

Degenerative Erkrankungen des Nervensystems und Training



Demenz und Parkinson gehören zu den degenerativen Erkrankungen des Nervensystems. Um Betroffene coachen zu können, muss ein vertieftes Verständnis der Krankheitsverläufe vorliegen.

Wir alle wissen, dass die Bevölkerung unseres Landes immer älter wird. Die Schweiz hat weltweit eine der höchsten durchschnittlichen Lebenserwartungen (84 Jahre) und belegte im Jahre 2022 im internationalen Vergleich Platz 7. Zukünftig werden dementsprechend gesundheitsorientierte Fitnessunternehmen eine steigende Anzahl an Personen als Kundschaft betreuen, die bereits ein hohes Alter erreicht hat. In dieser Altersgruppe ist das Auftreten von degenerativen Erkrankungen des Nervensystems am häufigsten.



André Tummer

Die beiden bekanntesten degenerativen Erkrankungen des Nervensystems sind **Morbus Parkinson** und die **Alzheimer-Demenz**. Doch bevor wir in die Pathologie dieser beiden Krankheitsbilder einsteigen, bedarf es eines guten Verständnisses der Anatomie und der Begriffe unseres Nervensystems.

Jede noch so kleine Bewegung stellt unterschiedliche Anforderungen an die Motorik. Stets müssen die bewegungsbeteiligten Muskelgruppen zielgerichtet mit- und nacheinander koordiniert werden. Bei allen motorischen Handlungen sind Sinneswahrnehmungen im Rahmen eines Feedback-Regelkreises notwendig, um die Bewegungen an die äusseren Bedingungen anzupassen. Das Zusammenspiel von Sensorik und Motorik ist allseits unter dem Begriff **Sensomotorik** bekannt.

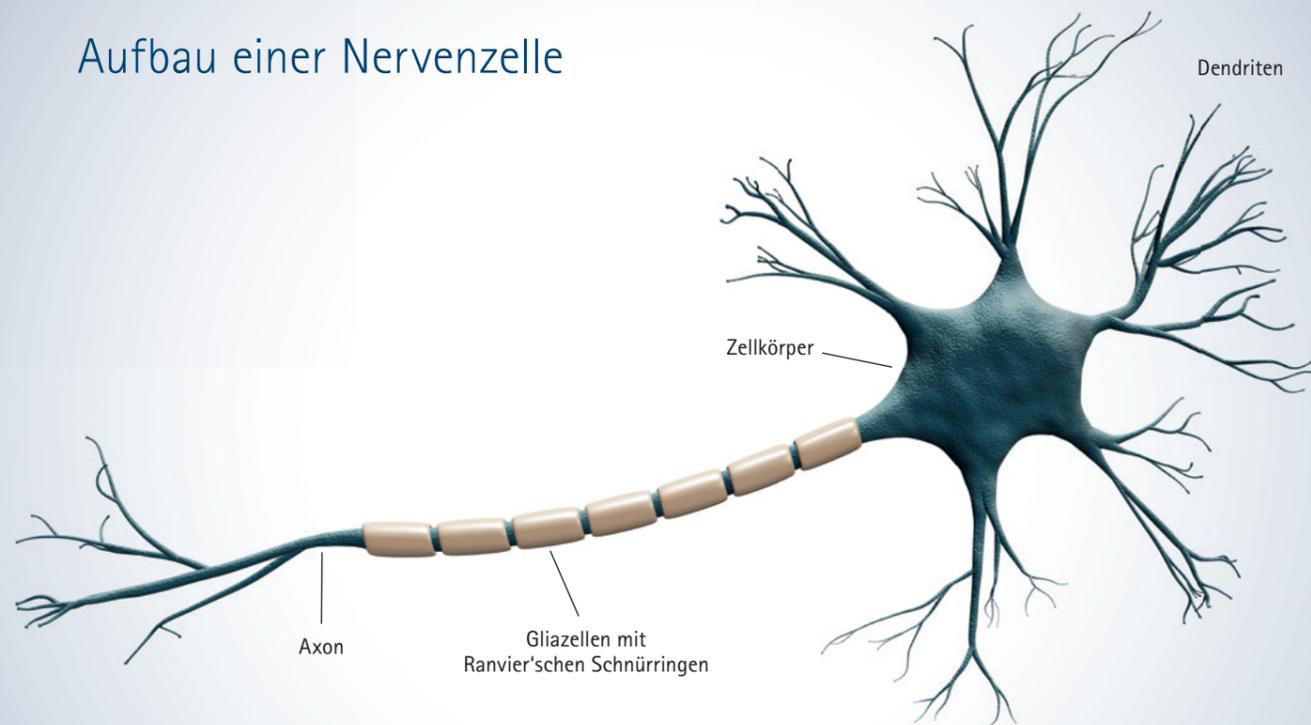
Funktionell wird das somatische (animale) vom vegetativen (autonomen) Nervensystem unterschieden. Während das vegetative Nervensystem die unbewusste Steuerung der Organfunktionen übernimmt, vollzieht das somatische Nervensystem die sensomotorischen Prozesse. Räumlich wird dieses in das Zentralnervensystem (ZNS), bestehend aus Gehirn und Rückenmark, und das periphere Nervensystem (PNS) unterteilt.

Nervenzellen sind aufgrund ihrer hohen Differenzierung nicht mehr teilungsfähig. Ihre einmal genetisch festgelegte Anzahl nimmt mit zunehmendem Alter ab. Bestimmte Gifte, z.B. Alkohol, beschleunigen diesen Abbauprozess. Eine Verbesserung von kognitiven oder auch motorischen Leistungen entsteht also nicht durch eine Neubildung von Nervenzellen, sondern durch vielfältigere Verknüpfungen der Nervenzellen untereinander. ▶



Die Verknüpfung der Nervenzellen über deren Dendriten führt zur kognitiven und motorischen Leistungsverbesserungen.

Aufbau einer Nervenzelle



Aufgrund ihrer hohen Spezialisierung hat die Nervenzelle ihre Teilungsfähigkeit verloren.

Für den Aufbau des Nervengewebes ist neben den Nervenzellen noch ein zweiter Zelltyp relevant: die **Gliazellen**. Sie sind kleiner und zahlreicher als die Nervenzellen. Beide Zellpopulationen machen jeweils knapp die Hälfte des Volumens von Gehirn und Rückenmark aus. Die Gliazellen sind als Ernährungs- und Stützgewebe der Nervenzellen zu verstehen. Sie ummanteln die Nervenzellen, sodass diese nicht in direktem Kontakt mit den Blutkapillaren stehen. Der Stoffaustausch zwischen den Nervenzellen und dem Blut wird also durch die Gliazellen vermittelt. Durch die Umhüllung der Nervenzellen haben die Gliazellen wich-

tigen Einfluss auf die Geschwindigkeit der Erregungsleitung. Gliazellen können sich noch vermehren und dienen als Füllsubstanz bei Gewebedefekten im ZNS. Schliesslich sind bestimmte Gliazellen zur Phagozytose fähig, das heisst, sie haben Abwehrfunktion, indem sie Fremdstrukturen oder Abbauprodukte aufnehmen und vernichten.

Jede Nervenzelle (Neuron) ist eine strukturelle und funktionelle Einheit. Sie besteht aus dem Zelleib – **Perikaryon** – und Fortsätzen, die als **Dendriten** und **Neuriten** bezeichnet werden. Dendriten nehmen Erregungen von anderen Nervenzellen oder

von Rezeptoren anderer Zellen auf. Ein in der Regel einzelner Neurit leitet die Erregung weiter zu anderen Neuronen bzw. zum Erfolgsorgan¹. Die Gestalt der Neurone ist vielfältig. Dendriten und Neuriten können eine Länge von mehr als 1 Meter erreichen. Z.B. sitzt das Perikaryon, dessen Neurit die Fussmuskulatur innerviert, im Rückenmark in Höhe des 12. Brustwirbels. Umkehrt läuft ein Dendrit, der z.B. taktile Reize an der Fussohle aufnimmt, über eine ähnlich lange Strecke zum Rückenmark.

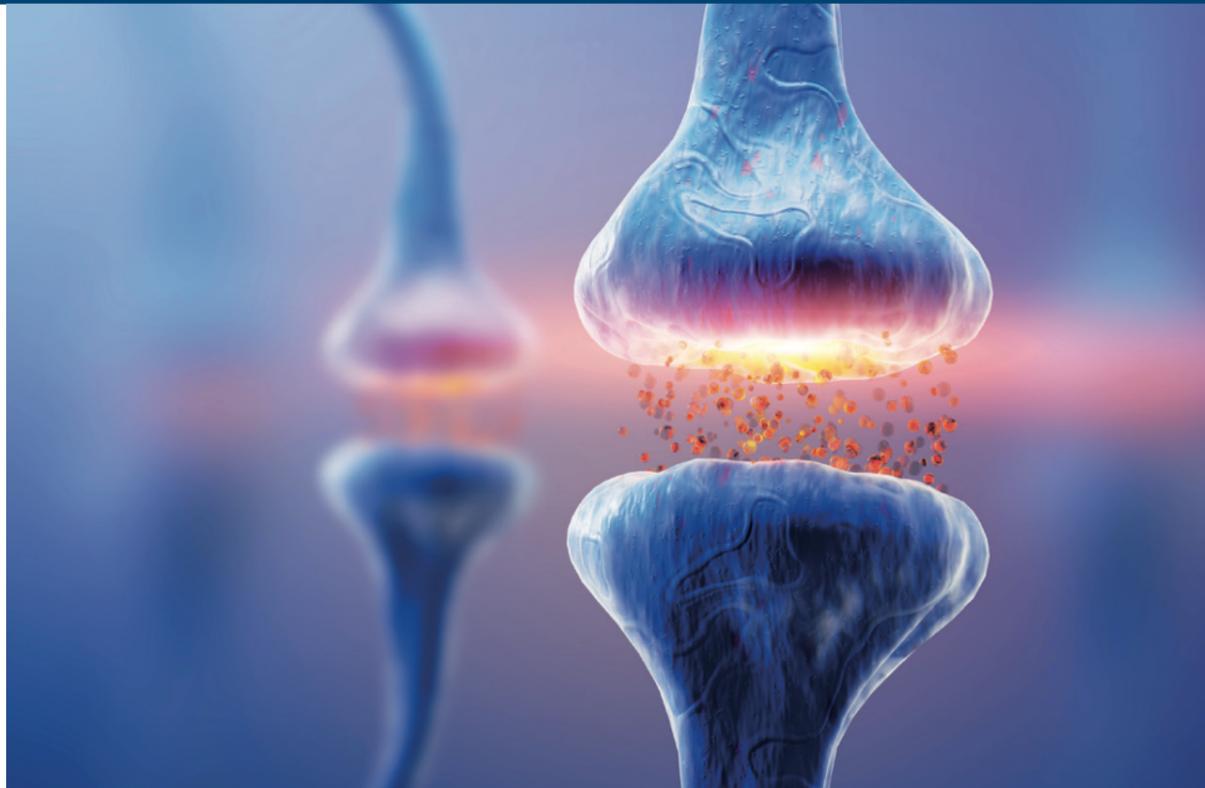
Die langen Fortsätze sind in der Peripherie als Nerven zusammengefasst, im ZNS bilden sie Stränge oder Bahnen. Auch sie werden von Gliazellen umhüllt, die in der Peripherie als **Schwann'sche Zellen** bezeichnet werden. Die Fortsätze werden auch **Axone** genannt, wobei es unerheblich ist, ob es sich um Dendriten oder Neuriten handelt. Das Axon und die es umgebenden Schwann'schen Zellen bilden die **Nervenfasern**.

Bei den markhaltigen (myelinisierten) Nervenfasern ist ein lappenartiger Ausläufer der Schwann'schen Zellmembran mehrfach um das Axon gewickelt. Diese eng aneinanderliegenden konzentrischen Stapel beeinflussen die Erregungsleistungsgeschwindigkeit massgeblich. Da die auch als Markscheide bekannte Isolierung immer nur einen kleinen Abschnitt des Axons bedecken kann, befindet sich zwischen den einzelnen Schwann'schen Zellen ein kleiner Bereich, in dem die Isolierung fehlt. Dieser Bereich nennt sich **Ranvier'scher Schnürring**. Die Strecke zwischen zwei Schnürringen ist das Internodium. Der elektrische Impuls springt nun gewissermassen von Schnürring zu Schnürring, was als **saltatorische Erregungsleitung** bezeichnet wird. Die Geschwindigkeit der Erregungsleitung hängt deshalb von drei Faktoren ab:

- Je dicker das Axon, desto schneller ist die Leitungsgeschwindigkeit.
- Je dicker die Markscheide (bessere Isolierung), desto schneller wird der Impuls weitergeleitet.
- Je länger die Internodien (entsprechend weniger Schnürringe), desto schneller ist die saltatorische Leitung.

Umkehrt leiten markarme Nervenfasern langsam. Diese dünnen Nervenfasern besitzen eine Leitungsgeschwindigkeit von 0,5–2,5 m/s; sie übermitteln zum Beispiel dumpfe Schmerzen. Dicke, myelinisierte Nervenfasern leiten mit 70–120 m/s unter anderem motorische Erregungen. ▶

¹ Allgemeine Bezeichnung für Gewebe, Drüsen und Organe, die von efferenten Fasern innerviert werden und auf Impulse dieser Fasern reagieren oder Rezeptoren für bestimmte Hormone besitzen und bei Ausschüttung dieser Hormone antworten. Die Reaktion der Erfolgsorgane kann willkürlich oder unwillkürlich ausgelöst werden. So führt z.B. der Vorsatz, «zu laufen», zu einer willkürlichen Aktivierung der Erfolgsorgane «Beinmuskulatur». «Verbrennen» eines Fingers löst das sofortige unwillkürliche Zurückziehen der ganzen Hand aus. Erfolgsorgan ist in diesem Fall die Armmuskulatur.



Synapsen: Umwandlung von elektrischer in chemische Energie

An komplexen Bewegungen sind Neuronenketten beteiligt, die hintereinander und miteinander verschaltet sind. **Afferente** Nervenbahnen führen immer von der Peripherie zum Zentrum, z.B. von einem Druckrezeptor zum Rückenmark und eventuell weiter zum Gehirn. Die Impulse der afferenten Fasern sind qualitativ gesehen stets sensibel.

Umgekehrt führen **effere Fasern** immer vom ZNS in die Peripherie und sind in diesem Zusammenhang stets motorischen Erregungen gleichzusetzen.

Das funktionelle Bindeglied zwischen den einzelnen Neuronen wie auch zu Rezeptoren bzw. Erfolgsorganen stellen die Synapsen dar.

Es gibt drei unterschiedliche Arten von Synapsen. Die häufigste Form stellen die **interneuronalen Synapsen** dar (Verbindung zwischen zwei Neuronen). **Effektorsynapsen** sind jene, welche die Verbindung mit dem Erfolgsorgan haben (Muskel-faser, Drüsenzelle, usw.). Bei der Skelettmuskulatur ist diese End-

formation des Neurits als **motorische Endplatte** bekannt. Eine **Rezeptorsynapse** stellt schliesslich die Verbindung der Systeme Reizaufnahme mit einem Dendriten dar. Bei den chemischen Synapsen ist die präsynaptische Endigung des Neurits durch einen schmalen Spalt von der postsynaptischen Membran des nachfolgenden Neurons getrennt. Die präsynaptische Endigung enthält zahlreiche Vesikel¹ mit einem Überträgerstoff, der als **Neurotransmitter** bezeichnet wird. Erreicht der elektrische Impuls diese präsynaptische Membran, wird der Neurotransmitter in den synaptischen Spalt freigesetzt und löst an der postsynaptischen Membran eine Veränderung des elektrischen Potentials aus. Vereinfacht ausgedrückt wird also ein elektrischer Reiz in einen chemischen und wiederum in einen elektrischen transformiert. Je nach Erfolgsorgan bzw. Neuron gibt es unterschiedliche Neurotransmitter, z.B. Adrenalin, Noradrenalin, Serotonin, Dopamin, GABA usw. Die Transmittersubstanz, die an den motorischen Endplatten freigesetzt wird und letztlich zur muskulären Kon-

traktion führt, ist **Azetylcholin**. Das freigesetzte Azetylcholin besetzt entsprechende Rezeptoren an der postsynaptischen Membran, was zu ihrer Depolarisierung führt. Diese setzt sich ins Innere der Faser fort und macht das sarkoplasmatischen Retikulum durchlässig für Kalziumionen – die Muskelkontraktion wird in Gang gesetzt. Das Azetylcholin wirkt nur eine kurze Zeit nach seiner Freisetzung und wird dann durch das Enzym Azetylcholin-esterase in zwei unwirksame Bestandteile gespalten. Diese werden in der präsynaptischen Endigung aufgenommen und wieder zu Azetylcholin resynthetisiert.

Im ZNS kommen neben den erregenden auch hemmende Synapsen vor. Es wird geschätzt, dass jede motorische Nervenzelle im Rückenmark, deren Neurit zur Muskulatur zieht, mit insgesamt ca. 6000 Synapsen besetzt ist, über die es Impulse erhält. Für die Bewegungssteuerung sind die hemmenden Einflüsse ebenso wichtig wie die erregenden. Wie wichtig die hemmende Funktion ist, wird am Beispiel der Vergiftung mit Strychnin deutlich. Dieser Stoff blockiert viele hemmende Synapsen, lässt die erregenden aber unbeeinflusst. Bei einer Strychninvergiftung setzen innerhalb kurzer Zeit schwere Muskelkrämpfe ein, die schliesslich zum Tod führen.

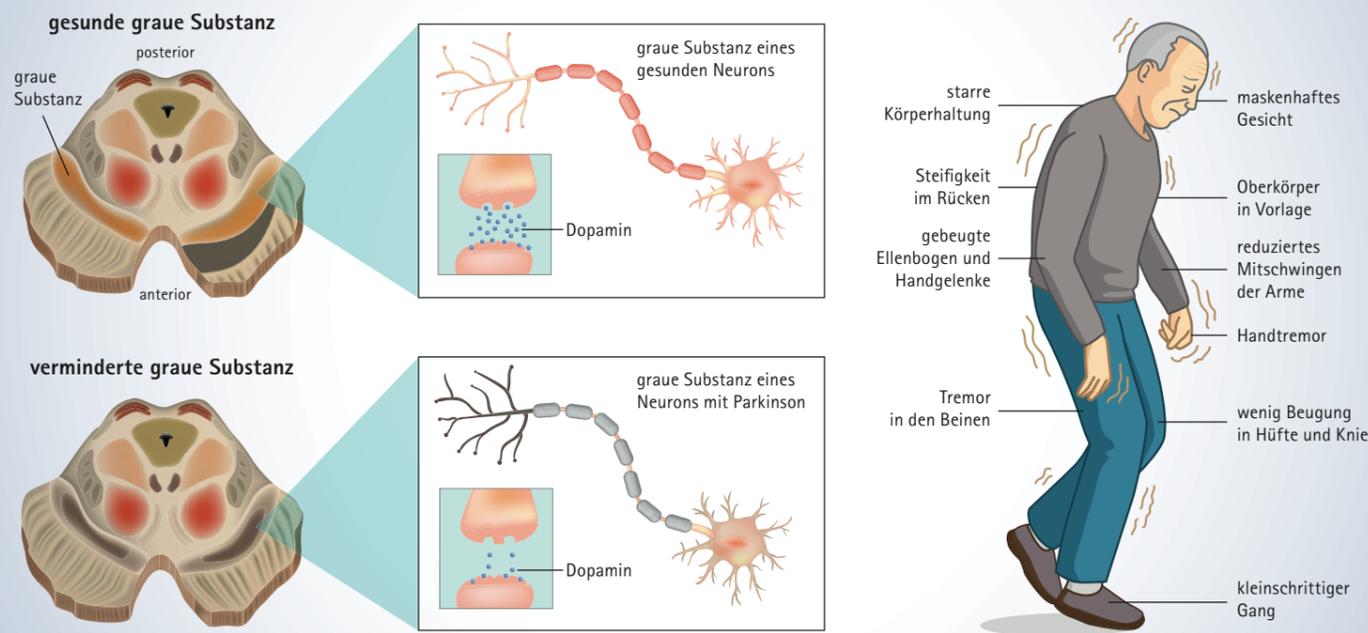
Neurologische Erkrankungen sind äusserst komplex. Der Einfachheit halber sei an dieser Stelle nur eine grobe Systematisierung erlaubt. Zum einen gibt es Erkrankungen, die aufgrund von Durchblutungsstörungen oder Blutungen im ZNS verursacht werden, z.B. der Schlaganfall. Dann gibt es sogenannte zerebrale Krampfanfälle, beruhend auf einer Funktionsstörung der Nervenzellen im Gehirn (Epilepsie). Dazu kommen die entzündlichen Erkrankungen des ZNS. Hierzu gehören etwa die Hirnhautentzündung (Meningitis), die Gehirnentzündung (Enzephalitis) oder auch die Multiple Sklerose (MS). Schliesslich sind noch die degenerativen Erkrankungen des Nervensystems zu nennen, zu denen wie anfangs erwähnt Morbus Parkinson und die Alzheimer-Demenz zählen.

Morbus Parkinson

Zwei Hauptformen der Parkinsonerkrankungen werden unterschieden: Das **primäre Parkinsonsyndrom**, mit unklarer Erkrankungsursache, und das **sekundäre Parkinsonsyndrom**, das sich durch Hirnarteriosklerose, Entzündungen, Vergiftungen oder Medikamenteneinnahme (z.B. Neuroleptika) entwickelt. ▶

¹Vesikel sind sehr kleine, in der Zelle gelegene, rundliche bis ovale Bläschen, die von einer doppelten Membran oder einer netzartigen Hülle aus Proteinen umgeben sind. Die Vesikel bilden eigene Zellkompartimente, in denen unterschiedliche zelluläre Prozesse ablaufen. Ihre Grösse beträgt etwa ein Tausendstelmillimeter.

Morbus Parkinson



Die graue Substanz bildet den Kortex, also die Schicht der Hirnoberfläche, während die weisse Substanz die Nervenfasern zusammenfasst, die tiefer im Gehirn beherbergt sind.

In beiden Formen kommt es zum Verlust des Gleichgewichts zwischen Dopamin (zu wenig) und Acetylcholin (im Verhältnis zu viel). Dieses Missverhältnis führt zu Störungen der normalen Bewegungsabläufe. Drei Symptome treten dabei besonders hervor:

Hypo- oder Akinesie: Bewegungsarmut; alle Bewegungen sind kleiner und weniger raumgreifend als bei einer gesunden Person. Es fehlt in der Regel die Spontanmotorik und die Gesichtsmimik ist sehr starr. Beim Gehen werden die Arme nicht mitbewegt, der Gang ist schlurfend, kleinschrittig, bei gebeugter Haltung. Beim Gehen bereiten besonders das Starten und Stoppen Schwierigkeiten.

Rigor: erhöhte Muskelspannung, besonders in den Extremitäten

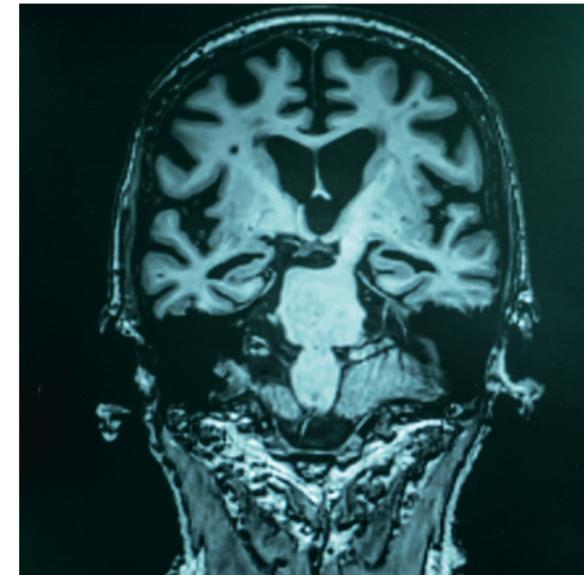
Tremor: typischerweise grobschlägiger, relativ langsamer Ruhetremor, vor allem der Hände

Hinzu können weitere vegetative und psychische Störungen als Zeichen der Erkrankungen kommen (z.B. erhöhter Speichelfluss oder starke Stimmungsschwankungen).

Morbus Parkinson ist nicht heilbar. Die Schulmedizin versucht durch medikamentöse Therapie das Ungleichgewicht der Neurotransmitter Dopamin und Acetylcholin zu verbessern. Training ist für den Erhalt der Selbstständigkeit von herausragender Bedeutung, doch dazu später mehr.

Alzheimer-Demenz

Die Demenz ist ein organisch bedingter, fortschreitender Verlust geistiger Fähigkeiten mit Wahrnehmungs- und Denkstörungen, chronischem Verwirrheitszustand, Desorientiertheit und Persönlichkeitsveränderungen. Betroffene Personen sind zerstreut, haben massive Störungen der Merkfähigkeit, räumliche und zeit-



Demenz: Hirnatrophie mit grossen liquorgefüllten Hohlräumen

Achtung: Personen mit leichter und vielleicht sogar mittelschwerer Demenz sind durchaus in Fitnesscentern anzutreffen, weil sie körperlich keine grossen Einschränkungen haben. Sie können die Organisation ihres Trainings aber nicht mehr ohne fremde Hilfe bewerkstelligen. Dazu später mehr.

Betroffen sind oft Personen nach dem 50. Lebensjahr. Etwa 70 Prozent der Betroffenen leiden an einer primären Demenz, auch Alzheimer-Demenz genannt, deren Ursachen weiterhin ungeklärt sind. Bei den übrigen 30 Prozent ist die Demenz Folge einer anderen Grunderkrankung und wird deshalb als sekundäre Demenz bezeichnet. Zu diesen sekundären Formen zählt beispielsweise die parkinsonassoziierte Demenz oder auch die Multiinfarkt-Demenz (vaskuläre Demenz), also arteriosklerotisch veränderte Hirngefässe als Spätfolge vieler kleiner Schlaganfälle.

Das Entstehen der Krankheit Alzheimer-Demenz ist nicht eindeutig geklärt. Diskutiert werden jedoch vor allem genetische (es wurden Alzheimergene auf den Chromosomen 1 und 14 entdeckt, aber ihre konkrete Bedeutung ist noch nicht aufgeklärt) und stoffwechselbedingte Faktoren. Unklar ist auch noch, ob die bei der histologischen Untersuchung des Gehirns feststellbaren Amyloidablagerungen (eine Eiweissstruktur) die Ursache, oder – was eher vermutet wird – eine Folge der Erkrankung sind. Typisch ist jedoch, dass das Gehirn im Laufe der Erkrankung immer mehr schrumpft (Hirnatrophie) und grosse liquorgefüllte Hohlräume entstehen.

Aus den bisher erläuterten Beschwerden ergibt sich eine **betreuungsintensive** Situation. Das Training ist jedoch für die Betroffenen von immenser Bedeutung, denn durch Training kann die Selbstständigkeit im Alltag längere Zeit aufrechterhalten werden. Schauen wir also an, was es in der Trainingspraxis zu beachten gilt. ◀

liche Orientierungsstörungen mit Verlust des Tag-Nacht-Rhythmus sowie auch Probleme, sich sprachlich auszudrücken.

Weitere Symptome bezüglich ihres Verhaltens und ihrer Stimmung gehen über Apathie (Interessen- und Teilnahmslosigkeit), Ängstlichkeit, Reizbarkeit bis hin zu Wutausbrüchen und Aggressivität gegenüber ihren Mitmenschen.

Die Demenz wird in drei Schweregrade unterteilt. Bei der leichten Demenz ist trotz der Einschränkung ein selbstständiges Leben mit persönlicher Hygiene und Urteilsvermögen noch möglich. Die mittelschwere Demenz erfordert bereits ein gewisses Mass an Aufsicht, während Betroffene in der schweren Demenz kontinuierliche Aufsicht benötigen, weil sie die Aktivitäten des täglichen Lebens allein nicht aufrechterhalten können. Die Patienten mit schwerer Demenz hören zwar, wenn man zu ihnen spricht, verstehen das Gesagte aber nicht. Sie sind stuhl- und harninkontinent.