

Paediatr. Paedolog. 2022 · 57:184–190
<https://doi.org/10.1007/s00608-022-00999-6>
 Angenommen: 5. Juli 2022
 Online publiziert: 3. August 2022
 © Der/die Autor(en) 2022



Walter Michael Strobl^{1,2,3}

¹ MOTIO Fortbildungsinstitut für Kinder- und Neuroorthopädie, Wien, Österreich

² Kinderorthopädie und Neuroorthopädie, Universitätsklinik für Orthopädie und Traumatologie, Salzburg, Österreich

³ Department Gesundheitswissenschaften, Medizin & Forschung, Donau-Universität Krems, Krems, Österreich

Schmerzhafte Muskel-Skelett-Veränderungen bei Kindern mit neuromotorischen Erkrankungen (Teil 2)

Screening, Prävention und Frühbehandlung

Wie in *Teil 1 dieses Beitrags* eingehend dargestellt, werden muskuloskeletale Schmerzen bei Kindern mit neuromotorischen Erkrankungen systematisch unterschätzt. Diese sind jedoch Ausdruck von reversiblen und irreversiblen Muskel-Skelett-Veränderungen, die nach biomechanischen Gesetzmäßigkeiten bei allen chronischen neuromotorischen Erkrankungen auftreten.

Ein vielfach unbeachtetes Problem dabei ist, dass diese Funktions- und Formänderungen zunächst unbemerkt beginnen und im Lauf der Zeit exponentiell zunehmen, sodass ein sehr geringes Kräftegleichgewicht im weiteren Verlauf sehr rasch zu einer schweren irreversiblen Fehlstellung führen kann. Ziel ist es, diese neuroorthopädischen Krankheitsbilder durch sekundärpräventive Maßnahmen zu vermeiden.

Um die Sinnhaftigkeit von Sekundärprävention zu belegen, müssen wir als nächstes die Grundprinzipien der Frühdiagnostik und Frühbehandlung verstehen.

Sekundärschäden bei Kindern mit neuromotorischen Erkrankungen können durch Frühdiagnostik und Frühbehandlung vermieden werden

Bei allen neuromotorischen Störungen treten charakteristische Muskel-Skelett-Veränderungen und Sekundärschäden auf, die zunächst reversibel und später irreversibel sind. Dies kann am *Beispiel der spastischen Tetraparese* demonstriert werden, deren Störungsbild bei zerebralem Insult, bilateraler spastischer CP – GMFCS III–V, Z. n. Schädel-Hirn-Trauma, Z. n. Enzephalitis, Enzephalitis disseminata, schweren Stoffwech-

selerkrankungen und Hirnfehlbildung auftritt. Die mangelhafte Steuerung der beidseitigen Extremitäten- und gesamten Rumpfmuskulatur und die gestörte Oberflächen- und Tiefenwahrnehmung verursachen Schwäche und Instabilität (**Abb. 1**):

1. Schwäche der Halsmuskulatur mit mangelhafter Kopfkontrolle
2. Rumpfinstabilität und progrediente Hyperkyphosen sowie Skoliosen
3. Hyperlordosen der Halswirbelsäule (HWS) und der Lendenwirbelsäule (LWS) mit vermehrter Beckenvertralkippung
4. Grobmotorische Asymmetrie mit Haltungs- und Lagerungsschäden,



Abb. 1 ◀ Sensorischer Kontrollverlust führt zu Muskelschwäche und Gelenkinstabilitäten, die eine erhöhte Muskelaktivität autoregulatorisch zu kompensieren versucht (© W. M. Strobl)

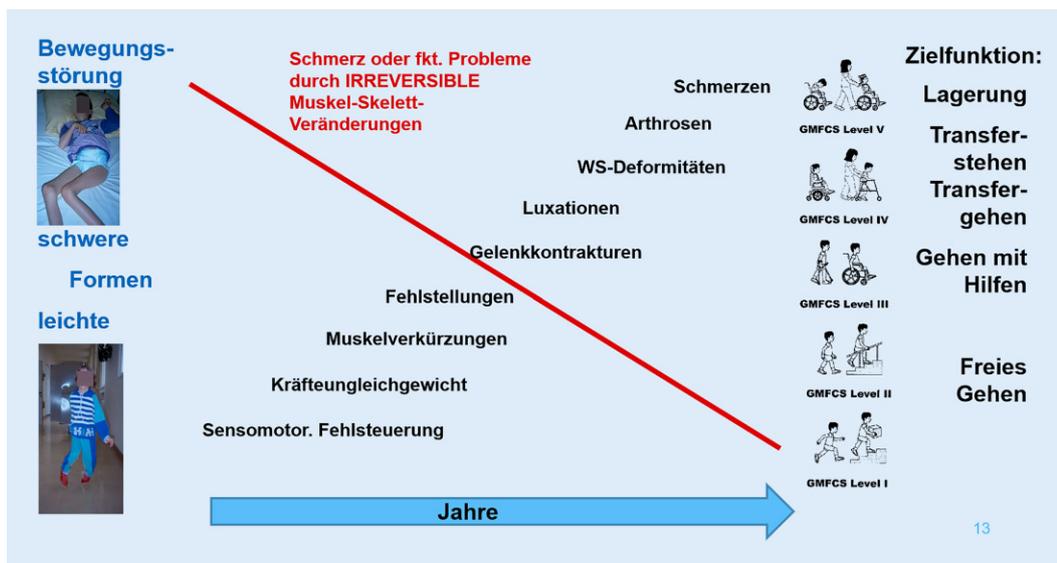


Abb. 2 ◀ Reversible und irreversible Muskel-Skelett-Veränderungen beginnen bei schweren früher als bei leichten Erkrankungsverläufen (© W. M. Strobl)

Windschlagdeformitätenentwicklung

5. Hüftgelenkinstabilität und progrediente Hüftluxation
6. Hüftstrecker- und Hüftabduktoren-schwäche mit vermehrter Hüftad- duction, -innenrotation, -flexion mit Steh- und Gehunfähigkeit
7. Kniestreckerschwäche und ver- mehrte Knieflexion mit fehlender Kniestreckung und Schlussrotation sowie Verlust muskelentspannten Stehens
8. Fußheberschwäche und vermehrte Fußplantarflexion mit Triceps- surae-Verkürzung
9. Instabilität des unteren Sprung- gelenks (USG) mit und USG- Eversion/-Pronation und Plattfuß- entwicklung oder seltener USG- Inversion/-Supination mit Klump- fußentwicklung
10. Funktionelle Beinlängendifferenz mit muskulären und knöchernen Adaptationsmechanismen
11. Schwäche der Ellbogen- und Hand- gelenkstreckter sowie Supinatoren mit Handgelenk- und Ellbogen- flexion, Handgelenkpronation mit Greif- und Stützstörung
12. Schwäche der Schulterabduktoren, -außenrotatoren und -streckter mit Schulteradduktion und -innenrota- tion

Die Entwicklung dieser Muskel-Skelett-Veränderungen ist abhängig von

1) der Schädigung des neuromotori- schen Systems:

- Lokalisation: zerebraler/spinaler/ peripherer Nerv – Muskel
- Ausmaß: Schwäche – Parese – Plegie
- Dauer: reversibel – irreversibel

2) der Prävention und Behandlung:

- Dehnung: Kontraktilität – Verkür- zung
- Bewegungstherapie: Mobilität – Kontraktur
- Stabilisierung: Vertikalisation – Dekompensation
- Lagerung: Druckverteilung – Verfor- mung durch Schwerkraft

Die beschriebenen Funktionsverände- rungen entwickeln sich, wie oben be- schrieben, zunächst schleichend und sind zunächst kaum merklich progred- ient. Erst mit zunehmender Verände- rung von Hebelarmen der betroffenen Muskulatur entwickeln sich dann immer schneller Fehlstellungen. Durch expo- nentielle Zunahme kann der Eindruck einer plötzlichen Fehlstellung auftreten.

Ziel der Frühdiagnostik und Früh- behandlung ist es daher, abgeschwächte Muskelkraft und Kräfteungleichgewichte sowie veränderte Hebelarme einzelner Muskeln oder Muskelgruppen bereits in einem Frühstadium zu erkennen (▣ **Abb. 2**). Konservative Maßnahmen zur Verbesserung der Kraft, wie thera-

peutisches Training, oder der Hebelarme, wie Orthesen, können ebenso wie opera- tive Maßnahmen diese Kräfteungleich- gewichte beseitigen. Muskelverkürzungen verbessern die Kraft; Sehnentransfers und gelenkstabilisierende Operationen können die korrekten Hebelarme wie- derherstellen.

Damit sind die Normalisierung der funktionellen anatomischen Verhält- nisse und eine bessere Bewegungsfunktion erreichbar. In der Folge reduziert sich eine kompensatorische Muskelüberaktivi- tät, Spastik und Schmerz werden vermin- dert. Darüber hinaus kann eine verbes- serte Vaskularisierung der Gewebe beob- achtet werden, die ebenso zur Schmerzre- duktion beiträgt. Als Langzeitfolge blei- ben die Kontraktilität und die mikroana- tomische Struktur der Muskulatur und der Gelenke erhalten; progrediente Atro- phie und Formveränderungen sowie Se- kundärschäden können reduziert wer- den.

*Frühstmögliche Interventionen mit dem Ziel einer (Wieder-)Herstellung des Muskelkraftgleichgewichts zwischen Ago- nisten und Antagonisten verhindern die Entwicklung von Fehlhaltungen und Feh- stellungen und – im Wachstum – von Fehlformen (▣ **Abb. 3**).*

Kompensationsmechanismen, sekun- däre Schäden, Arthrosen, Druckstellen und Schmerzen, beispielsweise bei Fuß-, Handfehlstellungen, Beinachsenfehlfor- men, Kyphoskoliosen, Hüft-, Patella-,

W. M. Strobl

Schmerzhafte Muskel-Skelett-Veränderungen bei Kindern mit neuromotorischen Erkrankungen (Teil 2). Screening, Prävention und Frühbehandlung

Zusammenfassung

Bei allen angeborenen und erworbenen Erkrankungen des Gehirns, des Rückenmarks, der Nerven und Muskeln können Veränderungen von Bewegung und Haltung, Sensorik und Motorik beobachtet werden. Je nach Dauer der Störung entwickeln sich reversible und/oder irreversible Veränderungen der Bewegungsfunktion und der Form der Bewegungsorgane, die biomechanischen Gesetzmäßigkeiten folgen. Da diese Muskel-Skelett-Veränderungen sehr häufig für unterschätzte Schmerzen, Immobilität, mangelnde soziale Teilhabe und damit einer massiven Einschränkung der Lebensqualität verantwortlich sind, ist die detaillierte Kenntnis der funktionellen

Anatomie und dieser Gesetzmäßigkeiten als Basis einer erfolgreichen Vorbeugung und Behandlung erforderlich.

Den wichtigsten Stellenwert in der Frühdiagnostik bildet das rechtzeitige Erkennen von Kräfteungleichgewichten an Gelenken, von veränderten Hebelarmen der Muskulatur, von chronischen Schmerzen als Zeichen einer reaktiven Überlastung und von beginnenden Bewegungseinschränkungen. Screeningprogramme, die alle Störungsbilder umfassen und einfach im klinischen Alltag implementiert werden können, sollten entwickelt werden. Je früher Prävention und Behandlung dieser neuroorthopädischen Probleme bei chronischen neuromotorischen

Erkrankungen in jeder Altersgruppe beginnen, umso erfolgreicher können Fehlentwicklungen sowie irreversible sekundäre Schäden, strukturelle Veränderungen, Fehlstellungen, Kontrakturen, (Sub-)Luxationen, Funktionsverlust, Immobilität und Behinderungen vermieden werden.

In diesem zweiten Teil der Arbeit werden die Möglichkeiten des Screenings, der Prävention und der Frühbehandlung dieser Muskel-Skelett-Veränderungen vorgestellt.

Schlüsselwörter

Neuromotorische Erkrankung · Muskel-Skelett-Schmerz · Hebelarmerkrankung · Sekundärprävention · Neuroorthopädie

Painful Musculoskeletal Changes in Children with Neuromotor Disorders (Part 2). Screening, Prevention and Early Treatment

Abstract

Changes in movement and posture, sensory and motor functions can be observed in all congenital and acquired diseases of the brain, spinal cord, nerves and muscles. Depending on the duration of the disorder, reversible and/or irreversible changes in the locomotor function and the shape of the locomotor organs, which follow biomechanical laws, will develop.

As they are commonly responsible for pain, immobility, a lack of social participation and thus a significant reduction in the quality of life, a detailed knowledge of the functional anatomy and these laws as the basis for

successful prevention and treatment is necessary.

Most important in early diagnosis is the timely recognition of force imbalances in joints, altered lever arms of the musculature, chronic pain as a sign of reactive overload and the beginning of movement restrictions. Screening programmes that include the full range of disorders and that can be easily implemented in everyday clinical practice should be developed. The earlier prevention and treatment of neuro-orthopaedic problems in chronic neuromuscular diseases begin in any age group, the more successfully unde-

sirable developments as well as irreversible secondary damage, structural changes, malpositions, contractures, (sub)luxations, loss of function, immobility and disabilities can be avoided.

This second part of the work presents the screening possibilities and the prevention and early treatment of these musculoskeletal changes.

Keywords

Neuromotor disorder · Musculoskeletal pain · Lever arm disease · Secondary prevention · Neuro-orthopaedics

Schulterluxationen, sollen vermieden werden.

Bei irreversiblen Muskel-Skelett-Deformitäten mit veränderten Hebelarmen der Muskulatur ist eine (Wieder-)Herstellung der korrekten Hebelarme für einen effizienten Kräfteinsatz der Muskeln erforderlich [1].

Screeningprogramme und Ampelsysteme müssen die richtigen Parameter berücksichtigen

Langzeitstudien aus Staaten mit Patientenregistern für angeborene und erworbene chronische Erkrankungen des kindlichen Bewegungssystems basieren auf einer breiten Datenbasis und zeigen, dass Screeningprogramme, präventive konservative und operative Maßnahmen und Frühbehandlung beginnender Muskel-Skelett-Veränderungen schwe-

re Sekundärschäden vermeiden oder reduzieren können.

Solange es in den deutschsprachigen Staaten keine Patientenregister gibt, sollten die ersten positiven Erfahrungen der Länder mit entsprechenden Datenbanken berücksichtigt und für die Prävention und Behandlung herangezogen werden.

Erste Patientenregister, Screening- und Präventionsprogramme für neuromotorische Erkrankungen wurden in Skandinavien eingesetzt. So senkten Patientenregister, Screening- und Präventionsprogramme in Skandinavien die Zahl schwerer Muskel-Skelett-



Veränderungen bei Zerebralpareesen im Jugendalter zusammen mit früh beginnenden, konservativ-operativen orthopädischen Behandlungsprogrammen auf einen Bruchteil des üblichen Prozentsatzes ([2–4]; **Abb. 4**).

Leider beziehen sich die derzeit international existierenden Screeningprogramme jedoch meist nur auf Kinder mit Zerebralparese und auf Beweglichkeit und Entwicklung einer Hüftluxation. Für die Dezentrierung des Hüftgelenks wird meist nur der Reimersche Migrationsindex (RMI) herangezogen, der lediglich die laterale Luxation berücksichtigt. Etwa 30% der Hüften luxieren jedoch nach ventral und dorsal und werden bei dieser Messung übersehen. Nur einzelne Programme gibt es für Kinder mit Zerebralparese und Kontrakturen sowie Wirbelsäulendeformitäten und für Kinder mit Myelomeningozele.

Für die meisten neuromotorischen Erkrankungen existieren bisher keine Präventionsprogramme, um Kontrakturen, Hüftluxation, Wirbelsäulendeformitäten und andere Muskel-Skelett-Veränderungen rechtzeitig erkennen, vorbeugen und behandeln zu können.

Darüber hinaus wäre die Einbeziehung anderer Gesundheitsberufe wünschenswert, um Screening- und Präventionsprogramme auf eine breitere Basis zu stellen und bereits bei Frühzeichen rechtzeitig intervenieren zu können, z. B. im Rahmen einer wöchentlich erfolgreichen Physiotherapie. Besonders in Regionen mit weniger sozialmedizinischer Infrastruktur scheint dies ein wichtiges Werkzeug zu sein. Eigene Daten zeigen, dass Kinder mit konsequenter medizinisch-therapeutischer Betreuung in einem Sozialpädiatrischen Zentrum bzw. Therapieambulatorium deutlich seltener Sekundärschäden aufweisen als Kinder ohne diese Möglichkeiten.

Früherkennung kann nur im interdisziplinären Setting effektiv sein

Auf der Basis dieses Wissens und der in unserem Gesundheitssystem gegebenen Möglichkeiten sehen wir daher dringenden Bedarf an einem einfachen Werkzeug für die Praxis, um die Entwicklung

Hier steht eine Anzeige.



- **Stabilisierung der Gelenkachsen**
 - Sprunggelenk 90°, Knie 0°, Hüfte 0°, Wirbelsäule
 - Funktionsorthetik
 - Hebelarm-rekonstruktive OPs
- **Kräftigung der Muskeln**
 - gezieltes Krafttraining
 - verkürzende und hebelarm-rekonstruktive OPs
 - gezielte BoNT von Antagonisten
 - gezielte Muskelverlängerung von Antagonisten
- **Schwächung der Muskeln vermeiden**
 - Selektive Dorsale Rhizotomie vermeiden
 - BoNT ohne Funktionsanalyse vermeiden
 - ungezielte Mehretagen-Muskelverlängerungen vermeiden

Abb. 3 ◀ Frühbehandlung von Muskelschwäche und Instabilität kann Sekundärschäden vorbeugen (© W. M. Strobl)

- kompensatorischer Muskelhartspann und Muskelüberaktivität (Spastik),
- veränderte Hebelarme von Muskeln,
- Abnahme der Kontraktilität durch strukturelle Veränderung des Skelettmuskels,
- Kontrakturen von Gelenkkapseln,
- Instabilität und Luxationen von Gelenken,
- Fehlbelastungen und Verformungen von Skelettabschnitten,
- Unterforderung des Herz-Kreislauf-Systems oder der psychomentalen Ressourcen.

Prevalence of hip dislocation among children with cerebral palsy in regions with and without a surveillance programme: a cross sectional study in Sweden and Norway

Elkamil Al et al. BMC Musculoskelet Disord 2011 Dec 16;12:284

In the Norwegian population, hip dislocation was diagnosed in 18 children (15.1%; CI: 9.8 - 22.6) compared with only one child (0.7%; 95% CI: 0.01 - 4.0) in Southern Sweden (p = < 0.001)

Hip surgery was performed in 53 (44.5%) of the Norwegian children and in 43 (32%) of the Swedish children (p = 0.03)

Norwegian children were first operated at a mean age of 7.6 years (SD: 2.9) compared with 5.7 years (SD: 2.3) in Sweden (p = 0.001).

... with the surveillance programme the first operation was performed at a younger age.

.... strongly support the effectiveness of a specifically designed follow-up programme for the prevention of hip dislocation in children with CP.

Abb. 4 ▲ Langzeitstudien mithilfe von Patientenregistern zeigen, wie Präventionsprogramme Sekundärschäden vermeiden bzw. vermindern können (© W. M. Strobl)

schmerzhafter Muskel-Skelett-Veränderungen so früh wie möglich zu erkennen.

Allein die Aufmerksamkeit und Eltern- und Patientenedukation können erste hilfreiche Ansätze darstellen. Um die Wirksamkeit der Prävention zu verbessern, ist die Einbeziehung aller Berufsgruppen des Behandlungsteams sinnvoll, die in der Langzeitbetreuung von Kindern mit neuromotorischen Erkrankungen tätig sind.

Ziel der interdisziplinären Früherkennung ist es, neben dem

1. Erkennen von akuten Schmerzen und Verletzungen des Bewegungssystems, wie
 - entzündliche Veränderung von Geweben,

1.
 - Druckstellen, Durchblutungsstörung,
 - Überlastung von Bewegungsorganen,
 - Fraktur, Luxation, Bandverletzung, Sehnen-/Muskelverletzung,
 - Überlastung des Herz-Kreislauf-Systems,
 - Überforderung der psychomentalen Ressourcen,
2. auch die Frühzeichen inzipienter Muskel-Skelett-Veränderungen zu erfassen, wie
 - Abschwächung der Muskelkraft und Kräfteungleichgewicht an Gelenken,

Bei Kindern und Erwachsenen mit neuromotorischen Erkrankungen kann im Rahmen der etwa alle 3 bis 12 Monate stattfindenden Kontrolluntersuchungen eine sehr gute Momentaufnahme des Allgemeinbefindens, der Bewegungsfunktionen und der Muskel-Skelett-Organen erfolgen.

Aufgrund der langen Kontrollintervalle können chronische, langsam progrediente Muskel-Skelett-Veränderungen mitunter leichter erkannt werden. Die Gefahr langer Kontrollintervalle besteht in einem Übersehen von intermittierend auftretenden akuten Schmerzzuständen, Überlastungssyndromen und Verletzungen.

Hinweis auf beginnende Muskel-Skelett-Veränderungen geben die Symptome:

- Verzögerung der motorischen und sensorischen Entwicklung
- Verlust von Alltagsaktivitäten
- Zunehmende Asymmetrie der Haltung und Bewegung
- Reduktion der Gehstrecke
- Zunehmende Beinachsenfehlstellung (Frontal- und Torsionsebene)
- Einschränkung des Bewegungsumfanges (mithilfe von Tabellen physiologischer Gelenkwinkel, wie sie vom Schwedischen Screening-Programm „CPUP“ für Kinder mit Cerebralparese entwickelt wurden)
- Bewegungsabhängige Schmerzen
- Larvierte Schmerzsymptomatik: Appetitverlust, Abnahme der Moti-

vation, Veränderung des Spiel- und Lernverhaltens

Hinweise auf progrediente Muskel-Skelett-Veränderungen geben die radiologischen Symptome: Wirbelsäulenröntgen in 2 Ebenen:

- Zunahme des Cobb-Winkels
- Zunahme der Rotationsfehlstellung
- Veränderung der Form der Wirbelkörper (Keilwirbel usw.)

Beckenübersichtsröntgen:

- Dezentrierung des Femurkopfs – Migrationsindex nach Reimers
- Form des Pfannenerkers (Rinnenbildung usw.)
- Form des Femurkopfs (Entrundung, Rinnenbildung usw.)
- Hoher Zentrum-Kollum-Diaphysen (CCD)-Winkel und horizontale Epiphysenfuge

Knieröntgen in 2 Ebenen:

- Patella alta (bipartita)

Fußröntgen in 2 Ebenen:

- Veränderter Talokalkanealwinkel
- Fersenhochstand
- Cavovarus-Entwicklung

Idealerweise arbeiten Mediziner, Therapeuten, Orthopädietechniker und andere Berufsgruppen im Behandlungsteam gut abgestimmt daran, Patienten mit neuro-motorischen Erkrankungen und deren Angehörige bestmöglich zu beraten.

Sie weisen auf die Notwendigkeit regelmäßiger Therapie, Hilfsmittelversorgung und medizinischer Kontrolluntersuchungen hin, bei denen unerkannte Schmerzen und beginnende Muskel-Skelett-Veränderungen frühzeitig erkannt werden können. Im Team können dann gemeinsam mit dem Patienten Therapieziele definiert und erarbeitet werden ([Abb. 5 und 6](#)).

Fazit für die Praxis

- Voraussetzung für die Vermeidung schmerzhafter Muskel-Skelett-Veränderungen bei Kindern mit neuro-motorischen Erkrankungen ist das Bewusstsein aller Mitglieder des Behandlungsteams für die Problematik

Hier steht eine Anzeige.

 Springer

Achten Sie im Behandlungsteam auf:

- Sensibilisierung für **unerkannte Schmerzen**
- Sensibilisierung für **beginnende Muskel-Skelett-Veränderungen**
- **Edukation** Ihrer Mitarbeiter, Patienten und Angehörigen
- „**gemeinsame Sprache**“ gegenüber Patienten und Angehörigen
- **Compliance** für gemeinsamen Behandlungsplan
- bestmögliche **Kommunikation** & Kooperation

Achten Sie auf die 7 typischen Symptome:

- **Ruheschmerz** (inkl. larvierter Symptomatik!)
- **Bewegungsschmerz** (UE, OE, WS)
- **Verlust von Alltagsaktivitäten** (Gehstrecke, Stehen, Sitzen, Lagerung)
- **Zunahme von Unsicherheit/Muskeltonus**
- **Zunahme von Haltungs- und Bewegungs-Asymmetrien**
- **Kraft-Ungleichgewicht** an Gelenken
- **Bewegungseinschränkung** (ROM der UE, OE, WS)

Abb. 5 ▲ Die sechs Grundprinzipien (© W. M. Strobl)

Abb. 6 ▲ Die sieben Warnsignale (© W. M. Strobl)

des unterschätzten Schmerzes und der Notwendigkeit einer Frühdiagnostik, Prävention und Frühbehandlung.

- Ein einfaches Instrument kann helfen, inzipiente Veränderungen rasch zu erkennen. Dieses inkludiert die häufigsten sieben typischen Symptome.

Korrespondenzadresse



Prof. h. c. Dr. med. univ. MBA Health Care Management Walter Michael Strobl
 MOTIO Fortbildungsinstitut für Kinder- und Neuroorthopädie
 Schönlaterngasse 9/10b,
 1010 Wien, Österreich
 walter.strobl@motio.org
 fortbildung@motio.org
 wa.strobl@salk.at
 walter.strobl@donau-uni.ac.at

© Krankenhaus Rummelsberg

Prof. h. c. Dr. med. univ. MBA Health Care Management Walter Michael Strobl. Ehem. Chefarzt und Ärztlicher Direktor für Kinder- und Neuroorthopädie, Facharzt für Orthopädie und orthopädische Chirurgie, Arzt für psychosoziale und Allgemeinmedizin, Leiter des Österreichischen Arbeitskreises für Neuroorthopädie

Funding. Open access funding provided by Danube University Krems University for Continuing Education.

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. W. M. Strobl gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autoren keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

Open Access. Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Literatur

1. Strobl W (2021) Krankheitsbilder und Deformitätenentwicklung, Prävention und Behandlung. In: Strobl W, Schikora N, Pitz E, Abel C (Hrsg) Neuroorthopädie – Disability Management. Springer, Heidelberg, S 99–115 und In: Strobl W, Abel C, Pitz E, Schikora N (Hrsg) Therapeutisches Arbeiten in der Neuroorthopädie. Springer, Heidelberg, S 71–89
2. Elkamil AI, Andersen GL, Häggglund G, Lamvik T, Skranes J, Vik T (2011) Prevalence of hip dislocation among children with cerebral palsy in regions with and without a surveillance programme: a cross sectional study in Sweden and Norway. *BMC Musculoskelet Disord* 12:284
3. Robb JE, Häggglund G (2013) Hip surveillance and management of the displaced hip in cerebral palsy. *J Child Orthop* 7(5):407–413
4. Häggglund G, Alriksson-Schmidt A, Lauge-Pedersen H, Rodby-Bousquet E, Wagner P, Westbom L (2014) Prevention of dislocation of the hip in children with cerebral palsy: 20-year results of a population-based prevention programme. *Bone Joint J* 96-B(11):1546–1552

Hinweis des Verlags. Der Verlag bleibt in Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutsadressen neutral.