

Das »Infant Motor Profile«

Eine Methode zur Entwicklungsbeurteilung,
Planung der Frühintervention und
Vorhersage der Entwicklung

S. Akhbari Ziegler¹, M. Hadders-Algra²

¹Institut für Physiotherapie,
Departement Gesundheit, Zürcher Hochschule
für angewandte Wissenschaften,
Winterthur, Schweiz;

²Institut für Entwicklungsneurologie,
Beatrix Kinderspital, Universitäres
Medizinisches Zentrum Groningen,
Niederlande

*Entwicklungsprofil junger Kinder – Variation
– Adaptabilität – Vorhersage Entwicklung –
Planung Frühintervention*

pädiatrische praxis 94, 39–49 (2020)
Mediengruppe Oberfranken –
Fachverlage GmbH & Co. KG

■ Einleitung

Kinder mit einem erhöhten Risiko einer motorischen Entwicklungsstörung stellen eine heterogene Gruppe von Kindern dar. Zu dieser Gruppe zählen z.B. Frühgeborene, Kinder mit einer frühen Hirnschädigung oder einem angeborenen komplexen Herzfehler. Die frühzeitige Beurteilung des motorischen Entwicklungsstandes dieser Kinder ist von zentraler Bedeutung, damit der aktuelle Entwicklungsstand des Kindes bestimmt werden kann und gegebenenfalls schon vorhandene oder zukünftig drohende Entwicklungsstörungen erkannt werden können.

Im Falle einer vorhandenen oder drohenden motorischen Entwicklungsstörung kann dem Kind und seiner Familie eine entsprechende Frühtherapie (z.B. Physiotherapie) angeboten werden. Da die Plastizität des Gehirns in den beiden ersten Lebensjahren sehr groß ist, empfiehlt es sich, eine Intervention bei gegebener Indikation möglichst bald zu beginnen [1]. In diesem Artikel stellen wir Ihnen eine vielversprechende, moderne Methode zur Beurteilung der Motorik von Säuglingen und Kleinkindern – das »Infant Motor Profile« (IMP) – vor.

Das IMP ermöglicht es, neben der Bestimmung des aktuellen motorischen Entwicklungsstandes und der Vorhersage der weiteren motorischen Entwicklung des Kindes auch eine indizierte Frühintervention gezielt zu planen und durchzuführen. Im ersten Teil dieses Artikels erläutern wir die Entwicklung des menschlichen Nervensystems und deren Folgen für die Früherkennung von Entwicklungsstörungen und Diagnostik. Im zweiten Abschnitt berichten wir über unterschiedliche Entwicklungstheorien und deren Einfluss auf das Denken und Handeln von Berufsleuten, die sich mit Entwicklungsstörungen auseinandersetzen. Im dritten Teil stellen wir Ihnen dann die Konstruktion des IMP, seine psychometrischen Eigenschaften und seine Bedeutung für die Frühintervention vor.

■ Die Entwicklung des menschlichen Nervensystems

Wir wissen heute, dass die Entwicklung des Nervensystems einen langjährigen und komplexen Prozess darstellt, der über das Kindesalter hinaus bis zum Alter von 40 Jahren dauert [2, 3]. Die Entwicklung des Gehirns beginnt mit der neuronalen Proliferation, also der Bildung von Nervenzellen im periventrikulären Bereich des Nervensystems. Die meisten kortikalen Nervenzellen werden in den ersten 30 Wochen der Schwangerschaft gebildet und migrieren in dieser Zeit von der ventrikulären Zone zu den oberflächlichen Schichten im Kortex.

Die erste Generation von Nervenzellen, die in der ersten Hälfte der Schwangerschaft gebildet werden, erreichen jedoch die kortikale Platte, die oberflächlichen Schichten, in der die kortikalen Nervenzellen beim Erwachsenen lokalisiert sind, nicht. Die ersten Generationen der Nervenzellen bilden die kortikale Subplatte, eine temporäre Struktur des menschlichen Gehirns, die sich zwischen der sich entwickelnden weißen Substanz und der zukünftigen kortikalen Platte befindet. Diese kortikale Subplatte spielt eine bedeutende Rolle in der Entwicklung des Gehirns und der Kontrolle des motorischen Verhaltens des Fetus (intrauterine Spontanbewegungen oder General Movements) [2].

Die Subplatte erreicht ihre maximale Dicke zwischen der 28. und 34. postmenstruellen Woche und wird danach durch Apoptose (programmierter Zelltod) allmählich wieder abgebaut. Während des Abbaus der Subplatte, bilden die nächsten Generationen der Nervenzellen, die schon unterwegs sind, allmählich die kortikale Platte. Das bedeutet, dass das Gehirn am Ende der Schwangerschaft zwei miteinander verbundene kortikale Netzwerke hat. In den primären sensorischen und motorischen Arealen ist die Subplatte dann im 3. Lebensmonat verschwunden und durch die endgültigen Netzwerke der kortikalen Platte ersetzt. In den Assoziationsarealen ist diese Transition erst am Ende des ersten Lebensjahres abgeschlossen.

Schon früh in der Schwangerschaft fangen die Nervenzellen an, komplexe Membranen, Axone, Dendriten, Synapsen und Neurotransmitter zu bilden. Aber die Prozesse haben alle ihr eigenes Zeitfenster, in dem sie am stärksten aktiv sind. Die Dendritenbildung im Kortex zum Beispiel fängt sehr früh an, ist dann besonders zwischen der 25. postmenstruellen Woche und 12 Monaten nach dem Termin aktiv und im Alter von etwa 5 Jahren abgeschlossen. Die Synaptogenese fängt auch sehr früh an, zeigt aber einen Höhepunkt zwischen dem drittem Trimester der Schwangerschaft und den ersten 18 postnatalen Lebensmonaten. Die Synaptogenese hört aber nie auf – auch Erwachsene bilden jeden Tag Synapsen, was ermöglicht, dass wir bis ins hohe Alter etwas Neues lernen können.

Das Gehirn hat nicht nur Nervenzellen, sondern eine gleiche Menge an Gliazellen (etwa 85 Milliarden). Ein Teil der multifunktionellen Gliazellen, welche vor allem in der zweiten Hälfte der Schwangerschaft gebildet werden, sind für die Myelinisierung der Nervenzellen zuständig. Diese ist zwischen dem drittem Trimester der Schwangerschaft und dem Ende des ersten postnatalen Jahrs am stärksten, nimmt aber viele Jahre in Anspruch. Die Myelinisierung ist erst im Alter von 40 Jahren beendet. In den letzten zwei Dezentennien liegt ihr Fokus auf den intrakortikalen Verbindungen.

Wie wir schon bei der Subplatte gesehen haben, umfasst die Entwicklung des Nervensystems neben progressiven Bildungsprozessen auch regressive Rückbildungsprozesse. Etwa die Hälfte der gebildeten Nervenzellen werden während der Schwangerschaft, aber besonders zwischen der 30. und 40. postmenstruellen Woche, durch programmierten Zelltod wieder eliminiert. Auch Axone werden wieder zurückgebildet. Die Reorganisation des Tractus corticospinalis (Pyramidenbahn) stellt ein bekanntes Beispiel für diesen regressiven Prozess dar. Der zu Beginn bilateral angelegte Tractus corticospinalis wird zwischen dem dritten Trimester der Schwangerschaft und dem 2. postnatalen Lebensjahr zu einer primär kontralateralen kortikospinalen Verbindung umgebaut, indem die ipsilaterale

Verbindung allmählich zurückgebildet wird. Vom letzten regressiven Prozess sind dann die Synapsen betroffen. Dieser Prozess beginnt schon im frühen fetalen Alter, erreicht aber erst zwischen Beginn der Pubertät und dem jungen Erwachsenenalter seinen Höhepunkt.

Die wichtigsten Prozesse der Hirnentwicklung finden zwischen der fetalen Periode und den zwei ersten Lebensjahren statt. Diese Zeit der Hirnentwicklung ist von großer Plastizität, aber auch von hoher Vulnerabilität gekennzeichnet. Dieser Umstand hat wichtige klinische Folgen. Die Früherkennung und Vorhersage von Entwicklungsstörungen ist nicht einfach! Zum einen ist das Nervensystem dank seiner Plastizität in der Lage, früh auftretenden Dysfunktionen mit funktionellen Lösungen zu begegnen, zum anderen brauchen gewisse Entwicklungsstörungen Zeit, bis sie erkennbar werden. Das ist ein Grund, warum z. B. die Diagnose Zerebralparese oft nicht vor dem Alter von 18 Monaten gestellt werden kann. Die Beurteilung des motorischen Entwicklungsstandes des Säuglings oder Kleinkindes ermöglicht zwar nicht immer eine frühe endgültige Diagnosestellung, aber sie erlaubt die Erfassung von Säuglingen und Kleinkindern mit einer motorischen Entwicklungsstörung bzw. einem hohen Risiko dafür. Die Erfassung dieser Probleme ermöglicht eine Frühtherapie in einem Alter mit hoher Neuroplastizität.

■ Entwicklungstheorien im Lauf der Zeit

Entwicklungstheorien bieten sich in der Frühintervention als handlungsleitende Theorien an, um die motorische Entwicklung eines Säuglings oder Kleinkindes mit einer motorischen Beeinträchtigung oder einem Risiko dafür zu fördern. Bis in die 80er Jahre des letzten Jahrhunderts waren Denken und Handeln weitgehend von der biologischen Reifungstheorie nach Gesell [4] bestimmt. Laut dieser Theorie ist die motorische Entwicklung stark genetisch determiniert, hierarchisch organisiert und primär von angeborenen Reifungsprozessen des Gehirns bestimmt. Die fortschreitende motorische Entwicklung wurde als Resultat einer zunehmenden kortikalen Kon-

trolle über tieferliegende neuronale Strukturen angesehen. Sie stellte einen zeitlich streng festgelegten Prozess dar. Inkonsistenz und Variabilität in der motorischen Entwicklung wurde als von der Norm abweichend angesehen.

Der Umwelt und Erfahrung wurde in diesem Prozess keine oder nur eine minimale Rolle zugeteilt. Die ursprüngliche Vorstellung, dass motorisches Verhalten in den ersten Lebensmonaten primär durch angeborene Reflexe bestimmt werden, wurde durch die Erkenntnis, dass die spontane intrinsische Aktivität – eine wesentliche Eigenschaft des Gehirns – das frühe motorische Verhalten prägt, ersetzt [5]. Zu Beginn der 90er Jahre des letzten Jahrhunderts entstanden neue Theorien, welche der Umwelt und Erfahrung eine zentrale Rolle einräumten.

Zwei aktuell dominierende, handlungsleitende Entwicklungstheorien sind die Dynamische Systemtheorie [6–8] und die Theorie der Selektion neuronaler Gruppen (NGST) [9–12]. Beide Theorien erkennen die Wichtigkeit von Erfahrung und die Bedeutung des Umfeldes an und gehen davon aus, dass die motorische Entwicklung einen nichtlinearen Prozess mit Transition darstellt. Die beiden Theorien unterscheiden sich aber bezüglich der Rolle, die sie den genetischen Faktoren einräumen. Letztere spielen in der Dynamischen Systemtheorie nur eine limitierte Rolle, während diese in der NGST eine gleich wichtige Rolle spielt, wie Erfahrung und Umfeld [5] (► Abb. 1). Da sich die NGST am besten mit den Eigenschaften des Nervensystems vereinbaren lässt, haben wir diese Theorie als Referenzrahmen für unser Verständnis der motorischen Entwicklung gewählt [5].

Die motorische Entwicklung hat in Bezug auf die NGST zwei Phasen der Variabilität: die primäre und die sekundäre Variabilität [5]. Das motorische Verhalten eines sich typisch entwickelnden Kindes ist in der ersten Phase der Variabilität durch Variation, das heißt durch ein reichhaltiges Repertoire an Strategien für motorische Funktionen, charakterisiert (► Abb. 2). In dieser Phase probiert ein sich entwickelndes Kind mit einem gesunden Nervensystem alle genetisch

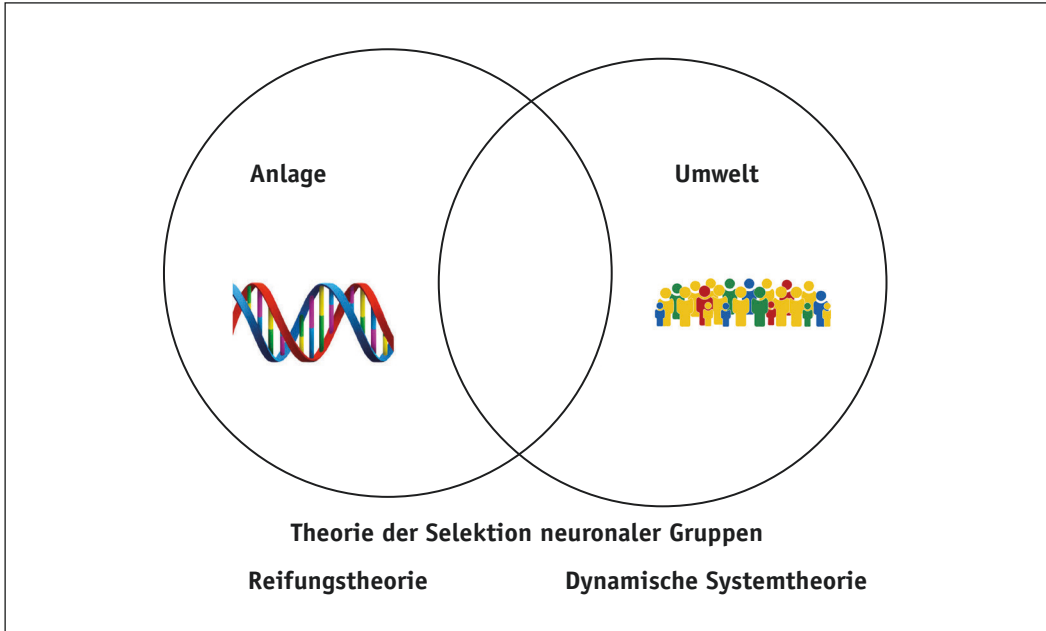


Abb. 1 | Die Rolle von Anlage und Umwelt in den Entwicklungstheorien



Abb. 2 | Variation in Rückenlage: Variation in den Bewegungen aller Teile des Körpers eines 4 Monate alten Kindes. Ausschnitte aus einer Videosequenz von etwa 3 Minuten. Publiziert mit Erlaubnis der Eltern

angelegten, vorhandenen Bewegungsmöglichkeiten aus. Das Kind ist dann noch kaum in der Lage, aus seinem reichhaltigen Repertoire an Strategien die für die Situation und Funktion am besten passende auszuwählen.

Das Kind hat noch keine oder nur eine minimale Adaptationsfähigkeit oder *Adaptabilität*. Allmählich aber entwickelt das Kind diese Fähigkeit im funktionsspezifischen Zeitfenster und kommt in die Phase der sekundären Variabilität, in welcher das motorische Verhalten durch *Variation* und *Adaptabilität* charakterisiert ist. Entsprechend der NGST ist eine atypische motorische Entwicklung aufgrund einer frühen Hirnschädigung durch eingeschränkte Variation (reduziertes Repertoire an motorischen Strategien) und durch eine eingeschränkte Fähigkeit, das motorische Verhalten entsprechend der spezifischen Situation und Funktion anpassen zu können (limitierte Adaptationsfähigkeit), charakterisiert.

Der limitierten Adaptationsfähigkeit liegt ein beeinträchtigter Selektionsprozess zugrunde. Dieser hat zwei Ursachen:

- (1) Defizite in der Bearbeitung sensorischer Information aus selbstproduzierten Bewegungen – Kinder mit einer frühen Hirnschädigung zeigen praktisch immer Defizite in der Bearbeitung sensorischer Information.
- (2) Nichtvorhandensein der am besten passenden Strategie aufgrund des limitierten Repertoires. Ein reduziertes Repertoire erschwert die Auswahl der am besten passenden Strategie, da diese womöglich gar nicht vorhanden ist. Wenn die beste Strategie gar nicht vorhanden ist, muss ein Kind mit einer frühen Hirnschädigung eine andere motorische Lösung suchen. Um zu einer alternativen Strategie zu kommen, benötigt dieses Kind ca. 10x mehr Möglichkeiten an Versuch- und Irrtum-Erfahrungen als ein Kind mit einem intakten Gehirn.

Die limitierte Variation ist meist Ausdruck einer strukturellen Schädigung des jungen Gehirns, d. h. von Verletzungen der Nervenverbindungen (►Abb. 3). Eine limitierte Adaptationsfähigkeit hingegen kann Ausdruck einer frühen Hirnschädigung sein, häufiger jedoch ist sie ein Indika-



Abb. 3 | Reduzierte Variation in Rückenlage: Eingeschränktes Repertoire der Bewegungen aller Teile des Körpers eines 4 Monate alten Kindes. Ausschnitte aus einer Videosequenz von etwa 3 Minuten. Publiziert mit Erlaubnis der Eltern

tor für leichtere Dysfunktionen des Gehirns, z. B. aufgrund von stressbedingten Veränderungen im monoaminergen System [12].

Die veränderte Sichtweise der motorischen Entwicklung aufgrund der NGST führte auch zu einer Veränderung in der Art und Weise, Säuglinge mit einem erhöhten Risiko einer motorischen Entwicklungsstörung zu untersuchen. Der Schwerpunkt der Untersuchung verlagerte sich weg von Reflexen, Muskeltonus und Meilensteinen hin zur Untersuchung der Qualität des spontanen motorischen Verhaltens kombiniert mit Meilensteinen [13]. Die wichtige Bedeutung dieses neuen Fokus der Untersuchung wurde durch die Evidenz, dass die Qualität spontaner Bewegungen von Säuglingen, d. h. die Qualität der generalisierten Bewegungen (General Movements), einen exzellenten Vorhersagefaktor für die spätere Diagnosestellung einer Zerebralparese bildet, hervorgehoben [14].

General Movements sind aber nur bis zum Alter von 3–4 Lebensmonaten vorhanden [2] und verschwinden mit Einsetzen der zielgerichteten Willkürmotorik. Um die Qualität von spontanem Verhalten auch bei älteren Säuglingen und Kleinkindern beurteilen und in die Untersuchung einbeziehen zu können, wurde das »Infant Motor Profile« (IMP) entwickelt. Das IMP ist ein motorisches Assessment für Säuglinge und Kleinkinder ab dem Alter von 3 Monaten bis zum Alter, in dem sie einige Monate frei gehen können, d. h. bei sich typisch entwickelnden Kindern bis zum 18. Lebensmonat.

■ Das »Infant Motor Profile« (IMP)

Das IMP besteht aus fünf verschiedenen Domänen: Variation, Adaptabilität, Symmetrie, Flüssigkeit und Performance [15, 16]. Variation und Adaptabilität sind neuartige Domänen, die sich aus der NGST, wie zuvor beschrieben, ableiten lassen. Die Domäne *Variation* beschreibt die Größe des motorischen Repertoires des Kindes, die Domäne *Adaptabilität* die Fähigkeit des Kindes, um aus seinem Repertoire die effizienteste Strategie zu selektieren.

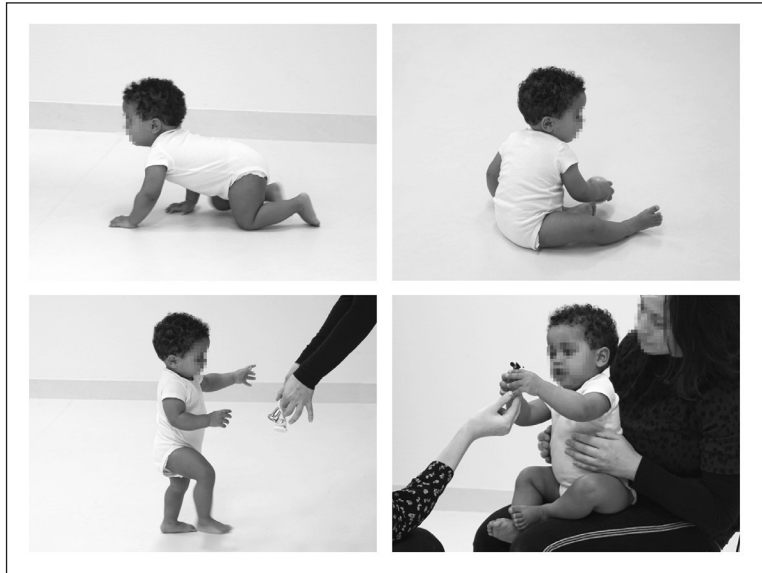
Die anderen drei Domänen des IMP sind bekannte Phänomene der motorischen Entwicklung. Die Domäne *Symmetrie* kann als eine spezifische Variante der Domäne *Variation* angesehen werden und untersucht das Vorhandensein von asymmetrischen Bewegungen. Stereotype Asymmetrien sind ein Indikator für eine Dysfunktion des Gehirns und können das erste Anzeichen einer unilateralen Zerebralparese sein.

Die Domäne *Flüssigkeit* überprüft die Präsenz oder Absenz von flüssigen Bewegungen. Nicht flüssige Bewegungen, wie z. B. ruckartige, zitterige oder steife Bewegungen, sind Ausdruck einer beeinträchtigten Kapazität, Bewegungsbeschleunigungen und Verlangsamungen subtil abzustimmen. Nicht flüssige Bewegungen können bei Menschen jeden Alters auftreten. Ihr Vorhandensein deutet auf eine minimale Dysfunktion des Nervensystems hin [12]. Die Domäne *Performance* hat nichts mit qualitativem Bewegungsverhalten zu tun, sie beurteilt das motorische Verhalten im Sinne von Meilensteinen und stellt damit einen wichtigen Aspekt für die Durchführung von Alltagsaktivitäten dar.

Das IMP besteht aus 80 Items, die in unterschiedlichen Ausgangsstellungen (Rückenlage, Bauchlage, Sitz, Stand und Gang) während spontanem Bewegungsverhalten, Reichen, Greifen und Manipulieren geprüft werden (► Abb. 4) [15]. Aufgrund altersabhängiger Veränderungen des motorischen Verhaltens wird in jedem funktionellen Niveau eine spezifische Auswahl von Items getestet. Zum Beispiel kann im Alter von 3 Monaten ein Großteil der Items im Sitz und Stand weggelassen werden, im Alter von 18 Monaten ist das Erheben der Items in der Rückenlage nicht mehr angebracht. Das Weglassen von Items wird entsprechend definierter Entscheidungsregeln durchgeführt. ► Tabelle 1 fasst die Komposition des IMP zusammen [15]. Die 25 Items der Domäne *Variation* werden dichotom bewertet: die *Variation* ist entweder genügend oder ungenügend.

Auch die 15 Items der Domäne *Adaptabilität* haben eine dichotome Struktur: Der Säugling ist in der Lage, während den meisten Bewegungen

Abb. 4 | Untersuchungssituationen bei einem 12 Monaten alten Kind: Bauchlage, Sitzen, Stehen und Gehen, Greifen und Manipulation auf dem Schoß. Publiziert mit Erlaubnis der Eltern. Die Rückenlage ist noch eine weitere Untersuchungssituation (Abb. 2 und 3); sie ist hier nicht abgebildet, weil das Kind aus dieser Situation »herausgewachsen« ist



adaptive Bewegungsstrategien auszuwählen oder nicht. Die zehn Items der Domäne *Symmetrie* sind durch eine Dreiteilung charakterisiert: keine oder milde Asymmetrie, moderate Asymmetrie und starke Asymmetrie. Die sieben Items der Domäne *Flüssigkeit* sind wieder dichotom (► Tab. 1). Die 23 Items der Domäne *Performance* – die einzige Domäne, welche nicht Bewegungsqualität beurteilt – haben itemspezifische Scores, da jedes Item unterschiedliche Aspekte der Domäne *Performance* misst. Der resultierende Wert für jede IMP-Domäne ist eine Prozentangabe, welche das Verhältnis der Punkte, die ein Kind (bezogen auf die getesteten Items entsprechend seinem Alter) erreicht hat und der maximal zu erreichenden Punktzahl, ausdrückt [15]. Der IMP-Gesamtwert wird auf Basis der Werte der Domänen berechnet: Bei Säuglingen im Alter über 6 Monaten basiert der Gesamtwert auf allen fünf Domänen, bei jüngeren Säuglingen wird die Domäne *Adaptabilität* aufgrund der limitierten Aussagekraft der Adaptationsfähigkeit in diesem frühen Alter nicht miteinbezogen.

Das IMP zeigt in allen Bereichen gute psychometrische Eigenschaften. Verschiedene Studien haben gezeigt, dass das IMP ein reliables Mess-

instrument darstellt [15–17]. Die Studien zeigen auch die gute konstrukt- und kriterienbezogene Validität des IMP: Tiefere IMP-Werte sind mit perinatalen Risikofaktoren wie Frühgeburt und Hirnschädigungen assoziiert, zudem auch mit tieferen Werten in anderen Tests, welche im selben Alter durchgeführt wurden.

Für die klinische Praxis hingegen noch wichtiger sind die beiden folgenden Eigenschaften: Das IMP ist ein Instrument mit vielversprechender Vorhersagekraft. Tiefe IMP-Gesamtwerte und tiefe Werte in den Domänen *Variation* und *Performance* sind mit einer späteren Diagnose einer Zerebralparese und mit tieferen IQ-Werten im Alter von 4 Jahren assoziiert [18, 19]. Weiter konnten Studien zeigen [20, 21], dass das IMP ein empfindliches Instrument darstellt, um Effekte einer frühen physiotherapeutischen Intervention zu evaluieren.

■ Fazit für die Praxis

Der Kernpunkt des IMP ist sein Profil. Das Profil kann helfen, den Entwicklungsverlauf des Kindes vorherzusagen. Das trifft insbesondere auf die

Domäne	Anzahl Items	Konstruktion
Variation	25	Jedes Item: 1 = genügend Variation 2 = ungenügend Variation
Adaptabilität	15	Jedes Item: in der Mehrheit der Bewegungen 1 = keine adaptive Selektion 2 = adaptive Selektion
Symmetrie	10	Jedes Item: 1 = starke Asymmetrie, bezeichnet schlechte Seite 2 = moderate Asymmetrie, bezeichnet schlechte Seite 3 = keine oder milde Asymmetrie
Flüssigkeit	7	Zwei Typen von Items: <ul style="list-style-type: none"> • Flüssigkeit der Bewegungen 1 = die Mehrheit der Bewegungen ist nicht flüssig 2 = die Mehrheit der Bewegungen ist flüssig • Tremor 1 = häufig präsent 2 = nicht oder nur gelegentlich präsent
Performance	23	Jedes Item ist unterschiedlich, da jedes Item eine andere funktionelle Performance testet. Die Item-Score-Möglichkeiten variieren von 2 (z. B. in die Sitzposition kommen, 1 = kommt nicht selbstständig in die Sitzposition oder bewegt sich aus dieser heraus, 2 = kommt selbstständig in die Sitzposition oder bewegt sich aus dieser heraus) bis 7 (z. B. beim Reichen, Greifen und Manipulieren von Objekten, wo 1 »kein Reichen« und 7 »ist in der Lage, mindestens 3 Objekte zu greifen und diese zu halten« bedeutet).

Tab. 1 | Komposition des »Infant Motor Profile«, für Details siehe [24]

Domänen *Variation* und *Performance* zu [19, 20]. Noch wichtiger ist, dass das Profil den Fachleuten Hinweise für die Intervention bietet. Vorschläge für die Intervention sind in ►Tabelle 2 zusammengefasst. Die Tabelle zeigt klar, dass der Erfolg der Intervention davon abhängt, wie oft Aktivitäten im Rahmen des täglichen Lebens durchgeführt werden. Das ist in Übereinstimmung mit der wachsenden Evidenz in der Frühintervention, die besagt, dass die Dosierung von Aktivitäten

ein kritisches Element in der Intervention darstellt [22]. Vermutlich ist die beste Strategie, um eine hohe Dosierung zu erhalten, die Familie des Kindes zu coachen, damit sie durch spielerische Aktivitäten das Kind zu selbstproduzierten Bewegungen herausfordert und ihm Versuch- und Irrtum-Erfahrungen ermöglichen kann [23, 24].

Domäne	Vorschläge für die Intervention
Variation	<ul style="list-style-type: none"> • Genügend Variation: Die Chance, dass die therapeutische Begleitung einen förderlichen Effekt zeigt, ist groß. • Zu wenig Variation: Informieren Sie die Familie über die Wichtigkeit der Variation, d. h. darüber, wie wichtig es ist, dem Säugling/Kleinkind viel aktive Bewegungserfahrung in verschiedenen Situationen zu ermöglichen. • Sehr limitiertes Repertoire: Wahrscheinlich ist die Möglichkeit, das Repertoire zu vergrößern, limitiert. Daher ist es wichtig, mit dem Einsatz von Hilfsmitteln wie adaptierten Sitzsystemen oder »Power Mobility« nicht zu zögern und diese Hilfsmittel frühzeitig einzusetzen.
Adaptabilität	<ul style="list-style-type: none"> • Genügend adaptive Selektion: Die Chance, dass die therapeutische Begleitung einen förderlichen Effekt zeigt, ist groß. • Keine oder deutlich verminderte adaptive Selektion: Informieren Sie die Familie, dass ihr Säugling/Kleinkind zusätzliche Versuch- und Irrtum-Aktivitäten und Gelegenheiten dafür benötigt. Indem der Säugling/das Kleinkind eigene Aktivitäten ausprobieren kann, wird er/es seine eigene beste Strategie entdecken. Beachten Sie, dass sich diese Strategie, die das Kind wählt, von der Strategie, die ein sich typisch entwickelndes Kind wählt, unterscheiden kann. Wir schlagen vor, die alternative Strategien zu akzeptieren, es sei denn, dass diese Alternativen mit einem hohen Risiko für Kontrakturen und Deformitäten assoziiert sind.
Symmetrie	<ul style="list-style-type: none"> • Angemessene Symmetrie: keine spezifischen Vorschläge für die Intervention. • Asymmetrie: Informieren Sie die Familie über die Notwendigkeit, der schlechter funktionierenden Körperseite des Kindes besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Die Anwendung von <i>constrained induced movement therapy</i> (Baby-CIMT) und/oder Stimulierung von Aktivitäten, die bilaterale Arm-Hand-Bewegungen fördern, werden empfohlen [22].
Flüssigkeit	Aus klinischer Sicht ist dies die am wenigsten wichtige Domäne. Nicht flüssige Bewegungen sind nicht optimal, aber erfordern keine spezifische Aufmerksamkeit in der Intervention.
Performance	Die Domäne der Performance ist ein exzellenter Bereich, um Ziele für die nächste Intervention zu setzen, da diese Domäne die Fortschritte der Entwicklung des Säuglings/Kleinkindes genau beschreibt.

Tab. 2 | »Infant Motor Profile« und Vorschläge für die Intervention

■ Zusammenfassung

Das IMP ist ein modernes und vielversprechendes Instrument, um motorisches Verhalten von Kindern im Alter zwischen 3 und 18 Monaten zu beurteilen. Seine fünf Domänen, insbesondere

die Domänen *Variation* und *Performance*, können helfen, den Entwicklungsverlauf der motorischen Entwicklung des Kindes vorherzusagen. Zudem gibt das IMP spezifische Hinweise für die Planung und Durchführung einer indizierten Frühintervention.

Akhbari Ziegler S, Hadders-Algra M:
The Infant Motor profile – A method to assess
infant development, to plan early intervention
and to predict developmental outcome

Summary: The IMP is a modern, promising instrument to assess motor behaviour of infants between 3 and 18 months. Its five domains, particularly the domains *variation* and *performance*, assist the prediction of the infant's neurodevelopmental outcome. Moreover, the IMP provides a framework for the planning and contents of early intervention.

Keywords: infant motor development – variation – adaptability – prediction of development – early intervention

Literatur

1. Hadders-Algra M. Early brain damage and the development of motor behavior in children: clues for therapeutic intervention? *Neural Plast* 2001; 8: 31–49.
2. Hadders-Algra M. Early human brain development: starring the subplate. *Neurosci Biobehav Rev* 2018; 92: 276–290.
3. De Graaf-Peters VB, Hadders-Algra M. Ontogeny of the human central nervous system: what is happening when? *Early Hum Dev* 2006; 82: 257–266.
4. Gesell AL. Maturation and the patterning of behavior. In: Murchison C, Ed. *A hand-book of child psychology*, 2. Ed. Worcester: Clark University Press; 1933.
5. Hadders-Algra M. Early human motor development: from variation to the ability to vary and adapt. *Neurosci Biobehav Rev* 2018; 90: 411–427.
6. Thelen E. Motor development. A new synthesis. *Am Psychol* 1995; 50: 79–95.
7. Ulrich BD. Dynamic systems theory and skill development in infants and children. In: Connolly KJ, Forssberg H, Eds. *Neurophysiology and neuropsychology of motor development*. *Clin Dev Med*; 143–144: 319–345. London: Mac Keith Press; 1997.
8. Smith LB, Thelen E. Development as a dynamic system. *Trend Cogn Sci* 2003; 7: 343–348.
9. Edelman GM. *Neural Darwinism: The Theory of Neural Group Selection*. Oxford: United Kingdom: University Press; 1989.
10. Edelman GM. Neural Darwinism: Selection and reentrant signalling in higher brain function. *Neuron* 1993; 10: 115–125.
11. Hadders-Algra M. The neuronal group selection theory: a framework to explain variation in normal motor development. *Dev Med Child Neurol* 2000; 42: 566–572.
12. Hadders-Algra M. Variation and variability: key words in human motor development. *Phys Ther* 2010; 90: 1823–1837.
13. Heineman KR, Hadders-Algra M. Evaluation of neuromotor function in infancy – a systematic review of available methods. *J Dev Behav Pediatr* 2008; 29: 315–323.
14. Bosanquet M, Copeland L, Ware R, Boyd R. A systematic review of tests to predict cerebral palsy in young children. *Dev Med Child Neurol* 2013; 55: 418–426.
15. Heineman KR, Bos AF, Hadders-Algra M. The Infant Motor Profile – a standardized and qualitative method to assess motor behaviour in infancy. *Dev Med Child Neurol* 2008; 50: 275–282.
16. Heineman KR, La Bastide-van Gemert S, Fidler V, Middelburg KJ, Bos AF, Hadders-Algra M. Construct validity of the Infant Motor Profile: relation with prenatal, perinatal and neonatal risk factors. *Dev Med Child Neurol* 2010; 52: e209–215.
17. Hecker EL, Baer GD, Stark C, Herkenrath P, Hadders-Algra M. Inter-and intrarater reliability of the Infant Motor Profile in 3- to 18-months old infants. *Ped Phys Ther* 2016; 28: 217–222.
18. Heineman KR, Bos AF, Hadders-Algra M. Infant Motor Profile and cerebral palsy – promising associations. *Dev Med Child Neurol* 2011; 53 (suppl 4): 40–45.
19. Heineman KR, Schendelaar P, Van den Heuvel ER, Hadders-Algra M. Motor development in infancy is related to cognitive function at age 4 years. *Dev Med Child Neurol* 2018; 60: 1149–1155.
20. Hielkema T, Blauw-Hospers CH, Dirks T, Drijver-Messelink M, Bos AF, Hadders-Algra M. Does physiotherapeutic intervention affect motor outcome in high-risk infants? An approach combining a randomized controlled trial and process evaluation. *Dev Med Child Neurol* 2011; 53: e8–15.
21. Sgandurra G, Lorentzen J, Inguaggiato E, Bartalena L, Beani E, Cecchi F, Dario P, Giampietri M, Greisen G, Herskind A, Nielsen JB, Rossi G, Cioni G; CareToy Consortium. A randomized clinical trial in preterm infants on the effects of a home-based early intervention with the “CareToy System”. *PLoS One* 2017; 12: e0173521.
22. Hadders-Algra M, Boxum AG, Hielkema T, Hamer EG. Effect of early intervention in infants at very high risk of cerebral palsy – a systematic review. *Dev Med Child Neurol* 2017; 59: 246–258.
23. Dirks T, Hadders-Algra M. The role of the family in intervention of infants at high risk for cerebral palsy – a systematic analysis. *Dev Med Child Neurol* 2011; 53 (suppl 4): 62–67.

24. Akhbari Ziegler S, Dirks T, Hadders-Algra. Coaching in early physical therapy intervention: the COPCA program as an example of translation of theory into practice. *Disabil Rehabil* 2019; 41: 1846–1854.

Interessenkonflikt: Die Autorinnen erklären, dass bei der Erstellung des Beitrags kein Interessenkonflikt im Sinne der Empfehlung des International Committee of Medical Journal Editors bestand.



Schirin Akhbari Ziegler, BSc PT,
MSc Neurorehabilitation
Institut für Physiotherapie, Departement
Gesundheit
Zürcher Hochschule
für angewandte Wissenschaften (ZHAW)
Technikumstradde 71
8401 Winterthur
Schweiz

schirin.akhbari-ziegler@zhaw.ch



Prof. Dr. Mijna Hadders-Algra
Professorin für Entwicklungsneurologie
Institut für Entwicklungsneurologie
Beatrix Kinderspital
Universitäres Medizinisches Zentrum Groningen
Hanzeplein 1
9713 GZ Groningen
Niederlande

m.hadders-algra@umcg.nl