

Nervensysteme

1. Sensorischer Eingang, Integration der Information und motorischer Ausgang sind die drei Hauptaufgaben von Nervensystemen

- 1.1 Die drei Hauptfunktionen des Nervensystems sind sensorischer Eingang an Rezeptorzellen, Integration der Information und motorischer Ausgang an Effektorzellen.
- 1.2 Im Zentralnervensystem (ZNS) wird die Information verarbeitet (integriert). Über die Nerven des peripheren Nervensystems (PNS) gelangen Informationen von den Sinnesorganen in das ZNS und der motorische Ausgang des ZNS an die Muskelzellen.

2. Das Nervensystem besteht aus Neuronen und Gliazellen

- 2.1 Neuronen übertragen die Signale, und Gliazellen isolieren, schützen und unterstützen die Neuronen in verschiedenen Funktionen.
- 2.2 Die Fortsätze der Neuronen, Dendriten und Axone leiten die Information in Richtung zum beziehungsweise weg vom Zellkörper. Axone entspringen dem Axonhügel, verzweigen sich im Zielgebiet und bilden dort Synapsen. Durch Freisetzung von Neurotransmitter in den synaptischen Spalt werden die neuronalen Signale auf die Dendriten oder den Zellkörper der Folgeneuronen oder der Effektorzellen übertragen.
- 2.3 Das ZNS setzt sich aus Gehirn und Rückenmark zusammen. Als PNS bezeichnet man die sensorischen Neuronen, die Informationen aus der externen und der internen Umwelt an das ZNS übertragen sowie die Motoneuronen, die Signale des ZNS an die Effektoren weiterleiten.
- 2.4 Es gibt mehrere Typen funktionell unterschiedlicher Gliazellen: Astrocyten kleiden die Blutkapillaren im Gehirn aus und sind ein wichtiger Faktor der Blut-Hirn-Schranke-, Oligodendrocyten umschließen und isolieren Neuronen mit ihrer Myelinscheide. Im peripheren Nervensystem wird die Myelinhülle durch Schwann-Zellen gebildet.

3. Nervenimpulse (Aktionspotentiale) sind elektrische Signale, die entlang den Membranen der Neuronen fortgeleitet werden

- 3.1 Das Membranpotential der Neuronen entsteht durch die unterschiedliche Verteilung von Ionen, insbesondere Kalium und Natriumionen, auf den beiden Seiten der Plasmamembran. Das Cytoplasma ist negativer geladen als die extrazelluläre Flüssigkeit. Das Membranpotential wird durch die unterschiedlichen Leitfähigkeiten der Membran für die verschiedenen Ionen und durch die Natrium-Kalium-Pumpe aufrechterhalten.
- 3.2 Reize, welche die Leitfähigkeit der Membran ändern, depolarisieren oder hyperpolarisieren die Membran im Vergleich zum Niveau des Ruhepotentials.

- 3.3 Ein Nervenimpuls, auch als Aktionspotential oder Spike bezeichnet, ist eine schnelle kurzfristige Depolarisation der Membran eines Neurons. Eine lokaler depolarisierender Stimulus, der das Potential über das Schwellenpotential bringt, öffnet spannungsgesteuerte Natriumkanäle, und der schnelle Einstrom von Na^+ bringt das Membranpotential auf einen positiven Wert. Durch das zeitverzögerte Öffnen spannungsgesteuerter K^+ -Kanäle und das Schließen der Na^+ -Kanäle kehrt das Membranpotential wieder auf das Ruhepotential zurück. Nach dem Aktionspotential folgt eine Refraktärzeit, während der die spannungsgesteuerten Na^+ -Kanäle inaktiviert sind und somit kein Aktionspotential ausgelöst werden kann.
 - 3.4 Ein Aktionspotential ist ein Alles-oder-Nichts-Ereignis, und die Amplitude der Spannungsänderung ist für ein bestimmtes Neuron stets konstant. Die Stärke des Reize wird durch die Frequenz der Aktionspotentiale codiert.
 - 3.5 Wurde ein Aktionspotential in einem Axon generiert, breitet sich eine Depolarisationswelle entlang des Axons aus und führt zur Entstehung einer Serie von Aktionspotentialen entlang der Membran bis an das Ende des Axons.
 - 3.6 Die Fortleitungsgeschwindigkeit des Aktionspotentials wird durch den Durchmesser des Axons bestimmt. In den myelinisierten Axonen der Wirbeltiere existiert eine saltatorische Fortleitung der Nervenimpulse, da das Aktionspotential von einem Ranvier-Schnürring zum nächsten springt. Dies ist erheblich schneller als die kontinuierliche Fortleitung bei wirbellosen Tieren.
- ## 4. Chemische und elektrische Signalübertragung zwischen Nervenzellen findet an Synapsen statt
- 4.1 Nervenimpulse werden vom Axon des präsynaptischen Neurons über Synapsen auf die Dendriten oder das Soma der postsynaptischen Zelle übertragen.
 - 4.2 In chemischen Synapsen führt die Depolarisation der präsynaptischen Endigung zur Verschmelzung der synaptischen Vesikel mit der präsynaptischen Membran und dem Freisetzen von Transmittermolekülen in den synaptischen Spalt. Der Transmitter bindet an Rezeptormoleküle auf der postsynaptischen Seite, die mit bestimmten Ionenkanälen in Verbindung stehen. Durch Öffnen der Ionenkanäle wird das Membranpotential entweder näher an das Schwellenpotential gebracht (erregendes postsynaptisches Potential, EPSP) oder die Membran wird hyperpolarisiert (hemmendes oder inhibitorisches postsynaptisches Potential, IPSP). Enzyme bauen der Transmitter innerhalb kurzer Zeit ab.
 - 4.3 Die zeitliche und räumliche Summation aller EPSPs und IPSPs am Axonhügel bestimmt, ob das postsynaptische Neuron ein Aktionspotential generiert oder nicht.
 - 4.4 Einer der am weitesten verbreiteten Transmitter bei Invertebraten und Vertebraten ist Acetylcholin. Andere identifizierte Transmitter sind die Monamine (Adrenalin, Noradrenalin, Dopamin und Serotonin), verschiedene Aminosäuren und eine große Zahl Neuropeptide, wie zum Beispiel Endorphine. Einige Neuronen synthetisieren Gase, wie zum Beispiel Stickstoffmonoxid, um Signale an andere Zellen zu übermitteln.

5. Nervensysteme von Wirbeltieren sind durch eine Hierarchie in Struktur und Funktion gekennzeichnet

- 5.1 Das PNS kann funktionell in eine sensorische afferente und eine motorische efferente Untereinheit getrennt werden. Afferente Bahnen senden Informationen von den sensorischen Rezeptoren in das Gehirn, während die efferenten Fasern Signale vom ZNS an die Effektoren übermittelt.
- 5.2 Die motorische Untereinheit gliedert sich in das somatische Nervensystem, das die Skelettmuskulatur steuert, und das vegetative oder autonome Nervensystem, das die Steuerung der glatten Muskulatur und der Herzmuskulatur gewährleistet.
- 5.3 Das autonome Nervensystem besteht aus dem Parasympathicus und dem Sympathicus. Die beiden Bereiche sind anatomisch, funktionell und chemisch unterschiedlich und haben in der Regel antagonistische (gegensätzliche) Effekte auf ihre Zielorgane.
- 5.4 Das ZNS ist die integrierende Verbindungsstelle zwischen der sensorischen und der motorischen Untereinheit des peripheren Nervensystems.
- 5.5 Das Rückenmark ist für viele Reflexe verantwortlich, die sensorischen Input mit motorischem Output integrieren. Im Rückenmark verlaufen Bahnen, die Informationen in das Gehirn und aus dem Gehirn in die Peripherie senden.
- 5.6 Alle Wirbeltiergehirne entwickeln sich aus drei blasenartigen Ausstülpungen des Neuralrohres: Vorderhirn, Mittelhirn und Rautenhirn.
- 5.7 Die Zunahme der relativen Größe des Gehirns, Segmentierung der Funktion und Erhöhung der Komplexität des Vorderhirns, insbesondere des Cortex (Grosshirnrinde), sind die entscheidenden evolutionären Veränderungen des Wirbeltiergehirns.

6. Das Gehirn des Menschen zu verstehen ist die wohl größte Herausforderung an die neurobiologische Forschung

- 6.1 Rautenhirn und Mittelhirn werden als Hirnstamm zusammengefaßt.
- 6.2 Medulla oblongata und Pons des Rautenhirns sind an der Steuerung der Homöostase (inneres Gleichgewicht) und der Weiterleitung von sensorischen und motorischen Signalen aus dem Rückenmark in höhere Hirnzentren beteiligt.
- 6.3 Das Cerebellum (Kleinhirn) koordiniert Bewegungen und Körpergleichgewicht.
- 6.4 Das Mittelhirn erhält und verarbeitet sensorische Informationen und projiziert diese in das Vorderhirn.
- 6.5 Im Vorderhirn mit den wichtigen integrativen Zentren des Thalamus und Hypothalamus sowie dem Großhirn finden die kompliziertesten neuronalen Verarbeitungen statt.
- 6.6 Der Thalamus ist eine Schaltstation, durch die sensorischer Input in den Cortex, die äußere graue Schicht des Großhirns, gesendet wird. Die Funktionen des Hypothalamus sind Hormonproduktion, Regulierung von Körpertemperatur, Hunger,

Durst und Sexualtrieb, sowie Steuerung des "Kampf-oder-Flucht-Verhaltens" und des Biorhythmus.

- 6.7 Im Cortex finden sich separate somatosensorische und motorische Areale, die Informationen direkt verarbeiten, sowie Assoziationsfelder, die Informationen aus mehreren Modalitäten integrieren. Durch moderne bildgebende Verfahren können Wissenschaftler spezifische Integrationszentren im arbeitenden Gehirn darstellen.
- 6.8 Schlaf und Wachheit (innere Erregungszustände) werden durch mehrere Gebiete des Großhirns und Hirnstamms gesteuert, wobei der Formatio reticularis, die den sensorischen Input in den Cortex filtert, wohl die wichtigste Funktion zukommt.
- 6.9 Die beiden Hemisphären des Großhirns haben unterschiedliche Funktionen. Sprache und analytische Fähigkeiten sind meist in der linken Hemisphäre lokalisiert, wogegen räumliche Wahrnehmung und künstlerische Fähigkeiten hauptsächlich von der rechten Hemisphäre gesteuert werden. Das Faserbündel des Corpus callosum (Balken) verbindet die beiden Hemisphären und ermöglicht dem Gehirn, trotz der Lateralsierung der Funktion als Einheit zu operieren.
- 6.10 Emotionen entstehen wahrscheinlich aus der Interaktion der einzelnen Neuronen des limbischen Systems des Diencephalons und im inneren des Großhirns. Das limbische System steht mit dem präfrontalen Cortex in Verbindung, einem der höheren integrierenden Zentren des Vorderhirns.
- 6.11 Das Gedächtnis liegt in zwei Stadien vor: Kurzzeit- und Langzeitgedächtnis. Der Mechanismus, welcher dem Erlernen von Fakten zugrundeliegt, unterscheidet sich von demjenigen, auf dem das Lernen von Fähigkeiten beruht. Hippocampus und Amygdala, zwei Untereinheiten des limbischen Systems, sind in die Mechanismen eingebunden, die dem Faktengedächtnis zugrunde liegen.