

## Sportmedizin 2 SS 09

### Lektion 3 ZNS, hier Allgemeines (und Rückenmarksfunktionen)

(Unter NS gibt es 3 Lektionen - Allgemeines, Somatisches System, Vegetatives System)  
Aufbauend auf Sportmedizin 1 WS, dort Lektion 1 mit Grundlagen.

Zur Erinnerung: Neurone, Faser-/ Fibrillenstruktur .- Gliederung in peripheres und zentrales NS - Endhirngliederung frontal usw. – Rückenmark und motorische und sensible Wurzeln, Segmente und motorische Einheiten, Kerne/Nuclei/Zentren, auf- und absteigende Bahnen – Sensomotorik. (s. dort auch Graphiken zum somatischen, zum vegetativen System, zum Rückenmarksquerschnitt und –Längsschnitt, - zum Segment)

**Entwicklung:** Mit der Aufrichtung unserer Urahnen (Savanne?) wurden die Hände frei, deren zentrale Repräsentation in der vordern (motorischen) und hinteren (sensiblen) Zentralwindung hat sich gewaltig ausgedehnt und die der Körpermitte und unteren Extremitäten deutlich in den Schatten gestellt. (Wir empfinden Schmerz an den Händen mehr, sind mit ihnen geschickter!)

Die segmentale Gliederung ist ein biologisches Grundprinzip, also auch bei den Tieren – hier den Reptilien (s. u.) vorhanden.

Aber es gäbe bei Mensch und Tier keine koordinierte ganzheitliche Bewegung –z. B das Rennen - wenn jedes Segment unabhängig vom Ganzen für sich agieren würde. Also bedarf es einer „Obrigkeit“, die über alle Segmentereignisse – die sensorische (sensible Information über alles im Körper – durch aufsteigende sensorische/sensible Bahnen informiert ist, um daraus eine fällige Antwort auf motorischen (Muskeln) Bahnen absteigend zu erbringen. (Und auf dem Wege der Reafferenz werden alle nun eintretenden Veränderungen wieder aufsteigend an die Zentrale gegeben – zur Nachkontrolle und evtl. Korrektur).

Das große Gehirn, das uns dazu zur Verfügung steht, gibt es in der aufsteigenden Tierreihe noch nicht überall. Etwas vergrößert geht man gern davon aus, dass Reptilien noch nicht viel Endhirn (Telencephalon) haben, sie haben wie wir aber einen funktionsfähigen Hirnstamm (und nur in Anfängen Endhirn) Da sie aber auch zu sehr komplexer Motorik (Laufen, Klettern, Angriff und Flucht) imstande sind, geht man davon aus, dass es dafür die gesuchte „Obrigkeit“ im Hirnstamm gibt. Erst mit der Weiterentwicklung zum heutigen Endhirn des Menschen wurden diese Aufgaben nach oben delegiert, im Hirnstamm aufgegeben. Leider sind uns im Hirnstamm keine solchen Leistungen mehr verfügbar, auch nicht revitalisierbar, wenn sie oben aus Schadensgründen wegfallen.

Die Arbeitsteilung im Gehirn ist eine sehr ausgeprägte und vollzog sich im Gefolge der oben genannten Aufrichtung zu Stand und Gang.

Da ist die Lateralisation: Links- oder Rechts –händigkeit, -beinigkeit, Wendigkeit, Augigkeit und vieles mehr mit kontralateraler Organisation im Gehirn. Ausfall der maßgeblichen Hirnseite bedeutet ein Umlernen mit mehr oder weniger großem Erfolg. Junge Hirne sind noch plastisch genug, sich umzuorganisieren, alte Hirne haben Schwierigkeiten. Leichter haben es diejenigen, die als Kind von ihrer Linkshändigkeit umdressiert wurden, wenn sie nun die neue Linksdominanz des Hirns durch Hirnschaden verlieren und wieder zu ihrer ursprünglichen Rechtsdominanz zurück müssen/dürfen.. Viele Rechts- oder Linkshänder springen z. B mit dem Bein der anderen Seite (gekreuzte Seitigkeit).

Es sei erinnert, dass sich im Zuge der Entwicklung und Aufgabenteilung lokalisatorische Unterschiede zwischen semantischem und episodischem Gedächtnis, zwischen abstrakten/symbolischen Sachverhalten, Raumvorstellungen, zwischen Vokabeln und Grammatik ergaben – und vieles davon mit ausgeprägter Seitigkeit.

### **Zur Erforschung der Funktionen im NS:**

Erkenntnisse durch definierte Hirnschäden und zugehörige Krankheitsbilder (Schlaganfall, Unfall)

Elektrische Hirnreizungserfahrungen (Pyramidenbahn und Bewegungen).

EEG-Befunde (Lokalisation und zugehörige Störung)

Untersuchung von Änderungen der Hirndurchblutung

Stoffwechseluntersuchung mit markierten Molekülen

Und jetzt die „Hochzeit“ der bildgebenden Verfahren. Zum Beispiel Positronen-Emissionstomographie (PET) oder Magnetresonanztomographie (MRT), Damit werden stoffwechselaktive Hirnzonen farblich erkennbar. Dazu stellt man Aufgaben (funktionelle MRT) und sieht, wo genau sie sich im Gehirn abspielen.

Schlagzeilen dazu lauten: Dem Gehirn beim Denken zugeschaut, Trauer sichtbar, Wut im Bilde.

**Jetzt entsteht also eine neue Landkarte für das Gehirn – wo liegt was? Aber bei den hochintensiven Experimenten auf diesem Felde wird davor gewarnt, Korrelation mit Ursache zu verwechseln!**

„Landkarten“ vom Gehirn gibt es schon aus der Antike. Allerdings nahmen auch namhafte Philosophen dieser Zeit an, dass unser Herz, und nicht das Gehirn Sitz des Seelischen sei (mein Herz in Heidelberg verloren, nimm Dir ein Herz, Du liegst mir am Herzen, herzlos, herzlich usw.). Sehr bekannt aus den 30er Jahren des vorigen Jahrhunderts Kleists (Frankfurt) Hirnkarte, aber sehr mutig!

Da zunehmend auch seelische Vorgänge durch Stoffwechselprozesse sichtbar gemacht werden, sind heftige Diskussionen (Hirnforscher, Philosophen) im Gange, ob es überhaupt eine freie Willensentscheidung gibt, oder ob nicht auch diese „nur“ Produkt von solchen Stoffwechselvorgängen sind (Chemischer Ausgangspunkt unser angeblich freien und willentlichen Entscheidung). Kann es sein, dass ein nichtfassbares Etwas Kniebeugen veranlasst? Es sind Messungen im Gange, die versuchen z. B. in der Bildgebung zu zeigen, dass erst der Arm gehoben wird, und erst danach das Bild des zugehörigen „Willens“ erscheint.

## Das Rückenmark und die Reflexe

**Ausgangspunkt:** Motorische Nervenfasern –alpha-Fasern- kommen von motorischen Vorderhornzellen und führen mit ihren Reizen über Erregung zur Kontraktion in der motorischen Einheit. (Im Schmetterlingsquerschnitt des Rückenmarks symmetrisch für beide Seiten). Sie kommen aus dem Vorderhorn als motorische Wurzeln heraus. Ins Hinterhorn laufen die sensorischen /sensiblen Fasern aus dem Körpersegment als hintere sensible/sensorische Wurzel zusammengefasst und verlassen unter Durchtritt durch das Zwischenwirbelloch den Rückenmarkskanal. Wir begegnen ihnen dann draußen als Mischnerven (gemeinsame Kabel bei sauber gegeneinander isolierten Inhalten) - sensibel oder motorisch!

Im Längsschnitt des Rückenmarks sieht man die segmentale Gliederung des Ganzen. Man denke sich das Rückenmark von oben nach unten in lauter flache Scheiben gegliedert, die wir Rückenmarkssegmente nennen wollen. Und den von ihnen kommenden (motorischen) und zu ihnen ziehenden (sensorischen Nervenfasern/Nerven ist je eine Scheibe des Körpers zur motorischen und sensorischen Versorgung zugeteilt, nämlich die auch in unserem Segmentbild erkennbaren Körperscheiben – eben Segmente!

Klar ist, dass es der schon genannten „Obrigkeit“ für ganzheitliches Handeln bedarf - unser Rennen, unser Dauerlauf, Handstand- und alles andere!

Folglich ist im Längsschnitt des Rückenmarks in jedem Segment neben der Zelldominanz (grau) im Schmetterling die durchlaufenden (weißen) Bahnen nach oben und unten als breite Ummantelung der Schmetterlingssäule zu erkennen.

Es sei erwähnt, dass sich Analoges im Hirnstamm für die Hirnnerven ergibt.

Diese Rückenmarks-Segmentscheibe ist das motorische und sensible/sensorische Zentrum der zugehörigen Körper-Segmentscheibe. Die Obrigkeit erreicht nur über die Rückenmarksegmente die Peripherie.

## Die Reflexe und Muskelspindeln.

Bei Reflexen handelt es sich um Eigenfunktionen des Rückenmarks, die auch ohne Beteiligung der supraspinalen Zentren ablaufen können. Dieser Reflex kann mit seiner Arbeitsweise das Supraspinale entlasten und dabei Wege sparen. Aber es gibt auch supraspinalen Einfluss auf die Reflexebene.

Man kennt aus der ärztlichen Praxis den Patellarsehnenreflex, Mit einem Hammerschlag wird die Quadrizepssehne unter dem Knie gedehnt/verlängert. Der Quadrizeps – also der Muskel im gleichen Segment des 1. und zweiten Lendenwirbels (L1 und L2) – kontrahiert sich - wird wieder kürzer, erreicht die Ausgangslänge wieder.

Der Sinn des Vorgangs? Dazu übertragen Sie den obigen diagnostischen Vorgang zum Beispiel mal auf einen Schritt:

Man setzt beispielsweise mit dem lk. Bein auf, das bewegte Körpergewicht dehnt die Streckmuskulatur im Bein, z. B. Quadrizeps. Man droht einzuknicken, aber der durch die Dehnung ausgelöste Reflex kontrahiert den gedehnten Muskel wieder zur Ausgangslänge, Sie bleiben aufrecht stehen. Es bleibt mir erspart, bei jedem Schritt konzentriert gegenzusteuern. Die statische Rolle dieser Reflexe. Wenn Sie aber beim

Sprung in die Grube mit hoher Gewalt „niederkommen“, muss das Durchsacken mit zusätzlicher/willentlicher Muskelkraft vermieden werden!

**Allgemeiner Hinweis:** In der Nomenklatur gibt es ein Durcheinander. Die ältere Literatur spricht noch von Rezeptor und sensiblen Nerven(fasern), die neuere von Sensoren und sensorischen Leitungen. Hier bei uns wird oft beides eingesetzt! Rezeptoren finden sich nach neuerer Regelung an den Synapsen, wo (chemische) Transmitter wirken, z. B. Acetylcholin an der motorischen Endplatte, Noradrenalin am Ende der sympathischen Nervenfasern.

### **Muskelspindeln und Reflexe** (s. auch die Graphik am Ende der Lektion)

Die speziellen Instrumente für diese Muskelreflexe sind die Muskelspindeln – Stationen im Muskel, die Spannungsänderungen messen und an das Rückenmark weiterleiten. Dabei handelt es sich um spezielle Muskelfasern, eingefügt in die „normalen“ Muskelfaser-Bündel. Diese speziellen Fasern haben in ihrer Mitte einen Messbezirk, während ihren beiden Endstrecken noch kontraktile Abschnitte bis zum Faserende sind. Das Ganze ist in eine Hülle gewickelt, was das spindelartige Aussehen bewirkt.

Aus dem Messbezirk geht eine sensorische/sensible Faser (1a Faser) zum Rückenmark und tritt mit der hinteren Wurzel dort ein. Ohne weitere Zwischenschaltung kann der Reiz von dort nach vorn zur motorischen Vorderhornzelle durchgeleitet werden, was die reflektorische Streckung bewirkt.

Also monosynaptisch, es liegt nichts dazwischen, es bleibt im Rückenmarkssegment und reagiert mit dem zuvor gedehnten Muskel (Eigenreflex), nun mit dessen korrigierender Kontraktion. Statik gewährleistet!

Eine analoge Messfunktion gibt es mit dem Golgi-Apparat in den Sehnen.

Wozu die Muskelstrecke in der Faser, die jene Mess-Station in ihrer Mitte hat? An dieser Stelle kann durch Einfluss von der „Obrigkeit“ (supraproximal, z. B. vom Zentrum der Stützmotorik) die Empfindlichkeit der Spindel erhöht oder gesenkt werden. Dadurch ist der Reflex auch darstellbar, wenn Bewegungen im Gange sind. Der Reflexapparat wird immer wieder in eine Art „Null-Ausgangslage“ zurückgeführt und kann neu gesetzt werden. Diese regulierende Funktion der Spindelmuskulatur wird vom Rückenmark, nicht von den alpha-Fasern der Vorderhornzelle, sondern durch gamma-Fasern bewirkt.

Die Dichte der Spindeln in 1 g Muskulatur ist unterschiedlich. Grobmotorische Muskeln haben wenige, feinmotorische Muskeln (Finger) haben über 100 davon.

**Wichtig sind auch die Beugereflexe.** (Von der Katze kennt sie jeder). Druck und Schmerzrezeptoren in den Gliedmaßen bewirken (z. B. beim Anfassen heißer Gegenstände oder Sturz auf die Extremität) ein spontanes Beugen des Armes oder Beins. Man zieht zurück, man federt ab! Das bleibt als ein Ablauf nicht in einem Segment - monosynaptisch, viele sind beteiligt – also **Fremdreflex und polysynaptisch** . Interessant dabei und Beleg für die umfangreiche Verschaltung dessen ist die dabei zu beobachtende reflektorische Streckposition auf der anderen Körperseite. (Man muss links stabilisieren, wenn man recht wegzieht und einbricht!) . Flexor- und Extensorreflexe!

**Pawlovs Reflexe** sind in diesem Sinne keine Reflexe. Der Hund hat gelernt, den Geruchsreiz der Speise mit dem Reiz eines Glockentons zu verbinden – nervlich eine neue Bahnung vorzunehmen - für den Laien quasi Kurzschlüsse herzustellen. Bei Glockenton kann dann auch Speichel fließen.

Diese Pawlow-Reflexe sind nicht angeboren, müssen geübt und gelernt werden, können wieder verlernt werden und sind auch nicht immer hundertprozentig auslösbar, sondern nur **bedingt**. Zum Beispiel bei Ablenkung kaum. (Die echten sind unbedingt und funktionieren bei Ablenkung sogar besser). Der **unbedingte** Reflex ist auch nicht unterdrückbar. So kann der Unterschenkelausschlag beim Patellarsehnenreflex zwar fehlen, wenn man bewusst dagegen hält. Aber dann hat sich die Kontraktion nur in eine isometrische umgewandelt!

**Diagnostik:** Wenn der Patellarsehnenreflex fehlt oder abgeschwächt ist, dann kann der Verdacht gegeben sein, dass z. B. am Zwischenwirbelloch bei L1/L2 auch eine Ia- oder eine gamma-Faser durch Bandscheibenschaden abgeklemmt wird. Oft genug ist dabei die ganze sensorische und/oder motorische Nervenverbindung zur Peripherie getroffen. (Lähmung, Schmerz und/oder fehlendes Gefühl ) Der Reflex als Wegweiser - zum Beispiel Achillessehnenreflex weist auf L5/S1



