



Deskundigheidsbevordering
Neurologie
Voor
Verpleegkundigen

Marlene Schalken-Voskamp, Werkgroep Neuro-Expertise

Intensive Care Neurologie/Neuro-Chirurgie

UMC St. Radboud

November 2011

Inhoudsopgave

Hoofdstuk 1. Anatomie en Fysiologie	Pagina	2
Het zenuwstelsel	Pagina	2
Functionele anatomie	Pagina	3
Functie gebieden in dieper gelegen structuren	Pagina	5
Hersenzenuwen	Pagina	7
Wervelkolom	Pagina	8
Ruggenmergzenuwen	Pagina	8
Hersenvliezen	Pagina	9
Cerebrale liquor circulatie	Pagina	9
Cerebrale vaatvoorziening	Pagina	10
Veneuze systeem	Pagina	11
Arteriële systeem	Pagina	11
Vasomotore autoregulatie	Pagina	11
Bloedhersenbarrière	Pagina	12
Fysiologie bewustzijn	Pagina	12
Hoofdstuk 2. Pathologie	Pagina	14
(Patho)fysiologie cerebrale bloeddorstroming	Pagina	14
Mechanische compensatie	Pagina	15
Hersenoedeem	Pagina	16
Beschadigde bloedhersenbarrière	Pagina	17
Dysfunctie cerebrale autoregulatie	Pagina	17
Liquorcirculatie stoornissen	Pagina	18
Intracraniele druk	Pagina	18
Inklemming/ herniatie	Pagina	19
Hersendood	Pagina	20
Hoofdstuk 3. Observatie	Pagina	21
Bewustzijn en coma	Pagina	21
Observatie van het bewustzijnsniveau	Pagina	21
Glasgow Coma Scale	Pagina	21
Observeren, meten en vastleggen van bewustzijnsscores	Pagina	22
FOUR score	Pagina	23
Bewustzijnsscore 2.0	Pagina	23
Observatie motoriek	Pagina	24
Observatie hersenstamreflexen	Pagina	25
Observatie respiratie	Pagina	28
Observatie circulatie	Pagina	28
Stress geïnduceerde cardiomyopathie- Tako Tsubo	Pagina	29
Observatie temperatuur	Pagina	31
Bulbus Jugularis oxymetrie	Pagina	31
Observatie mineralenbalansstoornissen	Pagina	32
Hoofdstuk 4 Behandeling	Pagina	35
Behandelprincipes bij de neurologische patiënt	Pagina	35
Literatuurlijst	Pagina	36

Hoofdstuk 1 anatomie en fysiologie

Het zenuwstelsel:

Het **centrale zenuwstelsel** (CZS) bestaat uit alles binnen de schedel en wervelkanaal:

- Grote hersenen Informatie, denken, abstractie, motoriek
- Kleine hersenen Fijne motoriek, evenwicht
- Hersenstam + medulla Vitale functies, evenwicht, primitieve emoties
- Ruggermerg + cauda Motore automatiek, reflexen

Het **perifere zenuwstelsel** bestaat uit de uitlopers van de zenuwcellen die binnen het centrale zenuwstelsel liggen. Ze vormen verbindingen met de organen die onder controle staan van het zenuwstelsel (spieren, klieren) of met organen die van buiten of binnen het lichaam af signalen doorgeven aan het zenuwstelsel (zintuigen en sensibiliteit).

De perifere zenuwen zijn hersenzenuwen en de ruggermergzenuwen.

In het **somatische zenuwstelsel** (bewuste zenuwstelsel) spelen zich processen af waarvan men zich bewust is en die aan onze wil onderhevig zijn.

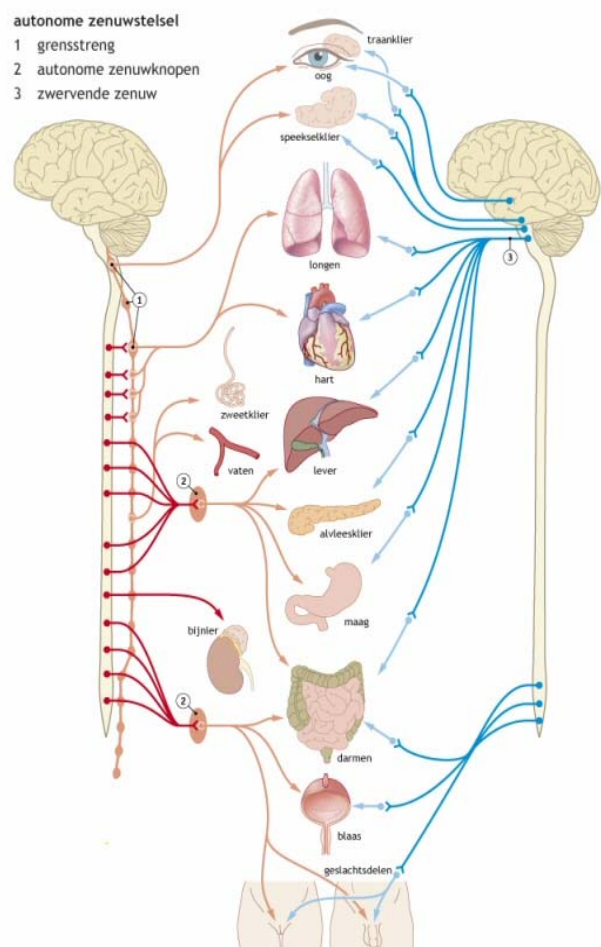
In het **autonome zenuwstelsel** (vegetatieve of onwillekeurige zenuwstelsel) spelen zich processen af die 'buiten ons om gaan', zoals de regeling van de hartactie, ademhaling, urineproducerende organen, activiteit van het maag-darmkanaal en de voortplantings-organen. Het autonome zenuwstelsel is verdeeld in een sympatisch en parasympatisch zenuwstelsel.

Het **parasympatische zenuwstelsel** beïnvloedt de organen zodat het lichaam in een toestand van rust en herstel kan komen. Het zorgt voor een grotere productie van spijsverteringssappen, een snellere darm-beweging, verwijding van de bloedvaten naar het spijsverteringsstelsel en een snellere nierwerking. Het verlaagt de hart- en ademhalingsfrequentie en zorgt voor nauwe pupillen.

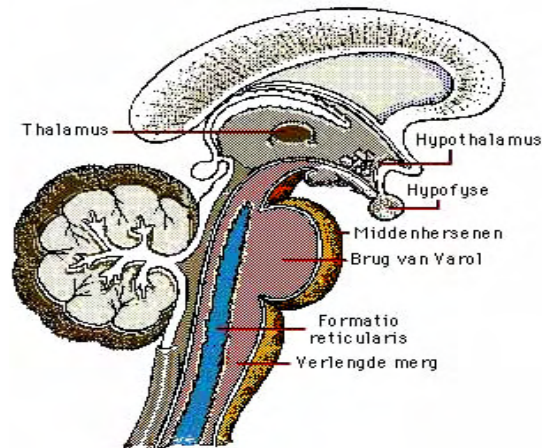
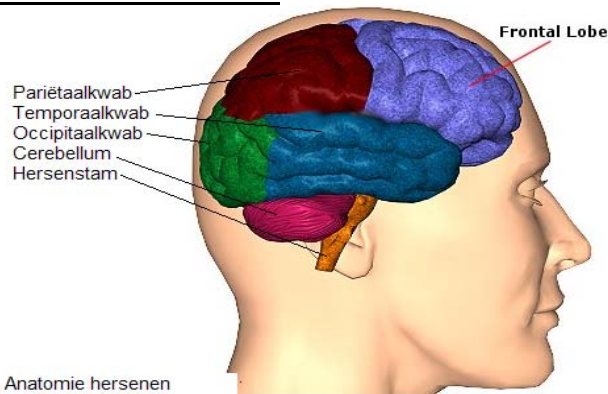
De parasympatische motorische vezels verlaten het centrale zenuwstelsel vooral via de N.X (nervus vagus). Vertakkingen hiervan lopen naar de organen.

Het **sympatische zenuwstelsel** beïnvloedt het lichaam zodat het arbeid kan verrichten. Het zorgt voor pupilverwijding, verwijding van de bronchioli, verwijding van de bloedvaten in de spieren, zweten, hogere hart- en ademhalingsfrequentie en remt de spijs-vertering.

Bij het sympatische zenuwstelsel worden impulsen vanuit het ruggermerg via de grensstrengen naar de organen geleid. Grensstrengen zijn twee reeksen van ganglia links en rechts van de wervelkolom. Vanuit deze ganglia lopen zenuwen naar de organen.



Functionele anatomie



Hersenstam

- Vitale functies
- Evenwicht
- Primaire emoties

Schade in hersenstam geeft:

- Pupilverandering
- Bewustzijnsverlies
- Hartritmestoornissen
- Uitval hersenzenuwen
- Ademhalingspatronen
- Verlies van de functie van de hersenschors decorticatie (M3: abnormaal buigen)
decerebratie (M2: strekken)

Cerebellum

- Coördinatie
- Fijne motoriek
- Evenwicht
- Coördinatie van spraakspieren

Schade in cerebellum geeft:

- Ataxie (verstoring in beweging en coördinatie)
- Nystagmus (onwillekeurige snelle ritmische beweging van het oog)
- dysartrie (spraakstoornis met betrekking tot de articulatie)
- dronkenmangang

Temporaalkwab

- Auditore schors/ Wernicke's gebied (in dominante hemisfeer). Belangrijk voor het gehoor en opvangen en verwerken van taal.
- In de dieper gelegen gebieden in de frontaal- en temporaalkwab zit het functiegebied dat te maken heeft met smaak en reuk.
- Het functie gebied dat te maken heeft met herinneringen aan het verleden, kunst, muziek en smaak ligt vooral op het grensgebied van de temporaal-, pariëtaal- en occipitaalkwab.

Schade aan de dominante temporaalkwab geeft:

- Afname intellectuele vermogens
- Sensore afasie (geen betekening meer kunnen geven aan taal en hier betekenisvol op reageren)

Schade aan de niet dominante temporaalkwab:

- Niet goed kunnen uitvoeren van ruimtelijke opgaven, zoals het vermogen tot tekenen.

De Temporaalkwab wordt van de frontaalkwab en de pariëtaalkwab gescheiden door de laterale fissuur van Sylvius.

Occipitaalkwab

- Visuele schors; primair gezichtsvermogen, visuele perceptie, visuele reflexen en onwillekeurige oogbewegingen

Schade in de occipitaalkwab geeft:

- Visuele agnosie/ neglect (niet herkennen van voorwerpen)
- Gezichtsveldstoornissen zoals hemianopsie (uitval van de buitenkant van één of beide gezichtshelften)

Frontaalkwab

- Hogere cognitieve functies zoals:
 - o Redeneren, gedragsbeheersing
 - o Abstractie, organisatie
 - o Concentratie, planning
- Opslag van informatie (korte termijn geheugen, herinneringen)
- Sturing van willekeurige oogbewegingen
- Regeling van willekeurige spierbewegingen (premotore + motore cortex).
- Reguleren van de spraak via het spraakcentrum van Broca (in de dominante hemisfeer).

Schade in de frontaalkwab geeft:

- Initiatiefverlies
- Ontremming
- Gedragsstoornissen
- Motore afasie bij laesie in dominante hemisfeer
- Hemiparese contralateraal (vóór de centrale fissuur van Rolando; motore cortex)

Pariëtaalkwab

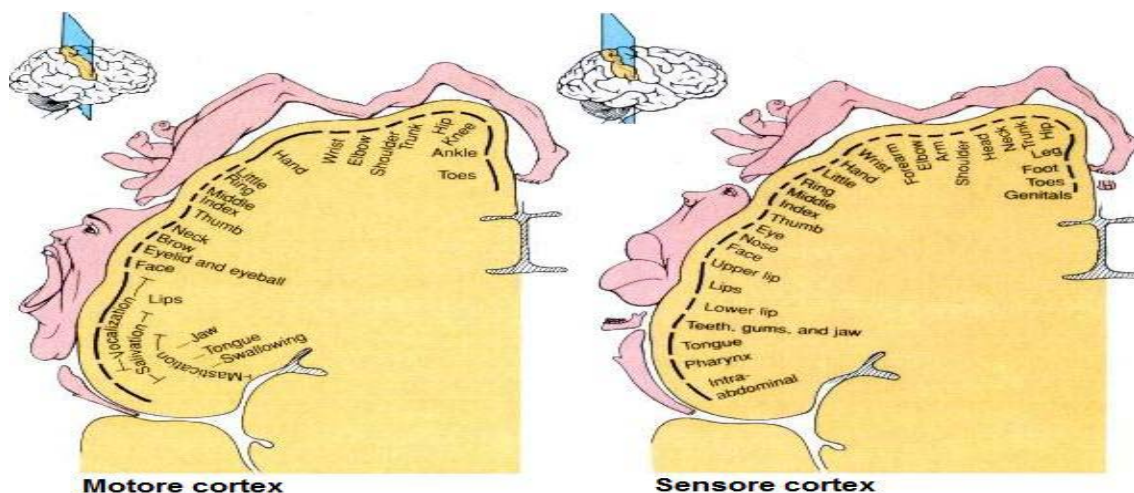
Deze kwab is van de frontaalkwab gescheiden door de centrale fissuur van Rolando.

Vóór de fissuur van Rolando is de motorische voorziening van de contralaterale lichaamshelft gelokaliseerd (frontaalkwab), achter die fissuur is de sensibiliteit van de contralaterale lichaamshelft in de primaire sensore cortex (pariëtaalkwab).

De sensore cortex is verantwoordelijk voor de sensibiliteit, gevoel, aanraking en grootte, gewicht en oriëntatie in de ruimte.

Schade in de pariëtaalkwab geeft:

- sensibiliteitsstoornissen
- agnosie/ neglect (geen weet hebben van één helft van het lichaam)



Functie gebieden in dieper gelegen structuren

Corpus callosum – balk

Verbinding tussen linker en rechter hemisfeer; verschillende delen van de hersenen zijn organisch en functioneel met elkaar verbonden door vezelgroepen tussen beide hemisferen.

Basale ganglia

De basale ganglia bestaan uit groepen subcorticale kernen, diep in de hemisferen gelegen (nucleus caudatus, nucleus lenticularis, corpus amygdaloideus, claustrum). Een aantal van de kernen vormt met elkaar het corpus striatum, verantwoordelijk voor aansturing en initiëring van de (fijne) bewegingen, vooral van handen en voeten.

Limbisch systeem

Een groep subcorticale kernen en vezelbanen rond de hogere hersenstam gelegen; verantwoordelijk voor primitief gedrag, stemmingen, instinct, zelfbehoud, inclusief de vegetatieve reacties die daarbij horen. Daarnaast zorgt dit systeem voor het in stand houden van onder meer hartritme, bloeddruk en temperatuur.

Het limbisch systeem bestaat organisch en functioneel onder meer uit een aantal elkaar omgevende structuren, onder meer thalamus, hypothalamus en hippocampus.

Thalamus

Een groep van twee zenuwkernen in het diencephalon, waarvan er een gelegen is in het ventromediale deel van iedere hemisfeer. Tussen beide thalamuskernen ligt de derde ventrikel.

Alle sensore banen passeren de thalamus, waar prikkels worden verwerkt, geselecteerd en geordend voordat ze naar de cortex gaan.

De thalamus speelt een belangrijke rol in bewuste pijngewaarwording en andere zintuiglijke prikkels, in de aandacht op iets richten, in het limbische systeem en in het (Ascending) Reticular Activating System (A)RAS.

Hypothalamus

Gelegen in het basale gebied van het diencephalon, onderdeel van het limbisch systeem en verbonden met de hypofyse.

Regulering van hongergevoel, seksuele driften en dorst.

Belangrijk centrum voor het autonome zenuwstelsel en neuro- endocriene fysiologie, regulering van:

- Temperatuur
- Water- en zouthuishouding
- Hypofysesecretie (FHS, GH, etc.)
- Orgaanactiviteit via het autonome zenuwstelsel; bijvoorbeeld hartfrequentie, pupilverwijding en -vernauwing
- Fysieke uitingen in reactie op emoties, zoals blozen, droge mond, klamme handen
- Slaap-waakritme

Hippocampus

Diep in de hersenen gelegen gebied.

Speelt een belangrijke rol bij het opslaan van informatie in het lange termijn geheugen.

Capsula interna

Een massieve bundel sensore en motore vezels in iedere hemisfeer op het niveau van het diencephalon, die de verschillende gebieden van de hersenen met het ruggenmerg verbindt. Route van afferente sensore vezels naar de cortex: hersenstam - thalamus - capsula interna - cortex.

Route van de efferente motore vezels naar de hersenstam: cortex - capsula interna - hersenstam.

Hypofyse

Gelegen in het sella turcica (turkse zadel) aan de schedelbasis.

Secretie van hormonen vanuit de voorkwab:

- FSH
- GH
- ACTH
- TSH
- LH
- Prolactine

Secretie van hormonen vanuit de achterkwab:

- Vasopressine (=ADH)
- Oxytocine.

Mesencephalon

Onderdeel van de hersenstam; fungeert als verbindingsroute tussen de hemisferen en de lagere delen van de hersenen. De kernen van de hersenzenuwen N.III en N.IV zijn hier gelokaliseerd. In het mesencephalon ligt het aquaduct van Sylvius.

Pons

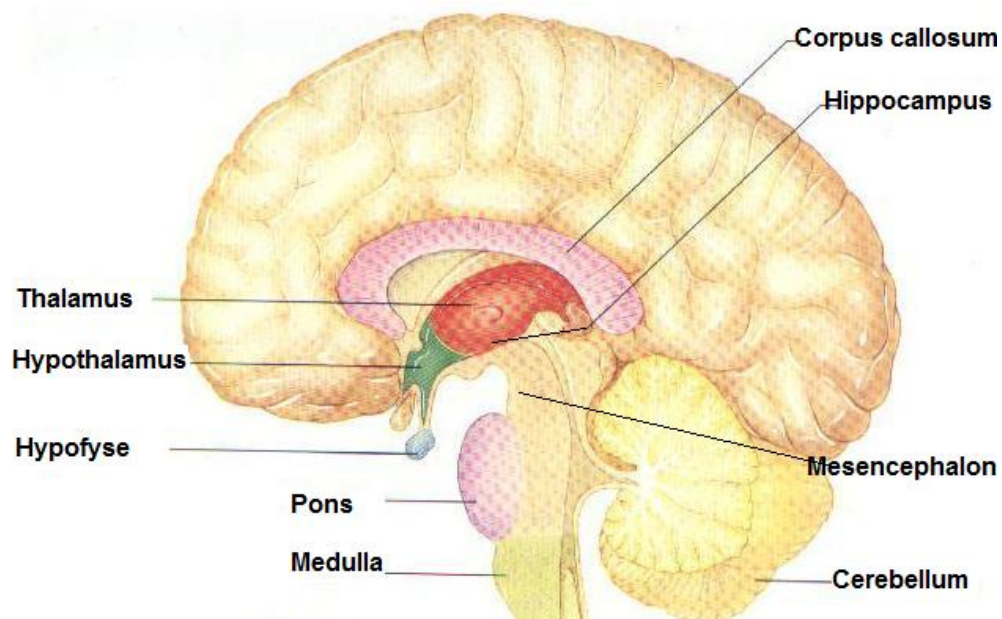
Ongeveer twee en een halve centimeter lange brug tussen het mesencephalon en de medulla, bevat naast vele banen (onder meer corticospinale- en spinothalame banen) vier paar hersenzenuwen (V, VI, VII en VIII).

Delen van de formatio reticularis en van respiratoire besturing zijn in de pons gelegen

Medulla oblongata

Onder de pons gelegen, ook twee en een halve centimeter lang, verbindt de hersenen en hersenstam met het ruggenmerg. Een gedeelte van de vierde ventrikel bevindt zich op dit niveau. Hier vindt ook de cross-over plaats van de pyramidebanen.

In de medulla zijn centra gelegen voor cardiale, vasomere en respiratoire sturing, alsook de kernen van hersenzenuwen N.IX, N.X, N.XI en N.XII.



Hersenzenuwen

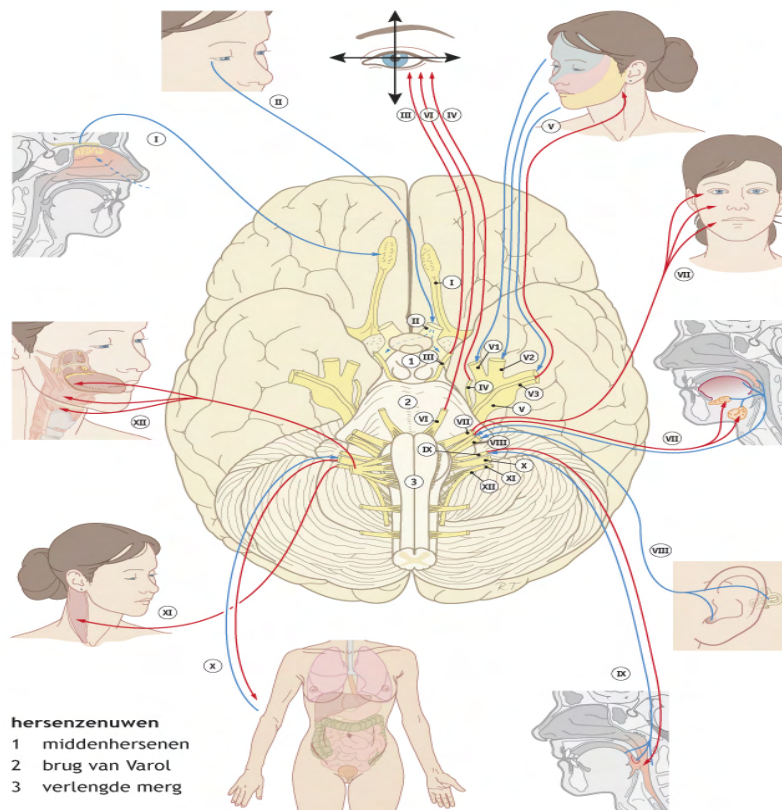
Er zijn 12 paar hersenzenuwen.

Zij ontspringen allen aan de basis van de hersenen uit de hersenstam.

Na hun uittreden, doorboren ze de meningen en verlaten vervolgens de schedel door een van de gaten in de schedelbasis.

De ligging van de hersenzenuwen is van belang voor de pathologie; een basale meningitis kan gemakkelijk aangrijpen op de hersenzenuwen en bij schedelbasisfracturen kan kwetsing van de hersenzenuwen optreden.

N.I Olfactorius	Reukzenuw- liggen in slijmvlies van de neusholte en vervoeren impulsen naar het reukcentrum in de temporaalkwab
N.II Opticus	Oogzenuw betrokken bij het zicht. Kruisen elkaar wat het chiasma opticum wordt genoemd. Bij laesie hemi anopsie
N.III Oculomotorius	Het motorische deel verzorgt de uitwendige oogspieren die zorgen voor de oogbewegingen. Het sensorische deel stuurt de inwendige oogspieren van de pupil en ooglens aan
N.IV Trochlearis	N.III,N.IV en N.VI Verzorgen de oogspierzenuwen, die via de oogspieren de oogballen in hun bewegingen besturen.
N.V Trigeminus	Gevoelszenuw van het gelaat en verzorgt ook de kauwspieren
N.VI Abducens	N.VI innerveert de oogspier om het oog naar buiten te draaien
N.VII Facialis	Bewegingszenuw van het gelaat
N.VIII Vestibulocochlearis	Gehoors en evenwichtszenuw
N.IX Glosso-pharyngeus	Verzorgt de smaak in de keelholte en de slikspieren
N.X Nervus vagus	Zorgt voor de functie van ingewanden Willekeurige motorische vezels; deze tak verzorgt de spieren van het strottenhoofd en is dus van groot belang voor de spraak. Autonome vezels; deze verzorgen de meeste organen (hart, longen, maagdarmkanaal, lever, nieren, etc.) met parasympatische impulsen.
N.XI Accesorius	Verzorgt hals en schouder spieren
N.XII Hypoglossus	Tong motoriek → belangrijke rol bij het eten en spreken



Wervelkolom

De wervelkolom bestaat uit 33 of 34 wervels met tussen elke twee wervels een tussenwervelschijf (behalve tussen de Atlas en Axis).

De opbouw van de wervelkolom:

- 7 cervicale wervels
- 12 thoracale wervels
- 5 lumbale wervels
- 5 sacrale wervels die vergroeid zijn met elkaar (heiligbeen)
- Stuitbeentje: 4 of 5 vergroeide coccygeale wervels

Door de vorm van de wervels en de positionering is een hol kanaal ontstaan, het wervelkanaal. Hierbinnen bevindt zich het ruggenmerg.

De wervels beschermen het ruggenmerg en dragen het gewicht van het lichaam. De wervelkolom heeft een dubbele S-vorm wat zorgt voor bescherming van de hersenen door het isoleren van de schokken door o.a. lopen.



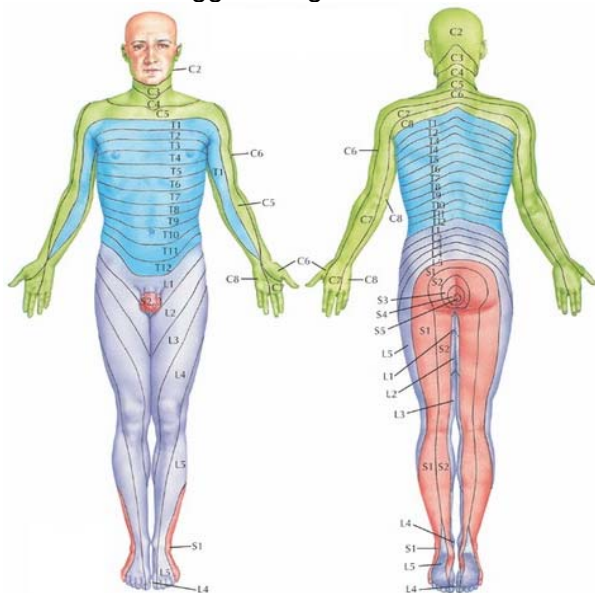
Ruggenmergszenuwen

Aan iedere zijde verlaat tussen twee wervels een zenuw het wervelkanaal; in totaal zijn er dus 32 paar ruggenmergszenuwen. In het halsgebied vormen de halszenuwen een ingewikkeld vlechtwerk (plexus) die de schoudergordel en de armen verzorgen. In het bekken komt ook een dergelijk vlechtwerk voor, waaruit zenuwen voor de bekkenorganen, de bekkengordel en de benen voortkomen.

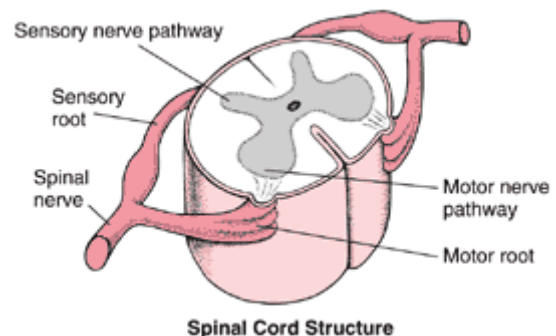
De zijtakken van de zenuwen hebben verschillende functies:

- Motore functie; ze vormen de verbinding met de spieren
- Sensibele functie; vormen de verbinding met tastlichaampjes in de huid
- Autonome functies; vormen de verbinding met bloedvaten en zweetklieren

Een dermatoom is een stuk huid dat sensibel geïnnerveerd wordt vanuit één segmentale zenuw uit het ruggenmerg.



Dermatomen



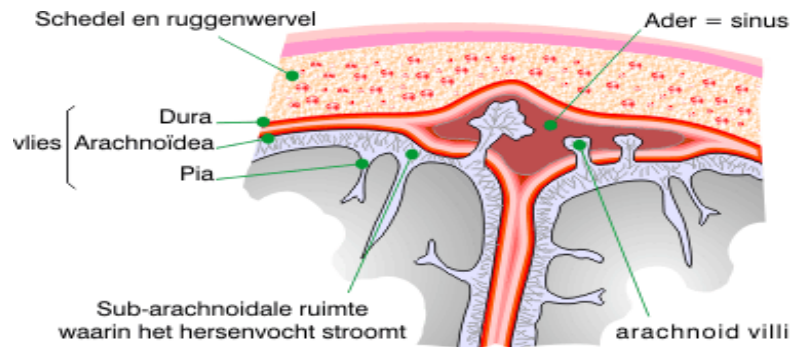
Hersenvliezen

Het hersenweefsel wordt aan de buitenkant omgeven door een dun vlies, de pia mater.

Daaromheen ligt het spinnenwebvlies, de arachnoïdea. Dit vlies plooit niet helemaal over de corticale windingen waardoor tussen de pia mater en de arachnoïdea een ruimte ontstaat, de subarachnoïdale ruimte.

Aan de buitenkant tegen de arachnoïdea ligt het harde hersenvlies, de dura mater. De dura sluit aan op het schedelbot maar vormt ook diepe plooiën de hersenen in zodat de falx cerebri en het tentorium cerebelli worden gevormd. (zie ook afbeelding liquorcirculatie blz.10)

De dura heeft op verschillende plaatsen een verschillende dikte waarbinnen ruimtes bevinden; het veneuze sinussysteem.



Cerebrale liquor circulatie

De hersenen en ruggenmerg zijn omgeven door liquor. Het bevindt zich in een viertal ventrikels en de subarachnoïdale ruimtes. Het geheel van de liquorruimten wordt de intrathecale ruimte genoemd.

De eerste twee ventrikels (laterale/ zijventrikels) zijn gelegen in de linker en rechter hemisfeer. Vanuit deze zijventrikels stroomt de liquor via het foramen van Monro naar de derde ventrikel. Vanuit de 3^e ventrikel stroomt het via de nauwe aquaduct van Sylvius naar de 4^e ventrikel in de hersenstam, net onder het cerebellum.

In de 4^e ventrikel bestaan 3 openingen, aan de zijkant de foramina van Luschka en aan de bovenkant het foramen van Magendi. Hierdoor stroomt de liquor door naar de subarachnoïdale ruimte en de basale liquorcisternen. De hersenen 'zweven' hierdoor als het ware in de liquor.

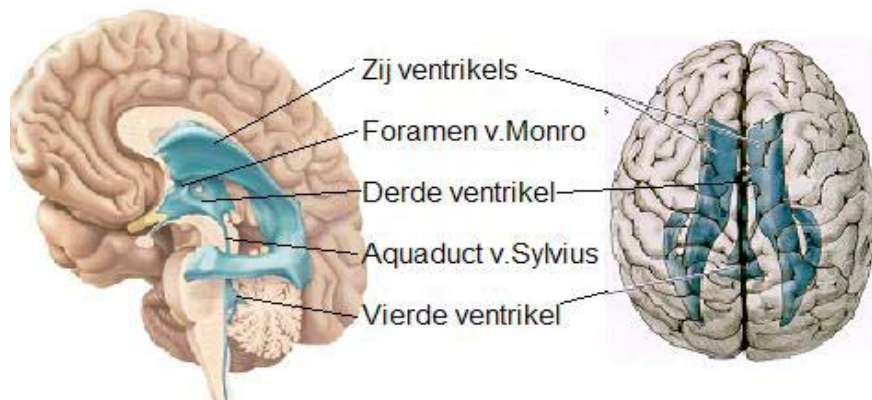
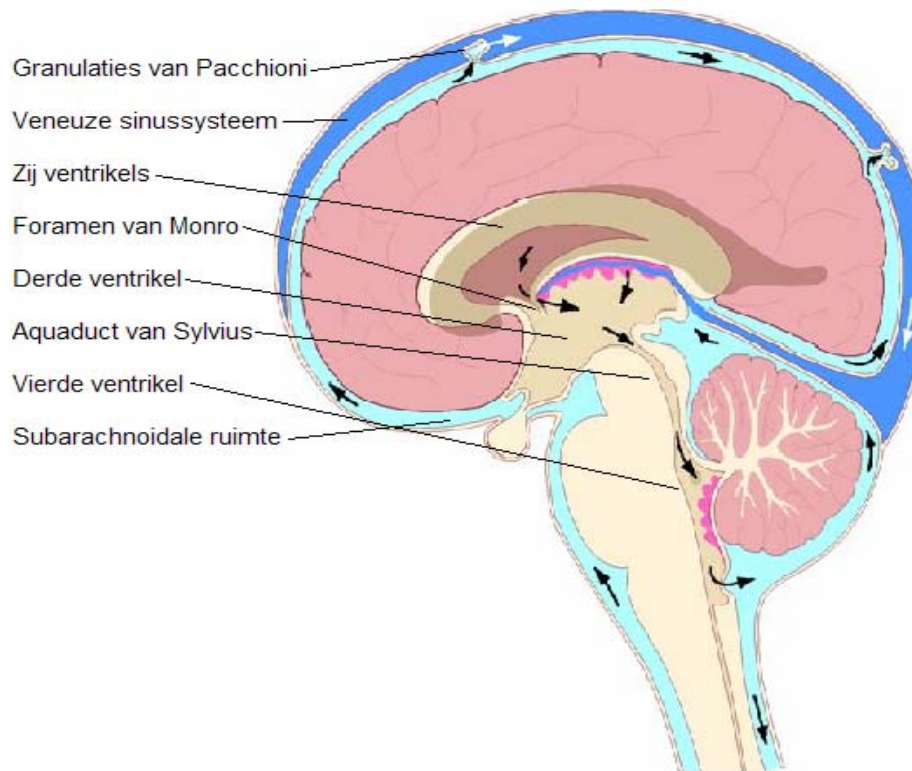
De functies van liquor zijn:

- Bescherming van de hersenen tegen schokken doordat de hersenen omgeven zijn door de liquor
- Afvoeren van stoffen, o.a. CO₂, H⁺ en lactaat uit de extracellulaire ruimten van het centraal zenuwstelsel

De liquor wordt geproduceerd in de laterale (1^e en 2^e) ventrikels in de plexus chorioideus en de ependymcellen (inwendige bekleding van het ventrikelsysteem). De plexus chorioideus is een zeer bloedrijk orgaanje wat uit bloed liquor vormt.

Resorptie van de liquor vindt plaats in de uitstulpingen van het spinnenwebvlies, de granulaties van Pacchioni naar de sinus sagittalis superior. Dit gebeurt onder invloed van hydrostatische druk en colloid osmotische druk. Via de sinus sagittalis superior wordt de liquor afgevoerd via het veneuze systeem. De afvoer van liquor bij het ruggenmerg gaat via lymfevaten in de wervelkolom.

Het totale volume van de liquor bij volwassenen is ongeveer 125/150 ml. De totale productie en afvoer per 24 uur is ongeveer 500 ml. Er is dus een vrij hoge turn-over in productie en resorptie.



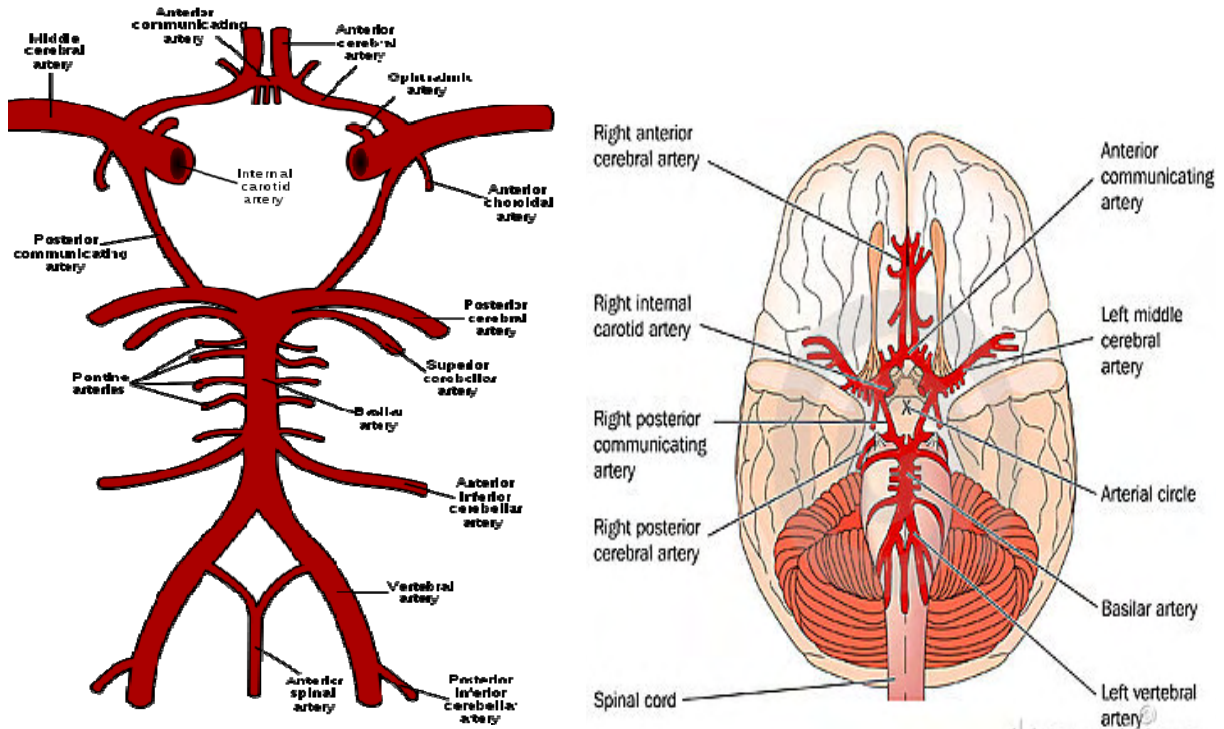
Cerebrale vaatvoorziening

De hersenen worden van bloed voorzien vanuit de arteriae carotides (links en rechts) en de arteriae vertebrales (links en rechts) (binnen de schedel de a. basilaris) Deze komen bij elkaar in de cirkel van Willis.

Deze ligt in de subarachnoïdale ruimte aan de basis van het cerebrum. Uit de cirkel van Willis ontspringen de grote cerebrale vaten; de a. cerebri anterior, - media en posterior. Binnen dit stelsel bestaan een groot aantal kleine onderlinge verbindingen.

De cirkel van Willis is zo aangelegd dat als één van de arteriae carotides uitvalt, bijvoorbeeld bij stenose, dit ongemerkt kan blijven. Er bestaan ook meerdere verbindingen vanuit de arteriae carotides en de cirkel van Willis. Uitval van de arteria basilaris is echter nooit ongemerkt omdat deze eerst de hersenstam van bloed voorziet.

De cirkel van Willis is bij ongeveer 20 % van de gevallen niet volledig functionerend, bijvoorbeeld doordat één van de vaten niet is aangelegd of doordat door atherosclerose de onderlinge verbindingen verstoord zijn.



Arteria cerebri anterior	→	Mediale zijde van de frontaal en parietaalkwab.
Arteria cerebri media	→	Groot deel van de parietaal en temporaalkwab
Arteria cerebri posterior	→	Occipitaalkwab
Arteria basilaris	→	Hersenstam en cerebellum

Veneuze systeem

Vanuit de arteriën worden vertakkingen afgegeven naar stroom- en functionele gebieden.

De veneuze afvloed gebeurt via een uitgebreid netwerk van kleine venen die via grotere veneuze vaten uitkomen in het veneuze sinussysteem dat in de dura mater ligt. De grootste afvloed komt via het sinussysteem uit in de venae jugulares internae, waar het bloed weer in de grote circulatie terecht komt.

Arteriële systeem

De cerebrale arteriën kunnen zich, onder normale omstandigheden, aanpassen ten behoeve van de cerebrale bloedflow:

- Reactie op bloed – CO₂ gehalte: vasoconstrictie bij een daling van het pCO₂ en vasodilatatie bij een stijging van het pCO₂
- Vasodilatatie bij bepaalde functie of stofwisseling die toename bloedflow vereisen
- Reactie op bloeddrukveranderingen: vasomotore autoregulatie

Vasomotore autoregulatie

De hersenen hebben de bijzondere eigenschap dat de cerebrale bloeddorstrooming onder normale omstandigheden constant blijft; vasomotore autoregulatie. Dit werkt door vernauwing en verwijding van de cerebrale arteriën en vaten. Deze autoregulerende mechanismen treden in werking bij:

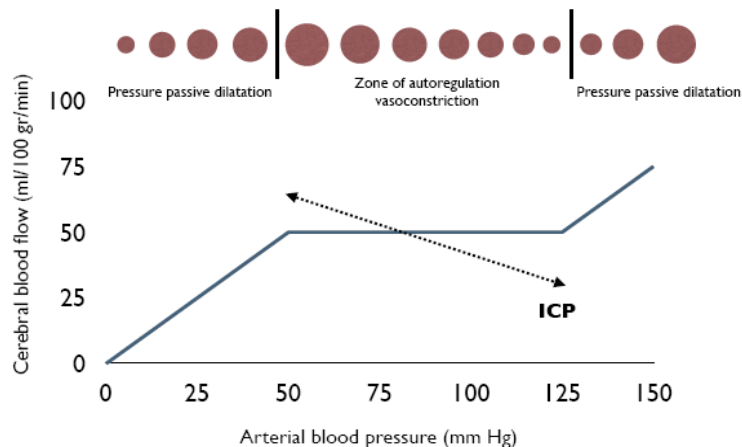
- Verandering van bloeddruk (druk-autoregulatie)
- Veranderingen in de rheologische eigenschappen van het bloed (viscositeits-auto regulatie)

Deze autoregulatie is nodig o.a. om het brein continu te voorzien van de juiste hoeveelheid bloed met hierin zuurstof en glucose. Maar ook omdat er bij een volwassen mens een flink hoogte verschil is tussen liggen en staan. Als de hersendoorbloeding door de autoregulatie niet zou worden aangepast zouden we flauwvallen bij het opstaan.

Onder normale omstandigheden blijft, door te reageren met vasodilatatie en –constrictie, de cerebrale bloedflow constant tussen een gemiddelde bloeddruk van ongeveer 60 tot 160 mmHg. Bij een lage bloeddruk verwijden de vaten zich en stroomt het bloed langzamer en bij een hoge bloeddruk vernauwen de vaten zich. Zo wordt er een constante bloedflow gegarandeerd.

Pas als de gemiddelde bloeddruk onder de 60 of boven de 160 mmHg komt, functioneert de autoregulatie niet meer. Onder de 60 mmHg zijn de vaten al maximaal verwijd en boven de 160 mmHg maximaal vernauwd. Bij een hoge gemiddelde bloeddruk neemt de flow toe en zullen de vaten zich dilateren met hyperemie en verhoogde intracranieële druk tot gevolg.

Bij een lage gemiddelde bloeddruk neemt de flow af en vernauwen de vaten zich, dit kan ischemie tot gevolg hebben.



Bij patiënten die bekend zijn met hyper- of hypotensie verschuiven deze grenzen. Bij iemand met hypertensie zal de doorbloeding bijvoorbeeld pas veranderen bij een gemiddelde bloeddruk onder de 80 en boven de 180 mmHg.

Bloedhersenbarrière en bloedliquorbarrière

Dit is een netwerk van cellen en membranen tussen capillaire wandcellen en de gliacellen, die de verbinding vormen met de extracellulaire ruimte van de neuronen in de hersenen.

De bloedhersenbarrière beschermt de hersenen door ervoor te zorgen dat o.a. glucose, zuurstof, koolzuur, gassen, vrij kunnen passeren tussen bloedvaten en hersencellen maar andere stoffen zoals bepaalde geneesmiddelen niet.

Fysiologie bewustzijn

Het bewustzijn ontstaat door een samenwerking tussen:

- Ascending Reticular Activating System (ARAS)
- Formatio Reticularis
- Cortex

Ten aanzien van het bewustzijn speelt de cortex een grote rol, terwijl het (Ascending) Reticular Activating System (ARAS) in combinatie met Formatio Reticularis verantwoordelijk is voor de graad van wakker zijn (bewustzijn).

Het (A)RAS is een gecompliceerd systeem, dat vanuit de hersenstam in verbinding staat met vele delen van de hersenen en de cortex. Het reguleert het waak- slaapritme en het niveau van bewustzijn/alertheid.

De Formatio Reticularis, gelegen in de kern van de hersenstam van het mesencephalon tot in de medulla, heeft verbindingen met de hypothalamus, thalamus en (onder meer frontale) cortex. De exacte werking van dit systeem is niet bekend. Waarschijnlijk is dit systeem voornamelijk verantwoordelijk voor het continu sturen van impulsen naar spieren in reactie op het ontvangen van prikkels vanuit de thalamus, de cortex en kernen in de hersenen.

Functioneel heeft de formatio reticularis waarschijnlijk een taak op het gebied van diepe sensoriek en gevoel in de ruimte (bijvoorbeeld rechtop staan met voldoende kracht om dat te kunnen doen).

Lagere niveaus analyseren *dat* er iets is, de cortex analyseert *wat* er is.

Bewustzijn kan worden omschreven als de doelgerichte interactie met de buitenwereld, de juiste voorstelling van de buitenwereld, het formuleren van gedachten.

Iemand met een normaal, helder bewustzijn is wakker en zich bewust van zichzelf en zijn omgeving en is in staat om willekeurige bewegingen uit te voeren ("awake and aware").

Hoofdstuk 2 Pathologie

(Patho)fysiologie cerebrale bloeddorstroming

De hersenen behoren tot de best doorbloedde organen. 15 tot 20 % van het hartminuut-volume gaat naar de hersenen, terwijl de hersenen maar 1/50^e deel van het lichaamsgewicht is. Er stroomt ca. 80 ml per minuut per 100 gram hersenweefsel doorheen. De hersenen van de gemiddelde volwassene zijn ongeveer 1500 gram.

De cerebrale bloeddorstroming wordt bepaald door de cerebrale perfusiedruk. Dit is de druk waarmee het bloed door de hersenen stroomt. Dit is afhankelijk van de gemiddelde arteriële bloeddruk (MAP) en de intra craniële druk (ICP). CPP= MAP-ICP.

De hersenen zijn qua energievoorziening vrijwel geheel afhankelijk van glucose afbraak. De glucose behoefte van het brein is ongeveer 20% van de dagelijkse behoefte. Glucose wordt met behulp van zuurstof verbrand en hierbij omgezet in water en koolzuur.

Energieopslag is niet mogelijk, daarom is een goede cerebrale bloedflow (CBF) en continue aanvoer van glucose en zuurstof noodzakelijk. Bij een te lage CBF blijft de energievoorziening nog wel even gewaarborgd doordat er dan meer glucose en zuurstof aan het bloed wordt onttrokken dan normaal.

Schade treedt op als de compensatiemechanismen falen en er niet meer kan worden voldaan aan de metabole behoeften van de neuronen. Functieverlies treedt op als er minder dan 50% van de normale CBF is. Als de CBF enkele minuten minder dan 10 ml per 100 gram hersenweefsel is treedt er blijvende schade op, de infarct drempel.

Bij een neuro accident is een gebied door cerebrale ischemie onherstelbaar beschadigd, de primaire schade. De primaire schade kan worden verergerd door reacties die hierdoor optreden en die kunnen leiden tot secundaire schade:

- Celschade door calcium dat de cel instroomt door functieverlies van ionenpompen
- Beschadiging van cellen door stoffen die vrijkomen bij celverval
- Optreden van plaatselijk hersenoedeem door daling van de pH door anaërobe verbranding van glucose. Hierdoor plaatselijk vermindering van de CBF

Rondom het gebied wat onherstelbaar beschadigd is, is de bloedvoorziening zo slecht geweest dat de neuronen niet meer functioneren maar nog wel levensvatbaar zijn: de penumbra. De CBF is hierbij enkele minuten minder dan 20ml per 100gr hersenweefsel geweest, de ischemische drempel. Herstel van de hersencellen in de penumbra treedt deels op door fysiologische mechanismen.

De behandeling van acuut hersenletsel is dan ook het voorkomen van secundaire schade en daarmee het redden van het hersenweefsel in de penumbra. Het is daarom belangrijk om te zorgen voor voldoende CBF en optimale omstandigheden voor de hersencellen:

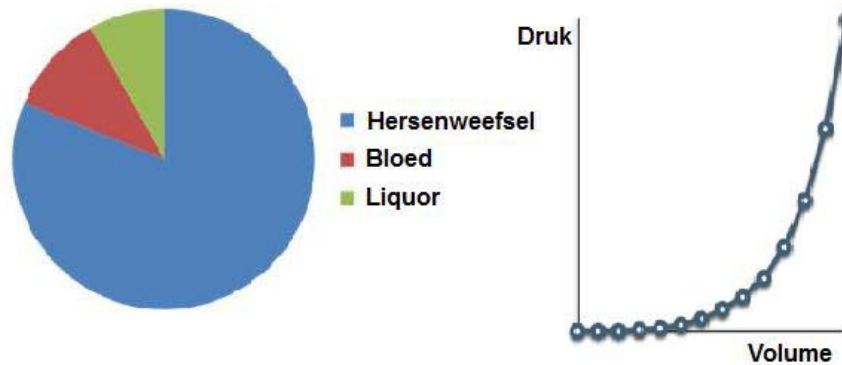
- Streef CPP >60 mmHg of streefmap >80
- Streef ICP <20 mmHg
- Saturatie > 95%
- Glucose 6-8
- Normothermie



Mechanische compensatie: Volume compensatie en buffer

De inhoud van een volwassen schedel bedraagt ongeveer 1500 ml. Hier zit bij:

- Hersenweefsel, 1300 tot 1500 gram
- Liquor, ongeveer 150 ml
- Bloed, ongeveer 200 ml



De Monro Kellie doctrine stelt dat de schedelinhoud altijd constant blijft:

$$V \text{ hersenen} + V \text{ bloed} + V \text{ liquor} + V \text{ RIP} = \text{constant}$$

De schedel kan immers niet uitzetten om meer ruimte te creëren. Wel kunnen andere compartimenten en eigenschappen van de hersenen en vaten beperkte mogelijkheden bieden om meer ruimte te maken binnen de schedel:

Volume buffering:

- De elastische eigenschappen van de hersenen en de cerebrale vaten bieden de beperkte mogelijkheid tot geringe volume opslag door volume buffering

Volumecompensatie:

- De veneuze vaten worden gecompriëerd en vervormd, waardoor het intracranieële bloedvolume afneemt. Relatief treedt er daardoor een verschuiving op naar de arteriële zijde van de cerebrale circulatie. Dit is een snel optredend compensatiemechanisme
- Het totale liquorvolume neemt af door een verhoogde resorptie en het craniele gedeelte neemt nog eens af doordat het mogelijk is om liquor te verschuiven naar het wervelkanaal compartiment. Dit is een langzaam optredend compensatiemechanisme. De liquorresorptie neemt toe bij stijgende druk; de productie blijft wel hetzelfde

Compensatiemogelijkheden zijn mede afhankelijk van de snelheid waarmee een volumetoename optreedt. Bij een snelgroeiend proces is de compensatiemogelijkheid sneller uitgeput dan bij een langzaam groeiend proces, hierbij moeten dan ook sneller de beperkte bufferende eigenschappen worden aangesproken.

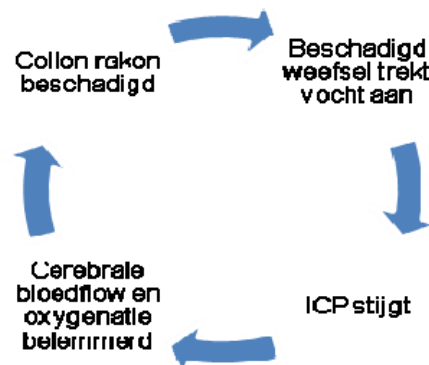
Na overschrijding van de buffercapaciteit gaat bij een bepaald volumetoename de druk heel langzaam omhoog. Bij verdere volumetoename zie je dat de intracranieële druk steeds sneller stijgt (zie grafiek hierboven).

Hersenoedeem

Hersenoedeem is een toename van de hoeveelheid vocht in de hersenen buiten het liquorsysteem. Hersenoedeem kan ontstaan als reactie op elke afwijking in of bij de hersenen, het is een uiting van de verstoring van de weefselintegriteit:

- Beschadigde bloed-hersenen barrière (BBB)
- Gestoorde autoregulatie
- Gestoorte membraan- en mitochondriële functies

Hersenoedeem is een gevolg van de primaire schade aan de cellen en kan secundaire schade als gevolg hebben. Als hersenweefsel beschadigd is trekt het vocht aan waardoor het hersenweefsel zwelt. Dit zorgt voor hogere intracranieële druk waardoor de cerebrale doorbloeding en oxygenatie worden belemmerd, de cellen raken hierdoor beschadigd en trekken weer vocht aan.



Er bestaan verschillende vormen van hersenoedeem:

- Vasogeen hersenoedeem ontstaat door een stoornis in de bloed-hersenenbarrière bij tumoren, infectie, trauma of bloedingen. Eiwitmoleculen kunnen door de bloed-hersenenbarrière het hersenweefsel in en trekken vocht aan. Dit vocht zit in de ruimte tussen de cellen.
- Cytotoxisch hersenoedeem ontstaat door beschadiging van de cellen als gevolg van ernstige hypoxie bij vroege ischemie, shock, reanimatie of door druk op het vaatbed door uitval van de vasomotorische autoregulatie. Door ontregeling van de membraanfuncties trekt de cel meer water aan. Door het vrijkomen van o.a. lactaat uit de kapotte cellen kan vasogeen oedeem ontstaan of toenemen.
- Osmotisch hersenoedeem ontstaat ten gevolge van osmotische drukverschillen tussen het intravasculaire compartiment en het hersenweefsel. Bijvoorbeeld door te snelle correctie van diabetes of ernstige elektrolytenstoornissen
- Hydrostatisch hersenoedeem ontstaat door uitval van het autoregulatie mechanisme. De druk in de vaten wordt hierbij zo hoog dat veel vloeistof uit de bloedbaan de extracellulaire ruimte ingeperst wordt.

Op een CTscan is oedeem te zien. De verschillende vormen van oedeem of het ontstaan hiervan is hierop echter niet te onderscheiden.

Ook op grond van klinische verschijnselen zijn de verschillende vormen van oedeem niet te onderscheiden. Verschijnselen treden op als door het oedeem de intracranieële druk stijgt.

Behandeling van hersenoedeem:

- Corticosteroïden vóór een hersenoperatie en bij tumoren. Het werkt voornamelijk op vasogeen hersenoedeem en het duurt ongeveer 24 uur voordat het werkt.
- Hypertone of hyperosmolaire oplossingen zoals NaCl 10 %, NaBic 8,4% en mannitol. De osmotische druk in het bloed stijgt waardoor het oedeemvloeistof in de hersenen wordt aangetrokken.

Beschadigde bloedhersenbarrière

Bij o.a. ontstekingsprocessen, traumata, CVA of tumoren kan de bloed-hersenbarrière verstoord raken. Afhankelijk van de ernst van de beschadiging laat de bloed-hersenbarrière ook electrolyten of ook grotere moleculen zoals eiwitten door naar de hersencellen.

Een beschadigde bloed-hersenbarrière is te zien op een MRI scan doordat contrastvloeistof doorgelaten wordt in het hersenweefsel.

Dysfunctie van de cerebrale autoregulatie

Na een ernstig neurotrauma kan er regionale of gehele uitval van de cerebrale autoregulatie ontstaan. Onder normale omstandigheden, bij een intacte autoregulatie, blijft de cerebrale bloedflow(CBF) constant tussen een gemiddelde bloeddruk(MAP) van ongeveer 60-160mmHg.

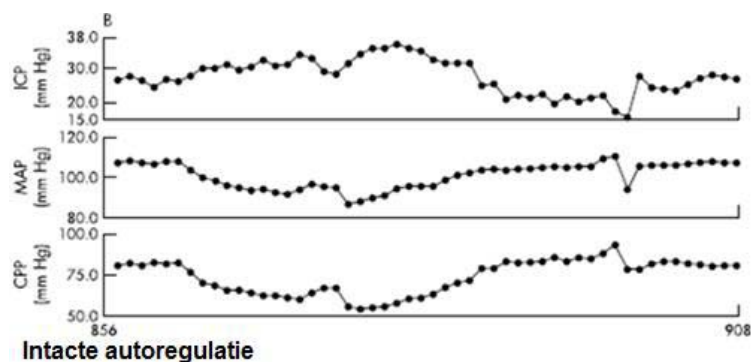
Als de autoregulatie gestoord is wordt de (regionale) CBF afhankelijk van de cerebrale perfusiedruk (CPP) en daarmee afhankelijk van de MAP.

Bij een verhoogde intracranieële druk (ICP) daalt de CPP en wordt de CBF niet constant gehouden. Als compensatie zal de bloeddruk stijgen.

Bij gehele uitval van de cerebrale autoregulatie zal de ICP stijgen als de MAP stijgt. Bij een stijging van de MAP zullen de vaten dilateren, ze nemen hierdoor meer ruimte in binnen de schedel waardoor de ICP stijgt.

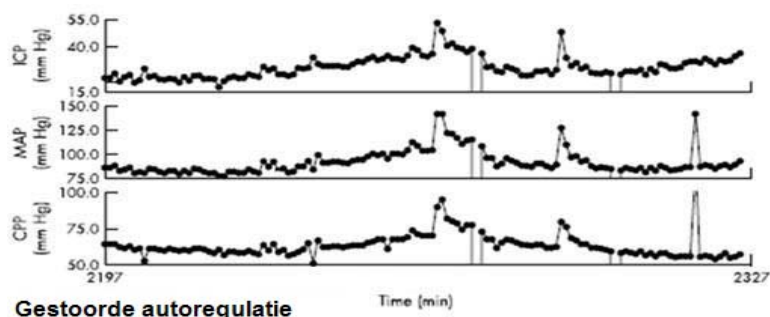
Voor de behandeling is het van groot belang om te weten of de cerebrale autoregulatie volledig gestoord is.

Bij een intacte autoregulatie is er geen relatie tussen de ICP en de MAP (zie figuur hieronder) en wordt er een CPP >60 nagestreefd. Als de ICP stijgt, streven we naar een hogere MAP om de CPP te waarborgen. $CPP = MAP - ICP$



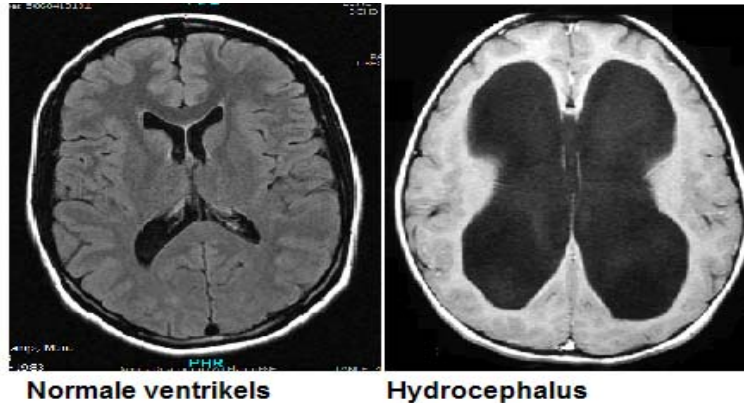
Zoals te zien is in onderstaand figuur, loopt bij een gehele uitval van de cerebrale autoregulatie de ICP lineair met de MAP, ze zijn volledig aan elkaar gerelateerd.

Door een lagere MAP na te streven zal de ICP ook dalen. Om de ICP <20 te houden kan ervoor gekozen worden om een lagere CPP te accepteren.



Liquorcirculatiestoornissen

Stoornissen in de liquorcirculatie kunnen leiden tot een hydrocephalus. Er wordt gesproken van een hydrocephalus als het ventrikelsysteem een abnormaal grote inhoud heeft.



De oorzaak kan een obstructie of resorptie stoornis zijn.

Bij een obstructiehydrocephalus is er sprake van een obstructie in het liquorsysteem tussen de plaats waar de liquor geproduceerd en geresorbeerd wordt. Doordat de productie doorgaat maar de liquor niet meer door kan stromen en dus niet geresorbeerd kan worden, ontstaat een verwijding van het ventrikelsysteem voor de blokkade.

Dit kan ontstaan door bijvoorbeeld een tumor of door oedeem, veelal in de buurt van de derde/ vierde ventrikel of het aquaduct van sylvius, die de liquorcirculatie afsluit door verdrukking. Bij een bloeding door een SAB of AVM kan de liquor stroperig worden en er kunnen stolsels gevormd worden, hierdoor kan een obstructie ontstaan.

Bij een communicerende hydrocephalus staan alle liquorruimten nog met elkaar in verbinding maar is de resorptie belemmerd. Er ontstaat een verwijd ventrikelsysteem omdat de liquor productie doorgaat maar de liquor niet geresorbeerd wordt doordat er bijvoorbeeld na een SAB of meningitis bloed of pus in de granulaties van Pacchioni zit.

Verschuinselen bij acute hydrocephalus zijn snel progressieve hoofdpijn, neurologische verschuinselen, bewustzijnsverlies.

Verschuinselen bij een chronische verloopende hydrocephalus: loopstoornissen, mictieproblemen, psychische achteruitgang.

De behandeling van een hydrocephalus bestaat uit het plaatsen van een externe of interne liquor drainage en eventueel behandeling van de oorzaak van een obstructie.

Zie protocol externe liquordrainage op KWINT.

Intracranieële druk

De intracranieële druk is de druk in de hersenen. Normaal is deze tussen de 0 en 15 mmHg of 12 cm H₂O. Door een verhoogde ICP kan hersenweefsel beschadigen door een tekort aan weefseldoorbloeding en oxygenatie. De ICP stijgt pas als de volume compensatie en buffercapaciteit al zijn aangesproken en zijn uitgeput.

De druk kan gemeten worden met behulp van een lumbaal punctie met drukmeter of via een continue ICP meter (parenchymateus of intraventriculair).

De ICP is afhankelijk van de veneuze druk, maar onder pathologische omstandigheden voornamelijk door liquorstuwing, hersenoedeem of een RIP (tumor, bloeding).

Een scala aan verschuinselen en syndromen kan worden aangetroffen bij stijging van de intracranieële druk en (dreigende) inklemming. De verschuinselen veranderen en/of verslechteren naarmate de ICP stijgt en de inklemming in ernst toeneemt.

Verschijnselen verhoogde intracraniele druk:

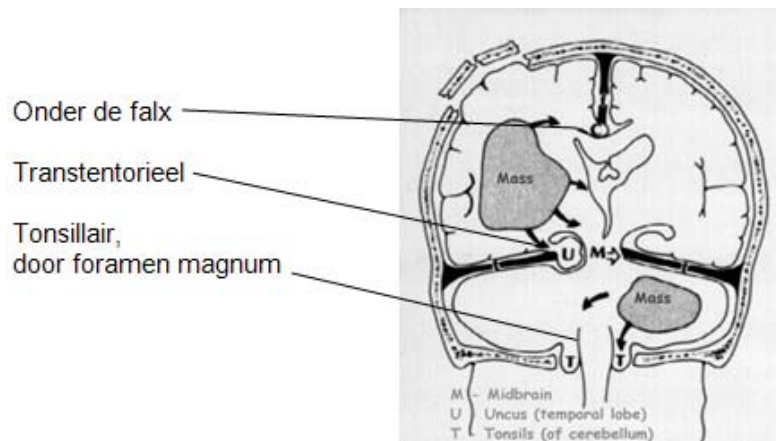
- Hoofdpijn (door druk op de hersen vliezen)
- Misselijkheid (projectiel) braken
- Hikken, geeuwen
- Motore onrust, verwardheid
- Bewustzijnsdaling, achteruitgang EMV
- Pupil verschil, lichtstijve pupil(len), verandering van pupilvorm (ipsilateraal)
- Oogstandafwijkingen, abnormale oogbewegingen
- Neurologische uitvalsverschijnselen
- Buig/strek krampen (M3/2)
- Verandering ademhalingspatroon
- Bradycardie of tachycardie, ritmestoornissen
- Hypertensie (vooral stijging systole)
- In 20% van de gevallen Cushing respons: hypertensie + bradycardie of Cushing trias: hypertensie+ bradycardie + abnormaal ademhalingspatroon

Inklemming/ herniatie

Herniatie (inklemming) is de verplaatsing en vervorming van hersenweefsel.

Verschillende vormen van inklemming, afhankelijk van de plaats:

- Supratentorieel:
 - o Onder falx cerebri
 - o Transtentorieel
- Infratentorieel
 - o Directe compressie hersenstam
 - o Door foramen magnum/ tonsillaire inklemming



Onder falx cerebri: Hersenweefsel wordt tegen of onder de falx door gedruwd waardoor druk uitgeoefend wordt op de andere hemisfeer en ischemie en oedeem ontstaat met ICP verhoging als gevolg.

Deze vorm van inklemming komt vaak voor. Het bewustzijn zal dalen door verdrinking van beide hemisferen.

Transtentorieel: Verplaatsing van de hemisferen, basale ganglia, diencephalon en mesencephalon door de opening in het tentorium.

Vroege verschijnselen zijn een toenemende bewustzijnsstoornis tot coma, cheyne stokes ademhaling, wijde lichtstijve pupil, scheelzien door uitval N. abducens, contra laterale hemiplegie, buig en strekkrampen.

Infratentoriële inklemming: Directe compressie van de hersenstam, cerebellum en de daarmee verbonden hersenzenuwen en vaatvoorziening, de opwaartse herniatioe en de neerwaartse herniatioe van een of beide cerebellaire tonsillen door het foramen magnus en daarmee compressie van de medulla.

Directe compressie hersenstam: coma, abnormale ademhalingspatronen, pupilverandering, verlies van opwaartse blik, hemiparese, buig/ strek krampen tot spierslapte, dysfunctie hersenzenuwen.

Tonsillair: veranderingen in de ademhaling tot ademstilstand. Verandering van bewustzijn tot coma. Soms als vroeg symptoom hoofdpijnaanvallen, nekstijfheid. Afwijkingen vitale parameters, buig/ strekkrampen.

We benoemen de verschillende vormen van inklemming, afhankelijk van plaats. Echter komen deze vormen van inklemming vrijwel nooit geïsoleerd voor. Naarmate de herniatioe in ernst toeneemt, kunnen de verschijnselen veranderen en verslechteren.

Behandeling van herniatioe bestaat uit het verlagen van de intracraniële druk, het waarborgen van de cerebrale perfusiedruk en het eventueel vergroten van het hersenweefselcompartiment door bijvoorbeeld externe liquordrainage of chirurgische decompressie craniectomie.

Als de ICP door blijft stijgen en de herniatioe verergert, kan de cerebrale bloedflow niet meer gewaarborgd blijven. De bloeddruk en de cerebrale perfusiedruk dalen. In een vergevorderd stadium komt er geen bloed meer in de hersenen met hersendood als gevolg.

Hersendood

Volgens de *richtlijn hersendood UMC St. Radboud* is hersendood het volledig en onherstelbaar verlies van de hersenschors- en hersenstamfuncties (whole brain death concept).

Hersendood wordt gediagnosticeerd op basis van klinisch en aanvullend onderzoek:

- Er is sprake van een dodelijk hersenletsel waarvan de oorzaak bekend is en welke onbehandelbaar is
- Andere oorzaken voor de bewusteloosheid of unresponsiveness zijn uitgesloten: hypothermie, hypotensie, intoxicatie, medicatie, blokkade neuromusculaire overgang, *metabole stoornissen*
- EMV 1-1-1
- Afwezigheid van de volgende stamreflexen:
 - o Pupilreacties
 - o Corneareflexen
 - o Oculocephaal reflex
 - o Hoest reflex
- EEG: iso-elektrisch
- Apneu test- ontbreken spontane ademhaling
- Indien EEG of apneu test niet goed uit te voeren zijn, als te risicovol beschouwd wordt of als de onderzoeken beïnvloed worden door sedatie, kan er gekozen worden voor een TCD gevolgd door een CTA.
- Sedatie moet voor de onderzoeken gestaakt zijn: minimaal vier maal de halfwaardetijd van het desbetreffende middel

Hoofdstuk 3 Observatie

Bewustzijn en coma

Bewustzijnsstadia:

- Concentratiestoornissen
- Desoriëntatie, Motorische Onrust, Suf
- Coma

Bewustzijnsdaling is een gradueel proces:

Helder → Omneveld → Somnolent → Soporeus → Comateus

Bewustzijn kent twee aspecten: wekbaarheid en inhoud

Definitie coma volgens dr. Vos, neuroloog UMC St.Radboud:

Een patiënt is in coma als hij ondanks een pijnprikkel de ogen niet opent, geen opdrachten uitvoert en geen verbale respons geeft. Dit is een EMV score van E1 M5 V2 of lager.

De oorzaak van een coma kan een probleem zijn in beide hemisferen of in de hersenstam.

Het kan een diffuus of lokaal probleem zijn:

Diffuus:

- Hypotensie, hypertensie, hypoxie, hypercapnie, zuur-base evenwicht
- Intoxicatie - metabool
- Infectie - encephalitis
- Herniatie
- Unilateraal ruimte innemend proces + verplaatsing (na trauma/ maligniteit)
- Gegeneraliseerde epilepsie
- Eindstadium degeneratieve aandoeningen
- Hypo-, hyperthermie

Lokaal:

- Trauma: hersenstamcontusie, hematoom, diffuus axonale schade
- Bloeding of infarct in achterste circulatie
- R.I.P.

Observatie van het bewustzijnsniveau

Om het bewustzijn van een patiënt zo objectief mogelijk vast te kunnen stellen en in een concrete en voor één uitleg vatbare scorevorm weer te geven wordt een scorings schaal gebruikt zoals de Glasgow Coma Scale, de FOUR score of de in het UMC St. Radboud ontwikkelde Bewustzijnsscore 2.0.

De Glasgow Coma Scale

De GCS is ontwikkeld in 1974 door Jennet en Teasdale en is een wijd verbreid geaccepteerd meet instrument voor het vast stellen van het bewustzijnsniveau van volwassenen en kinderen ouder dan zes jaar.

In de GCS wordt het bewustzijnsniveau bepaald door de beste prestatie, die de patiënt in elk van de 3 onderdelen van de schaal kan volbrengen.

Ogen openen

- E4 Spontaan open
- E3 Open op aanspreken
- E2 Open op pijnprikkel
- E1 Geen reactie

Beste motore reactie van de armen

- M6 Voert opdracht uit
- M5 Lokaliseren
- M4 Terugtrekken
- M3 Abnormaal buigen
- M2 Strecken
- M1 Geen reactie

Beste verbale reactie:

- V5 Georiënteerd – normaal gesprek is mogelijk
- V4 Gedesoriënteerd – verwarde zinnen
- V3 Inadequaat – Alleen woorden
- V2 Onverstaanbaar – alleen klanken
- V1 Geen reactie

Observeren, meten en vastleggen van bewustzijnsscores

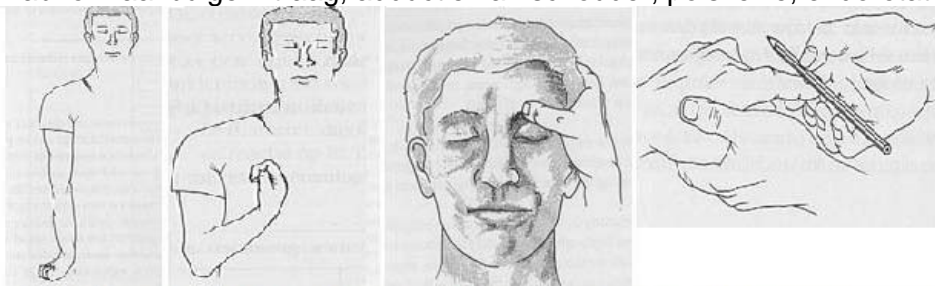
- Observeer de patiënt op spontane activiteit
- Observeer de patiënt bij aanspreken
- Gebeurt er bij geen van beide iets, dien dan beiderzijds een pijnprikkel toe door druk uit te oefenen op het nagelbed met een pen of kocher of supra-orbitaal
- Observeer het openen van de ogen, de verbale reactie, en de motorische reactie van de armen
- Noteer de afzonderlijke informatie uit de uit E-, M-, V score, dit geeft meer informatie dan een totale score. $E4M6V5 = 15$
- Dien alleen een pijnprikkel toe als er geen spontane reactie of reactie op aanspreken verkregen wordt. Geen pijnprikkel toedienen bij o.a. poli-neuropathie, sedatie, temp<33C, dwarslaesie, perifeer letsel, guillian barré, wakkere patiënt met een hemibeeld
- Als een onderdeel niet gescoord kan worden, noteer dit erbij, bijvoorbeeld E4 M6 V-afasie/ canule

E: Score van het openen van de ogen

- Niet beide ogen hoeven geopend te worden, één is voldoende voor de score
- Als de patiënt de ogen altijd open heeft, sluit deze dan en vraag de ogen weer te openen

M: Score van de motoriek

- De beste reactie van de armen wordt hierbij genoteerd. De reactie van de benen op een pijnprikkel wordt niet getest en genoteerd, dit kan een spinale reflex zijn
- M 5: lokaliseren:
 - o Nagelbeddruk: contralaterale hand beweegt over middellijn richting pijnprikkel
 - o Supra orbitale pijnprikkel: hand beweegt richting hoofd tot kin of hoger
 - o Lokaliseren naar tube bij bronchiaal toilet of mondzorg
- M 4: terugtrekken: snel, variabel, van het lichaam af. Terugtrekken tot boven de kin op perifere pijnprikkel is een M4
- M 3: abnormaal buigen: traag, adductie van schouder, polsflexie, endorotatie onderarm



M2: strekken M3:abnormaal buigen Pijnprikkel supra orbitaal Pijnprikkel perifeer: nagelbed

V: Verbale score

- V 3: inadequaar, patiënt spreekt in vorm van losse woorden
- V 2: onverstaanbaar, alleen klanken, geen woorden, grommen, mompelen

Voor meer informatie over de GCS zie Kwint UMC St.Radboud *Glascow Coma Scale*

FOUR score: Full Outline of UnResponsiveness score coma scale

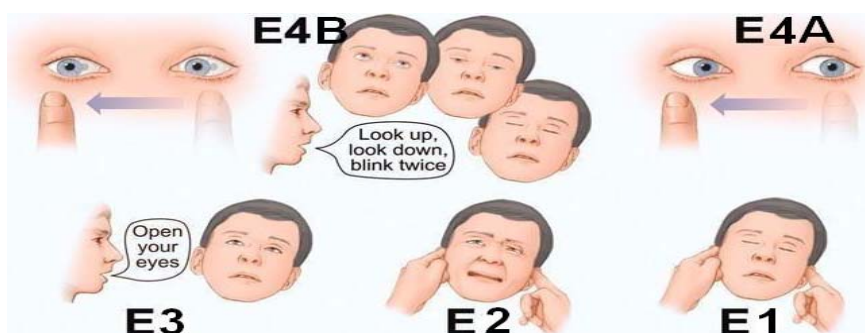
De FOUR score bestaat uit 4 scoringsonderdelen, oogrespons, motore respons, hersenstam reflexen, en ademhalingspatroon. Elke onderdeel scoort 0 tot 4 punten, de minimale score van de FOUR score is dus 1 en de maximale score 16.

Bewustzijnsscore 2.0

Binnen de intensive care UMCN is er een bewustzijnsscore ontwikkeld waarin zowel de Glasgow Coma Scale als elementen van de FOUR score zijn verwerkt:

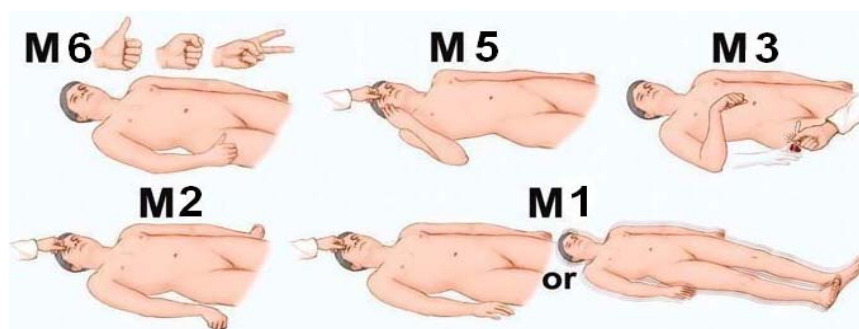
GCS ogen:

- E4b Ogen open en volgen op verzoek
- E4a Ogen open niet volgen op verzoek
- E4 Spontaan
- E3 Op aanspreken
- E2 Op pijnprikkel
- E1 Niet openen



Beste motore reactie van de armen

- M6 Voert opdracht uit
- M5 Lokaliseren
- M4 Terugtrekken
- M3 Abnormaal buigen
- M2 Strecken
- M1 Geen reactie

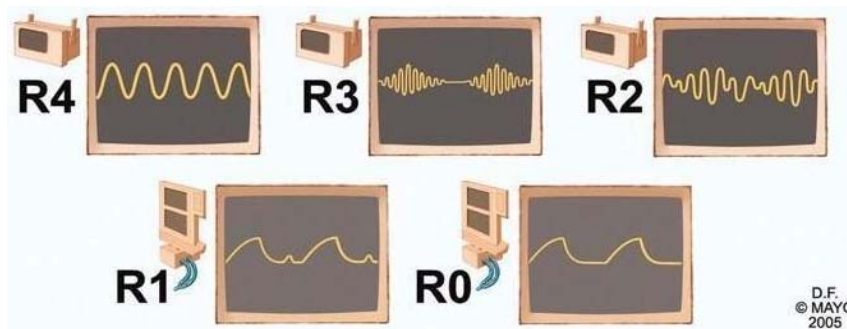


Beste verbale reactie:

- V5 Georiënteerd – normaal gesprek is mogelijk
- V4 Gedesoriënteerd – verwarde zinnen
- V3 Inadequaat – Alleen woorden
- V2 Onverstaanbaar – alleen klanken
- V1 Geen reactie
- T Tube
- C Canule
- A Afasie

FOUR score respiratie

- R4 Niet geintubeerd, regulair adempatroon
- R3 Niet geintubeerd, Cheyne-Stokes ademhaling
- R2 Niet geintubeerd, irregulair adempatroon
- R1 Geintubeerd, ademt boven machine uit (hoest bij BT)
- R0 Geintubeerd, synchroon met machine of apneu



Hersenstamreflexen

De hersenstamreflexen worden één keer per dienst gescoord door de verpleegkundige. Dit wordt gedaan tijdens de overdracht.

Meer informatie over de hersenstamreflexen zie blz. 25 *observatie hersenstam reflexen*.

Cornea reflex:

- Aanwezig
- Niet aanwezig
- Onduidelijk
- Niet gedaan

Hoest reflex:

- Aanwezig/ Niet aanwezig

Slikreflex

- Aanwezig
- Afwezig
- Onduidelijk
- Overig

Observatie motoriek

Om de kracht en lateralisatie te scoren en het beloop van de motoriek te kunnen observeren, wordt er naast de score van de motoriek binnen de EMV score, ook gebruik gemaakt van de motore score. Tevens wordt de kracht door de fysiotherapeut uitgebreider gescoord door middel van de MRC schaal.

Motore kracht score:

- 6: Sterk, normale reactie met normale kracht
- 5: Normale reactie met duidelijk minder kracht dan normaal
- 4: Normale reactie zonder enige kracht
- 3: Volgens GSC abnormaal buigen
- 2: Volgens GCS strekken
- 1: Volgens GCS geen reactie

MRC schaal: het meten van de kracht van individuele spieren:

- 5: Normale kracht. Onderzoeker kan de kracht van de gecontraheerde spier niet overwinnen
- 4: Onderzoeker kan de kracht van de gecontraheerde spier wel overwinnen, maar met moeite
- 3: Onderzoeker kan de kracht van de gecontraheerde spier makkelijk overwinnen, de spier kan de zwaartekracht nog wel overwinnen
- 2: De spier kan niet meer tegen de zwaartekracht in worden aangespannen, wel nog met uitschakeling van de zwaartekracht
- 1: De spier wordt zodanig zwak aangespannen dat er geen bewegingseffecten meer zichtbaar zijn, wel nog spiercontracties
- 0: Geen spiercontracties meer zichtbaar

Observatie hersenstamreflexen

Pupilreactie

N.III (nervus Oculomotorius) regelt de mogelijkheid van de pupillen om hun diameter aan te passen als reactie op inval van licht; de zogenaamde directe lichtreflex.

Pupilvernauwing ontstaat als gevolg van spiervezelcontractie door activering van de parasympatische vezels van N.III. Pupilverwijding ontstaat door prikkeling van de sympatische vezels van N.III. De oorsprong van N.III is gelegen in het mesencephalon.

Consensuele reactie

Naast de vernauwing van de pupil aan een zijde als gevolg van direct inschijnend licht aan die zijde, is een wat zwakkere reactie merkbaar van de pupil van het andere oog; de zogenaamde consensuele reactie. Deze reactie wordt veroorzaakt door activering van de N.II (nervus Opticus), die zowel het chiasma opticum als de commissura posterior in de midden-hersenen doorkruisen.

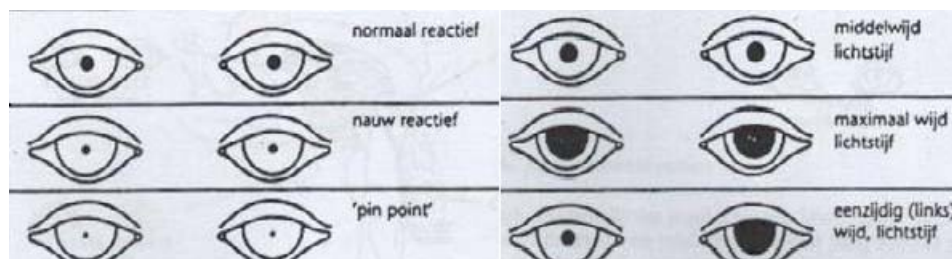
Pupilreacties

Test de pupilreactie in gedimd licht. Laat het licht zijdelings in hoek van 45 graden invallen, cave accommodatie reflex als het licht rechtstreeks wordt aangeboden.

Reactie op licht:

Direct	Indirect	
+	+	normaal
-	+	n. II laesie
-	-	n. III laesie

De normale grootte van de pupillen varieert van 2 – 6 mm, met een gemiddelde van 3,5 mm. In de regel zijn de pupillen isocoor; bij 15% van de bevolking bestaat een lichte niet-pathologische anisocorie. De diameter van de pupillen wordt beschreven in mm.



Reactiesnelheid

De pupilvernaauwing als respons op inschijnend licht:

- Levendig; zeer snelle vernaauwing bij inschijnend licht.
- Traag; vernaauwing vindt plaats, maar trager dan verwacht.
- Niet reactief

Vorm

De vorm van de pupillen is in de regel rond. Ovale of irregulaire vervorming wordt gezien als vroeg teken van transtentoriële herniatie, een tussenfase tussen een normale ronde pupil en een volledig wijde pupil.

Pupilreactie bij intracraniële drukverhoging

Bij verhoogde ICP ten gevolge van supratentoriële drukverhoging vindt een verandering plaats van de pupilgrootte en de reactie op licht als gevolg van drukverhoging op de parasympatische vezels van de N.III (nervus Oculomotorius).

In een vroeg stadium gebeurt dit veelal aan de zijde van de hemisfeer waar de drukverhoging het meest is uitgesproken (ipsilateraal: zelfde lichaamszijde). Ook kan in dit stadium een verandering merkbaar zijn van de normale ronde vorm naar een lichte ovale vorm van de pupil(len).

Bij voortschrijding van ICP-verhoging in één hemisfeer zal een lichtstijve pupil worden gezien. Wanneer de drukverhoging zich uitbreidt naar de andere hemisfeer, verandert het normale reactiepatroon van de andere pupil ook tot een verwijde lichtstijve pupil.

De pupillen zijn beiden wijd en lichtstijf in het terminale stadium van de ICP-verhoging, wat kan leiden tot hernatie en cerebrale dood.

Observatie van oogbewegingen en oogstandsafwijken

Normaliter zijn de ogen in staat symmetrische bewegingen te maken, dit wordt samengesteld uit functies vanuit zowel de cortex als mesencephalon en de hersenstam.

Oogbewegingen worden aangestuurd door de hersenzenuwen N.III (nervus Oculomotorius), N.IV (nervus Trochlearis) en N.VI (nervus Abducens). Abnormale oogbewegingen en oogstandsafwijkingen kunnen (soms vroege) verschijnselen zijn van laesies in verschillende gebieden van de hersenen. Soorten abnormale oogbewegingen; staren, verticale en/of horizontale nystagmus, divergente oogstand, dwalen.

Visusklachten

Visusklachten komen voort uit laesies/afwijkingen van het oog zelf, de orbita of uit laesies in de verbindende structuren vanuit het oog naar diverse delen in de hersenen. Zowel de gezichtsscherpte als de gezichtsvelden kunnen zijn aangedaan.

Gezichtsveldproblematiek kan voortkomen uit laesies van de N.II (nervus Opticus), het chiasma opticum en de radiatio optica.

Blindheid wordt veroorzaakt door laesies van het oog, de orbita of de nervus opticus.

Hemianopsie, uitval van de helft van het gezichtsveld van één of beide ogen, wordt veroorzaakt door laesies van de corpora geniculata.

Visuele agnosie, het onvermogen tot herkennen van bepaalde afbeeldingen en kleuren, is een gevolg van disfunctie van de occipitale cortex.

Cornea reflex

De corneareflex is het onwillekeurig sluiten van de oogleden na het aanraken van de cornea met een wattenstokje. De kringspier rond het oog (de musculus orbicularis oculi) trekt hierbij samen waardoor het bovenste ooglid zal knippen.

Het afferente deel van deze reflex bestaat uit de nervus Ophthalmicus welke onderdeel is van N.V (nervus Trigemini). Het efferente deel bestaat uit N.VII (nervus Facialis).

Bij het testen van de cornea reflex wordt de cornea met een puntje van een gaasje of tot een puntje gedraaid wattenstaafje licht vanuit de zijkant aangeraakt:



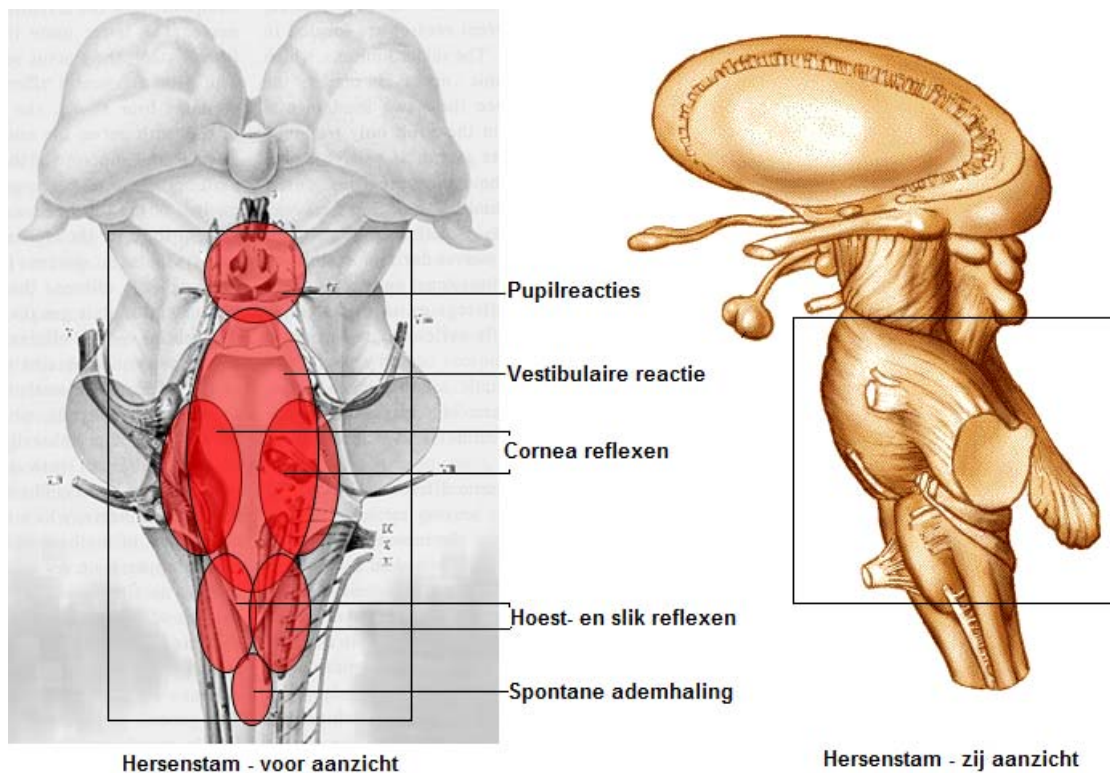
Hoest reflex

De hoest reflex kan spontaan optreden of bij prikkeling van de carina bij de geintubeerde patiënt. Het hoestcentrum zit in de medulla oblongata en de reflex verloopt via de N.IX (nervus Glossopharyngeus) en de N.X (nervus Vagus)

Slik reflex

Het slikken gebeurt in drie fasen: de orale fase (voorbereidend en transport in de mond), de faryngeale fase (in de keelholte) en de oesofagale fase (in de slokdarm).

De faryngeale fase is passief en wordt bestuurd door N.V (nervus trigeminus), N.X (nervus Vagus) en N.XII (nervus hypoglossus)



Observatie respiratie

Bij de patiënt met neurologische problemen en een verminderd bewustzijn is het belangrijk altijd de ademweg te waarborgen en te zorgen voor een goede oxygenatie om secundaire hersenschade te voorkomen.

Er wordt er gestreefd naar normo-capnie en normo-pH. Vasodilatatie wordt bevorderd door hypercapnie en acidose, vasoconstrictie wordt bevorderd door hypocapnie.

Abnormale ademhalingspatronen vinden hun oorsprong in verschillende plaatsen in de hersenstam. Een verandering van het ademhalingspatroon kan hierdoor informatie geven over de plaats van de laesie.

Het kan gaan om een primaire beschadiging van de respiratoire centra in de hersenstam, secundaire schade van de stam door drukverhoging vanuit de hersenen of cerebellum, of depressie van het centrale zenuwstelsel als gevolg van metabole dysfunctie en intoxicatie.

Abnormale adempatronen en andere problemen waardoor de ademhaling of ademweg belemmerd wordt (zoals bewustzijnsdaling, primaire longfunctiestoornissen, metabole disfunctie, intoxicaties) kunnen door hyper- en hypoventilatie slechte oxygenatie en secundaire beschadiging van het hersenweefsel veroorzaken.



Cheyne-Stokes



Kussmaul
ademhaling



Atactische
ademhaling



Apneustische
ademhaling

Cheyne-Stokes: ritmisch toe en afname van diepte en frequentie gevolgd door een apneu. Oorzaak: veranderde gevoeligheid voor CO₂, verlaagde stimulatie vanuit respiratoir centrum. Laesies diep in beide hemisferen: diencephalon of basale ganglia.

Centrale neurogene hyperventilatie/ Kussmaul ademhaling: regelmatige ademhaling met snelle frequentie en diepe teugen. Resulteert in laag pCO₂ en alkalose. Laesies in mesencephalon of pons, metabole acidose (bv diabetische ketoacidose).

Atactische ademhaling: volledige onregelmatig qua diepte en frequentie met apneu's. Laesies in medulla.

Apneustisch ademen: verlengde inspiratie, na inspiratie wordt ademhaling enkele seconden vast gehouden. Na expiratie adempauze. Forse hypoventilatie. Laesies in de pons.

Observatie circulatie

Om de cerebrale perfusiedruk en de continue aanvoer van glucose en zuurstof te garanderen is het noodzakelijk om een goede bloeddruk te handhaven.

Door hypotensie neemt de hersenperfusie en -oxygenatie af en ontstaat het risico op secundaire hersenschade.

Hypertensie bij de neurologische patiënt kan een reactieve verhoging zijn door het falen van de cerebrale autoregulatie. De cerebrale bloedflow is dan afhankelijk van de MAP.

Hypertensie kan echter ook een nadelig effect hebben op de ICP doordat het toename van hersenoedeem kan veroorzaken bij een beschadigde bloed-hersenbarrière.

Observatie van bloeddruk en puls bij ICP verhoging

In een vroeg stadium van ICP-stijging blijven bloeddruk en puls relatief constant. Bij het ontstaan van druk op de hersenstam stijgt de bloeddruk als gevolg van een ischemische reflex in het vasomotorische centrum.

Er kunnen allerlei combinaties van hyper- en hypotensie met brady- en tachycardie en ademhalingsstoornissen voorkomen. Bij ongeveer 20% van de patiënten met een cerebrale inklemming komen de Cushing reflex en trias voor:

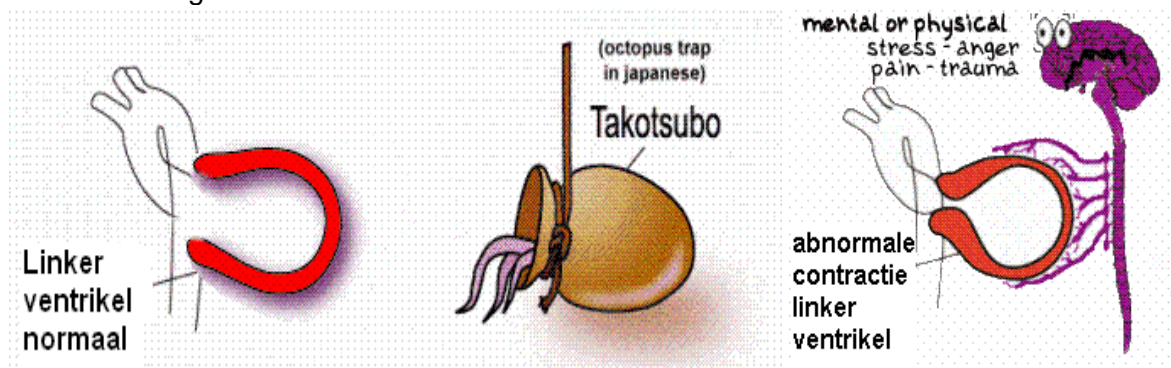
- Cushing reflex: hypertensie + bradycardie + hoge pulsdruk (compensatoir mechanisme bij ICP verhoging).
- Cushing trias: hypertensie + bradycardie + abnormaal respiratoir patroon (sterk verhoogde druk op de hersenstam).

Stress geïnduceerde cardiomyopathie- Tako Tsubo cardiomyopathie

Stress-geïnduceerde cardiomyopathie, ook wel Tako Tsubo cardiomyopathie of linker ventrikel apicaal ballooning genoemd, is o.a. bij de neurologische patiënt een steeds vaker gerapporteerd syndroom.

Het wordt gekenmerkt door voorbijgaande systolische disfunctie van de apex en/of het midden van de linker ventrikel. Het bootst een myocardinfarct na, zonder dat er sprake is van een obstructieve coronaire hartziekte.

Tako Tsubo cardiomyopathie werd het eerst beschreven in Japan. De naam is afgeleid van de Japanse naam voor een octopus val (Tako Tsubo). Deze val heeft een gelijkenis in vorm met de configuratie van de linker ventrikel bij deze afwijking. De apex van de linker ventrikel laat een ballonvormig beeld zien.



In de meeste gevallen is deze cardiomyopathie stress geïnduceerd. De functie van de distale en apicale segmenten van de linker ventrikel is verminderd en er is een hyperkinesie van de basale wand wat de ballooning van de apex tijdens de systole veroorzaakt.

Stress geïnduceerde cardiomyopathie komt vaker voor bij vrouwen dan bij mannen in de gemiddelde leeftijd van 60-75 jaar.

Het ontstaan van de stress geïnduceerde cardiomyopathie wordt getriggerd door een acute ziekte of intense emotionele of fysieke stress. Het wordt o.a. gezien bij patiënten in de acute fase na een subarachnoidale bloeding.

Er is weinig bekend over de oorzaak van de stoornis. Het manifesteert zich als een acuut myocardinfarct maar coronair angiografie laat geen kritieke laesies zien.

Een aantal kenmerken van stress geïnduceerde cardiomyopathie suggereren dat het veroorzaakt wordt door diffuse catecholamine geïnduceerde microvasculaire spasmen of disfunctie, resulterend in myocard "stunning" of door directe catecholamine geassocieerde myocardiale toxiciteit.

Dat plasma catecholamines een rol spelen bij stress geïnduceerde cardiomyopathie blijkt uit een onderzoek waarbij de plasma catecholamine (nor adrenaline en adrenaline) significant hoger was bij patiënten met een stress geïnduceerde cardiomyopathie dan bij patiënten met een myocardiinfarct.

Verschijselen

De verschijnselen van stress geïnduceerde cardiomyopathie is identiek aan een acuut myocard infarct; acute substernale pijn, evt. dyspneu, shock, ECG afwijkingen inclusief ST elevaties.

Acute complicaties die kunnen op treden zijn:

- Tachycardieën, ventriculaire tachycardie of –fibrilleren
- Bradyaritmieën
- Atrium fibrilleren
- Geleidingsstoornissen, AV-block
- Links decompensatio cordis
- Pulmonaal oedeem
- Cardiogene shock

Gegevens over de stress geïnduceerde cardiomyopathie komen uit relatief kleine studies. De gegevens uit deze studies laten het volgende zien:

- ECG afwijkingen zijn de meest voorkomende bevindingen; ST elevaties in vooral de pre-cordiale voorwand afleidingen, T top inversie, verlengde QT tijd, pathologische Q's en non specifieke ECG afwijkingen
- Cardiale biomarkers zoals troponine en CK, zijn vaak verhoogd, hoewel de stijging van de enzymen niet zo hoog zijn in contrast met de soms ernstige haemodynamische consequenties
- Echografie laat een karakteristieke apicale ballooning zien met akinesie of dyskinesie van de apicale helft tot twee-derde van de linker ventrikel. De systolische functie is verminderd en de gemiddelde linker ventrikel functie is 20-49%.
- Reversibele perfusie afwijkingen in de linker ventrikel apex.

Diagnose

De diagnose wordt gesteld aan de hand van de volgende kenmerken:

- Acuut coronair syndroom na fysieke of psychologische stress
- ECG afwijkingen
- Verhoogde cardiale enzymen
- Echo cor laat ballooning van de apex zien en/of midventriculaire hypokinesie van de linker ventrikel
- Coronaire angiografie laat geen afwijkingen zien

Behandeling

Ondanks de ernst van de acute ziekte is de stress geïnduceerde cardiomyopathie een voorbijgaande aandoening die behandeld wordt met ondersteunende therapie. Conservatieve therapie, gebaseerd op de conditie en klachten van de patiënten en het oplossen van de stress determinanten resulteren in een gewoonlijke snelle verdwijning van de symptomen en ECG veranderingen (binnen enkele uren). De behandeling bestaat uit de standaard medicatie voor linker ventrikel systolische dysfunctie zoals ACE remmers, beta blokkers, diuretica of volume depletie. Deze behandeling kan echter niet altijd toegepast worden bij de neurologische patiënten op de intensive care.

Observatie temperatuur

Verandering in de lichaamstemperatuur kunnen gevolgen hebben voor het cerebrale metabolisme en daarmee de zuurstof consumptie en kooldioxideproductie. Iedere graad Celcius temperatuursverandering heeft 7-13 % verandering van het cerebrale metabolisme tot gevolg. Streef bij de neurologische patiënt naar normo-temperatuur.

Hypothermie komt voor bij patiënten o.a. door onderkoeling na een trauma, operatie, op de SEH, bij dwarslaesie, intoxicatie, sepsis en stoornissen van hypothalamus of pons.

Hypothermie geeft risico's voor de vitale functies, met name hartactie (bradycardie, vermindering cardiac output, respiratoire acidose waardoor hypotensie en ritme-stoornissen/VF), er kunnen stollingsstoornissen ontstaan en het beoordelen van de neurologische toestand is niet goed mogelijk bij een lichaamstemperatuur <33°C.

Rillingen moeten voorkomen worden omdat hierdoor, t.g.v. een verhoogd celmetabolisme, de cerebrale zuurstofbehoefte toeneemt.

Hyperthermie veroorzaakt een toename van het cerebraal metabolisme. Als gevolg hiervan neemt de cerebrale bloedflow toe om tegemoet te komen aan de verhoogde metabole behoefte van de hersencellen. De cerebrale zuurstofbehoefte neemt toe en er wordt meer CO₂ geproduceerd.

Er kan secundaire hersenschade ontstaan door de verhoogde zuurstofbehoefte, een verhoogd risico op oedeem door de toegenomen CBF en volume toename door vasodilatatie. Hyperthermie is geassocieerd met een toename van de mortaliteit.

Oorzaken van hyperthermie kunnen intracranieel en extracranieel zijn; hoge dwarslaesie door het verlies van het vermogen om te transpireren en daarmee de warmte kwijt te kunnen raken, intracerebrale bloeding/ SAB, laesies in hypothalamus/ temperatuursregulatiecentrum, epileptische activiteit, infectie/ sepsis.

Centrale hyperthermie kan ontstaan door uitval van centrale thermoregulatie. Dit is te onderscheiden van hyperthermie als gevolg van een infectie of andere aandoeningen door:

- Afwezigheid van transpiratie
- Afwezigheid van dagelijkse variatie
- Plateau-achtige patronen van temperatuurstijging
- Mogelijk extreme hoog (> 41 graden C)
- Mogelijke duur (dagen tot weken)
- Betere reactie op externe koeling dan op koortswerende middelen zoals paracetamol

Poikilothermie is een toestand waarbij geen constante lichaamstemperatuur aanwezig is waarbij de patiënt de neiging heeft de omgevingstemperatuur aan te nemen. Dit fenomeen kan een aandoening op zich zijn maar wordt onder andere ook gezien bij hersendood.

Bulbus Jugularis oxymetrie

Door middel van de bulbus jugularis oxymetrie proberen we informatie te verkrijgen over de cerebrale circulatie. De vena jugularis interna wordt tegengesteld aan de gewoonlijke richting aangeprikt, waarna een katheter wordt opgeschoven tot in de bulbus jugularis. Hierdoor is het mogelijk om bloed af te nemen dat vrijwel alleen afkomstig is uit de hersenen, waaruit de zuurstofsaturatie (SjBO₂) wordt bepaald.

Deze veneuze saturatie geeft de relatie weer tussen de cerebrale bloedstroom en het zuurstofverbruik van de hersenen. Normaal is de veneuze saturatie ongeveer 55 – 75%. Wanneer de cerebrale bloedstroom afneemt kan dit leiden tot een daling van de veneuze saturatie. Eventueel kan er een lactaat bepaald worden uit de bulbus jugularis, hiermee kan er meer informatie verkregen worden over het optreden van ischemie van de hersenen.

Door middel van een centraal veneuze catheter in de bulbus jugularis (retrograde jugularis oxymetrie) kan indirect de hersenoxygenatie en hersenmetabolisme worden gemeten.

De bulbus jugularis is van groot belang voor de veneuze afvoer van bloed uit de hersenen. Flushen of blokkeren van de afvloed moet worden voorkomen, het kan leiden tot ernstige stijging van de ICP.

Waarden van de gemeten veneuze zuurstofsaturatie:

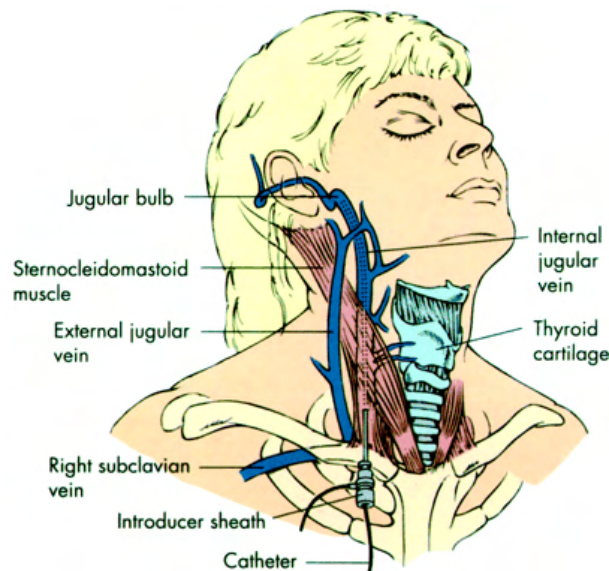
Normaal:	55 – 75%
Hyperemie:	> 75%
Low Flow:	> 40%

Bij een lage veneuze zuurstofsaturatie (<55%) kan er sprake zijn van een verhoogde cerebrale fysiologische toestand door bijvoorbeeld pijn, rillen, agitatie, insulten of hyperthermie.

Er kan ook sprake zijn van een verlaagd aanbod van zuurstof door een verlaagde cardiac output, hypotensie, hypovolemie, anemie of hypoxie.

Er is sprake van een hoge veneuze zuurstofsaturatie bij een saturatie >75%. Er is een verhoogd aanbod bij hyperemie en een verlaagde behoefte door hypothermie, anesthesie of paralyse.

Zie ic-kwint document *Bulbus Jugularis Oxymetrie* voor werkinstructie.



Observatie mineralenbalansstoornissen

Observatie van vochtbalans en voeding

Observatie van de vochtbalans is met name bij patiënten met een neuro-accident van essentieel belang. Het gevaar van overvulling met secundair toename van het hersenoedeem is zeer wel denkbaar. Daarnaast kunnen patiënten na een neuro-accident diverse vormen van onbalans in de mineralenhuishouding vertonen door neurologische aandoening of als gevolg van de behandeling.

Hypernatriëmie >145mmol/ltr

Verschijnselen:

- Dehydratie
- Verlaagd bewustzijn
- Dorst
- Oligurie

Hyponatriëmie <135 mmol/ltr

Verschijnselen (vooral indien natrium <125mmol):

- Verwarring, coma
- Epileptische insulden
- Koude, klamme huid
- Hypotensie
- Tachycardie
- Spierzwakte
- Misselijkheid, overgeven

Hyperkaliëmie (> 5mmol/ltr)

Verschijnselen (met name indien >7.0 mmol/ltr):

- ECG veranderingen:
 - o Hoge gepiekte T toppen
 - o Breed QRS complex of korte Q-T interval
- Spierslakte
- Verlaagde reflexen
- Bradycardie en hypotensie
- Paresthesieën (stoornis in gevoel, jeuk)
- Hypoventilatie tot respiratoire insufficiëntie door paralyse

Hypokaliëmie (< 3.5mmol/ltr)

Verschijnselen:

- U-golven
- Verlengde Q-T- interval
- Verlaagd S-T segment
- Lage, platte T golven
- Tachycardie

Diabetes insipidus (DI)

Diabetes insipidus is een syndroom van overmatig water verlies ten gevolge van een te kort aan Anti Diuretisch Hormoon (ADH) door beschadiging van de neurohypofyse of nucleus opticus superior.

Symptomen en signalen:

- Hypotone polyurie (3-18 liter/ 24 uur) bij een aanwezige hypernatriëmie
- Urine osmolariteit <300 mosm/liter bij ongestuurde nierfunctie
- Normale tot hoge serum osmalaliteit >300mOsm/ltr
- Soortelijk gewicht urine <1005
- Bij intact bewustzijn en intact dorstcentrum: extreme dorst

Behandeling van DI:

- Toedienen van ADH in medicamenteuze vorm (minrin).

Syndroom of inappropriate antidiuretic hormone (SIADH)

Bij SIADH is er sprake van een verhoogde secretie van ADH waardoor waterretentie ontstaat doordat het water terug geresorbeerd wordt in de niertubuli.

Oorzaken kunnen o.a. zijn: laesies in de hypofyse of hypothalamus, pneumonie, TBC, longabcessen, iatrogen (als gevolg van behandeling).

Symptomen en signalen:

- Lage serum osmolaliteit <280mOsm/ltr
- Hyponatriëmie <135 mmol/ltr als gevolg van verdunning
- Urine natrium verlies >20-25 mmol/liter

- Verhoogde urine osmolaliteit >100 mOsm/ltr
- SIADH geeft behalve afwijkende labwaarden veelal geen specifieke symptomen.

Behandeling:

- Correctie van serum natrium balans
- Zo nodig vochtbeperking

Cerebral salt wasting syndrome (CSWS)

Dit syndroom kenmerkt zich door primair verlies van natrium via de urine en een daarmee verlies van water bij patiënten met een cerebrale aandoening.

De oorzaak van dit syndroom is niet precies bekend. Er wordt vanuit gegaan dat het een compensatie mechanisme is van het lichaam om het teveel aan zout te lozen na veel toediening van NaCl. CSWS komt veelal voor samen met SIADH of DI.

Symptomen + signalen (voorkomend in onderlinge combinatie)

- Primaire hyponatriëmie <135 mmol/ltr
- Verlaagd extracellulair volume
- Lage serum osmolaliteit <280mOsm/ltr
- Laboratorium waarden als bij SIADH, echter resulterend in volume contractie en negatieve vochtbalans
- Verlaagd plasma-volume
- Normaal tot hoog ureum / kreatinine
- CSWS geeft behalve afwijkende labwaarden veelal geen specifieke symptomen

Behandeling

- Isotone zoutoplossing eventueel aangevuld met hypertone zoutoplossing ter correctie van hyponatriëmie en volume depletie.
- Cave demyelinisatie en waterscheidingsinfarct bij te snelle correctie van het serum natrium.

Hoofdstuk 4 Behandeling

Behandelprincipes bij de neurologische patiënt

De behandeling van neuro-accidenten richt zich erop om de patiënt door de fase van hoge intracraniale druk en oedeemvorming heen helpen, de preventie van uitbreiding van primaire en secundaire schade en protectie van het normale hersenweefsel. De behandeling richt zich op het optimaliseren van de cerebrale perfusie en de cerebrale oxygenatie

Voorkomen en behandelen van hoge intra craniele druk:

- ICP meting. $ICP < 20 \text{ cmH}_2\text{O}$.
- Observatie neurologie d.m.v. de Glasgow Coma Scale.
- Optimale ventilatie en oxygenatie d.m.v. beademing om de cerebrale oxygenatie te waarborgen, saturatie $> 95\%$. Normo capnie en normo pH om vasodilatatie te voorkomen door hoog $p\text{CO}_2$ en acidose.
- Bloeddruk regulatie om CPP te waarborgen. $CPP = \text{MAP} - ICP$ $CPP > 65$.
- Oorzaken aanpakken, infectie behandelen, RIP zo mogelijk behandelen.
- Houding in bed. Uitgaan van 30 graden elevatie en in middenstand leggen van het hoofd om veneuze afvloed te garanderen, aspiratiepneumonie te voorkomen en een goede houding te waarborgen voor ventilatie en oxygenatie.
- Sedatie, pijnbestrijding en eventueel verslapping om pijn, onrust en spierspanning te voorkomen. Dit verhoogt het celmetabolisme en cerebraal zuurstofbehoefte. Hypertensie kan tevens secundair oedeem veroorzaken.
- Prikkelarm verplegen, zorg clusteren, minimal handeling, rust om stijging van de ICP te voorkomen. Door verminderd bewustzijn en neurologische afwijkingen kan de perceptie van prikkels veranderd zijn.
- Vochtbalans, voorkomen van overvulling met kans op toename secundair hersenoedeem, voorkomen van ondervulling met risico op daling MAP/ CPP.
- Temperatuurregulatie. Streef naar normo-temperatuur. Toename van lichaamstemperatuur heeft een toename van het cerebrale metabolisme en zuurstofconsumptie en kooldioxide productie tot gevolg. Ook neemt de CBF toe om aan deze behoeften te voldoen, wat weer oedeem tot gevolg kan hebben.
Bij aanhoudend hoge ICP's kan er milde hypothermie worden toegepast. De patiënt wordt onder sedatie en eventueel verslapping gekoeld tot 33 graden.
- Glucose regulatie volgens protocol. De hersenen zijn qua energievoorziening vrijwel geheel afhankelijk van glucose afbraak. Glucose wordt met behulp van zuurstof verbrand en hierbij omgezet in water en koolzuur. Energieopslag is niet mogelijk, daarom is een goede cerebrale bloeddorstrooming en continue aanvoer van glucose en zuurstof noodzakelijk. Door anearobe verbranding van glucose treedt acidose op. Dit veroorzaakt vasodilatatie en hierdoor verhoging van de CBF met secundair oedeem als gevolg.
- Hyperosmolaire therapie zoals NaCl 10%, NaBic 8,4% en Mannitol. Door snelle infusie van hyperosmolaire vloeistof stijgt de osmotische gradiënt waardoor er een shift van water ontstaat vanuit de extracellulaire ruimte in de hersenen naar het intravasculaire compartiment.
- Externe liquor drainage bij hydrocephalus m.b.v. een externe ventrikeldrain of externe lumbaldrain.
- Electrolyten controle om ritmestoornissen te voorkomen
- Chirurgische mogelijkheden overwegen om extra ruimte te creëren, bijvoorbeeld decompressie craniectomie.
- Voorkomen van epilepsie d.m.v. anti epileptica. Epilepsie geeft aanleiding tot verhoogd metabolisme en vergroot risico voor (lokale) ischemie.
- Wisselgigging toepassen om decubitus, atelectase en pneumonie te voorkomen. Geen wisselgigging bij patiënt met hoge ICP's. Observatie hoofd in 30 graden elevatie en in midline.
- Voorkomen van 'ic-complicaties' zoals aspiratie pneumonie, decubitus.

Literatuurlijst

- Bamlet W, McClelland R, Wijkicks E, Wolf C, *Further Validation of the FOUR Score Coma Scale by Intensive Care Nurses*, 2007, Mayo Foundation for Medical Education and Research
- Bichet D., Theatment of Central Diabetes Insipidus, www.UpToDate.com, last literature review version 19.2 mei 2011, topic last updated februari 2011
- Blaauw G., Go K.G., *Basisboek Neurochirurgie*, 2010, Uitgeverij De Tijdstroom.
- Brink G.T.W.J.van den, Lindsen F., Uffink Th.J.A., *Leerboek Intensive Care Verpleegkunde deel 1*, vierde druk, 2009, Elsevier Gezondheidszorg, Maarssen
- Brink G.T.W.J.van den, Lindsen F., Uffink Th.J.A., *Leerboek Intensive Care Verpleegkunde deel 2*, vierde druk, 2007, Elsevier Gezondheidszorg, Maarssen
- Burton R, *Pathophysiology and Etiology of the Symdrome of Inappropriate Antidiuretic Hormone Secretion (SIADH)*, www.UpToDate.com, last literature review version 19.2: mei 2011, last topic update: april 13, 2011
- Cranenburgh B van, *Neurowetenschappen, een Overzicht*, tweede druk, 2002, Elsevier gezondheidszorg, Maarssen
- Drost G. *Richtlijn Hersendood UMC St.Radboud*, Versie 6, 05-12-2009, UCM St Radboud.
- Gelmers H.J, *Neurologie voor Verpleegkundigen*, achtste druk, 2006, Van Gorcum
- Jacobs B., *Hersendood: protocol en klinisch neurologisch onderzoek*, presentatie scholing neurologie intensive care UMC St. Radboud. 2010
- Kuks J.B.M., Snoek J., *Klinische Neurologie*, druk 16, 2007, Bohn Stafleu Van Loghum
- Kwint portaal intensive care:
 - o *Bulbus Jugularis oxymetrie*
 - o *Externe Ventrikel Drainage/ Externe Lumbaal Drain*
 - o *Glasgow Coma Scale*
- Palmer B., *Cerebral Salt-Wasting*, www.UpToDate.com, last literature review version 19.2: mei 2011, topic last updated: december 2010
- Peeters, C. *Verpleegkundige Atlas Neurologie, Deskundigheidsbevordering in de neuroverpleegkunde*, 2006, UMC Radboud Nijmegen
- Reeder G.S., Prasad A., *Stress-induced (takotsubo) cardiomyopathie*, www.UpToDate.com, Last literature review version 19.2: mei 2011, last updated topic: 17 februari , 2011