

# NEUROPLASTIZITÄT: IMMER MEHR LERNEN

## Auch und erst Recht nach Gehirnschädigung

Das Interesse der Neuro-Rehabilitation besteht darin, Patientinnen und Patienten etwas anzubieten, damit sie trotz ihrer Einschränkungen wieder besser leben können – der moderne Ausdruck dafür ist «Neuroplastizität».

Jürg Kesselring

**W**ir fassen das Gehirn als ein Organ des Lernens und der Interpretation der Welt auf. Vieles hat dabei mit der Einstellung zu tun: Wenn Sie etwa Radio hören oder fernsehen und ein Rauschen oder ein Flimmerbild haben, können Sie entweder jammern und lamentieren, die Welt sei schlecht – oder Sie stellen sich beziehungsweise den Apparat neu ein. Und eben dies sollten wir immer tun; dazu brauchen wir das Gehirn.

### Den Zugang suchen

Wir sehen in unserer Klinik viele Menschen nach einem Gehirnschlag und versuchen immer, einen Zugang zu finden zu dem, was so wunderbar die «Persönlichkeit» heisst: «per-sona» – das, was

hindurchtönt. Die Krankheit kann dazu führen, dass das Gehäuse sich in Form von Lähmungen oder Sprachstörungen verändert. Aber wir glauben, dass die Person selber unverletzt bleibt – und sehen es als unsere Aufgabe, sozusagen Schlupflöcher in diese Mauer zu treiben, damit die Person wieder durchtönen kann. Ein Beispiel: Ein Patient mit Lähmung der rechten Körperseite und einer Aphasie hatte immer gerne Aquarelle gemalt, «aber nun könne er das nicht mehr, denn er habe ja rechts die Lähmung». Er hat sich dennoch überzeugen lassen, zum ersten Mal in seinem 68-jährigen Leben den Pinsel in die linke Hand zu nehmen – und das Resultat ist geradezu grossartig. Das Gehirn kann durch Hirnschläge, Traumata, multiple Sklerose und so weiter geschädigt werden. Beispiele aus der Praxis zeigen, dass die Erholung im Gehirn nach einer Schädigung ähnlichen Gesetzen folgt wie die normale Entwicklung bei einem gesunden Kind. So zeigen etwa Patienten nach Hemiplegie ein ähnliches Bewegungsbild wie Kinder. Daher sollten erwachsenen Patienten für die Erholung ähnliche Mechanismen angeboten werden, wie die, die bei Kindern zum Erfolg geführt haben. Der gemeinsame Nenner für den Umbau im Gehirn ist die motorische Aktivität. Gehirne, die trainiert sind, sind messbar anders. In der Bewältigung von Aufgaben aus der Umwelt – und das müssen nicht nur grosse Aktivitäten sein – verändert sich das Gehirn bis ins hohe Alter.

#### ERHOLUNG UND RESTITUTION NACH GEHIRNSCHÄDIGUNG

- Strukturelle Regeneration
  - Regenerationsfähigkeit des erwachsenen ZNS: sehr eingeschränkt
- Funktionelle Reorganisation
  - Neuformierung synaptischer Netzwerke durch Remodelling (Plastizität des ZNS): Funktion irreversibel geschädigter Hirnareale wird durch andere Hirnareale übernommen
- Kompensation
  - Funktionsdefizite werden durch vorhandene Funktionen oder Hilfsmittel teilweise oder ganz kompensiert
- Rekonditionierung

## Hirnentwicklung im Lauf der Zeit

Wichtig für die Entwicklung des Menschen war der aufrechte Gang. Er hat zum einen das Gleichgewichtssystem verändert, zum anderen wurden dadurch die Hände frei etwas zu tun, frei zum Werkzeug- oder Instrumentengebrauch. Mittels dieser Werkzeuge können wir den Arm praktisch ins Unendliche verlängern – und das hat den Menschen insgesamt wesentlich verändert, nicht nur die Hand, sondern auch das Hirn, weil so zusätzliche Informationen über die Umwelt in das Gehirn gelangen können. Hier unterscheidet sich die Hirnentwicklung bei Mensch und Tier, die rein mechanisch Instrumente kaum richtig halten können. Die Befreiung unserer Hände erlaubt uns überdies ein Zeigen und Deuten – und Zeigegesten sind ein zentrales Element unserer Kommunikation.

## Drei wesentliche Aspekte beim Lernen

Beim Lernen spielt zunächst Genetisches eine wichtige Rolle. «Genetisch» darf aber nicht mit «unveränderbar» gleichgesetzt werden, denn obwohl das Erbgut von Menschen und Schimpansen weitgehend identisch sind, sind wir doch anders. Auch unsere Bücher basieren alle auf den Buchstaben des Alphabets, aber niemand käme auf die Idee, alle Bücher als gleich zu bezeichnen. Wie wichtig die Epigenetik ist, zeigt das Beispiel der Phenylketonurie: ein bekannter Gendefekt, dessen Manifestation bis hin zur gravierenden Hirnschädigung davon abhängt, ob die Nahrung Phenylalanin enthält.

Ein weiterer Punkt beim Lernen ist die Nachahmung, die bei Kindern ganz natürlich ist – deshalb ist auch die Umgebung so wichtig. Eine wesentliche Neuentdeckung der Neurowissenschaften war die Beschreibung des Spiegelneuronensystems und das Wissen, dass es auch beim Menschen eine Rolle spielt. Ein Beispiel ist das «Füttern» der Kinder: Die Mütter öffnen den Mund, und obwohl sie selber gar nichts bekommen, ist es nützlich, denn das Kind macht es sofort nach. Als dritter Weg des Lernens muss das «learning by doing» erwähnt werden; als geschichtsträchtige Metapher kann das Boot des Odysseus bei der Rettung der schönen Helena dienen. Im Laufe der Zeit musste alles erneuert werden, nur das Prinzip blieb gleich. Ähnlich ist es beim Gehirn, auch hier wird alle sieben Jahre (materiell) alles erneuert, dennoch bleibt das Gedächtnis gleich.

## Auf die Einstellung kommt es an

Die Hauptfunktionen des Gehirns sind die Wahrnehmung und die Interpretation der Welt. Aber das tut es nicht an meiner Stelle, sondern ich

### NEUROPLASTIZITÄT AM BEISPIEL DER MULTIPLER SKLEROSE

- auf zellulärer Ebene
  - axonales Aussprossen (vermehrte Arborisation von Neuronen)
  - Veränderung der synaptischen Stabilität
  - Reorganisation von Synapsen
- auf Gewebeebene
  - Resorption des Ödems,
  - Rearrangement von Natriumkanälen auf den Axonen
  - Remyelinisierung
- auf Systemebene: Übernahme von Funktionen durch kontralateralen homologen Kortex
- auf Verhaltensebene
  - Ausweitung der Repräsentationszonen
- auf Verhaltensebene
  - neue motorische und kognitive Strategien.

### WUNDERWELT GEHRIN: «USE IT OR LOOSE IT»

Das Gehirn umfasst mit rund 100 Milliarden Nervenzellen einen ganzen Kosmos. Alle werden während der Schwangerschaft gebildet, etwa 4300 Nervenzellen pro Sekunde; im Erwachsenenleben kommen nur noch neue Verbindungen hinzu. Heute rechnet man mit 1000 bis 10 000 Verbindungen pro Nervenzelle, die bis ins hohe Alter immer wieder gebildet werden. Wollte man die Synapsen zählen, und zwar jede Sekunde eine einzige, so wäre man 30 Millionen Jahre ohne Unterbruch am Zählen. Brauchbar bleiben jedoch nur jene, die auch genutzt werden. Darum ist das Sprichwort «Use it or lose it» wohl berechtigt.

nutze das Gehirn, um die Welt und die Mitmenschen wahrzunehmen, das Materielle oder das Persönliche, und die Welt zu gestalten – und eben zu lernen. Ich verwende gerne die Metapher des «Gehirns als Orchester»: Viele verschiedene Instrumentalisten und Spezialisten – plus ein Dirigent. Die Instrumente sind meine Fähigkeiten, der Dirigent bin ich – meine Person. Jeder kann und soll etwas zum Ganzen beitragen, alle Musiker und allen voran der Dirigent. Wenn einer dahinten nur mitfiedelt und denkt, die anderen merken ohnehin nicht, täuscht er sich. Wenn jeder sein Bestes gibt, kann das Werk des Komponisten neu aufleben. Die Einstellung verändert das Resultat. Für ein gutes Ergebnis muss man repetieren: Bis man eine richtige Zigarre drehen kann, macht man die Handlung etwa eine Million Mal. Das ist bei allem so, ob beim Sticken, Perlenaufziehen oder beim Basketballwerfen: Alles, was wir wirklich können, haben wir mindestens eine Million Mal gemacht – auch die Schritte. Und darum müssen wir den Patienten, die nicht mehr gehen können, die Möglichkeit bieten, dies wieder und wiederholt zu lernen.

Kontakt:  
Prof. Dr. Jürg Kesselring,  
Chefarzt Neurologie & Neurorehabilitation, Kliniken Valens  
E-Mail: Juerg.Kesselring@kliniken-valens.ch

Literatur beim Verfasser.



**JÜRIG KESSELRING,**  
Titularprofessor für Klinische Neurologie und Neurorehabilitation, Universität Bern und am Center of Neuroscience, Universität und ETH Zürich, cattedra di neuroriabilitazione Università Vita e Salute San Raffaele, Milano. Er ist Mitglied des Internationalen Komitees vom Roten Kreuz, Amateurcellist und veröffentlichte verschiedene Gedichtsammlungen.