

# Zenuwweefsel



1

---

---

---

---

---

**Algemeen**

Het **zenuwweefsel** in het lichaam bestaat hoofdzakelijk uit  
2 celtypen: zenuwcellen en steuncellen  
+ vele bloedvaten en variabele hoeveelheden bindweefsel

Het zenuwstelsel omvat alle zenuwweefsel in het lichaam

**Indeling van het zenuwstelsel:**

Morfologisch:

- Het centrale zenuwstelsel (CZS): hersenen (grote, kleine en hersenstam) + ruggenmerg
- Het perifere zenuwstelsel (PZS): zenuwen + perifere ganglia

Functioneel:

- Autonom (visceraal) zenuwstelsel (A2S); orthosympatische en parasympatische component van belang bij homeostase
- Somatische zenuwstelsel (S2S); voor bewuste waarneming, 'willekeurige beweging' en verwerking van opgenomen informatie

2

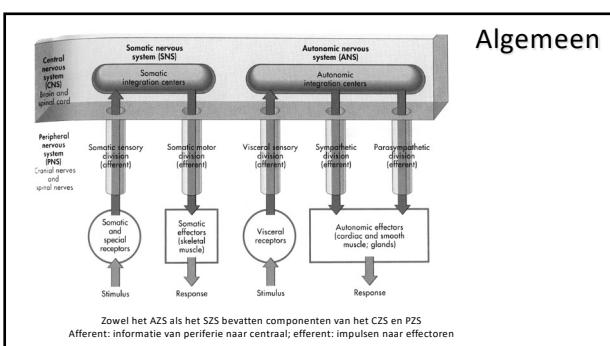
---

---

---

---

---



3

---

---

---

---

---

# Zenuwweefsel

## Algemeen

Zenuwcellen zijn **prikkelbare (exciteerbare)** cellen:  
**prikkel** ➡ wisseling van het elektrisch potentiaalverschil tussen binnen- en buitenzijde van celmembraan.

Potentiaalverandering kan zich voortzetten als zenuwimpuls (actiepotentiaal) over de gehele zenuwcel, zodat informatie kan doorgegeven worden aan andere zenuwcellen of aan spieren/klieren.

Hoofdtaken: creëren, analyseren, identificeren en integreren van informatie  
1) waarnemen en reguleren van interne condities  
2) reguleren van gedragspatronen

4

---

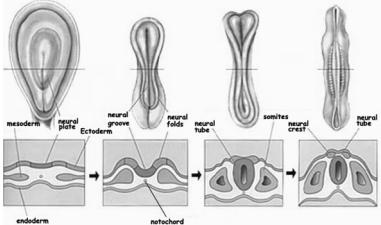
---

---

---

---

## Histogenese



The diagram shows four stages of neurulation:

- Stage 1: A flat ectoderm layer with a neural plate, mesoderm, and endoderm layers below.
- Stage 2: The neural plate begins to fold inwards.
- Stage 3: The neural folds rise and meet at the dorsal midline.
- Stage 4: The neural tube is fully formed, with somites and neural crest cells visible.

Het zenuwstelsel heeft een ectodermale oorsprong:  
ontstaan van neurale buis (CZS) en neurale lijst (hfdzk PZS)

5

---

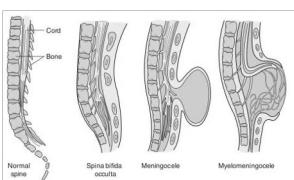
---

---

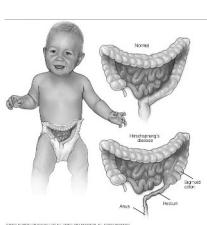
---

---

## Histogenese...



Spina bifida



Ziekte van Hirschsprung

6

---

---

---

---

---

**Neuronen (zenuwcellen)...**

- Neuron = **functionele eenheid** van zenuwweefsel
  - ... sterk gespecialiseerde 'exciteerbare' cellen
  - ... sterke variatie in vorm en grootte
  - ... kunnen slechts beperkt delen in volwassen toestand
- Elk neuron meer dan 1000 functionele verbindingen met andere neuronen => **communicatiennetwerk**
- Mens: zenuwstelsel >100 miljard neuronen (mens)

7

---



---



---



---



---



---



---



---



---

**Neuronen Indeling**

**Functionele categorieën:**

- (1) sensorische (sensibele) neuronen (= afferent)
- (2) motorische neuronen (= efferent)
- (3) interneuronen integrerend netwerk =99% van alle neuronen

Figure 12-7. Functional classification of neurons. Neurons can be classified according to the direction in which they conduct impulses. Notice that the most basic route of signal conduction follows a pattern called the reflex arc.

8

---



---



---



---



---



---



---



---



---

**Neuronen Indeling**

Perikaryon (= soma; cellichaam) bevat kern (nucleus) en celorganellen => onderhoud van de cel

Uitlopers (axon en dendrieten)

9

---



---



---



---



---



---



---

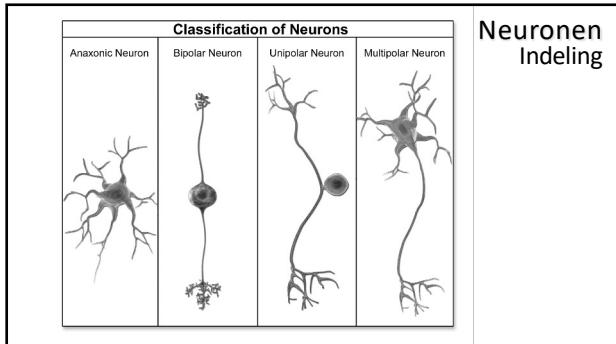


---



---

# Zenuwweefsel



10

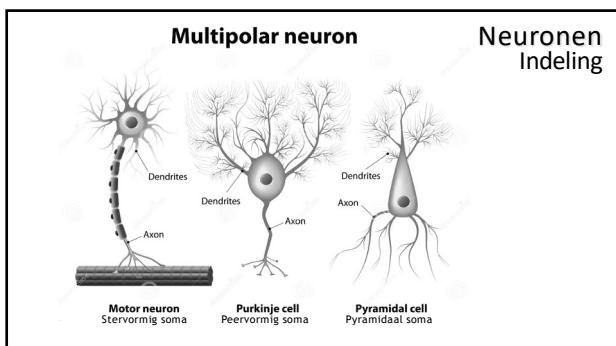
---

---

---

---

---



11

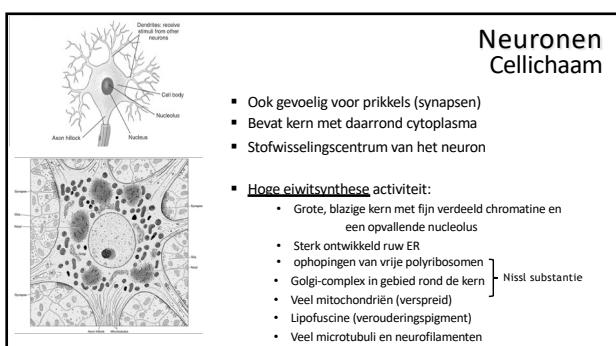
---

---

---

---

---



12

---

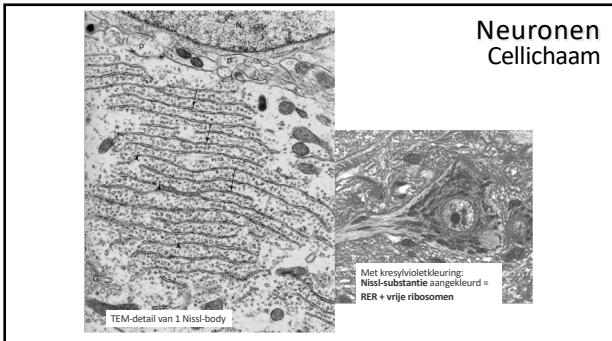
---

---

---

---

# Zenuwweefsel



13

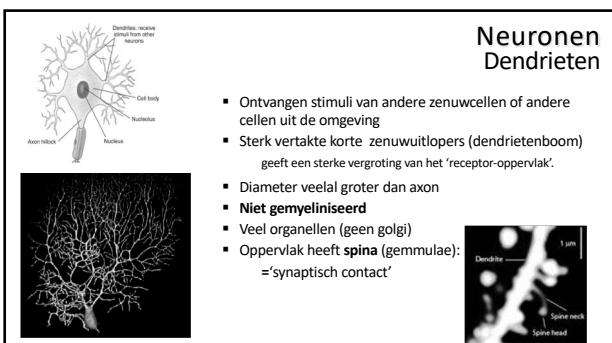
---

---

---

---

---



14

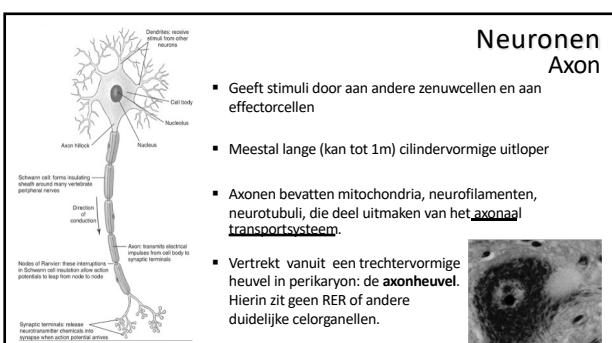
---

---

---

---

---



15

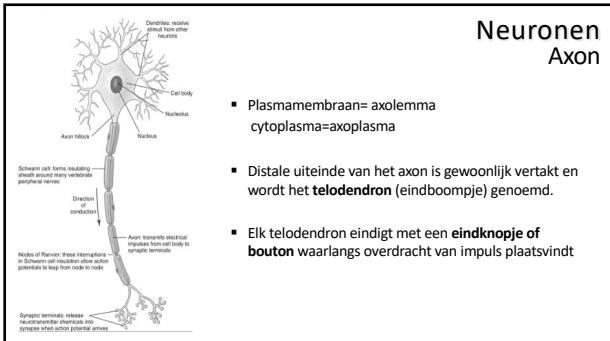
---

---

---

---

---



16

---

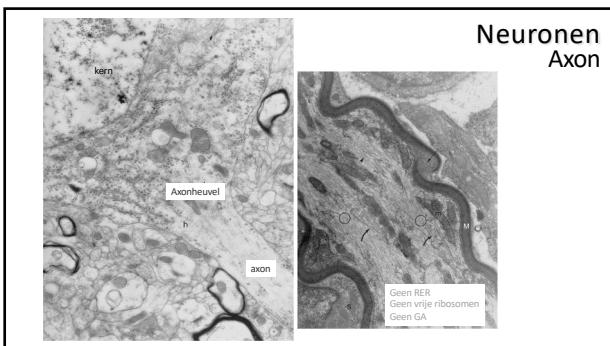
---

---

---

---

---



17

---

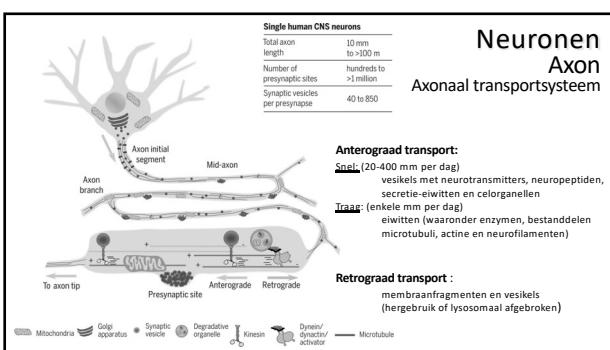
---

---

---

---

---



18

---

---

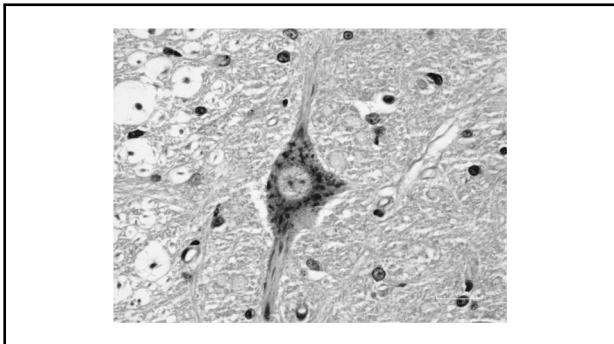
---

---

---

---

# Zenuwweefsel



---

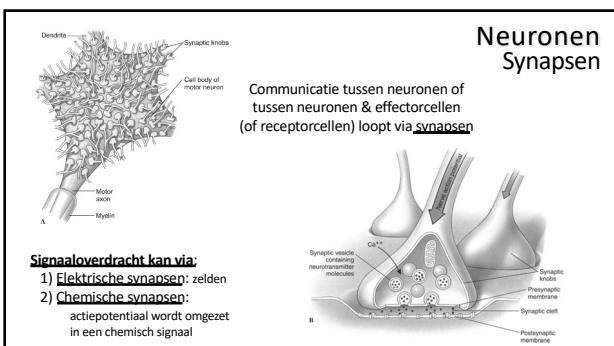
---

---

---

---

19



---

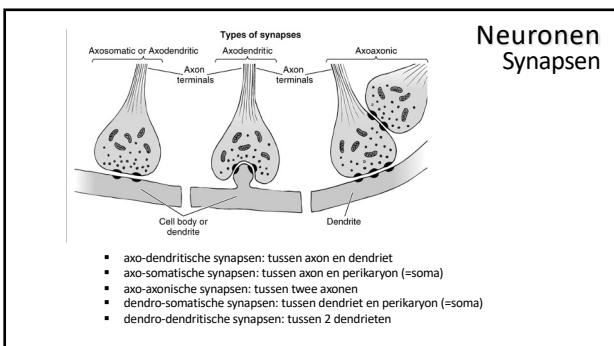
---

---

---

---

20



---

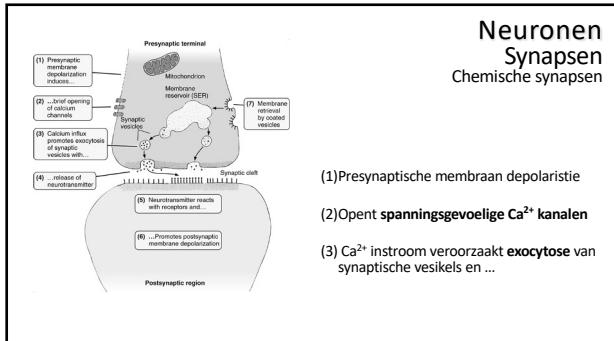
---

---

---

---

21



22

---

---

---

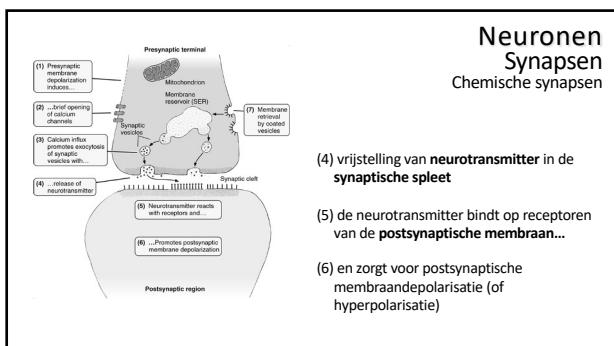
---

---

---

---

---



23

---

---

---

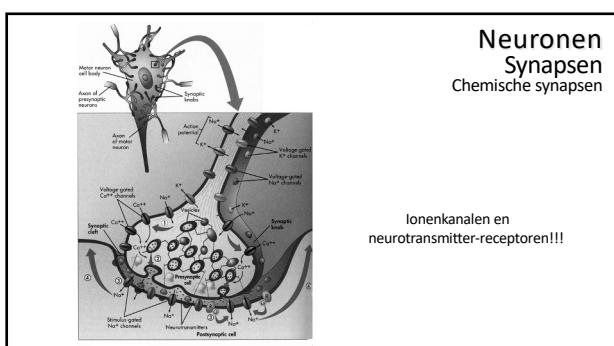
---

---

---

---

---



24

---

---

---

---

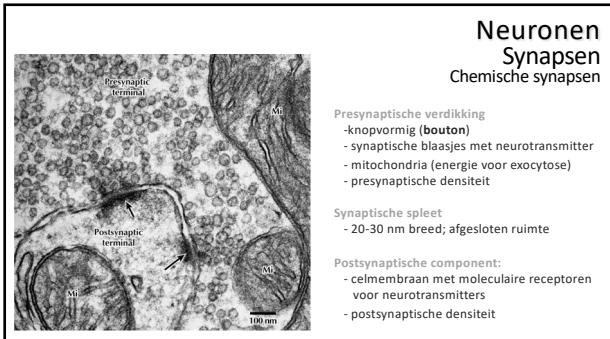
---

---

---

---

# Zenuwweefsel



25

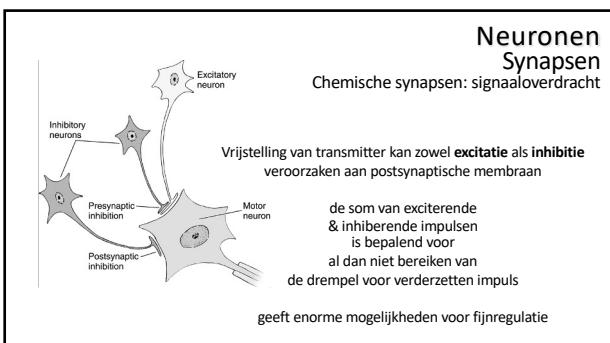
---

---

---

---

---



26

---

---

---

---

---

**Neuronen  
Synapsen**  
Chemische synapsen: neurotransmitters

Kleine moleculen	Catecholaminen	Neuroactieve peptiden
Glutamaat	Dopamine	Substance P
GABA	Noradrenaline	Enkefaline
Glycine	Serotonine	Endorfine
Acetylcholine	Histamine	Vasopressine

Momenteel zijn er meer dan 100 neurotransmitters en neuromodulatoren gekend, de bekendste hiervan zijn **acetylcholine** en **noradrenaline**.

27

---

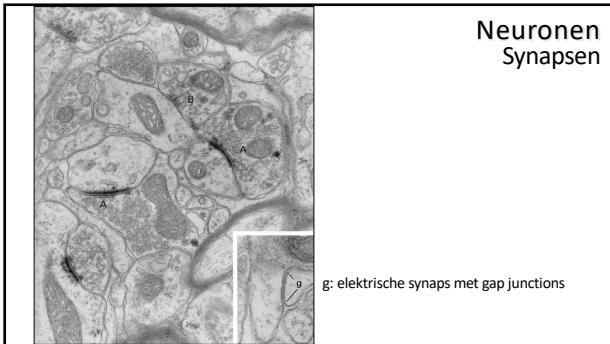
---

---

---

---

# Zenuwweefsel



28

---



---



---



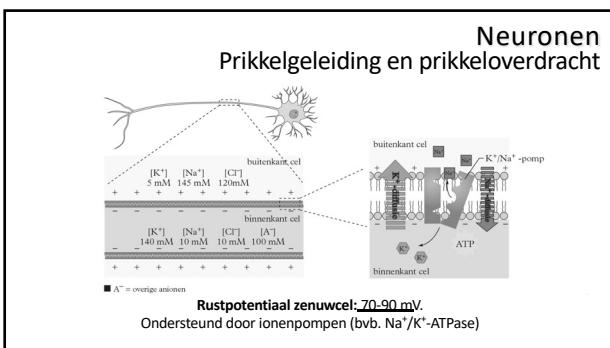
---



---



---



29

---



---



---



---



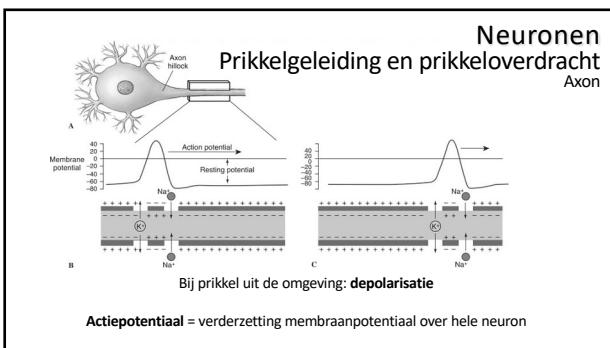
---



---



---



30

---



---



---



---



---



---



---

# Zenuwweefsel

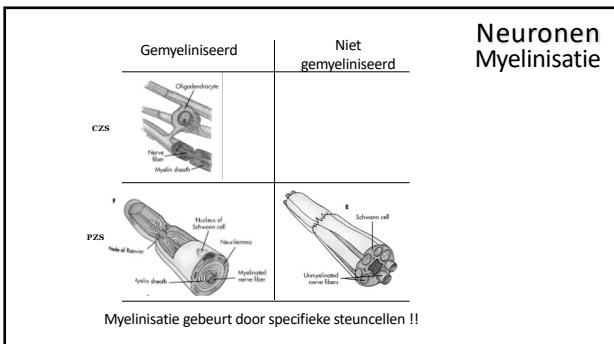


31

**Neuronen**  
**Prikkelgeleiding en prikkeloverdracht**  
Indeling zenuwvezels

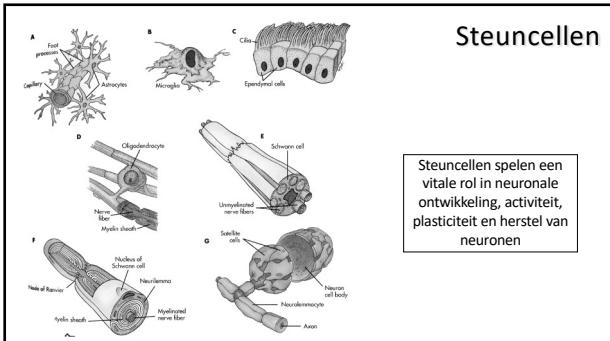
Type zenuwvezel	doormeter	voortgeleidingssnelheid	voorbeelden?
A <sub>a</sub> (gemyeliniseerd)	10-20 µm	60-120 m/s	Efferenten naar extrafusale vezels dwarsgestreepte spier; afferenten van spierspoel
A <sub>p</sub> (gemyeliniseerd)	7-15 µm	40-90 m/s	Afferenten van de huid (tast)
A <sub>i</sub> (gemyeliniseerd)	4-8 µm	30-45 m/s	Efferenten naar intrafusale vezels van spierspoel
A <sub>v</sub> (gemyeliniseerd)	3-5 µm	5-25 m/s	Afferenten van huid (temperatuur, pijn)
B (gemyeliniseerd)	1-3 µm	3-15 m/s	Preganglionaire vegetatieve vezels
C (ongemyeliniseerd)	0.3-1 µm	0.5-2 m/s	Postganglionaire vegetatieve vezels; n. olfactory

32



33

# Zenuwweefsel



34

---

---

---

---

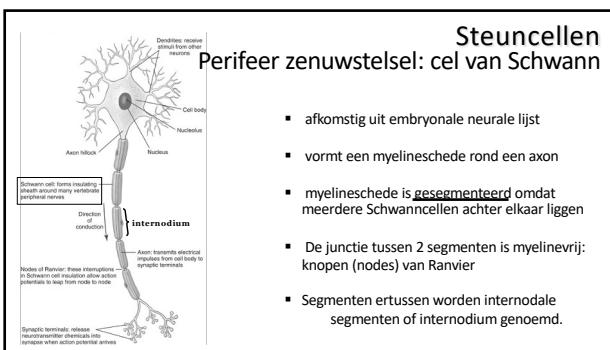
---

---

---

---

---



35

---

---

---

---

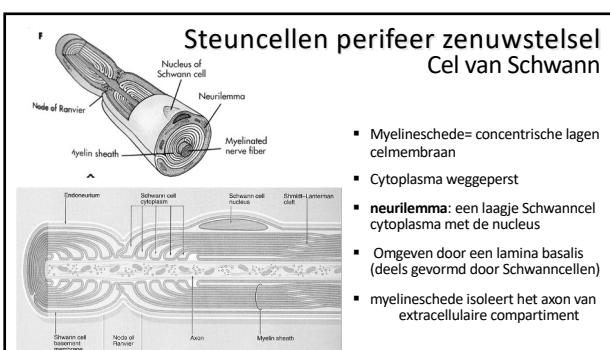
---

---

---

---

---



36

---

---

---

---

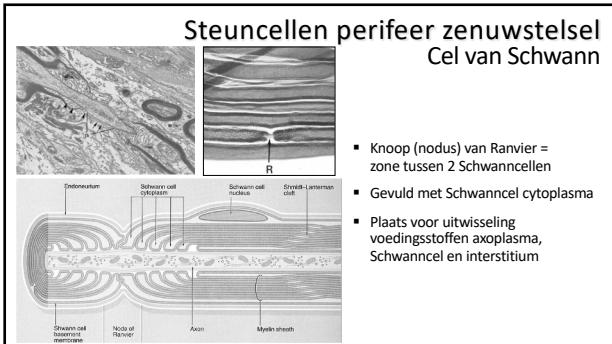
---

---

---

---

---



37

---

---

---

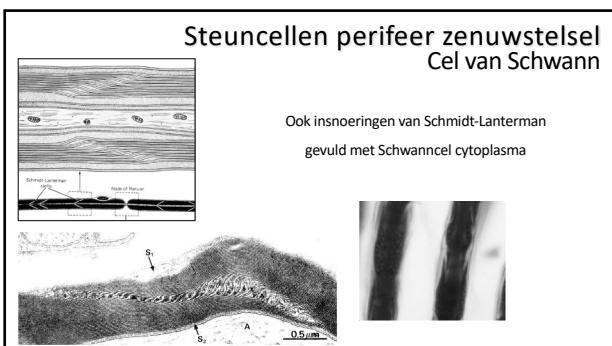
---

---

---

---

---




---

---

---

---

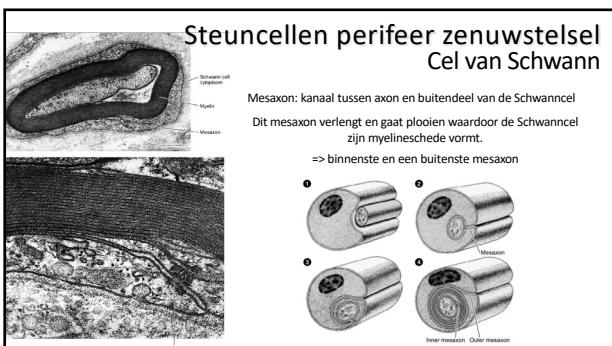
---

---

---

---

38




---

---

---

---

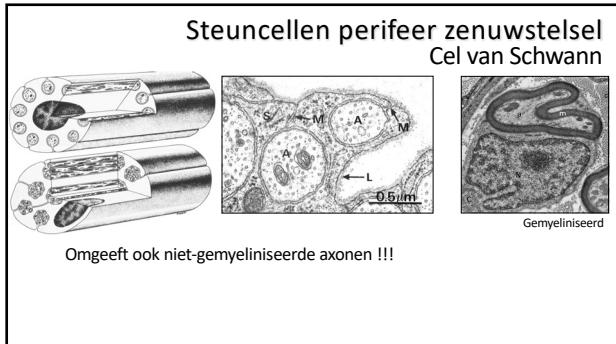
---

---

---

---

39



40

---

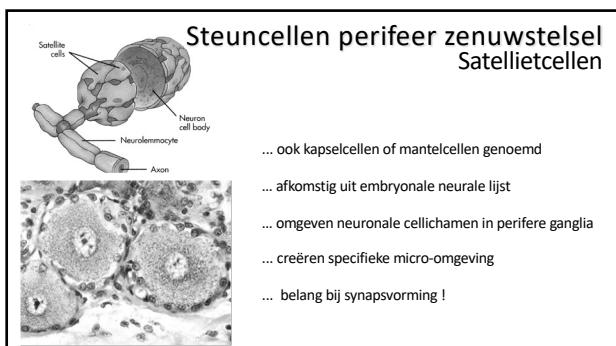
---

---

---

---

---



41

---

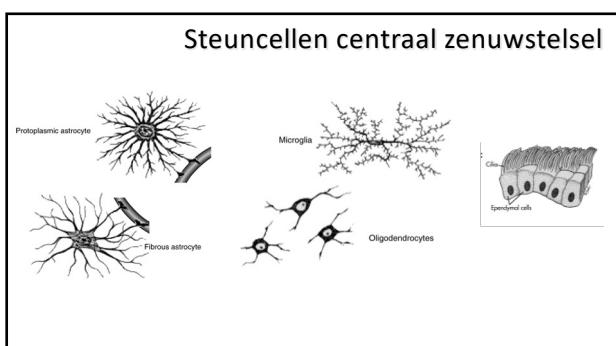
---

---

---

---

---



42

---

---

---

---

---

---

**Steuncellen centraal zenuwstelsel Microgliacellen**

- Behoren tot mononucleair fagocytsysteem (= macrofagen van het CZS) dus **immunologische bescherming** !
- Kleinstne neurogliacellen
- Bevatten talrijke lysosomen
- Ovale kern + dunne, vertakte uitlopers
- Scheiden ontstekingsmediatoren uit
- Aantallen beperkt in niet-pathologische omstandigheden
- Komen zowel in witte als grijze stof voor
- Afkomstig uit voorlopercellen beenmerg (mesodermaal) !

43

---



---



---



---



---



---

**Steuncellen centraal zenuwstelsel Astrocyten**

- Grootste gliacellen met talrijke uitlopers
- ronde, centraal gelegen kern (met ijl chromatin)
- Uitlopers met **eindvoetjes** bedekken oppervlakken van BV & axonen => cfr. bloed-hersenbarrière
- Cytoplasmatische intermediaire filamenten (vnl GFAP; glial fibrillary acidic protein), ondersteuning zenuwweefsel

44

---



---



---



---



---



---

**Steuncellen centraal zenuwstelsel Astrocyten**

Twee types:

- **fibreuze astrocyten** (vooral in witte stof): lange onveraktte uitlopers
- **protoplasmatische astrocyten** (vooral in grijze stof) korte, vertakte uitlopers

---



---



---



---



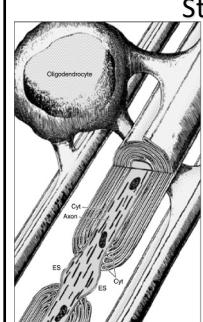
---



---

45

**Steuncellen centraal zenuwstelsel  
Oligodendrocyten**



- Komen zowel in grijze als in witte stof voor
- Kleiner en minder in aantal dan astrocyten
- In rijen tss axonen
- Relatief weinig uitlopers
- Kleine ronde kern, gecombineerd chromatin
- Sterk elektronenstrooiend cytoplasma
- Vormen de **myelineschede** in CZS!

46

---



---



---



---

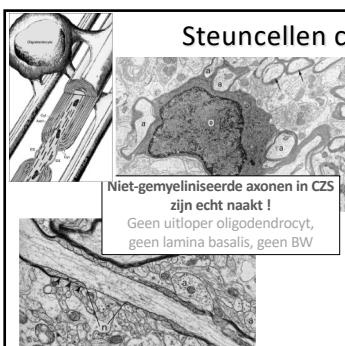


---



---

**Steuncellen centraal zenuwstelsel  
Oligodendrocyten**



- Eén cel myeliniseert 3 tot 50 axonen
- cellichaam niet altijd tegen axon dat gemyliniseerd wordt
- geen insnoeringen van Schmidt-Lanterman
- knopen van Ranvier: breder, minder scherp afgelijnd, frequenter
- vrijwel geen neurilemma
- geen lamina basalis

47

---



---



---



---



---



---

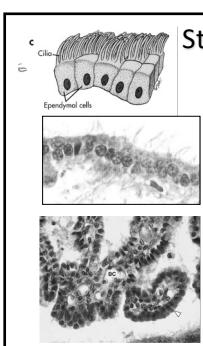


---



---

**Steuncellen centraal zenuwstelsel  
Ependymcellen**



- Vormen een 1-lagige cilindrische epitheliale aflijning
- Aflining hersenholten en canalis centralis (ruggenmerg)
- In direct contact met liquor cerebrospinalis
- Basale uitlopers vormen steun voor neuronen
- Afdeling van binnenbekleding neurale buis
- Ter hoogte van 'plexus chorioideus' vorming cerebrospinaal vocht (zie verder)

48

---



---



---



---



---



---

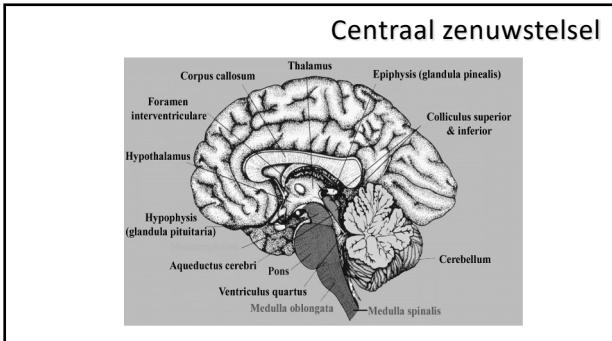


---



---

# Zenuwweefsel



49

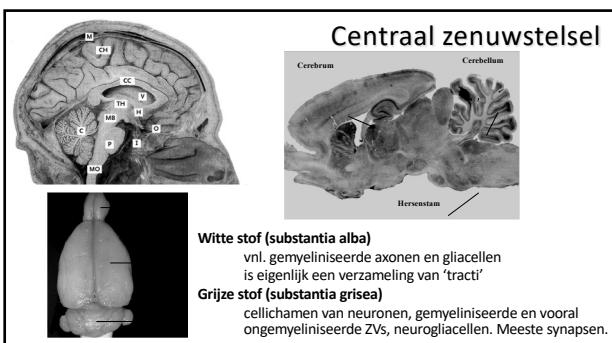
---

---

---

---

---



50

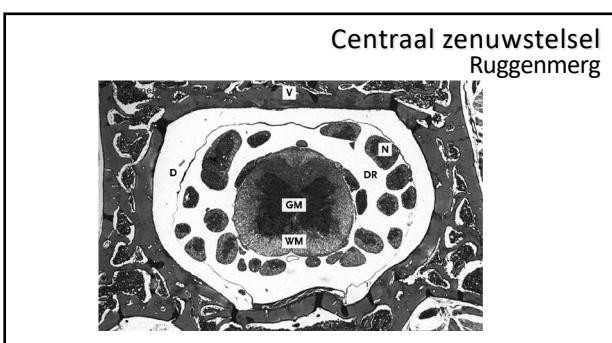
---

---

---

---

---



51

---

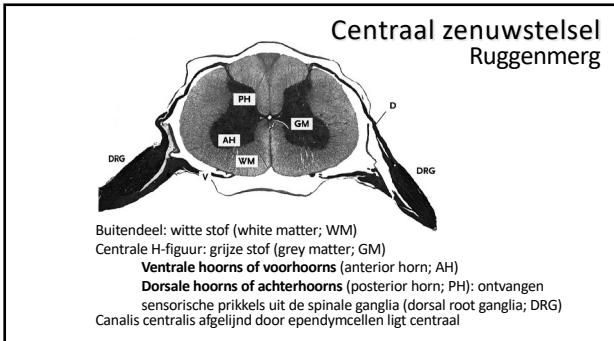
---

---

---

---

# Zenuwweefsel



52

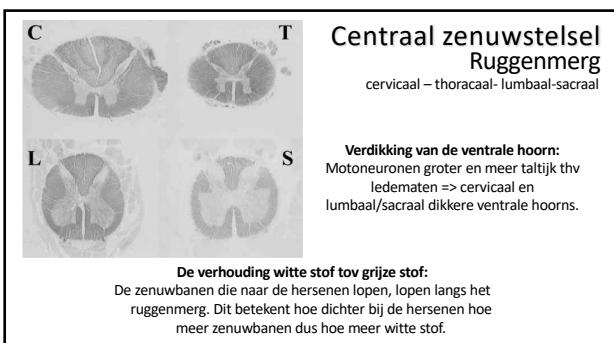
---

---

---

---

---



53

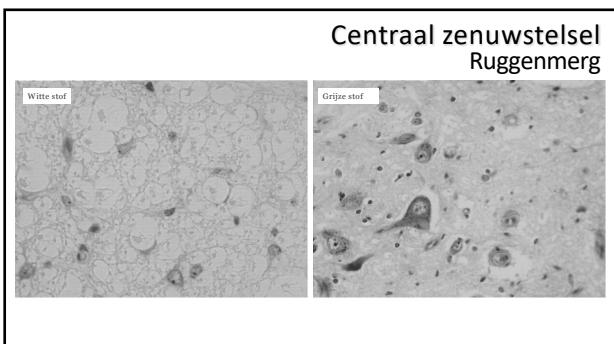
---

---

---

---

---



54

---

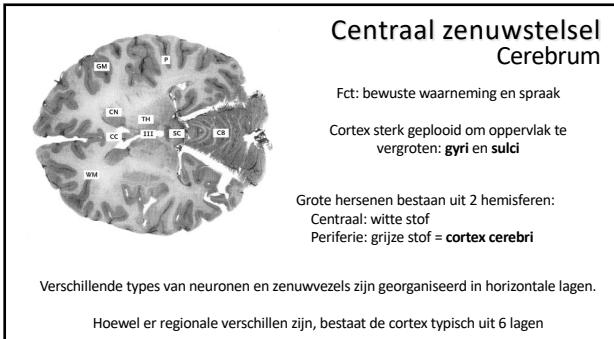
---

---

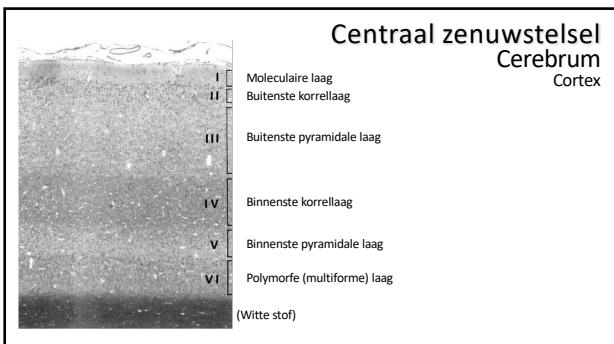
---

---

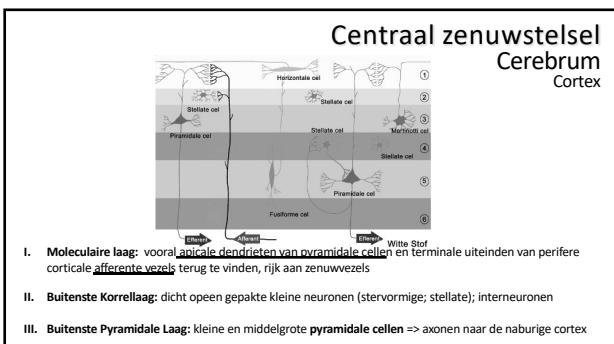
# Zenuwweefsel



55

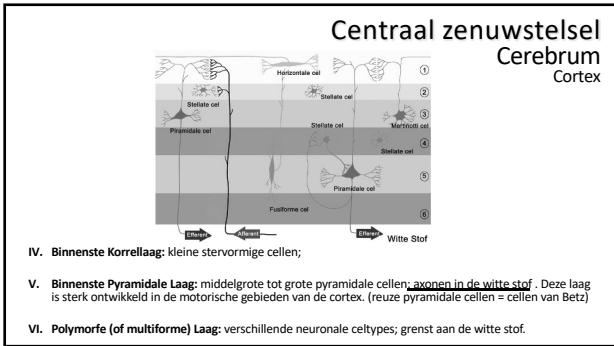


56



57

# Zenuwweefsel



---

---

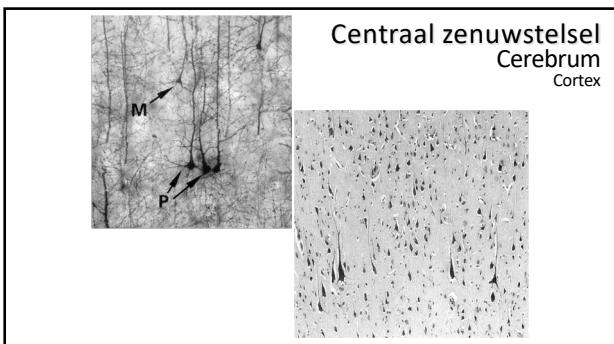
---

---

---

---

58



---

---

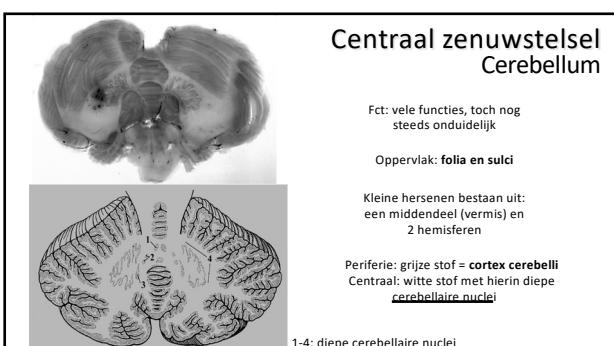
---

---

---

---

59



---

---

---

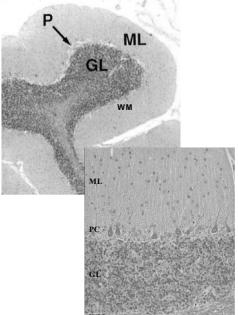
---

---

---

60

**Centraal zenuwstelsel**  
**Cerebellum**  
**Cortex**



- **Moleculaire laag (ML):** buitenste laag, bevat vnl dendrietvormige vertakkingen van cellen van Purkinje
- **Purkinjecel laag (PC; Ganglionaire):** vnl cellichamen van de cellen van Purkinje
- **Korrelaag (Granulaire laag):** dichte opeenpakking van vnl kleine neuronen

**Het gehele van de cerebellaire schors wordt door schakelneuronen geïntegreerd.**

---

---

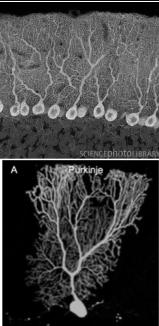
---

---

---

61

**Centraal zenuwstelsel**  
**Cerebellum**  
**Purkinjecellen**



- Grootste en meest karakteristieke cellen van het cerebellum
- Peervormige cellichamen op 1 rij =ganglionaire laag.
- **Dendrietenboom projecteert** in de moleculaire laag (2D) in een tweedimensioneel vlak. Deze bomen staan verschillende plaats van synaps voor klimvezels en mosvezels.
- Axon loopt vanaf de basis en gaat door de korrelaag naar de witte stof.

---

---

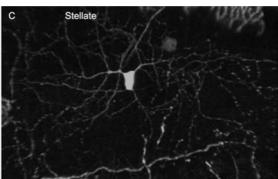
---

---

---

62

**Centraal zenuwstelsel**  
**Cerebellum**  
**Stercellen**



- vrij kleine cellen
- in de bovenste helft van de moleculaire laag.
- Dendrieten lopen in alle richtingen en bereiken ongeveer 12 purkinjecel-dendrietenbomen.
- Axonen eindigen op de cellichamen vd purkinjecellen of verlopen horizontaal onder het opp vd windingen

---

---

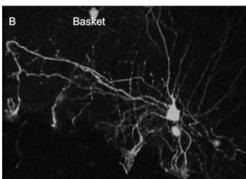
---

---

---

63

**Centraal zenuwstelsel**  
Cerebellum  
Korfcellen (basket)



- Ook wel 'binnenste stercellen' genoemd
- in onderste helft moleculaire laag
- iets groter dan stercellen; lang horizontaal axon dat boven de cellichamen van de PCs loopt.
- Hiervan splitsen zich collateralen af waarvan de eindvertakkingen een netwerk (korf) vormen om de cellichamen van de PCs.
- talrijke synaptische contacten met PC aan de basis van het cellicaam en thv het begin van het axon (inhibitie)

---



---



---



---



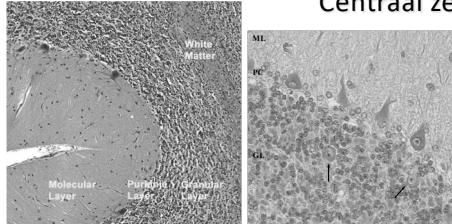
---



---

64

**Centraal zenuwstelsel**  
Cerebellum  
Korrelcellen



- Kleine dicht opeengedrukte zenuwcellen die samen de korrellaag vormen
- Hebben 3-5 korte dendrieten met klauwachtige verdikkingen aan hun eindvertakkingen
- Axon stijgt loodrecht omhoog naar de moleculaire laag, waar het zich vertakt in 2 parallelvezels.

---



---



---



---



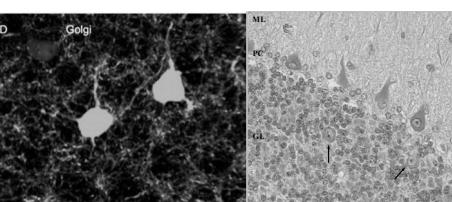
---



---

65

**Centraal zenuwstelsel**  
Cerebellum  
Golgicellen



- Liggen in de granulaire laag, maar zijn duidelijk groter dan korrelcellen
- Dendrietenboom vertakt zich hoofdzakelijk in de moleculaire laag en loopt tot het opp. van de kleine hersenen. Deze dendrietenboom verspreidt zich in alle richtingen.
- Korte axonen die of eindigen in een glomerulus of zich splitsen in een dicht, fijn vezelnet.

---



---



---



---

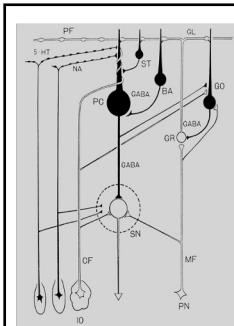


---



---

66



## Centraal zenuwstelsel Cerebellum Neuronenschakeling

- Purkinjecellen (PC) zijn inhiberende efferente neuronen met remmende invloed (GABA) op neuronen van de kleine hersenkernen (SN).
- SN ontvangen prikkels via de axoncollateralen van de afferente klimvezels (CF) en mosvezels (MF). Verder gaan de pulsen niet, door inhiberend effect van PCs.
- Stellercellen (ST), korfcellen (BA) en Golgi-cellens (GO) zijn inhiberende schakelneuronen, die de PC-activiteit remmen.
- Bij activering ST, BA, GO valt remmende werking PC tot SN weg, dus dan voortgeleiding van de puls.

---



---



---



---

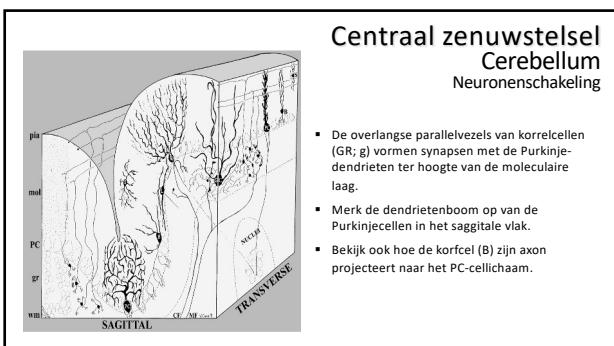


---



---

67



## Centraal zenuwstelsel Cerebellum Neuronenschakeling

- De overlangse parallelvezels van korrelcellen (GR; g) vormen synapsen met de Purkinjedendrieten ter hoogte van de moleculaire laag.
- Merk de dendrietenboom op van de Purkinjecellen in het sagittale vlak.
- Bekijk ook hoe de korfcel (B) zijn axon projecteert naar het PC-cellichaam.

---



---



---



---

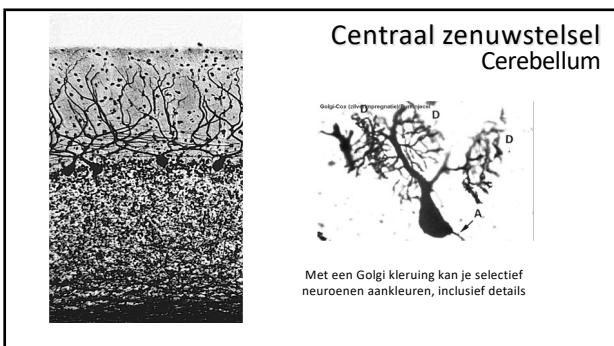


---

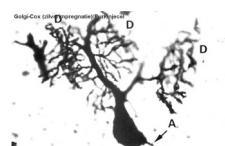


---

68



## Centraal zenuwstelsel Cerebellum



Met een Golgi kleuring kan je selectief neuronen aankleuren, inclusief details

---



---



---



---

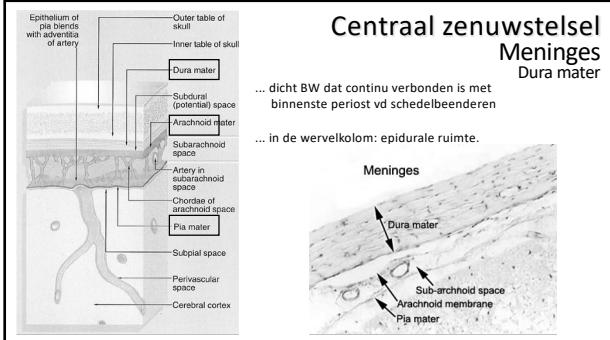


---



---

69



70

---



---



---



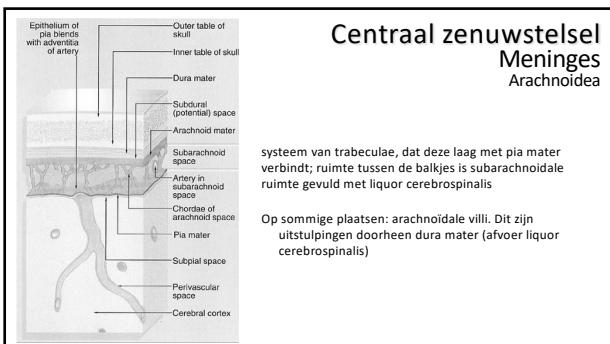
---



---



---



71

---



---



---



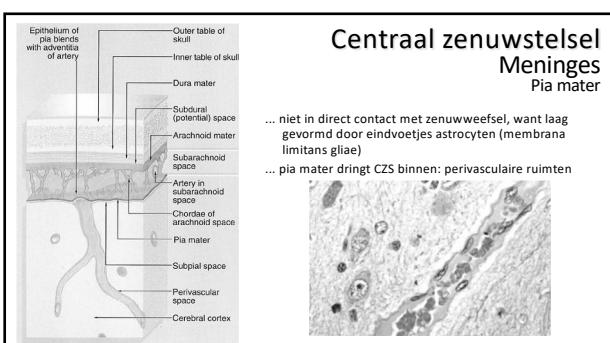
---



---



---



72

---



---



---



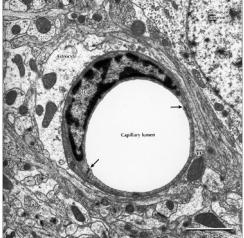
---



---



---



**Centraal zenuwstelsel**  
**Bloed-hersen barrière**

Interstitiële stof rond neuronen CZS andere samenstelling dan extracellulaire vloeistof elders in het lichaam.

In bloedplasma grote schommelingen van sterk werkzame stoffen die storend zouden werken.

Goed doorlaatbaar voor zuurstof, CO<sub>2</sub>, glucose en vetoplosbare moleculen zoals bvb anesthetica

Houdt grotere moleculen tegen (bvb antibiotica zoals penicilline passeert BBB niet)

... bestaat uit endotheelcellen van capillairen verbonden via **tight junctions**. Unidirectioneel transport van eiwitten en vloeistof van bloed naar hersenen (via pinocytosevesikels).

... basaal membraan

... eindvoetjes van astrocyten (indureren veranderingen endotheel)

73

---



---



---



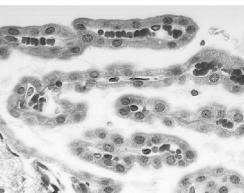
---



---



---



**Centraal zenuwstelsel**  
**Liquor cerebrospinalis**

De liquor cerebrospinalis (=hersenvocht) zit in **liquorrauimen** (=holten CZS) en wordt aangemaakt door de **plexus chor(i)oideus**,

Holten van het CZS: hersenventrikels, canalis centralis, subarachnoidale ruimten en perivasculaire ruimten.

Plexus choroideus is een uitstulping van de pia mater bedekt door gespecialiseerde ependymcellen. De capillairen van de pia mater zijn hier gefenestreerd.

Tussen liquor en interstitium vrij makkelijke doorgang (cfr voor geneesmiddelen), toch ependymcellen verbonden via tight junctions voor de opbouw van een bloed-cerebrospinaal vocht barrière.

74

---



---



---



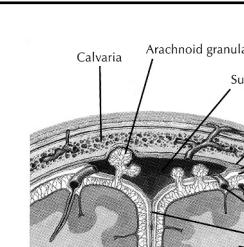
---



---



---



**Centraal zenuwstelsel**  
**Liquor cerebrospinalis**

Calvaria, Arachnoid granulation, Superior sagittal sinus, Epidural space (potential), Dura mater, Subdural space, Arachnoid, Subarachnoid space, Pia mater, Cerebral artery, Superior cerebral vein, Falx cerebri, Cerebral hemisphere

Liquor wordt via arachnoidale villi (arachnoid granulation) afgevoerd naar het bloed in de veneuze sinussen van de dura mater.

75

---



---



---



---

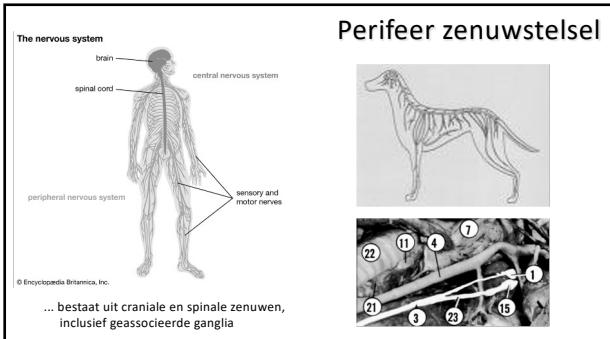


---



---

# Zenuwweefsel



76

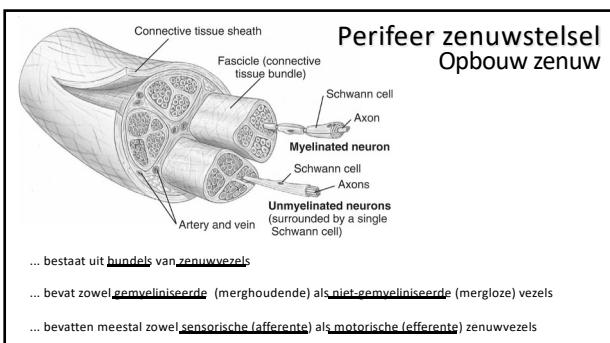
---

---

---

---

---



77

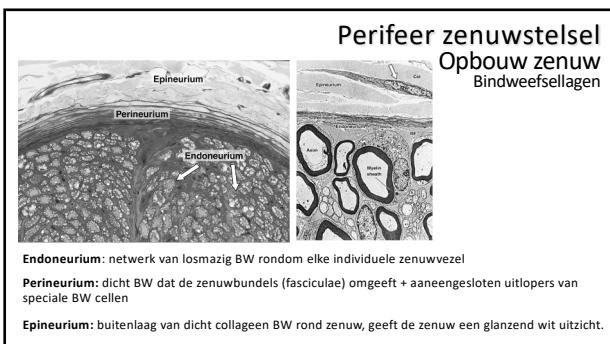
---

---

---

---

---



78

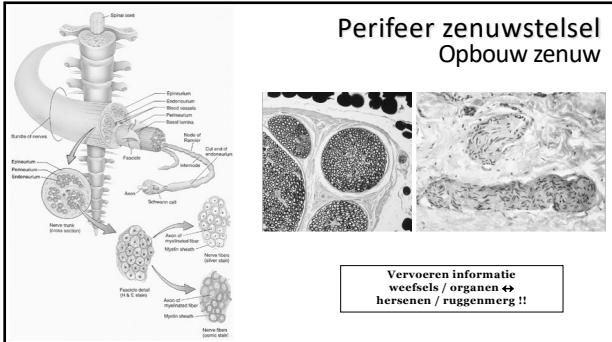
---

---

---

---

---



79

---

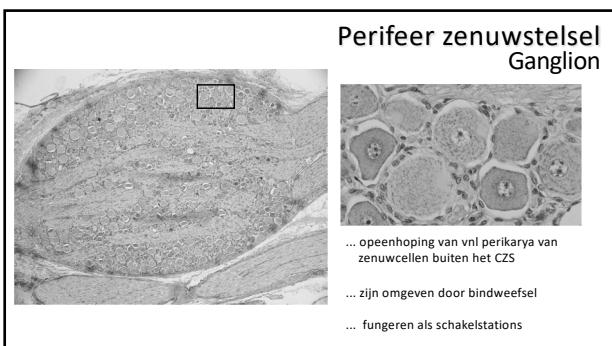
---

---

---

---

---



80

---

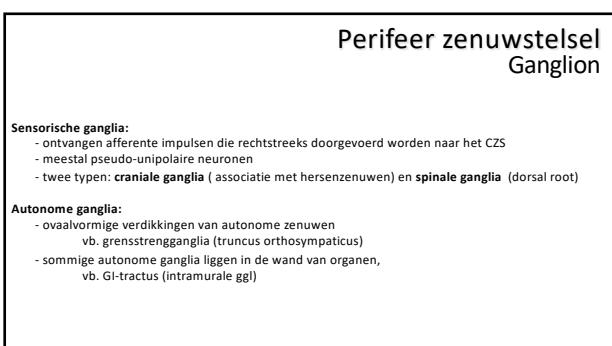
---

---

---

---

---



81

---

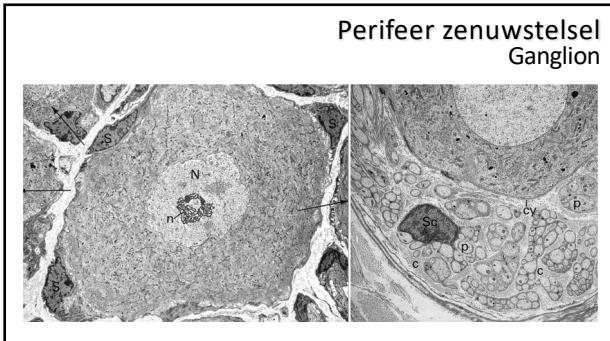
---

---

---

---

---



82

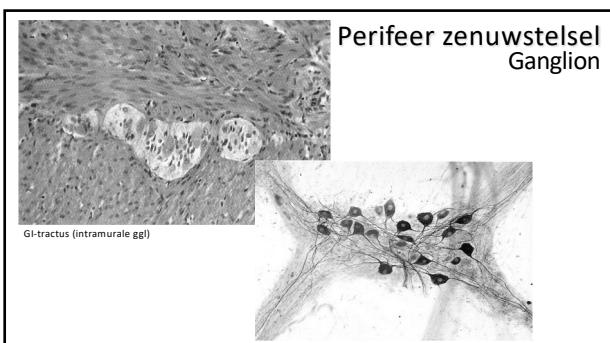
---

---

---

---

---



83

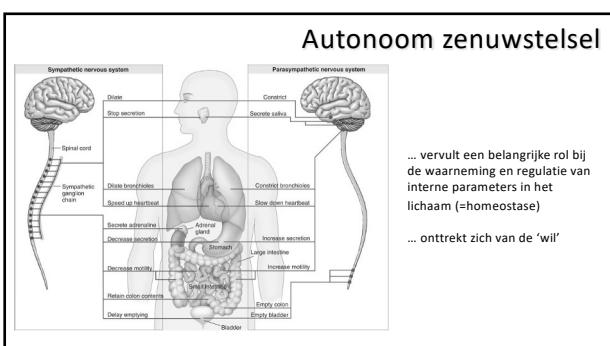
---

---

---

---

---



84

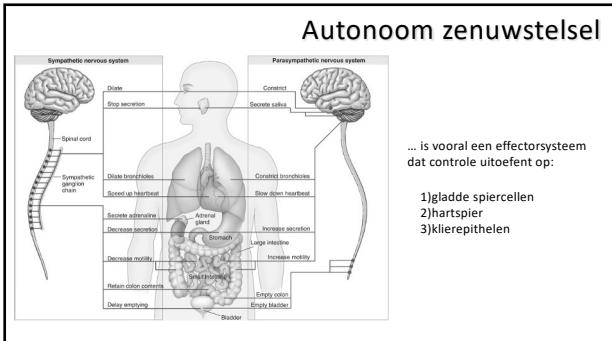
---

---

---

---

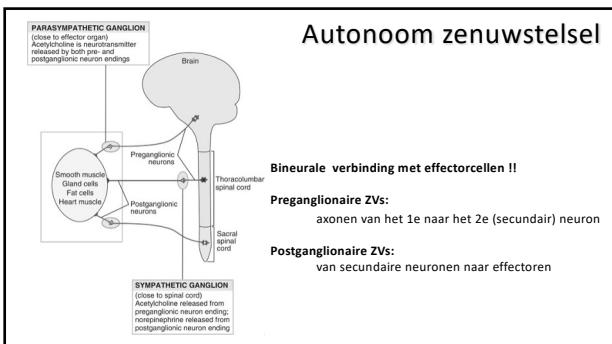
---



85

... is vooral een effectorsysteem dat controle uitoefent op:

- 1) gladde spiercellen
  - 2) hartspier
  - 3) klierepithelen



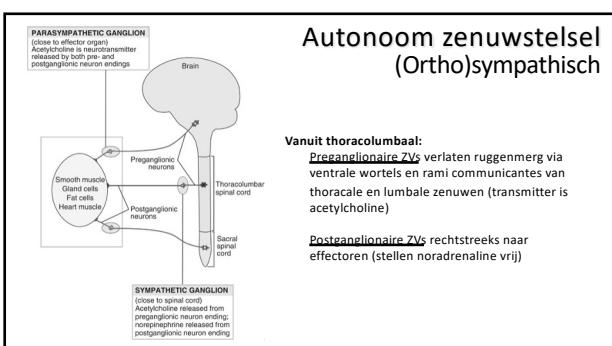
86

## Autonom zenuwstelsel

### Bineurale verbinding met effectorcellen !

#### **ganglionaire ZVs:**

### **Postganglionaire ZVs:**



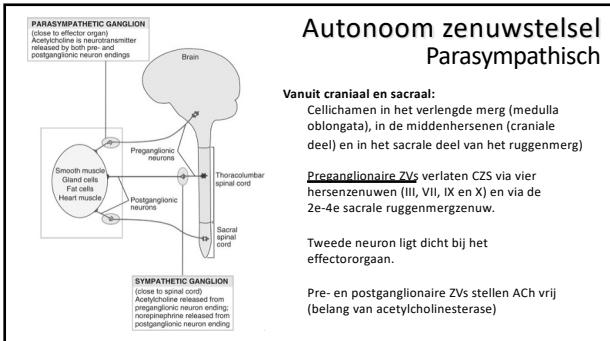
87

## Autonom zenuwstelsel (Ortho)sympathisch

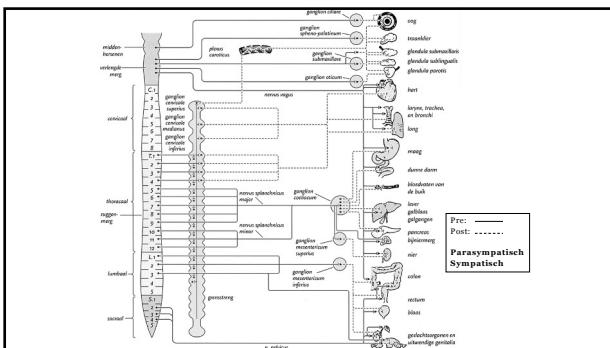
**Vanuit thoracolumbaal:**  
Preganglionaire ZVs verlaten ruggenmerg via ventrale wortels en rami communicantes van thoracale en lumbale zenuwen (transmitter is acetylcholine)

Postganglionaire ZVs rechtstreeks naar effectoren (stellen noradrenalin vrij)

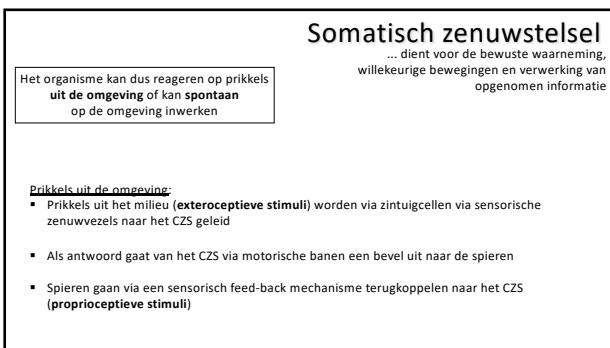
## Zenuwweefsel



88



89



90

# Zenuwweefsel

Het organisme kan dus reageren op prikkels uit de omgeving of kan spontaan op de omgeving inwerken

**Somatisch zenuwstelsel**  
... dient voor de bewuste waarneming, willekeurige bewegingen en verwerking van opgenomen informatie

**Spontaan inwerken op de omgeving**

- Een actie wordt opgewekt via motorische zenuwbanen
- Resultaat wordt geregistreerd via zintuigcellen en vervoerd naar CZS via afferenten
- Afhankelijk van het bereikte resultaat treedt verder remming of versterking op

91

---

---

---

---

---



**Lichaampje van Vater-Pacini: exteroceptieve receptor**

**Somatisch zenuwstelsel**

Sensorische informatie wordt verzameld door **exteroceptieve** en **proprioceptieve** receptoren

De gewaarwordingen die kunnen worden geregistreerd zijn warmte, koude, pijn, druk, tast, geur, smaak, licht, geluid en evenwicht.

92

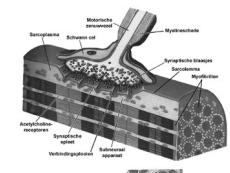
---

---

---

---

---



**Somatisch zenuwstelsel**  
**Motorische invloed**  
**Myo-neuronale synaps**



93

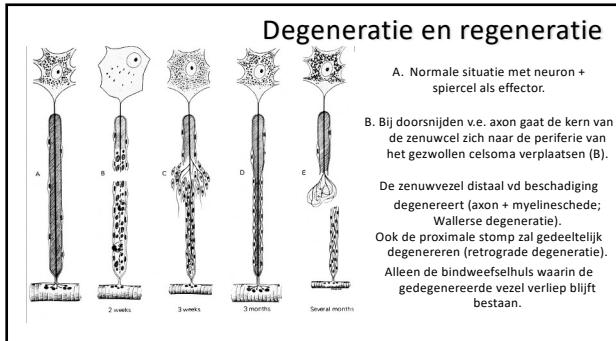
---

---

---

---

---



94

---



---



---



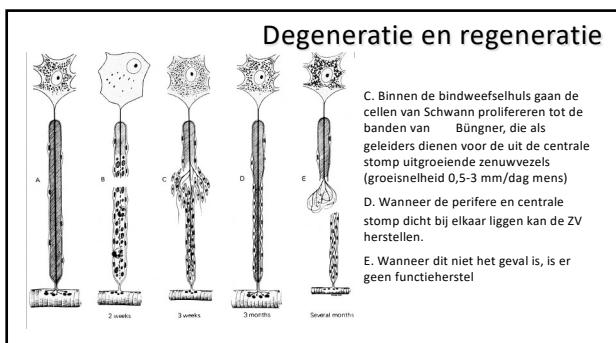
---



---



---



95

---



---



---



---



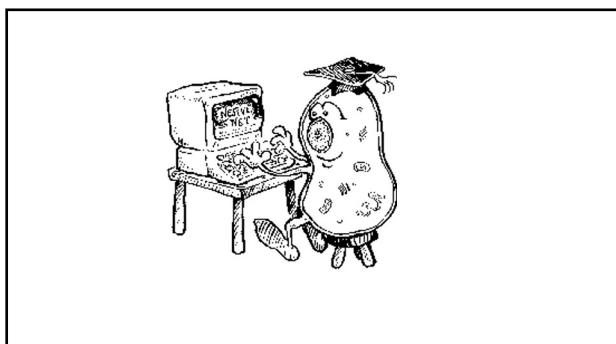
---



---



---



96

---



---



---



---



---



---



---