

# 25 Konservative Behandlung in der Kinderorthopädie

F. Thielemann, A. Olbrich, K.-P. Günther

## Einführung

Ohne Zweifel sind konservative Elemente die wesentliche Säule der Behandlung orthopädischer Erkrankungen seit der Urzeit der Menschheitsgeschichte. Auch heute noch sind sie, gerade in der Kinderorthopädie, den invasiven Behandlungsmaßnahmen bei einer Vielzahl von Erkrankungen vorgeschaltet oder ersetzen den operativen Behandlungspfad.

Durch Hippokrates, einem der Urväter der heutigen medizinischen Behandlung, sind uns beispielsweise erste Beschreibungen und bildliche Darstellungen redressierender Handgriffe bei der Klumpfußfehlstellung überliefert. Zur Retention der Korrektur empfahl er das Anlegen eines redressierend wirkenden Verbands und verordnete

Schuhe, die geeignet waren, die korrigierte Stellung des Fußes zu halten.

Die kindliche Hüfttreifungsstörung mit Ausbildung einer Hüftluxation findet durch Hippokrates Erwähnung; allerdings konnte er keine Behandlung anbieten. In seinen Schriften finden sich auch Empfehlungen zur Behandlung einer Verbiegung der Wirbelsäule, die auf einer Art Extensionsprinzip beruhen.

Im Folgenden sollen aktuell gültige konservative Behandlungsprinzipien der Kinderorthopädie, ihre Indikationen und die Abgrenzung zur Notwendigkeit der Einleitung einer operativen Therapie, entsprechend einer anatomischen Zuordnung, erläutert werden.

## Wirbelsäule, Rumpf

### Rückenschmerz und Haltung

Der Rücken eines Menschen hat in unserem Sprachgebrauch einen besonderen Symbolgehalt. Eine Vielzahl von Begriffen und Aphorismen, die Zusammenhänge zwischen der Form und der Haltung des Rückens eines Menschen und seiner gesundheitlich-seelischen Verfassung sowie seines Charakters herstellen, finden sich hier.

Jüngste epidemiologische Untersuchungen beweisen nicht nur, dass Rückenschmerzen zu den häufigsten Leiden im Erwachsenenalter zählen, sondern dass mit dem Eintritt in die Pubertät bereits Kinder über erste Rückenschmerzen klagen. Es konnte dabei eine enge Beziehung zwischen Beschwerden dieser frühen Altersgruppe und der Häufigkeit von Rückenschmerzen im Erwachsenenalter festgestellt werden.

Diese Tatsachen sind mögliche Erklärungen für den hohen Stellenwert und die Sorge vieler Eltern um die Haltung und Rückenform ihrer Kinder. Eine häufige Fragestellung dabei ist, welche Präventivmaßnahmen in Kindheit und Jugend geeignet sind, derlei Beschwerden zu vermeiden.

### Definition

Die Körperhaltung kann generell in folgende Stufen eingeteilt werden:

- habituelle Haltung,

- passive Haltung,
- aktive aufgerichtete Haltung.

**Staffel-Einteilung** in Haltungstypen (Abb. 25.1):

- Normalrücken,
- Rundrücken,
- Hohlrücken,
- Flachrücken.

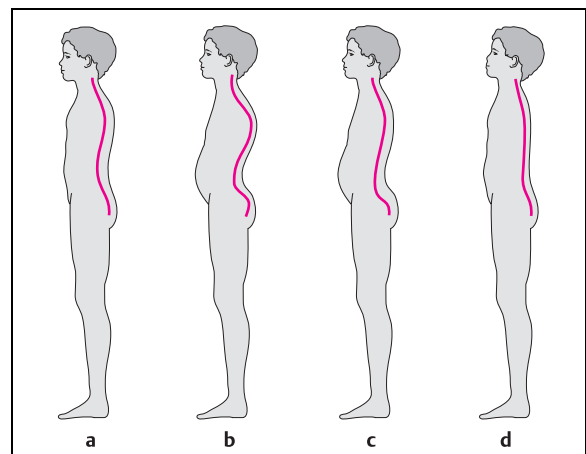


Abb. 25.1a–d Staffel-Einteilung in Haltungstypen: Normalrücken, Rundrücken, Hohlrücken, Flachrücken.

## Klinik und Pathogenese

Als Untersucher sollten wir wissen, dass die phylogenetische Entwicklung des Achsenorgans bei der Reifung vom Fetus zum Kind und schließlich zum Erwachsenen nachgeahmt wird. Im Uterus liegt der Fetus in einer flektierten sog. humanen Position. Die Wirbelsäule zeigt eine total kyphotische Form. Auch das Neugeborene nimmt diese Haltung ein. Die Schulter-, Ellenbogen-, Hüft- und Kniegelenke zeigen eine physiologische Flexionskontraktur, wodurch die Wirbelsäule bis auf die zervikalen Abschnitte auch kyphotisch gehalten wird. Erst in der Folge werden Nacken-, Rücken- und Oberschenkelextensoren gekräftigt. Der Säugling gewinnt damit eine zunehmende Kopfkontrolle. Mit dem 6. bis 8. Lebensmonat erlangt er die Fähigkeit zu sitzen. Dabei nimmt der Rücken des Kindes immer noch eine Totalkyphose ein. Erst nach Steh- und Gehbeginn bildet sich die lumbale Lordose aus (Abb. 25.2). Dabei verläuft diese Entwicklung nicht vollständig parallel mit der Kräftigung der Muskulatur. Zusammen mit der ventral ansetzenden Schwerkraft und einer bei Kleinkindern häufig beobachteten allgemeinen Bandlaxität unterstützt diese physiologische Schwäche der Muskulatur bei den meisten Kleinkindern eine Hyperlordose der Lendenwirbelsäule. Eine besondere Ausprägung findet sich während der passiven oder Ruhehaltung. Kleinkindliche Rückenform und -haltung gehen erst vor der Pubertät in die Erwachsenenform über.

Zu diesem Zeitpunkt können erste Beschwerden geäußert werden. Mädchen weisen dabei eine höhere Prävalenz hinsichtlich vorhandener Schulter-Nacken- und lumbaler Beschwerden auf.

Die Haltung des Adoleszenten wird durch folgende Komponenten beeinflusst:

- knöchernes Skelett,
- Bandapparat,
- Muskelstatus,
- seelische Verfassung.

Die Form des knöchernen Skeletts und der Zustand des Bandapparats sind im Wesentlichen genetisch determiniert, unterliegen aber sekundär formenden Einflüssen. Eine sehr wesentliche Komponente für die Formgebung der Wirbelsäule ist die Beckenkipfung und damit Steilheit und Form des Os sacrum sowie des 5. Lendenwirbelkörpers.

Neben den genannten konstitutionellen Faktoren hat der Trainingszustand der Muskulatur, aber auch das Auftreten von Depressionen und Stresssituationen wichtigen Einfluss. Der Zustand der Muskulatur stellt einen wesentlichen Faktor sowohl für die aktive aufgerichtete Haltung (tonische Kontraktur) als auch für die Ruhehaltung (Grundtonus) dar. Beim wachsenden Organismus ist auf die Tatsache hinzuweisen, dass die Muskulatur zusammen mit dem Skelett ein erhebliches Längenwachstum aufweist. Der Querschnitt der Muskulatur kann nicht im gleichen Maße zunehmen, was eine gewisse physiologische Muskel- und damit auch Haltungsschwäche während der Wachstumsphase erklärt.

Zur Beurteilung der muskulären Halteleistung hat Matthiass (1957) den Vorhaltetest vorgeschlagen. Das Kind wird aufgefordert, sich möglichst gerade aufzurichten und die Hände horizontal nach vorne zu halten. Es soll in dieser Stellung 30 Sekunden verharren können. Bei einem haltungsgesunden Kind oder Jugendlichen bleibt die Stellung unverändert, bei einem haltungsschwachen Kind kommt es zum Haltungsverfall (Abb. 25.3).

## Differenzialdiagnose

Neben lokalen funktionellen Beschwerden, einschließlich Dysfunktionen der Facettengelenke und Myogelosen, die häufig nach ungewohnten Belastungen auftreten, müssen bei wiederholt beklagten Rückenschmerzen im Kindes- und Jugendalter vor allem folgende Erkrankungen differenzialdiagnostisch abgeklärt werden:

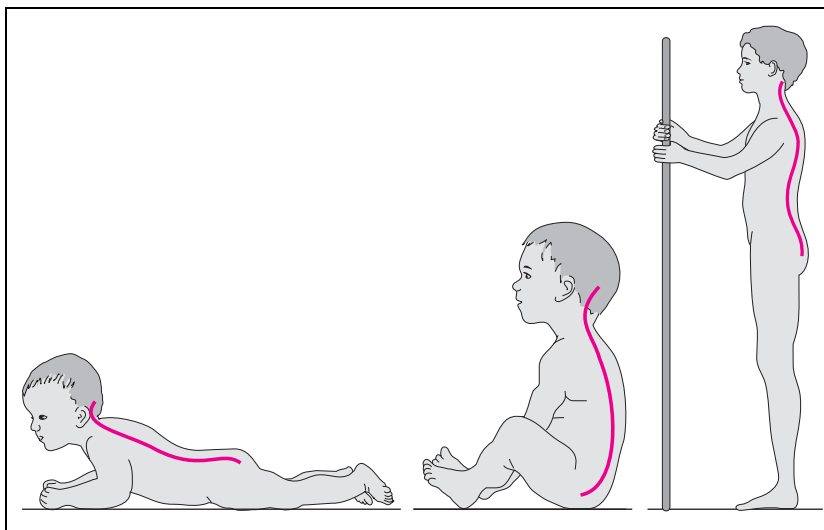


Abb. 25.2 Entwicklung des sagittalen Rückenprofils vom Säugling, Kleinkind bis zur Adoleszenz.

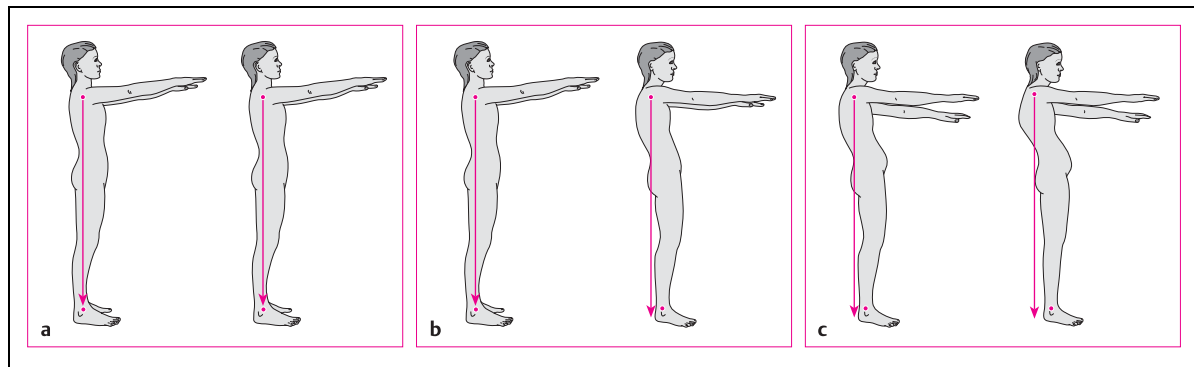


Abb. 25.3a–c Haltungstest nach Matthiass: Das Kind wird aufgefordert, sich in einer aktiven aufgerichteten Haltung aufzustellen und die Arme horizontal nach vorn auszustrecken. Ein haltungsgesundes Kind oder ein Jugendlicher vermag ohne Veränderung der Körperhaltung 30 Sekunden lang diese

Stellung zu bewahren (a). Bei einem haltungsschwachen Kind kommt es zum Haltungsverfall (b), und ein extrem muskelschwaches Kind vermag diese aufgerichtete Haltung nicht einzunehmen (c).

- lumbaler oder thorakaler Morbus Scheuermann,
- Spondylodiszitis,
- Tumoren der Wirbelsäule,
- Frakturen und andere Traumafolgen,
- Spondylolyse, Spondylolisthesis,
- lumbale Diskushernie,
- lumbale Skoliose.

### Therapie

Im Wesentlichen können wir die genannten haltungsrelevanten Komponenten, insbesondere im Wachstumsalter, durch folgende Faktoren direkt oder indirekt beeinflussen:

- Ernährung,
- Licht- und Sonnenexposition,
- Bewegungs- und Trainingszustand,
- psychische Einflüsse (familiäre und schulische Umfeldgestaltung).

In den Industriestaaten sollte durch die gesetzlichen Rahmenbedingungen und eine wirtschaftliche Grundversorgung jeder Familie ein Umfeld geschaffen sein, das für jedes Kind eine ausgewogene Ernährung sicherstellt. Reihenuntersuchungen der landeseigenen Gesundheitsämter in Kindergärten und Schulen haben sich als zusätzliches Element bewährt, Mangelversorgungen in Problemfamilien zu erkennen und durch Jugendämter eine Einflussnahme auszuüben.

In Mitteleuropa stellt die ausreichende Licht- bzw. Sonnenexposition der Kinder gegenüber polarkreisnahen Gebieten kein Problem dar.

Der natürliche Bewegungsdrang und der Trainingszustand von Kindern sollten in sozial- und schulpolitische Entscheidungen, aber insbesondere auch in familiäre Überlegungen zur Freizeitgestaltung einfließen.

Die Physiotherapie allein ist für Kinder mit Haltungsschwäche keine attraktive Art der Aktivität. Neben einer hohen finanziellen Belastung der Kostenträger wird sie,

langfristig verordnet, bei Kindern und Jugendlichen nur auf Ablehnung stoßen und damit kontraproduktiv wirken. Besonders in der Verbindung mit generellen und langfristigen Sportbefreiungen kann sie auch zu einer Stigmatisierung und sozialen Ausgrenzung der Kinder beitragen. Vielmehr sollte die vorhandene Freizeit genutzt werden, um das betreffende haltungsschwache Kind oder den Jugendlichen zur Bewegung in einer Sportart zu motivieren, die Freude bereitet. Letztlich spielt es dabei keine wesentliche Rolle, welche Sportart ausgeübt wird. Günstig sind Sportarten, bei denen sowohl obere als auch untere Extremitäten gleichermaßen einem sportlichen Training unterliegen. Schwimmen, Kampf- und Ballsportarten, aber auch einseitig muskelbeanspruchende Sportarten wie Tennisspiel oder Badminton sind empfehlenswert. Die Entwicklung einer Skoliose als Folge der einseitigen muskulären Belastung ist dabei nicht zu befürchten. Kindern, die nicht dem ständigen Wettbewerb mit Gleichaltrigen ausgesetzt sein möchten, sollte im Rahmen der familiären Freizeitgestaltung viel Raum für Spiel und Bewegung eingeräumt werden.

Indirekt werden dabei auch psychische Faktoren der Rumpfhaltung durch Stressabbau, eine erfüllte Freizeitgestaltung, durch das Mannschaftsgefühl, die Integration in einer Gruppe, durch die Vorbildwirkung sowie den Gewinn an Selbstsicherheit und -wertgefühl beeinflusst. Insbesondere Jugendliche in der Pubertät nutzen eine betont legere Haltung mit Darstellung einer ausgeprägten thorakalen Kyphose, um Widerstand gegen gesellschaftliche und familiäre Normen oder wiederholte Ermahnungen der Eltern zum aufrechten Gang zum Ausdruck zu bringen. Hier kann sich eine Motivation zum Sport mit dem Kennenlernen anderer Bezugspersonen und Vorbilder günstig auf die Haltung auswirken. Um tiefer sitzende Konflikte zu eruieren, muss sehr vorsichtig vorgegangen werden, unter Umständen sollte in Einzelfällen eine psychologische Beratung angeboten werden.

Auf der anderen Seite sind wir heute als Behandler auch mit einer großen Gruppe von sportlich sehr aktiven Kindern und Jugendlichen bis hin zum Leistungssport konfrontiert. Monotone Trainings- und Belastungsabläufe können – neben Schäden an peripheren Gelenken – zu typischen Wirbelsäulenveränderungen mit chronischem Beschwerdepotenzial führen. In solchen Fällen sollte gegenüber den Kindern, Eltern und Trainern auf die Anpassung oder gar Einstellung der sportlichen Aktivität hingewirkt werden.

Akute, häufig als Folge von traumatischen Ereignissen beim Sport aufgetretene zervikale und lumbale Dysfunktionen mit Myogelosen sprechen nach eigenen und den in der Literatur beschriebenen Erfahrungen gut auf physikalische Wärmeanwendungen, eine kurzzeitige lokale Ruhigstellung und ein manualmedizinisches Management an. Dies gilt eingeschränkt auch für Patienten mit chronischen Beschwerden.

## Fazit

<b>Differenzialdiagnose</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lumbaler oder thorakaler Morbus Scheuermann</li> <li>• Spondylodiszitis</li> <li>• Tumoren der Wirbelsäule</li> <li>• Frakturen und andere Traumafolgen</li> <li>• Spondylolyse, Spondylolisthesis</li> <li>• Lumbale Diskushernie</li> <li>• Lumbale Skoliose</li> </ul>
<b>Faktoren, die die Therapie beeinflussen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ernährung</li> <li>• Licht- und Sonnenexposition</li> <li>• Bewegungs- und Trainingszustand</li> <li>• Psychische Einflüsse (familiär, schulisch)</li> </ul>

## Literatur

- Andersson, G. B. (1999): Epidemiological features of chronic low-back pain. *Lancet* 14, 354, 581–585.
- Hayden, J. A., S. A. Mior, M. J. Verhoef (2003): Evaluation of chiropractic management of pediatric patients with low back pain: a prospective cohort study. *J Manipulative Physiol Ther.* 26, 1–8.
- Hefti, F. (2006): *Kinderorthopädie in Praxis*. Springer, Berlin.
- Hestbaek, L., C. Leboeuf-Yde, K. O. Kyvik, C. Manniche (2006): The course of low back pain from adolescence to adulthood: eight-year follow-up of 9600 twins. *Spine* 15, 31(4), 468–472.
- Matthiass, H. H. (1957): Reifung und Entwicklung in ihren Beziehungen zu Leistungsstörungen des Haltungs- und Bewegungsapparates. In: *Handbuch der Orthopädie*, Band I. Thieme, Stuttgart.
- Rothman, R. H., F. A. Simeone (2006): *The spine*. 5<sup>th</sup> edition. W. B. Saunders, London.

## Kongenitale Fehlbildungen der Wirbelsäule

### Definition

Angeborene Missbildungen des Achsenskeletts in einem oder mehreren Segmenten. In Abhängigkeit des Ausmaßes und der Lokalisation der Missbildung finden sich Achsabweichungen in allen 3 Ebenen des Raumes und kombinierte Missbildungen.

Ätiologisch ist bei der überwiegenden Zahl der angeborenen Fehlbildungen eine toxische Schädigung in einer frühen Phase der Schwangerschaft anzunehmen. Nur bei etwa 1 % handelt es sich um Heredität bzw. ein familiäres Auftreten.

#### Klassifikation nach der Gesamtform:

- kongenitale Kyphose,
- kongenitale Skoliose,
- kombinierte Missbildung.

#### Spezialformen:

- Arnold-Chiari-Malformation,
- Myelomeningozele,
- kongenitale Spondylolisthese.

#### Klassifikation nach Art der Missbildung:

- Anlagestörung,
- Segmentationsstörung,
- kombinierte Missbildung.

Formations- oder Anlagefehler führen zur Bildung von Halb-, Keil- und Schmetterlingswirbeln. Bei Segmentationsstörungen wird der Zwischenwirbelraum nicht oder unvollständig angelegt. Damit fehlen die Bandscheibe und die Wachstumsfuge. Bei Blockwirbelbildung ist die Fehlbildung komplett. Fehlt die Segmentation nur in einem bestimmten Bereich der Wirbelkörper, so handelt es sich um eine unsegmentierte Spange (unsegmented bar). Nicht selten treten Formations- und Segmentationsstörungen kombiniert auf.

## Therapie

Werden kongenitale Kyphosen oder Skoliosen symptomatisch oder führen sie zu einer progredienten Deformität, steht als einzig wirksame Therapie die Operation zur Verfügung. Die Korsettbehandlung hat keinerlei Einfluss auf die Progredienz der jeweiligen Fehlstellung. Allenfalls kann die kompensatorische Ausbildung der Gegenkrümmung minimiert werden.

### Wirbelsäulendeformitäten bei Systemerkrankungen

Eine sehr eingeschränkte Wirksamkeit der konservativen Therapie gilt auch für die Mehrzahl der durch Systemerkrankungen wie Osteochondrodystrophien, generalisierte Bindegewebeerkrankungen, metabolische Knochenerkrankungen, Chromosomenanomalien und Dysostosen hervorgerufenen Wirbelsäulendeformitäten.

## Morbus Scheuermann

### Definition

Wachstumsstörung der Wirbelsäule mit Keilwirbelbildung, Einbrüchen der Grund- und Deckplatten, Verschmälerung der Bandscheiben und Kyphosierung der betroffenen Wirbelsäulenabschnitte. Die Krankheit kann thorakal, thorakolumbal oder lumbal lokalisiert sein.

### Historie

Als Kyphosis dorsalis juvenilis wurde die Krankheit durch H.W. Scheuermann 1921 erstmals beschrieben. Der Dresdner Pathologe G. Schmorl beschrieb 1930 die für die Erkrankung typischen, unter dem Begriff „Schmorl-Knötchen“ bekannt gewordenen Bandscheibeneinbrüche.

### Ätiologie

Die Angaben zur Häufigkeit variieren sehr stark, da in den jeweiligen Studien sehr unterschiedliche Kriterien beurteilt wurden. Die Angaben schwanken zwischen 1–6 %.

Der Morbus Scheuermann ist eine Erkrankung der Adoleszenz. Folgende Faktoren konnten bisher für die Ätiologie der Erkrankung identifiziert werden:

- **Endogene Faktoren:**
  - Konstitutionstyp,
  - familiäre Häufung (Genetik),
  - psychische Faktoren,
  - Osteoporose.
- **Exogene Faktoren:**
  - Haltungstyp,
  - mechanische Belastung.

### Pathogenese

Die Ringapophysen sind die Wachstumszonen der Wirbelkörper. Während des pubertären Wachstumsschubs kann es zu einer Verminderung der mechanischen Festigkeit und damit Belastungsfähigkeit dieses Knorpels kommen. Gleichzeitig wurde im Rahmen CT-gestützter Knochendichtemessungen bei Patienten mit schwerer Ausprägung der Erkrankung eine Osteoporose nachgewiesen. Der hohe Innendruck des Nucleus pulposus führt zu einem Durchbrechen von Bandscheibengewebe durch die knorpelige Apophyse der Grund- und Deckplatte in den Wirbelkörper. Um die verdrängten spongiösen Knochenbälkchen bilden sich reaktive Sklerosezonen, welche radiologisch als ventrale „Randleistenhernien“ oder „Schmorl-Knötchen“ bzw. „Grund- und Deckplatteneinbrüche“ imponieren. Der Zwischenwirbelraum stellt sich durch den Volumenverlust der Bandscheibe verschmälert dar. Die Schädigung der ventral gelegenen apophysären Wachstumszone des Wirbelkörpers führt zu einer Höhenminderung gegenüber dem dorsalen, nicht betroffenen Abschnitt. Es resultieren eine Keilwirbelbil-

dung des Wirbelkörpers und das Wachstum in eine kyphotische Fehlhaltung des betroffenen Abschnitts der Wirbelsäule. Lumbal kann dies zu einer Entlordosierung oder gar Kyphosierung der Wirbelsäule führen.

### Klinik, Diagnostik und Prognose

Die klinische Manifestation hängt stark von der Lokalisation ab. Eine rein thorakale Kyphosierung führt zu einer sichtbaren Deformität, verursacht aber in der Regel erst in der 3. bis 4. Lebensdekade Beschwerden. Diese betreffen dann auch benachbarte Wirbelsäulenabschnitte. Häufig zeigt sich ein Hohlrundrücken als Folge der kompensatorisch verstärkten lumbalen Lordose (Abb. 25.4).

Patienten mit einer thorakolumbalen oder lumbalen Lokalisation zeigen häufig ein sehr gerades Rückenprofil, sie weisen einen Flachrücken auf. Biomechanisch scheint dieser Haltungstyp ungünstiger zu sein. Diese Patienten können schon in der Pubertät symptomatisch werden.

Die Abgrenzung zum Normalbefund ist manchmal schwierig. Bei der Untersuchung der Kinder ist es wichtig, die Fixation der Kyphose zu beurteilen. Diese stellt neben den typischen röntgenologischen Veränderungen ein wichtiges diagnostisches Kriterium dar. Solange die Kyphose flexibel ist und keine Röntgenveränderungen sichtbar sind, handelt es sich um eine Haltungsschwäche (Abb. 25.5).

Bei einem hohen Prozentsatz kann die Scheuermann-Erkrankung mit einer mehr oder weniger stark ausgeprägten Skoliose assoziiert sein, die pathogenetisch nichts mit einer idiopathischen Skoliose zu tun hat. Sie entsteht bei einer asymmetrischen Keilform der betroffenen Wirbelkörper.

Als Folge der mechanischen Belastung der Interartikularportion L5 bei thorakaler Lokalisation des Morbus Scheuermann mit kompensatorischer lumbaler Hyperlordose ist die Inzidenz der Spondylolyse gleichfalls erhöht.



Abb. 25.4 15-jähriger Junge mit thorakalem Morbus Scheuermann.



Abb. 25.5 Klinische Prüfung der Flexibilität/Fixierung der Kyphose durch Aufrichten gegen Widerstand.

## Röntgen

Neben der akzentuierten Kyphosierung der betroffenen Wirbelsäulenabschnitte sind die folgenden typischen Veränderungen nachweisbar, die insbesondere auf der seitlichen Abbildung der BWS und LWS sichtbar werden (Abb. 25.6 und 25.7):

- Grund- und Deckplattenunregelmäßigkeiten mehrerer benachbarter Wirbel mit einer Keilwirbelbildung  $> 5^\circ$ ,
- Verschmälerung des Zwischenwirbelraums,
- Randleistenhernien,
- Schmorl-Knötchen.

## Therapie

Folgende therapeutische Elemente werden bei der Scheuermann-Erkrankung genutzt:



Abb. 25.6 Schematische Darstellung der typischen Röntgenveränderungen beim Morbus Scheuermann.

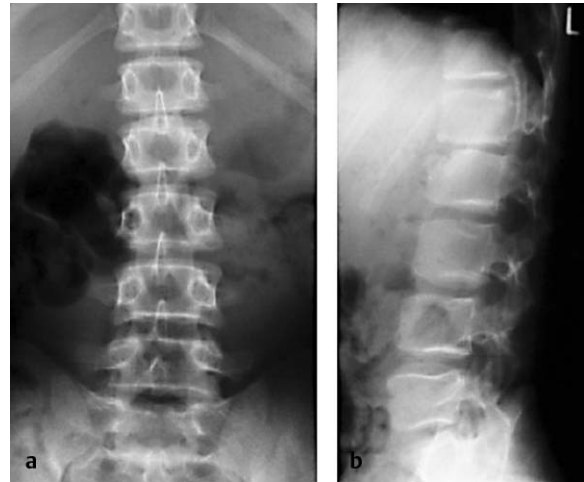


Abb. 25.7a u. b Röntgen a.-p. (a) und seitlich (b) bei lumbaler Lokalisation des Morbus Scheuermann. Neben der Entlordosierung bzw. Kyphosierung der lumbalen Wirbelsäule ist die skoliotische Fehllage sowie die Bandscheibenverschmälerung und eine ventrale Randleistenhernie im Segment LWK1/2 erkennbar.

- Physiotherapie,
- Korsettbehandlung,
- Operation.

## Physiotherapie

Bei vorhandener Wachstumspotenz, fixierter Kyphose und/oder im Röntgenbild sichtbaren typischen Veränderungen ist die Anwendung einer aktiv aufrichtenden Physiotherapie indiziert. Parallel ist die Motivation zur sportlichen Betätigung sinnvoll. Sportarten, die als **ungeeignet** angesehen werden, sind Rudern, Fahrradfahren mit tiefen Lenkern und Gewichtheben.

## Korsettbehandlung

Bei einer thorakalen Kyphose von  $> 50^\circ$  und noch vorhandener Wachstumspotenz ist die Korsettbehandlung in Betracht zu ziehen. Im Gegensatz zur Skoliose lässt sich mit der Korsettbehandlung eine Kyphose bei noch genügendem Wachstumspotenzial nicht nur stabilisieren, sondern auch aufrichten. Grundlage hierfür ist eine gute Compliance. Das Korsett muss bis zur Aufrichtung der Kyphose täglich getragen werden.

Folgende Wirkprinzipien werden durch die heute noch in Anwendung befindlichen Modelle realisiert:

- aktive und passive Extension mittels eines Halsrings (Beispiel: Milwaukee-Korsett),
- Redression durch eine ventrale Druckpelotte über ein dorsales Hypomochlion nach dem 3-Punkte-Prinzip (Beispiel: Gschwend-Korsett; Abb. 25.8),
- aktive thorakale Aufrichtung durch passive lumbale Kyphosierung (Becker-Korsett).



Abb. 25.8 Gschwend-Korsett mit thorakaler Mahnpelotte.

Adipöse Patienten und Kyphosen  $> 60^\circ$  entziehen sich einer Wirkung der Korsettbehandlung.

Bei thorakolumbalen und lumbalen Lokalisation können lordosierende 3-Punkte-Korsetts oder Gipskorsetts im ventralen Durchhang angewendet werden. Damit werden im Wachstumsalter durch die ventrale Entlastung und das Restwachstum Aufrichtungen der lumbalen Kyphose beschrieben.

Nach Fertigstellung des Korsetts muss dessen korrigierende Wirkung röntgenologisch im Vergleich zum Ausgangsbefund und anschließend vierteljährlich klinisch bzw. halbjährlich röntgenologisch kontrolliert werden.

## Fazit

### Zusammenfassende Therapieempfehlung

Fixierte Kyphose, Wachstumspotenz, Gesamtkyphosewinkel $< 50^\circ$	• aktiv aufrichtende Physiotherapie
Fixierte Kyphose, Wachstumspotenz, Gesamtkyphosewinkel $50\text{--}80^\circ$	• aktiv aufrichtende Physiotherapie • Korsettbehandlung
Gesamtkyphosewinkel $> 80^\circ$	• Operation
Thorakolumbalen und lumbalen Morbus Scheuermann	• Korsettbehandlung

## Literatur

- Blumenthal, S. L., J. Roach, J. A. Herring (1987): Lumbar Scheuermann's. A clinical series and classification. *Spine* 12, 929–932.
- Bradford, D. S., J. H. Moe, F. J. Montalvo, R. B. Winter (1974): Scheuermann's kyphosis and roundback deformity. Results of Milwaukee brace treatment. *J Bone Jt Surg Am.* 56, 740–758.
- Graat, H., L. van Rhijn, C. Schrande-Stumpel, A. van Ooij (2002): Classical Scheuermann disease in male monozygotic twins: further support for the genetic etiology hypothesis. *Spine* 27, 485–487.
- Hefti, F., L. Jani (1981): Behandlung des M. Scheuermann mit dem Milwaukee-Korsett. *Z Orthop.* 19, 185–192.
- Murray, P. M., S. L. Weinstein, K. F. Spratt (1993): The natural history and long-term follow-up of Scheuermann kyphosis. *J Bone Jt Surg Am.* 75, 236–248.
- Sachs, B., D. Bradford, R. Winter, J. Lonstein, J. Moe, S. Willson (1987): Scheuermann kyphosis. Follow-up of Milwaukee-brace treatment. *J Bone Jt Surg Am.* 69, 50–57.
- Scheuermann, H. W. (1921): Kyphosis dorsalis juvenilis. *Z Orthop Chir.* 41, 305.
- Schmorl, G. (1930): Die Pathogenese der juvenilen Kyphose. *Geb Röntgenstr Nuklearmed.* 41, 359.
- Wenger, D., S. Frick (1999): Scheuermann kyphosis. *Spine* 24, 2630–2639.

## Spondylolyse und Spondylolisthesis

### Definition

Spondylolyse: Unterbrechung der Pars interarticularis des Wirbelbogens.

Spondylolisthesis: Wirbelgleiten mit Verschiebung des Wirbelkörpers nach ventral.

Sprachliche Definition: spondylos = Wirbel, olisthesis = Gleiten.

### Klassifikation

Die Spondylolyse kann, muss aber nicht zu einem Wirbelgleiten führen. Andererseits kann die Olisthesis durch eine Spondylolyse verursacht sein, muss es aber nicht. Ursachen der Olisthesis sind nach der klassischen Einteilung:

- isthmisch, d. h. durch Spondylolyse bedingt,
- dysplastisch,
- degenerativ,
- kongenital,
- traumatisch.

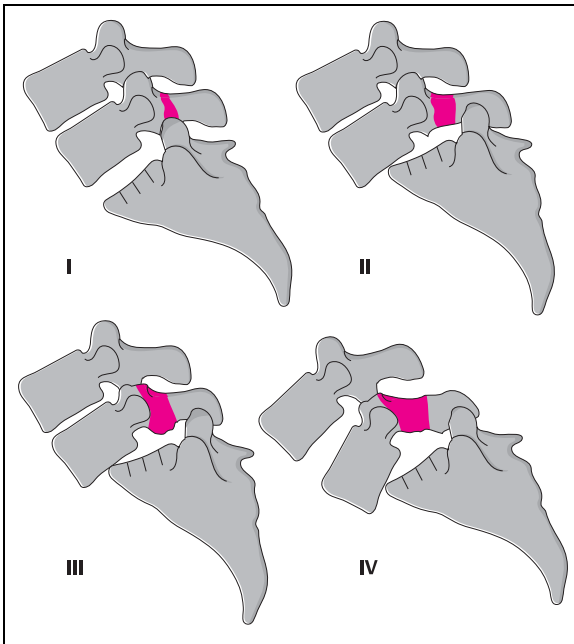


Abb. 25.9 Einteilung der Spondylolisthesis nach Meyerding (1932).

Grad I: < 25 % Verschiebung  
 Grad II: 25–50 % Verschiebung  
 Grad III: 51–75 % Verschiebung  
 Grad IV: > 75 % Verschiebung

Der Übergang zwischen den Typen ist allerdings fließend, was die Einteilung nur bedingt praktisch wertvoll macht: Bei der isthmischen Spondylolisthesis ist beispielsweise fast immer auch eine Dysplasie des Wirbelbogens vorhanden. Andererseits spielt das Trauma (einzeln oder repetitiv) bei der isthmischen Spondylolisthesis eine wesentliche Rolle.

Um das Ausmaß des Gleitvorgangs zweier Wirbelkörper gegeneinander beschreiben zu können, schlug Meyerding 1932 die hier aufgeführte Klassifikation vor (Abb. 25.9). Sie stellt die dorsale Begrenzung des verlagerten Wirbelkörpers in Beziehung zu dem in 4 Segmente unterteilten kaudalen Wirbelkörper.

## Ätiologie

Das Wirbelgleiten wird immer im Laufe des Lebens durch den aufrechten Gang erworben. Ätiologisch spielen **genetisch-konstitutionelle** und **mechanische** Faktoren eine Rolle.

Die mechanischen Verhältnisse im Bereich der Pars interarticularis sind derart, dass es bei einer Hyperextension zum Kontakt der unteren Gelenkfacette L4 mit der Pars interarticularis L5 kommt. Auch die lokale Morphologie der Gelenkfacette hat einen bedeutenden Einfluss. Bei forcierter Hyperextension oder konstitutionell ungünstiger Stellung der kaudalen lumbalen Segmente wird Druck

auf die Interartikularportion ausgeübt. Somit kann eine Ermüdungsfraktur der Pars interarticularis mit Spondylolyse resultieren.

Eine erhöhte Inzidenz wurde im Zusammenhang mit bestimmten Sportarten, wie Kunstturnen, Balletttanzen und Speerwerfen beschrieben. Repetitive Traumata durch gehäufte lumbale Hyperextension werden hier für die Entstehung der Lyse verantwortlich gemacht. Unterstrichen wird die Bedeutung des mechanischen Faktors durch die gehäufte Assoziation der Spondylolyse mit Zuständen nach langer lumbaler Fusion im kaudalen Anschlusssegment und bei kompensatorisch hyperlordotischer Stellung der LWS mit fixierter Thorakalkypnose bei der Scheuermann-Erkrankung.

Neben mechanischen spielen auch genetisch-konstitutionelle Faktoren eine Rolle.

Bei bestimmten Rassen (beispielsweise Eskimos) und erstgradig Verwandten von Patienten mit dysplastischem Typ werden gehäufte Prävalenzen beschrieben.

## Vorkommen, Klinik und Spontanverlauf

Die Prävalenz der Spondylolyse wird mit etwa 4–10 % bei Kindern und Erwachsenen angegeben. Davon zeigen, je nach Altersgruppe, etwa 10–30 % eine zusätzliche Olisthese. Die meisten Spondylolysen und Olisthesen bleiben zeitlebens asymptomatisch. Nur wenige der Patienten beklagen gelegentliche oder gar Dauerschmerzen, die eine Behandlung veranlassen.

Schmerzen oder neurologische Defizite treten insbesondere im Zusammenhang mit einer Dekompensation im höheren Lebensalter oder bei Kindern und Jugendlichen bei Vorliegen einer höhergradigen Spondylolisthesis bzw. Spondyloptose auf. Ein Wirbelkörperversatz von > 50 % (Meyerding Grad III und IV) führt zur Kyphosierung zwischen dem Sakrum und dem Wirbelkörper L5, d. h. der lumbosakrale Kyphosewinkel beträgt < 90°. Dies führt zu einer Ventralverlagerung des Körperschwerpunkts. Kompensatorisch verstärkt der Patient lumbal die Lordose, um den Schwerpunkt wieder nach dorsal zu bringen (Abb. 25.10). Die Ischiokruralmuskulatur verkürzt sich und das Os sacrum mit dem Becken richtet sich auf. Letzteres kann zu einem klinisch eindrucksvollen schiebenden Gangbild und einer Hüftlendenstrecksteife führen.

## Bildgebende Diagnostik

Ist die Lyse breit genug, kann sie im seitlichen Röntgenbild leicht erkannt werden (Abb. 25.11). Im Anfangsstadium der Entstehung einer Spondylolyse ist diese jedoch auf konventionellen Röntgenbildern oft nicht erkennbar. Oft bringt die 45°-Aufnahme des lumbosakralen Übergangs Klärung. Szintigraphisch reichert die betroffene Interartikularportion an. Auch in der Computertomographie ist die Lyse gut erkennbar. Diese Untersuchungsverfahren sind allerdings mit einer erhöhten Strahlenbelastung der Kinder verbunden, weshalb sich heute die



Abb. 25.10a u. b Sagittales Profil (a) und Röntgen seitlich (b) eines 10-jährigen Jungen mit Spondylolisthese (Grad IV).

Untersuchung mittels MR-Tomographie etabliert hat. Dieses Untersuchungsverfahren weist eine hohe Sensitivität bei der Erkennung der Lyse auch in den Anfangsstadien auf.

## Therapie

Wichtig ist die Aufklärung der Eltern, Kinder und Jugendlichen über die Genese und den Spontanverlauf der Erkrankung. Das schließt eine Beratung in Bezug auf Vermeidung hyperlordosierender sportlicher Übungen ein.

In den Anfangsstadien der Erkrankung im Kindes- und Jugendalter stehen uns bei symptomatischen Patienten Physiotherapie, manuelle Medizin (Triggerpunktbehandlung, Muskeldehnung) Gips- und Korsettanwendungen als konservative Behandlungsverfahren zur Verfügung. Persistieren die Beschwerden trotz konservativer Therapie, sind die Möglichkeiten einer operativen Behandlung zu prüfen.

## Physiotherapie

Jugendliche, die wegen einer Spondylolyse symptomatisch werden, sollten mit Physiotherapie behandelt werden. Diese hat das Ziel, die verspannte lumbale Muskulatur zu relaxieren, verspannte Muskelgruppen zu dehnen und damit Beschwerden zu lindern. Die Physiotherapie kann jedoch die Progredienz der Olisthesis nicht verhindern oder aufhalten.

## Gips- und Korsettbehandlung

Bei frisch aufgetretenen Spondylolysen kann eine Korsettbehandlung oder die Anwendung eines Stützkorsetts sinnvoll sein. Durch die Ruhigstellung wird das schmerzhafte Geschehen günstig beeinflusst. Das Korsett soll sich am Beckenkamm abstützen und die lumbalen Wirbelsäulenabschnitte geringgradig kyphosieren. Der Sinn der Korsettbehandlung ist somit die Stabilisierung und Schmerztherapie. Durch eine dreimonatige Korsettanwendung können lumbale Schmerzzustände – insbesondere bei Kindern – gebessert werden, bei denen röntge-

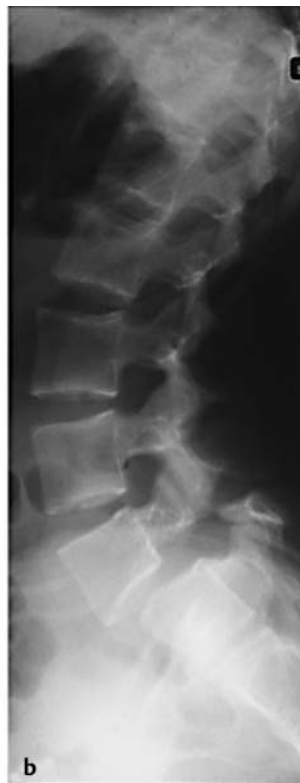


Abb. 25.11a u. b Röntgen a.-p. (a) und seitlich (b) einer 15-jährigen Patientin mit Spondylolisthese Grad II.

nologisch noch keine Lyse, in der MRT-Untersuchung aber eine Signalanreicherung der Wirbelbögen sichtbar ist. In der Kontrolluntersuchung nach Abschluss der Behand-

lung sollte auf eine komplette Remission von Signalveränderungen im MRT geachtet werden, die man als sehr frühe Stadien der Spondylolyse interpretieren kann.

## Fazit

### Zusammenfassende Therapieempfehlung

Spondylolyse mit oder ohne Spondylolisthese < 50 % (Grad 0–II), keine Beschwerden	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beratung</li> <li>• keine Behandlung</li> </ul>
Spondylolyse mit oder ohne Spondylolisthese < 50 % (Grad 0–II), typische Beschwerden	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Korsettbehandlung bei kurzer Anamnese</li> <li>• Vermeidung lordosierender Übungen</li> <li>• Physiotherapie</li> </ul>
Spondylolisthesis > 50 % (Grad III–IV)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• operative Fusion</li> </ul>

## Literatur

- Beutler, W., B. Fredrickson, A. Murtland, C. Sweeney, W. Grant, D. Baker (2003): The natural history of spondylolysis and spondylolisthesis: 45-year follow-up evaluation. *Spine* 28, 1027–1035.
- Cohen, E., R. D. Stuecker (2005): Magnetic resonance imaging in diagnosis and follow-up of impending spondylolysis in children and adolescents: early treatment may prevent pars defects. *J. Pediatr. Orthop.* B.14(2), 63–67.
- Grobler, L. J., P. A. Robertson, J. E. Novotny, M. H. Pope (1993): Etiology of spondylolisthesis. Assessment of the role played by lumbar facet joint morphology. *Spine* 18, 80–91.
- Hefti, F., M. Brunazzi, E. Morscher (1994): Spontanverlauf bei Spondylolyse und Spondylolisthesis. *Orthopäde* 23, 220–227.
- Konermann, W., S. Sell (1992): Die Wirbelsäule – Eine Problemzone im Kunstturnhochleistungssport. Eine retrospektive Analyse von 24 ehemaligen Kunstturnerinnen des deutschen A-Kaders. *Sportverletz Sportschad.* 6, 156–160.
- Konz, R. J., V. K. Goel, L. J. Grobler, N. M. Grosland, K. F. Spratt, J. L. Scifert, K. Sairyo (2001): The pathomechanism of spondylolytic spondylolisthesis in immature primate lumbar spines in vitro and finite element assessment. *Spine* 26, 38–49.
- Meyerding, H. K. (1932): Spondylolisthesis. *J. Bone Jt Surg.* 13, 39–45.
- Niethard, F., J. Pfeil, M. Weber (1997): Ätiologie und Pathogenese der spondylolytischen Spondylolisthese. *Orthopäde* 26, 750–754.
- Omey, M., L. Micheli, P. Gerbino (2000): Idiopathic scoliosis and spondylolysis in the female athlete. Tips for treatment. *Clin Orthop.* 372, 74–84.
- Saraste, H. (1993): Spondylolysis and spondylolisthesis. *Acta Orthop Scand Suppl.* 251, 84–86.
- Seitsalo, S., K. Osterman, H. Hyvarinen, K. Tallroth, D. Schlenzka, M. Poussa (1991): Progression of spondylolisthesis in children and adolescents. A long-term follow-up of 272 patients. *Spine* 16, 417–421.
- Taillard, W. F. (1976): Etiology of spondylolisthesis. *Clin Orthop.* 117, 30–39.
- Wright, J. G., D. Bell (1991): Lumbosacral joint angles in children. *J. Pediatr. Orthop.* 11, 748–751.

## Kongenitaler muskulärer Schiefhals

**Synonym:** Torticollis congenitus.

### Definition

Angeborene einseitige Verkürzung des M. sternocleidomastoideus mit typischer Kopffehlhaltung, Ausbildung eines Plagiozephalus und einer Gesichtasymmetrie.

### Vorkommen und Ätiologie

Der kongenitale muskuläre Schiefhals ist mit einer Inzidenz von etwa 0,5 % relativ häufig. Er kann zusammen mit anderen kongenitalen Anomalien auftreten, wie beispielsweise einer Hüftreifungsstörung oder Fußdeformität. Auch wurde eine familiäre Häufung im Zusammenhang mit dem kongenitalen muskulären Torticollis beschrieben.

Persistierende tonische Reflexe, die sich im Verlauf der statomotorischen Entwicklung in der Regel zwischen dem 2. und 5. Lebensmonat verlieren, und idiopathische zervikale Dystonien, insbesondere im Bereich des M. sternocleidomastoideus, kommen bei dem kongenitalen muskulären Schiefhals ursächlich mit in Betracht. Der weitere Verlauf ist häufig von einem strukturellen Umbau des betreffenden Muskelabschnitts gekennzeichnet. Mikroskopische Untersuchungen von resezierten Anteilen des verkürzten Muskels fanden fibrotische Veränderungen, wie sie auch nach einer Nekrose auftreten, weshalb der Verdacht geäußert wurde, dass diese Veränderungen auch Folge einer Art Kompartmentsyndrom bei intrauteriner Fehllage sein könnten.

## Klinik und Diagnostik

Die sorgfältige klinische Analyse vorhandener tonischer Reflexe (z.B. symmetrisch-tonischer Halsreflex, tonischer Labyrinthreflex, asymmetrisch-tonischer Halsreflex) oder dystoner Störungen und die Palpation des verkürzten Muskels führen zur Diagnose des muskulären Schiefhalses.

Der Kopf des Säuglings ist zur Seite des verkürzten Muskels geneigt und in Ruhe auch gedreht. Bei aktivem Blickkontakt erfolgt kompensatorisch die Drehung zur Gegenseite. Die gegenläufigen Bewegungen sind dabei deutlich eingeschränkt und bereiten Unbehagen. Ausdruck der Asymmetrie ist neben einer mehr oder minder ausgebildeten Gesichtsskoliose eine sog. Plagiozephalie.

Häufig ist im Kleinkindalter eine knotige Verhärtung im Verlauf des Muskels palpabel, die Hinweis auf die muskuläre Tonuserhöhung und den beginnenden strukturellen Umbau des Muskels sein kann. Bei älteren Kindern ist der häufig betroffene M. sternocleidomastoideus bereits als derber Strang sichtbar (Abb. 25.12). Die Veränderung kann im distalen Abschnitt sowohl die Pars sternalis als auch die Pars clavicularis betreffen.

Röntgenbilder sind aufgrund der verdrehten Darstellung der knöchernen Strukturen nur schwer zu interpretieren, sollten aber vor einer Therapie zum Ausschluss symptomatischer Ursachen zusammen mit einem Schnittbildverfahren (z.B. MRT), durchgeführt werden.

## Differenzialdiagnose

Neben der idiopathischen Form gibt es symptomatische Formen, die meist ursächlich behandelbar sind. So können angeborene ossäre Anomalien der Halswirbelsäule

(Klippel-Feil-Syndrom), angeborene Veränderungen des ZNS (Syringomyelie), okuläre (z.B. Lähmungsschielen bei Trochlearisparesse, Hemianopsie etc.) und vestibuläre Erkrankungen mit entsprechenden Kompensationsmechanismen eine Kopffehlstellung auslösen.

Die atlanto-axiale Subluxation oder rotatorische Dislokation (engl. atlantoaxial rotary displacement) ist einer der häufigsten Gründe für einen kindlichen Tortikollis. Die Ätiologie und Pathoanatomie ist bei diesem Krankheitsbild multifaktoriell und noch nicht endgültig geklärt. Atlanto-axiale rotatorische Dislokationen können spontan nach Traumen, respiratorischen Infekten oder auch postoperativ auftreten.

Der paroxysmale Tortikollis (sog. **maladie de Grisel**) bezeichnet die spontane atlanto-axiale Subluxation mit Zeichen einer Entzündung der angrenzenden Halsweichteile. Meist besteht ein Zusammenhang mit Infektionen der oberen Luftwege bzw. nasopharyngealen Infektionen, wie sie bei Kleinkindern häufiger auftreten können. Ursache ist eine direkte entzündliche Exsudatausbreitung im Gelenk C1/C2. In der Mehrzahl der Fälle bildet sich die Fehllagerung nach medikamentöser Behandlung des Infekts spontan zurück. Gelegentlich ist eine Immobilisation und nur sehr selten eine atlanto-axiale Fusion in Korrekturstellung nötig.

Weitere wichtige Differenzialdiagnosen betreffen knöcherne Tumoren (z.B. Osteoblastom) oder Tumoren der Halsweichteile und der Schädelgrube.

Bei älteren Kindern und Erwachsenen kann es durch forcierte Drehbewegungen zu funktionellen Störungen der Kopf- oder Intervertebralgelenke (sog. Blockierungen) mit Ausbildung von schmerzhaften muskulären Verspannungen im Schulter-Nacken-Bereich (sog. Myogelosen) und Manifestation eines sekundären muskulären Schiefhalses kommen. Diese Myogelosen sind allerdings dorsal in der Schulter-Nacken-Muskulatur lokalisiert (z.B. M. trapezius oder auch M. levator scapulae). Therapeutisch sprechen diese Beschwerden gut an auf eine kurzzeitige Immobilisation in einem Schanz-Watteverband, Wärmeapplikation, Muskelrelaxantien, manualmedizinisches Management und allgemeine Physiotherapie.

Als Therapie der ersten Wahl hat sich bei hartnäckigen zervikalen Dystonien in den letzten Jahren auch die wiederholte Botulinumtoxininjektion in den betroffenen Muskel etabliert. Eine Schmerzlinderung kann sich dadurch bereits vor der Verbesserung der unfreiwilligen Muskelkontraktur einstellen. Widersprüchliche Aussagen bestehen hinsichtlich einer Dosiskorrelation.

## Therapie und Prognose

Für die Behandlung eines kongenitalen muskulären Schiefhalses stehen uns folgende Maßnahmen zur Verfügung:

- Dehnübungen und Lagerungsbehandlung durch die Eltern,
- Physiotherapie,



Abb. 25.12 Klinisches Bild eines 6-jährigen Jungen mit muskulärem Schiefhals.



Abb. 25.13a u. b Regelmäßige Dehnübungen durch wechselseitige Blickreize und Lagerung können durch die Eltern bereits frühzeitig begonnen werden.

- Orthesen (Halskragen, Helmorthese),
- operative distale und/oder proximale Tenotomie.

Die konservative Behandlung beim Neugeborenen beginnt mit einfachen Dehnübungen und Lagerungstechniken, die die Eltern selbstständig durchführen können (Abb. 25.13). Unterstützt werden diese Übungen durch erfahrene Physiotherapeuten, die wiederum auch die Durchführung spezieller Behandlungstechniken (beispielsweise krankengymnastische Übungen auf neurophysiologischer Basis) für eine häusliche Wiederholung anlernen. In der Mehrzahl der Fälle führt diese Behandlung zu einer Ausheilung oder zumindest deutlichen Verbesserung des Schiefhalses im Verlauf des 1. Lebensjahres.

Nach dem 1. Lebensjahr wird die Prognose für eine erfolgreiche konservative Behandlung schlechter. Um die Asymmetrie des Gesichtsschädels nicht zu verstärken sowie sekundäre Veränderungen an den Kopfgelenken und eine zerebrale Manifestation der Kopffehlhaltung beim Kind zu vermeiden, sollte zu diesem Zeitpunkt, bei eindeutiger Pathologie im Bereich des M. sternocleidomastoideus, die Indikation zur operativen Therapie gestellt werden.

## Fazit

### Zusammenfassende Therapieempfehlung

<b>Kongenitaler muskulärer Schiefhals</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dehnübungen und Lagerungsbehandlung durch die Eltern</li> <li>• Physiotherapie</li> <li>• Orthesen (Halskragen, Helmorthese)</li> <li>• Operative distale und/oder proximale Tenotomie</li> </ul>
<b>Sekundärer muskulärer Schiefhals</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Immobilisation im Schanz-Watteverband</li> <li>• Wärmeapplikation</li> <li>• Muskelrelaxantien</li> <li>• Manualmedizinisches Management</li> <li>• Physiotherapie</li> </ul>

Postoperativ ist die Fortsetzung der begonnenen konservativen Behandlungstechniken zwingend notwendig, um den Gewinn an Bewegungsfreiheit der HWS langfristig zu sichern.

## Literatur

- Canal, S. T., D. Griffin, C. N. Hubbard (1982): Congenital muscular torticollis. A long-term follow-up. *J Bone Jt Surg Am.* 64(6), 810–816.
- Cheng, J. C., M. W. Wong, S. P. Tang, T. M. Chen, S. L. Shum, E. M. Wong (2001): Clinical determinants of the outcome of manual stretching in the treatment of congenital muscular torticollis in infants. A prospective study of eight hundred and twenty-one cases. *J Bone Jt Surg Am.* 83, 679–687.
- Davids, J. R., D. R. Wenger, S. J. Mubarak (1993): Congenital muscular torticollis: Sequela of intrauterine or perinatal compartment syndrome. *J Pediatr Orthop.* 13, 141–147.
- Engin, C., S. Yavuz, F. Sahin (1997): Congenital muscular torticollis: is heredity a possible factor in a family with five torticollis patients in three generations? *Plast Reconstr Surg.* 99, 1147–1150.
- Fernandez Cornejo, V., J. Martinez-Lage, C. Piqueras, A. Gelabert, M. Poza (2003): Inflammatory atlanto-axial subluxation (Grisel's syndrome) in children: clinical diagnosis and management. *Childs Nerv Syst.* 19, 342–347.
- Gobel, H., W. H. Jost, Arbeitsgruppe Schmerz im Arbeitskreis Botulinumtoxin der Deutschen Gesellschaft für Neurologie (2003): Botulinum-Toxin in der speziellen Schmerztherapie. *Schmerz* 17 (2), 149–165.
- Karski, T. (1991): Frühstbehandlung des muskulären Schiefhalses durch Torsionslagerung. *Orthopädische Praxis* 11, 691–695.
- Tang, S., Z. Liu, X. Quan, J. Qin, D. Zhang (1998): Sternocleidomastoid pseudotumor of infants and congenital muscular torticollis: fine-structure research. *J Pediatr Orthop.* 18, 214–218.
- Weinstein, S. L. (1994): *The Pediatric Spine. Principles and Practice.* Vol.1, 408–411.
- Wetzel, F. T., H. La Rocca (1989): Grisel's syndrome. *Clin Orthop.* 240, 141–152.
- Williams, C. R. P., E. O'Flynn, N. M. P. Clarke, R. J. Morris (1996): Torticollis secondary to ocular pathology. *J Bone Jt Surg Br.* 78, 620–624.