

Christel Eickhof

Was kann man tun, um die Rückbildung einer zentralmotorischen Lähmung zu unterstützen?

Lähmungen nach Schädigungen des Zentralnervensystems sind immer eine große Herausforderung für die Therapie. Zwar ist bekannt, dass bei akut einsetzenden Erkrankungen sich die Lähmungen teilweise – oder in glücklichen Fällen auch ganz – zurückbilden können, einfach deshalb, weil Nervenzellen durch die Erkrankung zwar geschädigt, aber nicht zerstört worden sind. Diese Neurone können sich nach Abklingen des Prozesses wieder erholen und dann ihre Tätigkeit wieder aufnehmen. Nach Schlaganfällen – und dazu gehört ja auch das Locked-in Syndrom – geschieht das vor allem in den ersten Wochen bis Monaten. Dieser Prozess findet auch statt wenn der Patient keine Therapie erhalten würde und wird als Spontanremission bezeichnet.

Weit aus häufiger kommt es jedoch zu einer Kombination von Funktionsbeeinträchtigung einerseits und Zerstörung von Nervenzellen andererseits. In solchen Fällen kommt es zum Teil zu Spontan-remissionen (vor allem in den ersten Wochen bis ca. drei Monaten). Darüber hinaus müssen neue Übertragungswege für die Übermittlung der Arbeitsaufträge an die Muskeln durch therapeutisches Üben aufgebaut werden. Letzteres kann – je nach Größe des Schadens – deutlich mehr Zeit erfordern. Die Schwierigkeit bei dieser Mischform liegt darin, dass man nur schwer unterscheiden kann, zwischen den Rückbildungen der Lähmung, die durch Spontanheilung und solchen, die durch die Therapie erzielt werden. Für den Betroffenen spielt dies zunächst einmal keine Rolle, für ihn ist nicht wichtig warum, sondern dass sich die Lähmung zurückbildet. Es macht aber die Beurteilung der Wirksamkeit von Therapieverfahren in den ersten Wochen und Monaten äußerst schwierig.

Die dritte Gruppe bilden die schweren Lähmungen, bei denen der Schaden so groß war, dass keine vorübergehende Störung der Nervenzellen eingetreten ist, sondern ihre Zerstörung. Hier kommt es nicht zu einer Verbesserung der Bewegungsfähigkeit in den

ersten Monaten und leider kommt es auch trotz intensiver Therapie langfristig oft nur zu geringen Rückbildungen, die für Funktionen nicht ausreichen. Es galt lange Zeit als wahrscheinlich, dass bei diesen Patienten die Läsion eben so groß ist, dass einfach keine Nervenverbindungen übrig sind, die ausgebaut werden können.

In den letzten Jahren ist die Sicht jedoch etwas optimistischer geworden. Und zwar seit man weiß, dass es auch im Gehirn des Erwachsenen ständig zu Neubildungen von Stammzellen kommt, aus denen sich verschiedene Zellen des Gehirns – u. a. auch neue Nervenzellen – entwickeln können. Und inzwischen gilt es als fast sicher, dass beim Lernen die Neubildungen von Nervenzellen eine wichtige Rolle spielen (Keyvani & Schallert; 2002).

Interessanterweise hat sich im Tierversuch gezeigt, dass nach einer Schädigung, wie bei einem Schlaganfall, Gene freigesetzt werden, die Produktion von Stammzellen ankurbeln. Diese Zellen wandern dann gezielt zu der Schädigungsstelle und können auch wieder Verbindungen zu anderen Nervenzellen bis hin ins Rückenmark aufbauen (Chen, Magavi & Macklis; 2004). Das dürfte wohl auch beim Menschen der Fall sein. Aber wenn dieses Potential da ist, warum ist dann trotz Langzeittherapie die Wiederherstellung in vielen Fällen so gering?

Ein möglicher Grund könnte sein, dass bei diesen schweren Lähmungen das Gehirngewebe zerstört wurde, welches Stammzellen bildet. Für Locked-in Patienten dürfte dies jedoch kaum zutreffen, da der Hauptproduktionsort von Stammzellen entfernt von den typischen Schädigungsstellen liegt.

Ein anderer Grund könnte sein, dass der Reiz fehlt, der die Stammzellen dazu bringt, sich in Nervenzellen umzuwandeln. Welches könnte dieser Reiz sein? Wir wissen es noch nicht, aber es gibt einige hilfreiche Überlegungen dazu.

Wenn die Umwandlung von Stammzellen in Nervenzellen und deren Einbau in komplexe Regelkreise beim Lernen vonstatten geht, dann lösen offensichtlich die Lernvorgänge eine solche Umwandlung aus. Wir müssen uns also das Lernen – genauer das motorische Lernen – ansehen.

„Wir lernen, was wir tun. Und wir tun, was wir gelernt haben“. Das ist eine Lebenserfahrung, die wohl alle teilen können. Aber lernen wir alles, was wir tun? Aus Erfahrung

wissen wir: Nein! Beispiel: Sie haben ein neues Auto gemietet, Sie machen sich mit den Hebeln vertraut und können dann auch die geplante Strecke fahren. Aber Sie haben noch nicht gelernt, dieses Fahrzeug zu fahren, Sie müssen während der Fahrt immer noch überlegen, welcher Schalter für eine bestimmte Tätigkeit bedient werden muss. Und wenn Sie dieses Auto erst nach einigen Wochen wieder fahren, müssen Sie immer noch überlegen. Wenn Sie es aber ständig benutzen, werden Sie immer sicherer und schneller. Sie lernen, das Auto automatisch zu bedienen.

Wir können also viele verschiedene Dinge machen. Wenn wir eine bestimmte Handlung aber immer wieder in genau der gleichen Durchführung tun, legt unser Nervensystem für diese Tätigkeit eine besondere Steuerungsverbindung an, die es uns ermöglicht, den Vorgang schnell, fehlerarm und ohne großes Nachdenken zu bewältigen.

Was ist aber, wenn wir uns nach einiger Zeit ein neues Auto zulegen, das eine andere Anordnung der Bedienungselemente hat? Tun wir dann immer noch das, was wir beim ersten Auto gelernt haben, auch wenn die Schalthebel jetzt an einem anderen Ort sitzen? Zunächst werden wir sicher erst zur gewohnten Stelle greifen. Wir werden aber keinen Erfolg haben. Unser Gehirn sucht dann nach einer Alternative. Und wenn es diese gefunden hat, speichert es sie als Erfolg. Zwar werden wir beim Fahren zunächst den Schalthebel noch häufiger an der alten Stelle suchen, doch da wir dort nie mehr Erfolg haben, wird das Gehirn diese Steuerungsverbindungen wegen Nutzlosigkeit immer mehr lösen. Und wir werden uns erinnern, wie wir bei dem neuen Auto schalten können und daher stets anschließend die neue Bewegung machen, die dann zum Erfolg führt. Und unser Gehirn wird die Steuerung dieser Bewegung verstärken, wir werden sie neu lernen. Nach einiger Zeit haben wir also umgelernt. Motorisches Lernen ist also Lernen am Erfolg durch häufige Wiederholungen!

Auf das Nervensystem bezogen bedeutet dies: Nervenverbindungen, die oft gebraucht werden, werden ausgebaut, solche die nicht mehr benutzt werden, werden zurückgebaut.

Viele Gelähmte versuchen ja immer sich zu bewegen. Aber wegen der Zerstörung der Nervenbahnen ist diesen Versuchen kein Erfolg beschieden. Der Lernprozess wird also nicht in Gang gesetzt. Es ist daher wichtig, dass die Versuche von einer Person

unterstützt werden (Eickhof; 2001). So ganz leicht ist dies aber nicht.

Denn es muss erstens für beide ganz klar sein wie die Bewegung genau durchgeführt werden soll. Denn nur wenn die Bewegungsplanung des Patienten und das Ergebnis der Bewegungsunterstützung durch den Helfer genau übereinstimmen, wird der Lernprozess gestartet.

Wichtig ist aber auch die genaue zeitliche Abfolge. D.h., der Betroffenen muss gerade mit der Bewegung angefangen haben, bevor der Helfer sie unterstützt. Und – auch das hört sich leichter an als es ist – der Betroffene darf nicht nachlassen, die Bewegung aktiv zu probieren. In der Praxis geschieht dies aber oft, da ein wichtiges Prinzip des Gehirns darin besteht, keine unnötige Aktivität aufzubringen. Und wenn die Bewegung auch von alleine (durch den Helfer durchgeführt) weiter läuft, stellt das Gehirn schnell die aktiven Bemühungen ein, da sie für den Erfolg der Bewegung ja nicht mehr nötig sind. Erfolg heißt hier aber nur, dass die Bewegung da landet, wo sie enden sollte. Den Erfolg, den eine Übung bei Lähmungen haben soll, ist jedoch nicht, eine Handlung durchzuführen, sondern den Lernprozess in Gang zu setzen. Und der findet nur statt, wenn während der ganzen Phase das aktive Wollen und das Erreichen des Ziels gemeinsam ablaufen. Und zwar auch genau in dieser Reihenfolge.

Ein anderer sehr wichtiger Punkt ist die Anzahl der Wiederholungen. Nach wie vor wissen wir nicht, wie viele Repetitionen nötig sind, bis das Nervensystem wieder soweit aufgebaut ist, dass genügend Verbindungen vom Gehirn zum Rückenmark – und damit zu den Nervenzellen, die direkt die Muskeln steuern – wiederhergestellt sind. Es ist sicherlich einmal davon abhängig, wie komplex die Bewegung ist. Patienten, bei denen in den ersten 6 Monaten nach einem Schlaganfall bzw. Locked-in Syndrom keine Spontanremission erfolgte, haben für einfache, eingelenkige Bewegungen ca. 10.000 Wiederholungen gebraucht. Aber diese Zahl ist sicher auch individuell unterschiedlich und es bedarf noch erheblicher Forschungen, um genauere Angaben machen zu können.

Was wir allerdings bei schweren Lähmungen – egal durch welche Grunderkrankung – gesehen haben, ist, dass es 4 – 6 Monate dauert, bevor überhaupt kleinste Bewegungs-

aktivitäten spürbar werden.

Welche Anzahl von Wiederholungen pro Tag optimal ist, ist z. Zt. ebenfalls noch unbekannt. In den geschilderten Fällen waren es ca. 10 Repetitionen jeder Einzelbewegung pro Tag. Möglicherweise kann durch eine deutliche Steigerung der Wiederholungszahlen die Zeit der Wiederherstellung etwas verkürzt werden. Neuere Forschungsergebnisse lassen darauf schließen, dass nicht nur das Training, sondern auch direkt danach eine Ruhepause unbedingt notwendig ist, damit der angestoßen Prozess im Nervensystem zu Ende geführt werden kann. Und es gibt im Tierversuch klare Erkenntnisse, dass auch anschließend Schlafphasen wichtig sind, weil in ihnen das Gelernte gefestigt wird (Clarenbach, Horstmann, Reinhold & Markowitsch; 2004).

Ein anderes Problem ist die Spastik. Auch hier ist noch nicht genau bekannt, warum sie auftritt. Es zeichnet sich aber immer mehr ab, dass sie u. a. ein Lernergebnis ist.

Dies hat etwas mit der Aktivität des Patienten zu tun. Spastik ist nicht nur – aber wohl auch – davon abhängig, wie viel Muskelspannung der Betroffene plant.

Um das zu verstehen, muss man sich Muskelarbeit genau anschauen (Eickhof; 2001). Diese ermöglicht uns Bewegungen. Dazu bekommen bestimmte Muskeln die Befehle, sich zu verkürzen, und deren Gegenspieler, den Auftrag, nachzugeben, weniger zu tun. Durch die einseitige Muskelarbeit wird der Körperabschnitt in Richtung der arbeitenden Muskeln gezogen.

Auf der anderen Seite müssen wir uns auch gegen die Schwerkraft halten können. Für diese Haltearbeit bekommen alle Muskeln, die auf ein Gelenk wirken, den Auftrag zu arbeiten. Und wenn Zug von verschiedenen Seiten kommt, wird das Gelenk festgehalten, je stärker die Muskeln arbeiten, um so mehr wird das Gelenk versteift. Diese Muskelspannung wird normalerweise durch Bewegungsbefehle wieder aufgelöst, bei der dann die Muskeln, die nachgeben müssen, den Befehl bekommen, ihre Arbeit zu reduzieren.

Normalerweise planen wir immer Bewegung und Muskelspannung gleichzeitig, so dass nur dort Bewegung stattfindet, wo es für die gewünschte Handlung notwendig ist, und Haltespannung überall dort stattfindet, wo ein Fallen oder Nachgeben verhindert werden muss.

Aber nicht immer planen wir optimale Aktivität. Unser Gehirn spielt uns manchmal einen Streich. Wenn wir eine schwierige Bewegung durchführen wollen, aber sie klappt auch nach mehreren Versuchen nicht, überlegt unser Gehirn, warum das so ist, um eine bessere Strategie für die Tätigkeit auszuwählen. Es hat die Erfahrung, dass oft eine Bewegung nicht gelingt, wenn eine große Last oder ein großer Widerstand diesen Versuch behindert. Wenn man in einem solchen Fall einfach weiter bewegen würde, so würde man seine Haltung gefährden. Damit dies nicht geschieht, erhöht das Gehirn zunächst einmal die Haltespannung, wenn gegen Gewichte bewegt wird, um eine Gegenkraft gegen die externe Last zu schaffen. Nicht selten macht unser Gehirn aber den Fehler, fehlende Geschicklichkeit bei einer Bewegung – also ein Nichtgelingen – als Last von außen zu deuten. Und statt geduldig die Bewegung weiter zu probieren, erhöht es die Haltekraft, versteift also die Gelenke, die damit schwerer beweglich werden. Im Alltag spricht man dann von Verkrampfung. So etwas passiert jedem Menschen, es ist auch nicht so schlimm, denn durch Bewegung lässt sich solch eine Verkrampfung wieder rückgängig machen.

Bei einer Lähmung haben viele Patienten das Gefühl, dass sie sich nicht bewegen können, weil sich ihre Körperteile plötzlich viel schwerer anfühlen (Eickhof: 2004). Entsprechend strengen sich die Patienten bei Bewegungsversuchen sehr an. Sie planen also viel Haltekraft und kaum Bewegungen. Und entsprechend werden viele Verbindungen für die Versteifung von Gelenken wieder aufgebaut, aber kaum für die Übermittlung von Bewegungskommandos, also auch keine Leitungen für die Übertragung der Aufträge an die Muskeln, die Haltespannung zu reduzieren. D.h., der Patient kann seine Haltespannung nicht wie der Gesunde durch Bewegungen wieder auflösen. Die Spannung kann also immer mehr erhöht, nicht aber wieder gezielt reduziert werden.

Wichtig ist aber auch zu wissen, dass nicht nur die eigene Anstrengung beim Bewegen diese Haltespannung fördert. Wir alle wissen, dass wir durch Angst „starr vor Schreck“ werden können. Es ist also für alle, die mit dem Gelähmten zu tun haben wichtig, dass sie möglichst – immer wird es leider nicht möglich sein – alles ausschalten, was Angst auslöst.

Ein anderer starker Auslöser für die Erzeugung von Muskelspannungen sind Schmerzen. Jeder, dem mal ein Gelenk weh getan hat, weiß, dass er automatisch dieses Gelenk steif gehalten hat und es kaum noch bewegen konnte. Eine gute Schmerzbekämpfung ist also ebenfalls wichtig. Und noch besser: Ein Vermeiden von Schmerzentwicklung. Dazu gehört auch, dass der Betroffene häufig genug umgelagert wird, denn jede Stellung, ist sie anfangs auch noch so bequem, wird nach einer gewissen Zeit unbequem und dann schmerzhaft. Und das Umlagern selbst muss so vorsichtig geschehen, dass nicht wieder Schmerzen ausgelöst werden. Bei schweren Patienten sind dazu oft 2 Personen oder entsprechende Hilfsmittel nötig.

Aber auch die Art, wie ein gelähmter Patient bewegt wird, entscheidet mit darüber, ob Spastik gebahnt wird. Denn nicht nur unser Gehirn, sondern auch Nervenzellen in unseren Gelenken und Muskeln haben einen Einfluss auf Muskelspannung oder auf Bewegungsförderung.

Wenn wir wach sind, nehmen wir bestimmte Körperhaltungen ein. Kommt jetzt ein Zug oder ein Stoß von außen, dann registrieren Messfühler in unseren Muskeln, dass die Länge verändert wird. Und sie sorgen sofort – über einen Reflex – dafür, dass die Muskelspannung erhöht wird, so dass wir möglichst dieser Störung wieder stehen können. Wenn ein Patient einfach bewegt wird, so werden diese Nervenzellen in den Muskeln aktiviert und es kommt zu einer Hochregelung der Muskelspannung. Zwar kann es sein, dass wir dies im Augenblick nicht merken, denn es gibt auch andere Nervenzellen, die bei Bewegungen dafür sorgen, dass die Muskeln, die durch die passive Bewegung unter Zug gesetzt werden, nachgeben. Wenn der Zug an den Muskeln sehr groß ist, haben diese im Augenblick sogar die größere Wirkung. Das ist wichtig, damit nicht durch Muskelkraft und gegengerichtet äußere Dehnkraft ein Einreißen der Sehne auftritt. Aber das Gehirn merkt sich, dass die Position ohne den Willen des Betroffenen verändert wurde. Und es sorgt dafür, dass für die nächste Zeit die Muskelspannung erhöht wird, um weiteren Störungen der Haltung vorzubeugen.

Wenn also ein Gelähmter bewegt werden soll, ist es ganz wichtig, ihm zu sagen, welcher Körperabschnitt in welche Richtung bewegt werden soll. Er muss dann lockerlassen. Dieses Zulassen der Bewegung ist nichts anderes, als ein Abschalten der Nervenzellen

in den Muskeln. Das Gehirn akzeptiert die Bewegung und versucht nicht, sie zu verhindern. Wenn erst einmal Spastik vorhanden ist, ist es für die Patienten aber oft schwer, locker zu lassen. Die Bewegung muss dann sehr langsam geschehen. Damit kann man die Messfühler in den Muskeln z. T. überlisten, sie reagieren dann nicht so stark.

Wenn das passive Bewegen aber richtig geschieht, ist es sehr hilfreich, um die Spastik langfristig zu senken. Denn durch das Bewegen der Gelenke wird dem Gehirn immer wieder gezeigt, wie groß der Bewegungsspielraum ist, es vergisst es dann nicht. Und nur dann kann es beim Üben genügend große Bewegungskraft für die gesamte Strecke planen und entsprechend viele Aufträge für das Nachgeben bestimmter Muskeln geben.

Zusammenfassend kann man also sagen:

Für normale Aktivitäten müssen Muskeln Muskelhaltespannung aufbringen können, um unseren Körper zu halten. Diese Arbeitsaufträge kommen von bestimmten Zentren im Gehirn, aber auch von einigen Nervenzellen in Muskeln, Haut und Gelenken. Außerdem brauchen wir für Bewegungen Arbeitsaufträge zu den Muskeln, die bestimmten Gruppen den Auftrag geben, den Körperteil in eine bestimmte Richtung zu ziehen und gleichzeitig anderen Muskeln befehlen nachzugeben, damit die Bewegung auch zustande kommen kann. Diese Aufträge laufen über andere Nervenverbindungen als die für Haltearbeit. Nach Eintritt einer schweren Lähmung ist es wichtig, dass zunächst die Übertragungswege für die Bewegungen wieder aufgebaut werden, da der Mensch nur dann in der Lage ist, Halteaktivität wieder aufzulösen. (Auch in der normalen Entwicklung des Menschen reifen die Regelkreise für die Bewegung früher, als die Regelkreise der Haltemotorik.) Wenn die Hemmung von Muskelspannung sichergestellt ist, kann dann auch die Haltemotorik ohne Probleme gefördert werden.

Nach neuestem Wissen wird der Ausbau von Nervenverbindungen wohl durch die ganz häufige Wiederholung erfolgreicher Aktivitäten angekurbelt.

- Ein gelähmter Patient sollte daher häufig bewegt werden, damit durch Nervenzellen in den Gelenken wenigstens etwas dafür gesorgt wird, dass die Muskelspannung in den gedehnten Muskeln reduziert wird.

- Dabei ist es aber wichtig, dass der Betroffene die Bewegung zulässt, damit die Nervenzellen in den Muskeln ausgeschaltet werden, die sonst reflektorisch für eine Erhöhung der Muskelspannung sorgen, wenn dem Körper eine nicht geplante Bewegung aufgezwungen wird.
- Noch besser ist es, wenn der Patient die Bewegung nicht nur zu lässt, sondern sie selbst plant und der Helfer die reale Durchführung möglich macht, da dann ein Lerneffekt, und damit ein Ausbau der Nervenbahnen entsteht. Damit dies aber geschieht, sind Tausende von Wiederholungen der genau gleichen Bewegung nötig und Patient und Helfer müssen zeitlich genau miteinander arbeiten. Und ganz, ganz wichtig ist, dass der Patient sich nicht anstrengt, da er sonst Muskelhaltespannung und nicht Bewegungskraft plant, und damit einseitig Nervenverbindungen für Muskelspannung aufgebaut werden.
- Bei dem was gemacht wird, sollte möglichst alles vermieden werden, was Angst oder Schmerzen auslöst, da dies die Spastik erhöht. Und je höher die Muskelspannung ist, desto mehr Bewegungskraft wird gebraucht (es müssen also erheblich mehr Übertragungswege für die Aufträge zur Reduzierung der Haltekraft in den Muskeln, die nachgeben müssen, aufgebaut werden), um diese Spastik zu überwinden. Je weniger Spastik jemand hat, desto größer sind also seine Chancen, auch mit geringerer Bewegungskraft sich wieder selbst bewegen zu können (Eickhof; 2001).

Literatur

Keyvani K, Schallert T: Plasticity-associated molecular and structural events in the injured brain. J Neuropathol a Experim Neurology 61, 2002, 831-838

Chen, J, Magavi, SSP, Macklis JD. Neurogenesis of corticospinal motor neurons extending spinal projections in adult mice. PNAS 101, 2004, 16357-16362

Eickhof C: Grundlagen der Therapie bei erworbenen Lähmungen. Pflaum Verlag, 2001

Clarenbach P, Horstmann S, Reinhold N, Markowitsch H: Declarative and Procedural Learning in Stroke, Parkinson's Disease and Sleep Apnea. Klin. Neurophysiologie 35, 2004, 134

Eickhof C: Kann Wahrnehmung die Lähmungen bei Patienten mit dem Locked-in Syndrom konsolidieren? In: Pantke KH, Kühn Ch, Mrosack G, Scharbert G (Hrsg.): *Bewegen und Wahrnehmen. Grundlagen der Rehabilitation.* Schulz-Kirchner Verlag, Idstein 2004, 43 - 47

Christel Eickhof

Physiotherapeutin