

Sportmedizin 2 SS 09

Lektion 5 Vegetatives NS – Hormone

Allgemeines (s. auch Lektion 1 WS 08/).

Das somatische NS ist u. a. ist für unser motorisches Verhalten zuständig, also die (sportliche) Bewegung – quergestreifte Muskulatur als Ausführungsorgan.

Das vegetative NS sorgt in diesem Zusammenhang für die Bereitstellung der jeweils erforderlichen Energie. (Wir können immer sofort mit Bewegungen anfangen, weil die Phosphatgehalte in der Muskulatur zunächst einmal gegen 10 Sekunden reichen. Dann aber müssen die „Lichtmaschinen“ anspringen - mit Hilfe vegetativer Funktionen also aerobe und anaeroblaktacider Energiegewinnung.

Dies geschieht durch gleichzeitig Erregung der vegetativen Zentren, wenn im somatischen System der Auftrag zur Bewegung (Pyramidenbahn) an die Muskulatur ergeht. „Mitinnervation!

Durch die Aufregung vor Muskeleinsätzen wird auf vegetativem Wege schon vorab „Leistungsbereitschaft“ hergestellt (Stress, Vorstart!)

Die beginnenden Aktivitäten verändert das Milieu im Organismus, entsprechende sensible/sensorische Informationen gelangen in die Zentrale und lösen Prozesse höherer Energiebereitstellung aus („Notsignale über Säuerung, Sauerstoffmangel, CO₂-Überschuss, höhere Spannung in nun aktiven Muskeln, Sehnen, Kapseln und Bändern u. a.) Reaktive Energiebereitstellung! - umgekehrt, wenn es um Beruhigung/Pause) geht.

Das vegetative NS bedient sich (neben der Aktivierung von Drüsen) der glatten Muskulatur der inneren Organe)und der quergestreiften Herzmuskulatur. Parallel dazu und ergänzend/verstärkend kommen Hormon-Ausschüttungen dazu (s. unten).

Für die regulierenden Aufgaben gliedern wir das vegetative NS in den Sympathicus (Leistungsnerv) und den Parasympathicus (Erholungsnerv), die nach dem Prinzip „sowohl als auch“ arbeiten.

Das heißt: Die inneren Organe stehen unter dem Einfluss beider Nerven (s. dazu das Bild über den Aufbau des vegetativen Systems aus Sportmedizin 1, das ich hier erneut einfüge)

Auch das vegetative NS folgt dem Prinzip der Segmentierung, das beim Sympathicus etwas deutlicher ist, Aber auch der Parasympathicus, dessen Vagus für einen großen Block der inneren Organe zuständig ist, realisiert gleichwohl in seinen Verzweigungen jene Segmentierung, -von oben nach unten.

Der Unterschied zum Somatischen ergibt sich daraus, dass die unterstellten Körperscheiben nicht aus allen Rückenmarks-Segmenten versorgt werden. Vielmehr --- so könnte man sagen -- sind die Ursprünge dieser vegetativen Nerven in einigen Bereichen konzentriert zusammengefasst. Der Parasympathicus oben im Stammhirn im Vagus, der Sympathicus im Brustmark und den oberen Lendensegmenten (s. die Graphik)

Eine weitere Besonderheit: Die für die Versorgung des Körpers – hier die glatten Muskeln – zuständigen Zellen kommen nicht wie die Vorderhornzellen des Somatischen aus dem Vorderhorn, sondern aus Zellansammlungen im Taillienbereich zwischen Vorderhorn und Hinterhorn (ein undeutliches Seitenhorn?) und verlassen beim Sympathicus den Rückenmarkskanal mit der vorderen Wurzel nach frontal. Und dann ist auf dem motorischen Wege zum Muskel noch eine zweite Zelle (Ganglion) eingesetzt, so dass es eine präganglionäre und eine postganglionäre Strecke des motorischen Nerven gibt. Diese zweiten Ganglien sitzen bei Sympathicus neben der Wirbelsäule (paravertebral) in der berühmten und vernetzten Strickleiter, und beim Vagus direkt auf den Wandungen der Zielorgane. Dieses komplizierte System ermöglicht bessere Möglichkeiten peripherer Reflexe, z. B. für ausgesprochen lokale Notwendigkeiten der Kreislauf- und thermischen Regulation.

Bisher haben wir nur motorische (oder auf Drüsen angesetzte efferente Nervenfasern) besprochen. Aber die inneren Organe haben auch Sensoren, um Reize aufzunehmen und zur Zentrale zu senden. Wir haben schon kennen gelernt Druckmesser in der Aorta in der Lunge beim Ein- und Ausatmen, sowie die Messung von chemischen Veränderungen im Blut und Gewebe. Viscerale Sensibilität!

Diese sensiblen/sensorischen Nerven gehen wie im somatischen Bereich (dort aufsteigende Bahnen) auch ins Gehirn zur Nutzung bei notwendigen Reaktionen.

Nun fehlt uns für in sich geschlossenen Aktivitäten von den beiden vegetativen Nerven (und dann auch hormonellen Einflüssen), für ganzheitliches Handeln aller Ebenen noch wie im Somatischen die „Obrigkeit“

Die zentrale Repräsentanz (der Boss) des vegetativen NS findet sich in hierarchischer Anordnung zunächst im verlängerten Mark (medulla oblongata- umfassender ausgedrückt im Hirnstamm, den wir ja schon mal als eine Art Maschinenzentrale bezeichnet haben.

Einfache Herz- und Kreislaufzentralen ergeben sich dort im Zusammenhang mit dem sog. „reticulaären System“, das Atemzentrum kennen wir auch schon.

Eine Ort höherer Dienststelle findet sich im dünnen unteren Abschnitt vom Zwischenhirn, nämlich dem Hypothalamus (weil der obere Abschnitt den Thalamus enthält). Ihn kennen wir u. a. schon von Adipositas, nämlich vom Leptin, das auf dem Blutwege aus dem Fettgewebe zum Hypothalamus gelangt und dort je nach Fettbestand Hunger oder Sättigkeit auslöst. Daran erkennen wir, dass hier schon sehr komplexe Vorgänge betrieben werden und durchaus auch psychische Verbindungen stattfinden.

Die komplexe vegetative Versorgung für Dauerläufe, Schwimmen, Arbeitsabläufe und vieles ähnlicher Bewegungsabläufe/Programme – hier mehr Durchblutung, dort weniger, alles angepasst und abgestimmt - damit bekommt man eine Vorstellung von diesem kleinen Organ.

Er bedient sich zur Umsetzung der konsekutiven Aufträge zum einen der beiden vegetativen Nerven, zum anderen der Intervention durch Hormone.

Am Hypothalamus hängt mit einem Stiel verbunden die Hypophyse, eine zwar sehr kleine Drüse an der Schädelbasis, die aber eine ungewöhnlich zentrale Rolle spielt. (schon seit Jahrzehnten spricht man von der hypothalamo-hypophysären Achse, die zudem vor allem die Nebennierenrinde mit einbindet.

Der Hypothalamus – mit allen wichtigen Informationen aus dem Körpers ausgestattet – sendet Hormone erster Ordnung zur Hypophyse, die deren Hormone zweiter Ordnung - vor allem des Vorderlappens, sog. Adeno-hypophyse - auf die Reise schickt oder zurückhält (releasing oder inhibiting)

Von der Adenohypophyse aus werden nun die peripheren und sehr bekannten „endokrinen Drüsen“ durch ganz spezifische Hormone der dritten Ordnung eingesetzt (Hoden und Ovarien, Nieren (Nebennieren, Schilddrüse/Nebenschilddrüse, Bauchspeicheldrüse.

(man sieht eine Art doppelte und dreifache hierarchische Gewährleistung)

Hormone bilden zusammen mit dem vegetativen NS das umfassende Steuerungs- und Regelungssystem der Körperfunktionen – Erhalt der Homöostase, Störungen zu beherrschen! Sie kommen auf dem Blutweg in den ganzen Körper und treffen im Zielgebiet auf Rezeptoren, nur über die sie wie gewünscht zum Zug kommen. Sehr akut wirksame Hormone – etwa Adrenalin- bleiben nur kurz am Ort der Ausschüttung und werden dann sofort wieder eingesammelt, so dass bei gewünschter längerer Einwirkung immer wieder neu davon ausgeschüttet werden muss. Medikamentös verhindert man das sofortige Wiedereinsammeln (Verhindern vom re-up-take). Anders als beim Hormon wirkt der sympathische oder parasympathische Nerv nicht allgemein, sondern nur dort, wo er jeweils hinführt, also gezielt lokal. Es benutzt – wie wir es vom Skelettmuskel mit Acetylcholin kennen, auch Transmitter ein - der Sympathicus Noradrenalin, eine geringe Menge auch Adrenalin, der Parasympathicus auch Acetylcholin.

Nun einige Hormone:

Das Testosteron der Hoden aus einer Schicht der Nebennierenrinde, ein Abkömmling des Cholesterins - Steroidstruktur. Nachahmung in Gestalt synthetischer Anabolica – Doping. Mit diesen Aufbaufunktionen – Anabolismus – ist erkennbar, dass es um mehr geht als um offensichtliche Reifungsfragen Richtung Mannbarkeit.

Die Östrogene, die über die bekannten gynäkologischen Wirkungen hinaus uns etwa bei der Osteoporose als Knochenbau-fördernd begegnen. Wechseljahrsbeschwerden!

Das Schilddrüsenhormon mit seiner den Stoffwechsel anregenden Funktion, Jodproblematik und jodreiche Ernährung!

Das Parathormon der Nebenschilddrüsen (jede Seite 2 davon im Huckepack) mit seiner Aufgabe, den Blutcalciumspiegel konstant zu halten. Bei Senkung ziehen sie Ca aus dem Knochen ab und fördern die Resorption von Ca aus dem Darm, sowie die Vitamin D-Nutzung.

Die Niere mit der Bildung von Renin, das über Angiotensin Blutdruck hebt und den Mineralhaushalt reguliert. Hochdruckbildung! Eine der Maßnahmen, mit der die Niere wegen ihrer ganz fundamentalen Rolle den Blutdruck hebt, wenn er durch zu niedrige Lage die Funktion gefährdet -vergleichbar Epo, mit dem einer Anaemie zum Nachteil der Niere gegengesteuert wird. Und in beiden Fällen partizipiert der ganze Organismus davon!

Schließlich Insulin und Glukagon aus der Bauchspeicheldrüse. Das eine füllt die Glykogenspeicher und Fettspeicher zum Nutzen des Blutspiegel, das Gegenteil über Glukagon (s. Lektion 2 von Sportmedizin 2)

Etwas verweilen wollen wir bei Dopamin, Noradrenalin und Adrenalin, die in dieser Reihenfolge aus der Aminosäure Tyrosin hervorgehen.

Dopamin kennen wir zum einen mit der Wirkung, dass bei seinem Mangel motorische Krankheitsbilder wie das Parkinsonsyndrom entstehen. Zum anderen ist es aber auch ein Wohlbefindens-Hormon, das auch im Belohnungssystem eine Rolle spielt. Mit dem Erlebnis eines Erfolges (auf vielen Ebenen) wird mit Dopamin etwas wie ein Glücksgefühl geschaffen. (Indem man sich dieses Erlebnis immer wieder erzwingt, auch das Glücksgefühl)

wie Dopamin ist auch Serotonin solch ein Antidepressivum, Depressive erhalten u. a. Serotonin-Reuptakehemmer, damit Serotonin erhalten bleibt.

An dieser Stelle geht es auch um (beta)-Endorphine, ebenfalls aus der Hypophyse. Seine schmerzlindernde Wirkung wird auch bei Doping genutzt, ansonsten trägt es zum Wohlfühlen bei. Aber es dämpft die Stresshormone, und ist dieserhalb auch kaum Doping. Die vermeintliche Sucht des Athleten nach dieser Stimmung nach der Belastung. IM Vietnamkrieg erforscht, wo es Menschen im Trommelfeuer irgendwann abgestumpft und heilsam gleichgültig gemacht hat.

Nun also die sog. Stresshormone Adrenalin und Noradrenalin, und zusätzlich aus der Nebennierenrinde das Cortisol

Wenn der Körper belastet wird, braucht er mehr Energie. Gibt also der Sympathicus in dieser Situation (von seiner informierten Obrigkeit animiert) Signale an die inneren Organe – - s. die Lektionen aus Sportmedizin 1 – Leistungsbereitschaft herzustellen – z. B. Blutdruck hoch, Arteriolen eng in den untätigen Bezirken, Energiespeicher abbauen, Glukogen aus Aminosäuren u. a, mehr. Da der zuständige Leistungsnerv vorwiegend Noradrenalin an den gereizten Stellen abgibt, entsteht im Körper bei Aktivität großer Körpergebiete ein beachtliches Noradrenalin-Niveau. Also: Der Leistungsnerv arbeitet vorwiegend mit Noradrenalin.

Bei höherem Leistungsbedarf kommt eine weitere Komponente durch Adrenalin –das reifere chemische Produkt - dazu. Dieses wird von sympathischen Nervenfasern im Nebennierenmark geliefert – und jetzt umgekehrt mit viel geringerer Noradrenalin-Beteiligung. Diese Verschärfung der Leistungsentwicklung bringt zugleich eine Differenzierung dazu, die der vegetative Nerv nicht hinbekommt. Dann das Adrenalin spricht auch die beta-Rezeptoren an und erweitert damit im Gegensatz zur Alpha-Rezeptor bewirkten Verengung der Arteriolen im arbeitenden Muskel eine Gefäßerweiterung und damit bessere Durchblutung. Die Herzkraft erhöhende und Frequenzsteigernde Wirkung sei erwähnt, ebenso die herzschonende Wirkung am Herzen über Blockadede beta2-Rezeptoren.

Und dann kommt noch die Stimulation der Nebennierenrinde (Glucocorticoide) hinzu mit Ausschüttung des Hormons Cortisol. Zum einen antientzündliche Wirkung, etwa bei Rheuma, zum anderen jene Leistung ermöglichenden Wirkungen wie bei Adrenalin und Noradrenalin.

Aus der Hormonreihe sei schließlich noch Epo erwähnt, das wir bei Doping behandeln werden, es sorgt bei Anaemieverdacht/Sauerstoffmangel für mehr roten Blutkörperchen(s. den analogen Mechanismus wie bei Renin).

Und schließlich auch Somatotropin - ein Wachstumshormon, das sich folglich anaboler Einflüsse bedient – also auch beim Doping zu finden und jetzt auch nachweisbar.

Oberhalb des Hypothalamus befindet sich – nun schon als ein auch corticales Organ - das „limbische System“. Es gehört zu Althirn (Paläocephalon), das in der aufsteigenden Tierwelt zum Menschen eine deutliche Vergrößerung erfahren hat. Ihm stehen z. B. Bewegungsprogramme zur Verfügung, die als Instinktbewegungen charakterisiert werden und für die Existenz von größter Bedeutung sind

(Fortpflanzungsverhalten, Nachwuchspflege, Angriff und Verteidigung, Nahrungssuche). Der Mandelkern gilt dabei als eine Instanz, die das festgelegte Instinktverhalten an unterschiedliche Bedingungen anpassen soll. Oben bereits haben wir das Limbische System als ein Organ der psychovegetativen Kommunikation bezeichnet haben. Hier findet auch das konkrete und bewusste Erlebnis ((aus Neocortex) seine Umsetzung).

Die Angst mit Erblassen, mit Pulserhöhung, RR-Anstieg, die schlechte Nachricht mit Kollaps) Der Gyrus hippocampus als der, der Wichtiges aus Erfahrenem/Erlebten ins Gedächtnis verweist oder nicht!

(Im Tierreich auf den niederen Stufen (denken Sie an die Reptilien) war das limbische System noch stark vom Riechhrn bestimmt – äußerst wichtig und groß. Das ist für diese Spezies von fundamentaler Bedeutung, was bei uns nachgelassen hat! Aber sehen Sie auch, dass mit dem Riechen Chance wie Gefahr erkannt werden, bei uns findet sich diese Psycho-Bindung noch im Ausspruch, dass“man ihn nicht riechen kann“.

Man kann zur Kenntnis nehmen, dass vegetative Funktionen auch trainiert werden können. Dafür sprechen Umstellungen hin zu vorherrschendem Parasympathicus - der Puls des Athleten.

Die moderne Welt hat Reizüberflutung und betont Sympathotonus –

Symptome, die dann als nervös, dystonisch, labil etikettiert werden. Speziell Ausdauertraining wird als günstig angesehen. Bei sportlicher Aktivität ist das Vegetativum mehr zum Ausgleichen, Anpassen und Bewältigen gezwungen als das des Stubenhockers, dann schließlich leistungsfähiger. (Er kann wieder schlafen, ist gefasster, Appetit, weniger depressiv, widerstandsfähiger, leistungsfähiger, Stress-stabler u. ä..