderem für die größere Muskelkraft des männlichen Jugendlichen verantwortlich ist (12). Das Muskelwachstum bleibt jedoch in der zeitlichen Entwicklung hinter dem des Skelettwachstums zurück und führt somit zu ungünstigen Kraft/Last-Verhältnissen, die sich in disharmonischen Bewegungen bemerkbar machen (7). Unter Mitwirkung anderer

Hormone haben Testosteron und Östrogen auch eine Wirkung auf das Knochenwachstum. Das Längenwachstum der langen Röhrenknochen wird durch einen hohen Östrogen-Testosteron-Spiegel schneller abgeschlossen, so dass die Epiphysenfugen 2 - 5 Jahre nach Beginn der Pubertät verknöchert sind. Das in dieser Phase stärker auftretende Längenwachstum bezieht sich jedoch primär auf die Extremitäten und weniger auf den Rumpf. Die peripubereale Phase mit ihrer Problematik für die Koordination infolge des verstärkten Längenwachstums erfordert also eine Stabilisierung der motorischen Fähigkeiten durch weitergehende Koordinations- und Ausdauerschulung und nur bedingt Schnelligkeits- und Krafttraining.

3. Zweite puberale Phase (Adoleszenz)

Die Adoleszenz ist von einer Reduzierung aller Wachstums- und Entwicklungsparameter gekennzeichnet. Diese Phase wird auch als Phase der Füllung und Reharmonisierung bezeichnet (64). Die jährlichen Längenzuwachsraten liegen mit 1-2 cm, bzw. 5 kg Gewichtszunahme deutlich hinter den Werten der ersten puberalen Phase (8). Jetzt setzt ein verstärktes Breitenwachstum des Jugendlichen ein, wodurch der typische Körperbau des Erwachsenen herausgebildet wird. Unter dem Einfluss des Testosterons kommt es bei Jungen weiterhin zu einer stärkeren Ausprägung der Skelettmuskulatur. Bei Mädchen bildet sich aufgrund der spezifischen Geschlechtsentwicklung der Anteil des Körperfettes stärker heraus (12).

Zum Wachstumsende können dann Kraft, Schnelligkeit, Koordination und Ausdauer bis hin zur Belastbarkeit der Erwachsenen trainiert werden, wobei immer die individuelle Wachstumskinetik und Vulnerabilität der Epiphysenfugen zu bedenken sind (17, 32, 40, 61, 64). Nach Rost (53) ist die motorische Belastbarkeit im Kindes- und Jugendalter durch die geringe anaerobe und muskuläre Leistungsfähigkeit und verminderte Belastbarkeit des Skelettsystems eingeschränkt. Es besteht aber eine ausgezeichnete Beweglichkeit und aerobe Leistungsfähigkeit sowie koordinatives Lernvermögen. Die Motivation zu Bewegung, Spiel und Sport besteht über den Eigenbewegungsdrang hinaus durch Eltern, Umwelt, die Sozialisation durch Spielkameraden, Freunde sowie schließlich durch Schule und Verein.

Wachstumsbedingte Besonderheiten im Kindes- und Jugendalter

Charakteristisch für die verschiedenen Entwicklungsperioden von Kindern und Jugendlichen ist vor allem die unterschiedlich ausgeprägte Wachstumsintensität der einzelnen Körperregionen. Dies führt beim Heranwachsenden zu ständigen Veränderungen der Körperproportionen. Auffällig bei der Entwicklung der einzelnen Körpersegmente ist die des Kopfes und des Gehirns. Das Gehirn entwickelt in den ersten sechs Lebensjahren bereits 90-93% der Größe des Gehirns eines Erwachsenen. Das durchschnittliche Wachstum des Körpers hat hingegen zu diesem Zeitpunkt noch nicht einmal 50% des Erwachsenenwertes erreicht (65).

Schon in den ersten Lebensjahren entwickelt sich eine starke Vernetzung der Nervenzellen des zentralen Nervensystems. Um diese Vernetzungsstruktur intensivieren und ausbauen zu können, bedarf es schon frühzeitig ausreichender motorischer Reize. Eine weitere Besonderheit des Wachstums ist, dass Kinder und Jugendliche nicht kontinuierlich, sondern in Schüben wachsen. Dabei ist auffällig, dass die Wachstumsgeschwindigkeit von der Geburt bis zum Erwachsenenalter ständig abnimmt. Der Zeitraum der ersten puberalen Phase bildet dabei eine Ausnahme. In diesem Entwicklungsabschnitt setzt die maximale Wachstumsbeschleunigung ein. Die einzelnen Skelettabschnitte vollziehen ihren Wachstumsschub zu unterschiedlichen Zeitpunkten (7). Aufgrund dieser Tatsache findet eine ständige Veränderung der Hebelverhältnisse und daraus folgernd Disharmonien der Funktionsketten des Heranwachsenden statt.

In der Pubertät beginnt der Wachstumsschub an den unteren Extremitäten mit dem Wachstum der Füße und nachfolgend mit der restlichen unteren Extremität. In einem Abstand von ca. 4 Monaten folgt der Hüftbereich und die Vergrößerung des Thorax, Wirbelsäule und Schultergürtel folgen zeitlich versetzt. Das Längenwachstum wird mit der oberen Extremität, wobei auch hier, wie bei den unteren Extremitäten, das Wachstum an der Peripherie, also den Händen, beginnt, abgeschlossen (7). Der Wandel des Körpers im Rahmen der psycho-physischen Veränderungen in dieser Phase des Lebens ist mit keiner anderen Entwicklungsphase vergleichbar (65).

Eine weitere Besonderheit des Wachstums besteht darin, dass die Skelettentwicklung dem Muskelwachstum zeitlich vorausgeht, wobei auch die verschiedenen Muskelgruppen sich nicht zeitgleich, sondern zeitversetzt entwickeln. Als Folge dieser Entwicklungsverschiebung treten bei komplexeren Bewegungen häufig Koordinationsstörungen auf (7). Die Entwicklung der Kraft ist bei Mädchen und Jungen bis zum Eintritt in die Pubertät annähernd gleich. Während der Pubertät verschiebt sie sich dann zugunsten der Jungen (s.o.). Dieser Unterschied wird um das 13. Lebensjahr noch deutlicher. In dieser Phase der Entwicklung nimmt das Muskelwachstum stärker zu, gleichzeitig findet eine Reduktion des Fettgewebes statt. Zusätzlich unterstützen günstige Kraft/Last-Verteilungen diesen Prozess (7).

Die Entwicklung der Muskulatur ist von der Geburt an bis ins Erwachsenenalter ansteigend: Der prozentuale Anteil der Muskulatur an der Körpergesamtmasse beträgt beim Neugeborenen 25% und zu Beginn der Pubertät 33% gegenüber 40% beim Erwachsenen (13).

Zu beachten ist der individuell variierende zeitliche Beginn des Wachstums in den einzelnen Entwicklungsstufen bei Kindern und Jugendlichen: Gleichaltrige eines Geschlechts weisen starke körperliche Entwicklungsunterschiede auf, die bis zu 4–6 Jahre betragen können (49). Kinder und Jugendliche können in ihrer körperlichen Entwicklung demzufolge dem kalendarischen Alter voraus sein (Akzeleration), sich normal entwickeln oder eine Entwicklungsverzögerung aufweisen (Retardierung).

Verletzungen

Laut *Hefli* (21) setzen sich Verletzungen im Wachstumsalter wie folgt zusammen:

- 10–20 % Verkehrsunfälle
- 20–40 % Sportunfälle
- 40–50 % durch Spiel und im Hause

Mit der steigenden Leistungsbereitschaft im heutigen Sport besteht ein zunehmendes Unfallrisiko dadurch, dass viele Sportarten in ihren Anforderungen an die motorischen Fähigkeiten der Kinder nicht angepasst sind (35, 48, 60). So entstammt das Regelwerk in vielen Sportarten nur aus dem Erwachsenensport und auch die Sportgeräte z. B. die Bälle sind nicht an die altersspezifische Belastbarkeit adaptiert (60).

Tabelle 2: Verteilung der Unfälle auf die Ballsportarten im Schulsport von Mädchen (n. Paar und Glas 1989)

| | |
|--------------|------|
| • Volleyball | 33 % |
| • Handball | 22 % |
| • Basketball | 21 % |
| • Völkerball | 13 % |
| • Brennball | 3 % |
| • Fußball | 2 % |

Nach *Kvist et al.* (34) ereignen sich 62% der Sportverletzungen im organisierten Vereinssport, 21% im Schulsport und 17 % im Freizeitsport.

Nach *Siewers* (60) wurden im Jahre 1994 bei 1,34 Millionen Schulunfällen allein 680.000 im Schulsport und hier vorwiegend in der zweiten Schulstunde registriert. In verschiedenen Arbeiten werden dabei Inzidenzen von 10,6 % bis 24,8 % der Schüler aufgezeigt (2, 24, 28, 57). Die Schulsportunfälle betreffen überwiegend die Ballsportarten (48) (Tab. 2)

Im internationalen Vergleich zeigt sich in einer einzigen prospektiven Studie zur Inzidenz von Sportverletzungen im Kindes- und Jugendalter von *Chambers* (6) an 800 Schülern eines Sommercamps anhand eines Scores (Verletzungen x 104 : n x Stunden x Wochen) folgendes Ergebnis:

- American Football (1,72)
- Basketball (0,88)
- Turnen (0,85)
- Fußball (0,29)
- Baseball (0,14)
- Schwimmen (0,0)

Typische Verletzungen im Kindes- und Jugendalter zeigt

Tabelle 3: Auswahl typische Verletzungen bei Kindern im Sport (nach Franck und Olagnier 1996)

- Weichteilprellungen
- Frakturen mit metaphysären Stauchungen
- diaphysäre Grünholzfrakturen
- Epiphysen- und Übergangsfraituren (s.u.)
- Apophysenläsionen
- osteochondrale Bandausrisse
- Gelenkverletzungen
- Schädel-Hirn-Traumata

Tabelle 3.

Nach *Kvist et al.* (34) ereignen sich mit 62 % der Sportunfälle mehr als die Hälfte im organisierten Vereinssport. So zeigten sich in häufig ausgeführten Sportarten wie Fußball bei

Tabelle 4: Differentialdiagnostische Ursachen von kindlichem Knieschmerz (mod. n. Gaulrapp 1967)

| Intraartikuläre Ursachen | Extraartikuläre Ursachen | Fortgeleitete Symptome |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Chondroпатия patellae • Meniskuläsion • Scheibenmeniskus • Patellaluxationen (habituel/traumatisch) • Osteochondrosis dissecans • Arthritis • Kreuzbandruptur | <ul style="list-style-type: none"> • M. Osgood-Schlatter • Morbus Sinding-Larsen-Johansson und Bandläsionen • Tendopathien • Frakturen • Achsen- und Rotationsfehlstellungen • Bursitiden • Tumore | <ul style="list-style-type: none"> • Morbus Perthes • Epiphyseolysis capitis femoris • Koxitis • Osteomyelitis |

einem Trainingsumfang von 1 bis 4 Stunden pro Woche und 18 bis 32 Spielen pro Jahr bei 854 Kindern und Jugendlichen 1.275 Verletzungen pro Jahr (11). Die Mehrzahl der Verletzungen (58 %) betraf die untere Extremität, gefolgt von der oberen Extremität mit 31 %. Zu Kopf- und Rumpferletzungen kam es in 7 % bzw. 4 %. Kontusionen sind mit 54 % am häufigsten während Wunden mit 18 %, Frakturen mit 4-12 % und Gelenkverletzungen mit 10-19 % deutlich geringer vorliegen (11).

Nach *Hefti* (21) ist bei Kleinkindern (unter 10 Jahren) das Knochengewebe die kritische Struktur im Stütz- und Bewegungsapparat. Bei den Adoleszenten ist es der Wachstumsknorpel und bei den jungen Erwachsenen der Kapselbandapparat (14).

Typisch für die häufigen Verletzungen am oberen Sprunggelenk im Kindes- und Jugendalter ist daher, dass hier im wesentlichen osteochondrale Ausrisse bestehen (31, 35), während beim Adoleszenten die erwachsenentypischen Kapselbandläsionen vorliegen.

Beim Skifahren zeigt eine Statistik von Skiunfällen, dass Kinder unter 10 Jahren bei gleicher gefahrener Distanz im Durchschnitt seltener als Ältere verunfallen (21). Auch *Danner et al.* (10) beobachteten beim alpinen Skisport bei Kindern bis zum 10. Lebensjahr eine Inzidenz von 2,8 % Verletzungen und bis zum 20. Lebensjahr dann ein Anstieg auf 33,2 %. Dabei ist die untere Extremität bei den Kindern mit 90 % und bei Jugendlichen mit 68 % betroffen. Im Falle einer Verletzung handelt es sich dann meistens um eine Schaftfraktur eines langen Röhrenknochens (21). Kopf- und Wirbelsäulenverletzungen treten bei 6 % auf (4).

Generell bestehen bei den Frakturen bis zu 15 % Epiphysefrakturen, die sich wie folgt verteilen (16, 18):

- Unterarm 50 %
- Finger 29 %
- distaler Unterschenkel 18 %

Bei den Kapselbandläsionen ist vor allem das Kniegelenk betroffen. Bei der Vorstellung von Kindern mit sportbedingtem Knieschmerz muss differentialdiagnostisch sowohl an intra- und extraartikuläre Ursachen als auch an fortgeleitete Sym-

ptome anderer Gelenke und Organe gedacht werden (Tab. 4). Vielfach wird eine bestehende Erkrankung erst durch ein Trauma symptomatisch.

Am Anfang stehen hier Anamnese und klinisch-funktionelle Untersuchung. In Abhängigkeit von der weiteren Fragestellung (knöcherner oder ligamentärer Läsion u. v. a.) folgt die Wahl des bildgebenden Verfahrens: Röntgen, Ultraschall und/oder Magnetresonanztomographie (MRT). Für die Abklärung intraartikulärer Ursachen ist nicht mehr die Arthroskopie sondern die MRT-Untersuchung das Mittel der Wahl (41). Spezifische Befunde, wie z. B. der größere Anteil der Durchblutung des Meniskus am Knie müssen bei der Bewertung der MRT-Bilder berücksichtigt werden. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit einer frühzeitigen Erkennung von epiphysären Wachstumsstörungen (20). Zur Vermeidung von Bewegungsartefakten kann die Untersuchung im temporär angelegten Gipsverband durchgeführt werden. Sowohl bei persistierenden durch bildgebende Verfahren nicht zu klärenden Gelenkbeschwerden als auch bei bestimmten traumatischen Gelenkläsionen (z.B. Patellaluxationen, traumatische Schulterluxationen) und vor allem im Rahmen der Therapie ist die Arthroskopie indiziert (37). Die traumatische meist unidirektionale Schulterluxation mit der hohen Gefahr der Rezidivluxation (bis zum 30. Lebensjahr 90 % Rezidive!) hinsichtlich einer Bankart-Läsion ist durch das MRT und ggf. Arthroskopie abzuklären. Atraumatisch multidirektionale und bilaterale habituelle Schulterluxationen bedürfen hingegen keiner weiteren Abklärung sondern einer konservativen Behandlung (54).

Schwere Verletzungen sind nach *Schmidt und Höllwarth* (57) vor allem durch höhere Geschwindigkeit und Sturzhöhe charakterisiert wie sie beim Reiten, Eislaufen, Rodeln und

Tabelle 5: Übersicht häufiger Verletzungen bei heutigen Trendsportarten (nach Illingworth 1985, Schieber et al. 1994, Heller et al. 1996, Jerosch et al. 1997, Schulz et al. 1999)

| BMX-Radsport | Inline-skating und Skateboarding | Reitsport |
|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Commotio cerebri 5% • Andere Kopfverletzungen 14% • Frakturen 14% • Abschürfungen 48% | <ul style="list-style-type: none"> • Kopfverletzungen 3,8%-6,8% • Handgelenksverletzungen 19-37% • Unterarm 10-12% • Ellenbogen 31-32% | <ul style="list-style-type: none"> • Kopfverletzungen 31% • Frakturen der oberen Extremitäten 57% • untere Extremitäten 6% • Bauchtrauma 15% |

Radfahren anzutreffen sind. Querschnittsverletzungen bis zum 16. Lebensjahr sind am häufigsten bei Mädchen und hier im Reitsport vorhanden. Gefährdende Sportarten sind darüber hinaus auch in den heutigen Trendsportarten zu sehen, wie Skate-board, BMX-Rad, Snowboard, Inline-skating, Snake-board und Sandboard (Tab. 5).

Überlastungsschäden im Kindes- und Jugendalter

Die Überlastungsschäden im Kindes- und Jugendalter sind durch eine Vielzahl von Faktoren bedingt (Tab. 6).

Als exogene Faktoren dieser Überlastungsschäden wer-

den nach *Gerrard* (18) Sportgeräte, Boden- und Krafttraining angeführt, während als endogene Faktoren Wachstum, muskuläre Stabilität und Flexibilität genannt werden.

Die zwischen dem 7 und 11. Lebensjahr mit 11 % nur sehr gering ausgeprägte Kraftzunahme steigt zwischen dem 12. und 18. Lebensjahr auf 140 % an (62, 63, 64). Infolge des typischerweise nicht linearen und teilweise massiven Wachstums bei gleichzeitig niedrigen Testosteronspiegeln kommt es zu diesem Zeitpunkt bei auf den Körper asymmetrisch einwirkenden Kräften wie Distraction, Kompression und Scherkräften im Sport z.B. zu den juvenilen Osteochondrosen (5, 29, 36, 42, 45, 63). Diese werden nach *Seegesser et al.* (59) als Ermüdungsfrakturen oder subchondrale Stressfrakturen

sen, 39 % Keilwirbel, 9 % Einbrüche, 69 % Grundplatten-, 64 % Deckplattenunruhen und 71 % Impressionen gesehen wurden. Am dorsalen Pfeiler bestanden bei 3 % ein Prolaps, in 23 % eine Pseudoretrolisthesis, 11 % Spondylolisthesen, 18 % Elongationen aber keine Spondylolyse. *Recknagel und Witte* konnten in einer experimentellen Arbeit (51) zeigen, dass es bei der Landung nach Sprüngen, begünstigt durch eine falsche Technik, nicht zu einem Ausgleich durch die physiologischen Krümmungen kommt, sondern hier Spondylolysen impliziert werden. Entsprechend besteht die Forderung, das Training (System- und Umfeld) zu modifizieren und darüber hinaus Wettkampffalter, -art und -häufigkeit zu verändern (38).

Tabelle 6: Risikofaktoren für die Belastungsschäden im Kindes- und Jugendalter (mod. nach Micheli und Klein, 1991)

- das Wachstum (Differenz biologisches Alter bis 5 Jahre)
- Trainingsfehler (abrupte Änderung, Umfang, Intensität, Flexibilität, Motivation)
- Muskeldysbalancen (Gelenkstabilität)
- anatomische Formfehler (Beinlängen, Rotation, Achsdeformität, Hand- und Fußdeformitäten)
- Ausrüstung
- sportspezifische Umwelt (Regelwerk)
- Ernährung
- Umwelt (25 - 40 (!) Std. Fernsehen und PC pro Woche)
- Erkrankungen
- psychologische Faktoren
- Früher Beginn, frühe Spezialisierung, individuelle sportmotorische Fähigkeiten, Sportarten (Trendsport) sowie Motivation und Beanspruchung bei Überforderungen (15).

gewertet (23, 26, 54, 68). Die häufigsten Lokalisationen sind am Femur, Talus und an der Tibia. Daneben finden sich Überlastungsschäden an Sehnenansätzen entsprechend dem Morbus Osgood-Schlatter und Morbus Sinding-Larsen-Johansson, die beim Erwachsenen als Patellaspitzensyndrom imponieren. Oft sind diese durch Sprungbelastungen in den Ballsportarten, Leichtathletik, Ski, Reiten und Tanz verursacht. Die „Apophyseopathie“ am Calcaneus (Morbus Sever) sowie der Morbus Köhler I werden überwiegend durch Laufen, Springen, Aerobic, Fußball, Rugby und Tanzen verursacht, während der Morbus Köhler II und die Osteochondrose des Sesambeins am Metatarsale I durch Tanzen und Kampfsport bedingt sind (67). Morbus Scheuermann, Spondylolysen und Spondylolisthesen werden dem Kraftsport, Turnen, Schwimmen, Rugby, Turmspringen, Speerwerfen und Rudern zugeordnet (47).

Allgemein bekannt ist, dass das Wettkampfturnen als Leistungssport Auswirkungen auf die Wirbelsäule haben kann. Während *Pollähne et al.* (50) bei 192 Weltklasseturnern noch 22 % Wirbelkörper-Aufbaustörungen, 18 % Deckplatteneinbrüche und 4 % Spondylolysen und -listhesen sah und *Groh* (19) an Geräteturnern und Ruderern in über 30 % einen Morbus Scheuermann beobachtete, zeigten sich in einer prospektiven Studie durch *Lohrer* (38) bei 132 Kaderturnerinnen nur bei 17 % Rückenschmerzen und bei 40 % klinische Befunde (Federungs- und Reklinationstest). Bei radiologischen Untersuchungen von 66 dieser Athleten waren 21 % unauffällig, während im verbleibenden Kollektiv bei 21 % Skolio-

Aber auch in anderen Sportarten wie sogar beim Schwimmen wurden Auffälligkeiten im Bereich der Wirbelsäule wie Wirbelkörperaufbaustörungen (30 %), Spondylolysen (3 %) und Osteochondrosen (1 %) beschrieben (66).

Durch die extremen Belastungen im Leistungssport kommt es auch zu Veränderungen des Wachstums: So waren bei Kunstturnern/innen mit einem Trainingsumfang von mehr als 18 Stunden pro Woche über mehr als 2,5 Jahre bei 83 % Radiusepiphysenverletzungen mit asymmetrischen Wachstumsstörungen beobachtet worden sowie eine Reduzierung des Knochenalters um 2 Jahre (73 % männlich, 78 % weiblich) (1, 36). Es kam zu einer Pubertas tarda mit vermindertem Wachstum und einer verminderten Endgröße (62). Bei Schwimmern, die auch mehr als 8 Stunden pro Tag trainierten, sind solche Fälle nicht bekannt (62). *Mafulli* (39) und *Dalton* (9) sowie *Micheli et al.* (44) sehen als Ursache der Wachstumsstörungen im Leistungssport Dauer und Intensität des Trainings, wiederholte Mikrotraumata und hormonellen Veränderungen. Entsprechend drohen als Gefahren des Leistungssportes im Kindes- und Jugendalter nach *Franck und Olangier* (15) nicht nur traumabedingte Wachstumsstörungen und komplexe Störungen des muskuloskeletären Systems, sondern auch Beeinträchtigungen des weiblichen Zyklus, eine veränderte soziale und psychosoziale Entwicklung und in manchen Fällen auch medikamentöse Nebenwirkungen. Dieses wird besonders in den Bereichen Kunstturnen, rhythmische Sportgymnastik, Eislauf, Ballett und Langstreckenlauf beobachtet.

Einseitige und hohe Belastungsformen sind besonders im Kinder- und Jugendsport zu vermeiden. *Klunder et al.* (33) sowie *Seegesser et al.* (59) fanden, dass im Rahmen einer Überkompensation der physiologischen Antetorsion der Hüfte durch den Fußball bei Kindern und Jugendlichen häufig eine Retrotorsion entsteht, die als „Tilt deformity“ (46) vor allem bei Aktiven signifikant häufiger war. Sie beschreiben dieses sportbedingte Phänomen als eine schleichende Epiphyseolysis capitis femoris und fanden im Verlauf signifikant häufiger Coxarthrosen. Ursächlich wird die verzögerte und verlängerte Abgabe von STH und Androgenen bei ansteigender Muskelkraft und geringerer Epiphysen- und Apophysenfestigkeit angesehen, die zu einer latenten Epiphyseolysis capitis femoris führt (45). Typisch dafür sind auch die massiv aufgelockerten Wachstumszonen, wie sie sich auch an den Apophysen der Wirbelsäule im Sinne von

Aufbaustörungen zeigen (29, 59).

Häufiger als bei Erwachsenen zeigen sich zunehmend auch Ermüdungsfrakturen (23). Ursächlich liegen hier das Laufen (24 %), Basketball (13 %), Turnen (21 %), Eislaufen (15 %) und Fußball (9 %) zugrunde (52, 55, 68).

Die häufigsten Lokalisationen sind:

- Tibia (48 %)
- Fibula (28 %)
- Wirbelsäule (15 %)
- Fuß (8 %)
- Femur (3 %).

Prävention und Schulsport

Entsprechend ist für den kindlichen Leistungssport von Seiten der Sportmedizin eine Prävention im Sinne des frühzeitigen Erkennens von Überlastungen in Training und Wettkampf zu fordern, indem ein gesetzlicher Schutz wie im Jugendarbeitsschutzgesetz für den jugendlichen Sportler bestehen sollte, festgestellt und kontrolliert durch eine Ethikkommission (zusammengesetzt aus den Sportärzten, Psychologen und Eltern) (15).

Die Prävention der Sportverletzungen, Verletzungsfolgen und Überlastungsschäden im Kindes- und Jugendalter kann durch eine sportärztliche Untersuchung (allgemeine und orthopädische Untersuchung), Beratung, Talentfindung, Förderung und Überwachung erfolgen. Hier sollte vor allen Dingen auf eine „Prähabilitation“ im Sinne der Stabilisierung der Wirbelsäule, der Füße und der Schultern geachtet werden (27,43). Ein adaptiertes Training, das den gesamten Bewegungsapparat fördert, sollte 2- bis 3-mal pro Woche durchgeführt werden. Neben den sportartspezifischen Trainingsinhalten sollten auch Schwerpunkte in Bezug auf Aufwärmen, Stretching und „cool-down“ gelegt werden. Proktoren sollten in jedem Fall insbesondere auch in den Trendsportarten Anwendung finden (25, 27, 43, 56). Insgesamt sollten die Maximalbelastungen und die Anzahl der Wettkämpfe dem Alter, der Leistungsbereitschaft und dem Leistungsniveau entsprechen. Dies beinhaltet auch ein individuell adaptiertes Regelwerk mit adaptiertem Sportgerät bei ausreichenden Regenerationszeiten (60).

Neben diesen Risiken und Gefahren eines übertriebenen Leistungssports im Kindes- und Jugendalter sollte aber auch in diesem Alter schon auf die Bedeutung des regelmäßigen Sporttreibens aus gesundheitlichen Gründen hingewiesen und geachtet werden. Im Freizeit-, Breiten- und Schulsport sollte, wenn möglich, von ärztlicher Seite kein generelles Sport- bzw. Schulsportverbot erlassen werden, denn heute zeigen sich in Folge von Bewegungsmangel bereits bei Schulanfängern schon in 40 % orthopädische Befunde und 15 % Fehlhaltungen (12). Diese waren ansteigend bei Jugendlichen, wo bis zu 65 % Haltungsfehler und 44 % Muskelverkürzungen zu finden waren (3, 64). Demzufolge sollten hier die sportlichen Aktivitäten im Schulsport über die bisher vorhandenen 3 Stunden/Woche hinaus angehoben werden. Diese Forderungen nach der täglichen Schulsportstunde besteht bereits seit mehr als 100 Jahren! Nach Verlet-

zungen aber auch infolge von Übergewicht und Koordinationsstörungen sollte daher keine vollständige Freistellung vom Schulsport erfolgen. Vielmehr fördern „erlaubte Aktivitäten das Selbstvertrauen und bestärken die Aktivitäten in der Freizeit und im Verein“ (Jüngst, 30). Entsprechend sollte das Gutachten zur Freistellung im Schulsport möglichst eine Teilfreistellung beinhalten - mit der spezifischen Einschränkung, dem Typ, der Belastungsform und -intensität (30). Es sollte Restaktivitäten und die zeitliche Begrenzung festlegen und ggf. die Notengebung unterbinden (30). Ein Sportförderunterricht ist in jedem Fall anzustreben, da auch nach eigenen Untersuchungen hierdurch koordinations-, bewegungsschwache und übergewichtige Kinder zur altersspezifischen Bewegung, ggf. auch lebenslang, gebracht werden können.

Literatur

- 1 Auberger T, Zenny JC, Duvallet A, Godefroy D, Horreard P, Chevrot A: Bone maturation and osteoarticular lesions in top level sportsmen. Apropos of 105 cases. *J Radiol* 65 (1984) 555-561
- 2 Backx JFG, Wietze BME, Kemper ABA, Verbeek AIM: Sports injuries in school-aged children. *Am J Sports Med* 17 (1989) 234-240
- 3 Betz M, Schiffler E, Klimt F: Muskelfunktionsstörungen im Kindesalter. *Prakt Sporttraumatol Sportmed* 9 (1993) 2-5
- 4 Blitzer CM, Johnson RJ, Ettliger CF, Aggeborn K: Downhill skiing injuries in children. *Am J Sportsmed* 12 (1984) 142-147
- 5 Cahill B: Treatment of juvenile osteochondritis dissecans and osteochondritis dissecans of the knee. *Clin Sports Med* 4 (1985) 367-384
- 6 Chambers RB: Orthopaedic injuries in athletes (ages 6 to 17). *Am J Sports Med* 7 (1979) 195-197
- 7 Cotta H, Sommer HM: Die Belastbarkeit und Trainierbarkeit der Haltungs- und Bewegungsorgane in den verschiedenen Alters- und Entwicklungsstufen. In: Prokop, L. (Hrsg.): *Kinder-Sportmedizin*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart - New York, 1986, 5-9
- 8 Crasselt W: Die somatische Entwicklung im Alter von 7 bis 18 Jahren unter dem Aspekt geschlechtsspezifischer Besonderheiten. In: Dirix A, Knüttgen HG, Tittel K: *Olympia-Buch der Sportmedizin*. Deutscher Ärzte-Verlag, Köln, 1989, 245-256
- 9 Dalton SE: Overuse injuries in adolescent athletes. *Sports Med* 13 (1992) 58-70
- 10 Danner T, Klecker N, Riedel H, Bernett P: Verletzungen beim Kinderskilauf und Möglichkeiten der Prophylaxe. *Prakt Sporttraumatol Sportmed* 8 (1992) 34-38
- 11 Danner T, Gaulrapp H: Verletzungen beim Kinderfußball. *Prakt Sporttraumatol Sportmed* 9 (1993) 42-51
- 12 de Marées H: *Sportphysiologie*. Tropon 6. Aufl., 1989, 334-367
- 13 Demeter A: *Sport im Wachstums- und Entwicklungsalter*. Barth, Leipzig 1981
- 14 Forst R, Forst J: Importance of lower limb surgery in Duchene muscular dystrophy. *Arch Orthop Trauma Surg* 114 (1995) 106-11
- 15 Franck A, Olagnier H: Consentement et dépendance pour l'adolescent sportif de haut niveau. *Medecine et hygiène* 2125 (1996) 1393-1396
- 16 Franke K: *Traumatologie des Sports*. Thieme Verlag, Stuttgart New York, 1980
- 17 Gaulrapp H: Sportverletzungen bei Kindern und Jugendlichen. *Sportorthopädie - Sporttraumatologie* 13 (1997) 137-147
- 18 Gerrard DF: Overuse injury and growing bones: the young athlete at risk. *Br J Sp Med* 27 (1993) 14-18
- 19 Groh H: Wirbelsäulenschäden beim Leistungssport. *Sportarzt Sportmed* 10 (1991) 221-226
- 20 Havranek P, Lizler J: Magnetic Resonance Imaging in the Evaluation of Partial Growth Arrest After Physeal Injuries in Children *J Bone Jt Surg* 73A (1991) 1234-1241
- 21 Hefti F: *Kinderorthopädie in der Praxis*. Springer Verlag, Berlin - Heidelberg - New York, 1994, 52, 539
- 22 Heller DR, Routley V, Chambers S: Rollerblading injuries in young people.

Übersichten Sportschäden im Kindes- und Jugendalter

- J Pediatr Child Health 32 (1996) 35-38
- 23 *Hulkko A, Orava S*: Stress fractures in athletes. *Int J Sports Med* 8 (1987) 221
- 24 *Hyndman JC*: The growing athlete. In: Harries M, Williams C, Stanish W, Micheli LJ. *Oxford Textbook of Sports Medicine*. University Press Oxford, New York, 2nd ed, 1998, 727-741
- 25 *Illingworth C*: Injuries to children riding BMX bikes. *Br Med J* 289 (1985) 956-957
- 26 *Jackson DW, Silvino N, Reiman P*: Osteochondritis in the female gymnast's elbow. *Arthroscopy* 5 (1989) 129-136
- 27 *Jerosch J, Heidjan J, Thorwesten L*: Inline-Skating: Hohes Verletzungsrisiko minimieren! *TW Sport u Med* 9 (1997) 118-123
- 28 *Jonasch E, Bertel E*: Verletzungen bei Kindern bis zu 14 Jahren. *Hefte Unfallheilkd* 150 (1981) 32-42
- 29 *Jucker A*: Spätschäden am Hüftgelenk beim Leistungssport. *Radiologe* 30 (1990) 497-500
- 30 *Jüngst B-K*: Ewiges Thema - Freistellung vom Schulsport. *Der Kinderarzt* 26 (1995) 1172-1177
- 31 *Kirchhübel H, Refior HJ*: Die fibuläre Bandläsion im Kindesalter. *Prakt Sporttraumatol Sportmed* 4 (1990) 23-26
- 32 *Klimt F*: Sportmedizin im Kindes- und Jugendalter. Thieme Verlag, Stuttgart, New York (1992)
- 33 *Klunder KB, Rud B, Hausen J*: Osteoarthritis of hip and knee joint in retired football players. *Acta Orthop Scand* 51 (1980) 925
- 34 *Kvist M, Kujala UM, Heinonen OJ, Vuori IV, Aho AJ, Pajulo O, Hintsala A, Parvinen T*: Sports-Related Injuries in Children. *Int J Sports Med* 10 (1989) 81-86
- 35 *von Laer L*: Frakturen und Luxationen im Wachstumsalter. Thieme, Stuttgart, New York (1996) 2-18, 31-33, 320-333, 361-370
- 36 *Landry GL*: Current review of sports medicine. In: Johnson RJ, Lombardo J (eds) *The Young Athlete*. Lippincott, Hagerstown (1995) 286
- 37 *Lauterburg MT, Segantini*: Posttraumatische Kniegelenksarthroskopien beim Kind und Jugendlichen. *Schw Z Sportmed Sporttraum* 3: (1994) 25-34
- 38 *Lohrer H*: Gesteigerte Gefahr einer Wirbelsäulenschädigung bei Hochleistungsturnerinnen im Verlauf des pubertären Wachstumsschubes? *WMW* 10;148 (1998) 235-238
- 39 *Mafulli N*: The growing child in sport. *Br Med Bull* 48 (1992) 561-568
- 40 *Maier W*: Die Entwicklung im Kindes- und Jugendalter und die Konsequenzen für das Fußballtraining. *Leistungsfußball* 12: (1979) 17-20
- 41 *Matussek J, Mellerowicz H*: Heutiger Stellenwert der Kniegelenksarthroskopie im Kindes- und Jugendalter. *Arthroscopie* 11 (1998) 16-21
- 42 *Mellerowicz H, Kefenbaum A, Ahmadi A*: Epi- und Apophysenverletzungen der Tuberositas tibiae bei jugendlichen Sportlern. In: Bernett P, Jeschke A Hrsg.: *Sport und Medizin - Pro und Contra*. Zuckschwerdt Verlag München (1990) 371-373
- 43 *Micheli LJ, Klein JD*: Sports injuries in children and adolescents. *Br J Sp Med* 25 (1991) 6-9
- 44 *Micheli L, Griffin LY (ed)*: Sports Medicine. Rosemont IL. American Academy of Orthopaedic Surgeons. 29. *Pediatric Adolesc Sports Med* (1994) 349-360
- 45 *Morscher E*: Festigkeit und Morphologie des Wachstumsknorpels unter hormonalen Einflüssen der Pubertät. *Fortschr Med* 85 (1967) 791-795
- 46 *Murray RO, Duncan C*: Athletic activity in adolescence as an etiological factor in degenerative hip disease. *J Bone Joint Surg (Br)* 53 (1971) 406-419
- 47 *Niethard FU, Pfeil J, Weber M*: Ätiologie und Pathogenese der spondylolytischen Spondylolisthese. *Orthopäde* 26 (1997) 750-754
- 48 *Paar O, Glas B*: Schulsport-Unfälle. Eine Analyse an allgemeinbildenden Schulen in München in den Jahren 1984 und 1985. *MMW* 131 (1989) 550-552
- 49 *Pickenhein L, Neumann G, Scgarschmidt F*: Sportmedizin. Verlag Hans Huber, Berggöttingen - Seattle - Toronto (1993)
- 50 *Pollähne W, Teichmüller HJ, Ahrendt E*: Wirbelsäulenschäden bei Leistungssporttreibenden Kindern aus radiologischer Sicht. In: Bernett P, Jeschke D (Hrsg) *Sport und Medizin*. Pro und Contra. Zuckschwerdt, München, 1991, 363-366
- 51 *Recknagel S, Witte H*: Landung nach Sprüngen - falsche Technik begünstigt die Spondylolyse. *Z Orthop* 134 (1996) 214-219
- 52 *Renström P, Roux C*: Risiken des Kindes- und Jugendsportes. In: Knittgen HG, Tittel K (Hrsg) *Olympia Buch der Sportmedizin*. Dtsch Ärzte Verlag Köln, 1989, 390-404
- 53 *Rost R*: Sportmedizinische Aspekte bei Kindern und Jugendlichen. *Z ärztl Fortbild Quallsich (ZaAeFQ)* 92 (1998) 85-91
- 54 *Ryu RKN, Fan RSP*: Adolescent and pediatric sports injuries. *Ped Clin North Am* 45 (1998) 1601-1635
- 55 *Saperstein AL, Nicholas SJ*: Pediatric and adolescent sports medicine. *Ped Clin North Am* 43 (1996) 1013-1033
- 56 *Schieber RA, Branche-Dorsey CM, Ryan GW*: Comparison of in-line skating injuries with rollerskating and skateboarding injuries. *JAMA* 271: (1994) 1856-1858
- 57 *Schmidt B, Höllwarth ME*: Sportunfälle im Kindes- und Jugendalter. *Z Kinderchir* 44 (1989) 357-362
- 58 *Schulz K, Barthel M, Halsband H*: Kindliche Reitsportunfälle. *Sportorthopädie - Sporttraumatologie*. Abstracts 14. Dtsch.-Österr.-Schweizer Kongress für Sportorthopädie und Sporttraumatologie W. Zuckschwerdt Verlag, München, New York, 1999, 13
- 59 *Segesser B, Morscher E, Goesele A*: Störungen der Wachstumsfugen durch sportliche Überbelastung. *Orthopäde* 24 (1995) 446-456
- 60 *Siewers M*: Verletzungsprofil im Schulsport. *Sportver Sportschad* 12 (1998) 31-35
- 61 *Stanitski CL, DeLee JC, Drez D jr*: Pediatric and adolescent sports medicine. Vol 3. WB Saunders, Philadelphia, 1994
- 62 *Theintz G, Howald H, Weiss U et al.*: Evidence for a reduction of growth potential in adolescent female gymnasts. *J Pediatr* 122 (1993) 306-313
- 63 *Theintz G*: L'enfant, la coissance et le sport de haut niveau. *Schweiz Z Sportmed Sporttrauma* 3: (1994) 7-15
- 64 *Weineck J*: Sportbiologie. perimed Erlangen, 4. Aufl (1994) 257-277
- 65 *Weineck J*: Optimales Training. perimed Erlangen, 7. Aufl (1990) 257-277
- 66 *Wiebke D, Hawe W, Bernett P*: Wirbelsäulenebefunde bei jugendlichen Schwimmern im Leistungssport. *Prakt Sporttraumatol Sportmed* 8: (1992) 130-139
- 67 *Wülker N, Wirth CJ*: The great toe sesamoids. *Foot and Ankle Surgery* 2 (1996) 167-174
- 68 *Yngve DA*: Stress fractures in the pediatric athlete. In: Sullivan JA, Grana WA (eds): *The Pediatric Athlete*. Am Acad Orthopaedic Surg, Park Ridge, 1990.

Anschrift der Verfasser:

Priv.-Doz. Dr. med. H. Mellerowicz,

Oberarzt, Orthopädische Klinik und Poliklinik
der Freien Universität Berlin im Oskar-Helene-Heim,
Clayallee 229, 14195 Berlin

Tel.: 030/81004-255 Fax: 030/81004-256 1