

# Interdisziplinäres Screening für Muskel-Skelett-Veränderungen bei neuromotorischen Erkrankungen

Walter Michael Strobl, Claudia Abel



Veränderungen der Sensorik und Motorik sowie Haltung und Bewegung können bei allen angeborenen und erworbenen Erkrankungen des Gehirns, des Rückenmarks, der Nerven und Muskeln beobachtet werden. Je nach Dauer der Störung entwickeln sich reversible und/oder irreversible Veränderungen der Bewegungsfunktion und Form der Bewegungsorgane, die biomechanischen Gesetzmäßigkeiten folgen. Diese Muskel-Skelett-Veränderungen führen sehr häufig zu unterschätzten Schmerzen, Immobilität, mangelnder sozialer Teilhabe und damit einer massiven Einschränkung der Lebensqualität. Die Gesetzmäßigkeiten ihrer Entwicklung und detaillierte Kenntnis der funktionellen Anatomie sind eine wichtige Basis der erfolgreichen Vorbeugung und Behandlung.

Den wichtigsten Stellenwert in der Frühdiagnostik bilden das rechtzeitige Erkennen von Kräfteungleichgewichten an Gelenken, von veränderten Hebelarmen der Muskulatur, von chronischen Schmerzen als Zeichen einer reaktiven Überlastung und von beginnenden Bewegungseinschränkungen. Screening-Programme, 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.

## 1. Irreversible Sekundärschäden des Bewegungssystems aufgrund chronischer neuromotorischer Erkrankungen

Alle angeborenen Schäden und erworbenen, chronisch verlaufenden Erkrankungen des Gehirns, Rückenmarks, der Nerven und Muskeln führen zu Veränderungen der Körperhaltung und Bewegung (Abb. 1a + b).

Je nach Schwere der neuromotorischen Grunderkrankungen entwickeln sich Störungen der Sensorik und/oder Motorik, die als Koordinationsstörung, Muskelschwäche, teilweise oder komplette Lähmungen in Erscheinung treten.

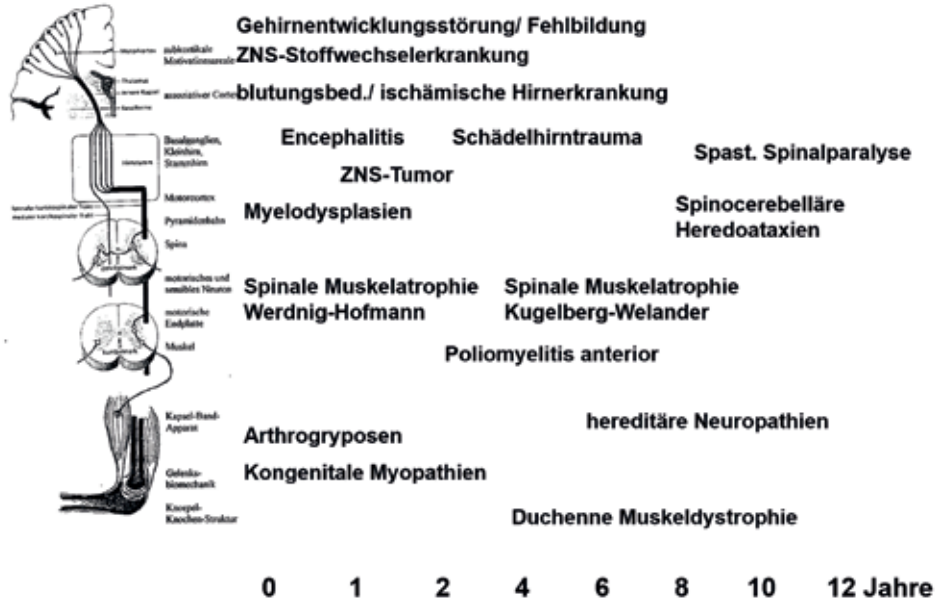
Komplette Ausfälle zentraler und peripherer Nerven sowie von Muskeln verursachen komplette Lähmungen. Diese Plegien sind selten.

Teilweise Ausfälle zentraler und peripherer Nerven sowie von Muskeln verursachen Störungen des Kräftegleichgewichtes an Gelenken zwischen Agonisten und Antagonisten. Diese Paresen sind häufig (Strobl 2021).

Je nach Dauer der neuromotorischen Grunderkrankungen entwickeln sich in weiterer Folge reversible und/oder irreversible Veränderungen der Bewegungsfunktion und der Form der Bewegungsorgane.

Diese Funktions- und Formveränderungen des Bewegungssystems bei Nerven- und Muskelerkrankungen können als neuroorthopädische Krankheitsbilder diagnostiziert werden. Ihr Auftreten und ihre weitere Entwicklung folgen klar definierbaren Gesetzmäßigkeiten. Neuroorthopädische Krankheitsbilder sind Fehlhaltungen und Fehlstellungen infolge eines Kräfteungleichgewichts an Gelenken, kompensatorischer Muskelhartspann oder Muskelüberaktivität, oft als „Spastik“ eingeschätzt, Abnahme der Kontraktilität durch strukturelle Veränderung des Skelettmuskels, Kontrakturen von Gelenkkapseln, Instabilität und Luxationen von Gelenken, Fehlbelastungen und Verformungen von Gelenkknorpel und Skelettabschnitten.

## Neuromotorische Erkrankungen des Kindesalters



## Neuromotorische Erkrankungen des Erwachsenenalters

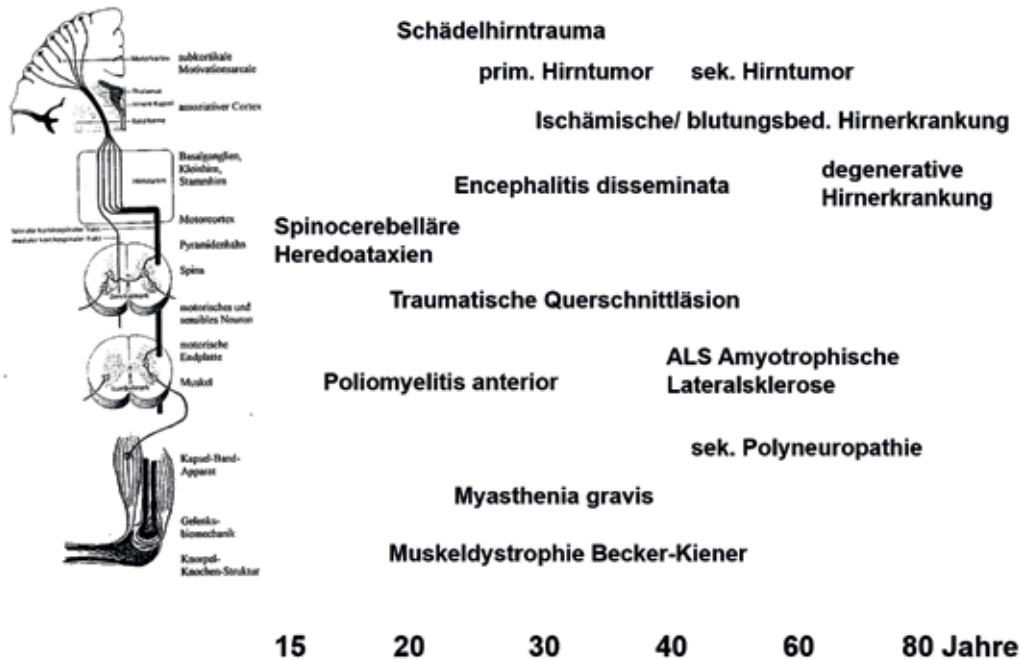


Abb. 1a+b: Erkrankungen, die im Kindes- und Erwachsenenalter zu charakteristischen, neuroorthopädisch relevanten Muskel-Skelett-Veränderungen führen.



Abb. 2: Störungen des Kräftegleichgewichts und Hebelarmveränderungen verursachen charakteristische Fehlstellungen – Beispiel Handgelenk.

## 2. Biomechanische Gesetzmäßigkeiten von Muskel-Skelett-Veränderungen

Zwischen den Bestandteilen des Bewegungssystems bestehen komplexe Autoregulationsmechanismen, die die Entwicklung von irreversiblen Muskel-Skelett-Deformitäten im Sinne eines Circulus vitiosus verstärken können (Abb. 2).

Unterschiedliche neuromotorische Erkrankungen mit einem ähnlichen Lähmungsmuster führen zu ähnlichen Störungen des Bewegungssystems. Bei Patienten mit derselben neuromotorischen Erkrankung und unterschiedlichem Lähmungsmuster finden sich unterschiedliche Veränderungen der Bewegungsorgane.

Die folgenden vier Abbildungen (Abb. 3a – d) sollen die Entstehung von Fehlstellungen und Muskel-Skelett-Veränderungen aufgrund der lähmungsbedingten

All diese neuroorthopädischen Krankheitsbilder führen in den meisten Fällen zu allmählich zunehmenden Überlastungssyndromen, chronischen Schmerzen, Immobilität, mangelnder sozialer Teilhabe und damit einer massiven Einschränkung der Lebensqualität.

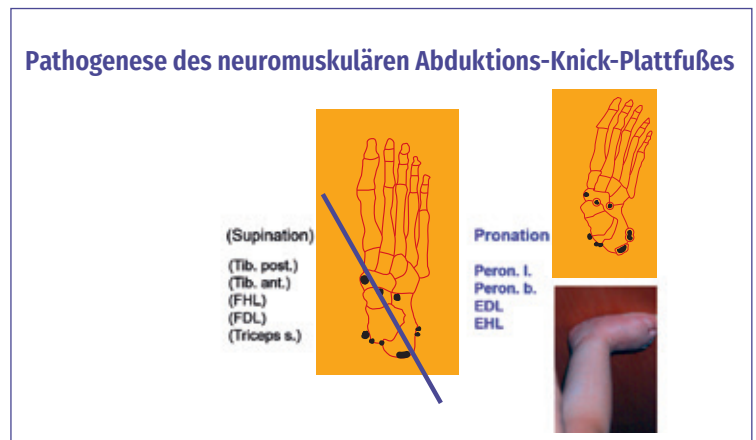
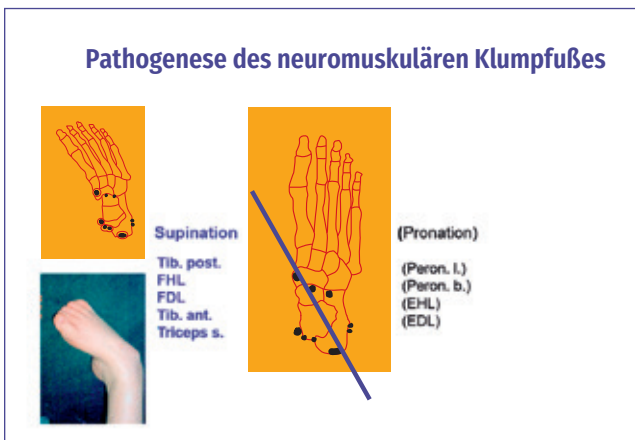


Abb. 3a – d: Störungen des Kräftegleichgewichts und Hebelarmveränderungen verursachen charakteristische Fehlstellungen – Beispiel Fuß.

## Pathogenese der Muskel-Skelett-Veränderungen

Fehlende selektive Muskel-Steuerung und Kontrollverlust der gesamten Muskel-Koordination



Muskelschwäche



Instabilität mit massiv gestörter Biomechanik der Haltung und Bewegung



Kompensation durch erhöhte Muskelaktivität



Unsicherheit und Überbeanspruchung mit Spastik

Abb. 4: Sensomotorischer Kontrollverlust führt zu Muskelschwäche und Gelenkinstabilitäten, die eine erhöhte Muskelaktivität autoregulatorisch zu kompensieren versucht

Störung des Kräftegleichgewichtes veranschaulichen. Am Beispiel der an der Gelenkachse des oberen (links) und unteren (rechts) Sprunggelenkes pathologisch- asymmetrisch wirkenden Muskelkräfte kann die logische Entwicklung der typischen neuromuskulären Fußfehlstellungen Spitzfuß, Hackenfuß, Klumpfuß und Knickplattfuß nachvollzogen werden.

Muskeln, die nahe an der Gelenkachse ansetzen, können dabei ihre physiologische Funktion und ihren Hebelarm verändern. Beispielsweise wird bei einem beginnenden neuromuskulären Klumpfuß der M. tibialis anterior von einem Fußheber zu einem Supinator.

Diese Funktionsänderung beginnt zunächst unbemerkt und nimmt im Laufe der Zeit exponentiell zu, sodass ein sehr geringes Kräfteungleichgewicht sehr rasch zu einer schweren irreversiblen Fehlstellung führen kann.

Die gleiche Funktionsänderung vollzieht der Wadenmuskel beim neuromuskulären Knickplattfuß, indem er von einem Plantarflektor zu einem Pronator des Fußes wird.

Wie an den Sprunggelenken beispielhaft erklärt, finden sich bei neuromotorischen Erkrankungen veränderte Kräfteverhältnisse an zahlreichen anderen Gelenken des Körpers: der Wirbelsäule, dem Schulter-Ellbogen-, Hand-, Finger-, Hüft- und Kniegelenken (Abb. 4).

Dies führt zu den häufigen neuroorthopädischen Krankheitsbildern Wirbelsäuleninstabilität wie Skoliose, Hyperkyphose und Hyperlordose, Hüftinstabilität mit Subluxation und Luxation, Gangstörungen wie

Zehenballengang, Innenrotationsgang, Kauergang und Stiff-Knee-Gait.

Alle diese Funktions- und Form-Veränderungen können auf charakteristische Änderungen der funktionellen Anatomie von Muskeln bzw. Muskelgruppen und deren Hebelarmen zurückgeführt werden.

### 3. Vermeidung von Sekundärschäden durch Frühdiagnostik und Frühbehandlung

Die Entwicklung dieser Muskel-Skelett-Veränderungen ist abhängig von

- 1 der Schädigung des neuromotorischen Systems:
  - Lokalisation: cerebral – spinal – peripherer Nerv – Muskel
  - Ausmaß: Schwäche – Parese – Plegie
  - Dauer: reversibel – irreversibel sowie
- 2 der Prävention und Behandlung:
  - Dehnung: Kontraktilität – Verkürzung
  - Bewegungstherapie: Mobilität – Kontraktur
  - Stabilisierung: Vertikalisierung – Dekompensation
  - Lagerung: Druckverteilung – Verformung durch Schwerkraft

Die beschriebenen Funktionsveränderungen entwickeln sich, wie oben beschrieben, zu Beginn schleichend und sind zunächst kaum merklich progredient. Erst mit zunehmender Veränderung von Hebelarmen der betroffenen Muskulatur entwickeln sich dann immer schneller Fehlstellungen. Durch exponentielle Zunahme kann der Eindruck einer „plötzlichen“ Fehlstellung auftreten.

Ziel der Frühdiagnostik und Frühbehandlung ist es daher, abgeschwächte Muskelkraft und Kräfteungleichgewichte sowie veränderte Hebelarme einzelner Muskeln oder Muskelgruppen bereits in einem Frühstadium zu erkennen (Abb. 4). Konservative Maßnahmen zur Verbesserung der Kraft, wie therapeutisches Training, oder der Hebelarme, wie Orthesen, können ebenso wie operative Maßnahmen effektiv gegenwirken. Muskelverkürzungen verbessern die Kraft, Sehnen- und gelenkstabilisierende Operationen können die korrekten Hebelarme wieder herstellen. Damit sind die Normalisierung der funktionellen anatomischen Verhältnisse und eine bessere Bewegungsfunktion erreichbar. In der Folge reduziert sich eine kompensatorische Muskelüberaktivität, „Spastik“ und

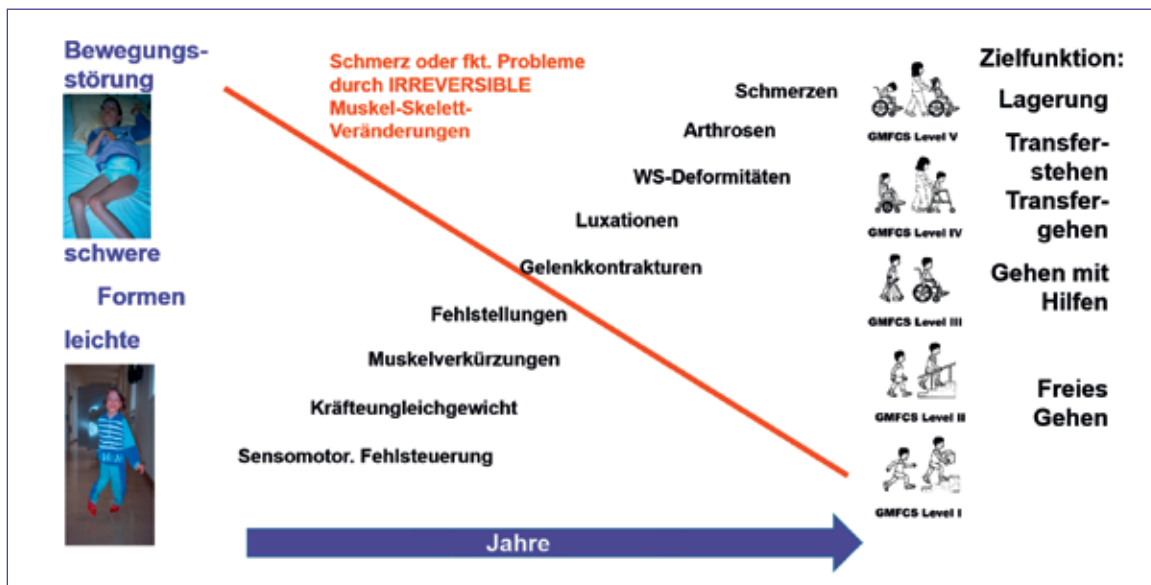


Abb. 5: Reversible und irreversible Muskel-Skelett-Veränderungen beginnen bei schweren früher als bei leichten Erkrankungsverläufen.

Schmerz werden vermindert. Darüber hinaus kann eine verbesserte Vaskularisierung der Gewebe beobachtet werden, die ebenso zur Schmerzreduktion beiträgt. Als Langzeitfolge bleibt die Kontraktilität und mikroanatomische Struktur der Muskulatur und Gelenke erhalten, progrediente Atrophie und Formveränderungen sowie Sekundärschäden können reduziert werden.

Frühestmögliche Interventionen mit dem Ziel einer (Wieder-)Herstellung des Muskelkraftgleichgewichtes zwischen Agonisten und Antagonisten verhindern die Entwicklung von Fehlhaltungen und Fehlstellungen und – im Wachstum – von Fehlformen (Abb. 5).

Kompensationsmechanismen, sekundäre Schäden, Arthrosen, Druckstellen und Schmerzen, beispielsweise bei Fuß-, Handfehlstellungen, Beinachsenfehlformen, Kypho-Skoliosen, Hüft-, Patella- und 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 (Strobl 2021).

Je früher Prävention und Behandlung von neuroorthopädischen Problemen bei chronischen neuromotorischen Erkrankungen in jeder Altersgruppe beginnen, umso erfolgreicher kann Fehlentwicklungen sowie sekundären Schäden und Behinderungen begegnet werden (Strobl 2021) (Abb. 6).

#### 4. Effektive Früherkennung nur im interdisziplinären Setting

Ein gezieltes Screening scheint daher der geeignete Weg, um lähmungsbedingte Fehlentwicklungen früh

### Prävention & Behandlung der Muskel-Skelett-Veränderungen

#### Stabilisierung der Gelenkachsen

- Sprunggelenk 90°, Knie 0°, Hüfte 0°
- Funktionsorthetik
- Hebelarm-rekonstruktive OPs

#### Kräftigung der Muskeln

- gezieltes Krafttraining
- muskelverkürzende 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. 6: Frühbehandlung von Muskelschwäche und Instabilität kann Sekundärschäden vorbeugen.

zu entdecken und zu behandeln sowie progredienten neuroorthopädischen Erkrankungen, wie Muskel-, Sehnen-, Gelenk- und Knochenschäden, vorzubeugen.

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, z. B. im Rahmen einer

wöchentlich erfolgenden Ergo- bzw. Physiotherapie, rechtzeitig intervenieren zu können. Besonders in Regionen mit weniger sozialmedizinischer Infrastruktur scheint dies ein wichtiges Werkzeug darzustellen. Eigene Daten zeigen, dass Personen mit konsequenter medizinisch-therapeutischer Betreuung in einem SPZ bzw. Therapieambulatorium deutlich seltener Sekundärschäden aufweisen als Personen ohne diese Möglichkeiten.

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

Allein die Aufmerksamkeit und Betreuer-Edukation können erste hilfreiche Ansätze darstellen. Um die Wirksamkeit der Prävention zu verbessern, ist die Einbeziehung sämtlicher Berufsgruppen des Behandlungsteams sinnvoll, die in der Langzeit-Betreuung von Personen 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
- Druckstellen, Durchblutungsstörungen
- Überlastung von Bewegungsorganen
- Fraktur, Luxation, Bandverletzung, Sehnen-/Muskel-Verletzung
- Überlastung des Herz-Kreislaufsystems
- Überforderung der psychomentalen Ressourcen

② auch die Frühzeichen inzipienter Muskel-Skelett-Veränderungen zu erfassen:

- Abschwächung der Muskelkraft und Kräfteungleichgewicht an Gelenken,
- 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-Kreislaufsystems oder der psychomentalen Ressourcen.

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

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

Einen 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 etwa von CPUP entwickelt wurden)
- Bewegungsabhängige Schmerzen
- Larvierte Schmerzsymptomatik: Appetitverlust, Abnahme der Motivation, Veränderung des Spiel- und Lernverhaltens

Bildgebende Diagnostik der Wirbelsäule sowie der oberen und unteren Extremitäten kann die Entwicklung progredienter Muskel-Skelett-Veränderungen bestätigen.

Idealerweise arbeiten Therapeutinnen und Therapeuten, Ärztinnen und Ärzte, Orthopädietechnikerinnen und Orthopädietechniker und andere Berufsgruppen im Behandlungsteam gut abgestimmt daran, Patientinnen und Patienten sowie deren Angehörige mit neuromotorischen Erkrankungen 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 der Patientin bzw. dem Patienten Therapieziele definiert und erarbeitet werden.

## 5. Fazit für die Praxis

Voraussetzung für die Vermeidung schmerzhafter Muskel-Skelett-Veränderungen bei neuromotorischen Erkrankungen ist das Bewusstsein aller Mitglieder des Behandlungsteams für die Problematik des unterschätzten Schmerzes und der Notwendigkeit einer Frühdiagnostik, Prävention und Frühbehandlung (Abb. 7).

Ein einfaches Instrument kann helfen, inzipiente Veränderungen rasch zu erkennen. Dieses inkludiert die häufigsten sieben typischen Symptome (Abb. 8).

### Literatur:

Das Literaturverzeichnis kann bei den Verfassern bezogen werden.

#### Muskel-Skelett-Veränderungen bei neuromotorischen Erkrankungen – rechtzeitig erkennen

##### 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

Abb. 7: Die 6 Grundprinzipien

#### Muskel-Skelett-Veränderungen bei neuromotorischen Erkrankungen – rechtzeitig erkennen

##### 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. 8: Die 7 Warnsignale

### Die Autoren:



#### Walter Michael Strobl

Prof. h. c. Dr. med. univ. MBA Health Care Management, ehem. Chefarzt und Ärztlicher Direktor für Kinder- und Neuroorthopädie, Facharzt für Orthopädie und orthopädische Chirurgie, Arzt für psychosoziale und Allgemeinmedizin, Ärztlicher Leiter des MOTIO Fortbildungsinstituts für Kinder- und Neuroorthopädie Schönlaterngasse 9/10b 1010 Wien Österreich  
walter.strobl@motio.org



#### Claudia Abel

MSc (Neuroorthopädie – Disability Management), Physiotherapeutin, Schwerpunkt: Kinder- und Neuroorthopädie, Leiterin der Physiotherapie-Praxis Claudia Abel, Therapeutische Leiterin des MOTIO Fortbildungsinstituts für Kinder- und Neuroorthopädie Ringstraße 1 92318 Neumarkt in der Oberpfalz  
claudia.abel@motio.org

#### Korrespondenzadresse:

W. Strobl  
Schönlaterngasse 9/10b  
1010 Wien  
Österreich  
walter.strobl@motio.org

### Stichwörter:

- Neuromotorische Erkrankung
- Muskel-Skelett-Veränderungen
- Hebelarm-Erkrankung
- Sekundärschäden