

Det autonome (viscerale) nervesystem:

efferente

Ved det autonome nervesystem forstås den del af nervesystemet, der innerverer legemets glatte muskelvæv, hjertemuskulaturen og kirtlerne. Det fungerer stort set selvstændigt uden at være underkastet viljens herredømme eller at komme til individets bevidsthed, modsat det somatiske nervesystem, som i langt højere grad står under bevidsthedens indflydelse og kontrol. } def.

Klassisk betegnes det autonome nervesystem som et efferent (motorisk) system. De viscerale strukturer er imidlertid også forsynet med afferente (sensoriske) nervefibre, som danner refleksbuer med de efferente neuroner.

Et kendetegn ved det autonome nervesystem er, at den efferente bane består af to neuroner, det ene med cellelegemet beliggende i CNS (det præganglionære neuron), det andet med cellelegemet beliggende i et ganglion uden for CNS (det postganglionære neuron). Dette i modsætning til det somatiske, efferente system, der består af ét neuron, hvis cellelegemer er beliggende i CNS, og hvis axon forløber uden synaptisk afbrydelse til den tværstribede skeletmuskulatur¹.

De præganglionære neuroner har deres cellelegemer beliggende i rygmargen eller hjernestammen, og deres axoner er myelinerede. Cellelegemerne af de postganglionære neuroner ligger enten i kompakte grupper benævnt autonome ganglier eller mere spredt i autonome plexus, og deres axoner er umyelinerede og ender i glat muskulatur, hjertemuskulatur eller kirtelvæv. De ganglieceller der er beliggende i plexerne er grundlag for autonome refleksbuer, der ikke inddrager CNS.

De perifere dele af det autonome nervesystem udgøres af visceromotoriske og viscerosensoriske nervefibre, som varetager den direkte organinnervation, mens deres funktion integreres og samordnes af centrale baner og reflekscentre i rygmargen, hjernestamme og hypothalamus².

Det autonome nervesystems vigtigste funktion er at bidrage til opretholdelsen af et stabilt indre miljø i legemet (homeostase) som f.eks. regulering af blodets ilt- og kuldioxidindhold, blodtryk, legemstemperatur, fordøjelse og stofskifte. Dette er af vital betydning for organismens adaptation over for skiftende interne eller eksterne påvirkninger. Dertil kommer vigtige funktioner i forbindelse med individets forplantning, samt styring af vandladning og defækation. Systemet fungerer ikke altid uafhængigt af det somatiske nervesystem, og mange livsytringer er et produkt af et sammenspil mellem de to nervesystemer.

Det autonome nervesystem arbejder med lavere hastighed end det somatiske, idet de autonome nervefibre er tynde med lav ledningshastighed i modsætning til de stærkt myelinerede, somatiske nervefibre, som har stor ledningshastighed. En anden væsentlig forskel er også, at effektorcellerne

¹ Se figur 2-1, side 21 i RTQH.

² Se figur 15.1, side 212 i B.

(glatte muskelceller, hjertemuskelceller og kirtelceller) ikke atroferer, hvis de berøves deres autonome innervation, modsat effektorcellerne i det somatiske system (skeletmuskelfibre), som atroferer og bliver funktionsløse, hvis deres nerveforsyning afbrydes.

Inddeling: Opdeles både af anatomiske og fysiologiske årsager i to hovedafsnit, nemlig det sympatiske og det parasympatiske system. De fleste viscera innerveres fra begge systemer, hvor det ene af systemerne er hæmmende, det andet fremmende, hvorved organfunktionen holdes i en

forskydelig dynamisk ligevægt:

4 ramus communicans alba

31 ramus communicans grisei

sympatisk → mobiliserer kroppens reserver

parasympatisk → forøge legemets reserver, virker mere specifikt! fx. pisser/parrer

Det sympatiske nervesystem³:

De sympatiske, præganglionære tråde ender med mange kollateraler til de postganglionære celler, hvorfor de sympatiske reaktioner har karakter af "massereaktioner", der har til formål at mobilisere organismens ressourcer, således at individet kommer i en tilstand af legemligt og psykisk beredskab (en "fight or flight" reaktion): Blodtilførslen til musklerne øges, hjertets coronaarterier udvides, hjertets udpumpning øges, blodtrykket stiger og bronchierne udvides. Samtidig dilateres pupillen, hudkarrene kontraheres og blodtilførslen til mave-tarm-kanalen nedsættes, tarmperistaltik og sekretion hæmmes, sphincterne i fordøjelseskanalen og urinblæren lukkes og energidepoterne mobiliseres. Men er også mere diffust i sine virkninger end det parasympatiske.

Dette "fight or flight" respons understøttes yderligere af binyrernes frisætning af adrenalin (det akutte stresshormon) formidlet via sympatiske præganglionære visceromotoriske fibres direkte innervation af binyremarven.

direkte frigivelse af adrenalin fra binyremarven

I synapserne mellem de præ og de postganglionære neuroner er neurotransmitteren acetylcholin⁴. En impuls gennem en sympatisk postganglionær nervefibrer frigiver katekolaminer (noradrenalin eller dopamin) fra den perifere endeforgrening. Desuden udskiller de fleste autonome nerveender et antal andre transmittere, navnlig neuropeptider, som sammen med forskelle i modtagecellernes receptorer er grundlaget for de differentierede virkninger i det autonome nervesystem på forskellige målorganer.

Som en undtagelse fra reglen om, at perifere sympatiske endeforgreninger frigiver katekolamin, er de sympatiske sekretionsfremmende nervetråde til svedkirtlerne, som frigør acetylcholin.

Et thorakolumbalt system, idet alle de præganglionære nervefibre stammer fra T1-L2 i rygmarven, hvor de udspringer fra ganglieceller i lateralthornet af den grå substans. De præganglionære

³ Se figur 15.3, side 214 i B.

⁴ I det efferente somatiske nervesystem er de perifere synapser (de motoriske endeplader) alle rent cholinerge.

nervetråde ender og danner synapser med postganglionære neuroner, hvis cellelegemer ligger i ganglier enten i truncus sympaticus eller i prævertebrale plexer omkring de store, uparrede, viscerale grene fra pars abdominalis aortae, derfor er de præganglionære tråde i reglen korte, mens de postganglionære er lange. Undtagelsesvis dannes synapserne helt ude i et organ, nemlig i binyrens marv, der er anlagt som et sympatisk ganglie, hvis nerveceller ikke har udviklet udløbere, men afgiver deres transmittersubstans (adrenalin) til blodet som et hormon.

Ud over viscera omfatter innervationsområdet huden, som forsynes med:

- Sekretoriske fibre til svedkirtlerne. \rightarrow acetylcholin x2
- Motoriske til den glatte muskulatur.
- Vasomotoriske fibre til karrene.

Et andet stort innervationsområde er skeletmuskulaturen, hvor sympaticus spiller en vigtig rolle for fordelingen af blodstrømmen mellem arbejdende og hvilende muskler.

\rightarrow stinkdase! \downarrow prækapillære sphincter

Truncus sympaticus (grænsestrengen)⁵: Strækker sig på hver side som en lang, paravertebral streng fra basis cranii til os coccygis, hvori grænsestrengsganglierne ligger som perler på en snor. Ganglierne anlægges segmentært, ét for hvert rygmarssegment, men nogle fusionerer, især i halsdelen.

De præganglionære nervefibre løber fra deres udspring frem i en spinalnerves ventrale rod⁶ og forlader spinalnerven tæt ved et sted, hvor den ventrale og dorsale rod mødes. De løber så frem til grænsestrengsganglierne som rami communicantes albi (myelinerede). Hvert af rygmarssegmenterne T1-L2 afgiver typisk ét fiberpar, således at der i alt findes 14 par rami communicantes albi.

De præganglionære fibre fra rami communicantes albi ender enten i det nærmest liggende grænsestrengsganglie eller de ascenderer eller descenderer et eller flere segmenter i grænsestrengen og ender i et højere eller lavere liggende ganglie. Som følge heraf er alle ganglierne i grænsestrengen forbundet med nervetråde, som hovedsageligt består af præganglionære nervetråde.

De postganglionære tråde, som kommer fra grænsestrengsganglierne, forløber perifert på en af følgende måder:

- Mange fibre vender tilbage til spinalnerverne i rami communicantes grisei og løber ud til bestemmelsesstedet (svedkirtlerne og den glatte muskulatur i huden og blodkarrene) sammen med spinalnervernes grene. Rami communicantes grisei sendes til samtlige spinalnerver. Nervefibrene er

⁵ Se figur 2-4, side 25 i RTQH.

⁶ Se figur 2-5, side 26 i RTQH.

Hovedspørgsmål: Autonome nervesystem.

postganglionære → sammen med spinalnerven
→ direkte fra truncus sympathicus
→ præganglionære løber igennem truncus sympathicus til prævertebrale ganglion
Le Gjerum.

umyeliniserede eller kun forsynet med ganske tynd myelinskeder. Disse fibre kan ligeledes ascendere eller descendere i truncus sympathicus, før de forlader den.

- Andre postganglionære nervefibre løber fra grænsestrengsganglierne som selvstændige nerver til viscera. Brysthulens viscera (hjerte og lunger) modtager deres sympatiske nerver på denne måde.

Fra grænsestrengens lumbal- og sakraldel løber der også nervefibre direkte ud til viscera.

- Postganglionære nervefibre kan efter et kort forløb splitte sig op i finere grene, som omspinder og følger forgreningerne af de store kar, som ligger langs hvirvelsøjlen og ved ekstremitetsrødderne.

Truncus sympathicus ligger på hver sin side af halsen bag ved halsens kar-nerve-bundt, indlejret i prævertebralfascien. Antallet af ganglier er reduceret til tre, nemlig ganglion cervicalis superius, medium og inferius. Den cervikale del af truncus sympathicus modtager sine præganglionære tråde fra de øverste thoracalsegmenter. De cervicale spinalnerver har derfor ikke rami communicantes albi, idet de præganglionære tråde passerer over til den thoracale del af grænsestrengen hvori de ascenderer og først danner synapser med gangliecellerne i halsganglierne. Halssympathicus afgiver imidlertid rami communicantes grisei til samtlige cervicale spinalnerver.

① • Ganglion cervicale superius: Ligger ud for 2. halshvirvel. Gangliet er dannet ved fusion af de 4 øverste halsganglier. Det afgiver i overensstemmelse hermed rami communicantes grisei til de 4 første spinalnerver samt tråde til de 4 sidste hjernenerver, foruden grene til plexus pharyngeus, hvorfra kar og kirtler i pharynx og larynx forsynes med sympatiske tråde. Til hjertet afgives n. cardiacus cervicalis superior. Langs a. carotis externa og dens grene og omkring a. carotis communis dannes plexer, der som vasokonstriktorer fordeler sig til karrenes muskulatur.

Fra den øverste de af gangliet afsendes a. caroticus internus, som danner plexus omkring a. carotis interna og dens grene i hele arteriens forløb i kraniehulen.

Fra plexus caroticus internus afgives endvidere grene til plexus tympanicus. Ud for foramen lacerum afgives den større n. petrosus profundus, som forener sig med n. petrosus major under dannelsen af n. canalis pterygoidei, der løber ind i det parasympatiske ganglion pterygopalatinum. I forløbet gennem sinus cavernosus afgiver plexus caroticus internus grene til hypofysen, øjenmuskelnerverne og n. ophthalmicus, der fører sympatiske tråde ind i orbita.

ganglion genicul
n. petrosus major
n. petrosus profundus
n. canalis pterygoidei
ganglion pterygopalatinum

CG ② • Ganglion cervicale medium: Ligger ud for 6. halshvirvel. Det sender rami communicantes grisei til C5 og C6. det fører sympatiske tråde via a. thyroidea inferior til gl. thyroidea. N. cardiacus cervicalis medius sendes i reglen også til plexus cardiacus. Desuden afsendes ansa subclavia, som lægger sig omkring a. subclavia og ender i ganglion cervicale inferius.

bipolare neuroner

③ •Ganglion cervicale inferius: Ligger i mellemrummet mellem processus transversus af C7 og C7 collum af costa I lige bag ved a. vertebralis. Fra gangliet afgives rami communicantes grisei til C7, C8 og T1, hvorfra trådene fordeles til overekstremiteten via nerverne fra plexus brachialis. Andre tråde danner plexus omkring a. subclavia og a. axillaris.

Desuden løber tråde op til fossa cranii posterior langs aa. vertebralis et basilaris. Til plexus cardiacus afgives n. cardiacus cervicalis inferior.

Nogle præganglionære nervefibre passerer gennem truncus sympaticus uden at blive afbrudt for først at danne synapse i mere perifert beliggende prævertebrale ganglier. Disse ganglier modtager præganglionære tråde fra T5-T12 og L1-L2. Nervefibrene passerer gennem truncus sympaticus og fortsætter til de prævertebrale ganglier. Herfra løber de postganglionære fibre videre til abdominalviscera langs organernes arterieforsyning.

Craniosakralt-system

C 3790

3234

Det parasymptiske nervesystem⁷:

De parasymptiske reaktioner: Bevarer og forøger legemets reserver; systemet er derfor aktivt, når vi er i ro og hvile. Hjerteraktionen nedsættes og blodtrykket falder samtidig med, at fordøjelsesorganernes aktivitet stiger i form af forøget sekretion og tarmperistaltik.

En impuls gennem en parasymptisk præ- og postganglionære nervefiber frigiver acetylcholin.

De parasymptiske præganglionære tråde udspringer i to sæt: Et kranielt fra hjernestammen og et kaudalt fra S2-S4.

Hvert præganglionært neuron har typisk et langt axon, som ender og danner synapse med et postganglionært neuron beliggende i tæt relation til det organ, der skal innerveres, ofte i selve organvæggen.

Det parasymptiske system er udformet med henblik på mere lokalisering virkninger end det sympatiske nervesystem. Et præganglionært neuron danner således synapser med forholdsvis få postganglionære neuroner, som igen virker på relativt få effektorceller (glat muskel- eller kirtelceller)⁸.

Innervationsområdet for parasympticus er mindre end for sympaticus, idet skeletmuskulaturen og huden ikke modtager parasymptiske nervefibre, hverken til blodkar, kirtler eller mm. arrectores pilorum. Derimod er de fleste viscera dobbelt innerverede.

Den kraniale del af det parasymptiske system forløber perifert i 3., 7., 9. og 10. hjernenerve og forsyner hovedets, halsens og brysthulens viscera samt de fleste abdominale viscera.

⁷ Se figur 15.3, side 215 i B.

⁸ Se figur 2-2, side 23 og figur 2-3, side 24 i RTQH og side 160-161 i Netter.

De præganglionære tråde, som tilhører de 3 førstnævnte hjernenerver afbrydes i særlige ganglier (4 i alt). Alle ligger i tæt relation til de nævnte nerver, men er ikke inkorporerede i disse. De indeholder de postganglionære neuroners cellelegemer og synapser mellem præ- og postganglionære neuroner.

Sympatiske nervetråde og sensoriske tråde med samme destination som de parasympatiske træder ofte ind i gangliet og passerer ubrudte igennem det, men med mulighed for synaptisk påvirkning af de parasympatiske postganglionære neuroner via kollateraler. De sympatiske ganglier i grænsestrengen passerer tilsvarende af sensoriske tråde fra viscera, men er ikke tilblandet parasympatiske tråde.

Parasympatiske fibre i relation til n. oculomotorius¹⁰. Den mest rostrale visceromotoriske kerne i hjernestammen er nucleus Edinger-Westphalii, som ligger i mesencephalon lige lateralt for den somatomotoriske nucleus n. oculomotorii. i snittet med substantia nigra, nucl. tuber osv.

Fra nucleus Edinger-Westphalii afgår præganglionære visceromotoriske fibre, som sammen med de somatomotoriske fibre fra nucleus n. oculomotorius løber ventralt for at træde ud i fossa interpeduncularis som n. oculomotorius.

N. oculomotorius fortsætter gennem sinus cavernosus og ud gennem fissura orbitalis superior, hvorefter de præganglionære visceromotoriske tråde afgives til ganglion ciliare¹⁰ i den bageste del af orbita.

I ganglion ciliare kontakter de præganglionære visceromotoriske fibre postganglionære visceromotoriske nervecellelegemer, hvis fibre efterfølgende fortsætter ned i nn. ciliares breves ind mod øjeæblet for at innervere m. sphincter pupillae og m. ciliaris.

Parasympatiske fibre i relation til n. facialis¹¹ I den kaudale del af pons finder man nucleus salivatorius superior, som afgiver præganglionære visceromotoriske fibre, der sammen med somatosensoriske og visceromotoriske fibre afgår fra hjernestammen som n. intermedius svarende til den cerebellopontine vinkel.

Nervus intermedius træder dernæst ind i meatus acusticus internus, hvor den ligger imellem den somatomotoriske n. facialis opadtil og den somatosensoriske n. vestibulocochlearis nedadtil. Fibrene i n. intermedius fusionerer dernæst i n. facialis, hvorefter de parasympatiske præganglionære visceromotoriske fibre fortsætter i denne nerve frem mod geniculum canalis n. facialis på overgangen mellem canalis n. facialis' først og andet stykke.

⁹ SL

¹⁰ Se figur 6-12, side 94 i RTQH og side 126 i Netter.

På dette sted vil nogle af de præganglionære fibre forlade canalis n. facialis og fortsætte fremad og medialt i bunden af fossa cranii medii som n. petrosus major mod canalis pterygoideus, hvor de som n. canalis pterygoidei træder ind i fossa pterygopalatina for at ende i ganglion pterygopalatinum¹¹.

I ganglion pterygopalatinum kontaktes postganglionære nerveceller, hvis fibre fortsætter ud mod gl. lacrimalis, samt næsens og ganens kirtler.

De præganglionære fibre, som ikke løber ud i n. petrosus major følger i stedet n. facialis igennem canalis n. facialis' andet og tredje stykke i henholdsvis mellemørets medialvæg og bagvæg for at afgå fra sidstnævnte som chorda tympani.

Det parasympatiske nervesystem er især aktivt i situationer, hvor organismen ikke er påvirket af ydre eller indre belastninger, og sørger i disse situationer for, at kroppens ressourcer genopbygges.

Chorda tympani, som også indeholder smagstråde (viserosensoriske fibre) til de forreste 2/3 af tungen, løber gennem mellemøret frem mod fissura petrotympanica, hvorigennem n. lingualis nås.

De præganglionære fibre følger dernæst denne nerve frem mod ganglion submandibulare¹² og ganglion sublinguale, hvor postganglionære cellelegemer, hvis fibre innerverer spytkirtlerne, gl. submandibularis og gl. sublingualis, kontaktes.

Parasympatiske fibre i relation til n. glossopharyngeus⁸: Disse fibre har deres præganglionære cellelegemer i den nedre del af pons i nucleus salivatorius inferior, som ligger kaudalt i forlængelse af den øvre kerne. Fra nucleus salivatorius inferior løber de præganglionære fibre ventrolateralt for at forlade hjernestammen i n. glossopharyngeus. Fibrene følger denne nerve ud gennem foramen jugulare, men fortsætter dernæst op gennem mellemørets gulv for at danne n. tympanicus.

N. tympanicus forlader mellemøret opadtil for at træde frem som n. petrosus minor i fossa cranii medii, hvor den løber lateralt for n. petrosus major frem mod foramen ovale, hvorigennem fibrene kontakter ganglion oticum¹³.

De postganglionære celler i ganglion oticum afgiver dernæst fibre, som via n. auriculotemporalis og dennes rami parotidei når glandula parotidea.

Parasympatiske fibre i relation til n. vagus⁸: N. vagus er kroppens store indvoldsnerve og er ansvarlig for den parasympatiske innervation af thorakale og abdominale viscera ned til colon descendens.

De præganglionære fibre har deres trofiske centrum i nucleus dorsalis n. vagi, som ligger i den øvre dorsale del af medulla oblongata lateralt for hypoglossuskernen. Fibrene løber herfra ventrolateralt

¹¹ Se figur 10-7, side 138 i RTQH og side 127 i Netter.

¹² Se figur 9-6, side 127 i RTQH og side 127 i Netter.

¹³ Se figur 9-3, side 125 i RTQH og side 128 i Netter.

for at forlade hjernestammen som n. vagus og via foramen jugulare træde ud på halsen, hvorefter nerven descenderer mod de torakale og abdominale viscera.

De præganglionære fibre kontakter postganglionære cellelegemer beliggende i prævertebrale autonome plekser eller i endeorganets væg.

Parasympatiske fibre med relation til rygmarssegmenterne S2-S4⁸: De præganglionære fibre afgår fra cellelegemer lokaliseret i lateralhornet af rygmarssegmenterne S2-S4. Fibrene forlader rygmarsen via 2.-4. sakrale spinalnerve og forsyner dernæst den distale del af tarmen og organerne i det lille bækken med parasympatiske fibre.

De postganglionære nerveceller har primært deres sæde i endeorganernes væg.

Det enteriske nervesystem: Tætte plexer af nervetråde og millionvis af nervecellelegemer i tarmvæggen. Mange af disse celler lader sig ikke klassificere som hverken sympatiske eller parasympatiske, men er interneuroner og sensoriske neuroner. Det har central betydning for regulering af tarmens mobilitet og sekretion, og dermed for fordøjelsen. Dets aktivitet kan påvirkes af det sympatiske og parasympatiske nervesystem, mens store dele af det enteriske nervesystem fortsætter sin funktion efter afbrydelse af de tilførende sympatiske og parasympatiske nervetråde til tarmen.

indgår som en "parentes" i det autonome nervesystem

Det viscerale, sensoriske system:

De nervetråde som transmitterer sensorisk information fra viscera eller blodkar, stammer fra pseudounipolare neuroner, hvis cellelegemer ligger sammen med de somatisk afferente neuroner i spinalganglierne eller i hjernenervernes sensoriske ganglier. Banen fra den perifere receptor ind til CNS udgøres således af et enkelt neuron.

De fleste viscerale afferente tråde fra abdominalorganerne løber sammen med de præganglionære sympatiske tråde. Andre afferente tråde følger de parasympatiske nerver til hjernestammen og sakralrygmarsen.

De visceral afferente tråde danner dels refleksbaner med autonome, efferente neuroner på spinalt niveau, dels fortsætter de til hjernen (især hypothalamus) ad ufuldstændigt kortlagte baner; nogle tråde fortsætter til thalamus med forbindelser videre til hjernebarken.

Nogle sensoriske neuroner (beliggende i n. glossopharyngeus og n. vagus) transmitterer information om blodtrykket (baroreceptorer) og om blodets kemiske sammensætning (kemoreceptorer) til centrene for regulation af kredsløb og åndedræt i medulla oblongata. Andre transmittere

oplysninger om hulorganernes (f.eks. blærens og endetarmens) grad af udspiling og indgår i tømningreflekser. Visse afferente viscerale signaler kommer tydeligt til bevidsthed, f.eks. fyldning af blære eller endetarm, andre har mere karakter af fornemmelser, men de fleste signaler kommer slet ikke til bevidsthed.

De viscerosensoriske fibre er kendetegnet ved, at deres trofiske centrum er lokaliseret uden for CNS i spinalganglierne eller i de perifere ganglier tilknyttet VII (ganglion geniculi), IX (ganglion inferius n. IX og ganglion superius n. IX) og X (ganglion inferius n. X og ganglion superius n. X) kranienerve.

De viscerosensoriske fibre, som er tilknyttet spinalganglierne, ender på tilsvarende vis i relation til rygmargens baghorn, hvorimod de viscerosensoriske fibre, som føres i VII, IX og X kranienerve, alle ender i relation til hjernestammens store viscerosensoriske kernekompleks, nuclei tractus solitarii, der ligger i den nedre del af pons og den øvre del af medulla oblongata lateralt for nucleus dorsalis n. vagi.

De påvirkninger, der udløser smertesignaler fra viscera, er ikke entydige. Forklaringen på de umiddelbart ejendommelige forskelle i smerteudløsende påvirkninger ligger formentlig for en stor del i, at de receptive felter for de enkelte smertetråde er store, således at et større område skal påvirkes for at stimulere et tilstrækkeligt antal forgreninger til at udløse et aktionspotentiale.

Ved tilstande, som fremkalder store smerter, kan der opstå en tilstand, refleksdystrofi, hvor smerterne vedbliver efter skaden er ophævet, og hver der udvikles en hypersensitivitet, således at selv lette berøringer udløser smerter. Samtidig ses symptomer som ved sympatisk hyperaktivitet i det berørte område såsom unaturlig sved og nedsat cirkulation og heraf afledt atrofi af hud og muskel.

Den centrale regulering af det autonome nervesystem: Regulationen af det autonome nervesystems funktion foregår på mange niveauer¹⁴.

Aktiviteten i det parasympatiske og det sympatiske nervesystem samordnes i rygmarg og hjernestamme via lokale refleksbuer, som sammenknytter de viscerosensoriske input med adækvate visceromotoriske output. Således findes der i hjernestammen i tæt relation til nuclei tractus solitarii, nuclei salivatorii og nucleus dorsalis n. vagi samt i den ventrolaterale del af medulla oblongata flere områder, der deltager i bearbejdningen af indkommende viscerosensoriske input fra de indre

REGULATION

lokale refleksbuer

sammenknytter visceromotorisk output
med viscerosensorisk input

¹⁴ Se figur 15.7, side 221 i B.

organer og karbanen, og på denne baggrund formidler et passende respons via de visceromotoriske outputkerner.

Disse områder kan efter deres funktion allokere i et kardiovaskulært center og et respirationscenter, ligesom der i den øvre del af pons medialt for locus caeruleus findes et pontint miktionscenter, der er ansvarligt for regulation af vandladning.

Rygmarvens og hjernestammens reflekscenter kontrolleres af hypothalamus, der ubevidst som organismens overordnede ganglion via fasciculus longitudinalis dorsalis og fasciculus medialis telencephali samt sine forbindelser til hypofysen samordner den totale aktivitet i kroppens autonome og endokrine systemer.

Bevidst/viljestyrede påvirkninger af det autonome nervesystem formidles derimod fra den præfrontale cortex via hypothalamus.

Klinik:

- **Referred pain (henført smerte):** En smerte opleves som kommende fra et andet sted end der, hvor den har sin årsag. Således vil smerter med årsag i viscera ofte opleves som kommende fra det hudområde (dermatom eller del heraf), der innerveres fra det spinalsegment hvortil smertetrådene fra det pågældende organ løber. Undertiden bliver hudområdet hyperæstetisk (overfølsomt for berøring), og der kan optræde forandringer i huden pga. ændret sympatisk aktivitet til hudkarrene.

- **Afbrydelse af den autonome innervation til et organ eller en legemsdel:** Anvendes i et vist omfang, især sympatisk denervation, som i nogle tilfælde kan bryde den onde cirkel ved refleksdystrofi eller forbedre cirkulationsforholdene i f.eks. en ekstremitet ved fremskreden karforsnævring pga. arteriosklerose eller af anden årsag.

Blokering af impulstrafikken gennem de prævertebrale plexer, hvorfra abdominalorganerne forsynes, anvendes i nogle tilfælde af stærke smerter i abdomen, især ved fremskreden, inoperabel kræft i et organ, idet man udnytter det forhold, at de fleste smertetråde fra organerne følger de sympatiske tråde gennem plexerne. Alternativt kan indgrebet rettes mod de bageste rødder af de relevante spinalnerver, men herved opstår der samtidig nedsat eller helt ophævet følesans i det eller de hudområder, der innerveres af den/de pågældende spinalnerver.

- **Regulation af blodtryk og blodets iltindhold:** Opretholdelse af et adækvat blodtryk og hjernerytmen er essentielt for tilfredsstillende vævsgennemblødning og vævsfunktion. Autonome sansereceptorer er derfor lokaliseret i relation til de store kar og hjertet, hvor de registrerer

vægspænding (baroreceptor) og blodets indhold af ilt og visse affaldsstoffer, herunder kuldioxid (kemoreceptor).

Et pludseligt fald i blodtrykket eller i blodets iltindhold vil derfor blive registreret af disse sansereceptorer, som overfører den generede information til nuclei tractus solitarii i hjernestammen via viscerosensoriske fibre i n. glossopharyngeus og n. vagus. De initierede nerveimpulser vil via denne kerne og det kardiovaskulære center resultere i, at det parasympatiske visceromotoriske output til hjertet via nucleus dorsalis n. vagi hæmmes, mens sympatiske præganglionære neuroner i de torakolumbale rygmarssegmenters lateralhorn stimuleres. Herved øges den sympatiske innervation af hjerte og kar, hvorved hjertets kontraktilitet og slagfrekvens øges, mens de perifere kutane kar trækker sig sammen, således at blodtrykket og gennemblødningen af livsvigtige organer bevares.

På tilsvarende vis vil faldende iltindhold og øget kuldioxidindhold i blodet medføre stimulation af kemoreceptorerne i glomus caroticum, hvilket via n. glossopharyngeus, nuclei tractus solitarii og hjernestammens respirationscenter resulterer i, at respirationsfrekvensen og respirationsdybden øges.

- Regulation af vandladning: Kræver en betydelig neuronal integration i CNS og er derfor ofte forstyrret ved neurologiske lidelser som Parkinsons sygdom og dissemineret sklerose.

Blærens fyldningsgrad registreres af viscerosensoriske fibre i blærevæggen, som ved tiltagende vægspænding sender besked ind til rygmarsven og herfra via ascenderende sensoriske baner påvirker det pontine miktionscenter.

Descenderende fibre fra pontine miktionscenter vil dernæst bevirke, at det parasympatiske visceromotoriske output til blæren fra rygmarssegmenterne S2-S4 øges, hvorved blæren trækker sig sammen, samtidig med at den interne lukkemuskel åbnes, mens aktiviteten i de somatomotoriske fibre i n. pudendus, som forsyner den eksterne tværstribede sphincter, hæmmes, hvorved den eksterne lukkemuskel afslappes.

Dette reflektoriske respons på blærefyldning kan supprimeres viljebestemt via input fra den præfrontale cortex til hypothalamus, som så hæmmer det pontine miktionscenter og dermed vandladningen.

- Farmakologisk manipulation af det autonome nervesystem: Det autonome nervesystem fungerer ved, at neurotransmittere frisættes og dernæst påvirker receptorer på postganglionære celler eller deres receptorer i endeorganernes glatte muskulatur og kirtler.

Man har således påvist, at både de sympatiske og de parasympatiske præganglionære neuroner påvirker de postganglionære visceromotoriske neuroner ved frisætning af acetylkolin til nikotinerge acetylkolinreceptorer, hvorimod de postganglionære parasympatiske fibre frisætter acetylkolin til muskarinerge acetylkolinreceptorer, mens de postganglionære sympatiske fibre frisætter noradrenalin til adrenerge α - og β -receptorer.

Da disse receptorer tillige er ulige fordelt i de forskellige indvoldsorganer og kar, har man mulighed for at påvirke en række specifikke organfunktioner med lægemidler, der afficerer disse receptorer.

En række psykofarmaka og antihistamin har imidlertid også en utilsigtet antikolinerg (antiparasympatisk) virkning, idet de blokerer muskarinerge acetylkolinreceptorer og herved forårsager pupildilation, akkommodationsparese, mundtørhed, forstoppelse, vandladningsbesvær og øget puls.