

READER
Neurobijscholing

PACU 2018



Peter Muller, Neural Practitioner.

Erasmus MC
Universitair Medisch Centrum Rotterdam



“Men behoort te weten dat blijdschap, genot, vreugde en plezier, en smarten, verdriet, wanhoop en leed van niets anders dan de hersenen komen. En hierdoor, op een speciale wijze, verwerven wij wijsheid en kennis, en zien en horen en weten wij wat oneerlijk is en wat eerlijk is (...) En door hetzelfde orgaan worden wij dwaas en uitzinnig, en worden wij overvallen door angsten en verschrikkingen (...) Al deze dingen ondergaan wij door de hersenen (...) Op deze wijze ben ik van mening dat de hersenen de grootste macht over de mens uitoefenen.”

Hippocrates (460-370 vC)

“I find it ironic, when walking through most ICU’s, to see a multitude of electronic displays of ECG, heart rate, blood pressure, temperature, arterial O₂ saturation, etc, but almost nothing concerning the organ of primary concern – the brain.”

John S. Ebersole. Editorial. J. Clin. Neurophysiology 1999

Inleiding.

Beste collega's,

Voor je ligt de reader over het meest interessante deel van het menselijk lichaam; het brein (althans dat vind ik). Deze reader staat vol met informatie waarvan een -klein- gedeelte wordt behandeld in de bijscholing. De rest moet je beschouwen als verdieping in de stof. Ik heb geprobeerd een leuk en gevarieerd programma te maken en hoop ook dat deze reader een naslagwerk wordt op de PACU in de dagelijkse praktijk, daar een groot deel van de opnames op de PACU neuro gerelateerd is.

Meerdere onderwerpen zullen enigszins door elkaar heen lopen en herhaald worden, maar dat vond ik blijkbaar nodig.

Alvorens aan de bijscholing deel te nemen is het handig om deze reader eens op je gemak door te nemen, en eventuele vragen mee te nemen tijdens de les.

Op eduplaza staat de module "externe liquor drainage", en voordat je aan deze bijscholing mee doet moet je deze module, en de bijbehorende toets gevolgd hebben.

Ik wens je in ieder geval een leuke en leerzame bijscholing, en alvast succes met het maken van de toets(en)!!

Peter Muller.

Senior Intensive Care Verpleegkundige / Neural Practitioner.

**“De helft van wat in
deze reader staat
zal in de loop der
tijd anders blijken
te zijn, maar we
weten nog niet
welke helft”**

Inhoudsopgave:

Hoofdstuk 1:	Anatomie & Fysiologie	blz. 6
Hoofdstuk 2:	Bewustzijn	blz. 22
Hoofdstuk 3:	Neurologische scores	blz. 27
Hoofdstuk 4:	Intracraniale druk	blz. 37
Hoofdstuk 5:	Tumoren van het CZS	blz. 44
Hoofdstuk 6:	Neurochirurgische operaties	blz. 54
Colofon:		blz. 66

Hoofdstuk 1:

Anatomie en fysiologie.

Voor een beter begrip van hoe een en ander werkt beginnen we met een globale uitleg over de anatomie en fysiologie van het brein, door velen als een van de ingewikkeldste onderdelen van het menselijk lichaam gezien. De PACU-verpleegkundige is belast met de zorg voor de neurologische patiënt. Hiervoor is kennis en kunde nodig over de anatomie en fysiologie van de verschillende onderdelen van het zenuwstelsel en dan vooral in relatie tot de bewaking en behandeling van een dergelijke patiënt.

Indeling van het zenuwstelsel:

Anatomische indeling:

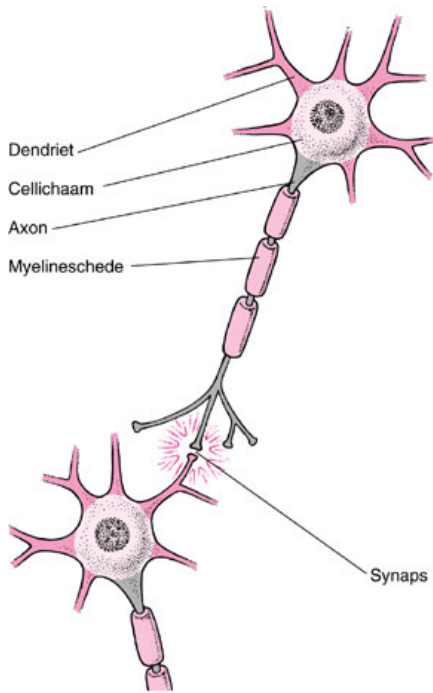
Zenuwen: neuronen, axonen en dendrieten

Centraal Zenuw Stelsel: hersenen (grote en kleine)
hersenstam
ruggenmerg

Perifeer Zenuw Stelsel: wat buiten het CZS valt; vorm de verbinding tussen het CZS en de rest van je lichaam
hersenzenuwen
ruggenmergszenuwen

Fysiologische indeling:

Hierbij gaat het om de integratie (hoe organen en weefsels samenwerken);
vegetatieve integratie
animale integratie



Neuronen:

Neuronen zijn de fundamentele cellen van het zenuwweefsel (hersenen, ruggenmerg, zenuwen enz.). Het neuron ontvangt en verwerkt verschillende informatie, waarna een reactie wordt opgewekt en overgebracht. Het neuron bestaat uit een cellichaam (soma) en verschillende uitlopers. Via deze uitlopers zijn de neuronen verbonden met de andere neuronen en worden de zenuwprikkels doorgegeven. In het zenuwweefsel worden ze omgeven door steuncellen, de gliacellen. De neuronen zijn gespecialiseerd in het overbrengen van bio-elektrische signalen vanuit de hersenen naar de perifere organen en andersom. Deze prikkels of signalen worden via de synaps overgebracht van het ene neuron naar het andere. Neuronen kunnen niet worden geregenereerd of vermenigvuldigd. Daarom staat het totale aantal al op zeer jonge leeftijd duidelijk vast.

Onderdelen van het neuron:

Dendrieten; onregelmatige uitlopers van het cellichaam die zenuwprikkels vanuit andere neuronen doorgeven aan het eigen cellichaam. Een neuron kan meerdere dendrieten bevatten.

Axonen; duidelijke uitloper van het cellichaam. De axonen (of neurieten) vormen het grootste deel van de zenuwvezels en de zenuwen in het lichaam. Axonen geven de zenuwprikkels door vanuit het eigen cellichaam naar de spieren of andere neuronen. Over het algemeen heeft elke zenuwcel een enkele axon. Axonen of neurieten zijn veel langer dan dendrieten.

Synaps; de axonen van een neuron maken verbinding met andere neuronen via de synaps. Hierbij treedt geen fysiek contact op, maar de verbinding wordt tot stand gebracht via chemische stoffen, de **neurotransmitters**. Tussen de oppervlakken van beide neuronen bevindt zich een kleine ruimte, de synapsruimte. De overdracht vindt altijd in dezelfde richting plaats en is niet omkeerbaar. Er zijn drie typen neuro-neurale synapsen mogelijk: axo-dendritische, axo-somatische (dus op het cellichaam) en axo-axonale; op één cel zijn vele duizenden synapsen mogelijk.

Witte en grijze stof:

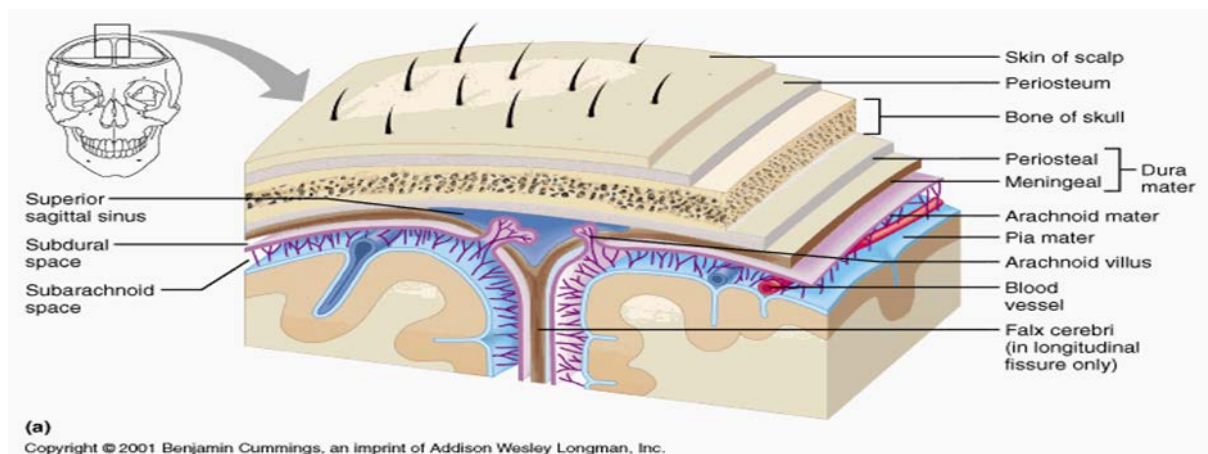
De witte stof is het deel van het centraal zenuwstelsel dat de axonen, de gemyeliniseerde uitlopers (neurieten) van zenuwcellen bevat. Deze axonen verbinden de verschillende hersengebieden met grijze stof met elkaar en geleiden de zenuwimpulsen tussen neuronen. De witte stof in de hersenen en in het ruggenmerg bevat geen dendriten. Deze zijn alleen in grijze stof aanwezig, samen met zenuwcellichamen en kortere axonen. De witte kleur is het gevolg van de myelinescheden van de zenuwvezels.

In het ruggenmerg ligt de witte stof aan de buitenkant van de grijze stof.

In de hersenen wordt de witte stof door grijze stof omgeven. Hier bevinden zich twee soorten witte stof. De eerste soort witte stof zijn de verbindingen tussen hersenschorsgebieden die naast elkaar liggen en wordt subcorticale witte stof genoemd. De andere soort witte stof in de hersenen verbindt delen van de hersenen die verder van elkaar liggen en heet peri ventriculaire witte stof. Dit komt doordat deze banen onder andere rondom de hersenventricels liggen. Wel bevinden zich binnen de witte stof kleine gebieden met grijze stof, de nuclei.

De witte stof kan gezien worden als de delen van het zenuwstelsel die verantwoordelijk zijn voor informatieoverdracht, terwijl de grijze stof vooral te maken heeft met informatieverwerking. Veranderingen in witte stof worden in verband gebracht met de ziekte van Alzheimer en andere neurodegeneratieve aandoeningen. Ook als gevolg van ouderdom treden veranderingen in de witte stof op. De grijze stof is het deel van het centraal zenuwstelsel dat de cellichamen van de zenuwcellen, de dendriten en de korte axonen bevat.

De hersenvliezen:



Vliezen die de buitenzijde van het CZS (hersenen en ruggenmerg) bedekken. Er zijn drie lagen boven elkaar. Van buiten naar binnen zijn de volgende lagen te onderscheiden: harde hersenvlies of dura mater, spinnenwebvlies (arachnoïdea) en het zachte hersenvlies (pia mater). De hersenvliezen bedekken ook het ruggenmerg in zijn geheel. Tussen de pia en de arachnoïdea bevindt zich de subarachnoïdale ruimte, hier stroomt het hersenvocht doorheen. Het enige deel van het CZS wat buiten de vliezen ligt is de hypofyse.

Liquor en ventrikelsysteem:

Liquor wordt geproduceerd in clusters van dunwandige haarvaten, de plexus choroïdus, in de wanden van de ventrikels. Het bevat eiwitten en glucose als voedsel voor de cellen, en leukocyten voor de afweer. Liquor stroomt van de laterale ventrikels via het foramen van Monro naar het derde ventrikel, en daarna via het aquaduct van Sylvius naar het vierde ventrikel. Dan gaat het via de achterkant van de hersenen naar het ruggenmerg en naar de voorkant. De stroming ontstaat door het kloppen van de hersenarteriën. De circulatie langs het ruggenmerg ontstaat door beweging van de wervelkolom, de liquor stroomt van het ventrale kanaal langs de achterkant naar beneden en langs de voorkant weer naar boven.

Nadat de liquor rond de hersenen is geweest, wordt het weer in het bloed opgenomen door kleine uitstulpingen van het subarachnoïdale vlies (de granulaties van Pacchioni) in de sinus sagittalis.

Per etmaal wordt ongeveer 500 milliliter liquor aangemaakt en geresorbeerd bij een intracraniale druk die tussen de 7 en 20 cmH₂O bedraagt. De liquorcirculatie zelf bevat ongeveer 150 milliliter, wat betekent dat al de liquor ongeveer driemaal per dag wordt ververs.

Het geheel van de liquorroimten wordt de intrathecale ruimte genoemd. Men kan eenvoudig liquor voor onderzoek verkrijgen via een lumbaalpunctie. Naar het lijkt, heeft de liquor vooral een mechanisch beschermende functie voor het CZS, dat als het ware in de liquor drijft. Hoewel de liquor waarschijnlijk geen functie heeft bij het metabolisme van hersenen en ruggenmerg zorgt ze wel voor een chemisch stabiel milieu in het hersenparenchym door afvoer van stoffen als CO₂, H⁺ en lactaat.

Voor de diagnostiek van bepaalde aandoeningen kan liquoronderzoek nuttige informatie opleveren. Via een punctie tussen de wervels (meestal L3-L4) is het goed mogelijk liquor af te tappen.

Bij symptomen van verhoogde intracranieële druk op basis van focale intracranieële afwijkingen is afnemen van perifere liquor gevaarlijk, omdat hierbij de kans bestaat dat de tonsillen van het cerebellum in het achterhoofdsgat schuiven met als gevolg inklemming van de hersenstam (tonsillaire inklemming). Dit is vooral te verwachten bij ruimte-innemende processen in de achterste schedelgroeve. Bij een ruimte-innemend proces boven het tentorium (supratentorieel) kan liquorafname eveneens desastreuze gevolgen hebben vanwege een toename van de kans op inklemming van de mediale zijde van de temporaalkwab door de opening in het tentorium (supratentoriale inklemming).

Voordat een lumbaalpunctie wordt verricht, is het daarom verstandig altijd een oriënterend neurologisch onderzoek te verrichten om onverwachte focale afwijkingen (pupilverschil, hemiverschijnselen, ataxie) en stuwingspapillen middels fundoscopie op te sporen die op een ruimte-innemend proces kunnen wijzen. Bij twijfel is dan eerst beeldvorming geboden. Voor de goede orde: verhoogde intracranieële druk op basis van verhoogde liquordruk (intracranieële hypertensie) vormt een indicatie en geen contra-indicatie voor liquorafname.

Ook bij een compressio medullae door een extra medullair proces kan het ruggenmerg ingeklemd worden door afname van lumbale liquor. Contra-indicaties zijn voorts een versterkte bloedingsneiging en een lokaal geïnfecteerde huid. Een lumbaalpunctie is technisch doorgaans niet moeilijk uitvoerbaar en, bij goede coöperatie van de patiënt, niet pijnlijker dan een venapunctie.

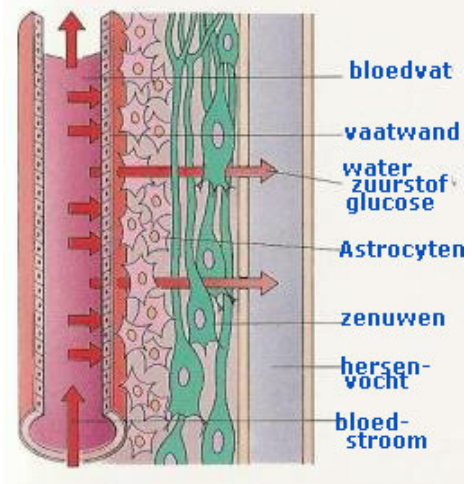
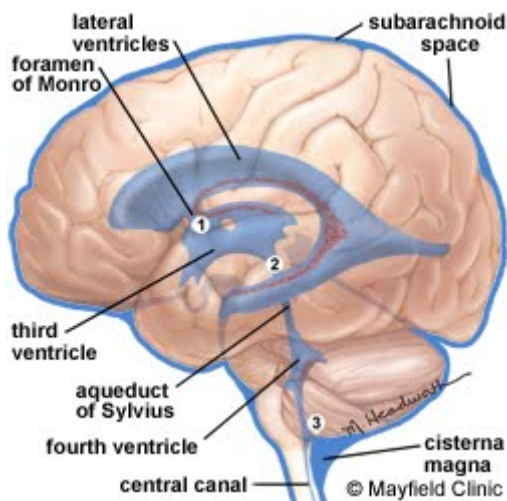
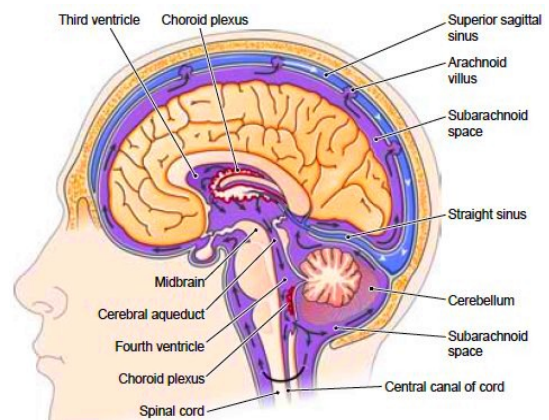
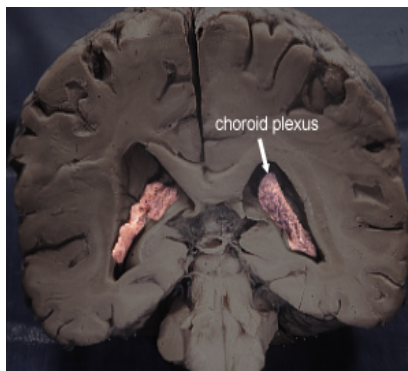
Het ruggenmerg eindigt ter hoogte van L1 en L2 en wanneer er geen sprake is van een van de eerdergenoemde gevaren, is een lumbaalpunctie ongevaarlijk. Wel dient de patiënt voorbereid te worden op de mogelijkheid van postpunctionele hoofdpijn door een liquorhypotensiesyndroom. Zeer zeldzaam is het ontstaan van een subduraal hematoom en een sinustrombose ten gevolge van een lumbaalpunctie.

Drukmeting geeft informatie over afvloedbelemmering en blokkades in het liquorsysteem.

Wanneer de naald is ingebracht, kunnen drukveranderingen worden gemeten door een slangetje van ongeveer 50 centimeter op de naald aan te sluiten en de stijging van de liquor boven de punctieplaats in centimeters water uit te drukken. De openingsdruk is doorgaans lager dan 20 centimeter water als de patiënt ontspannen is. Persen verhoogt de intra-abdominale druk, waardoor de afvoer uit de veneuze plexus rondom het ruggenmerg en de cauda equina stagneert en de veneuze plexus meer ruimte inneemt. Hierdoor stijgt de liquordruk; door dit te testen weet men dat de naald vrij ligt in de liquorruimte. Druk op de beide venae jugulares (proef van Queckenstedt) verstoort de veneuze afvloed uit het hoofd, waardoor daar de liquordruk stijgt. Wanneer bij deze test de lumbale liquordruk stijgt, is duidelijk dat er geen blokkade tussen het intracranieële en spinale liquorsysteem bestaat. Iets dergelijks kan het geval zijn bij een stenose van het spinale kanaal.

De samenstelling van de liquor geeft informatie over bloedingen, acute en chronische ontstekingsprocessen en uitzaaiingen binnen de liquorruimte.

Wat afbeeldingen van ventrikels en liquorcirculatie:

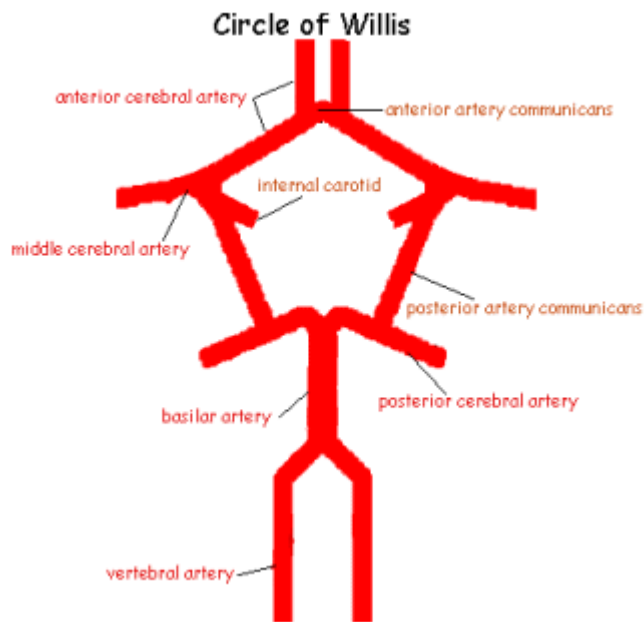


bloed-hersenbarrière

Bloedvoorziening:

De bloedsomloop in de hersenen wordt ook wel de cerebrale circulatie genoemd. De belangrijkste slagaders die de hersenen van bloed voorzien, zijn de halsslagaders en de wervelslagaders. De hersenen hebben verder een zeer dicht netwerk van haarvaatjes. Het hersenweefsel is uiterst gevoelig voor een afname in de bloedtoevoer. Een onderbreking van de bloedtoevoer naar de hersenen, al is het maar voor een paar seconden, kan leiden tot bewustzijnsverlies. Als de bloedtoevoer minutenlang is afgesloten, kan deze onherstelbare schade aan het hersenweefsel veroorzaken. Het menselijk lichaam bezit echter ingebouwde compensatiemechanismen die erop gericht zijn de bloedstroom naar de hersenen zoveel mogelijk in stand te houden bij een sterke daling van het totale bloedvolume, zelfs ten koste van de bloedtoevoer naar andere organen.

De haarvaten van de hersenen hebben een filterende werking, waarmee wordt voorkomen dat alle stoffen zich door het hersenweefsel kunnen verspreiden. Deze selectieve doorlaatbaarheid van de haarvaten, de zogeheten 'bloed hersenbarrière', beschermt de hersencellen tegen giftige stoffen en schommelingen in de bloedspiegel van verschillende stoffen.

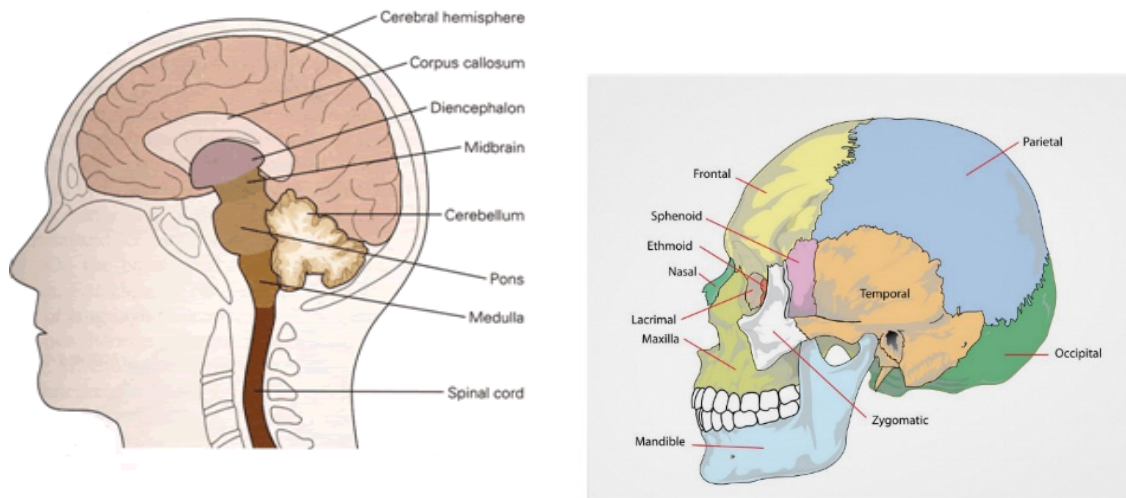


Welke vaten verzorgen welke gebieden?

- A. vertebralis: deel cerebellum en deel ruggenmerg
- A. basilaris: stam, cerebellum, deel thalamus
- A. cerebri ant: deel frontaal kwab en corpus callosum
- A. cerebri media: frontaal, pariëtaal en temporaal kwab
- A. cerebri posterior: occipitaal en temporaal kwab

Het veneuze systeem wordt gevormd door een complex systeem van venen die uitmonden in brede veneuze sinussen, zoals bijvoorbeeld de sinus sagittalis superior die zich in de dura bevinden waardoor ze niet kunnen worden samengedrukt. Er zijn twee stel venen die het bloed vanuit de hersenen naar de veneuze sinussen voeren, de diepe venen die stevig verstopt zitten in het hersenweefsel, en de oppervlakkige venen, die over de pia mater lopen en wel samendrukbaar zijn. Beide systemen monden uit in de veneuze sinussen, die het bloed afvoeren naar de venae jugulares in de hals waarin bij de staande of zittende mens, een atmosferische druk heerst. Het veneuze systeem van de hersenen heeft geen kleppen zoals de aders in de extremiteiten, zodat bij een drukverhoging de druk in het brein meteen aanzienlijk oploopt. Via het veneuze systeem wordt ook de liquor cerebrospinalis afgevoerd.

De grote hersenen (cerebrum):



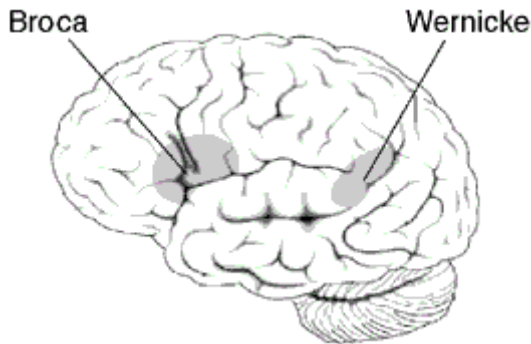
Dit vormt het grootste deel van het zenuwstelsel. De grote hersenen ontvangen alle bewuste en onbewuste indrukken en versturen alle motorische prikkels. Bovendien spelen alle intellectuele activiteiten van de mens zich af in de oppervlakkige (maar 6 cellagen dik!) hersenschors. De hersenen bevinden zich in de schedelholte en worden beschermd door de omliggende schedelbotten.

Grofweg worden de grote hersenen onderverdeeld in een 4-tal kwabben, elk met hun specifieke functie. Dit zijn de voorhoofdkwab (lobus frontalis), het voorste deel van de hersenen en dit bevindt zich in de holte van het voorhoofdsbeen, boven de oogholten. De voorhoofdkwabben worden begrensd door de centrale groeve en de Sylvius-groeve. In de precentrale windingen spelen zich de motorische activiteiten af.

De wandbeenkwab (lobus pariëtale) bevindt zich in het midden van het bovenste deel van de hersenhelften. Deze kwab wordt van de voorhoofdkwab gescheiden door de centrale groeve en van de achterhoofd kwab door de pariëto-occipitale groeve. In het gebied achter de centrale groeve bevinden zich de receptoren van zintuigprikkelers vanuit het hele lichaam.

De achterhoofd kwab (lobus occipitalis) neemt het achterste deel van de hersenhelften in beslag. Wordt gescheiden van de slaapbeenkwab door de pre-occipitale groeve en van de wandbeenkwab door de pariëto-occipitale groeve. In de schors bevinden zich de visuele receptoren, je "kijkt" met je achterhoofd.

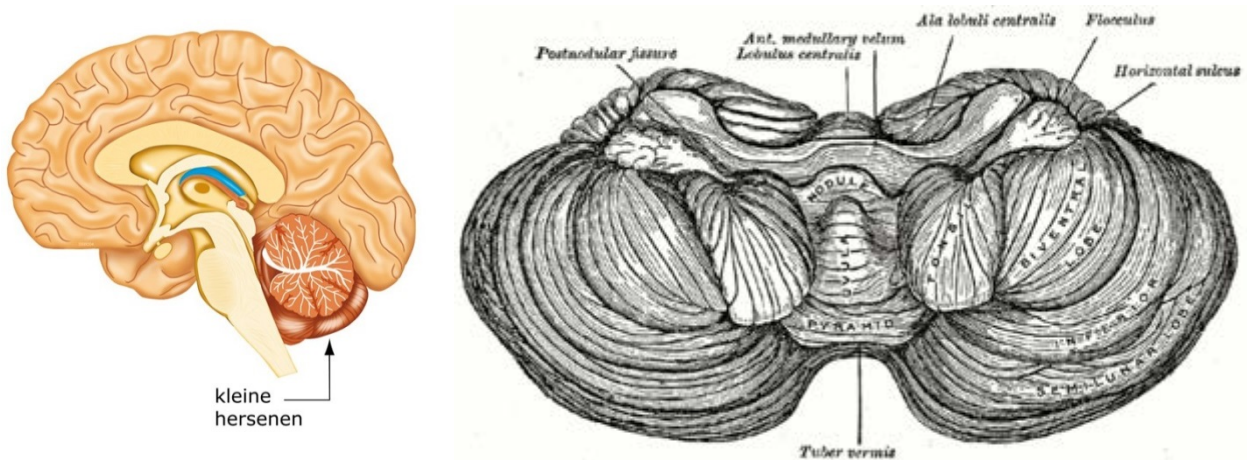
De slaapbeenkwab (lobus temporalis) ligt aan de zijkant en onderkant van de beide hersenhelften. Hij wordt van de voorhoofdkwab gescheiden door de Sylvius-groeve en van de achterhoofd kwab door de pre-occipitale groeve. Loopt aan de boven- en achterzijde door naar de wandbeenkwab. In de schors bevinden zich de auditieve receptoren.



Bovenstaande afbeelding geeft het centrum van Broca en het centrum van Wernicke weer. Het centrum van Broca wordt ook wel het motorisch spraakcentrum genoemd, patiënten met stoornissen hebben zowel problemen met spontane spraak als het nazeggen van woorden of zinnen. Het centrum van Wernicke wordt ook wel het sensorisch spraakcentrum genoemd en heeft met het begrijpen en leggen van verbanden met wat er gezegd wordt te maken. Afwijkingen in deze centra lijden tot respectievelijk een motorische of een sensorische afasie.

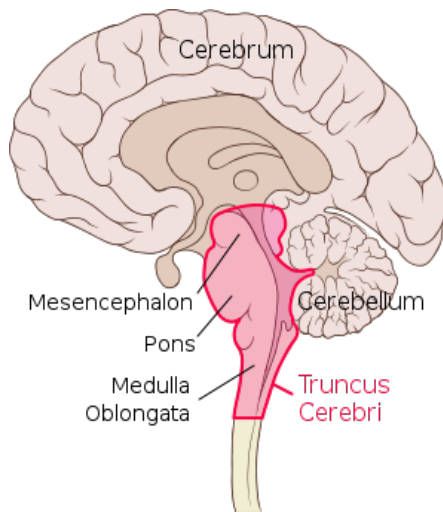
De kleine hersenen (cerebellum):

Liggen in de schedel onder de achterhoofd kwabben van de hersenen en achter de pons.



Het cerebellum is een onderdeel van het centraal zenuwstelsel. De eerste functie van het cerebellum is de coördinatie van bewegingen om ze vlot en nauwkeurig te maken. Schade aan het cerebellum leidt tot schokkerige bewegingen en kan ook evenwichtsproblemen geven. Het cerebellum is een van de eerste structuren die beïnvloed worden door alcohol, wat de bewegingsproblemen bij dronkenschap verklaart. Het cerebellum is ontwikkeld uit de achterhersenen en bestaan uit twee helften die ongeveer de grootte van een perzik hebben. Ze nemen ongeveer tien procent van het totale hersenvolume in, maar als je het totale oppervlak bekijkt zijn ze veel groter dan de grote hersenen.

De hersenstam:



Ook wel het reptielenbrein genoemd, is de hersenstam evolutionair gezien het oudste gedeelte van het brein. Zoals je op bovenstaande afbeelding kunt zien kan je de hersenstam als volgt indelen:

Middenhersenen: Mesencefalon

Pons: Brug van Varol

Verlengde merg: Medulla Oblongata

De hersenstam bestuurt vele functies. De belangrijkste hiervan zijn: temperatuur regulatie, hartslag, ademhaling en bloeddrukregulatie.

De hersenstam heeft onder andere de volgende taken:

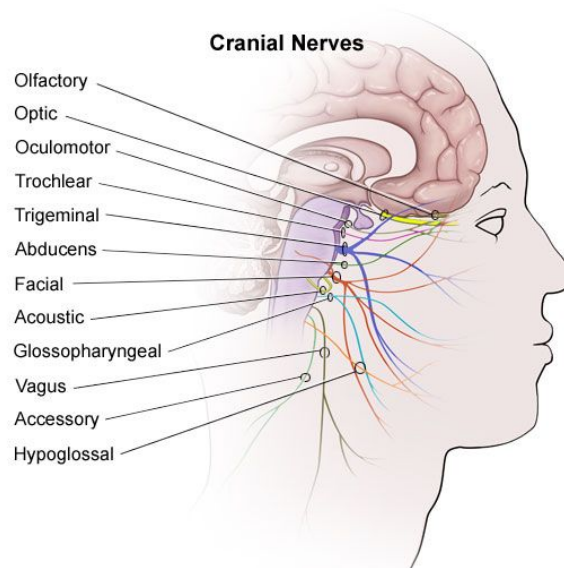
- het reguleren van de slaapwaakcyclus,
- het maken van reflexmatige en willekeurige oogbewegingen
- het controleren van de pupilgrootte
- het **sturen** van meer reflexmatige lichaamsbewegingen en – houdingen
- het voelen van beweging en zwaartekracht
- huilen, proeven, plassen, kauwen en slikken
- vormen van speeksel
- braken
- reguleren van spijsvertering en hongergevoelens
- ademen
- sturen van de bloedsomloop
- basale vormen van horen

Verder ontspringen 10 van de 12 hersenzenuwen uit de hersenstam (III tm XII).

De hersenzenuwen:

Zoals gezegd zijn er twaalf paar hersenzenuwen. Een deel van de hersenzenuwen is sensorisch, een deel motorisch en een deel is van het gemengde type. De nervus I en II verlaten de schedel niet, de andere tien komen wel buiten de schedel. Hieronder worden het type en de functie van de verschillende hersenzenuwen genoemd.

1. **nervus olfactorius (N I)** is een sensibele zenuw met als voornaamste functie het waarnemen van geur.
2. **nervus opticus (N II)** is eveneens sensibel en is van groot belang voor het gezichtsvermogen.
3. **nervus oculomotorius (N III)** is een motorische zenuw die een rol speelt bij het bewegen van het oog, het kijken naar nabijgelegen voorwerpen (accommodatie), het vernauwen van de pupil en het aansturen van de spieren van de oogleden.
4. **nervus trochlearis (N IV)** is een motorische zenuw die ook een rol speelt bij de bewegingen van het oog.
5. **nervus trigeminus (N V)** is een gemengde zenuw; die zorgt voor het kauwen en geleidt de gewaarwording van mond, gezicht en oog.
6. **nervus abducens (N VI)** is een motorische zenuw, helpt bij de zijwaartse oogbewegingen.
7. **nervus facialis (N VII)** is een gemengde zenuw, draagt bij aan de gelaatsuitdrukking en de afscheiding van speeksel, geleidt de smaak van een deel van de tong en reguleert de uitscheiding van traanvocht.
8. **nervus vestibulocochlearis (N VIII) (wordt ook soms n. Acusticus genoemd)**. De voornaamste functies van deze sensibele zenuw zijn het gehoor en het evenwichtsgevoel.
9. **nervus glossopharyngeus (N IX)**; deze gemengde zenuw speelt een rol bij de smaakgewaarwording van een deel van de tong, geleidt prikkels vanuit de keelholte naar de hersenen en helpt bij het regelen van de bloeddruk.
10. **nervus vagus (N X)**, een gemengde zenuw, speelt een rol bij de regeling van de slokdarmfunctie, het gevoel in de keel, de spieren van de stembanden en bij het slikken.
11. **nervus accessorius (N XI)** is een motorische zenuw die helpt bij de bewegingen in nek en schouders.
12. **nervus hypoglossus (N XII)**, een motorische zenuw die bewegingen van de tong tijdens het spreken en slikken aanstuurt.



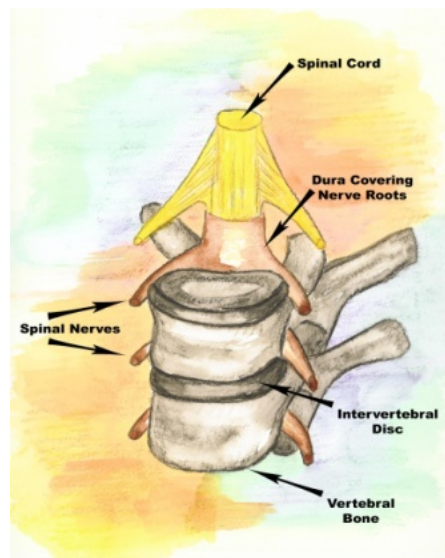
Het ruggenmerg:

Dit is het deel van het centrale zenuwstelsel dat doorloopt vanuit het verlengde merg. Het is een cilindrische streng die begin in de schedelholte. Langs de rug loopt het ruggenmerg via het mergkanaal in de wervelkolom naar beneden. In het ruggenmerg circuleren zenuwbanen waaruit de ruggenmergszenuwen (31 paar) ontspringen die naar alle delen van het lichaam gaan.

De motore banen kunnen als volgt worden ingedeeld:

Piramidaal: bewuste spierbewegingen

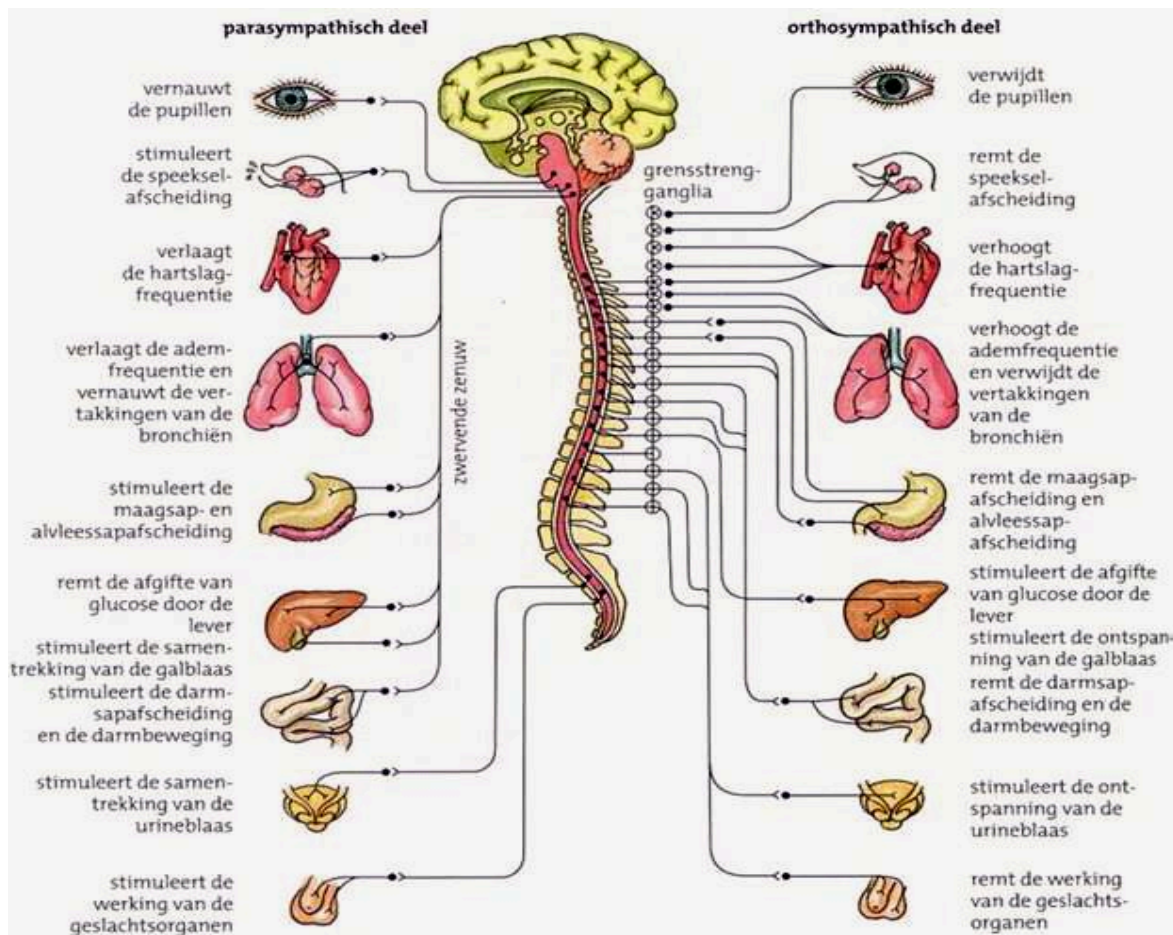
Extrapiramidaal: onbewuste spierbewegingen.



Het autonoom zenuwstelsel en neuro-endocrien systeem:

Het sympathische en het parasympathische zenuwstelsel en het neuro-endocrine systeem (hypothalamus en neurohypofyse) spelen een rol in de regulatie van een groot aantal lichaamsfuncties, zoals de bloedsomloop, zweetsecretie, mictie, spijsvertering, seksuele functies en volumeregulatie. De meest voorkomende autonome stoornissen – op zichzelf staand of in het kader van neurologische aandoeningen – zijn syncope in de vorm van vasovagaal flauwvallen en orthostatische hypotensie, incontinentie en erectiestoornissen. Voor neuro-endocrine stoornissen zijn dat diabetesinsipidus en ‘cerebral salt wasting’. Het autonome (ook wel viscerale, vegetatieve of onwillekeurige) zenuwstelsel reguleert het interne milieu. Het autonome zenuwstelsel tracht de homeostase van het interne milieu te handhaven door veranderingen daarin, als gevolg van interne of externe oorzaken, tegen te gaan door beïnvloeding van een groot aantal lichaamsfuncties, waaronder ademhaling, circulatie en spijsvertering. Het autonome zenuwstelsel staat onder controle van de hypothalamus. Vanuit de hypothalamus wordt ook het neuro-endocrine systeem gecontroleerd, dat eveneens een belangrijke rol speelt bij de handhaving van de homeostase. Belangrijke overeenkomsten tussen beide systemen zijn dat ze niet of slechts in geringe mate onder willekeurige controle staan, en dat ze via terugkoppeling gecontroleerd worden. Een belangrijk verschil is dat het autonome zenuwstelsel de eindorganen bestuurt via zenuwcellen (neuronale regulatie), terwijl het endocriene systeem hiervoor circulerende stoffen gebruikt (humorale regulatie).

De hypothalamus heeft directe wederzijdse verbindingen met het limbische systeem, waar drijfveren en emoties gereguleerd worden. Dit verklaart waarom bijvoorbeeld een verhoging van osmolariteit niet alleen leidt tot endocriene en autonome reacties, maar ook tot bijpassende sensaties (dorst), die leiden tot aangepast gedrag (drinken), waarbij het al dan niet gevolg geven aan dergelijke drijfveren gepaard gaat met bijpassende emoties. Andersom kunnen emoties weer vergezeld gaan van autonome, endocriene en gedragsveranderingen; bij woede komt dit bijvoorbeeld tot uiting in bloeddruk-, hartslag- en adrenalinstijgingen, en in een andere lichaamshouding en gezichtsuitdrukking



In het algemeen kan gesteld worden dat de sympathische en de parasympathische systemen tegengestelde invloeden hebben op de eindorganen. Deze wederzijdse tegenwerking geldt echter niet voor alle doelorganen, want sommige worden slechts door een van beide systemen geïnnerveerd. De bijnier, baarmoeder en perifere huidvaten worden waarschijnlijk alleen sympathisch geïnnerveerd. De verdeling in de antagonistische sympathische en parasympathische systemen is basaal voor het begrip van autonome regulatie; een ander even belangrijk principe is het reflexmatige karakter van de regulatie. Sympathicus en parasympathicus kennen beide een tonus, waarmee wordt bedoeld dat er een continue stroom van impulsen naar het doelorgaan toe gaat. Verandering van functie wordt teweeggebracht door de hoeveelheid impulsen te variëren. Voor de hartfrequentie betekent dit dat deze daalt als de activiteit van de parasympathicus toeneemt, en stijgt als de parasympathicus minder actief wordt. Meer sympathicusactie versnelt de hartslag, en minder activiteit geeft een daling. Beide systemen kunnen dus veranderingen in beide richtingen bewerkstelligen.

Parasympathische invloeden op de hartslag, dalingen zowel als stijgingen, werken sneller dan sympathische invloeden. Snelle veranderingen van hartslag worden dan ook parasympathisch geregeld. Langzamere veranderingen worden sympathisch gestuurd (circulerende adrenaline werkt nog langzamer en langduriger). Overigens gaan vele autonoom geïnnerveerde functies zoals de hartfrequentie en de darmperistaltiek gewoon door, ook als de innervatie volledig wegvalt. Een gedenerveerd hart (zoals voorkomt na een transplantatie of bij een ernstige autonome neuropathie) klopt door. Zowel het hart als de tractus digestivus beschikt namelijk over een 'eigen', onafhankelijk zenuwstelsel. Deze intrinsieke

innervatiesystemen worden sterk beïnvloed door het autonome zenuwstelsel, maar zijn er niet geheel afhankelijk van. Na denervatie zullen ze actief blijven, waarbij ze wel veel trager of helemaal niet meer reageren op veranderingen in de homeostase en (snelle) aanpassingen nog nauwelijks meer mogelijk zijn.

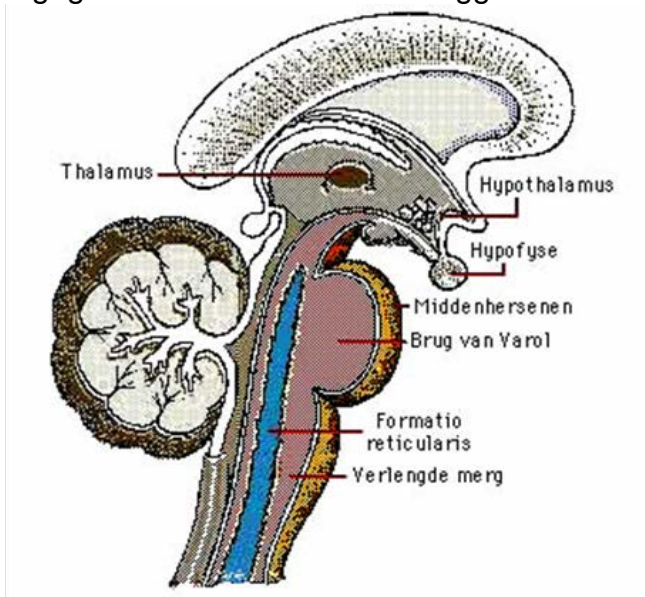
Hoofdstuk 2:

Bewustzijn:

Bewustzijn wordt omschreven als subjectieve reflectie op indrukken uit de buitenwereld (weten van wat je ziet, hoort of voelt en daarover kunnen vertellen) of op eigen mentale processen (weten van wat er in je omgaat en daarover kunnen vertellen). Anders gezegd: bewustzijn is een toestand van de geest die gekenmerkt is door een besef van het eigen ik en de omgeving.

Bewustzijn opgevat als waaktoestand is afhankelijk van structuren en netwerken in de hersenstam zoals de formatio reticularis, die de activatietoestand van de cortex reguleren. De waaktoestand overdag is niet uniform, maar fluctueert tussen een helder bewustzijn, ontspannen waakzaamheid en slaperigheid. Deze toestanden zijn ook in het EEG te herkennen. Tijdens de slaap is er een ander patroon in het EEG zichtbaar. Variaties in de slaaptoestand blijken door andere mechanismen in de hersenen te worden gereguleerd dan variaties in de waaktoestand. Tijdens het dromen zijn bijvoorbeeld vooral gebieden in de hersenstam die de oogbewegingen aansturen actief. Bewustzijn als persoonlijke beleving heeft te maken met het vermogen tot zelfreflectie, het besef van een 'eigen ik', en 'weten' dat men iets heeft waargenomen of beleefd.

Het bewustzijn zit in de formatio reticularis, hiermee wordt verstaan: de zenuwcelgroepen en de daartoe behorende neuronen, die tussen de anders duidelijk afgegrensde banen en kernen liggen.



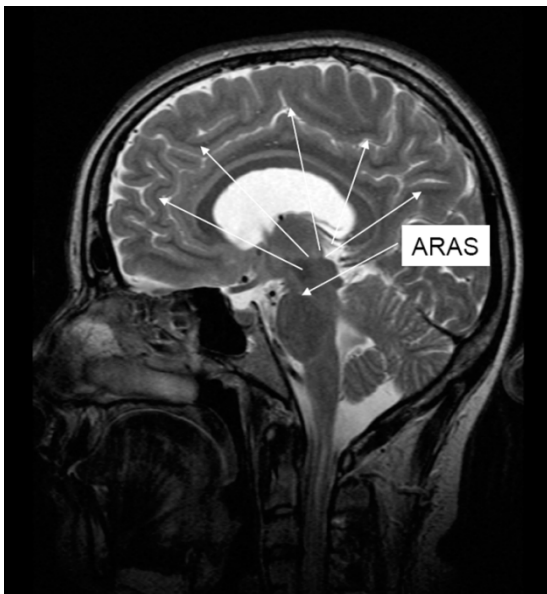
Het verbindingstation tussen de formatio en de hersenen is de thalamus: coördineert de hersenzenuwen en stemt de activiteiten daarvan op andere delen van het centrale zenuwstelsel af. Het is dus de “regelkamer” van ons bewustzijn. Het sorteert, interpreteert, filtert en slaat eventueel gegevens op zodat alleen “belangrijke” informatie de grote hersenen en daarmee ons bewustzijn bereiken. In veruit de meeste gevallen worden door de reticulair formatie onderbewuste reacties teweeggebracht. Het is echter ook een belangrijk onderdeel van het ARAS (ascenderend reticulair activerings systeem), het “alarmsysteem” van ons lichaam.

Banen lopen via de formatio reticularis en mediale thalamuskernen diffuus naar de hersenschors: vrijwel alle schorsgebieden worden geactiveerd. Alle sensorische

baan- systemen geven collateralen af naar de formatio reticularis. Het ARAS activeert de corticale neuronen en houdt hierdoor het bewustzijn in stand. Het speelt ook een rol bij aandacht en concentratie. Men zou kunnen zeggen dat het ARAS een soort 'sluismechanisme' tussen de primaire en secundaire schors bedient op geleide van de aanwezige sensorische prikkels (een grillig veranderende sensorische omgeving, bijvoorbeeld verkeer in de stad, vergroot hierdoor de alertheid). De activatie kan gericht zijn op specifieke schorsgebieden bijvoorbeeld visueel (turen of men iemand in de verte kan ontwaren), akoestisch (bijvoorbeeld gespannen luisterend wachten op de postbezorging) etc. Het specifieke systeem heeft intensieve verbindingen met de limbische schors en hypothalamus. Via deze verbindingen komt de emotionele component van een gewaarwording tot stand, en, daaraan gekoppeld, de vegetatieve, motorische en psychische reacties.

Bijvoorbeeld als je verliefd bent en je geliefde komt ineens langs:

1. sensorische component (de persoon wordt waargenomen en herkend)
2. cognitieve component (de betekenis ervan wordt begrepen)
3. affectieve component (je bent blij)
4. arousal-reactie (je raakt opgewonden)
5. motorisch-expressieve reactie (je slaakt uitroepen en springt rond)
6. autonome reactie (je krijgt een kleur, de bloeddruk stijgt).



Bewustzijnsstoornissen:

De definitie van een bewustzijnsstoornis is een verandering in het bewustzijnsniveau waardoor niet, verminderd, vertraagd of abnormaal wordt gereageerd op prikkels uit de omgeving. Oorzaken van een bewustzijnsstoornis kunnen cerebraal, respiratoir, hemodynamisch, systemisch of een combinatie van deze zijn.

Coma is in de geneeskunde een staat van diepe bewusteloosheid waarbij de persoon de ogen niet opent op aanspreken, geen opdrachten uitvoert en geen verbale reacties geeft. De diepte van de bewustzijnsdaling is bij coma alleen nog af te leiden uit bepaalde motorische reacties op pijnprikkels.

Er zijn een aantal varianten op het coma;

Locked-In-Syndroom: is een neurologische aandoening waarbij bijna alle communicatiemogelijkheden van de patiënt zijn weggevallen waardoor het lijkt alsof hij comateus is. Het is een aandoening van het voorste deel van de pons in de hersenstam die meestal wordt veroorzaakt door een infarct ten gevolge van trombose van de arteria basilaris of soms door een trauma (hoge dwarslaesie).

Persistent Vegetative State: vegetatieve toestand bij coma. Een patiënt in coma kan in een vegetatieve toestand terecht komen. We spreken van een vegetatieve toestand als de toestand niet meer verbetert, de patiënt geen opdrachten meer kan uitvoeren en ook niet meer leert om terug te spreken. De delen van de hersenen die de hogere hersenfuncties regelen zijn uitgeschakeld, maar de autonome functies zoals ademhaling en hartslag blijven intact. De patiënt zal dan blijvend zijn vermogen tot bewust denken en handelen missen. Lichaamsfuncties zoals het openen van de ogen, ongecontroleerde bewegingen met ledematen en hoofd en geeuwen zijn wel nog intact. Patiënten in vegetatieve toestand hebben een slaap-waakpatroon waarbij ze de ogen openen en sluiten alsof ze slapen en wakker worden. Maar ze ervaren geen fysiek gevoel zoals pijn en geen emoties.

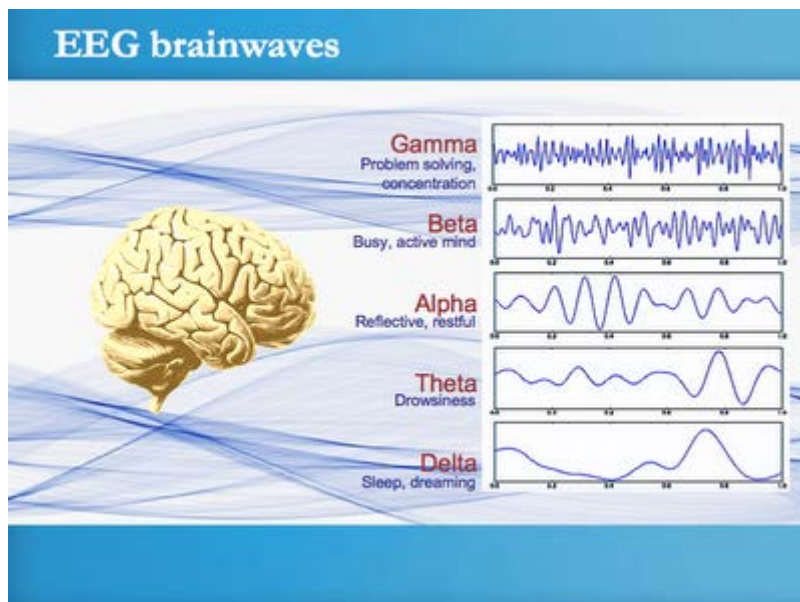
De kans dat iemand nog uit een vegetatieve toestand ontwaakt en daarna nog een zelfstandig leven kan leiden is zo goed als onmogelijk. Na een jaar in vegetatieve toestand kan die kans bijna volledig worden uitgesloten. Een fMRI-scan laat soms nog wel gerichte activiteit zien (Laureys, Luik).

Postanoxische encefalopathie: bij een globale cerebrale anoxie of ischemie – meestal door een circulatiestilstand – is bewustzijnsverlies het belangrijkste initiële verschijnsel. De duur daarvan varieert van seconden tot minuten (bijvoorbeeld bij een syncope) tot blijvend (bijvoorbeeld na een langdurige hartstilstand met een moeizame reanimatie). Daarnaast kunnen er bij patiënten die vroeg of laat bijkomen, verschillende soorten restverschijnselen blijven bestaan. De duur van het bewustzijnsverlies en de ernst van eventuele restverschijnselen wordt vooral bepaald door de *aard* van de verantwoordelijke stoornis (hypoxie of anoxie; incomplete of complete circulatiestilstand) en de *duur* ervan. Hoewel er een sterk verband is tussen de duur van een reanimatie en de ernst van de uiteindelijke uitvalsverschijnselen, is de ernst bij een individuele patiënt aan de hand van de reanimatieduur niet goed te voorspellen. Hoe langer de patiënt bewusteloos blijft, des te groter de kans op blijvende restverschijnselen, maar ook hier bestaat een grote interindividuele variatie.

Het bewustzijnsverlies na globale cerebrale ischemie gaat meestal niet gepaard met uitval van hersenstamreflexen. Patiënten die na een initieel bewustzijnsverlies weer bijkomen, kunnen gedesoriënteerd zijn en geheugenstoornissen hebben, zowel antero- als retrograad. Er kan volledig herstel optreden binnen dagen tot weken, maar de geheugenstoornissen kunnen ook maanden blijven bestaan. Bij sommige patiënten die uiteindelijk goed herstelt lijken, kunnen met neuropsychologisch onderzoek toch geringe veranderingen gevonden worden in het cognitief functioneren of van de persoonlijkheid. Patiënten die ernstiger zijn aangedaan (en meestal een lange comaduur hebben) maar toch bijkomen, hebben behalve blijvende ernstige cognitieve stoornissen ook focale of multifocale motorische afwijkingen. De focale afwijkingen treden vooral op als er behalve anoxie ook sprake is van een ernstige stoornis in de circulatie, zoals die bijvoorbeeld bij een hartstilstand of tijdens hartchirurgie kan voorkomen. Dit kan leiden tot waterscheidingsinfarcten. Wanneer in beide hemisferen een infarct optreedt in het waterscheidingsgebied tussen de

a. cerebri anterior en a. cerebri media kan de patiënt vooral een verlamming hebben van beide armen; men spreekt dan wel van een 'man-in-de-ton-syndroom'. Extrapiramidale verschijnselen, zoals rigiditeit, hypokinesie en tremor, komen vooral voor na koolmonoxidevergiftiging en kunnen zelfs het enige neurologische restverschijnsel vormen. Een bekende complicatie zijn ook myoklonieën, die bij sommige patiënten permanent aanwezig blijven en zeer invaliderend kunnen zijn. Kenmerkend voor deze myoklonieën is dat ze vooral toenemen bij willekeurige bewegingen (actiemyoklonieën). Ook epileptische insulten komen voor.

Bij nog ernstiger aangedane patiënten treedt geen herstel van het bewustzijn meer op, en gaat het coma over in een permanente vegetatieve toestand. Bij een patiënt met diffuse cerebrale anoxie is bloedonderzoek noodzakelijk om metabole ontregeling, die de hersenschade verder zou kunnen vergroten, aan het licht te brengen. In het acute stadium zal de CT-scan meestal geen afwijkingen tonen. Bij ernstige vormen worden na enige tijd soms waterscheidingsinfarcten gezien. Enkele weken later treft men vooral diffuse atrofie aan. Postanoxisch coma na een reanimatie heeft in het algemeen een slechte prognose. Van de patiënten die na zes uur nog comateus zijn, komt ongeveer een derde bij; na twee weken coma is dat percentage nog maar 10-15%. Naarmate de comaduur langer is, is de kans op blijvende restverschijnselen groter. Als na drie dagen de pupilreacties, corneareflexen en motorische reacties afwezig zijn, is de prognose zeker infaust en wordt de ondersteunende behandeling gestaakt. De uitkomst kan verbeterd worden met geïnduceerde hypothermie. Hierbij worden patiënten met koelmatrassen, koelelementen en/of infusie van koude vloeistoffen gedurende de eerste 24 uur na de circulatiestilstand afgekoeld tot 36 °C. Postanoxische encefalopathie kan verergeren door microcirculator falen, verstoorde autoregulatie, hypercapnie, hyperoxemie, koorts, hyperglykemie en convulsies.



Hoofdstuk 3:

Neurologische scores.

Nu we weten waar het bewustzijn zit en hoe het werkt kunnen we ook het bewustzijn scoren. Hier zijn enkele belangrijke methoden voor ontwikkeld die in dit hoofdstuk duidelijk gemaakt zullen worden. Achtereenvolgens worden de GCS¹ (EMV), FOUR², RASS³ en de MRC⁴ behandeld.

EMV-score:

Het doel van de EMV-score of de Glasgow Coma Scale (1974) is om met behulp van een cijfermatige score een objectieve en eenduidige waardering te geven aan het bewustzijnsniveau van de patiënt. De EMV-score is niet voorbehouden aan alleen neurologische patiënten want het is een onderdeel van diverse andere classificatie en scoringssystemen; SOFA⁵, APACHE II⁶, RASS, TISS⁷ en NICE⁸.

De schaal bestaat uit drie onderdelen:

Openen van ogen:	1: niet 2: op pijnprikkels 3: op aanroepen 4: spontaan
Beste motore reactie:	1: geen reactie 2: strekken 3: pathologisch buigen 4: normaal buigen 5: lokaliseren 6: voert opdrachten uit
Beste verbale reactie:	1: géén geluid 2: geluiden, geen woorden 3: een enkel woord 4: verward 5: georiënteerd

Hierbij dient opgemerkt te worden dat de verbale component niet meetbaar is bij een geïntubeerde patiënt en het soms moeilijk is voor de minder geoefende afnemer om onderscheid te maken tussen pathologisch buigen en strekken. Ook wordt er bij de EMV-score niets over de respiratie en de (diepere) stamreflexen gezegd. In dit geval

¹ Glasgow Coma Scale

² Full Outline of Unresponsiveness score

³ Richmond Agitation and Sedation Scale

⁴ Medical Research Council scale

⁵ Sequential Organ Failure Assessment score

⁶ Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II score

⁷ Therapeutic Intervention Scoring System

⁸ Nationale Intensive Care Evaluatie

zegt de FOUR score meer over de geïntubeerde en de niet of licht gesedeerde patiënt op de IC.

Patiënten met een locked-in syndroom (laesie aan de hersenstam) kunnen alleen nog maar de ogen openen, of de ogen verticaal bewegen, maar zij zijn wel bij bewustzijn. Dit kun je zien door eventueel de oogleden op te tillen en de patiënt te vragen zijn ogen te bewegen. Hierbij moet je dan geen pijnprikkels meer toedienen. In een dergelijk geval is het soms beter om de bewustzijnstoestand te beschrijven in plaats van een comascore te gebruiken.

Pijnprikkels:

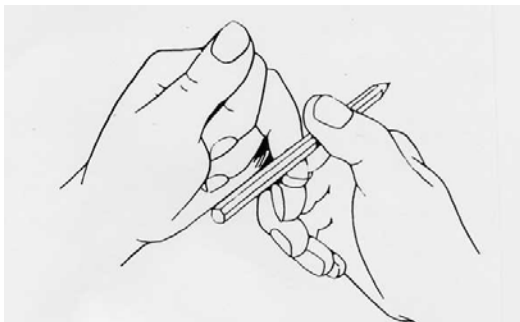
Indien de patiënt niet spontaan of op aanspreken reageert, zal er een pijnprikkel toegediend worden. Bij het toedienen van pijnprikkels wordt er gebruik gemaakt van twee soorten pijnprikkels. Belangrijk is hierbij is dat de prikkels op een gestandaardiseerde wijze toegediend worden en het onderzoek in een vaste volgorde plaatsvindt. Alleen dan zal de uitkomst van de score betrouwbaar zijn. De twee pijnprikkels die toegediend mogen worden zijn:

Nagelbeddruk:

Krachtige, aanhoudende druk midden op het nagelbed. Deze pijnprikkel wordt gebruikt om het openen van de ogen en de verbale reactie te testen. Voor de motorische reactie wordt deze pijnprikkel in eerste instantie ook gebruikt. Bij patiënten met eventuele fracturen of de mogelijkheid van een verlamming moet rekening gehouden worden dat de patiënt niet kan reageren of de prikkel kan waarnemen. Daarom moet er altijd aan beide kanten gescoord worden.

Supra-orbitaledruk:

Krachtige druk op de bovenrand van de orbita iets naast het midden (naar de neus toe) van de wenkbrauw. Deze pijnprikkel wordt gebruikt om de score "lokaliseren" van de motorische reactie te testen. Bij de motorische reactie dient opgemerkt te worden dat het alléén gaat om de reactie van de armen, omdat de verschillende reacties van de benen niet altijd goed van elkaar te onderscheiden zijn of het gevolg zijn van spinale reflexen. Vertonen de armen verschillende reacties dan wordt de beste genoteerd.



Verandering in de verbale score:

In 2004 is door de stichting Nationale Intensive Care Evaluatie (NICE) een modificatie aangepast op het verbale deel van de Glasgow coma schaal bij de geïntubeerde en al dan niet gesedeerde patiënten.

Dit gaan wij nu ook zo noteren:














Vt met E1 en M1 = V1

Vt met E2-3 en M3-5 = V3

Vt met E4 en M6 = V5

Pupilreacties:

Deze staan dus niet in de EMV-score, maar worden er wel standaard bij gedaan, gekeken wordt naar de grootte in mm. en de reactie op licht.

rechts	links		
		normaal reactief	normale situatie
		nauw reactief	metabole situatie
		'pin point'	laesie in de pons intoxicatie met opiaten intoxicatie met cholinesteraseremmers
		middelwijd lichtstijf	laesie van het mesencefalon
		maximaal wijd lichtstijf	bilaterale laesie n.oculomotorius diffuse cerebrale anoxie intoxicatie met atropine of scopolamine
		eenzijdig (links) wijd, lichtstijf	eenzijdige laesie van n.oculomotorius (transtentoriële inklemming)
		eenzijdig (links) nauw, ptosis (links) (Horner)	homolaterale laesie van de laterale medulla oblongata perifere sympathicuslaesie

Omdat er vaak verwarring is over de “beste” motorische reactie:

Wijze van uitvoering:

De pijnprikkel die gebruikt wordt is in eerste instantie de nagelbeddruk. Indien de score “buigen” is wordt vervolgens de supra-orbitale pijnprikkel toegediend om na te gaan of de patiënt ook lokaliseert. Indien de patiënt al “lokaliseren” scoort bij druk op het nagelbed dan hoeft de supra-orbitale druk niet meer uitgevoerd te worden. Dit geldt ook voor de score “geen reactie”, omdat de kans dat de patiënt dan wel lokaliseert er niet is. Bij “strekken” of “pathologisch buigen” is de kans klein dat de patiënt nog “lokaliseren” scoort bij supra-orbitale druk.

Het gaat hierbij alléén om de reactie van de armen, omdat de verschillende reacties van de benen niet altijd gemakkelijk van elkaar zijn te onderscheiden of het gevolg zijn van spinale reflexen. Beide armen moeten getest worden. Vertonen de armen een verschillende reactie, dan wordt de beste genoteerd. Bijvoorbeeld als de patiënt met de rechterarm een strekkramp vertoont en met de linkerarm buigt, dan wordt de laatste reactie (buigen) gescoord. Het is mogelijk dat een arm achtereenvolgens verschillende reacties vertoont, bijvoorbeeld spontaan en strekkramp en bij pijnprykkels toedienen een buigbeweging. In dit geval wordt weer de beste reactie (buigen) gescoord.

Voor een juiste beoordeling van de reacties moeten de armen, indien ze zijn vastgebonden, losgemaakt worden. Denk ook aan de aanwezigheid van b.v. een infuus, dit kan de reactie beïnvloeden.

De gewenste uitgangspositie van de patiënt bij deze scores is (indien mogelijk) op de rug liggend met de ellebogen half gebogen en de handen los op de buik.

Ook nog even iets over het op de juiste manier scoren van het lokaliseren:

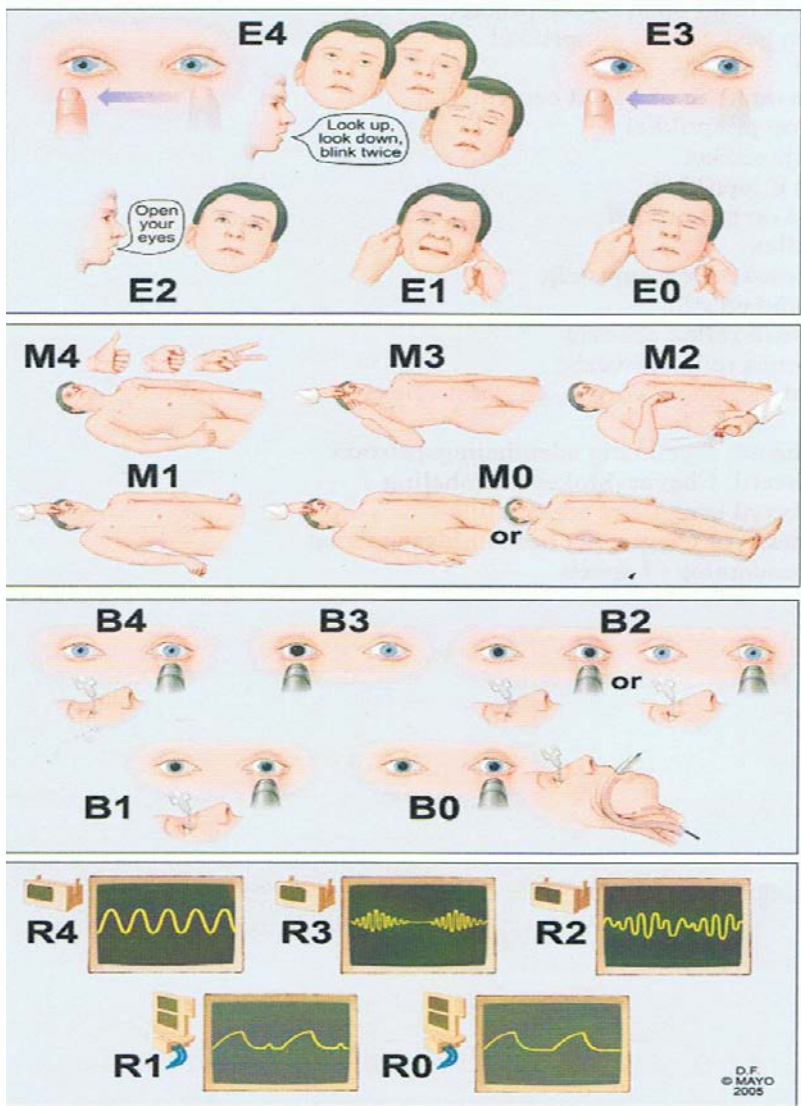
Lokaliseren: de patiënt reageert op de pijnprikkel wanneer één van beide armen in de richting van de pijnprikkel beweegt en minstens het niveau van de kin bereikt. Het is dus niet beslist noodzakelijk dat de patiënt de hand van de onderzoeker wegslaat.

De FOUR score:

De Four score is in 2005 ontwikkeld en geïmplementeerd door Eelco Wijdicks (hoogleraar neurologie en afdelingshoofd van de neuro Intensive Care in de Mayo Clinic in Rochester, USA) als antwoord op de imperfectie van de inmiddels 40 jaar oude EMV-score.

Zoals we al eerder zagen:

- EMV-score is niet voorbehouden aan alleen neurologische patiënten.
- EMV-score is een onderdeel van diverse andere classificatie en scoringsystemen; SOFA, APACHE II, RASS, TISS en NICE.
- FOUR-score (2005) is een neuro specifieke score, meet met name ook de diepere hersenfuncties.
- FOUR-score kan ook bij beademde patiënten worden toegepast.



FOUR-score:

Eye-response:

- 4= ogen open, volgt of knippert met ogen op vragen
- 3= ogen open, maar volgt niet
- 2= ogen gesloten, maar open op vragen
- 1= ogen gesloten, maar open op pijnprikkel
- 0= ogen blijven gesloten bij pijnprikkel

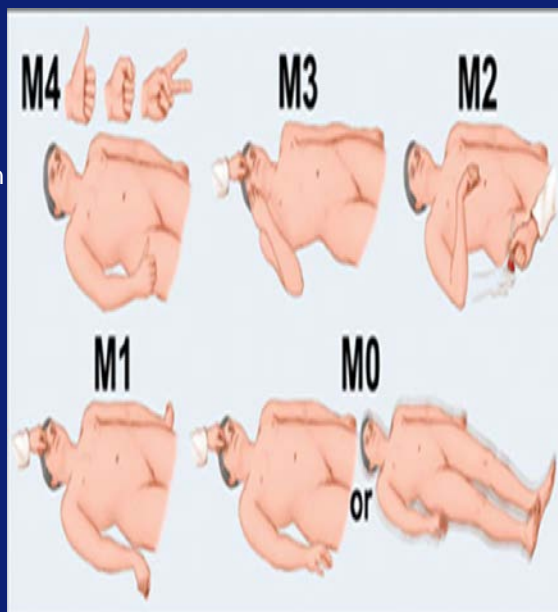


41

FOUR-score:

Motor-respons:

- 4= steekt duim omhoog of maakt een vuist
- 3= lokaliseert op pijnprikkel
- 2= flexie op pijnprikkel
- 1= extensie op pijnprikkel
- 0= geen reactie op pijnprikkel



41

Erasmus MC

FOUR-score:

Respiratie:

- 4= niet geïntubeerd, regelmatig ademhalingspatroon
- 3= niet geïntubeerd, Cheyne-Stokes ademhaling
- 2= niet geïntubeerd, irregulaire ademhaling
- 1= spontane ademhaling of triggert het beademingsapparaat
- 0= volledige beademing of apneu

41

Erasmus MC

FOUR-score:

Hersenstamreflex:

- 4= pupil reactie en cornea reflex aanwezig
- 3= één pupil wijd en stijf
- 2= pupil reactie **of** cornea reflex afwezig
- 1= pupil reactie en cornea reflex afwezig
- 0= afwezigheid van pupil reactie, cornea-, en hoestreflex

41

De RASS (Richmond Agitation and Sedation Scale):

De RASS meet de vorm van sedatie en eventueel agitatie en het aantal punten wat men scoort wordt mede bepaald door het uitvoeren van een EMV-score.

Zoals gebruikt in het EMC:

- RASS 4 = strijdlustig
- RASS 3 = erg geagiteerd
- RASS 2 = geagiteerd
- RASS 1 = onrustig
- RASS 0 = alert en kalm
- RASS -1 = slaperig
- RASS -2 = lichte bewustzijnsdaling
- RASS -3 = matige bewustzijnsdaling
- RASS -4 = diepe bewustzijnsdaling
- RASS -5 = niet wekbaar

De MRC (Medical Research Council Scale):

Hiermee wordt de spierkracht van de ledematen gecontroleerd, wat met name bij post operatieve patiënten en patiënten met mogelijke kans op uitvalsverschijnselen van belang kan zijn. De patiënt moet hierbij wel compos mentis (= bij volle bewustzijn) zijn.

Alle ledematen worden twee maal getest, dus je moet acht testen uitvoeren;

Armen: 1. Bovenarmspier; laat de patiënt zijn arm buigen (spierbal maken) terwijl je tegendruk geeft door aan de pols te trekken.

2. Strecken van de vingers; laat de patiënt zijn vingers strekken (palm van de hand naar beneden gericht). Plaats je vingers op de bovenzijde van de vingers en probeer er doorheen te drukken.

Benen: 1. Bovenbeenspier; laat de patiënt in rugligging het te testen been gestrekt houden. Houdt het been omhoog met je hand onder de knie. Laat de patiënt het been strekken terwijl je met je andere hand tegendruk geeft op het scheenbeen.

2. Voetheffer; laat de patiënt in rugligging met gestrekt been zijn voetwreef van de testen voet naar de neus wijzen. Leg de palm van je hand op de wreef en probeer er doorheen te drukken.



De gemeten kracht wordt vastgelegd in een getal:

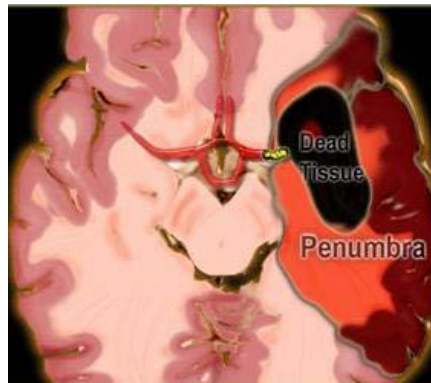
- 5 = normale kracht, volledige beweging tegen de zwaartekracht en weerstand in,
- 4 = verminderde kracht, maar nog wel volledige beweging tegen de zwaartekracht en weerstand in,
- 3 = beweging tegen de zwaartekracht in, maar niet tegen enige weerstand
- 2 = beweging alleen loodrecht op de zwaartekracht, maar niet tegen enige weerstand
- 1 = voelbare/zichtbare spieraanspanning, die zich niet uit in beweging
- 0 = geen voelbare spierspanning en geen beweging mogelijk

Hoofdstuk 4:

Intracraniale druk (de ICD of ICP):

In principe is in elk compartiment drukmeting mogelijk, denk hierbij aan het hart/thorax, oesophagus, blaas, bloedvaten en dus ook in de schedel. Wat betreft de drukmeting in de schedel; dus de intracraniale druk, even wat begripsverduidelijking en feiten:

- ICP: Intracranial Cerebral Pressure normaal 7 – 15 mmHg *in het EMC*, (sommige landen en klinieken houden andere waardes aan). De neuro-richtlijn van het EMC accepteert een ICP-waarde van 20 mmHg en pas als de druk hierboven komt en deze 15-20 minuten duurt, wordt dit als verhoogde druk beschouwd, waarop actie dient te worden ondernomen.
- CPP: Cerebral Perfusion Pressure (gewenst: 60-65 mmHg), $CPP = MAP - ICP$. Is de CPP te laag is er een verhoogde kans op ischemie, is de CPP te hoog is er een verhoogde kans op oedeem, bloeding en/of het ontstaan van ARDS.
- CBF: Cerebral Blood Flow (normaal 50ml/min/100gr, dus in een gemiddeld brein 650ml/min!). Daalt de CBF onder de 20ml/min/100gr dan worden de neuronen functioneel uitgeschakeld, daalt het onder de 8ml/min/100gr dan sterven de neuronen af. De zone waarin de CBF van de hersencellen tussen de 20 en 8ml/min/100gr bedraagt wordt de penumbra genoemd. De cellen in de penumbra zijn dus functioneel uitgeschakeld maar de schade is reversibel.
- MAP: Mean Arterial Pressure ($Druk_{systolisch} + 2 \times (Druk_{diastolisch}) : 3$). De MAP is sterk afhankelijk van de CPP en daardoor van de autoregulatie.

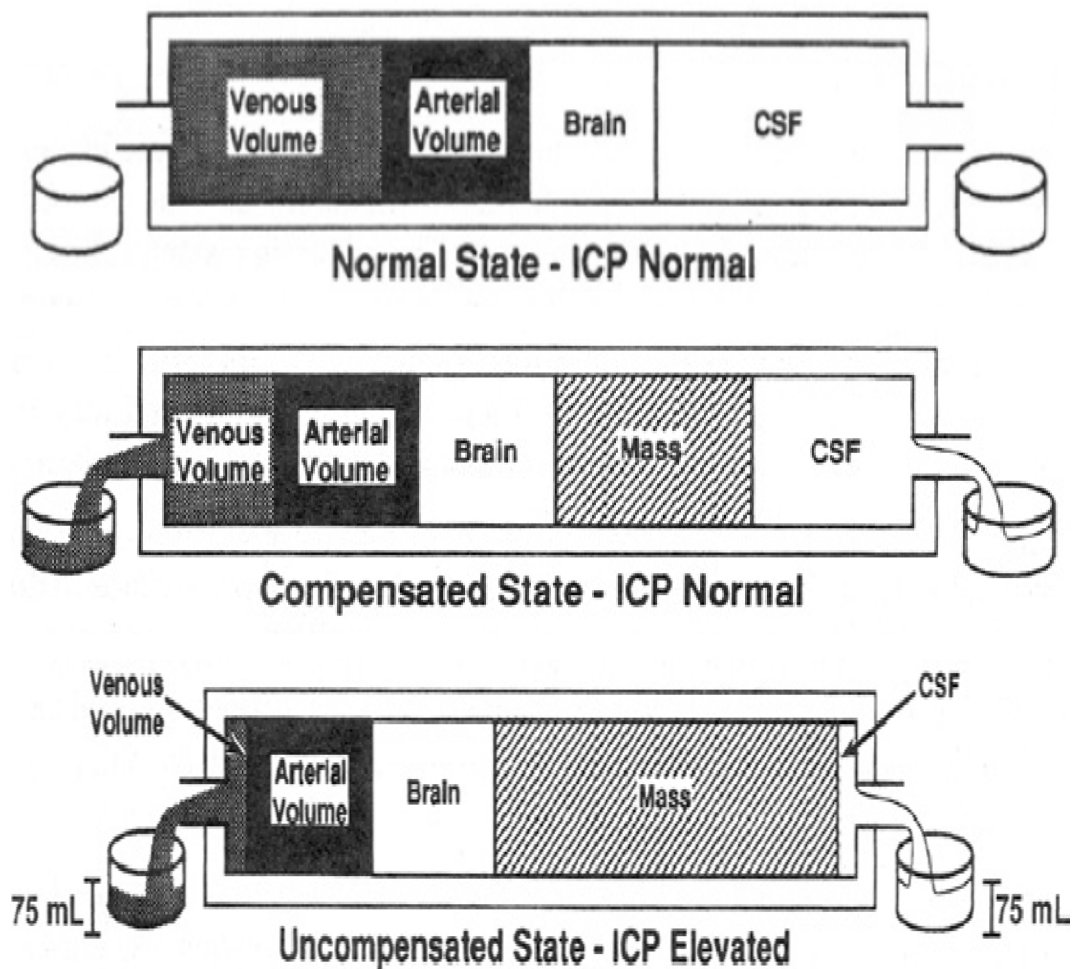


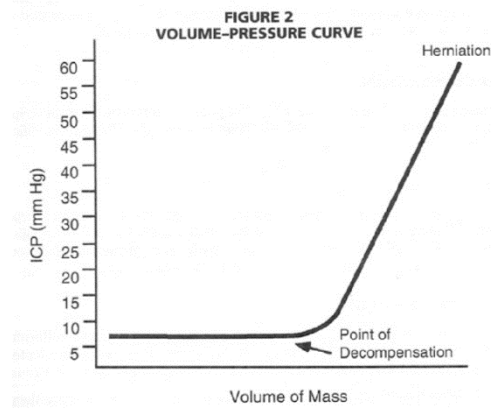
Het brein vormt 2% van het lichaamsgewicht en verbruikt 15-20% van de cardiac output in rust (!) en 150 gram glucose per dag. Er is een grote behoefte aan een constante doorbloeding; geregeld door de autoregulatie. CBF= cerebrale bloed flow dit is het meest optimaal bij een MAP tussen de 60 en 150 mmHg. Dus stijgende ICP geeft een daling van de CPP waardoor de CBF te laag wordt.

Bij een normale anatomie is er binnen de schedel sprake van de volgende volumes:

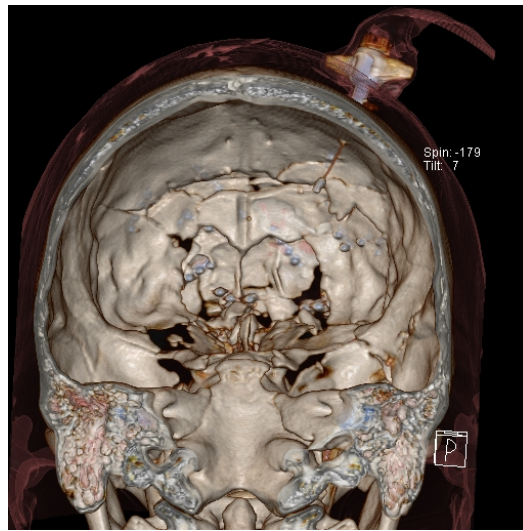
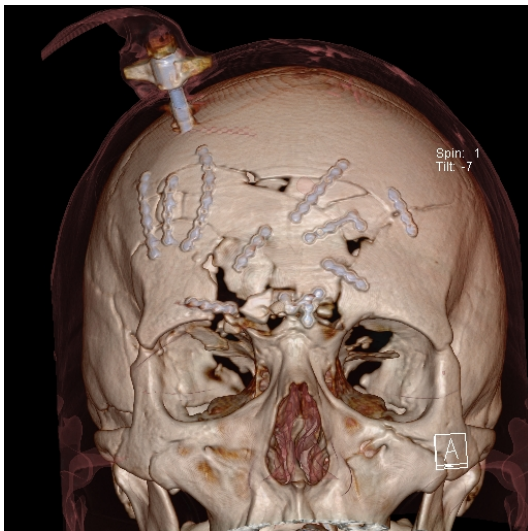
- Brein: 1300 – 1500 gram
- Bloed: 150 – 200 ml
- Liquor: 150 ml

Neemt het een in volume toe, dan neemt het andere in volume af. Er is immers maar een beperkte ruimte die bestaat binnen de harde benige schedel. Er zal hoe dan ook gecompenseerd moeten worden, door afname van een andere component, anders zal de druk stijgen. Dit noemt men de Monroe Kellie doctrine. ICP is daardoor niet statisch maar dynamisch en een verhoogde ICP is potentieel dodelijk.





De ICP kan op verschillende manieren gemeten worden. Bij kinderen wordt het soms via meting van de schedelomtrek of observatie van de fontanellen gedaan. Het kan door middel van een lumbaalpunctie (maar dit heeft in geval van verhoogde druk nogal wat contra-indicaties, zie HS 1; liquor en ventrikelsysteem). De druk kan ook intracranieel gemeten worden via een meter in een ventrikel (EVD), in het parenchym (hersenweefsel), zoals wij in het EMC dat meestal doen, of meting in de sub of epidurale ruimte. De voorkeursplaats voor het inbrengen van een intraparenchymateuze drukmeter is rechts frontaal, dit omdat dit bij de meeste mensen, linkshandigen soms uitgezonderd, de niet-dominante hemisfeer is, en er in principe de minste schade kan ontstaan.



Oorzaken van een verhoogde ICP:

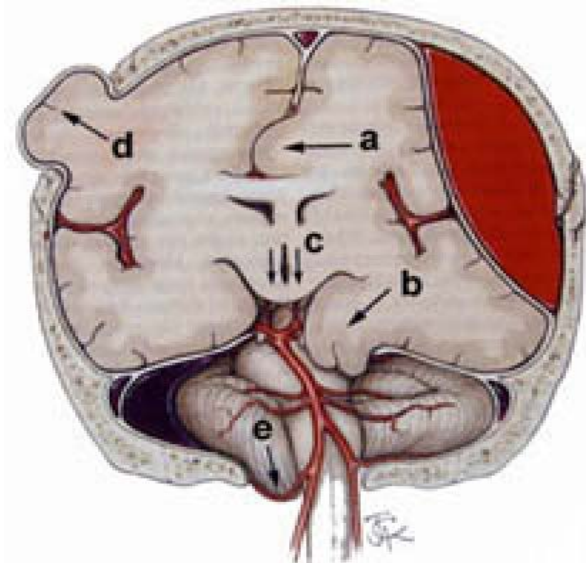
- Bloeding (traumatisch, spontaan)
- Ruimte innemend proces (tumor, infectie)
- Hydrocefalus (communicerend of niet)
- Diffuse zwelling / oedeem
- Idiopathische intracranieële hypertensie

De symptomen:

- Hoofdpijn
- Misselijk / Braken
- Papiloedeem
- Sunset fenomeen
- Gespannen fontanel
- Gedaald bewustzijn (EMV) of onrust
- Pupilverwijding/Inklemmen
- Cushing Respons (eerst bradycardie/hypertensie, daarna tachycardie/hypotensie)

Inklemmen:

- a: subfalcine herniatie
- b: transtentoriële / uncale herniatie
- c: centrale / midbrain herniatie
- d: extracranieële herniatie
- e: tonsillaire / cerebellaire herniatie



Behandeling van een verhoogde ICP:

- Positioneren van het hoofd in de middellijn, 30° positie
- Sedatie en/of verslapping
- Liquordrainage
- Toedienen van osmosen;
- Mannitol: suiker alcohol wat verwant is aan sorbitol en werkt als osmotisch diureticum welke de bloed hersenbarrière passeert. Zorgt voor verplaatsing van intracellulair vocht naar extracellulair. Zorgt voor een verminderde bloedviscositeit, verhoogt de CBF. Werkt maximaal na 30 minuten en houdt 3 a 4 uur aan. Bijwerkingen: tubulus necrose, hypernatriemie, dehydratie, decompensatio cordis. Rebound fenomeen: Mannitol gaat door de bloed/hersen barrière. Plotseling staken kan hierdoor juist zorgen dat het brein gaat zwellen.

Hyperton zout (3%): trekt vocht aan uit het oedemateuze brein omdat het een hogere concentratie van natrium en een lagere concentratie van water heeft dan bloed. Moet worden toegediend via een centrale lijn. Het is tevens een volume expander waardoor een betere CPP ontstaat. Gaat niet samen met bloedproducten. Elektrolytenhuishouding in de gaten houden.

- Barbituraten: ultiem sedatiemiddel. Onderdrukt het basaalmetabolisme, zorgt voor een verminderd bloedvolume waardoor ICP-daling en CBF-vermindering. Bijwerkingen RR-daling, hypothermie, lange halfwaardetijd, onderdrukken autonome zenuwstelsel.
- Decompressie craniotomie; geeft een vergrote kans op infectie en het ontstaan van een hydrocefalus. Is levensreddend maar ook vaak invaliderend.



- Hyperventilatie, in principe streven we een normocapnie na (in het EMC kPa 4,5), hypercapnie voorkomen, overweeg alleen hyperventilatie bij plateau drukgolven.

Supplement:

Het verschil tussen een EVD (externe ventrikeldrain) en ELD (externe lumbale drain) en wanneer welke drain te gebruiken en wanneer juist niet is al ter sprake gekomen in de module voorafgaande aan deze bijscholing en ook al in diverse hoofdstukken die hier voorafgaan, of die nog gaan komen. Toch wordt hier nog even kort ingegaan op de principes, ligging en werking van beide drains.

Externe ventrikeldrain:

Tijdens de operatie wordt er door de neurochirurg een klein gaatje in de schedel geboord. Vervolgens wordt de drain in een ventrikel gebracht wat dan onder de huid door naar buiten komt. Daarna wordt de huid gesloten en zal de drain worden gehecht aan de hoofdhuid. Het uiteinde van de drain wordt gekoppeld aan een opvangreservoir, dat aan het bed wordt gehangen. De arts bepaalt de hoogte waarop het opvangreservoir bevestigd wordt. Door de hoogte te veranderen kan de arts bepalen hoeveel liquor er in het reservoir afvloeit (dit werkt als communicerende vaten).

Externe ventrikeldrains worden in principe niet gebruikt voor preventie of behandeling van een liquorlekkage, tenzij een externe lumbale liquordrainage niet mogelijk is.

Externe lumbale drain:

Een ELD is een dunne drain die door de huid in het onderste gedeelte van de rug (lumbaal) wordt geplaatst. Het skelet van de rug wordt gevormd door de wervelkolom. Deze bestaat uit meerdere wervels, het heiligbeen en de stuit. Alle wervels hebben een boog met daarin een holte. Deze holtes vormen samen het wervelkanaal, waarin zich het ruggenmerg bevindt. Het ruggenmerg loopt vanaf de schedel tot aan de eerste of tweede lendenwervel. Hieronder bevindt zich een grote bundel zenuwen gehuld in een zak met liquor en is omgeven door het harde hersenvlies. De externe lumbale drain bestaat uit een drain en een opvangreservoir. Het eerste gedeelte van de drain wordt op de rug geplakt. Het opvangreservoir wordt aan het bed gehangen. De arts bepaalt de hoogte waarop het opvangreservoir bevestigd wordt. Door de hoogte te veranderen kan de arts bepalen hoeveel liquor in het reservoir afvloeit.

Hoofdstuk 5:

Hersentumoren.

Tumoren uit het zenuwweefsel zelf komen eigenlijk maar weinig voor.

De kwaadaardige hersentumoren ontstaan meestal uit het steunweefsel: de gliomen. Het meningioom is een bloedvatrijke tumor die ontstaat uit de hersenvliezen; dit zijn bijna altijd goedaardige tumoren. De meest voorkomende kwaadaardige hersentumoren zijn metastasen. De behandeling en de prognose van een hersentumor worden bepaald door de pathologisch anatomische bevindingen. De verschillende hersentumoren en hun behandeling worden hier afzonderlijk besproken.

Gliomen

De steuncellen die het zenuwweefsel voeden, beschermen, isoleren, en op hun plek houden, heten gliacellen. De tumoren die uit deze steuncellen voortkomen heten gliomen. Per jaar wordt in Nederland bij iets meer dan 1.000 mensen een glioom geconstateerd. Dit is meer dan de helft van het totaal aantal hersentumoren, met uitzondering van uitzaaiingen.

Er zijn verschillende soorten glia cellen te onderscheiden:

astrocyten

oligodendrocyten

ependymcellen

Schwanncellen

microglia

Uit ieder celtype kan een glioom ontstaan; vaak kan de patholoog nog onderscheiden uit welke gliacel de tumor is ontstaan. Astrocyten zijn kleine stervormige cellen. De meeste gliomen ontstaan uit astrocyten. De termen glioom en astrocytoom worden daarom nogal eens door elkaar gebruikt. Andere tumoren zijn oligodendrogliomen, ependymomen en mengtumoren (oligo-astrocytomen).

Kwaadaardigheid tumor:

De kwaadaardigheid van de tumor wordt beoordeeld aan de hand van een aantal kenmerken: Hoeveel cellen delen zich? Hoeveel bloedvaten zitten er in de tumor en hoe zien die bloedvaten eruit (grillig of normaal)? Zitten er veel afgestorven cellen in de tumor? Welke soort gliacellen overheerst? Op basis van deze kenmerken kunnen gliomen worden ingedeeld in:

- laaggradige tumoren (graad 1 en 2))
- hooggradige tumoren (graad 3 en 4)

Het astrocytoom is het meest voorkomende glioom. De

Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) heeft de kwaadaardigheid van gliomen ingedeeld in vier graden:

Graad 1: Pilocytair astrocytoom 2%:

Diagnose:

Het pilocytair astrocytoom is een langzaam groeiende tumor. Het kan daarom soms lang duren voordat een tumor wordt vermoed bij een kind dat geleidelijk aan slechter

gaat lopen of slechter gaat zien. Op een MRI is de tumor herkenbaar als een scherp begrensde tumor die veel contrastmiddel opneemt.

Graad 2: Laaggradig astrocytoma 8%:

Diagnose:

Het laaggradig astrocytoma is een langzaam groeiende tumor, meestal bij volwassenen tussen de 20 en 50 jaar. Op een MRI gaat het meestal om een vaag begrensde tumor. Onderzoek van het weefsel is nodig om de diagnose te bevestigen.

Graad 3: Anaplastisch astrocytoma 20%:

Diagnose:

Een astrocytoma graad III groeit onbehandeld snel door in het omliggende hersenweefsel; de ziektegeschiedenis is daarom meestal relatief kort. De meeste patiënten zijn tussen de 30 en 50 jaar oud, iets vaker mannen dan vrouwen. Een MRI toont meestal een grillige, slecht begrensde tumor die met contrast kan aankleuren. De diagnose moet gesteld worden door onderzoek van het weefsel.”

Graad 4: Glioblastoma multiforme 70%:

Diagnose:

De symptomen zijn vaak zo ernstig dat een patiënt snel wordt verwezen naar een neuroloog. Het kenmerkende beeld van een glioblastoma multiforme op een MRI is een grillige hersentumor, waarbij de randen veel contrast opnemen rond een contrastarm tumorcentrum met weinig bloedvaten (dood weefsel). De diagnose moet gesteld worden middels weefselonderzoek.

Symptomen:

De verschijnselen berusten in het algemeen op verhoging van de druk in het hoofd, zoals hoofdpijn, eventueel met misselijkheid en braken. Anderzijds zijn er symptomen die te maken hebben met de plaats van de tumor. Deze verschijnselen kunnen variëren van psychische stoornissen, spraakstoornissen, verlamingsverschijnselen, dubbelzien, tot epileptische aanvallen. Bij een lokalisatie bij de kleine hersenen kan een stoornis optreden van de circulatie van het hersenvocht met optreden van een hydrocefalus.

Behandeling

De behandeling van de verschillende tumoren hangt af van het stadium van de tumor er zijn meerdere –experimentele- behandelingen die in studieverband worden gegeven.

Ependymomen:

De ventrikels en hersenkanalen, waarin liquor stroomt, worden bedekt met ependymcellen. Gliomen die ontstaan uit de ependymcellen worden ependymomen genoemd. Ependymomen kunnen zowel in de grote hersenen, de kleine hersenen,

als in het ruggenmerg voorkomen. Ependymomen kunnen in tegenstelling tot de andere gliomen wel uitzaaien: omdat het ependymoom in het hersenvocht groeit, kunnen tumorcellen met het hersenvocht verplaatsen en zo uitzaaiingen in hersenen of ruggenmerg veroorzaken.

Symptomen

Omdat ependymomen in de hersenholtes groeien, kunnen ze aanleiding geven tot een opstopping van de stroom van het hersenvocht. Bij heel jonge kinderen kan dat aanleiding geven tot een hydrocefalus. Bij oudere kinderen en bij volwassenen geeft dat aanleiding tot een scala aan klachten: hoofdpijn, misselijkheid en braken, spraak- en evenwichtsstoornissen, slikklachten, krachtsverlies of gevoelsvermindering van armen en/of benen, krachtsverlies in het gelaat en dubbelzien.

Diagnose

Een MRI toont veelal een tumor nabij de hersenholtes met vergroting van de hersenholtes (hydrocefalus). Een MRI wordt gemaakt van zowel de hersenen als van de wervelkolom om na te gaan of er geen andere tumoren zijn in de hersenen en het ruggenmerg.

Behandeling

De behandeling bestaat uit operatie, soms gevolgd door radiotherapie. De vergrote hersenholtes kunnen zo nodig operatief worden ontlast door middel van drainage. In geval van een terugkerend ependymoom kan ook chemotherapie worden overwogen.

Meningeomen:

Een meningioom is een tumor die ontstaat in het hersenvlies. Dit betekent dat een meningioom overal kan voorkomen waar zich hersenvliezen bevinden, dus rond de hersenen en het ruggenmerg. Het meningioom is meestal goedaardig (90%), dat wil zeggen dat de tumor beperkt blijft tot één plek in de hersenen en niet uitzaait. Bij 8% komt een 'atypische' vorm voor die de neiging heeft om de hersenen in te groeien en om op meerdere plekken in de hersenvliezen terug te komen. In uitzonderlijke gevallen (2%) is er sprake van een echt kwaadaardige vorm. Het meningioom komt vaker voor bij vrouwen dan bij mannen en ontstaat meestal op middelbare leeftijd. Het is een langzaam groeiende tumor, zodat de verschijnselen vaak sluipend ontstaan en de diagnose pas laat gesteld wordt.

Symptomen

De verschijnselen berusten in het algemeen op verhoging van de druk in het hoofd, zoals hoofdpijn, eventueel met misselijkheid en braken. Anderzijds zijn er symptomen die te maken hebben met de plaats van de tumor. Deze verschijnselen kunnen variëren van psychische stoornissen, spraakstoornissen, verlamingsverschijnselen, dubbelzien, tot epileptische aanvallen. Bij een lokalisatie bij de kleine hersenen kan een stoornis optreden van de circulatie van het hersenvocht met optreden van een hydrocefalus. Wanneer een meningioom in het wervelkanaal groeit, ontstaan verschijnselen van druk op het ruggenmerg: verlamingsverschijnselen en of gevoelsstoornissen onder het niveau van de tumor.

Diagnose

Op een CT-scan zonder en met contrasttoediening kan een meningioom in het algemeen goed herkend worden. Een MRI toont meer detail van de tumor, vooral bij lokalisatie aan de schedelbasis. Meningeomen zijn tumoren die rijk voorzien zijn van bloedvaten. Daardoor kunnen Meningeomen veel bloedverlies geven bij een operatie. Om het risico op bloedingen te kunnen inschatten, wordt van te voren soms nog een angiografie en embolisatie verricht.

Behandeling

De noodzaak tot behandeling wordt bepaald door de ernst van de klachten, groeisnelheid, lokalisatie en omvang van de tumor, en de leeftijd van de patiënt. In het algemeen kunnen drie verschillende behandeladviezen gegeven worden:

Zorgvuldig observeren:

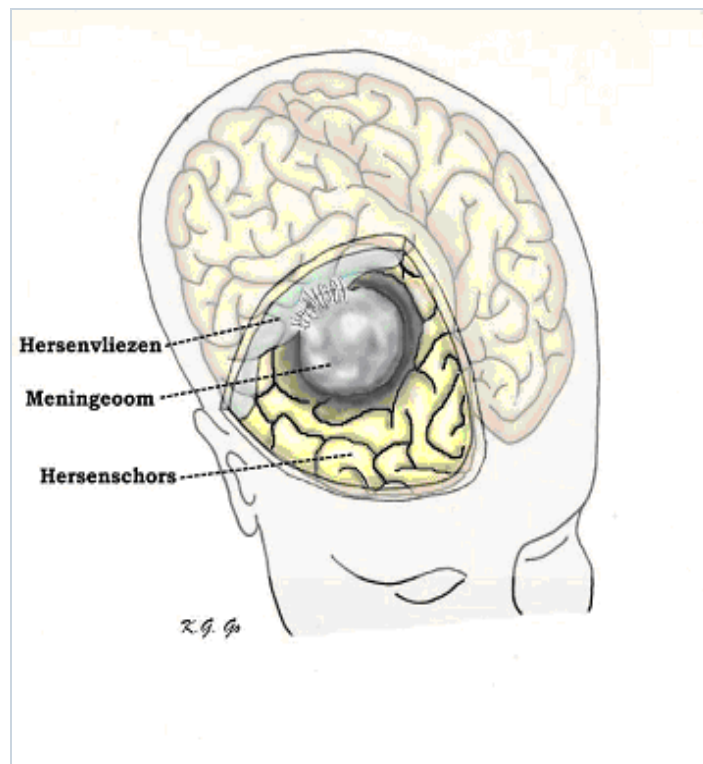
Een kleine tumor die weinig of geen klachten geeft, hoeft niet meteen behandeld te worden. De patiënt wordt dan regelmatig gecontroleerd met een MRI of CT.

Neurochirurgie:

Een operatie wordt geadviseerd als het meningioom klachten geeft en goed van het normale hersenweefsel af te grenzen is. Na een volledige verwijdering is nabehandeling meestal niet noodzakelijk. Vanwege de kans op het opnieuw aangroeien van het meningioom na operatie zal de patiënt enige tijd onder controle blijven.

Radiotherapie:

Radiotherapie wordt om diverse redenen gegeven, wanneer de tumor niet in zijn geheel verwijderd kan worden, dit hangt af van de plaats waar de tumor zich bevindt. Radiotherapie wordt ook toegepast als het meningioom na de operatie opnieuw aangroeit en radiotherapie is noodzakelijk als het om een kwaadaardige vorm gaat.



Hypofysetumoren:

De hypofyse is een klein orgaan, ongeveer zo groot als een erwt, dat onder aan de hersenen ligt in een holte in de schedelbasis achter de oogkassen, het zogenaamde Turkse zadel (sella turcica). Precies boven deze holte ligt de kruising (chiasma) van de oogzenuwen. De hypofyse is verder door de hypofysesteel verbonden met een centraal deel van de hersenen, de hypothalamus. De hypofyse heeft een belangrijke functie als hormoonproducerende klier. Door afgifte van verschillende hormonen regelt de hypofyse de functie van een groot aantal andere hormoonproducerende klieren zoals de schildklier, de bijnier en de geslachtsorganen. Daarnaast speelt de hypofyse een belangrijke rol in de waterhuishouding. De hypofyse wordt op haar beurt weer aangestuurd door de hypothalamus. Een tumor, die in de hypofyse ontstaat, is bijna altijd goedaardig.

Symptomen

Verreweg het meest voorkomende type tumor is de 'niet functionerende tumor', die zelf geen werkzame hormonen produceert. Symptomen ontstaan door:
druk op de oogzenuw waardoor slecht zien of uitval van een deel van het gezichtsveld
druk op de rest van de hypofyse, waardoor uitval van de hypofysefunctie
Ziekteverschijnselen kunnen ook ontstaan wanneer de hypofyse als gevolg van een gezwell een of meerdere hormonen teveel gaat aanmaken. We spreken in dat geval van een 'functionerende tumor'.

Diagnose

Bij het vermoeden van een hypofysetumor wordt de patiënt vaak in eerste instantie verwezen naar de endocrinoloog. Op basis van de ziekteverschijnselen zal deze specialist aanvullend onderzoek verrichten. Belangrijk hierbij zijn de bepalingen van de verschillende hormoonspiegels in het bloed. Daarnaast zal beeldvormend onderzoek van de schedelinhoud plaatsvinden. Een MRI is hiervoor het meest geschikt. Bij beperking van het gezichtsvermogen is een aanvullend oogonderzoek nodig, inclusief bepaling van de gezichtsvelden.

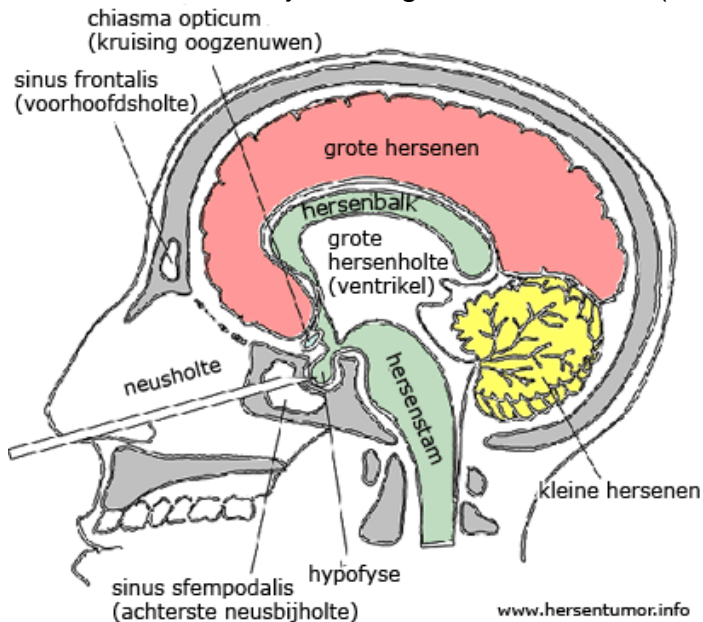
Behandeling

De behandeling van een hypofysetumor:
in de meeste gevallen is operatie de behandeling van keuze.
De verschillende behandelingen kunnen ook gecombineerd worden. De keuze van de behandeling hangt af van een aantal factoren, waarvan de soort en grootte van de tumor de belangrijkste zijn. Bij de behandeling van hypofysetumoren zijn meestal meerdere specialisten van verschillende disciplines betrokken.

Radiotherapie:

Radiotherapie bij hypofysetumoren wordt gegeven indien medicamenteuze behandeling of operatie onvoldoende heeft geholpen, of indien operatie wegens een te hoge leeftijd of zeer slechte lichamelijke conditie van de patiënt te riskant is, of indien een hypofysetumor ondanks eerdere behandelingen weer uitgroeit.
Over het juiste moment voor radiotherapie wordt ook door specialisten verschillend gedacht. Daarbij moet een afweging gemaakt worden tussen de ernst van de ziekte en de risico's van de verschillende behandelingen. Het risico's op blijvende uitval van

de hypofyse-functie is na neurochirurgie en radiotherapie even groot. Daarbij moet worden bedacht dat met de moderne radiotherapietechnieken zeer precies bestraald kan worden, waarbij het omgevende normale (hersen)weefsel minimaal belast wordt.



Operatie

Wanneer de tumor in aanmerking komt voor operatieve behandeling zal meestal gekozen worden voor een operatie door de neusbijholte, de zogenaamde transsfenoïdale chirurgie. Hierbij wordt via de neus een toegang gemaakt tot de neusbijholte om zo, direct op de sella turcica uit te komen. Meestal wordt de ingreep in samenwerking met een KNO-arts uitgevoerd. Na de operatie kan de hormoonhuishouding blijvend gestoord zijn doordat de hypofyse te weinig van een bepaald soort hormonen produceert. De patiënt moet dan als vervanging deze hormonen innemen. We noemen dit substitutietherapie. Vaak is er ook al voor de ingreep een bepaald hormoontekort en is dit geen gevolg van de operatie.

Om te zien of de tumor volledig is verwijderd kan pas na enkele maanden een controle MRI gemaakt worden van de hypofyse. Voor die tijd is een restje tumor niet te onderscheiden van operatielitteken. Wanneer bij de operatie niet al het tumorweefsel verwijderd kon worden, kan soms de hypofysetumor weer aangroeien en is er soms nog een operatie nodig. De kans hierop is kleiner als het tumorgebied na de operatie bestraald is.

Metastasen:

Hersenmetastasen zijn uitzaaiingen in de hersenen van kanker die ergens anders in het lichaam is ontstaan. Kanker begint meestal in een bepaald orgaan, bijvoorbeeld borstkanker in de borst en longkanker in de longen, en verspreidt zich via het bloed door het lichaam. Kankercellen stranden in de kleine bloedvaatjes van de hersenen en groeien uit tot tumoren die klachten kunnen veroorzaken. Hersenmetastasen komen veel vaker voor dan primaire hersentumoren, in Nederland bij vele duizenden patiënten per jaar maar precieze aantallen zijn niet bekend. Hersenmetastasen komen nogal eens voor in de laatste levensfase van een patiënt met een ongeneeslijke vorm van kanker.

Tumoren die regelmatig aanleiding geven tot hersentumoren zijn borstkanker, longkanker en het melanoom. Maar in principe kunnen alle vormen van kanker uitzaaien naar de hersenen.

Symptomen

Hersenmetastasen geven dezelfde klachten en verschijnselen als kwaadaardige primaire hersentumoren: epileptische aanvallen, gedragsverandering, neurologische uitvalsverschijnselen, moeite met of uitval van spraak, evenwichtsproblemen, hoofdpijn, misselijkheid en braken.

Diagnose

Bij een patiënt die al bekend is met kanker, en die een of meer van bovenbeschreven symptomen heeft, wordt vaak direct gedacht worden aan een hersenmetastase. Op een CT-scan of een MRI van de hersenen is een metastase meestal te zien als een scherp begrensde contrast-aankleurende ronde afwijking omgeven door hersenoedeem. Bij meer dan de helft van de patiënten worden meer dan één metastase gevonden. Bij twijfel aan de diagnose, bijvoorbeeld als er maar één hersentumor te zien is, indien de patiënt niet bekend is met kanker of indien een eerdere kanker allang genezen is, is het nodig om de diagnose vast te stellen aan de hand van een stukje tumorweefsel. Dit tumorweefsel kan worden verkregen door een biopsie of door een operatieve verwijdering van de tumor. Onder de microscoop heeft een uitzaaiing de uiterlijke kenmerken van de oorspronkelijke kanker. Soms wordt een afwijking in de hersenen gevonden die een metastase zou kunnen zijn. Als bij de patiënt tot dan toe nog geen kanker gevonden is, zal in de regel onderzoek naar een primaire tumor worden verricht, en naar metastasen elders in het lichaam.

Behandeling

De keuze van behandeling van de patiënt met een hersenmetastase hangt af van de conditie en leeftijd van de patiënt en de actuele verspreiding van de oorspronkelijke kanker. De beslissing tot behandeling wordt, in overleg met de patiënt, genomen in een multidisciplinair overleg. Het doel van de behandeling is het verlengen van het leven, maar vooral het verbeteren van de kwaliteit ervan.

Hormonale behandeling:

Bij een sterk vermoeden van hersenmetastasen wordt meestal begonnen met een behandeling met bijnierschors hormoon (dexamethason). Dit geneesmiddel vermindert de druk ontstaan door het hersenoedeem rond de metastasen en vermindert de klachten binnen enkele uren tot dagen.

Neurochirurgie:

Chirurgische verwijdering van een metastase is zinvol indien er twijfel bestaat over de diagnose, wanneer er sprake is van slechts één hersenmetastase, of om ernstige klachten door de tumor direct te verhelpen. Bij patiënten met meerdere metastasen in de hersenen, of bij wie de kanker ook elders in het lichaam actief is, is chirurgische behandeling doorgaans minder voor de hand liggend.

Radiotherapie:

Een serie bestralingen is een optie als een patiënt zich beter voelt door de dexamethason en kan de gunstige werking van dexamethason geleidelijk overnemen. Indien er sprake is van meerdere metastasen wordt in het algemeen een kort bestralingsschema gegeven van 5 tot 10 dagelijkse bestralingen. Bestraling kan gegeven worden op de gehele schedelinhoud of lokaal alleen ter plaatse van de hersenmetastase(n). Hele lokale bestraling met zeer hoge dosis wordt

stereotactische radiotherapie (met een gamma-knife of een lineaire versneller) genoemd. De keuze van de te geven radiotherapie hangt af van de conditie van de patiënt en het aantal hersenmetastasen. Stereotactische radiotherapie is soms een goed alternatief voor chirurgie.

Chemotherapie:

De rol van chemotherapie bij hersenmetastasen is beperkt. Bij bepaalde vormen van kanker (kleincellig longcarcinoom, borstkanker, kiemceltumor) wordt chemotherapie wel regelmatig voorgeschreven. Soms vindt verspreiding van kankercellen plaats via het hersenvocht naar de hersenvliezen: leptomeningeale metastasering. Ook in dat geval is chemotherapie een mogelijkheid.

Brughoektumoren:

Een brughoektumor is een gezwel dat zich op een welbepaalde plaats binnen de schedel bevindt, namelijk de brughoek. Er bestaan een linker en een rechter brughoek, die gelegen zijn aan de schedelbasis, tussen de pons of brug en de kleine hersenen. In dit gebied loopt een aantal hersenzenuwen. De brughoektumor die het meest voorkomt gaat uit van de achtste hersenzenuw (de gehoors- en evenwichts-zenuw, nervus acusticus en de nervus vestibularis) die ontspringt uit de pons en loopt naar de opening in het rotsbeen, de zogenaamde inwendige gehoorgang. Hier komt hij samen te liggen met de zevende hersenzenuw of nervus facialis (die de gelaatsspieren aanstuurt). Het gezwel ontstaat uit de zogenaamde Schwann cellen, die in feite het omhulsel van de zenuw vormen, de zenuwschede, en het gezwel is bijna altijd goedaardig. De huidige juiste benaming van deze tumor is vestibulair schwannoom.

De brughoektumor, die meestal enkelzijdig voorkomt, kan zich ook dubbelzijdig manifesteren. Vaak bestaat er dan een verband met de erfelijke aandoening neurofibromatose (een afwijking met zeer verschillende uitingsvormen die vooral de huid en het zenuwstelsel aantast). Een bepaalde vorm van deze ziekte, meestal neurofibromatose type 2 of kortweg NF2 genoemd, wordt gekenmerkt door het beiderzijds voorkomen van het vestibulair schwannoom.

Symptomen

In het geval van het vestibulair schwannoom ontstaan de eerste verschijnselen doordat het gezwel dat uitgaat van de zenuwschede van de achtste hersenzenuw gaat drukken op de zenuw. Hierdoor zal de zenuw aan de kant van het gezwel minder goed gaan werken. De achtste hersenzenuw brengt normaal signalen uit het gehoors- en evenwichtsorgaan, dat ligt in het rotsbeen, over naar het gehoors- en evenwichtscentrum in de hersenen. De meest voorkomende beginklachten zijn dan ook eenzijdige gehoor daling en oorsuizen. Duizeligheid komt daarnaast ook vaak voor en wordt meestal aangegeven als een gevoel van onzekerheid ter been. Bij verdere groei van de tumor kunnen ook de andere hersenzenuwen die in de brughoek lopen in de verdrinking komen. Het gaat hierbij meestal om de vijfde hersenzenuw (nervus trigeminus), die verantwoordelijk is voor het gevoel in het aangezicht. De verschijnselen die hierbij optreden zijn pijnlijke gevoelsstoornissen in het gezicht. Ook kan de zevende hersenzenuw die verantwoordelijk is voor de motoriek van de gelaatsspieren uitvallen met als gevolg verlamming van de gelaatsspieren aan de aangetaste zijde, wat hierin tot uiting komt dat de mondhoek

gaat hangen en het oog minder goed gesloten kan worden. Bij heel grote tumoren kunnen ook de nog lager gelegen hersenzenuwen uitvallen. Daarnaast kan er een stoornis optreden in de hersenvochtcirculatie, waardoor een hydrocefalus ontstaat, met als klachten hoofdpijn gecombineerd met slecht zien, braken en sufheid. Door druk op de hersenstam kunnen de signalen, die vanuit de hersenen naar het ruggenmerg doorgestuurd worden, onderbroken worden met uitval van belangrijke lichaamsfuncties als gevolg. Zowel de situatie waarbij er een waterhoofd optreedt, als die waarbij er druk op de hersenstam wordt uitgeoefend door het gezwel zijn levensbedreigend. Hoofdpijn kan ook als klacht optreden bij relatief kleine tumoren, zonder dat er hierbij sprake is van een stoornis in de hersenvochtcirculatie.

Diagnose

Het is van belang om in een vroeg stadium de diagnose te stellen. Groei van de tumor kan onherstelbare zenuwbeschadiging veroorzaken en levensbedreigend zijn. Daarnaast neemt het operatierisico en de kans op complicaties toe bij grotere tumoren. Aan de hand van een aantal typische ziekteverschijnselen, zoals eenzijdige gehoor daling of oorsuizen, kan de diagnose vermoedt worden. De patiënt wordt dan naar de KNO-arts of neuroloog verwezen, die uiteindelijk de diagnose stelt. Hij maakt hierbij gebruik van aanvullend gehoor- en evenwichtsonderzoek. Dit onderzoek kan aantonen of er een afwijking in de brughoek gezocht moet worden. Het aangewezen onderzoek om de diagnose te bevestigen is de MRI-scan van het hoofd, waarmee zelfs zeer kleine tumoren van slechts enkele millimeters aan te tonen zijn. Natuurlijk is niet iedere duizeligheid het gevolg van een brughoektumor. Integendeel, duizeligheid is een heel veel voorkomende klacht met een scala aan oorzaken, die vaker niet dan wel het gevolg van een brughoektumor zijn.

Behandeling

Doel van de behandeling is schade te voorkomen, die ontstaat door groei van de tumor. De meest effectieve methode om dit doel te bereiken is de chirurgische verwijdering van de tumor. Omdat aan een dergelijke operatie een zeker risico is verbonden, is een alternatieve behandeling ontwikkeld, de zogenaamde stereotactische bestraling. Hierbij wordt de tumor niet weggenomen, maar door straling in zijn groei gestopt. Uit onderzoek is gebleken, dat de groei van de tumor niet altijd goed voorspelbaar is. Meestal groeit de tumor traag, d.w.z. 1 à 2 mm per jaar, maar soms kan de tumor ook jarenlang niet groter worden. Daarom kan in sommige gevallen besloten worden om niet direct tot behandeling over te gaan, maar eerst het natuurlijke verloop te volgen en pas behandeling in te stellen bij aangetoonde groei.

Hoofdstuk 6:

Neurochirurgische operaties.

Ook bij intracraniale ingrepen moet men rekening houden met enige basisprincipes van de geneeskunde. Zo geneest een infectie bij aanwezigheid van een vreemd lichaam gewoonlijk pas nadat dit vreemde lichaam is verwijderd; een abces, dat zich kan voordoen als een 'hersentumor', geneest sneller als de pus wordt ontlast; een besmette wond moet binnen zekere tijd worden behandeld, omdat de infectie zich anders al heeft verspreid.

Zenuwcellen en hun uitlopers in het centrale zenuwstelsel zijn gemakkelijk mechanisch te beschadigen, maar kunnen zich na beschadiging moeilijk herstellen. Bij een operatie moeten de instrumenten dus extra zorgvuldig worden gehanteerd en mogen ze niet over hersenen en ruggenmerg worden aangereikt omdat een val ernstige schade zou kunnen veroorzaken. Vanwege de weke consistentie van het weefsel worden bij intracraniale operaties vooral de zuigbuis, eventueel versterkt met behulp van een ultrasone weefselvergruizer (ook wel ultrasoon mes genoemd: de CUSA), het coagulatiepincet en soms de schaar gebruikt. Het omgevende weefsel wordt door watten (patties) beschermd.

Elke ingreep aan hersenweefsel veroorzaakt een verstoring van de bloed-hersenbarrière, en daardoor hersenoedeem en plaatselijke veranderingen in de bloedcirculatie. Bij operaties wordt het omgevende hersenweefsel dus heel voorzichtig, en alleen als het echt nodig is, met hersenspatels opzij gehouden. Als maatregel tegen uitdrogen wordt het hersenweefsel regelmatig gepoeld met een isotone zoutoplossing.

Het stelpen van bloed geschiedt door bipolaire coagulatie met een diathermiepincet, door afdekken met speciale sponsachtige producten van menselijk, dierlijk of plantaardig materiaal en door tamponneren met patties, die eventueel gedrenkt kunnen worden in waterstofperoxide; soms worden stollingsproducten direct toegepast. Grote bloedvaten worden afgesloten met clips. Bloedingen uit bot worden gestopt met behulp van beenwas.

Boorgaten kunnen gemaakt worden met een klassieke handboor en met elektrische of door lucht aangedreven boren, ook wel trepaan genoemd. Hierbij wordt gebruik gemaakt van verschillende soorten boren; bij het type van de handboor wordt eerst een conisch gat geboord met een scherpe boor en later de hele botdikte uitgeboord met een bolboor; bij een ander type boor stopt de boor echter zelf, door overbrenging via tandraden, als men door het bot heen is. Met de hogesnelheidsboor ten slotte kunnen kleine gaten worden gemaakt, eventueel groeven worden gefreesd of sterk verdikt bot worden weggeslepen.



Instrumenten en technieken.

Operatiemicroscoop.

De microscoop is niet meer weg te denken uit de neurochirurgie. Een aneurysmaoperatie of een operatie aan ruggenmerg of wervelkolom zullen in het algemeen niet meer zonder dit hulptoestel verricht worden. Het voordeel van toepassing van de microscoop is niet alleen de vergroting, maar ook de goede verlichting van het operatiegebied: men kijkt met de lichtbundel mee.

Ultrasoon mes (CUSA).

De CUSA (cavitron ultrasonic surgical aspirator) is een toestel dat ook wel het ultrasone mes of de ultrasone weefselvergruizer wordt genoemd. Dit is een chirurgisch apparaat dat ultrasone trillingen produceert. Deze trillingen hebben een trillingsgetal (23.000/sec) dat ver boven het hoorbare ligt. Het handstuk van het apparaat bevat een metalen buis, waarvan het trillende uiteinde tegen het weefsel wordt gehouden. Het weefsel wordt hierdoor als het ware kapot gehamerd, het vervloeit tot kleine fragmenten die door continu spoelen met vocht tot suspensie worden gebracht, en dan door een zuigsysteem in het handstuk uit het operatieveld worden verwijderd. De techniek wordt vooral toegepast bij de chirurgie van zachte organen, zoals hersenen en lever, waarbij in korte tijd grote aangetaste delen zoals tumoren kunnen worden verwijderd. De toepassing van een ultrasoon mes bekort de operatie sterk en beperkt daardoor ook het bloedverlies, hoewel het niet primair de vaten dichtschroeft. Het belangrijkste voordeel is echter dat stevige structuren zoals grote bloedvaten en afvoerbuizen onbeschadigd blijven.



Endoscopische technieken.

Sinds enkele jaren zijn er nieuwe endoscopische instrumenten beschikbaar gekomen. Deze instrumenten bevatten glasvezelbundels en zijn vaak flexibel en stuurbaar. Binnen de neurochirurgie worden deze technieken ook gebruikt als diagnostisch en therapeutisch instrument. Therapeutisch wordt nu perforatie van de bodem van het derde ventrikel naar de basale cisternen (3VC = derde-ventriculocisternotomie) nu regelmatig toegepast. Ook intra ventriculaire tumoren en cysten kunnen hiermee goed behandeld worden, waarbij lasercoagulatie kan helpen, verder het onder toezicht plaatsen van katheters in de ventrikels behoort tot de mogelijkheden. Verder wordt endoscopie vaak toegepast bij transnasale en transsfenoïdale chirurgie, bijvoorbeeld bij hypofysetumoren. Diagnostiek bestaat uit het nemen van tumorbipten van intraventriculaire tumoren, hierbij kunnen eventuele bloedinkjes beter gecontroleerd worden.

Derde ventrikelperforatie

Voor het uitvoeren van een endoscopische derde-ventriculostomie wordt een boorgat gemaakt in de schedel waarna een endoscoop in de zijventrikel van het brein kan worden geïntroduceerd. Van de zijventrikel wordt via de overgang tussen zijventrikel en derde ventrikel de bodem van de derde ventrikel benaderd.

Op de bodem van de derde ventrikel worden twee belangrijke structuren geïdentificeerd. De ene structuur is een kuiltje in de bodem van de derde ventrikel (de recessus infundibularis, waar de steel van de hypofyse naar beneden daalt) en de andere zijn een tweetal kleine ronde lichaampjes (corpora mamillaria, maken deel uit van het limbisch systeem). Tussen deze structuren bevindt zich het deel van de bodem van de derde ventrikel waar een klein gaatje moet worden gemaakt (de ventriculostomie).

Onder het bewuste deel van de bodem van de derde ventrikel bevindt zich een met hersenvocht gevulde ruimte, een subarachnoïdale ruimte, namelijk de cisterna interpeduncularis (voor de hersenstam). In deze subarachnoïdale ruimte bevinden zich onder andere de hersenstam, een belangrijke slagader gelegen vlak vóór de hersenstam (de arteria basilaris) en andere perforerende arteriën van de hersenstam.

Door een werkkanaal van de endoscoop kan een instrument worden opgevoerd waarmee een kleine operatie kan worden uitgevoerd op de bodem van de derde ventrikel. Er wordt een gat gemaakt in de bodem (geperforeerd) en vervolgens wordt dit gat groter gemaakt (gedilateerd). Nadat de ventriculostomie is geplaatst kan het hersenvocht via de subarachnoïdale ruimte weer op natuurlijke wijze worden heropgenomen in de bloedbaan.

Endoscopische hypofyseoperatie.

Een operatie aan de hypofyse wordt tegenwoordig alleen uitgevoerd wanneer er met medicatie onvoldoende resultaten wordt geboekt. Een andere belangrijke reden kan zijn dat de kruising van de oogzenuwen onder druk van de tumor staat en tot problemen met het gezichtsveld (het zien) gaat leiden.

Over het algemeen worden vooral niet-hormoonproducerende tumoren en de hormoonproducerende tumoren die tot acromegalie en Cushing leiden geopereerd. Uiteraard worden alle voorzorgen genomen om te voorkomen dat er tijdens de operatie gezond weefsel beschadigd raakt.

Het doel van de operatie is om zoveel mogelijk van de tumor te verwijderen. Bij een hormoonproducerende tumor zal hiermee de overproductie van hormonen stoppen of voor een groot deel verminderen. Hierna kan de hormoonbalans zich herstellen. Gebeurt dat niet, dan kan de balans hersteld worden door middel van hormoonvervangende medicatie.

Bij een niet-functionerend hypofyse adenoom (een tumor die geen hormonen produceert) is het doel de druk om de omliggende weefsels weg te nemen. Daardoor wordt verdere schade aan de hypofysefuncties voorkomen. Klachten als hoofdpijn en problemen met het zien zullen meestal sterk verbeteren of helemaal overgaan.

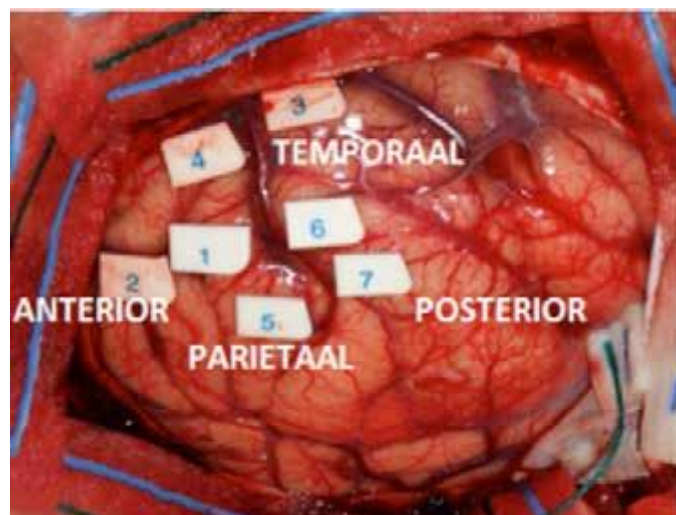
In Nederland wordt de operatie via de neus meestal gezamenlijk met de KNO-arts verricht, omdat hij dan verantwoordelijk blijft voor goede functionele anatomie van de neus en bij eventuele septumdefecten of andere neusafwijkingen de toegang beter kan verzorgen. Vanzelfsprekend is goede beeldvorming vóór de operatie met CT-onderzoek en MRI noodzakelijk. De endoscoop wordt rechtstreeks door één neusgat en via de opening tussen sinus sphenoidalis en neusholte naar de sellabodem gebracht. Een tweede instrument zoals paktangetje, curette of diathermie-instrument wordt dan langs de endoscoop ingebracht. Deze techniek is minimaal traumatiserend voor de neus en de andere betrokken structuren en geeft een veel ruimer beeld van de anatomie dicht bij de hypofyse, en veel beter de mogelijkheid om een volledige resectie te doen van de tumor. Tegenwoordig worden ook grote tumoren die zich boven- of naast de sella uitbreiden, niet meer via craniotomie benaderd en is endoscopische techniek de methode van voorkeur.

Neurofysiologische bewaking tijdens operaties.

Neurofysiologisch onderzoek was tijdens een operatie niet mogelijk, want de patiënt was immers onder narcose en buiten bewustzijn. Toch is het bij sommige operaties belangrijk om te weten of door bepaalde handelingen of ingrepen geen weefselbeschadiging optreedt met neurologische uitval, die dan pas na het ontwaken van de patiënt aan het licht komen. Tegenwoordig worden met name bij tumorresecties de zogenaamde “awake-craniotomieën” uitgevoerd. Wanneer een gezwel in de hersenen (goedaardig of kwaadaardig) zich bevindt ter hoogte van belangrijke en gevaarlijke zones - motorische centra die arm-, been- en aangezicht bewegingen uitvoeren, spraakcentra die begrip en uitvoeren van taal regelen - zal de neurochirurg in samenspraak met de patiënt opteren voor een wakkere ingreep.

Hoewel functionele MRI (fMRI) het ons mogelijk maakt om de verschillende hersengebieden in kaart te brengen (het mappen en laten oplichten van de gebieden die verantwoordelijk zijn voor de bewegingen en voor de spraak), blijft het een onnauwkeurige fysische weergave van gevaarlijke zones in de hersenen. Daarom is het nodig om deze kritische zones te lokaliseren in wakkere condities waarbij de patiënt opdrachten zal moeten uitvoeren met handen en vingers, armen en benen, aangezicht en ook verschillende spraakoefeningen zal moeten uitvoeren. Wat bedoelt men met „mapping” van de hersenen en hoe gaat men te werk? Eigenlijk is

dit het in kaart brengen, zoals een wegenatlas, van de hersenen. Hierbij worden dan tijdens de bepaalde hersenzones geactiveerd/gedeactiveerd door middel van stimulatie van de hersenen, ook wel corticale stimulatie genoemd. Hierbij zal men dan door middel van een elektrisch staafje impulsen aanbrengen ter hoogte van de hersenschors en aldus nagaan welke gebieden gevaarlijk zijn. Waarom is deze „mapping“ nu zo belangrijk? Voor elk individu afzonderlijk ziet de organisatie van de hersenen en van de verschillende banen tussen alle verschillende zones in de hersenen er volledig anders uit. Bovendien kunnen deze zones ook verplaatst worden door het letsel waardoor de anatomie volledig veranderd is. Het in kaart brengen van alle specifieke en afzonderlijke functies is individueel zeer verschillend, waardoor elke zone bij een andere patiënt zich op een andere plaats kan bevinden. Alleen al het verschil tussen links- en rechtshandige patiënten. De dag voor de operatie zal de patiënt dan neuronavigatie MRI ondergaan. Een dergelijke neuronavigatie MRI maakt het ons tijdens de operatie mogelijk het letsel gemakkelijker te repareren, men gebruikt als het ware een GPS om het letsel gemakkelijker terug te vinden. Bovendien kan men eveneens gebruik maken van een peroperatieve echografie om het letsel 'in vivo' beter te visualiseren. De dag van de operatie zal patiënt eerst volledig in slaap gebracht worden door de anesthesist. Hij/zij zal op de zij gepositioneerd worden met het hoofd gefixeerd. Tijdens de narcose zal de neurochirurg zijn incisie maken onder lokale verdoving van huid en spieren, en zal hij het schedelluik maken. De patiënt zal dan geleidelijk en rustig wakker gemaakt worden door de anesthesist met het verwijderen van de ademhalingsstube, voordat de dura rond de hersenen eveneens geopend wordt. Dan start het samenspel tussen de patiënt, de neurochirurg en de logopedist/anesthesist. Geleidelijk aan wordt het hersenoppervlak gestimuleerd om aldus de belangrijke zones te 'mappen'.



Wanneer deze zones dan in kaart gebracht zijn, kan de neurochirurg beginnen aan het verwijderen van het letsel en dit onder voortdurende controle van stimulatie ook dieper in de hersenen. Wanneer het letsel dan ook volledig verwijderd is, of wanneer verdere resectie niet meer mogelijk is door het tijdelijk uitvallen van motoriek/spraak tijdens stimulatie, wordt de chirurgie gestopt. Hierna wordt nogmaals getest of alle functies nog aanwezig zijn. Het wakkere gedeelte van de operatie duurt 1 1/2 tot 2 u. Bij het sluiten van de wond wordt de patiënt opnieuw in slaap gebracht. Na de operatie wordt patiënt onmiddellijk wakker gemaakt en zal hij/zij naar de PACU

gebracht worden. Wat is nu het voordeel van deze wakkere neurochirurgie? Uiteraard is het belangrijkste voordeel van een dergelijke ingreep dat men tijdens de operatie een onmiddellijke controle heeft over de resectie alsook over de gevaarlijke hersengebieden, om aldus het risico op blijvend letsel zo sterk mogelijk te reduceren. Bovendien kan men door het combineren van alle verschillende beeldvormende technieken en deze 'mapping' letsels opereren die voorheen als inoperabel werden gezien.

Alvorens men tot een awake operatie overgaat moet de patiënt terdege worden voorgelicht over wat er gaat gebeuren. De patiënt moet thuis gaan oefenen om langdurig stil te kunnen liggen, dit moet tijdens de OK namelijk ook. Ook moet de patiënt voorbereid worden op "vreemde" gewaarwordingen tijdens de OK, zoals "uittredingsverschijnselen" e.d.

Operaties.

Bij een trepanatie werd oorspronkelijk gebruik gemaakt van een trepaan; een cirkelvormige zaag met een handgreep waarmee men in één keer een ronde opening kon maken in het schedeldak. Later werd het begrip trepaneren echter gebruikt voor iedere methode waarmee een opening kon worden gemaakt die groter was dan een boorgat. Het is daarom beter om schedeloperaties aan te duiden met 'craniotomie'.

De operatie wordt voorbereid door scheren, desinfecteren en markeren van de huidlap. Scheren van het haar is niet strikt noodzakelijk indien een goed desinfectieprotocol wordt gevolgd wordt. Soms wordt de incisieplaats ook nog geïnfilteerd met adrenalineoplossing ten behoeve van vermindering van het bloedverlies en om de incisie te vergemakkelijken. Bij het positioneren van de patiënt ten behoeve van de craniotomie is het belangrijk te zorgen dat de nekspieren niet gespannen zijn, zodat er geen compressie van de afvoerende venen optreedt. Compressie van de halsvenen veroorzaakt immers ook bloedstuwung in de hersenen en daardoor onnodig bloedverlies en hersenzwelling. Om dezelfde reden moet ook altijd worden gezorgd dat het hoofd iets hoger ligt dan het hart.

Het hoofd wordt afhankelijk van het soort operatie vervolgens stevig in een schedelklem (zoals een mayfieldklem) gefixeerd, of op een hoefijzervormig kussen gelegd als het hoofd gedurende de operatie van houding moet veranderen.



Na incisie van de huidlap worden op de huidranden agrafen, klemmen of clips aangebracht tegen bloedverlies, en vervolgens wordt het periost, en eventueel de temporale spier, gekliefd en afgeschoven. Daarna worden één of meerdere

boorgaten gemaakt, de dura wordt vanuit de boorgaten losgemaakt, en de botlap wordt uitgezaagd. Boorgaten en zaagsneden boven gebieden waar een sterk bloedingsgevaar is, zoals boven de sinus sagittalis superior, worden het laatst gemaakt, zodat bij een eventuele bloeding snel de botlap weggeklapt kan worden en met bloedstelping kan worden begonnen. Hierna wordt de dura opengemaakt. Als de dura lap is opengeklapt kan met de feitelijke operatie worden begonnen.

Bij goed afgegrensde tumoren zoals meningeomen en neurinomen worden de aangrenzende hersenen zorgvuldig afgeschoven. Na onderbreking van de voedende en afvoerende vaten kan de tumor dan worden weggenomen. Vaak wordt de tumor eerst met de CUSA verkleind. Soms moet er een stukje blijven zitten, waardoor de resectie in feite incompleet is. Bij operaties van een glioom, hematoom of andere intracerebrale aandoeningen wordt tegenwoordig neuronavigatie toegepast.

Neuronavigatie.

Op basis van de beeldvorming (MRI) berekent de computer van de neuronavigatie apparatuur een ruimtelijk model van het hoofd van de patiënt, waarbij op een aantal goed te herkennen merkpunten zoals neusrug en gehoorgang stickers zijn geplakt. In de operatiekamer bestaat de opstelling van de apparatuur ook nog uit een T-vormige arm met twee infraroodcamera's op elk uiteinde van het horizontale gedeelte. Deze camera's kijken naar een opstelling van ledlampjes, waardoor de positie van deze lampjes in het berekende ruimtelijke model van het hoofd worden opgenomen. Op het hoofd van de patiënt worden dezelfde merkpunten aangewezen, zoals tevoren op de MRI. De infraroodcamera's op de T-arm registreren deze en vergelijken ze met het ruimtelijke model van de MRI in de navigatiecomputer. Ten slotte worden op de kromming van de schedel nog een tiental punten aangewezen, die de computer ook nog vergelijkt met de al opgeslagen gegevens. Nu kan ieder punt in het hoofd dat de chirurg met een speciaal aanwijsinstrument aanraakt, op het ruimtelijke MRI-model van de computer herkend worden, waardoor de chirurg weet waar hij precies bezig is.

Vervolgens wordt geopereerd; er wordt een incisie gemaakt in de cortex (zo veel mogelijk in een vaatarm gebied), en de incisie wordt met hersenspatels opgehouden totdat men op het proces is gekomen.



Hematomen worden los gespoeld en weggezogen. Gliomen worden met zuiger en CUSA weggenomen. Meestal zijn gliomen alleen macroscopisch te verwijderen, wat wil zeggen niet radicaal, vanwege hun infiltratieve groei in het omgevende hersenweefsel. Na het stelpen van het bloed uit het wondbed wordt de dura gesloten (bij meningeom resecties is vaak een duratransplantaat nodig omdat de dura waar meningeomen vanuit gaan, ruim moet worden verwijderd om recidieven te voorkomen). De dura kan bij de botranden aan het periost worden opgehangen met de bedoeling om een groot, postoperatief epiduraal hematoom tegen te gaan. Indien gewenst kan hierbij een epiduraal draintje worden achtergelaten. De teruggeplaatste botlap kan ten slotte met schroefjes via boorgaatjes gefixeerd worden.

Van interne decompressie wordt gesproken wanneer de tumor niet in zijn geheel is weg te nemen, maar wanneer zo veel mogelijk tumorweefsel wordt verwijderd zodat ruimte ontstaat. Hierdoor ondergaat de patiënt een tijdelijke, neurologische verbetering, zodat eventuele andere therapeutische maatregelen genomen kunnen worden. Wanneer tijdens een hersenoperatie sterk hersenoedeem ontstaat is het soms noodzakelijk de botlap uit te laten. De bewaarde botlap kan dan eventueel in een later stadium operatief worden teruggeplaatst.

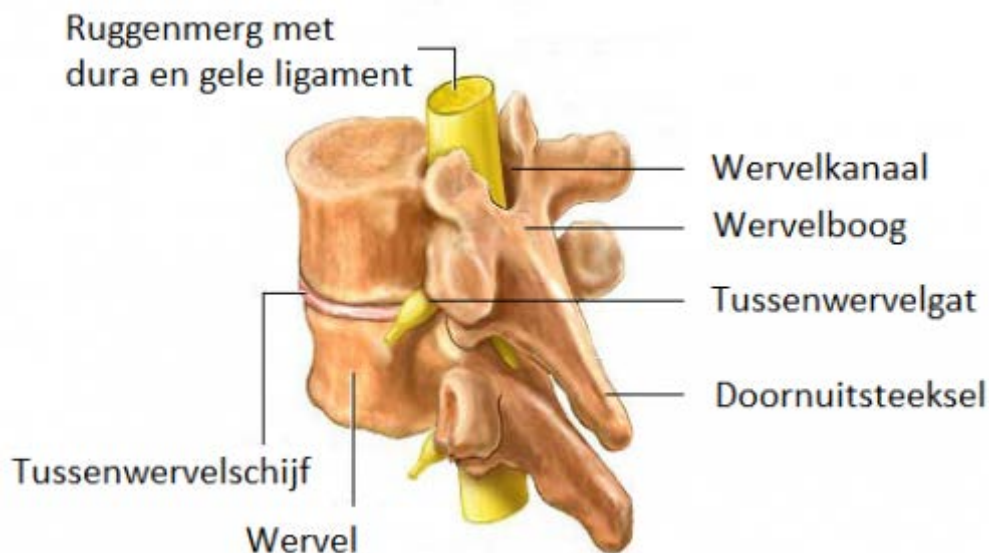
Suboccipitale craniotomie.

Ziekteprocessen in de achterste schedelgroeve (meestal in het cerebellum) worden benaderd via een suboccipitale craniotomie (ook wel OK in de achterste schedelgroeve). De operatie gebeurt meestal terwijl de patiënt op de buik ligt; bij exploratie van de brughoek meestal in zijligging. In deze houding presenteert de tumor zich het beste omdat al het bloed uit het operatieveld wegvloeit. Het operatiegebied bevindt zich hoog in de nek, onder de protuberantia occipitalis externa (de knobbel midden op het achterhoofd). De huid wordt mediaan ingesneden, de nekspieren worden bereikt, en deze worden afgeschoven van het achterhoofdsbeen. Ook de achterste atlasboog wordt vrijgelegd. Vervolgens worden gaten geboord in het achterhoofdsbeen, waarna vanuit deze boorgaten het achterhoofdsbeen wordt weg geknabbeld. De dura die dan blootligt, wordt ingesneden. De duraranden worden dan met draden opgehouden, waardoor het

cerebellum met de naar caudaal hangende tonsillen en het daaronder liggende verlengde merg zichtbaar wordt. Normaal gesproken bevindt zich onder deze tonsillen een grote liquorruimte; de cisterna magna die naar het vierde ventrikel leidt. Bij tonsillaire inklemming wordt de cisterna magna geheel door de tonsillen ingenomen. Tijdens de operatie kunnen soms veranderingen van puls en bloeddruk optreden door beïnvloeding van de hersenstam. Dit is vooral het geval bij resectie van een tumor in de vierde ventrikel. Bij aanraking van de ventrikelbodem, die de achterkant van verlengde merg en pons vormt, raakt men dus ook de hersenstam aan. Als de tumor is verwijderd worden de dura en de nekspieren weer aan elkaar gehecht en wordt de huid daaroverheen gesloten. Op deze manier dienen de nekspieren als bescherming.

Laminectomie.

Het doel van een laminectomie is om meer ruimte te maken voor de beknelde zenuwen. De zenuwen worden bekneld in het wervelkanaal, dat wijder wordt gemaakt door het verwijderen van een of meer wervelbogen. Een laminectomie wordt ook wel een decompressie genoemd. Bij een stenose in de nek wordt meestal een laminectomie uitgevoerd. Bij een stenose in de rug wordt een laminectomie weinig meer toegepast. De neurochirurg maakt aan de achterkant van de nek een snede van ongeveer twee tot vijf centimeter op de plaats waar de beknelling zit. De chirurg schuift de achterste nekspieren opzij zodat de wervelbogen en de doornuitsteeksels vrijkomen. Vervolgens verwijdert hij of zij de betreffende wervelbogen en daarna de gele ligamenten.



Het wervelkanaal met de wervelboog

De volgende stap is dat het ruggenmerg wordt vrijgelegd. Zo kan de chirurg kijken of er genoeg ruimte is gemaakt. Het merg wordt beschermd door een stevig vlies, de dura genoemd. Als het nodig is kunnen de tussenwervelgaten, ook wel foramina genoemd, ook nog wijder worden gemaakt om de uitredende zenuwen meer ruimte

te geven. Soms wordt er een nekhernia waargenomen. Dan kan deze ook worden verwijderd.

Tot slot worden de nekspieren weer terug geschoven en aan elkaar gehecht. Deze spieren bieden nu voldoende bescherming aan het ruggenmerg. Daarna hecht de neurochirurg de huid, en soms laat hij of zij een wond-drain achter om bloed en vocht van de operatie af te voeren.

Laminectomie in de rug

De neurochirurg maakt een snede van ongeveer twee tot vijf centimeter over de lengte van de rug op de plaats waar de beknelling zit. De chirurg schuift de rugspieren opzij zodat de wervelbogen en de doornuitsteeksels vrij komen. Vervolgens verwijdert hij of zij de betreffende wervelbogen en vervolgens de gele ligamenten.

De volgende stap is dat het ruggenmerg wordt vrijgelegd. Zo kan hij kijken of er genoeg ruimte is gemaakt. Het merg wordt beschermd door een stevig vlies, de dura genoemd. Als het nodig is kunnen de foramina ook nog wijder worden gemaakt om de uittrekkende zenuwen meer ruimte te geven. Soms wordt hier een hernia waargenomen. Dan kan deze ook worden verwijderd.

Tot slot worden de spieren weer terug geschoven en aan elkaar gehecht. Deze spieren bieden nu voldoende bescherming aan het ruggenmerg. Daarna hecht de neurochirurg de huid, en soms laat hij of zij een wond-drain achter om bloed en vocht van de operatie af te voeren.

Spondylodese.

Een spondylodese is een operatie waarbij ruggenwervels aan elkaar worden vastgezet. Spondylodese wordt ook wel fusie genoemd. Het doel van een spondylodese is om de wervels te stabiliseren en zo verdere verschuiving, slijtage en pijn te voorkomen. Daarnaast komt er weer genoeg ruimte voor de zenuwen. Bij een spondylose, spondylolysis of spondylolisthesis wordt meestal een spondylodese uitgevoerd. Het kan ook zijn dat een spondylodese volgt na een laminectomie. Dit gebeurt als door het weghalen van wervelbogen instabiliteit is ontstaan. Een spondylodese helpt bij meer dan de helft van de patiënten. Rokers hebben minder sterke botten die minder makkelijk aan elkaar groeien, en daarmee een kleinere kans dat een spondylodese helpt. Ook is er een grotere kans op complicaties omdat het bot minder goed aan elkaar groeit. Daarom wordt patiënten geadviseerd te stoppen met roken.



De ruggenwervel na spondylodese

Er zijn verschillende manieren om de spondylodese uit te voeren: van achteren via de rug of nek (posterieur of dorsaal), of van voren via de buik of hals (anterieur of ventraal).

Posterieure spondylodese

Bij de posterieure spondylodese wordt de operatie van achteren, via de rug of nek, uitgevoerd. De neurochirurg maakt eerst over de lengte van de rug een snede van ongeveer tien centimeter. De chirurg schuift de spieren opzij zodat de wervelkolom vrij komt. Daarna plaatst de chirurg bot uit de wervelboog of de botbank langs de wervels. Dan schroeft hij de wervels vast met schroeven en staven. Deze schroeven klemmen de wervels op elkaar en fixeren de wervelkolom meteen. Ook plaatst de chirurg daarna een kooitje, ook wel cage genoemd. Dit kooitje is van koolstof, titanium of kunststof gemaakt dat meestal wordt opgevuld met bot uit de wervelboog. Daarna legt de neurochirurg de rugspieren weer terug en hecht de huid. Omdat het bot groeit, groeien de wervels in een paar maanden tot een jaar aan elkaar vast. De staven en schroeven blijven in principe gewoon zitten.

De uitvoering van de posterieure spondylodese wordt in het Latijn Posterieure Lumbale Intercorporele Fusie genoemd, afgekort als PLIF.

Anterieure spondylodese

Bij de anterieure spondylodese wordt de operatie van voren, via de buik of hals, uitgevoerd. De neurochirurg maakt eerst een horizontale dwarssnede van ongeveer tien centimeter onder de navel op de bikinilijn. De chirurg kan nu langs de zijkant van de buikwand bij de wervels. Het voordeel hiervan is dat ruggenmerg, zenuwen en rugspieren niet opzij gelegd hoeven worden. De chirurg plaatst daarna een kooi, ook wel cage genoemd. Deze is van koolstof, titanium of kunststof gemaakt en wordt opgevuld met bot uit de wervelboog. Deze kooi schroeft hij vast met twee schroeven in de wervel erboven en twee schroeven in de wervel eronder. Daarna hecht de neurochirurg de huid. Door de groei van het bot groeien de wervels in een paar maanden tot een jaar aan elkaar vast. De schroeven blijven in principe gewoon zitten. Het uiteindelijke vastgroeien duurt verschillende maanden en wordt gecontroleerd door middel van foto's of scans.

De uitvoering van de anterieure spondylodese wordt in het Latijn anterior lumbar interbody fusion genoemd, afgekort als ALIF.

Colofon:

Deze reader is gemaakt door Peter Muller, Neural Practitioner Intensive Care Volwassenen, Erasmus Medisch Centrum Rotterdam. Voor de kritische blik ben ik ook Mathieu van der Jagt (neuroloog-intensivist) en Willy Thijsse (emeritus neuroloog-intensivist) erg erkentelijk. Voor deze reader werden hoofdstukken gebruikt uit de reader Neurobijscholing Intensive Care 2017.

De volgende bronnen werden geraadpleegd voor deze reader:

Neurologie, red: A. Hijdra, P.J. Koudstaal. R.A.C. Roos, Reed Business Education, 2013, ISBN 9789035234710

Biemond Cursus Intensive Care en Traumatologie, bureau@neurologie.nl, 2012

Hallucinaties, Oliver Sacks, De Bezige Bij, 2012, ISBN 97899023471424

Een kleine geschiedenis van bijna alles, Bill Bryson, Olympus, 2011, ISBN 9789046703151

Practische Neuroanatomie en moderne Brain Imaging Technieken, VU medisch centrum, 2011

Basisboek Neurochirurgie, dr. K.G. Go, dr. G. Blaauw, de Tijdstroom, 2010, ISBN 9789058981684

Hét Breinboek, Rita Carter, Veen Magazines, 2010, ISBN 9789085713357

Anatomische atlas: Prometheus: Hoofd, hals- en neuroanatomie, Bohn Stafleu van Loghum, 2010, ISBN 9789031384617

Wij zijn ons brein, Dick Swaab, Contact, 2010, ISBN 9789025435226

The clinical practice of Neurological & Neurosurgical Nursing, Joanne V. Hickey, Wolters Kluwer, 2009, ISBN 9780781795296

De Complete Atlas van het Menselijk Lichaam, Vigué-Martín, Rebo productions, 2008, ISBN 978903662

Reader Neurobijscholing PACU, eerste versie januari 2018, ontwerp, vormgeving en tekst: Peter Muller.

“There’s nothing right in my left brain, and nothing left in my right brain”

