

Sportmedizin 1 WS 08/09

Lektion 1 Nervensystem (NS)

Das NS ist die zentral initiiierende, reagierende und koordinierende Instanz unseres Körpers, die uns mit Blick auf den Sport dessen vielfältige motorische Aktionen ermöglicht. Also die Ganzheit einer Aktion unter Einsatz der Muskeln und Nutzung der inneren Organe, etwa zur passenden Energiebereitstellung

(an dieser Stelle in Lektion 1 nur eine einfache Beschreibung des NSs im Sinne einer Grundlage, um die funktionellen Zusammenhänge der folgenden Lektionen besser zu verstehen. Ausführlicher wird das NS zu Beginn der Sportmedizin 2 im kommenden Semester besprochen- quasi abschließend).

Grundelement des Nervensystems ist die Nervenzelle – das Neuron. Es gibt davon rund 100 Milliarden, allein in der Hirnrinde 10 Milliarden. Das Neuron hat 2 Typen von Ausläufern (Nervenfasern), den gewissermaßen zentralen Neuriten (zum Beispiel mit sensorischen oder motorischen Funktionen) und das umgebende „Gestrüpp der Dendriten“. Ausdruck der Leistungsfähigkeit des NSs ist das Ausmass der Vernetzung (alles mit allem verbunden)! Lernvorgänge des NSs sind an dieser Fibrillenstruktur abzulesen (also Trainingswirkungen in der Dichte des Fibrillennetzes, weniger in der begrenzten Neuronenneubildung (Probleme des programmierten Zelltods und der Stammzellen).

Rein beschreibend lässt sich das NS gliedern in „Zentrales Nervensystem“ (ZNS), bestehend aus Gehirn und Rückenmark (etwa das basale Loch im Schädelknochen als Grenze beider) und das Periphere NS, bestehend aus den das ZNS verlassenden oder erreichenden Nerven aus der Körperversorgung, die meist gemischt, z. T. aber auch rein sensorisch oder rein motorisch sind.

(Diese Gliederung darf nicht funktionell gesehen werden, man kann das Telefon auch nicht trennen in den Apparat und die zugehörigen Leitungen)

Das Gehirn besteht aus dem beim Anblick alles überdeckenden Endhirn mit den klar erkennbaren und getrennten Hemisphären und dem darunter liegendem Hirnstamm, der nur bei der Betrachtung von unten gut abzugrenzen ist. (Etwa 2 Finger breit und lang und zusammen mit dem Zwischenhirn in vieler Hinsicht eine Art „Maschinenzentrale“ darstellt)

Der Hirnstamm ist Durchgangsstation und Ausgangs- wie Endpunkt von Nervenbahnen und Hirnnerven, aber er hat auch wichtige Zentralen (von unten nach oben aus verlängertem Rückenmark –Medulla oblongata- (z. B.

Atemzentrum) der Brücke mit anhängendem Kleinhirn -z. B. koordinative Aufgaben- dem Mittelhirn – Mesencephalon und darüber dem Zwischenhirn (s. o). – mit Aufgaben wie osmotischer Regulation, Triebvorgängen.

Auf den Hirnhälften sind Frontal- Parietal- Temporal und Occipitalhirn gut sichtbar auszumachen, jeweils mit unterschiedlichen Aufgaben – funktionellen Schwerpunkten.

Bei der Struktur des ZNS wird weiße und graue Substanz deutlich unterschieden, wobei die präzisen Farbangaben nicht sehr korrekt sind. Aber: Die weiße Substanz ist durch massive Dominanz der Leitungen (Faserverbindungen, Bahnen!) ausgewiesen, die graue durch die der Neuronen. Graue Substanzen - z. B. die Rinde (Cortex) - sind die als funktionale Zentren bekannten Kerne oder Nuclei. (Sie haben festgelegte Lokalitäten wie auch Formen und sind namentlich bekannt und haben spezielle Aufgaben (z. B: nucleus niger für Stützmotorik)

Das Rückenmark folgt dem gleichen Prinzip, nur liegt hier die graue Substanz als Säule in der Mitte (im Querschnitt die bekannte Schmetterlingsfigur), die weiße Substanz umgibt diese zentrale Säule in Gestalt von auf- und absteigenden Bahnen (nämlich auch vom und zum Gehirn).

Nun zur Motorik:

Aus sportlicher Sicht interessiert natürlich besonders der Muskel. Seine Fasern werden durch von zentral kommende Kommandos (Reiz und Erregung) aktiviert - zum Halten oder zum Bewegen. Die Pyramidenbahn gilt seit langem als eine entscheidende „Kommando“-Strecke.

Die im Vorderhorn des Rückenmarks von oben nach unten aufgereihten „motorischen Vorderhornzellen“ liefern dieses Kommando – gehen sie bei der Kinderlähmung kaputt, ist die zugehörige Muskelfaser dem Untergang geweiht. Jede Vorderhornzelle versorgt nicht eine, sondern eine unterschiedliche Zahl von Muskelfasern- es gibt kleine und große „motorische Einheiten. Mit der Zahl der eingesetzten Einheiten wird Kraft dosiert (Rekrutierung).

Aus den Vorderhornzellen kommen „motorische Wurzeln“, die den Schmetterling nach vorn verlassen und durch das Zwischenwirbelloch den Wirbelkanal verlassen. Aus dem Körper kommen sensorische Nerven, sie treten durch das Zwischenwirbelloch als hintere oder sensorische Wurzeln in den Wirbelkanal ein und erreichen den Schmetterling von hinten her.

Außerhalb des Rückenmarks treten die beiden Wurzeln zu einem gemischten Nerv zusammen und erreichen in der Körperperipherie – sich

dort wieder trennend - die Muskelfasern oder kommen von den dort stationierten Sensoren (Schmerz, Druck, Temperatur und den Messstationen im Muskel, siehe Abbildung 1.1)

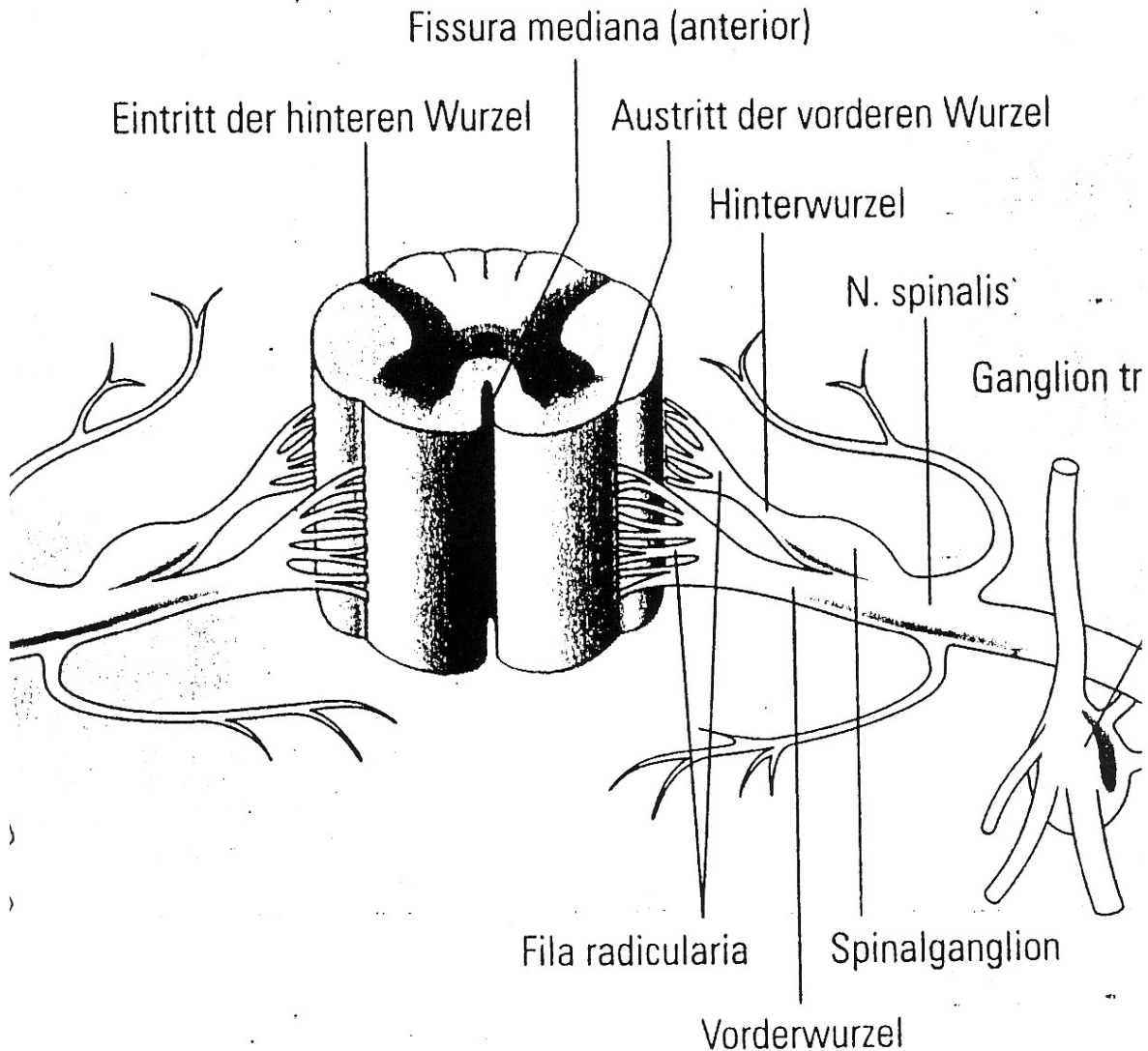


Abb. 1.1

Eine wichtige Funktion dieser Struktur sind die Reflexe, die z. B. bei den Muskeln deren jeweilige Länge sichern und damit den Organismus statisch stabilisieren.

(Auch aus dem Hirnstamm kommen motorische Nerven, auch ihn erreichen sensorische Informationen, und zwar vor allem aus dem Kopfbereich, zum Beispiel neben Hören, Sehen, Riechen, Schmecken und Gleichgewicht u. a. die Bewegungen der Zunge, des Schlundes, der Mimik, des Auges, das Gefühl im Gesichtsbereich - also die 12 berühmten Hirnnerven).

Schließlich ergibt sich aus den genannten Aufbau der im Rückenmark (und Hirnstamm) mit Austritt der motorischen Aufträge vorn und dem Eintritt der sensorischen Informationen von oben nach unten im Gefolge der Zwischenwirbellöcher der segmentale Aufbau der Gesamt - Motorik und -Sensibilität.
(s. Abb. 1.2 und 1.3)

Alle motorischen Aktivitäten der Skelettmuskulatur betreffen unsere Position im Raum – bewegen, still halten. Wir sprechen in diesem Zusammenhang vom „somatischen Nervensystem“ (in einem Bilde von einer Art Außenministerium). Die Arbeitsweise spielt sich in einem Dreieck ab.

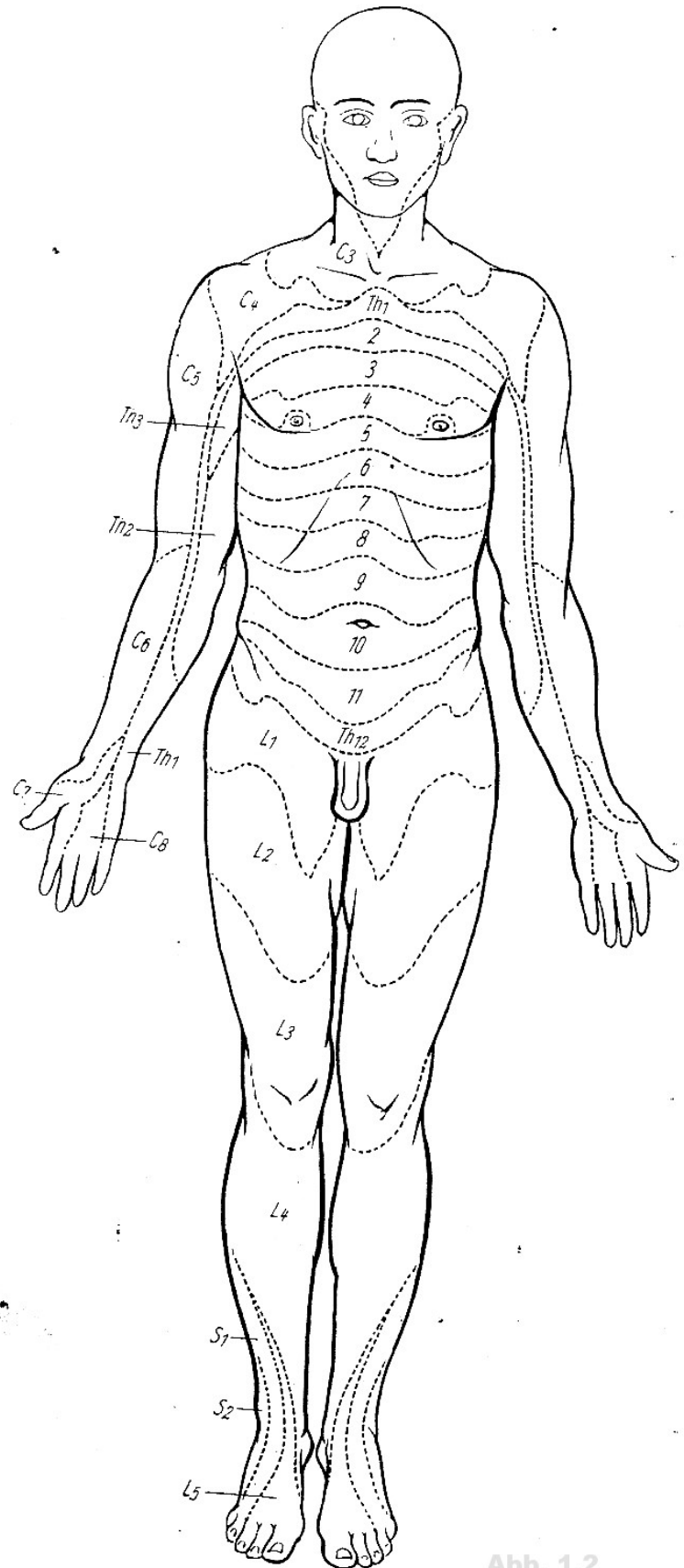


Abb. 1.2

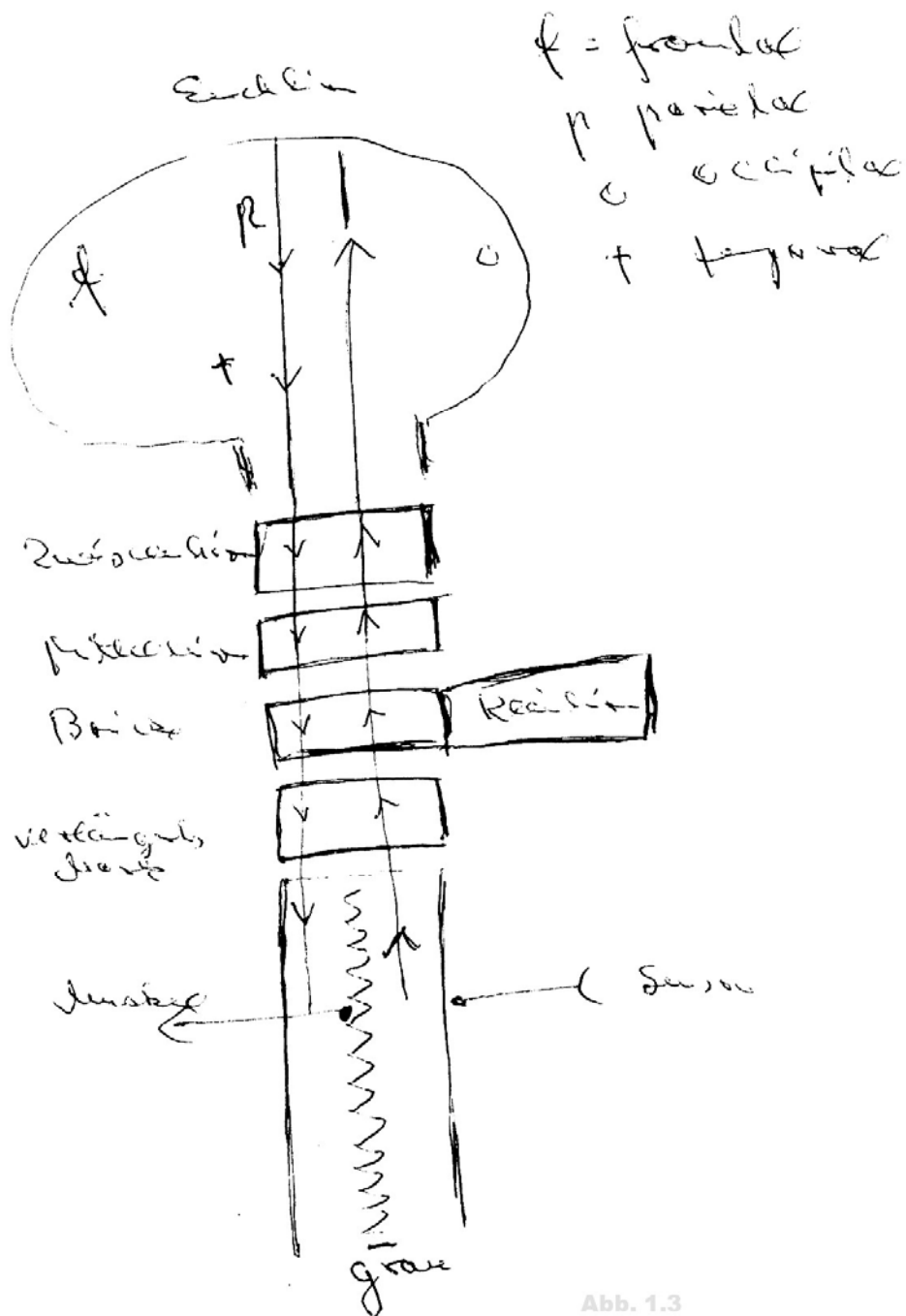


Abb. 1.3

Die Zentrale (ZNS) wird reichlichst von allen Sensoren informiert (Sensorik), verarbeitet die Informationen und gibt nun Handlungsanweisungen an die Muskulatur.

Das zeigt uns, dass ein Grundprinzip des NS seine Sensomotorik ist (s. dazu schon hier die Abb 1.4 , nach der keine (kaum) Zentralfunktion denkbar ist, ohne dass die beteiligten Zentren sensorisch bedient werden!

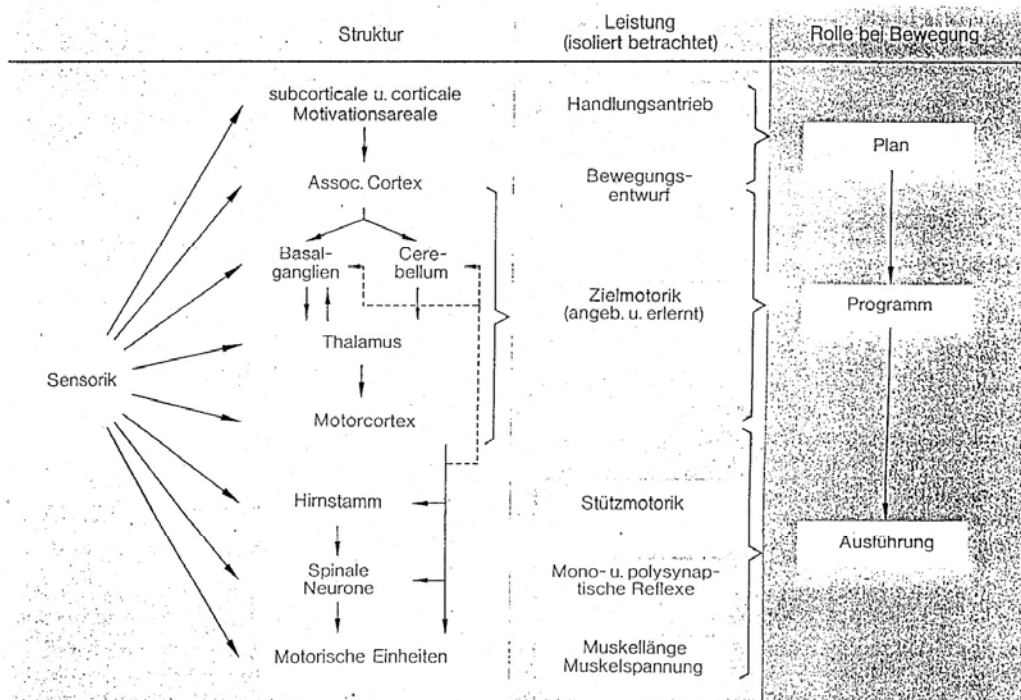


Abb. 1. Motorisches System im Überblick. Die wichtigsten Strukturen und ihre Hauptverbindungen sind in der linken Säule angeordnet. Der Einfachheit halber wurden alle sensorischen Zuflüsse ganz links zusammengefasst. Die mittlere Säule betont

der einzelnen Abschnitte des motorischen Systems, die rechte gibt die Rolle bei der Initiierung und Durchführung einer Bewegung wieder. Auf die parallele Position der Basalganglien und des Kleinhirns und die Einordnung des Motorcortex am Über-

Abb. 1.4

Neben dem somatischen Nervensystem verfügen wir über ein „vegetatives Nervensystem“, dass im gleichen Dreiecksverhältnis agiert, sensible und motorische Nerven hat- Sympathicus für Aktivierung und Parasympathicus für Beruhigung – z. B. bei Aktivierung entsprechend Hormone zum Einsatz bringt, nämlich Adrenalin und Noradrenalin, ebenfalls periphere Gliederung aufweist und z. B. im Rückenmark und dann im Zwischenhirn mit dem Hypothalamus eine zentrale Instanz hat. (s. Abb. 1.5)

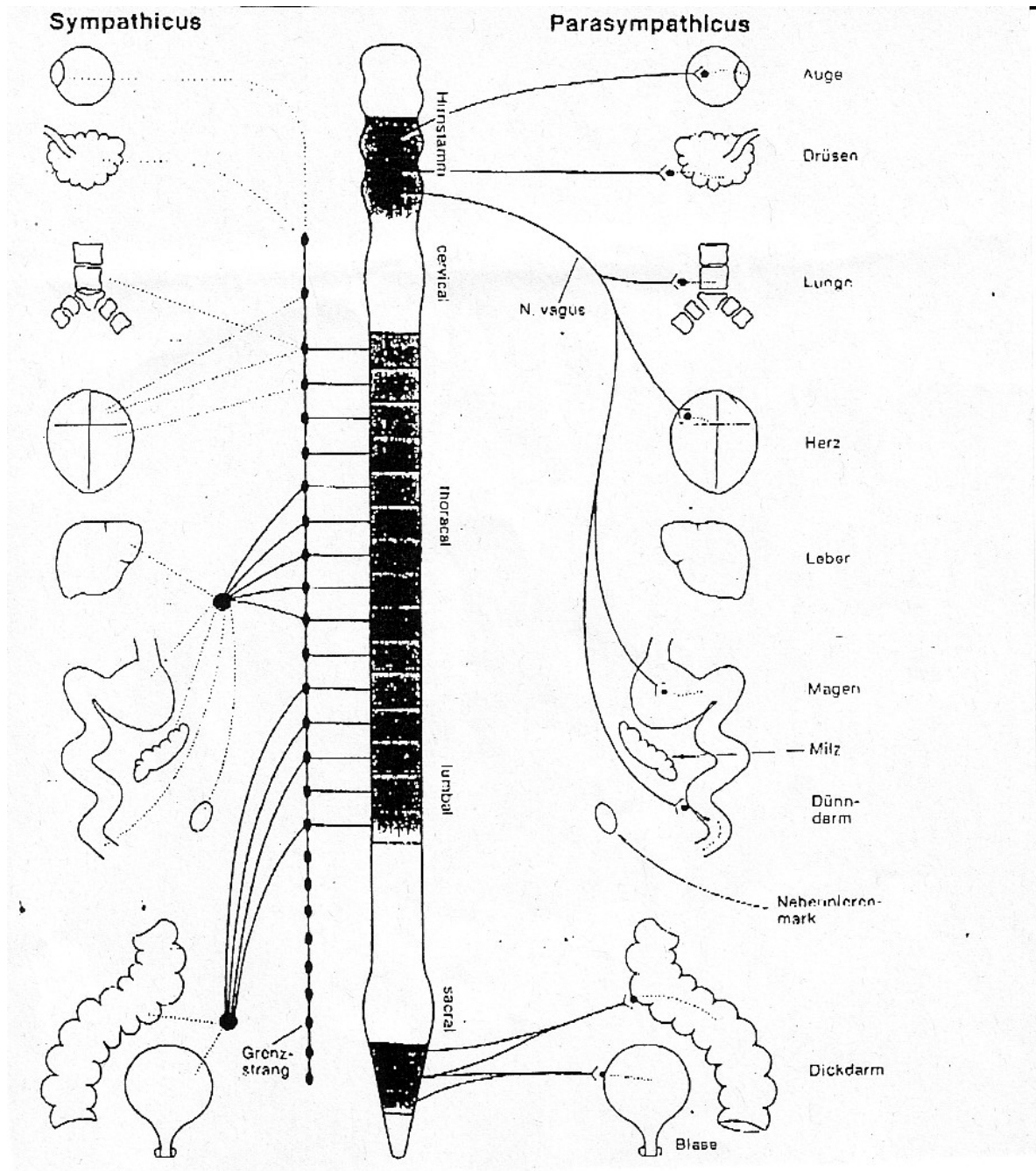


Abb. 1.5

Das vegetative NS hat für uns u. a. die Aufgabe, unsere motorischen Aktivitäten im somatischen System – mit der quergestreiften Muskulatur – nun mit der jeweils erforderlichen Energie zu versorgen – unter Einsatz der glatten Muskulatur der inneren Organe (und von Drüsen, etwa beim Schwitzen).

Schliesslich ein Ausblick auf die im kommenden Semester zu vertiefenden Sachverhalte:

- Die Mitinnervation, nach der ein Auftrag aus der somatischen Zentrale, etwa einen Dauerlauf zu beginnen, zugleich vegetativen Institutionen mitgeteilt wird, so dass schon für das somatische Handeln bei den vegetativen Funktionen der Energiebereitstellung Vorbereitungen getroffen werden. Es wird Leistungsbereitschaft hergestellt.

- Es wird das Zusammenspiel der beiden vegetativen Nerven -- (Sympathicus/Parasympathicus) besprochen, das Prinzip „sowohl als auch“ statt „entweder oder“

- Es wird das Homöostase- Problem der Biologie auf unsere Verhältnisse anzuwenden sein. Es soll z. B. bei der Ruhe eine Versorgung/Entsorgung geschaltet sein, wie sie für die Aufgabe in Ordnung ist. Zum Beispiel Steady state. Jede Änderung der Aktivität bringt Veränderungen – Störungen des Ruhebetriebs - an vielen Fronten mit sich, die mittels Sensorik gemessen werden und Reaktionen hervorrufen. Denn die Meldungen können z. T. wie Notsignale verstanden werden. (Gelenke, die bisher Ruhe hatten, werden belastet und vermelden Druck, die Sehnen Zug, die Muskeln Spannung. Im chemischen Gefüge werden nachlassende ATP-Vorräte registriert, der PH-Wert sinkt, Laktate nehmen zu, ebenso CO₂-Werte, im zellulären Bereich werden Na-K-Verschiebungen registriert, O₂ nimmt ab.)

Die vegetativen Zentralen (etwa der Hypothalamus als oberste und andere im Hirnstamm) schalten auf bessere Versorgung um: Parasympathicus weniger, Sympathicus mehr. Adrenalin/Noradrenalin sind gefragt. Mehr Blut aus dem Herzen, bessere Blutverteilung, höherer Blutdruck u. a. mehr. Die nun eingeleiteten Maßnahmen regeln recht präzise den veränderten Bedarf. Am Ende neue Homöostase, nun auf dem Dauerlauf-Niveau. (steady state!). Wird die Bewegung aus dem somatischen System gemindert, läuft alles über mehr Parasympathicus zurück.

-Sympathicus/Parasympathicus und Wohlbefinden/Gesundheit. Traingseffekte auf beide!

-Es ist der motorische Programmprozess im somatischen Bereich zu verdeutlichen. Die neue Rolle der motorischen vorderen Zentralwindung, vorgefertigte Bewegungsprogramme, Aufbau der konkreten Motorik im Zusammenwirken corticaler und subcorticaler Bezirke unter Nutzung der Sensomotorik. Stammganglien/Kleinhirnfunktionen, die Stützmotorik, Reflexe incl. Pawlow.

Schliesslich

- die Hirnforschung mit ihren Methoden bis zur modernen Bildgebung,

- die modernsten Positionen der Hirnforschung unter Infragestellung des freien Willens versus physikochemischer Funktionen.

Auf diese hier dargelegten Grundlagen und die dazu gestellten Abbildungen wird im kommenden Semester zurückgegriffen. Dort gibt es dann auch neue ausgearbeitete schriftliche Unterlagen. Die Abbildungen (auch in den folgenden Lektionen stammen in der Regel aus den uns vertrauten Büchern von Marees, Rost und Dickhut (dessen neues Buch besonders für Ärzte). Alles in der Bibliothek vorhanden!