

# Der Orthopäde

Organ der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie  
Organ der Union Orthopädie und Unfallchirurgie der Fachgesellschaften DGOOC und DGU

## Elektronischer Sonderdruck für W.M. Strobl

Ein Service von Springer Medizin

Orthopäde 2014 · 43:665–673 · DOI 10.1007/s00132-013-2221-y

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2014

W.M. Strobl · A. Krebs

## Bilaterale spastische Paresen ohne Gehfähigkeit

Diese PDF-Datei darf ausschließlich für nichtkommerzielle Zwecke verwendet werden und ist nicht für die Einstellung in Repositorien vorgesehen – hierzu zählen auch soziale und wissenschaftliche Netzwerke und Austauschplattformen.

# Bilaterale spastische Paresen ohne Gehfähigkeit

## Ursachen und Bedeutung schwerer Hirnschäden

Bei einer Schädigung großer Teile des Gehirns liegt meist eine bilaterale spastische Parese vor. Diese primäre neurogene Schädigung ist nicht heilbar, aber sowohl von der Förderung und Rehabilitation der neurobiologisch formbaren Sensomotorik als auch von der Vorbeugung und Behandlung zusätzlich auftretender Probleme, wie Bewegungseinschränkung, -mangel und einseitiger Belastung, hängen das Erreichen einer ausreichenden Mobilität und Selbstständigkeit und das Selbstbewusstsein des Patienten ab.

Ursachen für schwere Schäden großer Teile des Gehirns im Kindes- und Erwachsenenalter sind:

- Symptomenkomplex bilateraler spastischer Zerebralparesen des Gross Motor Function Classification System (GMFCS) III–V, darunter
  - frühkindliche Gehirnentwicklungsstörungen,
  - Hirnfehlbildungen,
  - schwere Stoffwechselerkrankungen,
  - gefäßbedingte Hirnschäden durch Blutungen oder Ischämie,
  - Schädel-Hirn-Trauma durch äußere Gewalteinwirkung,
  - Infektionen des Gehirns und seiner Hüllen,
  - schwere Formen der Encephalitis disseminata,
  - primäre und sekundäre Tumoren des Zentralnervensystems,
  - schwere zerebrale Anfalls Erkrankungen,
  - degenerative Hirnerkrankungen.

Die Hirnschädigung führt zu einer ausgeprägten, dauerhaften Beeinträchtigung

wichtiger Organfunktionen und persönlicher Fähigkeiten im Sinne einer Mehrfachbehinderung auf mehreren Ebenen. Betroffen sind in der Regel die

- emotionalen,
- kognitiven,
- körperlichen,
- sozialen und
- kommunikativen Fähigkeiten.

Im deutschen Sprachraum leben heute rund 70.000 Kinder mit einer schweren Form einer zerebralen Bewegungsstörung und etwa 150.000 Menschen mit einer spastischen Parese nach einem zerebralen Insult. Je nach der Lokalisation und dem Schweregrad der Schädigung des Gehirns liegen verschieden ausgeprägte Formen von Bewegungs-, Wahrnehmungs- und Lernstörungen vor. Entsprechend leben Patienten mit bilateralen spastischen Paresen entweder nur mit mittelschweren Gangfunktions-, Haltungs- Sprach- oder Greifstörungen oder bedürfen einer intensiven pflegerischen Betreuung.

## Pathophysiologie der Funktionsstörungen

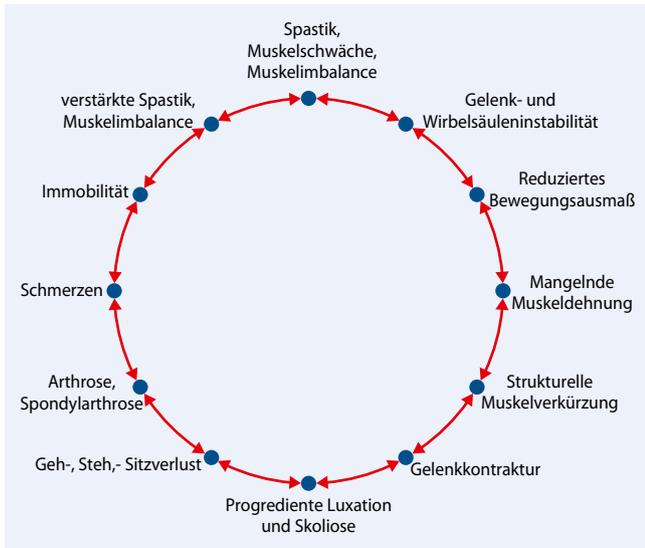
Bei allen zerebralen Bewegungsstörungen verursacht das Persistieren unbalancierter Krafteinwirkungen auf die Gelenke die Entstehung sekundärer struktureller Muskel-Skelett-Deformitäten [7, 9, 21]. Haltungs- und Bewegungsstörungen, strukturelle Muskelverkürzungen, Gelenkkontrakturen, Schmerzen verursachen in der Folge eine beträchtliche Einschränkung der Lebensqualität und -erwartung (■ **Abb. 1**). Aus den genannten Funktionsstörungen können primär folgende orthopädische Behandlungsziele abgeleitet werden:

- Behandlung jeder Muskelimbalance, sobald diese symptomatisch ist,
- Prävention struktureller Muskelverkürzungen,
- Prävention von Gelenkveränderungen beider unterer Extremitäten (UE), insbesondere:
  - Prävention einer Hüft(sub-)luxation,
  - generelle Reduktion eines funktionell nicht nützlichen Hypertonus,
  - weitgehende Muskelbalance an den UE beidseits,
  - Stabilisierung beider unterer Sprunggelenke (USG), Knie- und Hüftgelenke,
  - Stabilisierung des Rumpfs und der Wirbelsäule,
  - stabile Gewichtsübernahme, Transferstehfähigkeit,
  - weitgehende Muskelbalance an den oberen Extremitäten (OE) beidseits.

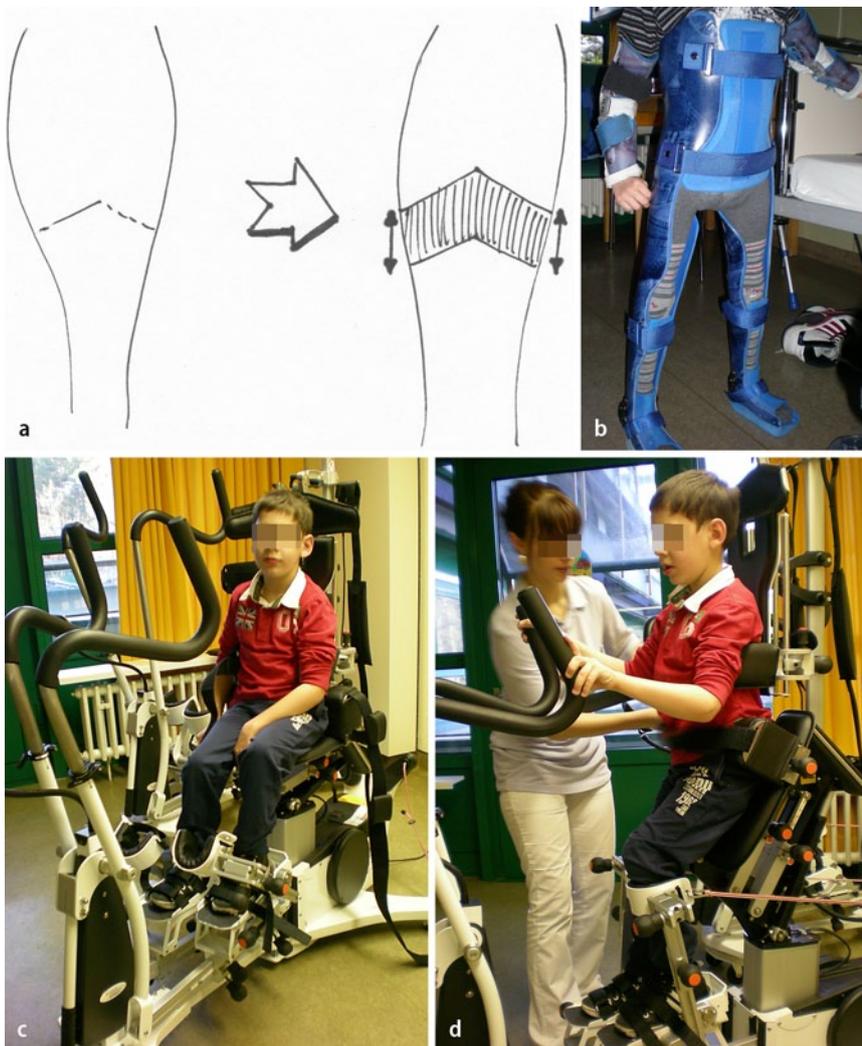
Mit welcher Behandlungsmethode und zu welchem Zeitpunkt diese Ziele erreicht werden können, hängt vom Schweregrad, individuellen Krankheitsverlauf, individuellen Zielen des Patienten und zahlreichen Faktoren ab, die im Einzelnen beleuchtet werden sollen.

## Lebensqualität und Behandlungsziele

Lebensqualität ist ein multidimensionales Konstrukt, das nicht direkt erfasst, sondern nur in seinen Teilbereichen über Indikatoren abgebildet werden kann. Um die Lebensqualität von Kindern und Erwachsenen mit Behinderung zu messen, wurden unterschiedliche Fragebögen als Messinstrumente entwickelt und validiert. Ergebnisse bisheriger Studien zeigen, dass Menschen mit Behinderungen besonders im



**Abb. 1** Die instabilitätsbedingte allmähliche Entwicklung struktureller Muskel-Skelett-Veränderungen beeinträchtigt die Lebensqualität durch Schmerzen und mangelnde Partizipation



**Abb. 2** Die gezielte Kombination evidenzbasierter medizinisch-therapeutischer Möglichkeiten kann die Lebensqualität schwerbehinderter Menschen verbessern: Operation (a, b), Orthese (c) und robotikgestützte Therapie (d, e) mit dem Ziel Transferstehen und -gehen

Kindesalter ihre Lebensqualität deutlich besser bewerten als ihnen nahestehende Personen.

In einer direkten Befragung zur Lebensqualität von Kindern mit und ohne Zerebralparese (CP) konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen festgestellt werden. Innerhalb der CP-Gruppe korrelierten funktionelle Fähigkeiten nicht mit der Lebensqualität [31]. Eltern behinderter Kinder werten die Lebensqualität ihrer Kinder deutlich niedriger als die nichtbehinderter Kinder. Ihre Wertung korreliert mit ihrem psychischen Stress, sodass für zukünftige Messungen empfohlen wird, den psychischen Status zu erfragen [5].

» Bei zukünftigen Messungen sollte der psychische Status erhoben werden

Ähnliche Ergebnisse werden in einer aktuellen Studie berichtet [19]. Selbstbewerteter mentaler Status und Health-Related Quality of Life (HRQoL) wurden von den Patienten besser eingestuft als von den Müttern. Rezidivierende Schmerzen des Bewegungsapparats korrelierten mit psychischen Problemen und reduziertem HRQoL, allerdings nicht in der Elterngruppe.

Anders liegen die Studienergebnisse im Erwachsenenalter: Eine signifikante Anzahl Erwachsener mit CP gibt Schwierigkeiten bei der sozialen Teilhabe und einen niedrigen HRQoL für körperliche Funktionen an [29].

Im Rahmen einer umfassenden Studie aus Norwegen [11] wurden erwachsene CP-Patienten mit einem durchschnittlichen Alter von 35 (18–72 Jahren) und ihre Betreuer befragt. Sie gaben in dieser subjektiven Selbsteinschätzung – obwohl in der überwiegenden Zahl leicht bis schwer, nur 15% schwerstbehindert – als Einschränkung ihrer Lebensqualität doppelt so häufig chronische Schmerzen und 3-mal so häufig chronische Ermüdbarkeit gegenüber einer nichtbehinderten Kontrollgruppe an.

Studien zur Lebensqualität von Kindern und Erwachsenen mit bilateralen spastischen Paresen geben Hinweise darauf, welche wichtigsten Ziele für die Ver-

besserung ihrer Lebensqualität definiert werden können:

- Schmerzfreiheit, v. a. des Bewegungsapparats,
- soziale Teilhabe/Partizipation durch Kommunikation und Aufbau von Beziehungen,
- Autonomie/Selbstbestimmung und Selbstständigkeit,
- Mobilität.

## Grundprinzipien der Behandlung

Basis für jede klinische Entscheidung bildet neben der medizinischen Indikation der Patientenwille. Dieser kann bei schwerstbehinderten Menschen mit bilateralen spastischen Paresen – wenn, wie in den meisten Fällen, keine Patientenverfügung vorliegt – nur indirekt erfasst werden. Bei schwerstbehinderten Menschen trifft prinzipiell der gesetzliche Vertreter die Entscheidung, ob das vorgeschlagene Therapieangebot angenommen wird. Voraussetzungen dafür sind eine ausreichende Wissensbasis und Vertrauen zum Behandlungsteam. Eine Langzeitbetreuung sollte daher von allen ärztlichen, pflegerischen, therapeutischen, psychologischen, auch orthopädiotechnischen Betreuungspersonen angestrebt werden. Beim Wechsel von Betreuungspersonen ist eine detaillierte mündliche und schriftliche Übergabe aller vorhandenen Daten unerlässlich. Wenn irgendwie möglich, sollte er immer in Anwesenheit der Familie erfolgen. Auch auf der Seite der Betreuer, Eltern und Familie, wenn keine wichtigen Gründe dagegen sprechen, ist eine Kontinuität bei der Annahme des Therapieangebots einzufordern. Nur dadurch kann das Behandlungskonzept zugunsten des Patienten laufend evaluiert und können oft irrationale Ängste ab- und Vertrauen aufgebaut werden ([25]).

Eine kausale Therapie zentraler Bewegungsstörungen ist nicht möglich, aber die Lebensqualität kann heute mittels verschiedener Therapieverfahren verbessert werden (■ **Abb. 2**):

- aktive und passive Bewegung im Alltag,
- Funktions- und Lagerungsorthesen für den Alltag (■ **Tab. 1**),
- Bewegungs-, Kraft- und Koordinationstherapie,
- physikalische Therapieverfahren,

Orthopäde 2014 · 43:665–673 DOI 10.1007/s00132-013-2221-y  
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2014

W.M. Strobl · A. Krebs

## Bilaterale spastische Paresen ohne Gehfähigkeit

### Zusammenfassung

**Hintergrund.** Eine schwere Schädigung oder Entwicklungsstörung großer Teile des Gehirns verursacht eine ausgeprägte Störung motorischer, sensorischer, kognitiver und psychischer Funktionen. Diese können medizinisch nicht ausreichend kurativ behandelt werden und führen zu einer schweren Mehrfachbehinderung des betroffenen Kindes oder Erwachsenen.

**Therapie.** Aufgabe der medizinisch-pflegerischen Betreuung und Behandlung ist, eine bestmögliche Lebensqualität mit Schmerzfreiheit, Kommunikationsfähigkeit, Selbstständigkeit und Mobilität zu erreichen. Als Teil des Behandlungsteams analysieren Neuroorthopäden die statomotorischen Auswirkungen der Funktionsstörungen und erstellen einen langfristigen Behandlungs-

plan, der auch präventive und palliative bewegungstherapeutische, orthetische, medikamentöse und chirurgische Therapieverfahren umfasst.

**Schlussfolgerung.** Schmerzen und schwere fortschreitende Deformitäten wie Kontrakturen der Extremitätengelenke, Hüftluxation und Skoliose müssen so weit wie möglich verhindert werden. Verbesserungen von Alltagsfunktionen durch Balancierung und Förderung von Muskelaktivitäten sowie Stabilisierung von schwachen und instabilen Körperabschnitten sollen nach Möglichkeit erreicht werden.

### Schlüsselwörter

Mehrfachbehinderung · Tetraparese · Lebensqualität · Kontraktur · Hüftluxation

## Bilateral spastic paresis without the ability to walk

### Abstract

**Background.** Developmental disorders and severe damage to major parts of the brain cause loss of motor, sensor, cognitive and mental function. These disorders cannot be medically treated in a sufficiently curative manner and are likely to develop into severe disability in children and adults.

**Therapy.** Medical nursing care and treatment aims to achieve the best possible quality of life by a lack of pain, ability to communicate, autonomy, and activities of daily life. As part of the team neuro-orthopedic surgeons have to analyze the orthostatic effects of motor functional disorders in order to set up a treatment plan that includes preventive and

palliative treatment options by movement therapy, orthotic, medicinal, and surgical interventions.

**Conclusion.** Pain and severe progressive deformities, such as contracture of extremity joints, hip dislocation, and spinal deformity must be prevented as far as possible. Activities of daily life should be enhanced by balancing and promoting muscle power and stabilizing weak and unstable parts of the body when possible.

### Keywords

Severe handicap · Tetraparesis · Quality of life · Contracture · Hip dislocation

- Therapiegipse oder 24-h-Tag-Nacht-Funktionsorthesen,
- medikamentöse Behandlungsverfahren (Baclofen, Botulinumtoxin),
- selektive dorsale Rhizotomie,
- offene oder perkutane muskelverlängernde Operationen,
- operative Muskelverkürzungen,
- Sehnentransfers,
- rekonstruktive Operationen z. B. der Hüftgelenke und Füße.

Minimal-invasive offene und perkutane Operationstechniken und primär belastbare Osteosynthesen in Kombination mit Frühmobilisation tragen auch bei schwer

mehrfachbehinderten Kindern und Erwachsenen wesentlich zu einem guten Therapieerfolg bei [27]. Ein vergleichbarer funktioneller Therapieeffekt wie an der unteren Extremität wird auch nach Mehr-etagenoperationen an der oberen Extremität gefunden.

## Ziele Gewichtsübernahme, Stehen, Gehen – untere Extremitäten

Bei allen Kindern und Erwachsenen mit bilateralen spastischen Paresen ist die Transfersteh- und -gehfähigkeit für den Alltag ein wichtiges Therapieziel [16]. Sie

**Tab. 1** Lebensalter und Alltagsfunktionen bestimmen die Möglichkeiten der Orthopädie- und Rehabilitationstechnik zur Verbesserung der Lebensqualität bei spastischen bilateralen Paresen

Funktion	Säugling	Kleinkind	Kindergarten	Volksschule	Pubertät	Jugendliche	Erwachsene	Senioren
Prophylaxe	OE + UE-LO	OE + UE-LO	OE + UE-LO	OE + UE-LO	OE + UE-LO	OE + UE-LO	OE + UE-LO	OE + UE-LO
Liegen	(GKLO)	(GKLO)	(GKLO)	GKLO	GKLO	GKLO	GKLO	GKLO
Sitzen		Sitzschale	Sitzschale	Sitzschale	Sitzschale	Sitzschale	Sitzschale	Sitzschale
Stehen		Stehorthese	Stehorthese	Stehorthese	Stehbrett	Stehbrett	Stehbrett	Stehbrett
Gehen		FO, AFO, KAFO, Gehtrainer, Rollator						
Allgemeine Mobilität		Buggy	Rollstuhl	(E-)Rollstuhl	(E-)Rollstuhl	(E-)Rollstuhl	(E-)Rollstuhl	(E-)Rollstuhl
Wirbelsäule	(Korsett)	(Korsett)	(Korsett)	Korsett	Korsett	Korsett	Korsett	Korsett
Hand		(OE-FO)	(OE-FO)	(OE-FO)	(OE-FO)	(OE-FO)	(OE-FO)	(OE-FO)

OE obere Extremitäten, UE untere Extremitäten, LO Lagerungsorthese, GKLO Ganzkörperlagerungsorthese, FO Funktionsorthese, AFO Ankle-Foot-Orthese, KAFO Knie-Ankle-Foot-Orthese, E Elektrorollstuhl.

ermöglicht eine Verbesserung zahlreicher Organfunktionen und einen vermindernden Pflegeaufwand. Regelmäßige Stehtherapie führt zu mehr Lebensqualität durch Verbesserung der

- Muskelkraft,
- Sensorik und Propriozeption,
- Dehnung bei Muskelverkürzungen,
- Gelenkknorpelentwicklung,
- Reduktion einer Inaktivitätsosteoporose,
- urologischen Funktionen,
- gastrointestinalen Funktionen,
- Entlastung bei Hautproblemen,
- Steigerung der kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit,
- Steigerung der Hirnfunktion,
- Reduktion psychischer Probleme.

### » Regelmäßige Stehtherapie führt zu mehr Lebensqualität

Progrediente Hüftluxationen, Muskelverkürzungen und Fußfehlstellungen führen sehr häufig zu einem Verlust der Stehmöglichkeit.

### Problem Hüftinstabilität

Der natürliche Verlauf einer Hüftinstabilität wird bei den meisten unbehandelten Patienten, besonders bei Kindern mit bilateraler spastischer Parese beobachtet: Aufgrund einer periartikulären Muskelimbalance mit Schwäche der Hüftabduktoren und -extensoren entwickelt sich eine progrediente Dezentrierung des Hüftgelenks mit Elongation der Hüftgelenkkapsel, Verformung des Pfannendachs, Entwicklung einer sekundären schweren „Dysplasie“ und/oder einer Sekundärpfanne,

funktionellen Beinlängendifferenz, progredienten ipsilateralen Adduktoren- und Hüftbeugekontraktur und kontralateralen Hüftabduktoren- und Hüftstreckkontraktur und konsekutiv einer progredienten Windschlagfehlstellung der Beine ([10, 18, 23, 24, 28]).

Bei spastischen Paresen werden Schmerzen ab dem Alter von 12 bis 15 Jahren in der Mehrzahl der Fälle berichtet [1], bei hypotonen Luxationen wie schlaffen Lähmungen deutlich seltener.

Bei Schädel-Hirn-Verletzungen entwickelt sich anstelle der Instabilität gelegentlich eine periartikuläre Ossifikation, die zu einer Ankylose führen kann.

Folgende diagnostische Vorgangsweise wird empfohlen: Jährliches klinisch-radiologisches Screening aller Patienten mittels Beckenübersichtsröntgen/Rippschein-I-Aufnahme zwischen dem Alter von 2–7 Jahren, bei Dezentrierung ist eine halbjährliche Kontrolle erforderlich. Zur Operationsplanung wird eine 3-D-CT-Darstellung zur Beurteilung der Luxationsrichtung und des Pfannendefekts empfohlen.

Zur Behandlung: Früher Versuch der Muskelaktivierung und -balancierung durch Bewegungs- und Stehtherapie ab dem Alter von 18 bis 24 Monaten, bei beginnender Dezentrierung durch Spastik (>25% Überdachungsdefizit, gelbe Hüftampel) tonusreduzierende Maßnahmen, z. B. frühe Botulinumtoxin(BoNT)-Injektionen [4], rechtzeitiger Umstieg auf minimal-invasive oder offene Muskelverlängerung, die bei >40% Überdachungsdefizit dringend indiziert ist (rote Hüftampel). Bei etwa einem Drittel der Patienten kommt es trotz muskelverlängernder Operation zu einer progredienten Luxation ([20]), die einer Hüftrekonstruktion mit Mus-

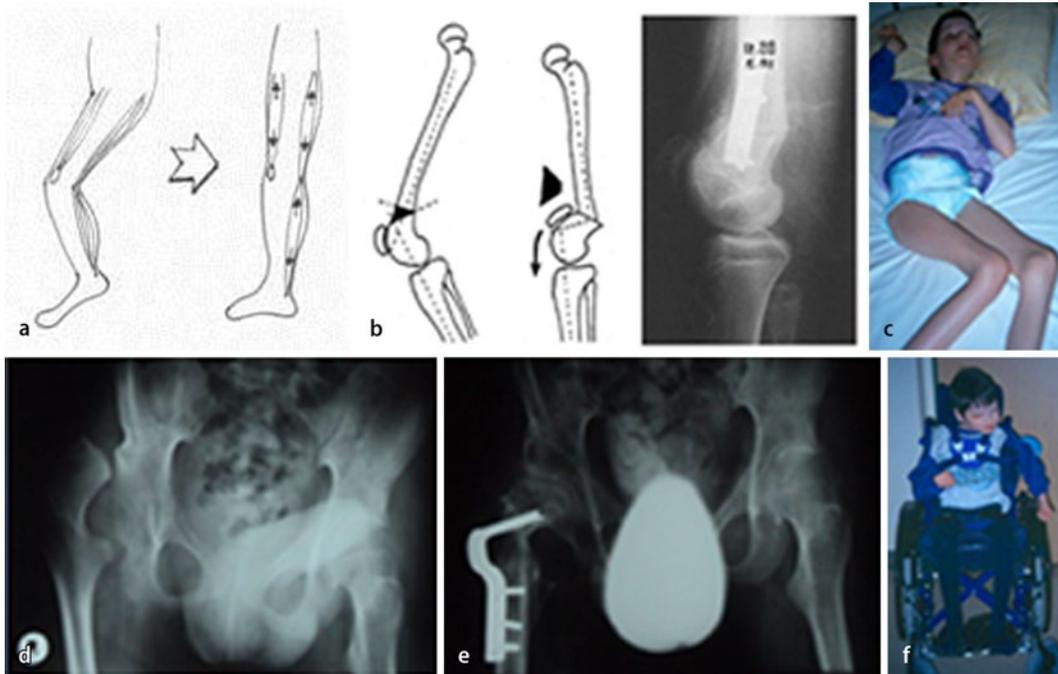
kelbalancierung, offener Reposition mit Kapselraffung, derotierender, verkürzender, varisierender proximaler Femurostotomie und Pfannendachplastik bedarf. Wichtig erscheinen uns die Schmerztherapie und Antidekubituslagerung in den ersten postoperativen Tagen. Eine alters- und gewichtsabhängige Frühmobilisation führen wir mit aktiv-passivem Bewegungsprogramm eine Woche postoperativ, Sitzen 2 bis 3 Wochen postoperativ und roboterunterstützte Steh- und Gehtherapie ab 4 bis 8 Wochen postoperativ je nach radiologischer Verlaufskontrolle durch.

### Ergebnisse unserer Langzeitstudie nach Hüftrekonstruktionen

Eine Hüftrekonstruktion stellt für viele Familien und Betreuungseinrichtungen eine große Belastung dar. Gelenkversteifungen, Resektionen und Gelenkersatz bilden aus unserer Erfahrung jedoch in den meisten Fällen keine Alternative ([13, 32, 33]). Es stellt sich daher die Frage, ob dieser Eingriff langfristig die Therapieziele Schmerzfreiheit, Verbesserung der Gewichtsübernahme und Erhalt der Geh- und Stehfähigkeit erzielen kann.

Aus einem Patientenkollektiv von 54 Patienten mit einer Hüftrekonstruktion, welche bereits an einer Nachuntersuchungsstudie mit mittelfristigen 4-Jahres-Ergebnissen teilgenommen hatten, konnten 16 Patienten mit 18 operierten Hüften für eine langfristige Nachuntersuchung rekrutiert werden [14].

Die mittlere Nachuntersuchungsdauer betrug 12 Jahre + 11 Monate, das durchschnittliche Alter bei Operation lag bei 9 Jahren + 4 Monaten, bei der Nachuntersuchung bei 22 Jahren + 3 Monaten. Bei



**Abb. 3** ◀ Wenn mit muskelverlängernden Operationen (a) keine ausreichende Funktionsverbesserung z. B. des Stehens oder Sitzens erzielt werden kann, sind Umstellungsosteotomien (z. B. supracondyläre Femurosteotomie für Kniestreckung (b) oder rekonstruktive Eingriffe (z. B. Hüftrekonstruktion für druckstellen- und schmerzfreie Sitzfunktion (c, d, e, f) indiziert

der Nachuntersuchung waren 14 Patienten (88%) schmerzfrei, nur 2 Patienten, welche auch eine starke Skoliose und Kontrakturen entwickelt hatten, gaben bei Bewegungen Schmerzen an. Dauerschmerzen waren in keinem Fall vorhanden.

Die Sitzfähigkeit konnte dauerhaft erhalten werden. Die Gewichtsübernahme und Stehbereitschaft konnten im Wesentlichen gut erhalten werden. Nur 3 Patienten zeigten eine Verschlechterung aufgrund massiver Gewichtszunahme, starker Skoliose und Entwicklung von Gelenkkontrakturen. Die guten radiologischen Ergebnisse der Ausgangsstudie konnten ohne Korrekturverlust erhalten werden.

### Problem Beinachsenfehlstellung

Ausgeprägte progrediente Kontrakturen und Beinachsenfehlstellungen können ein Hindernis für die regelmäßige Stehtherapie oder das Transferstehen darstellen. Auch bei nicht gehfähigen Patienten mit spastischen Paresen stellen daher exakt individuell indizierte und geplante funktionsverbessernde Mehretageeingriffe evtl. mit ossären Achsenkorrekturen eine gute Möglichkeit zur Verbesserung der Lebensqualität dar (■ **Abb. 3**).

Zerebrale Bewegungsstörungen mit pathologischen Reflexmechanismen können als „lever arm diseases“ (nach Dr. James Gage) aufgefasst werden, wobei es

v. a. zu einer Funktionsstörung der zweigelenkigen Muskeln kommt. Eine dosierte intramuskuläre Verlängerung oder Verlagerung der betroffenen Muskelgruppen kann eine gute funktionelle Ausgangsbasis für die weitere Bewegungsentwicklung schaffen. Wenn der Patient motorisch profitiert und regelmäßig steht, ist in der Folge auch das Rezidivrisiko neuerlich auftretender Verkürzungen vermindert. Vorteilhaft ist die einzeitige, beidseits durchgeführte Operation der gesamten Muskelkette [9]. Grundvoraussetzung ist das Prinzip der Frühmobilisation und eine bereits präoperativ geplante mehrmonatige intensive physiotherapeutische Betreuung mit Stehtherapien. Die Motivation der Patienten ist in gewohnter Umgebung, Schule, Wohn- oder Therapiegruppe, am besten erreichbar.

### Ergebnisse unserer Studie minimal-invasiver Operationen in Kombination mit roboterunterstützter Bewegungstherapie

Bei neuroorthopädischen minimal-invasiven, gemischt offenen und perkutanen Mehretageoperationen handelt es sich um eine von den Patienten gut akzeptierte, rasch funktionsverbessernde Behandlungsmethode mit signifikant positiven Auswirkungen auf den gesamten Rehabilitationsprozess bei spastischen Be-

wegungsstörungen im Kindes- und Erwachsenenalter. Als Vorteile können die minimale Wundfläche, die rasche, relativ schmerzfreie Mobilisierbarkeit und der nur geringfügige Kraftverlust mit gutem Funktionsgewinn betrachtet werden. Nachteil ist das Risiko möglicher unkontrollierter Blutungen, Schwellungen und möglicher Nervenläsionen.

Im Rahmen einer prospektiven Studie versuchten wir, alle mit der minimal-invasiven Operationsmethode behandelten Patienten an 2 spezialisierten Abteilungen zu erfassen. Das untersuchte Patientenkollektiv umfasste letztlich 71 Patienten mit spastischen Bewegungsstörungen im Alter von durchschnittlich 9,3 (2,8 bis 37 Jahren) mit 118 operierten OE- und UE-Gliedmaßen, an denen lokal 334 (1–6) perkutane Eingriffe in einer Sitzung vorgenommen wurden. Die Patienten erhielten einen 24-h-Kompressionsverband und wurden ab dem 1. postoperativen Tag physiotherapeutisch vollbelastend, in der Regel ohne Gipsverbände, jedoch mit Funktionsorthesen mobilisiert. Präoperativ und 3 Monate postoperativ wurden die Schwere der Spastik mittels Ashworth Scale und die Funktionsverbesserung mittels Goal Attainment Scale bewertet.

Bei 68% der Patienten konnten eine Reduktion der Spastik und bei 86% der Patienten eine Verbesserung der präoperativ definierten Bewegungsfunktion

beobachtet werden. Größere Komplikationen wie Gefäß- oder Nervenschädigungen wurden nicht festgestellt, kleine lokale Hämatome wurden bei 38%, große Hämatome bei 4% beobachtet, 3 Patienten berichteten über passagere Hyp- und Dysästhesien des Fußbereichs, bei einem Patient trat vorübergehend ein ausgeprägter Lymphstau der UE auf. Zur Nachhaltigkeit der Funktionsverbesserungen kann in dieser Studie, wie in der bisherigen Literatur, noch nicht Stellung genommen werden. Die Operationstechnik bedarf jedenfalls einer weiteren kritischen Evaluierung in der Hand erfahrener Spezialisten [27].

### Problem Fußfehlstellung

Sobald eine Gewichtsübernahme im Rahmen der Stehtherapie bei einer bilateralen spastischen Parese angestrebt wird, ist eine Stabilität des unteren Sprunggelenks notwendig.

#### ► Flexible Fußfehlstellungen bedürfen einer stabilisierenden orthetischen Versorgung.

Sind progrediente neurogene Fußfehlstellungen wie Spitz-, Knickplatt- und Klumpfüße trotz frühzeitiger AFO-, Innesschuh- und Lagerungsothesenversorgung oder Gips- und Botulinumtoxintherapie nicht ausreichend behandelbar, kann in frühen Stadien zerebraler Erkrankungen oder bei Kindern mit CP im frühen Schulalter, wenn noch keine strukturelle Veränderung vorliegt, eine muskelbalancierende Fußoperation mit Sehnentransfers zur dauerhaften Funktionsverbesserung indiziert sein.

Bei Klumpfußstellungen wird meist ein Tibialis-anterior-Splittransfer mit Tibialis-posterior-Transfer, medialem und plantarem Release, bei schweren Knickplattfußfehlstellungen ein Peronäustransfer mit ossärer Kalkaneusverlängerung, Kalkaneokuboidarthrodese oder in leichteren Fällen mit subtalarer extraartikulärer Schraubenarthrorise (SESA) des unteren Sprunggelenks, jeweils in Kombination mit Triceps-surae-verlängernden Maßnahmen notwendig sein [30]. Die Erfahrung der Autoren und eine derzeit laufende Studie zeigen auch bei schwerer Spastik einen positiven Effekt der Ar-

throrise in Kombination mit einem Peronäussehnentransfer. Mehrere Jahre nach Beginn der zerebralen Lähmung und bei CP ab der Pubertät sind häufig zusätzliche knöcherne Korrekturen mit Arthrodese des Rückfußes indiziert.

### Ziele Sitzen, Atmen, Nahrungsaufnahme – Wirbelsäule

Kinder und Erwachsene mit Störungen der Rumpf-Becken-Kontrolle bei bilateralen spastischen Paresen sind meist nicht in der Lage, eine aktive Sitzhaltung über einen, z. B. für die ungestörte Handfunktion, ausreichenden Zeitraum einzunehmen. Eine kontinuierliche Anpassung ihrer Sitzposition ist in diesem Fall nur durch eine teilweise Unterstützung ihrer Muskelfunktion möglich. Sie sind aktiv mit Unterstützung sitzfähig.

Bei einer schweren neuromuskulären Störung der Rumpf-Becken-Kontrolle sind eine aktive Anpassung oder Änderung der Sitzposition nicht erreichbar, da eine ausreichende selektive Muskelsteuerung fehlt.

Menschen mit bilateraler spastischer, dystoner oder hypotoner CP vom funktionellen Typ einer Tetraparese verfügen über keine ausreichende aktive Steuerung der Becken-, Rumpf- und Kopfmuskulatur. Solange noch eine ausreichende passive Beweglichkeit der Gelenke besteht, sind sie jedoch passiv mit einfachen Unterstützungsmaßnahmen wie einer Leichtbausitzschale sitzfähig. Das heißt sie können mit ausreichender Sitzunterstützung gesetzt werden. Dies ist aus medizinischer Sicht unbedingt notwendig, um sekundäre Defizite der sensorischen, motorischen, kognitiven und psychischen Entwicklung durch beispielsweise eine mangelnde Stabilität des Kopf-Rumpf-Bereichs als Träger der Perzeptionsorgane zu vermeiden [28].

Darüber hinaus führen schwere zerebrale Bewegungsstörungen im Laufe der Jahre zu sekundären strukturellen Schäden des Bewegungsapparats wie Veränderungen der Muskulatur, Bandstruktur, Gelenkkapseln und zu Skelettverformungen. In diesem Fall ist eine symmetrische Neutralposition mit einfachen Maßnahmen nicht erreichbar, aufwendige betten- de Sitzschalen und Korsette zur Lagerung

mit großflächiger Druckverteilung müssen eingesetzt werden, um eine für längere Sitzphasen schmerz- und druckstellenfreie Lagerung zu erzielen [6, 26].

### Problem Wirbelsäulenfehlstellung

Bei nicht gehfähigen Menschen mit schweren bilateralen spastischen Paresen entwickeln sich im Laufe der Jahre aufgrund der Muskelschwäche und des pathologischen Muskeltonus häufig aus Wirbelsäulenfehlhaltungen strukturelle Verformungen wie neurogene Skoliosen, Hyperkyphosen und -Lordosen. HWS-Hyperlordosen können zu einer Einschränkung des trachealen Durchmessers und damit der Sauerstoffversorgung führen. Hyperkyphotische Fehlhaltungen der BWS bewirken protrahierte Schultern und eine zusätzliche Einschränkung der gestörten Armfunktion. Progrediente Hyperlordosen der LWS schränken die Sitz- und Stehfunktion zunehmend ein.

Frühe therapeutische Maßnahmen wie Mobilisationen, Reflextherapien, Vojta-Therapie können neben einer stabilisierenden Korsett- und/oder Sitzschalenversorgung zunächst helfen, die Rumpfbeweglichkeit und Sitzsymmetrie zu erhalten. Sitzen, Perzeption wie das Sehen, Nahrungsaufnahme und Atmung, können so über Jahre erleichtert werden.

Diagnostisch werden jährliche klinische und bei Bedarf radiologische Kontrolluntersuchungen empfohlen. Röntgenaufnahmen der gesamten Wirbelsäule inklusive Sakrum anterioposterior und seitlich sowie Flexions-Extensions-Funktionsaufnahmen und seitliche Bending-Aufnahmen zur Beurteilung der Flexibilität können indiziert sein.

### » Orthesen und Bewegungstherapien können die Progredienz nicht verhindern

Langfristig kann bei schweren Verlaufsformen die Progredienz mit Orthesen und Bewegungstherapien nicht ausreichend verhindert werden. Es kommt zu einer zunehmenden Kompression des Thorax, Einschränkung der Atemfunktion, Reduktion der tolerierten Sitzdauer und Hautproblemen bedingt durch Min-

### Behandlungsindikation - Voraussetzung: Systemische Diagnostik

#### KLINISCH:

- Anamnese
- Neurologisch-orthopädische Untersuchung
- Muskelfkt.analyse
- Alltagsfunktionen
- psychosoz. Umfeld

#### INSTRUMENTELL:

- Röntgen, CT, MRI
- Videoanalyse
- 3-D-Ganganalyse
- dynamisches EMG
- NLG, EMG
- Pedobarographie

**Abb. 4** ▲ Entscheidungen für den erfolgversprechendsten Behandlungs- und Rehabilitationsplan basieren maßgeblich auf der Kenntnis psychosozialer Faktoren

derdurchblutung und Druckstellen. Mit individuell geformten und gefrästen Sitzschalen mit Spezialschaumstoffpolsterungen kann versucht werden, eine für den Alltag ausreichende Sitz- und Lagerungsmöglichkeit anzubieten.

Schwere Wirbelsäulen- und Thoraxverformungen stellen in stark funktionsbehindernden Fällen und bei gutem Allgemeinbefinden und noch ausreichender pulmonaler Vitalkapazität eine Operationsindikation für erfahrene Zentren dar. Die Komplikationsrate wird gegenüber Operationen bei Menschen ohne zerebrale Bewegungsstörung erhöht angegeben.

## Ziele Kommunizieren, Kleiden, Stützen, Greifen – obere Extremitäten

Eine gute Hand- und Armfunktion ist eine wichtige Voraussetzung für soziale Partizipation durch selbstständige nonverbale Kommunikation und Selbstständigkeit im Alltag. Ist diese Funktion, wie dies bei schweren spastischen Paresen meist der Fall ist, eingeschränkt oder fehlt vollständig, sind unterstützende Hilfsmittel und Pflege dauerhaft notwendig [2, 3, 15]. Für die Körperpflege, das An- und Auskleiden, das Stützen und Greifen sind eine aktive oder zumindest eine passive Beweglichkeit der oberen Extremitäten essenziell [8].

## Problem Ellbogen- und Handfehlstellung

Fehlstellungen der oberen Extremitäten bei zerebralen Bewegungsstörungen zeigen kein einheitliches klinisches Bild. Der klinische und funktionelle Status hängt

vom Ort und dem Ausmaß der Schädigung des zentralen Nervensystems ab [22]. Flexoren, Adduktoren, Innenrotatoren und Pronatoren neigen am stärksten zu Spastik und progredienten Muskelverkürzungen. Typisch sind Verkürzungen des Pectoralis major, des Latissimus dorsi, der Schulterinnenrotatoren, des Biceps brachii (eine gelegentliche Kospastik des Triceps brachii), des Brachioradialis, Pronator teres, Flexor carpi ulnaris und radialis, der langen Fingerflexoren und des Adductor pollicis. Diesen spastischen Agonisten stehen schwache, oft schlaff gelähmte Antagonisten gegenüber. Rasche Dehnung, Kälte oder psychogener Distress, wie sie z. B. beim Ankleiden auftreten können, verstärken die Spastik, zusätzlich treten oft Dystonien auf.

Verbesserungen der Willkürmotorik können mittels Ergotherapie und Constraint-Movement-Therapie, bei ausgeprägter Spastik ohne strukturelle Veränderungen unterstützt durch BoNT-Injektionen, systemische antispastisch wirkende Medikamente wie Baclofen und Lagerungsothesen erreicht werden. Individuell gefertigte Funktionsorthesen können zur Handgelenkstabilisation sowie Daumenabduktion und -opposition angepasst werden.

Rasch auftretende strukturelle Verkürzungen nach zerebralen Insulten in den ersten Jahren und bei CP v. a. im jugendlichen Alter bedürfen häufig trotz schwerer Funktionsstörungen der Hände einer operativen Weichteillösung, um eine schmerzhaft spastische und die Druckstellengefahr zu reduzieren und die Pflege zu erleichtern [12, 17, 34].

## Erfolgsfaktoren für die Behandlung

Bei der Analyse von Voraussetzungen, die den Erfolg neuroorthopädischer Behandlungen maßgeblich beeinflussen, bzw. Fehlern, die für einen Misserfolg verantwortlich sind, kann eine Vielzahl von Faktoren erhoben werden. Erfahrungen aus dem klinischen Alltag lassen vermuten, dass besonders auch psychische und soziale Faktoren eine entscheidende Rolle spielen, ob das angestrebte Therapieziel erreicht werden kann (■ **Abb. 4**). Die wichtigsten Erfolgsfaktoren werden chro-

nologisch geordnet nach dem Erfordernis im Laufe des Behandlungsprozesses aufgezählt:

- regelmäßige Untersuchungen der Alltagsfunktionen des Patienten,
- Dokumentation und Therapieplanung,
- Behandlungsteam mit guter Kommunikation,
- Verständnis und Kooperation im Rahmen der Therapie,
- Grundwissen und richtige Erwartungshaltung,
- Erfahrung mit spezieller Behelfsversorgung,
- Finanzierung der Behelfsversorgung (Orthesen, Schuhe, Stehpult),
- Motivation zur Funktionsverbesserung,
- Kenntnis des familiären Umfelds (Elternkonflikt, Schuldgefühle),
- Kenntnis des psychosozialen Umfelds (Probleme bei Stress, Compliance),
- exakte Analyse der Muskelfunktionen,
- richtige Auswahl der operativen Eingriffe
- Erfahrung mit der Operationstechnik,
- Erfahrung mit spezieller postoperativer Immobilisierung,
- Erfahrung mit postoperativer Therapie von Spastik und Schmerz,
- Erfahrung mit postoperativer Bewegungstherapie,
- postoperative Rehabilitationsmöglichkeiten (Entfernung, Finanzierung, Ausbildung, Erfahrung).

Um möglichst viele dieser Faktoren bei der klinischen Entscheidung zu berücksichtigen, ist eine Einbindung aller Personen notwendig, die den Patienten, seine Betreuer oder Eltern und seine Wünsche und Bedürfnisse kennen. Die gemeinsame Betreuung schwerstbehinderter Menschen im multiprofessionellen Team sollte Standard sein (■ **Abb. 3**). Voraussetzung dafür ist eine ökonomisch aufwendige Zeit- und Raumgestaltung für gemeinsame Sprechstunden, eine gute Kommunikationsfähigkeit zwischen den Berufsgruppen durch das Erlernen einer gemeinsamen Fachsprache, die Anwendung gemeinsamer Behandlungskonzepte und selbstkritische Evaluierung der geleisteten Arbeit [25].

## Kriterien für eine Therapiebegrenzung

Im klinischen Alltag der neuroorthopädischen Betreuung schwerstbehinderter Kinder und Erwachsener ist es laufend notwendig, Entscheidungen über die Aufnahme oder Beendigung therapeutischer Maßnahmen zu treffen. Wie wir festgestellt haben, ist das therapeutische Angebot sehr breit, die Evaluation nicht immer einfach, immer sind individuelle Therapiepläne erforderlich und viele Einzelmeinungen und -erfahrungen können im Behandlungsteam in die Entscheidungsfindung einfließen. Klinische Entscheidungen für schwerstbehinderte Menschen werden gemeinsam mit den betreuenden Personen im multiprofessionellen Team getroffen. Die Teambetreuung erfolgt durch:

- Familie,
- Kinder-/Neurologie,
- Orthopädie,
- Physiotherapie,
- Orthopädiotechnik,
- orthopädischen Schumacher,
- Rehathechnik,
- Schule/Arbeitsplatz,
- Psychologie,
- Selbsthilfegruppe,
- Ergotherapie,
- Sozialarbeiter.

Stimmen Motivation und Erwartungshaltung? Oft sind therapeutische Versuche mit neuen orthetischen Möglichkeiten sinnvoll, Medikamente haben bei verschiedenen Patienten selten die genau gleiche Wirkung, nie ist die exakt gleiche Operation bei einem anderen Patienten wieder notwendig. Ist ein präventiver Eingriff notwendig oder wird der Betroffene Schmerzen aufgrund von Spätschäden nicht mehr erleben? Alle Mitglieder des Behandlungsteams wollen ihre Dienste und Erfahrungen anbieten, aber „ist all das Machbare sinnvoll?“ *Primum non nocere*. Immer gilt es, das schwerstbehinderte Kind oder den schwerstbehinderten Erwachsenen vor Schaden zu bewahren. Und, wie wir ebenfalls feststellen konnten, gibt es viele Voraussetzungen für den Erfolg einer besseren Lebensqualität [25].

Therapeutischer Nihilismus ist angesichts vieler glücklicher Menschen nicht angezeigt. Kriterien für die Therapiebegren-

zung bei schwerstbehinderten Menschen sind jedoch für viele Therapieverfahren, wie beispielsweise Operationen, medikamentöse Therapien, für den Patienten aufwendige Orthesen- und Hilfsmittelversorgungen, notwendig und sinnvoll. Ihre Anwendung bedarf eines großen Fachwissens, Erfahrung und Abwägung im Einzelfall.

## Fazit für die Praxis

- **Ob schwerstbehinderte Menschen glücklich leben, hängt von ihrer Schmerz- und Bewegungsfreiheit, ihren selbstständigen Aktivitäten in ihrer sozialen Umgebung ab. Aber auch von ihrem Recht auf Unvollkommenheit.**
- **In der Zeit der frühen Rehabilitation nach akuten neurologischen Erkrankungen und in der Zeit des Wachstums entwicklungsgestörter Kinder liegt der Schlüssel zur späteren verbesserten Lebensqualität bewegungsbehinderter Menschen.**
- **Alle Therapieansätze der Neuroorthopädie müssen die individuellen Ziele und Wünsche des Patienten und seiner Familie und Betreuer berücksichtigen. Vor jedem Therapieschritt muss ein klar definiertes Therapieziel im gemeinsam betreuenden Team, bestehend aus dem Patienten mit Eltern, Betreuer, Therapeut, Orthopäde und Kinderarzt/Neurologe, bei Bedarf Orthopädiotechniker, Orthopädienschumacher, Lehrer, Psychologe, Sozialarbeiter festgesetzt werden.**
- **Erst die Beurteilung des psychosozialen Umfeldes erlaubt eine Einschätzung, ob durch die geplante Behandlung eine Verbesserung von Alltagsfunktionen und der sozialen Teilhabe möglich ist.**
- **Jeder orthopädisch-chirurgische Behandlungsplan besteht immer in einer Integration konservativer und chirurgischer Maßnahmen im Rahmen eines Gesamtbehandlungsprogramms.**
- **Transferstehen und -gehen sind wichtige Ziele, die bei allen Menschen mit bilateralen spastischen Paresen angestrebt werden sollen. Das Erreichen einer Kopf-, Rumpf-, Hüftgelenk-, Beinachsen- und Sprunggelenkstabilität ist wichtige Voraussetzung dafür.**

## Korrespondenzadresse

**Prof. h.c. Dr. W.M. Strobl**  
Klinik für Kinder-, Jugend- und Neuroorthopädie, Krankenhaus Rummelsberg  
90592 Schwarzenbruck  
walter.strobl@sana.de

## Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** W. Strobl und A. Krebs geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Soweit der Beitrag personenbezogene Daten enthält, wurde von den Patienten eine zusätzliche Einwilligung nach erfolgter Aufklärung eingeholt.

Dieser Beitrag beinhaltet keine Studien an Menschen oder Tieren.

## Literatur

1. Brunner R, Baumann JU (1994) Clinical benefit of reconstruction of dislocated or subluxated hip joints in patients with spastic cerebral palsy. *J Pediatr Orthop A* 14:290–294
2. Carlson MG, Athwal GS, Bueno RA (2006) Treatment of the wrist and hand in cerebral palsy. *J Hand Surg [Am]* 31:483–490
3. Chin TYP, Duncan JA, Johnstone BR, Graham HK (2005) Management of the upper limb in cerebral palsy. *J Pediatr Orthop B* 14:389–404
4. Chung CY, Chen CL, Wong AMK (2011) Pharmacotherapy of spasticity in children with cerebral palsy. *J Formos Med Assoc* 110:215–222
5. Davis E, Mackinnon A, Waters E (2011) Parent proxy-reported quality of life for children with cerebral palsy: is it related to parental psychosocial distress? *Child Care Health Dev* 38(4):553–560
6. Döderlein L (1995) Grundlagen der Sitzversorgung bei den schweren Formen der infantilen Zerebralparese. *Med Orth Tech* 115:266–273
7. Döderlein L (2007) Infantile Zerebralparese. Steinkopff, Darmstadt
8. Eliasson AC, Krumlinde-Sundholm L, Rösblad B et al (2006) The Manual Ability Classification System (MACS) for children with cerebral palsy: scale development and evidence of validity and reliability. *Dev Med Child Neurol* 48:549–554
9. Graham HK, Selber P (2003) Musculoskeletal aspects of cerebral palsy. *J Bone Joint Surg [Br]* 85:157–166
10. Heimkes B, Stotz S, Heid T (1992) Pathogenese und Prävention der spastischen Hüftluxation. *Z Orthop* 130:413–418
11. Jahnsen R, Villien L, Stanghelle JK, Holm I (2003) Fatigue in adults with cerebral palsy in Norway compared with the general population. *Dev Med Child Neurol* 45(5):296–303
12. Karner C, Girsch W, Strobl W (2012) Neuroorthopädische Behandlungsmöglichkeiten der oberen Extremität bei Menschen mit cerebralen Bewegungsstörungen. Edition Bentheim Würzburg: Zeitschrift zur Medizin bei Menschen mit geistiger oder mehrfacher Behinderung 8(2):33–41
13. Knaus A, Terjesen T (2009) Proximal femoral resection arthroplasty for patients with cerebral palsy and dislocated hips: 20 patients followed for 1–6 years. *Acta Orthop* 80(1):32–36

14. Krebs A, Strobl W, Grill F (2008) Neurogenic hip dislocation in cerebral palsy: quality of life and results after hip reconstruction. *J Child Orthop* 2(2):125–131
15. Manolikakis G, Schörle CM (2004) Die obere Extremität bei der infantilen Zerebralparese. Op-Indikation und operative Techniken. *Orthopäde* 33:1163–1172
16. Miller F (2005) Cerebral palsy management, knee, leg, foot. *Cerebral palsy*. Springer, Berlin Heidelberg New York, S 742
17. Nylander G, Carlström C, Adolfsson L (1999) 4.5 year follow-up after surgical correction of upper extremity deformities in spastic cerebral palsy. *J Hand Surg [Br]* 24:719–723
18. Piccolini O, Albisetti W, Cozzaglio M et al (2009) „Postural Management“ to prevent hip dislocation in children with cerebral palsy. *Hip Int* 19(Suppl 6):56–62
19. Ramstad K, Jahnsen R, Skjeldal OH, Diseth TH (2012) Mental health, health related quality of life and recurrent musculoskeletal pain in children with cerebral palsy 8–18 years old. *Disabil Rehabil* 22 (Epub ahead of print)
20. Senst S, Schöttler M (1995) Langfristige Ergebnisse bei minimal-invasiver Op-Technik zur Therapie der Hüft(sub)luxation bei Kindern mit ICP. *Krankengymnastik* 47:1560–1580
21. Stotz S (2000) Therapie der infantilen Zerebralparese. Pflaum, München
22. Stotz S, Heimkes B (1992) Chirurgische Behandlungskonzepte von Fehlstellungen der oberen Extremitäten bei infantiler Zerebralparese. *Orthopäde* 21:301–308
23. Stotz S (1997) Das Hüftgelenk bei neurologischen Erkrankungen, Therapie und Prophylaxe von Funktions- und Entwicklungsstörungen bei infantiler Zerebralparese. Die Hüfte. Enke, Stuttgart, S 139–148
24. Strobl W (2004) Neuromuskuläre Erkrankungen: Zerebralparesen. Becken, Hüfte. In: Tschauener C (Hrsg) *Orthopädie und orthopädische Chirurgie*. Thieme, Stuttgart, S 254–278
25. Strobl W (2012) Verbesserung der Lebensqualität bei schwerstbehinderten Patienten. In: *Imago Hominis* (Hrsg) Themenheft „Klinische Ethik“. 19(3):197–208
26. Strobl W (2013) Seating. In: Brunner R *Cerebral Palsy* JCO Supp
27. Strobl W, Grill F (2014) The knee in cerebral palsy. In: Bentley G (Hrsg) *EFORT Text Book* (Im Druck)
28. Thom H (1991) Prophylaxe der Hüftluxation bei spastisch gelähmten Kindern durch therapiegerechte Rollstuhlversorgung. *Rehabilitation* 30:109–115
29. Van der Slot WM et al (2010) Participation and health-related quality of life in adults with spastic bilateral cerebral palsy and the role of self-efficacy. *J Rehabil Med* 42(6):528–535
30. Vedantam R, Capelli AM, Schoenecker PL (1998) Subtalar arthroeresis for the correction of planovalgus foot in children with neuromuscular disorders. *J Pediatr Orthop* 18:294–298
31. Vinson J, Shank L, Thomas PD, Warschawsky S (2010) Self-generated domains of quality of life in children with and without cerebral palsy. *J Dev Phys Disabil* 22(5):497–508
32. Weber M, Cabanela ME (1999) Total hip arthroplasty in patients with cerebral palsy. *Orthopaedics* 22:425–427
33. Widmann RF et al (1999) Resection arthroplasty of the hip for patients with cerebral palsy: an outcome study. *J Ped Orthop* 16:805–810
34. Zancolli EA (2003) Surgical management of the hand in infantile spastic hemiplegia. *Hand Clin* 19:609–629

**J. Flechtenmacher, D. Sabo (Hrsg.)  
Praktische Röntgendiagnostik  
Orthopädie und Unfallchirurgie**

Indikation, Einstelltechnik,  
Strahlenschutz  
Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG 2014,  
1. Auflage, 216 S., 325 Abb.,  
(ISBN 978-3-13-173161-6), 99,99 EUR

Zunächst erstaunt ein Werk, welches sich mit nur knapp 200 Seiten einem so komplexen Thema wie der praktischen Röntgendiagnostik in der Orthopädie und der Unfallchirurgie widmen will.

Neben einer medizinisch fachlichen Wissensvermittlung erfordert der Anspruch „praktisch“ eine anschauliche Erläuterung der umfassenden Grundlagen. Das darf sich dann aber keineswegs auf Einstelltechniken beschränken sondern muss theoretische strahlenphysikalische und –biologische Grundlagen ebenso wie Anforderungen der Röntgenverordnung und diverse andere Vorgaben beinhalten. Hinzu kommt der besondere Fokus auf einen Ausschnitt der Radiologie, der einerseits auch heute noch einen Schwerpunkt der radiologischen Untersuchungen ausmacht und aus Gründen der radiologischen Teilgebietenanerkennung andererseits aber auch ein Überlappungsbereich fachlicher Interessen sein kann. Um es vorweg zu nehmen: Dies alles ist in geradezu vorbildlicher Weise gelungen. Die Herausgeber haben ein fachlich bestens ausgewiesenes Team zusammengestellt, welches radiologische und orthopädische Kompetenz beinhaltet. Die Darstellung ist praxisnah und sachorientiert, das Erscheinungsbild einschließlich der Grafiken illustrativ und informativ.

Das Buch beginnt mit den allgemeinen radiologischen Grundlagen, ohne den speziellen Fokus aus den Augen zu verlieren. Es fällt leicht den Sinn der Darstellung nachzuvollziehen und es werden, wo notwendig und sinnvoll, auch spezielle Aspekte von hoher praktischer Relevanz hervorgehoben. Hierzu zählt beispielsweise die Dosisabschätzung an Patientinnen, bei denen sich nachträglich eine zum Untersuchungszeitpunkt nicht bekannte Schwangerschaft herausstellt. Hierzu, wie auch bei der Untersuchung von pädiatrischen Patienten werden auch ganz konkrete Handlungsvorschläge unterbreitet, welche hervorragend recherchiert wurden. Das finde ich insgesamt mutig, aber rundum gelungen.

Diesem Teil schließt sich ein Abschnitt grundsätzlicher, standardisierter, radiologischer Bildanalyse von morphologischen Knochenveränderungen an. Besonders in diesem Abschnitt wird die Darstellung zum besseren Verständnis auch auf andere Untersuchungsmethoden, speziell die modernen Schnittbildverfahren, ausgedehnt. Durch diese Beispiele wird aber eine sehr gute Grundlage dafür geschaffen, wann die Radiographie genügt, weil eine sichere Aussage getätigt werden kann und wann ein radiologischer Experte hinzugezogen werden sollte – und sei es nur um zu besprechen, ob eine weiterführende Untersuchung auch wirklich weiter führt.

Den Hauptteil des Buches macht dann die übersichtliche Abhandlung der Radiographie der einzelnen Körperregionen aus. Da die Radiographie des Schädels nur noch selten indiziert ist, bildet diese keinen Schwerpunkt. Alle anderen Skelettregionen sind sehr sorgfältig aufgearbeitet. Das beinhaltet die Indikationsstellung, Qualitätsmerkmale, Besonderheiten wie gehaltene Aufnahmen und spezielle Interpretationshinweise. Besonders anschaulich ist die immer nebeneinander gegebene Darstellung der Einstelltechnik (was im Falle einer Abweichung des Strahlengangs von der ungekippten Projektion auch eine Veranschaulichung des Strahlengangs mit beinhaltet) sowie dem Projektionsergebnis, sprich dem Röntgenbild (was heute eigentlich als Radiographie bezeichnet werden sollte). Typische Fehlermöglichkeiten werden thematisiert und auch spezielle Lagerungshilfen erläutert.

Alle diese besonderen Erklärungen und Darstellungen erfolgen nur dann, wenn dies auch wirklich eine Hilfe ist. Damit ist es tatsächlich möglich ein so umfassendes Thema dennoch kompakt und gleichzeitig strukturiert, verständlich, didaktisch wertvoll und durch Priorisierung vergleichsweise umfassend abzuhandeln.

Das Werk ist sehr gelungen und allen Teilgebetsradiologen ist die Lektüre sehr ans Herz zu legen. Ich würde es zudem radiologischen Einsteigern empfehlen, unabhängig davon ob es ärztliches oder medizinisch-technisches Personal ist.

**S. Wirth (München)**