

Neuromuskuläre Arthroossäre Plastizität

Weiterentwicklung der traditionellen physiotherapeutischen Konzepte **Renata Horst**

Neurale Plastizität

Die hohe Anzahl an kollateralen Verbindungen im Gehirn ermöglicht eine Variabilität, die für das Bewegungsverhalten notwendig ist (8). Abhängig vom Gebrauch weisen Rezeptoren Plastizität auf. Je nach Bedarf sind synaptische Übertragungen stärker oder schwächer.

Wenn bestimmte Körperteile wegen Schwäche, chronischer Schmerzen oder sogar aus Angst nicht gebraucht werden, kann eine Veränderung der kortikalen Repräsentationsfelder festgestellt werden (9-14).

Ramachandran (15) hat bei Amputationspatienten festgestellt, dass nach Verlust ihrer Hand sie tatsächlich diese in ihrem Gesicht und am Oberarm spürten. Er hatte die Idee ihnen ihre Hand »zurückzugeben«, indem er sie Bewegungen ihrer intakten Hand beobachten ließ. So entstand die optische Täuschung, dass beide Hände sich bewegten.

Die kürzliche Entdeckung des Spiegelneuronsystems bietet eine mögliche Erklärung für die Bedeutung der mentalen Visualisierung von realistischen Bewegungen für das motorische Lernen. Das Spiegelneuronsystem befindet sich in verschiedenen Bereichen des prämotorischen und des limbischen Systems. Diese Neurone sind daran beteiligt, Informationen aufzunehmen, die für die Aufgabe relevant sind. Die Erfahrung der tatsächlichen Bewegung mit der

Unterstützung des Therapeuten ermöglicht es dem Patienten, eine bildliche Vorstellung von der Bewegung zu bekommen. So kann er sich »Wissen« über die Bewegungscharakteristika an-

eignen (»knowledge of performance« / »knowledge of results,« 16). ■

ABBILDUNGEN

Alle Fotos dieses Beitrags von Renata Horst



Abb. 1_Patient nach traumatischer Armresektion und -replantation, 18 Monate nach dem Unfall

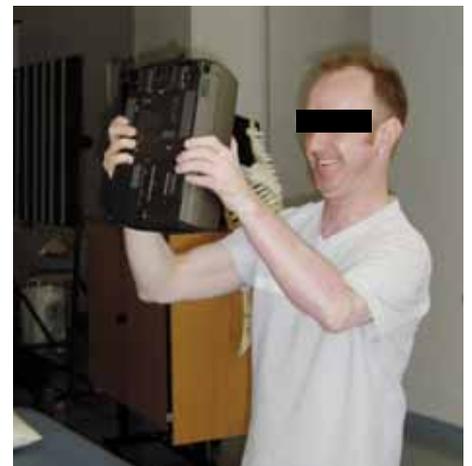


Abb. 3_Knapp zwei Jahre nach seinem Unfall kann er mittelschwere Gegenstände heben, was für seine Partizipation wichtig ist



Abb. 2_Mobilisation seiner Handwurzelknochen während der Aktivität



Abb. 4_Vier Jahre nach seinem Unfall sind viele Aktivitäten, wie das Öffnen einer Bierflasche mit einem Feuerzeug, automatisiert

Muskuläre Plastizität

Abhängig von funktionellen Anforderungen wird Muskelmasse entweder auf- oder abgebaut. Obwohl Krafttraining zu Muskelhypertrophie führt, kann nicht daraus geschlossen werden, dass derselbe Muskel hierdurch automatisch in der Lage ist, unterschiedliche Aktivitäten geschickt auszuführen (1, 2, 3). Jede Aktivität erfordert eine spezifische Rekrutierungsreihenfolge (intramuskuläre Koordination) sowie ein spezifisches Timing innerhalb der erforderlichen Muskelsynergie (intermuskuläre Koordination). Auch die Frequentierung der Muskelfaserrekrutierung wird durch die jeweilige Aufgabe bestimmt (17). Muskelkrafttraining erfordert demnach das Training in verschiedenen Kontexten, in denen der Muskel in Anspruch genommen wird, und in der Art und Weise, wie er gebraucht wird. Exzentrische Muskelarbeit setzt ausreichende



Abb. 1_Die Fasern eines steifen, schwachen Bizeps einer Schlaganfallpatientin werden im Sinne einer »Aktionsmassage« angenähert, währenddessen sie versucht an der Orange zu riechen

Elastizität voraus und erfordert die Auseinandersetzung mit der Schwerkraft. Generell werden in liegende Positionen eher nicht-kontraktile Strukturen angesprochen. Die Elastizitätsförderung von kontraktile Strukturen bedarf aufrechte Körperpositionen.

Manche Pathologien gehen mit Veränderungen des Muskelfasertyps einher.

Arthroossäre Plastizität

Muskelaktivität wird benötigt, um Gelenke sowohl zu bewegen als auch zu stabilisieren. Somit verursachen Veränderungen von Muskelaktivierungsmuster Veränderungen des skelettalen Systems. Zum Beispiel, wenn die Hüftextensorenenergie zu schwach ist, um das Ileum auf dem Femur zu stabilisieren, dann kippt das Ileum nach ventral

und folglich wird der Femurkopf überbelastet. Osteophyten werden als Schutzmechanismus gebildet. Adaption geschieht, auch wenn der Druck auf die Knochenmasse abnimmt.

Funktionelle Anforderungen bestimmen die Struktur

Im Verlaufe der Evolution hat sich die Form des Schädels verändert. Der Bereich, in dem Sprache organisiert



Abb. 2_ Hier werden die Fasern für die exzentrische Aktivität verlängert, währenddessen sie die Orange auf den Tisch zurücklegt

Bei der Spastizität beispielsweise kommt es zu einer Umwandlung von phasischen in tonischen Muskelfasern (18). Ähnliche Veränderungsprozesse treten beim zunehmenden Alter auf (16). ■

ABBILDUNGEN

Alle Fotos dieses Beitrags von Renata Horst

wird, ist zu dem Zeitpunkt größer geworden, als sich die Sprache entwickelte (19). Dieses Hirnareal (Broca-Zentrum) ist für die Steuerung der Finger-, Zungen- und Gesichtsmuskeln sowie das Hören von Lauten zuständig. All diese Körperfunktionen sind am Kommunikationsprozess beteiligt (20). ■

Posturale Kontrolle und rezi-proke Innervation werden auf-gabenspezifisch organisiert

Posturale Kontrolle kann wie folgt definiert werden: Die Fähigkeit die Körpermitte über die Unterstützungsfläche sowohl unter statischen als auch dynamischen Bedingungen stabilisieren zu können und dabei die Körpersegmente zueinander auszurichten. Sie beinhaltet die Organisation von vielfältigen sensorischen Strategien, die zur Orientierung benötigt werden. Eine wichtige Eigenschaft von posturalen Synergien, die sie von abnormalen Synergien unterscheidet, ist, dass sie nach Bedarf variiert werden können.

Sherrington (21) bezeichnete die rezi-proke Inhibition als eine generelle Methode zur Koordinierung von Prioritäten für zielorientiertes Verhalten (22). Die Ausführung einer willkürmotorischen Handlung erfordert eine spezifische Muskelfaserrekrutierungsfolge



Abb. 1_Patient nach inkomplettem Querschnitt C7 mit Tinnitusymptomatik; er schreibt viel am Computer und hat eine schlechte Kopfkontrolle beim Rollstuhlfahren; Aktionsmassage für M. digastrikus, um die A. auricularis posterior zu dekomprimieren

sowie eine spezifische Muskelaktivierungsfolge. Abhängig von der Aufgabe, muss der Antagonist gehemmt oder co-aktiv sein. Schnelle zielorientierte Willkürbewegungen benötigen die Hemmung der Antagonisten während der Beschleunigungsphase (23). Hingegen erfordern langsam kontrollierte Bewegungen oder Halteaktivitäten eine Co-

Aktivierung der Antagonisten (24). Umweltfaktoren spielen auch eine bedeutende Rolle. Je nach Schwerkrafteinfluss müssen Bewegungen exzentrisch kontrolliert werden. ■

ABBILDUNGEN

Alle Fotos dieses Beitrags von Renata Horst



Abb. 2_Er zieht seine Zunge aktiv nach rechts unten; dabei wird seine Mandibula in Protraktion mobilisiert, um die dorsale Kapselstrukturen zu entlasten und den N. auricularis zu entlasten; nach einer Behandlung ist der Patient symptomfrei; ein Jahr später ist er immer noch symptomfrei

Entstehung von Schutzmechanismen

Eine Hypothese, die den Behandlungsmethoden des N.A.P.[®]-Konzeptes zugrunde liegt, ist diejenige, dass während einer schnellen zielorientierten Handlung, bei der die Antagonisten normalerweise gehemmt sein sollen, diese stattdessen eventuell co-aktiv sind. Diese Strategie wird infolge von Schmerzerfahrungen organisiert oder auch aus Angst, beispielsweise vor dem Hinfallen, damit die Schutzaufgabe gewährleistet ist. Zur Wundheilung ist das »Einfrieren« der verletzten Strukturen zunächst eine sinnvolle Strategie, damit Heilung erfolgen kann. Die gleiche Strategie wird benötigt, um Stabilität zu gewährleisten, beispielsweise beim Gehen auf einer labilen oder glatten Unterstützungsfläche.

Wissenschaftler haben gezeigt, dass Schutzmechanismen über die Verbindung zwischen dem Mandelkern des limbischen Systems und dem vegetativen Nervensystem gesteuert werden. Diese Vorgänge sind implizit, d.h. unbewusst (25). Da Muskeln, je nach Erfordernissen, variabel rekrutiert werden, wird die oben aufgeführte Behandlungshypothese hierdurch untermauert. Einer der biochemischen Vorgänge, die durch Aktivierung des N. sympathikus ausgelöst werden, ist die Produktion von Sero-



Abb. 1_Patientin mit der Diagnose MS; Aktionsmassage der Adduktoren; der Therapeut appliziert Längszug am Muskelbauch, währenddessen die Patientin sich auf dem Rücken rollt

tonin, ein Neurotransmitter, der für das Langzeitgedächtnis benötigt wird. Dies erklärt die Tatsache, dass sämtliche Schutzmechanismen möglicherweise »gelernt« werden (25, 26). Um zu verhindern, dass sich diese in der Akutphase notwendigen Schutzmechanismen chronifizieren, ist es wichtig, sobald wie möglich positive Erfahrungen mit dem verletzten Körperteil innerhalb von unterschiedlichen sinnvollen Aktivitäten zu machen.

Inhibition von Schutzmechanismen durch Habituation

Habituation kann als Verhaltensreaktion auf wiederholte unangenehme Stimuli, die jedoch ungefährlich sind, verstanden werden. Sie beinhaltet eine zunehmende Abnahme an Reaktion auf einen wiederholten Stimulus. Dieser

Vorgang läuft unbewusst ab. Habituation ermöglicht es einem, seine Aufmerksamkeit von einer Situation auf eine andere zu lenken, wenn Informationen, die zunächst im Hintergrund ablaufen, einem plötzlich wichtig erscheinen und dabei alle vorhergehenden Reize nach wie vor einwirken. Inhibitorische Neurone lösen eine vorhersehbare und koordinierte Reaktion auf spezifische Stimuli aus, indem sie alle konkurrieren-



Abb. 2_Während der Aktivität »Schuhe anziehen« werden die Adduktoren ebenfalls exzentrisch aktiviert

de Reflexe, außer einem, unterdrücken. Ein einziges Motoneuron addiert alle fazilitatorische und inhibitorische Impulse zusammen, die es von anderen Neuronen erhält. Auf der Basis dieser Kalkulation entsteht eine adäquate Reaktion (22). ■

ABBILDUNGEN

Alle Fotos dieses Beitrags von Renata Horst

Hands-on und Hands-off zur Förderung der motorischen Kontrolle

Willkürliche ziel-motorische Aktivitäten werden sowohl kortikal als auch subkortikal organisiert (24). Lange Zeit wurde angenommen, dass sensorische Informationen notwendig sind, um Bewegungen zu initiieren (21). Untersuchungen haben aufgezeigt, dass Bewegungen auch ohne sensorische Afferenzen ausgeführt werden können (27). Da Bewegungsprogramme vorher festgelegt werden, sind kognitive Information, beispielsweise visuelle und auditive Reize, bezogen auf die Umwelt, wichtig für die Bewegungsplanung. Taktile sensorische Informationen werden primär für Feedback benötigt, um zu kontrollieren, ob die geplante Aktivität erfolgreich war, und ermöglichen Korrekturen gegen Ende der Bewegung (28). Das Ergebnis dieser

Kenntnisse ist, dass taktile Informationen während der Ausführung von bereits geplanten Handlungen hilfreich sein können, um Koordination und Geschicklichkeit zu fördern. Hier besteht nicht die Frage, ob Hands-on oder Hands-off sinnvoller ist, sondern wie die Hände des Therapeuten sinnvolle Informationen erteilen können, also wo und vor allem wann sie nützlich sein können. Wahrnehmungsprozesse beinhalten die Suche nach der für die jeweiligen Handlung wesentlichen Informationen sowie der effizienteste Strategie, um das Handlungsziel erreichen zu können. Spüren alleine nutzt dem Gehirn nicht viel. Das Geschehen zu spüren ist, worauf es ankommt. Dies unterliegt nicht dem Bewusstsein (29).

Distale Körperteile werden primär bewusst, d.h. kortikal organisiert und benötigen visuelle Informationen aus der Umwelt. Proximale Körperteile wer-

den primär unbewusst, also subkortikal gesteuert und benötigen propriozeptive Informationen. Dies bedeutet, dass wohin man bewegt, bewusst, und wie man dorthin bewegt, unbewusst kontrolliert wird.

Innerhalb des N.A.P.[®]-Konzeptes werden Ziele, je nach Patientenpotenzial, mittels visuellen und verbalen Informationen kommuniziert. Die Therapeutenhände werden als ein mögliches Werkzeug genutzt, um die korrekte biomechanische Situation, die neuromuskulär nicht kontrolliert werden kann, sicherzustellen. Hierdurch bekommt das Gehirn Informationen, welche neuromuskuläre Aktivität jeweils benötigt wird. Im Verlaufe des motorischen Lernens sollen diese Synergien nach Möglichkeit automatisch rekrutiert werden, im Sinne von »Re-Set the Brain«. ■