

H. Schmitt, C. Carstens

Sportliche Belastungsfähigkeit bei orthopädischen Deformitäten der Wirbelsäule im Kindesalter

Physical limits of deformities of the spine in children

Stiftung Orthopädische Universitätsklinik Heidelberg

Zusammenfassung

Deformitäten der Wirbelsäule im Kindesalter können die sportliche Belastbarkeit reduzieren. Die Empfehlungen sportlicher Aktivitäten richten sich nach dem Ausmaß der Verbiegung sowie dem noch zu erwartenden Wachstum. Auch Kindern mit Skoliosen von mehr als 20° nach Cobb wird zu Sport geraten, da bislang kein Nachweis erbracht wurde, dass bestimmte Sportarten bei vorhandener Skoliose zu einer Zunahme der Verkrümmung führen. Empfehlungen nach Operationen richten sich nach der Länge der Spondylodese und müssen individuell gegeben werden. Körperliche Aktivität scheint eine Auswirkung auf den Kyphosekrümmungsgrad der Wirbelsäule zu haben. Bei akuter Beschwerdesymptomatik eines Kindes mit M. Scheuermann besteht vorübergehend keine Sporttauglichkeit, die Sportempfehlungen nach Wachstumsabschluss richten sich nach dem Ausmaß der verbliebenen Veränderungen und der Belastbarkeit der vorderen Anteile. Spondylolysen mit akuter Beschwerdesymptomatik führen zu Sportuntauglichkeit, regelmäßige klinische und radiologische Kontrollen sind erforderlich. Kindern mit bekannten Spondylolysen oder -lythesen sind insbesondere Sportarten mit hyperextendierenden und rotatorischen Krafteinflüssen nicht zu empfehlen. Wissenschaftliche Untersuchungen über den Einfluss von Sport auf das Wachstumsverhalten von Deformitäten der Wirbelsäule gibt es nur sehr wenige, die Empfehlungen basieren im wesentlichen auf Erfahrungswerten.

Schlüsselwörter: Sport, Skoliose, Kyphose, Spondylolyse

Einleitung

Sportliche Aktivitäten können dazu führen, die Leistungsfähigkeit des Menschen sowohl in körperlicher und psychischer als auch sozialer Hinsicht zu steigern. Neben positiven Auswirkungen auf das Herz-Kreislaufsystem wird auch der Bewegungsapparat in vielerlei Hinsicht geschult. Gerade im Kindes- und Jugendalter steht die Verbesserung der koordinativen Qualitäten im Vordergrund. Auch die übrigen motorischen Hauptbeanspruchungsformen Flexibilität, Kraft, Schnelligkeit und Ausdauer zeigen in ihrer Trainierbarkeit alters- und geschlechtsspezifische Unterschiede und können ausgebaut werden. Dass neben Vorteilen sportlicher Aktivität auch negative Auswirkungen auftreten können, ist bekannt.

Summary

Spinal deformities can reduce physical resilience. Recommendations are made with regard to the degree of deformity and the expected growth. Children with scoliosis more than 20° (Cobb) should take part in sports, because no studies exist which show that special disciplines increase the deformity of the spine. Recommendations after spinal surgery are made individually with regard to the length of fusions. Physical activity seems to influence the degree of kyphosis. Children with M. Scheuermann and acute backache shouldn't take part in sports, in adulthood recommendations are made with regard to the degree of deformity and the resilience of the anterior parts of the spine. Children with spondylolysis and acute backache are not able to do sports, clinical and radiological checks are required. Children with spondylolysis or spondylolisthesis shouldn't take part in sports with hyperextensive or rotatory loads. There exist only a few scientific examinations about sports and spinal deformities, recommendations essentially base on empirical data.

Key words: sports, scoliosis, kyphosis, spondylolysis

Zum einen ist der Bewegungsapparat durch eine in den verschiedenen Sportarten unterschiedliche Verletzungs- und Unfallgefahr bedroht, zum anderen kann es zum Auftreten von Überlastungsschäden und frühzeitigen Arthrosen kommen.

Bislang nicht geklärt ist die Frage: Wie belastungsfähig ist der kindliche Bewegungsapparat, wenn bereits bei Aufnahme sportlicher Aktivität eine Deformität vorliegt? Daran schließt sich die Frage an: Gibt es bestimmte Sportarten, bei denen damit zu rechnen ist, dass sich Deformitäten verstärken können und frühzeitig Spätschäden resultieren?

Hinweise aus der Literatur und eigene Erfahrungen werden vorgestellt, um bei der sportmedizinischen Betreuung von Kindern mit orthopädischen Deformitäten der Wirbelsäule Empfehlungen geben zu können.

Skoliose

Die Inzidenz der Skoliose als fixierte Seitverbiegung der Wirbelsäule mit begleitender Torsion wird in der Literatur durchschnittlich mit 2 - 3 % angegeben (52). Mädchen sind hierbei etwa viermal so häufig betroffen wie Jungen (25). In ca. 85% der Fälle ist die Ursache unklar, d.h. man spricht von einer "idiopathischen" Skoliose (Abb. 1). Beim Verdacht auf

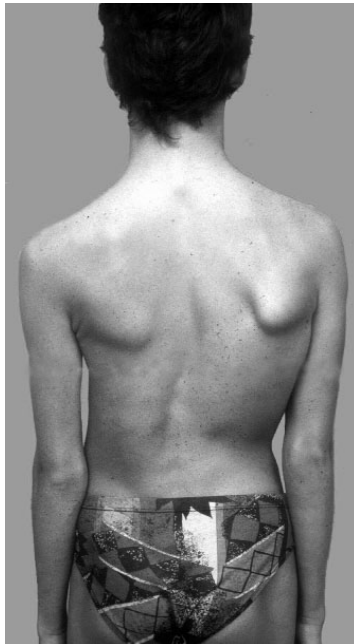


Abbildung 1: idiopathische Skoliose eines 15-jährigen Jungen

angeborene Skoliosen ist nach weiteren Fehlbildungen zu suchen, da die Frage der Sportfähigkeit von deren Vorhandensein oder Fehlen abhängig ist. In die Überlegungen zur Beurteilung der Belastungsfähigkeit der Wirbelsäule muss die Wahrscheinlichkeit der Progredienz mit einbezogen werden. Sie ist abhängig von der Phase der körperlichen Entwicklung (Tanner, Risser u.a.) und dem bestehenden Ausgangswinkel. Untersuchungen von Rogala (33), Lonstein und Carlsson (19), Bunnell (3) und Hopf (14) konnten zeigen, dass ab einem Winkel von 20° (nach Cobb)

die Wahrscheinlichkeit einer raschen Progredienz je nach Alter deutlich gesteigert ist. Unter Berücksichtigung dieser und weiterer Studien hat der Arbeitskreis Skoliose der DGOT 1991

Tabelle 1: Empfehlungen des Arbeitskreises Skoliose (Hopf C. et al. 1991)

Grad der Skoliose	Sportempfehlung
10-20°	<ul style="list-style-type: none"> - alle Sportarten sind möglich - spezielle Empfehlung nicht erforderlich - aktive Schulsportteilnahme wird empfohlen
21-40°	<ul style="list-style-type: none"> - alle Sportarten grundsätzlich möglich (keine Stoßbelastungen der Wirbelsäule) - aktive Schulsportteilnahme wird empfohlen - während der Sportausübung keine Orthese
>41°	<ul style="list-style-type: none"> - Sport wird empfohlen unter Berücksichtigung der Tatsache, dass Rücksicht auf eine eventuelle cardiopulmonale Beeinträchtigung oder andere Risikofaktoren genommen wird - dieselben Empfehlungen wie bei den Skoliosen von 21 - 40°
Operierte Patienten	<ul style="list-style-type: none"> - Generelle Empfehlung ist nicht möglich. Festlegung vom Operateur ein Jahr postoperativ (Art des Instrumentariums, Länge der Spondylodese) - Nicht empfehlenswerte Sportarten: <ul style="list-style-type: none"> Kontaktsportarten Bodenturnen Springreiten Trampolinspringen

Empfehlungen für Patienten mit konservativ und operativ behandelten Skoliosen ausgesprochen (Tab. 1).

Sportliche Aktivitäten werden empfohlen, auch wenn bei Skoliosen über 20° keine Sportarten mit Stoßbelastungen ausgeübt werden sollen. Auch wenn biomechanische Untersuchungen hierzu nicht vorliegen, wird davon ausgegangen, dass z.B. Gewichtheben zu erhöhten "Stoßbelastungen" der Wirbelsäule führt. Untersuchungen an Sportlern konnten in verschiedenen Sportarten Seitenausbiegungen der Wirbelsäule dokumentieren. Die bei Speerwerfern (34), Tennisspielern (45), Turnern (55), Fußballspielern (51) und Tänzern beschriebenen "Skoliosen" der Wirbelsäule waren nur in seltenen Fällen fixiert (50) und wurden mit einem Winkel unter 20° (nach Cobb) beschrieben. Diese "funktionellen Skoliosen" sind durch die sportartspezifische Technik mit Mehrbelastung einer oberen Extremität bedingt, bedürfen natürlich dennoch besonderer Aufmerksamkeit bei sportmedizinischen Untersuchungen.

Besonders beachtet werden müssen Kinder, bei denen bereits eine operative Korrektur der Skoliose durchgeführt wurde. Die Sportempfehlung richtet sich hier nach der Länge der Spondylodesestrecke und der Bedeutung des untersten fusionierten Segmentes. Es ist davon auszugehen, dass die der Spondylodese angrenzenden Segmente biomechanisch verstärkt belastet werden und somit eine erhöhte Gefahr des Auftretens degenerativer Veränderungen und von Spondylolysen besteht (39). Eine generelle Empfehlung bei operierten Kindern ist nicht möglich. Wichtig für die Belastungsfähigkeit der operierten Wirbelsäule ist die Festigkeit der Spondylodese, die vom Operateur ein Jahr postoperativ beurteilt werden sollte (13). Eigene Untersuchungen konnten zeigen, dass operierte Kinder Sportarten wählen, die prinzipiell weniger "wirbelsäulenbelastend" sind (26).

In der sportmedizinischen Betreuung von Kindern mit Skoliosen ist nach Abklärung der Ursache eine regelmäßige fachorthopädische Untersuchung erforderlich. Hierbei sind standardisierte Wirbelsäulenröntgenanzaufnahmen im Stand je nach Alter und Phase der körperlichen Entwicklung halb- oder ganzjährlich durchzuführen, um frühzeitig eine Progredienz der Krümmung zu erkennen und therapieren zu können. Aus Mangel an Beweisen "wirbelsäulenschädigender" Sportarten durch wissenschaftliche Untersuchungen ist ein prinzipielles Verbot einzelner Sportarten nicht gerechtfertigt und muss im Einzelfall entschieden werden. Insbesondere gibt es keine gesicherten Hinweise dafür, dass bei vorbestehender Skoliose bestimmte Sportarten zu einer Zunahme der Ausbiegung führen.

M. Scheuermann

Wie die Skoliose kann auch die Hyperkyphose im Wachstumsalter verschiedene Ursachen haben. Kommt es durch Wachstumsstörungen an den Grund- und Deckplatten der Brust- und Lendenwirbelsäule zu keilförmigen Deformierungen der Wirbelkörper mit der Folge einer pathologischen Kyphosierung der betroffenen Wirbelsäulenabschnitte (H.W. Scheuermann 1921), so spricht man von einem M. Scheuer-

mann. Neben einer keilförmigen Deformierung von mindestens 5° und einem Gesamtausmaß der Kyphose von mehr als 40° (nach *Cobb*) sind das Vorhandensein von Schmorlschen Knötchen, eine Vergrößerung des sagittalen Wirbelkörperdurchmessers und eine Verschmälerung des Zwischenwirbels



Abbildung 2: ausgeprägte lumbale Form des M. Scheuermann bei 13-jährigem Jungen

raumes für die Diagnosestellung erforderlich (Abb. 2). Die Prävalenz liegt bei 1% (22). Das männliche und weibliche Geschlecht sind in etwa zu gleichen Teilen betroffen. Das Ausmaß der Kyphose wird nach *Murray* eingeteilt in: gering bis 65°, mäßig zwischen 65 und 85°, stark oberhalb von 85° (20). Die Ursache ist bislang nicht eindeutig geklärt. Neben einer Störung des Knorpelstoffwechsels scheint auch eine familiäre Disposition von Bedeutung zu sein. Die Tatsache, dass dieses Erkrankungsbild früher als Lehlingsbuckel bezeichnet wurde, da Jugendliche, die in ihrer Wachstumsphase

schwer körperlich arbeiten mussten, vornehmlich hiervon betroffen wurden, legt die Vermutung nahe, dass auch körperliche Aktivität zu den Mitursachen gezählt werden muss. Langzeituntersuchungen über Veränderungen einer vorbestehenden Kyphose bei verschiedenen Sportarten liegen nicht vor. In einer aktuellen Studie (57) an 2270 Kindern konnten die Auswirkungen eines sportlichen Trainings auf den Krümmungsgrad der Wirbelsäule aufgezeigt werden. Es zeigte sich, dass der Kyphosewinkel mit dem Ausmaß der sportlichen Betätigung positiv korreliert, d.h. Kinder, die keinen Sport treiben, weisen die geringste Krümmung auf, sportlich sehr aktive (> 400 Std./Jahr) die größte. Die größten Kyphosewinkel wurden bei Turnern festgestellt, diese lagen jedoch nicht im pathologischen Bereich.

Nach Wachstumsabschluss kann mit einer geringen Kyphoseprogredienz durch Bandscheibendegeneration gerechnet werden. Die klinische Beschwerdesymptomatik bildet sich mit Abschluss des Wachstums meist deutlich zurück (20). Die Langzeitprognose hängt vom Kyphosegrad am Wachstumsabschluss ab. Bei mehr als 70° ist mit zunehmendem Alter mit einer stärkeren Beschwerdesymptomatik zu rechnen, insbesondere am Übergang HWS/BWS und BWS/LWS.

Kaderuntersuchungen konnten zeigen, dass bei einzelnen Sportarten gehäuft Kyphosen und Einschränkungen der Extension im Bereich der Brustwirbelsäule auftreten. Hierzu zählen Gewichtheben und Kunstturnen, Eiskunstlauf, Tram-

polin, Schwimmen, Fechten, Schießen, Kanu, Rudern, Ringen (46) und Radfahren, Sportarten, bei denen Hyperlordosen der Lendenwirbelsäule aufgrund der sportartspezifischen Anforderungen durch Hyperkyphosen der Brustwirbelsäule ausgeglichen werden müssen. In der Regel handelt es sich jedoch um weniger rigide Bewegungseinschränkungen und Kyphosen unter 70°. In vielen Fällen gehen sie mit Verkürzungen verschiedener Muskelgruppen (mm. pectorales, ischiokrurale Muskulatur) einher.

Prinzipiell ist bei Patienten mit floridem M. Scheuermann und akuter Beschwerdesymptomatik vorübergehend die Sporttauglichkeit erheblich eingeschränkt; dies betrifft auch den Schulsport. Eine Röntgenverlaufskontrolle (Wirbelsäule im Stand a.p. und seitlich) sollte bei akuter Beschwerdesymptomatik nach 6 Monaten erfolgen. Nach Abklingen der Beschwerden und entsprechender Therapie (insbesondere rumpfstabilisierende Maßnahmen) kann unter sportorthopädischer Kontrolle zumeist uneingeschränkt der Schulsport, unter Berücksichtigung der sportartspezifischen Anforderungen auch der Vereins- und Leistungssport wiederaufgenommen werden. Die Empfehlungen sportlicher Tätigkeit nach Abschluss des Wachstums richten sich nach den verbliebenen Einschränkungen (geminderte Belastbarkeit der ventralen Anteile) und sind individuell festzulegen.

Ebenso wie bei den Skoliosen gibt es bislang keine gesicherten Hinweise dafür, dass gewisse Sportarten zu einer Zunahme des Kyphosewinkels in pathologische Bereiche hinein führen können.

Spondylolyse und Spondylolisthese

Spaltbildungen der pars interarticularis und in ihrer Folge das Auftreten des Wirbelgleitens kommen in 4 – 7% der Normalbevölkerung vor (8) (Abb. 3). Das Hauptdiagnosealter liegt in der Pubertät, wenn Schmerzen auftreten. In ca. 85% der Fälle ist die pars interarticularis des 5. Lendenwirbelkörpers betroffen (23,38).

Bei Neugeborenen konnte eine Spondylolyse bislang nicht nachgewiesen werden, so dass von einem Entstehungsmechanismus während des Wachstums ausgegangen werden muss. Man unterscheidet neben den im Kindesalter am häufigsten anzutreffenden Formen der isthmischen und dysplastischen Spondylolyse traumatische, degenerative und pathologische Formen (53). Bei Leistungssportlern finden sich im Ver-



Abbildung 3: Spondylolisthese L5/S1 bei 12-jährigem Mädchen

gleich zur Normalbevölkerung gehäuft Spondylolysen und -olisthesen vor allem bei Sportarten, bei denen Hyperextensionsbelastungen mit Rotationen kombiniert sind (32). Bei Leichtathleten (Speerwerfer 40 - 50 % 34, 40, Stabhochspringer 39 %, 47), Gewichthebern (30 %, 17), Turnern (2 - 32 %, 9, 15, 16, 29), Footballspielern (21 %, 42) und auch bei Ringern (30%), alpinen Skiläufern (17%), Judoka (13%), Kanuten (13%), Wasserskiläufern (12%) und Rugbyspielern (12%) fanden sich deutlich häufiger Spondylolysen und -olisthesen (35). Eine weitere Untersuchung an mehr als 3000 Leistungssportlern konnte bei 8% der Athleten eine Spondylolyse feststellen mit Häufung bei Werfern (26%) und Turnern (17%) (43). Als Ursache wird in diesen Fällen eine Stressfraktur infolge eines repetitiven Mikrotraumas (54), das insbesondere durch wiederholte Hyperextensionen, Flexionen und Rotationen der Wirbelsäule hervorgerufen wird, angenommen (1, 10, 24). Biomechanische Untersuchungen konnten bestätigen, dass bei überstreckter Wirbelsäule große Scherbelastungen auf die pars interarticularis wirken, die durch zusätzliche Lateralflexion noch gesteigert werden können (6, 48). Die Ausrichtung der Gelenkfacetten ist hier von Bedeutung (31) und ist als Prädisposition der degenerativen Spondylolisthese zu sehen (2, 5). Auch kann der Nachweis einer knöchernen Heilung (Kallusbildung) bei Spondylolyse als Hinweis auf einen Ermüdungsbruch und somit eine mechanische Ursache gewertet werden.

Beschwerden in Form von unspezifischen Rückenschmerzen treten zunächst bei intensiver körperlicher Belastung auf, später auch unter Alltagsbedingungen. Zeitweilig wird eine Ausstrahlung ins Gesäß angegeben. Als Schmerzursache wird die Instabilität der Segmente verantwortlich gemacht. Bei der klinischen Untersuchung findet sich in der Regel ein paravertebraler Muskelhartspann, die Kinder stehen häufig in einer hyperlordotischen Position, bei höheren Abrutschgraden fällt eine Stufenbildung im Bereich der Dornfortsätze der unteren Lendenwirbelsäule auf. Aufgrund von Verspannungen in der ischiokruralen Muskelgruppe findet sich häufig auch eine Flexionseinschränkung der Hüftgelenke, die bis zur Hüftlendenstrecksteife führen kann. Hyperextension im Einbeinstand kann den Schmerz in vielen Fällen provozieren.

Die Diagnose ist in der Regel röntgenologisch (Lendenwirbelsäule in 2 Ebenen), in Zweifelsfällen auch szintigraphisch zu stellen, da der Defekt röntgenologisch auch mit Schrägaufnahmen nicht in allen Fällen aufgedeckt werden kann (1). Die Spondylolisthese kann in der Seitenaufnahme nach *Meyerding* (*H.W. Meyerding, 1884 - 1969*) in vier Schweregrade eingeteilt werden, ein vollkommenes Abrutschen wird als Spondyloptose bezeichnet.

Die therapeutischen Maßnahmen sind abhängig vom Alter, der Art der sportlichen Aktivität, dem Risiko der Progression und der Beschwerdesymptomatik.

Der überwiegende Teil der Spondylolysen entsteht im Kleinkindesalter, ein kleinerer Teil in der Adoleszenz. Die gehäufte Entwicklung einer Spina bifida occulta als Folge der Instabilität konnte in zahlreichen Untersuchungen beobachtet werden (23), hier insbesondere beim infantilen Typ, der in Studien eher zur Progression neigt (27).

Das höchste Progressionsrisiko einer Spondylolisthese besteht im Alter zwischen 10 und 15 Jahren, wobei hier der dysplastische Typ eine höhere Inzidenz als der isthmische Typ aufweist (58).

Hilfreich bei der Beurteilung einer zu erwartenden Progredienz ist das Ausmaß der Kyphosierung des spondylolisthetischen Bewegungssegmentes nach der von *Boxall* angegebenen Methode. Als weitere radiologische Kriterien können der Gleitprozess in %, der lumbale Index und der sakrale Inklinationwinkel Anwendung finden (21). Kriterien für eine Progredienz sind eine kyphotische Einstellung des Segmentes, eine große Ventralverschiebung und ein kuppelförmiges Sakralplateau. Auch ein später Erwerb der Spondylolyse ist eher günstig zu werten (28).

Inwieweit hierdurch auch nach Beendigung der Leistungssportphase Beschwerden verursacht werden, ist nicht genau bekannt. Viele Spondylolysen und -olisthesen sind asymptomatisch. Das Vorhandensein einer Spondylolyse oder -olisthese führt nicht zwangsläufig im Alter zu Beschwerden (37, 49). In einer Untersuchung von *LaFond* waren von 415 Patienten nur 9% behandlungsbedürftig (18). *Saraste* berichtet darüber, dass nur 13% über wiederholte Rückenbeschwerden klagen (36). *Porter und Hibbert* konnten bei mehr als 2000 Rückenschmerzpatienten keine vermehrte Inzidenz der Spondylolyse feststellen (30).

Auch Langzeitbeobachtungen an Patienten mit Spondylolisthese konnten aufzeigen, dass nur in den wenigsten Fällen dauerhaft Beschwerden vorliegen (41). Bei *Hefti et al.* waren nach 28 Jahren 20 von 32 Patienten völlig beschwerdefrei (11). *Muschik* fand bei einem Beobachtungszeitraum von knapp 5 Jahren bei vorhandener Spondylolisthese bei sportlich Aktiven trotz einer Progredienz des Gleitprozesses von 10,5% keine Beschwerdesymptomatik (21).

Eine eigene Untersuchung an ehemaligen Hochleistungsspeerwerfern konnte zeigen, dass zwar knapp 20 Jahre nach Beendigung der Hochleistungssportphase bei der Hälfte der Athleten eine Spondylolisthese nachzuweisen war, die Beschwerden im Vergleich zur Durchschnittsbevölkerung einer gleichen Altersgruppe eher geringer eingestuft wurden (40). Bekannt ist auch, dass Weltklasseleistungen auch bei Vorhandensein einer Spondylolisthese beschwerdefrei möglich sind. Dennoch ist davor zu warnen, jungen Athleten mit Spondylolyse Sportarten zu empfehlen, bei denen gehäuft mit einem Auftreten zu rechnen ist (7). Immerhin sind auch Fälle bekannt, bei denen es zu neurologischen Defiziten kam, die teilweise auch operativ behandelt werden mussten. Nach *Saraste et al.* (37) besteht ein erhöhtes Risiko für spätere lumbale Beschwerden bei Vorhandensein einer Spondylolisthese von mehr als 10 mm, bei einem niedrigen lumbalen Index (eine zunehmende Trapezform des 5. Lendenwirbelskörpers mit Erniedrigung der Hinterkante), bei einer verstärkten lumbalen Lordose (2), bei einer Spondylolyse L4 und bei einem frühen Beginn der Symptome.

Für die Beurteilung einer Sporttauglichkeit bei jungen Athleten leitet sich als Empfehlung ab, dass bei bekannter einseitiger Spondylolyse ohne klinische Symptomatik eine klinische und röntgenologische Kontrolle ein Jahr nach Dia-

gnosestellung durchgeführt werden sollte. Bei einseitiger Spondylolyse mit klinischer Symptomatik wie auch bei beidseitiger Spondylolyse und -olisthese ohne und mit klinischer Symptomatik sollte eine klinische und röntgenologische Kontrolle nach sechs Monaten erfolgen. Eine Sporttauglichkeit ist in dieser Phase nicht uneingeschränkt auszusprechen. Hyperextendierende Belastungen mit und ohne Rotation sollten vermieden werden. Diese Empfehlungen setzen voraus, dass auch bei jungen asymptomatischen Kaderathleten bei erstmaliger sportärztlicher Untersuchung in folgenden Sportarten eine Röntgenuntersuchung veranlasst werden kann: Eiskunstlauf, Gewichtheben, Judo, Kanu, Karate, Ballett und Tanz, Kunstturnen, Hürdenlauf, Stabhochsprung, Speerwurf, Rhythmische Sportgymnastik, Ringen, Rudern, Delphin-Schwimmen, Trampolinturnen, Wasserspringen.

Hier muss berücksichtigt werden, dass eine Entscheidung über die Durchführung von Röntgenaufnahmen in Absprache mit Athlet, Eltern und Trainer erfolgen sollte, hierbei alle Beteiligten durch den sportärztlichen Betreuer über die Problematik aufgeklärt werden sollten.

Die Behandlung von jungen Athleten mit Spondylolisthesen unter 50% Gleitprozess wird kontrovers diskutiert. Die meisten Autoren empfehlen bei asymptomatischen Gleitprozessen bis 30% klinische und radiologische Kontrollen ohne Einschränkung der sportlichen Aktivität. Bei geringen Beschwerden werden konservative Therapiemaßnahmen empfohlen, hier insbesondere rumpfstabilisierende antilordosierende Übungen in Verbindung mit physikalischen Maßnahmen und vorübergehender Reduktion der sportlichen Aktivität. Bei Persistenz der Beschwerden wird auch die Verwendung eines elastischen Stützkorsetts über 3 bis 6 Monate empfohlen (4). Sehr uneinheitlich sind die Empfehlungen bei Spondylolisthesen mit Gleitprozessen zwischen 30 und 50%. Auch bei asymptomatischen Patienten werden operative Maßnahmen (4, 38) empfohlen, wohingegen andere Autoren selbst bei klinischer Beschwerdesymptomatik ein konservatives Vorgehen vorschlagen (44). Die Indikation zum operativen Vorgehen sollte im Kindes- und Jugendalter bei konservativ therapieresistenten Beschwerden, beim Auftreten neurologischer Ausfälle und bei stark progredientem Gleitvorgang gestellt werden (12, 56). Auch bei Gleitprozessen über 50% ist bei zu erwartender Zunahme ein operatives Vorgehen zu empfehlen (38).

Betont werden sollte abschließend, dass es sich bei den oben aufgeführten Inhalten zur Beurteilung einer Sporttauglichkeit und zum Sportverhalten beim Vorhandensein orthopädischer Deformitäten um Empfehlungen handelt, die auf Erfahrungen beruhen und in nur wenigen Fällen wissenschaftlich gesichert sind. Studien, insbesondere Langzeitbeobachtungen liegen nur in sehr geringer Anzahl vor. Der sportmedizinische und hier vor allem der sportorthopädische Betreuer sollte in erster Linie die Athleten und das Umfeld aufklären und Empfehlungen aussprechen, im Bemühen, das Auftreten schwerwiegender Spätschäden möglichst zu vermeiden und den Kindern und Jugendlichen die Freude am Sport und die positiven Seiten des Sports zu erhalten.

Literatur

1. Amato M, Totty WG, Gilula LA: Spondylolysis of the lumbar spine: Demonstration of defects and laminal fragmentation. *Radiology* 153 (1984) 627
2. Berlemann U, Jeszenszky DJ, Bühler DW, Harms J: The role of lumbar lordosis, vertebral end plate inclination, disc height, and facet orientation in degenerative spondylolisthesis. *J Spinal Disord* 12 (1999) 68 – 73
3. Bradford DS: Spondylolysis and spondylolisthesis in children and adolescents. Current concepts in management. In: Bradford DS, Hensinger RM (eds): *The pediatric spine*. Thieme, Stuttgart New York, 1985
4. Bunnell WP: The natural history of idiopathic scoliosis. *Clin Orthop* 229 (1988) 20
5. Cinotti G, Postacchini F, Fassari F, Urso S: Predisposing factors in degenerative spondylolisthesis. *Int Orthopaedics* 21 (1997) 337 – 342
6. Cyron BM, Hutton WC: The fatigue strength of the lumbar vertebrae in spondylolysis. *J Bone Joint Surg* 60B (1984) 234 – 238
7. Engelhardt M, Reuter I, Freiwald J, Bohme T, Halbsguth A: Spondylolyse und Spondylolisthesis und Sport. *Orthopäde* 26 (1997) 755 – 759
8. Fredrickson BE, Baker D, Mcholic HA, Yuan JP, Lublicky JP: The natural history of spondylolysis and spondylolisthesis. *J. Bone Joint Surg* 66-A (1984) 699 – 707
9. Goldstein JD, Berger PE, Windler GE, Jackson DW: Spine injuries in gymnasts and swimmers – an epidemiologic evaluation. *Am J Sports Med* 19 (1991) 463 – 468
10. Green TP, Allvey JC, Adams MA: Spondylolysis. Bending of the inferior articular processes of lumbar vertebrae during simulated spinal movements. *Spine* 19 (1994) 2683 – 2691
11. Hefti F, Brunazzi M, Morscher E: Spontanverlauf bei Spondylolyse und Spondylolisthesis. *Orthopäde* 23 (1994) 220 – 227
12. Hensinger RN: Current concepts review. Spondylolysis and spondylolisthesis in children and adolescents. *J Bone Joint Surg (Am)* 71 (1989) 1098 – 1107
13. Hopf C, Felske-Adler C, Heine J: Empfehlungen zur sportlichen Betätigung von Patienten mit idiopathischen Skoliosen. *Z Orthop* 129 (1991) 204 – 207
14. Hopf C, Sandt U, Heine J: Die Progredienz unbehandelter idiopathischer Skoliosen im Röntgenbild. *RöFo* 151 (1989) 311
15. Jackson DW, Wiltsse LL, Cirincione RJ: Spondylolysis in the female gymnast. *Clin. Orthop.* 117 (1976) 68 – 73
16. Koneermann W, Sell S: Die Wirbelsäule – Eine Problemzone im Kunstturn- hochleistungssport. *Sportverletz-Sportschaden* 6 (1992) 156 – 160
17. Kotani PT, Ichikawa N, Wakabayashi W, Yoshii T, Koshimune M: Studies of spondylolysis found among weightlifters. *Br J Sports Med* 6 (1971) 4 – 12
18. La Fond G: Surgical treatment of spondylolisthesis. *Clin Orthop* 22 (1962) 175
19. Lonstein JE, Carlsson: The prediction of curve progression in untreated idiopathic scoliosis during growth. *J Bone Joint Surg* 66-A (1984) 1061
20. Murray PM, Weinstein SJ, Spratt KF: The natural history and long-term follow-up of Scheuermann Kyphosis. *J Bone Joint Surg* 75- A (1993) 236 – 248
21. Muschik M, Hähnel H, Robinson PN, Perka C, Muschik C: Competitive sports and the progression of spondylolisthesis. *J. Pediatr. Orthop.* 16 (1996) 364 – 369
22. Niethard FU: *Kinderorthopädie – Stuttgart, New York; Thieme, 1997, 180 – 182*
23. Niethard, FU, Pfeil J, Weber M: Ätiologie und Pathogenese der spondylolytischen Spondylolisthese. *Orthopäde* 26 (1997) 750 – 754
24. O'Neill DB, Micheli LJ: Post-operative radiographic evidence for fatigue fracture as the etiology of spondylolysis. *Am J Sports Med* 17 (1989) 196
25. Omey ML, Micheli LJ, Gerbino PG 2nd: Idiopathic scoliosis and spondylolysis in the female athlete. Tips for treatment. *Clin Orthop* 372 (2000) 74 – 84
26. Parsch D, Gärtner V, Brocai D, Carstens C, Schmitt H: Sports activity of patients with idiopathic scoliosis at long-term follow-up. *Clin J Sport Med* (in press)
27. Pfeil J, Niethard FU: Die Prognose der Spondylolisthese im Kindesalter. *Orthop Praxis* 21 (1985) 214 – 218
28. Pfeil J, Niethard FU, Cotta H: Die Pathogenese kindlicher Spondylolisthesen. *Z Orthop* 125 (1987) 526 – 533
29. Pollähne W: Ergebnisse der Wirbelsäulenlängsschnittauswertungen bei

- Hochleistungsturnern und Hochleistungsschwimmern aus radiologischer Sicht. Dtsch Z Sportmed 42 (1991) 292 - 306
30. Porter RW, Hibbert CS: Symptoms associated with lysis of the pars interarticularis. Spine 9 (1984) 755 - 758
 31. Recknagel S, Witte H: Landung nach Sprüngen - falsche technik begünstigt die Spondylolyse. Z Orthop Ihre Grenzgeb. 134(3) (1996) 214 - 218
 32. Riel KA, Bernett P: Spondylolyse und Spondylolisthesis im Sport. Dtsch Z Sportmed. 42 (1991) 12 - 16
 33. Rogala EJ, Drummond DS, Gurr J: Scoliosis incidence and natural history. J Bone Joint Surg 60-A (1978) 173
 34. Rompe G, Dreyer J: Wirbelsäulenschäden bei Speerwerfern. Z Orthop 110 (1972) 745 - 746
 35. Rossi F, Dragoni S: Lumbar spondylolysis: occurrence in competitive athletes. J Sports Med Phys Fit 30 (1990) 450 - 452
 36. Saraste H: Long-term clinical and radiological follow-up of spondylolysis and spondylolisthesis. J Pediatr Orthop 7 (1987) 631 - 638
 37. Saraste H, Nilsson B, Brostrom LA, Aparisi T: Relationship between radiological and clinical variables in spondylolysis. Int Orthop 8 (1984) 163 - 174
 38. Schlenzka D: Die Spondylolisthesis im Kindes- und Jugendalter. Orthopäde 26 (1997) 760 - 768
 39. Schloz M, v. Stempel A, Gossé F: Skolioseoperationen und sportliche Aktivität - ein Widerspruch? Orthop. Praxis 8 (1993) 544 - 546
 40. Schmitt H, Brocai DRC, Carstens C: Long-term review of the lumbar spine in javelin throwers. J Bone Joint Surg (Br) 83-B (2001) 324 - 327
 41. Seitsalo S, Österman K, Hyvarinen H, Tallroth K, Schlenzka D, Poussa M: Progression of spondylolisthesis in children and adolescents: a long-term follow-up of 272 patients. Spine 16 (1991) 417 - 421
 42. Semon RL, Spengler D: Significance of lumbar spondylolysis in college football players. Spine 6 (1981) 172 - 174
 43. Soler T, Calderon C: The prevalence of spondylolysis in the spanish athlete. Am J Sports Med 1 (2000) 57 - 62
 44. Spencer GW, Jackson DW: Back injuries in the athlete. Clin Sports Med 2 (1983) 191 - 216
 45. Sward L: The thoracolumbar spine in young elite athletes. Sports Med 13 (1992) 357 - 364
 46. Sward L, Hellström M, Jacobsson B, Karlsson L: Vertebral ring apophysis in athletes - Is the etiology different in the thoracic and lumbar spine? Am J Sports Med, 21 (1993) 841 - 845
 47. Theiss F: Typische Verletzungen bei Stabhochspringern unter besonderer Berücksichtigung der Lendenwirbelsäule. Dtsch Z Sportmed 31(1980) 161 - 172
 48. Truoup JDG: Mechanical factors in spondylolisthesis and spondylolysis. Clin Orthop 147 (1976) 59 - 67
 49. Van Tulder MW, Assendelft WJJ, Koes BW, Bouter LM: Spinal radiographic findings and nonspecific low back pain. Spine 22 (1997) 427 - 434
 50. Warren MP, Brooks-Gunn J, Hamilton LH, Warren LF, Hamilton WG: Scoliosis and fractures in young ballet dancers. Relation to delayed menarche and secondary amenorrhea. N Engl J Med 314 (1986) 1348 - 1353
 51. Watson AW: Sports injuries in footballers related to defects of posture and body mechanics. J Sports Med Phys Fitness 35 (1995) 289 - 294
 52. Weinstein SL: Idiopathic scoliosis. Natural history. Spine 11 (1986) 780 - 783
 53. Wiltse LL, Newman PH, Macnab I: Classification of spondylolysis and spondylolisthesis. Clin Orthop 35 (1976) 116 - 135
 54. Wiltse LL, Widell EH, Jackson DW: Fatigue fracture: The basic lesion in isthmus spondylolisthesis. J Bone Joint Surg 57A (1975) 17 - 22
 55. Wismach J, Krause D: Wirbelsäulenveränderungen bei Kunstturnerinnen. Sportverletz - Sportschaden 2 (1988) 95 - 99
 56. Wittenberg RH, Willburger RE, Kramer J: Spondylolyse und Spondylolisthese. Diagnose und Therapie. Orthopäde 27 (1998) 51 - 63
 57. Wojtyś EM, Ashton-Miller JA, Huston LJ, Moga PJ: The association between athletic training time and the sagittal curvature of the immature spine. AmJSportsMed 4 (2000) 490 - 498
 58. Yancey RA, Micheli LJ: Thoracolumbar spine injuries in pediatric sports in Pediatric and adolescent sports medicine, W.B. Saunders Company, 1994, 162 - 174

Korrespondenzadresse:

Dr. med. Holger Schmitt
 Stiftung Orthopädische Universitätsklinik Heidelberg
 Oberarzt, Leiter Bereich Sportorthopädie
 Fax: 06221/966433
 e-mail: holger.schmitt@ok.uni-heidelberg.de