

## REPETITION NERVSYSTEM

Nervsystemet kan delas in i CNS och PNS och det finns även ett system som heter ANS som utgörs av delar från både CNS och PNS. PNS utgörs av spinal- och kranialnerv som löper ut från hjärna, hjärnstam och ryggmärg i form av perifera nerver. ANS består av två delar:

1. Sympatikus: Det är ett fight or flight system och sitter mellan Th1-L2.
2. Parasympatikus: Det är rest and digest system som sitter mellan S2-S4 samt kranialnerverna 3, 7, 9 och 10.

I CNS har vi över 100 miljarder neuron med 1000 synapser var och ett neurons generella uppbyggnad är:

- Cellkropp/soma som har en tydlig nucleus med en nucleol.
- Nissl-substans som finns i cellkroppen som består av tätt packade ribosomer runt nucleus.
- Dendriter från somat är utskott som kan vara flera per 1 neuron. Axon är också utskott men det finns bara 1 axon per neuron. Dendriter är icke-myeliniserade medan axon är myeliniserade. Dessutom tar dendriter emot information medan axon skickar ut information. Dendriter har även dendritic spine som är den struktur på dendriterna som tar emot signaler, alltså ju fler signaler neuronet tar emot desto fler dendritic spines har den. Hos axon finns det axon hillock och här samlas all information som neuronet tagit emot och då avgörs det om en signal ska skickas ut eller inte. Myelinet runt skyddar axonet och försnabbar signaltransporten. Det är då Schwannceller i PNS som bekläder axonet med myelin och mellan dessa celler uppstår som tomrum utan myelin och det kallas för Ranviers noder. Signalen hoppar därför mellan noderna och därav går det snabbare. Axonterminalen är slutet där själva synapsen sker. Om transporten sker mot axonterminal så kallas det för anterograd transport och om det sker mot soma så kallas det för retrograd transport.

Det finns tre typer av neuron:

1. Multipolära: Flera dendriter och ett axon.
2. Bipolära: En dendrit och ett axon.
3. Pseudounipolära: Ett axon som sedan delas upp i en vidare axon och dendriter.

Neuron kan också delas in i följande:

- Motoriska: Dessa har sin cellkropp i CNS (kärna) och går ut från CNS till muskler, alltså efferenta.
- Sensoriska: Dessa har sin cellkropp i PNS (ganglier) och går till CNS, alltså afferenta.
- Interneuron: Dessa kopplar samman motoriska och sensoriska neuron, 99% av alla neuron är Interneuron

|              | Histologi | Anatomi CNS                      | Anatomi PNS |
|--------------|-----------|----------------------------------|-------------|
| Grå substans | Soma      | Kärna<br>Bark<br>Horn och kolumn | Ganglion    |
| Vit substans | Axon      | Banor                            | Nerver      |

#### Synapser:

- Vi har presynaptiska neuron och postsynaptiska. Presynaptiskt är den som skickar ut signalen och postsynaptiskt tar emot signalen. Avståndet mellan pre och post kallas då för synapsklyfta. Det är till denna klyfta som den presynaptiska frisätts neurotransmittorer som tas emot av det postsynaptiska efteråt och om tillräckligt med neurotransmittorer bundit in till receptorer så sker en signal. Då tas signalen emot av dendritic spines. Det bildas sedan en axonpotential som leds vidare.

#### I CNS har man olika gliaceller som bland annat:

- Oligodendrocyter: Dessa celler producerar myelin för att kunna myelinisera axon. Deras utskott vrider sig flera varv runt axonet och därmed får vi flera lager av cellmembran som leder till flera lager av fett. Ju fler lager av myelin desto snabbare blir signalen. En oligodendrocyt kan även myelinisera flera axon. Detta skiljer sig från motsvarande celler i PNS, schwanncellerna, som endast kan myelinisera ett axon åt gången. Dessutom är oligodendrocyter större än schwannceller. Histologiskt har de en ganska rund kärna och är starkt färgade.
- Astrocyter: De är morfologiskt heterogena celler som ger både fysiologiskt och metabolt stöd åt neuroner. Fysiskt bygger de upp vävnader och morfologiskt reglerar de att den extracellulära miljön har rätt nivå och balans av olika metaboliter osv. Astrocyter ger fysiskt stöd åt neuronet. De är med och bygger upp den extracellulära matrixen och håller nervceller på plats. Dessutom ser de till att den extracellulära miljön har rätt salt- och sockerbalans. Dessutom är de med i BHB där astrocyternas fotutskott finns med i det innersta lagret (kärnen) för att kunna reglera vad som kan passera in och ut. Astrocyter bildar även så kallat glia limitans och den bildas under deras fotutskott och under pia mater och det är ett tunt membran. Det finns två olika typer:
  1. Protoplasmatiske astrocyt: Dessa finns i den gråa substansen, alltså kortikalt, och de hjälper till med fysisk struktur och BHB. De har många utskott och ser ut som en buske med tydlig oval kärna.
  2. Fibrös astrocyt: Dessa finns i vit substans, alltså medullärt, och de har färre utskott som är rakare men har fortfarande en oval kärna och lite buskstruktur men mer av en spindellik form.
- Mikroglia: Det är små fagocyterande celler som är lika makrofager. De rensar alltså bort det som inte ska finnas i CNS. De är även med i vissa immunologiska reaktioner där de producerar cytokiner och kemokiner. Histologiskt ser de ut som en

smällkaramell där utskott åt båda hållen, de är tunna och har en mörk säckliknande kärna.

- Ependymceller: Dessa beklär väggarna i ventrikelsystemet. De utgör ett kubiskt epitel med cilier som hjälper att transportera vätska. De finns i t.ex.:
  - Plexus choroideus: Här finns det ependymceller och pia mater som producerar cerebrospinalvätska.

I PNS har man andra glialceller som är:

- Schwannceller: Som motsvarande oligodendrocyter då de också myeliniserar axon genom att vrida sin egna cellkropp runt axonet till skillnad från oligodendrocyterna som skickar ut utskott som vrider sig runt axonet.
- Satellitceller: Deras funktion är att ge stöd.

### CNS I - III

CNS kan delas in i två delar:

1. Encephalon (hjärnan) som kan vidare delas in i:
  - a. Cerebrum (storhjärnan) som består av:
    - i. Telencephalon (ändhjärnan)
    - ii. Diencephalon (mellanhjärnan)
  - b. Truncus encephali (hjärnstammen) som också kan delas in i:
    - i. Mesencephalon (mitthjärnan)
    - ii. Pons (hjärnbryggan)
    - iii. Medulla oblongata (Den förlängda märgen)
  - c. Cerebellum (lillhjärnan)
2. Medulla spinalis (ryggmärg)

Det som sedan omger hela CNS, hjärna och ryggmärg, kallas för meninges. På djupet i hjärnan har vi ventrikelsystemet. I telencephalon har vi sidoventriklarna (två stycken) som knyter samman med den tredje i diencephalon.

### Telencephalon/storhjärnan

Telencephalon är storhjärnan som består av två halvor som kallas för Hemisferium Cerebri. Dessa hjärnhalvor binds samman med en hjärnbalk som kallas för Corpus callosum som består av tätt packade myeliniserade axon. Dessutom har storhjärnan tre olika lager:

1. Cortex cerebri: Här finns grå substans med nervcellskroppar. Den är kraftigt veckad vilket ger en ytförstoring vilket i sin tur ger fler nervcellskroppar vilket också ger mer funktion. Detta är viktigt för att hjärnan ska kunna ha så många neuron som möjligt utan att behöva öka i storlek och därmed tynga ner våra huvuden. Veckningen kommer skapa fåror (inbuktningar) och vindlingar (området mellan fårorna). Fårorna kallas för Sulcus och vindlingarna kallas för Gyrus.
  - a. Sulcus: Vi har två typer av sulcus som är sulcus centralis (går centralt) och sulcus lateralis (går lateralt).
  - b. Gyrus: Vi har två typer av gyrus som är gyrus precentralis (framför centralfåran och har motoriskt centrum) och postcentralis (bakom centralfåran och har sensoriskt centrum).

Fårorna/sulcus gör att vi kan dela in hjärnan i lobar/lobus där varje lob har en funktionell centra. Loberna är:

1. Lobus frontalis: Har en motorisk centra som står för utföring och planering av motorik samt mycket av etik och moral beslutsfattande (exekutiva funktioner). Det har även premotorcortex som står för de högre, medvetna kognitiva funktionerna. Här finns även motoriskt homunculus.
2. Lobus parietalis: Här finns somatosensorik som står för "känsl", alltså somatosensorisk homonuculus. Genom detta får man bland annat rumsuppfattning som ger oss ett 3D tänkande. Har man alzheimers har man skada här som gör att ens 3D tänkande fungerar dåligt.
3. Lobus temporalis: Här finns det ett centrum för hörsel, lukt och minnesinlagring (hippocampus).
4. Lobus occipitalis: Här finns centrum för syn.
5. Lobus insularis: Här finns centrum för smak och reglering av ANS.

Cortex cerebri har även olika lager:

- I. Lamina molekyllaris: Cellfattigt
  - II. Lamina granularis ext: Små neuron
  - III. Lamina pyramidalis ext: Pyramidformade neuron
  - IV. Lamina granularis int: Små neuron som II
  - V. Lamina pyramidalis int: Stora pyramidformade neuron framförallt i motor-cortex. Dessa neurons axon kommer att bilda pyramidbanan.
  - VI. Lamina multiforme: Blandade celler (små och stora)
    - Det finns dessutom två typer av cortex:
      1. Motor-cortex: Här dominerar lager III och V; mer lateralt.
      2. Sensorisk-cortex: Här dominerar lager II och IV; mot medellinje specifikt corpus callosum.
2. Substantia alba: Här finns det vit substans som består av myeliniserade axon (kallas för banor i CNS). De banor som löper inom samma hemisfär kallas för associationsbanor medan de banor som går mellan hemisfärerna kallas för commissurbanor och dessutom har vi projektionsbanor som är de som går till och från storhjärnan. Associationsbanor bildar nervfibrer för signaler mellan olika platser i nervsystemet. Dessa fibrer löper samman i knippen som kallas för fasciculi. Det finns två typer av vit substans:
    - a. Capsula interna: Detta är vitt substans som finns mellan de basala kärnorna som består av axon som löper till och från storhjärnan (projektionsbanor). Detta är ett viktigt område med mycket informationsflöde.
    - b. Corpus callosum: Det utgörs av axon mellan hjärnhalvorna/hemisfärerna som binder samman de två hemisfärerna (commissurbanor).
  3. Nuclei basales/basala ganglier/kärnor: Det är grå substans som sitter långt in i cerebrum. (Storhjärnan skickar signaler till de basala ganglierna som sedan skickar vidare de till Thalamus som då påverkar storhjärnan vilket ger upphov till pyramidbanan med viljemässig motorik). De har en motorisk funktion genom att kommunicera med lobus frontalis för att kunna få ihop motoriken. Det finns tre olika typer av dessa kärnor:

- a. Nucleus caudatus (svanskärna): Sitter ytterst och är formad som en svans som går runt lentiformis.
- b. Nucleus lentiformis (linsjärna): Den är linsformad och den består av två delar:
  - i. Putamen: Den yttre delen.
  - ii. Globus pallidus: Innanför putamen.
- c. Striatum: Det är som ett samlingsnamn för just nucleus caudatus och putamen. Detta då nucleus caudatus skickar signaler genom strierade stråk till putamen. De kallas tillsammans för striatum för att de embryologiskt kommer från samma struktur.

## Diencephalon

Diencephalon kan även kallas för mellanhjärnan och den är placerad mellan hjärnhalvorna/hemisferium samt under corpus callosum och ovanför hjärnstammen.

Diencephalon kan delas upp i följande delar:

1. Thalamus: Vi har en thalamus i varje hjärnhalva och de avgränsar sidoventrikler/tredje ventrikeln. De ligger bakom och innanför de basala ganglierna samt under corpus callosum/fornix. Den tredje ventrikeln är ett springformat hålrum i medellinjen vid diencephalon som ligger mellan de två hjärnhalvorna. Thalamus utgörs av grå substans som består av många olika kärnor, alltså multipla kärnor. Thalamus funktion är att vara en relästation för cerebral afferens. Detta då den information som kommer från hjärnstam och ryggmärg till storhjärnan omkopplas och leds/dirigeras vidare via thalamus. Dessutom har thalamus en funktion för vakenhet och om det slås av på båda sidorna så blir man medvetlös. Här finns även nucleus subthalamicus (mer specifikt i subthalamus) som är en basal ganglie som sitter under thalamus och kommunicerar med de övriga basala ganglierna som finns i bland annat telencephalon. Den har även en funktion att fungera som bromskloss för motorik.
2. Hypothalamus: Hypothalamus finns också i varje hjärnhalva och är placerad under thalamus och över hypofysen samt runt den tredje ventrikeln. Hypothalamus består också av grå substans med många olika kärnor, alltså multipla kärnor. På baksidan/nedre sidan sitter en vårtliknande struktur som kallas corpora mammillaria och i den finns en kärna som kallas nuclei corporis mammillaris. Den ligger alltså under hypothalamus och bakom hypofysstjälken. Hypothalamus funktion är endokrin och autonom styrning som till exempel hunger, törst, kroppstemperatur, mättnad, sexualdrift och tillväxt. Styrningen går till genom att hypothalamus styr hypofysen som utsöndrar hormoner och genom dessa hormoner sker styrningen av endokrina och autonoma nervsystemet.
3. Epithalamus: Epithalamus är placerad bakom thalamus och bakom/ovanför mesencephalon. Epithalamus är egentligen ett område som består av en större struktur som kallas för corpus pineale. I corpus pineale finns det en centra som kontrollerar dygnsrytm med hjälp av ljus. När ljus når näthinna så kommer signaler att skickas till corpus pineale och då kommer melatoninutsöndringen att stängas av. Om det är mörkt kommer inga signaler att skickas och därav frisätts melatonin.

Vidare finns även följande delar med i diencephalon:

4. Subthalamus: Under thalamus men ändå inte hypothalamus. Här finns kärnan nucleus subthalamicus. Den hjälper de andra basala kärnorna.
5. Metathalamus: Ringstruktur som utgör den bakersta delen av thalamus.

### **Limbiska systemet**

Det limbiska systemet består av strukturer från cerebrum (främst diencephalon) och lite från hjärnstammen. Dessa bildar tillsammans en bågformad struktur djupt i cerebrum/diencephalon och mellan hjärnhalvorna. Deras funktion är bland annat:

1. Emotioner: Ängest, aggressivitet, lycka osv.
2. Minneslagring: Sker mer specifikt i hippocampus, alltså i lobus temporalis.
3. Lukt: Även den finns vid lobus temporalis.

Det limbiska systemet består av följande strukturer:

1. Hippocampus: Finns djupt medialt i lobus temporalis och här sker bland annat minneslagring. Korttidsminnet lagras i hippocampus men vi vet inte än vart långtidsminnet lagras. Efter 25 kommer hippocampus förmåga att minska.
2. Nucleus amygdaloideum (amygdala): Det är en mandelformad kärna som finns framför hippocampus. Den sitter i uncus som är den mest mediala delen av temporalloben. Här finns det neuron som vid aktivering drar igång känslor som till exempel ångest, rädsla, skräck och vrede.
3. Gyrus Cinguli: Det är gördelvinglingen som är en del av storhjärnan men också det limbiska systemet. Det utgör vägen in för information i det limbiska systemet.
4. Fornix: Det är hjärnvalv som består av vit substans, alltså myeliniserade axon, där nervcellskropparna som går igenom här ligger egentligen i hippocampus. De skickar bak axon som går upp i temporalloben och lägger sig på taket av thalamus. Sedan fortsätter axonet framför thalamus och ned i hypothalamus där den skickar ut två grenar. Den ena stora grenen går till Corpora mammillaria och den andra mindre grenen går fram till mittlinjen.
5. Corpora mammillaria: De är slutet på fornix och är en vårtliknande struktur som kan ses längst ned på hypothalamus och bakom hypofysen. Har minne som funktion.

### **Truncus encephali**

Truncus encephali är hjärnstammen och den befinner sig under diencephalon, ventralt om cerebellum och ovanför ryggmärgen. Truncus encephali kan delas in basis, tegmentum och tectum vid ett snitt men i ett annat delas det in i mesencephalon, pons och medulla oblongata. Dess allmänna uppbyggnad är:

- Vit substans: den finns ytterst och består av myeliniserade axon som utgör banor. Banorna som finns är:
  - Pyramidbanan: Det är viljemässig bana för motorik som går från frontalloben till hjärnstamskärnorna och ryggmärg.
  - Baksträngsbanan: Det är stora somatosensoriska banor som ger oss förmågan att skilja mellan två punkter, vibration och proprioception (muskelspänning). Den går från hjärnstammen till storhjärnan.
  - Yttre spinothalamiska banan: Det är också stora somatosensoriska banor som förmedlar smärta och temperatur och går från hjärnstammen till storhjärnan.

- Cerebro-cerebellära banor: Detta är banor mellan stor och lillhjärnan och de har ingen egen kommunikation utan de måste passera hjärnstammen.
  - I hjärnstammen har vi även den retikulära formationen/formatio reticularis som är grå substans som löper på baksidan av hela hjärnstammen och återfinns därmed i alla dess tre delar. Den består av tre olika delar:
1. Mesencephalon: Det kallas även för mitthjärnan och är uppbyggt av följande:
    - Substantia nigra: Detta är grå substans som är väldigt mörk och nästintill svart på grund av att nervcellskropparna som finns här innehåller dopamin som ger den mörka färgen. Dess funktion är att arbeta med motorik som sker genom att de skickar upp sina axon till de basala kärnorna där de utsöndrar dopaminet. Då kommer aktivering av de basala kärnorna att ske som i sin tur aktiverar motorcortex som sedan aktiverar pyramidbanan och då får vi en viljemässig rörelse. Detta fungerar inte vid parkinsons eftersom då är cellerna döda och därav får man inte en viljemässig rörelse.
    - Nucleus ruber: Det är två röda kärnor som innehåller järn som har en motorik men har inte en klar funktion.
    - Aqueductus cerebri: En del av ventrikelsystemet, förbinder 3e och 4e ventrikeln.
    - Periaqueductal grey (PAG): Består av grå substans och sitter runt aqueductus cerebri och har neuron som är med i smärtinhibition och illamående.
    - Colliculus superior et. inferior: Vi har två som sitter superiort och två som sitter inferiort. De som sitter superiort är involverade i syn medan de som sitter inferiort är involverade i hörsel.
  2. Pons: Pons utgör en brygga med cerebellum (lillhjärnan) som sitter bakom pons. Pons brygger tillbaka nervfibrer till lillhjärnan. I pons finns det massor av små kärnor som kallas gemensamt för nuclei pontis/de pontina kärnorna (grå substans). Dessa utgörs av grå substans som omkopplar cerebrala banor till cerebellum. Det går till genom att storhjärnan skickar neuron till storhjärncortex och ned till pons. Där sker en synaps till nytt neuron som har sin cellkropp i nuclei pontis kärnorna. Denna cellkropp kommer därefter att skicka sin axon till lillhjärnan. Axonen kommer alltså att gå från pons medellinje till de högre cellkropparna och därmed kommunicera med vänstra delen av cerebellum.
  3. Medulla oblongata: Det är den längsta delen av hjärnstammen och kallas även för förlängda märgen. Den är uppbyggd av:
    - Nucleus Olivaris: De kallas även för olivkärnor som ger upphov till utbuktningar (sedda i tvärsnitt). Utbuktningen kallas då för Oliva. Deras funktion är cerebellär koppling som är en koppling mellan strukturer som hjärnstammen och ryggmärgen till lillhjärnan där fibrer går tillbaka från kärnan till lillhjärnan.
    - Decussatio Pyramidales: Dessa finns medialt om varje olivkärna och är som en korsningsstation för axon som kommer från motorcortex och ska ut i kroppen. Denna korsning gör så att höger hjärnhalva styr vänster kroppsdel. Det är själva pyramidbanan som är framför nucleus olivaris (pyramidformade utbuktningen, pyramis) som korsar medellinjen i medulla oblongata.

Pyramidbanan som börjat på vänster sida av medulla oblongata kommer fortsätta på höger sida av ryggmärgen och tvärtom.

Medulla oblongata har då viktiga centra för ANS, andning och cirkulation.

Den gråa substansen har följande funktioner:

- Pupillreflex: Främst mesencephalon.
- Ögonrörelse: Mesencephalon och pons.
- Andning: Pons och medulla oblongata.
- Blodtryck: Medulla oblongata.
- Motorik och balans: Främst Pons.
- Sväljreflex

Vi har 12 olika kranialnervar där de två första går ut från cerebrum och resterande tio går ut från truncus encephali:

- I. N. Olfactorius – Lukt
- II. N. Opticus – Syn
- III. N. Oculomotorius – Ögonmotorik
- IV. N. Trochlearis – Ögonmotorik
- V. N. Trigeminus – Sensorik i ansiktet + Tuggmuskulatur
- VI. N. Abducens – Ögonmotorik
- VII. N. Facialis – Ansiktsmotorik + ANS
- VIII. N. Vestibulocochlearis – Hörsel och Balans
- IX. N. Glossopharyngeus – Motorik och sensorik i svalg, strupe (tal) + ANS
- X. N. Vagus - Motorik- och sensorik i svalg (lite) + ANS
- XI. N. Accessorius - Motorik m trapezius och m sternocleidomastoideus
- XII. N. Hypoglossus - Tungmotorik

Här finns även ett så kallat pedunculus cerebellaris som är koppling/sjänklar mellan hjärnstam och cerebellum och det återfinns på tre olika ställen:

1. Superior: Mellan mesencephalon och cerebellum.
2. Medius: Mellan pons och cerebellum (störst).
3. Inferior: Mellan medulla oblongata och cerebellum.

## **Cerebellum**

Cerebellum är lillhjärnan och den finns bakom hjärnstammen och under storhjärnan.

Cerebellums funktion är främst koordination och balans. Den koordinerar och finjusterar motorik, balans och hållning. Lillhjärnan är ungefär lika stor som en citron och består av följande tre delar:

1. Cortex cerebelli: Det är grå substans som omger hela lillhjärnan. Den är mer tätt packad men har mindre vindlingar än storhjärnan och därav är den egentligen lika stor som cortex cerebri om man veckar ut dem. Detta medför en nytta då man får en ytförstoring och därmed kan vi ha fler neuron per volym vilket i sin tur leder till mer funktion. Detta då både koordination och balans är svårt för kroppen. Här har man också gyrus och sulci men man har andra namn för det istället:
  - Foila Cerebelli: Hos lillhjärnan finns det blad som kallas för folia cerebelli och de motsvarar gyrus som finns hos storhjärnan. Det beror på att cortex cerebelli

är så pass tätt packade att det inte blir nåt gyrus. I dessa foila finns det stora celler som sitter tätt packade i rad och dessa celler är då purkinjeceller.

- Fissura Cerebelli: Hos lillhjärnan får man inte fåror utan man får sprickor och de kallas för fissura cerebelli.

Vidare kan cortex cerebelli delas in i tre histologiska lager:

- I. Lamina molekyllaris: Här finns stjärnceller och korgceller. Korgcellerna axon omger purkinjecellernas soma (bildar så kallat synapskorg) medan stjärncellerna kontakter purkinjecellernas dendriter. Däremot är detta lager ändå cellfattigt.
- II. Purkinjecellslagret: Här finns purkinjeceller och golgiceller. Purkinjecellerna är staplade i rad och de har en ljus kärna med en tydlig nukleol och deras dendriter går mot hjärnnytan. De skickar sina axon till cortex och ryggmärg samt djupt liggande kärnor.
- III. Lamina granularis: Här finns det korniga celler eller även kallade för granulaceller. De ligger tätt packade och här finns även de flesta neuron i lillhjärnan. Dessa kornceller skickar upp sina axon som bildar parallellfibrer som kontakter purkinjecellernas dendriter där synapser finns. Korncellerna har också dendriter med ett ljust område runt de och det området kallas för glomerulus och det utgör ett synapskomplex.

2. Arbor Vitae: Vit substans.

3. Nuclei Cerebellaris: Djupa kärnor/cerebellära kärnor.

Lillhjärnan har även andra celler Bergmannglia som är en typ av stödjeceller som skickar ut sina utskott hela vägen till Pia mater. Efter dessa celler finns det övriga gliaceller i CNS och sedan kommer det vita substansen. Dessutom finns det två typer av informationsflöde med:

1. Mossfibrer: Mossfibrerna aktiverar korncellerna som sedan aktiverar purkinjecellerna.
2. Klättertrådar: Klättertrådarna aktiverar direkt purkinjecellerna.

Det finns även de övriga gliaceller i lillhjärnan som till exempel astrocyter, mikroglia, oligodendrocyter och ependymceller.

Makroanatomi:

Vidare har lillhjärnan också en så kallad makroanatomi. Den består av två halvor där varje halva kallas för hemisferium cerebelli. Ju mer distalt vi går desto mer distal koordination kontrolleras. Till exempel arm- och benkoordination förlitar sig mer på de distala delarna. Sedan har man också den axiella koordinationen som går ut från att ryggraden är mer centralt placerad i lillhjärnan. Vi har en så kallad vermis som binder samman de två halvorna. Det finns även system där lillhjärnan har koppling till storhjärna genom att den binds till hjärnstammen via lillhjärnspeedunklarna (hela "systemet" kallas pedunculus cerebellaris). Det utgår från tre platser:

1. Övre lillhjärnspeedunkeln: Går till mesencephalon.
2. Mellersta lillhjärnspeedunkeln: Går till pons.
3. Nedersta lillhjärnspeedunkeln: Går till medulla oblongata.

Dessa pedunklar är uppbyggda av vit substans med tätt packade axon där information skickar mellan lillhjärnan och resterande CNS. Vi har även en 4:e ventrikel här som finns mellan hjärnstam och lillhjärnan som innesluts av pedunklarna.

## Medulla spinalis

Medulla spinalis är ryggmärgen som ligger innanför kotorna. Ryggkotorna omger framtill medan spinalutskotten omger baktill vilket även är den del man känner längst ryggraden. Ryggmärgen bildar en ryggmärgskanal innanför kotorna. Hela ryggraden delas in i 31 segment där det går ut spinalnerv (en åt höger och en åt vänster) från varje segment. Namnet på segmenten utgår från vart spinalnerven går ut ifrån, vilket koda. Segmenten ger upphov till dermatom och myotom. Dermatomen är den hud som innerveras av ett spinalnervspår/ryggmärgssegment och myotomen är istället muskler som innerveras av ett spinalnervspår/ryggmärgssegment. Myotomen kan innerveras av flera medan dermatomen kan bara av en. Spinalnerv kan också få namn som till exempel cauda equina som är ett gäng spinalnerv som hänger ut längst ner där ryggmärgen tar slut.

Segmenten är uppbyggda av:

1. Vit substans: Finns ytterst i varje segment. Det är här i den vita substansen som de olika banorna löper. Den vita substansen kan delas in i tre delar/strängar, så kallade funiculus:
  - a. Funiculus posterior (dorsalt): Det är 2 baksträngar och här löper baksträngsbanan.
  - b. Funiculus anterior (ventralt): Det är 2 framsträngar. Här går spinothalamiska banan.
  - c. Funiculus lateralis: Det är 2 sidosträngar. Här går pyramidbanan.
2. Grå substans: Finns längre in och bildar en fjäril. Längst in i mitten av hela segmentet har man canalis centralis som utgör centralkanalerna i medulla spinalis och den nedersta delen av ventrikelsystemet. Vidare kan den gråa substansen delas in i tre olika horn som också kallas för cornu:
  - a. Cornu anterius: Detta är framhorn där de nedre motorneuron finns. De skickar ut sina axoner till PNS genom ventralroten där den sedan möter sensoriska neuron och går tillsammans genom N. spinalis till muskeln.
  - b. Cornu lateralis: Detta är sidohornen som finns mellan Th1-L2 och S2-S4. Mellan Th1-L2 är det sympatikus medan mellan S2-S4 är det parasympatikus. Här sitter alltså de preganglionära autonoma neuron som är efferenta.
  - c. Cornu posterius: Här är det sekundära sensoriska neuron i bakhornet. Här kommer det pseudounipolära neuronets axonala del att gå ut från bakhornet och dess dendritiska del av axonet kommer in från N. spinalis. Har sin soma i dorsalrotsganglier.

Det finns även olika nivåer/typer av segment och det delas in i tre typer:

1. Cervikalt (segment A): Här finns det mycket vit substans eftersom det inte finns sidohorn och allt som ska nedåt i ryggmärgen måste passera här.
2. Thorakalt (segment B): Dessa är mindre i storlek med färre motorneuron. Här finns även lateralhornet (cornu laterale). Dessutom finns det bara lite mindre vit substans här.
3. Lumbo-sakrala (segment C): Här finns det mindre tydliga sidohorn och här finns det mycket grå substans då benen behöver mycket neuron. Här finns det också ännu mindre vit substans.

Medulla spinalis har även en koppling till PNS genom 4 olika sätt:

- Nedre motorneuron: Soma ligger i cornu anterius och axon går ut genom ventralroten/radix ventralis.
- Somatosensoriska neuron: Soma ligger i dorsalrotsganglion i PNS och den axonala grenen går in genom dorsalroten/radix dorsalis till cornu posterius.
- Presynaptiskt autonomt neuron: Soma ligger i cornu lateralis och axon går ut genom radix ventralis.
- Nervus spinalis: Radix ventralis och dorsalis går ihop och här möts även motorneuronets axon och primära sensoriska neuronets dendritiska gren.

## **Bansystem**

Det finns tre stora banor:

1. Pyramidbanan: Denna bana är motorisk och styr därmed den viljemässiga motoriken. Den startar vid motorcortex i frontalloben och fortsätter till ryggmärgens framhorn där det nedre motorneuronet sitter. I denna bana finns de övre motorneuronen som har sin cellkropp i motorcortex i den gråa substansen. Dess axon går genom capsula interna, genom truncus encephali, korsar medulla oblongata, ner till cornu anterius och nedre motorneuronet. Det övre motorneuronet kopplas ofta om till interneuron och den passerar ett eller flera interneuron på vägen ner. Vid nedre motorneuron bildas en synaps och information går vidare till PNS sen möjligtvis till muskeln. Pyramiddelen kommer mestadels att korsa medellinjen i pyramis.
2. Baksträngsbanan: Detta är en sensorisk bana som jobbar med:
  - 2-punktsdiskrimination
  - Vibration
  - proprioception (känna vilken vinkel en led har eller vilken spänning en muskel har)
  - Riktningsskänsl osvHär kommer pseudounipolärt neuron med soma i dorsalrotsganglion, axonala delen går in via dorsalroten till ryggmärgen och upp till truncus encephali via baksträngen, korsar i medulla oblongata & kopplar om, går till thalamus & kopplar om igen, går via capsula interna till sensoriska homunculus i lobus parietalis.
3. Yttre spinothalamiska banan: Denna bana är också sensorisk som jobbar med temperatur och smärta. Här kommer pseudounipolärt neuron med soma i dorsalrotsganglion, axonala delen går in till ryggmärgen & kopplar om i cornu posterius, sekundära sensoriska neuronet korsar direkt i ryggmärgen, går upp i sidosträngen till thalamus & kopplar om, går via capsula interna till sensoriska homunculus i lobus parietalis. Den främre är för tryck och beröring.

## **Meninges**

Hjärnan och ryggmärgen omges av tre hinnor och de kallas för meninges. De tre hinnorna är:

1. Dura mater: Detta är den yttersta hinnan som är hård och skyddande. Den kan vidare delas in i två blad:
  - a. Ostealt: Det yttersta bladet mot skallben och ryggrad.

- b. Meningealt: Detta är själva hjärnhinnebladet som sitter innerst. Dessa sitter allmänt ihop men delas upp på vissa platser. Då kommer det osteala stanna utanför och omsluta medan meningeala bladet går också in mellan storhjärnan och lillhjärnan och skiljer dem åt. Mellan de två bladen har man ett utrymme som kallas för sinus durae matris. I detta utrymme som skapas när bladen delar på sig kommer hjärnan att tömma sina vener som sedan går vidare till halsens vener. Det finns även två olika utrymmen som egentligen inte finns men som kan uppstå:
- Epiduralrum: Ett rum som uppstår mellan dura mater och kraniet och kan bildas när till exempel ett kärl går sönder och blod ansamlas i detta rum.
  - Subduralrum: Ett rum som uppstår mellan dura mater och arachnoidea mater och bildas när till exempel blödning sker och då ansamlas det mellan dessa två hinnor och detta rum skapas.
2. Arachnoidea mater: Den kommer under dura mater och ser ut som en spindelhinna/spindelväv/gladpack och den har tight junctions mellan cellerna. Efter denna kommer något som heter subarachnoidalrum som är område mellan arachnoidea och pia mater. Här finns trabekler och blodkärl samt liquor cerebrospinalis som är en spinalvätska.
3. Pia mater: Denna hinna sitter längst in och är därmed i kontakt med hjärnan och följer hjärnytan och de ingående kapillärerna. Dessutom är det en tunn hinna.

### **Ventrikelsystemet**

Ventriklar är hålrum som finns i hjärnan som kan vara vätskefyllda. Det är inne i ventrikelsystemen som vi har liquor cerebrospinalis som var en spinalvätska. De sitter djupt in i CNS och vi har fyra ventriklar i ventrikelsystemet:

1. Sidoventriklarna: De kallas även för ventriculus lateralis sin/dx och vi har två stycken. De är C-formade och sitter i cerebrum, en i varje hjärnhalva. De möts i mitten genom den tredje ventrikeln.
2. Tredje ventrikeln: Den kallas även för ventriculus tertius och den sitter i diencephalon och thalamus, hypothalamus och epithalamus ligger runt den tredje ventrikeln. Den tredje ventrikeln skickar även ned ett rör (aqueductus) till den fjärde ventrikeln.
3. Fjärde ventrikeln: Den sitter bakom hjärnstammen och framför cerebellum. Den kommer koppla ihop med subarachnoidalrummet där liquor cerebrospinalis flödar ut.
4. Canalis centralis: Detta är den del som går ner i ryggmärgen och det är en tunn och liten kanal.

Det finns så kallat liquor cerebrospinalis som bildas av plexus choroideus. Plexus choroideus är specialiserade pia mater som veckas tillsammans med kärl och bildar små blad inne i ventriklarna. Det är här som liquor cerebrospinalis bildas och det är även här som blod filtreras och vätskan som bildas vid filtrering skickas ut i ventrikelsystemet. Liquor cerebrospinalis är alltså rygg-hjärnvätska. Dens flödning går till genom:

1. Den flödar från sidoventriklar till tredje ventrikel där plexus choroideus finns och vätska produceras.
2. Vätskan transporteras från tredje till fjärde ventrikeln via aqueductus. I fjärde ventrikeln finns det också plexus choroideus som producerar mer vätska.

3. Produktion av vätska leder till övertryck i ventriklarna och då transporteras vätskan till subarachnoidalrummet.
4. Vätskan kommer sedan att transporteras upp där den kommer till sinus durae matris.
5. Vätskan blandas sedan ihop med det venösa blodet och töms sedan i halsens kärl.

### **Blod-hjärn-barriären**

I hjärnan har vi artärer och vener som först tömmer sig i sinus durae matris i dura maters delning. Däremot saknar hjärnan lymfkärl och istället har man cerebrospinalvätskan som fyller en funktion. Blodhjärnbarriären har en skyddande funktion för hjärnan då den är väldigt känslig. Hjärnan behöver en specifik jonbalans och rätt mängd av hormoner, metaboliter och vatten vilket BHB hjälper med. Hela barriären är uppbyggd av tre stegsystem:

1. Endotelceller: De omger blodkärl och hålls samman av tight-junctions.
2. Basalmembran: Släpper inte igenom vad som helst.
3. Astrocyternas fototuskott: Reglerar genomflödet då de sitter längs med kapillärerna.

### **Öga**

Ögat kallas för oculus på latin varav hela ögonloben kallas för bulbus oculi och ögat har corpus vitreum (glaskropp) i mitten samt tre olika lager:

1. Yttre lager: Detta lager består av två delar:
  - a. Sclera: Detta är senhinnan som är den större delen av det yttre lagret. Den omger hela ögat och har mycket fibrös och hård bindväv som har en skyddande funktion. Sclera kan också nå framsidan av ögat och då kan man se det som det vi kallar för ögonvitan. Detta lager kommer sedan att övergå till cornea.
  - b. Cornea: Detta är hornhinnan som är en förlängning av sclera. Cornea är en utbuktande del som utgör  $\frac{1}{6}$  del av ögat på främre sidan framför iris. Cornea är en genomskinlig hinna utan blodkärl som släpper igenom ljus till pupillen och näthinnan.

Histologin:

- a. Sclera: den är av stram oregelbunden bindväv som omger ögat och övergår till hornhinnan anteriort. Den oregelbundna bindväven består av kollagenfibrer som löper i olika riktningar och olika tjocklek som gör att ögat får "ögonvitan". Det innehåller dessutom elastiska fibrer, blodkärl och nerver. Den främre delen bekläds med conjunctiva som är ett flerskiktat cylinderepitel som fortsätter på ögonlockets insida. På det yttersta lagret har man gobletceller.
- b. Cornea: Den är ca 0,5-1 mm tjock. Cornea är en genomskinlig hinna utan blodkärl som släpper igenom ljus till pupillen och näthinnan. Den innerveras av nerver och den är tunnare i mitten och tjockare runt kanterna. Det finns nakna nervändslut i olika nivåer i epitelet och nerverna som finns här kan registrera smärta. Deras allmänna histologiska uppbyggnad är (utifrån och in):
  - i. Flerskiktat oförhornat epitel som ger skydd mot mekanisk nötning.
  - ii. Bowmans membran som är ett tjockt cellfritt lager.

- iii. Stroma som består av organiserade kollagenfibrer och platta fibroblaster.
  - iv. Endotel som vilar på descemet membran som finns mellan stroma och endotel. Innanför detta lager finns det kammare som ger näring till cornea. Under endotel och descemet har vi främre kammaren som ger cornea metaboliter och näring.
2. Vaskulärt/muskulärt lager: Detta lager består också av olika delar:
- a. Choroidea: Det är den inre delen som kallas för åderhinnan och den är rik på blodkärl, alltså rikt vaskulariserad.
  - b. Corpus ciliare: Det kallas även för strålkropp och framifrån bildar den en liten utbuktning som innehåller glattmuskler som hjälper till ackommodation och håller upp linsen. Corpus ciliare har även utskott som kallas för processus ciliare och de producerar kammarvätska som ger näring till lins och cornea. Denna kammarvätska gör även att corpus ciliare är en del av blod-ögonbarriären. Ciliarkroppen fäster även kollagentrådar som bildar zonula ciliaris som förankrar linsen. Ett exempel på en glatt muskel som finns i corpus ciliare är M.ciliaris som styrs parasympatiskt och reglerar hur långt bort fokuset ligger.
  - c. Iris: Kallas även för regnbågshinna och här finns glattmuskel som reglerar pupillstorleken. Dessutom finns det pigment som tar upp ljus och medverkar till att ljuset endast kan ta sig in via pupillen. Melanocyter/pigment som ger ögat dess färg.

#### Hisologin:

- a. Choroidea: Det är ett vaskulärt lager som förser retina med syre och metaboliter. Den består av bindväv, mycket kärl och kapillärer samt melanocyter som ger brun färg. Den fäster direkt till sclera men begränsas av bruchs membran som ligger mot retina och separerar kapillärer från retina. Bruchs membran är cellfri.
  - b. Corpus ciliare: Här finns det bindväv med kärl. Den har ciliarutskott som utsöndrar kammarvätska och dessa utskott kallas för processus ciliare. Dessa kommer fästa kollagentrådar, så kallas zonula ciliaris, och förankrar linsen. Här finns det också glattmuskulatur som hjälper med ackommodation och det styrs parasympatiskt. Det finns även ett yttre lager som är icke pigmenterat epitel.
  - c. Iris: Det består av bindvävsstroma med melanocyter. Det finns även glattmuskulatur (radiär och ringmuskel) som styr pupillstorleken. Iris har två lager av epitel och båda är pigmenterade.
3. Inre lager: Det inre lagret består av en retina som också kallas för näthinna och delas upp i två lager:
- a. Retinalt lager: Detta lager kan i sin tur delas vidare in i två:
    - i. Fotosensitivt: Denna del ligger bakom "skugglinjen" (alltså bakre delen) och här har vi våra stavar (rods) och tappar (cones):
      - Tappar: Dessa gör att vi kan se färg.
      - Stavar: Dessa gör att vi kan se svart/vit.

ii. Icke fotosensitivt: Denna del täcker corpus ciliare och processus ciliare.

b. Retinalt pigmentepitel: Detta lager ligger innanför det retinala lagret och dess funktion är att göra så att all ljus som kommer in tas upp till pigmentet.

Denna näthinna övergår baktill till synnerven N.opticus som tar med sig informationen via thalamus bak till lobus occipitalis. Det utrymme som finns i det retinala lagret längst bak när information ska ut kallas för papilla nervi optici (synnervspapillen) och den benämns som den blinda fläcken för där finns inte stavar och tappar men vår hjärna fyller i detta utrymme så vi ej märker av det. Synnerven täcks av hjärnhinnor. Det finns även något som kallas för den gula fläcken eller macula lutea som sitter där näthinnan gör en liten inbuktning. I mitten av denna inbuktning/macula latea sitter fovea centralis. I denna gula fläck sitter vårt blickfokus och det är här som vi har som flest tappar. På andra ställen som den blinda fläcken och där man inte har tillräckligt med tappar fyller hjärnan in vad den tror att man ser (vilken färg).

Histologin:

Histologiskt kan retinas delas upp i tio lager:

1. Retinala pigmentepitelet
2. Stavar och tappars ljuskänsliga segment: Tätt packade lameller av cellmembran med ljusreceptorer som bildar så kallade opsiner.
3. Membrana limitans externa: Stödjecellernas apikalyta.
4. Yttre kärnlager: Stavar och tappars cellkärnor.
5. Yttre plexiformskiktet: Stavar och tappars synapser som är första omkopplingsstationen.
6. Inre kärnlager: Bipolära neuron och stödjecellernas kärnor.
7. Inre plexiforma skiktet: Synapser från bipolära neuron.
8. Gangliecellagret: Gangliecellers cellkärnor.
9. Nervfiberlagret: Gangliecellers axon.
10. Membrana limitans interna: Stödjecellernas basalmembran.

Bland dessa lager finns följande viktiga celltyper:

1. Stödjeceller: Mullerglia
2. Bipolära neuron: Dessa kommer att utföra synapser med specifika sensoriska fotoreceptor-celler, alltså tappar och stavar. Dessa tappar och stavar registrerar ljus och översätter det till bipolära neuron som kopplas om till ganglieceller och gangliecellernas axon går vidare in i hjärnan och på så sätt transporteras signalen via den optiska nerven.
3. Horisontala celler: De kan modifiera signalen i synapsen mellan fotoreceptor och bipolär neuron.
4. Anakrina celler: Dessa kan interagera med ganglieceller och bipolära neuron och också modifiera signalen.

Ora serrata:

- Ora serrata är övergången mellan fotosensitiva delen och icke-fotosensitiva delen. På den bakre delen av iris så kommer det vara två lagrat, pigmenterat epitel vars

apikalytor är riktade mot varandra. Ciliarkroppen har också ett två lagrat epitel men det är bara det inre epitelet som är pigmenterat.

Epitelet på baksidan av ciliarkroppen & iris är 2 lager av epitel som går på hela insidan av ciliarutskottet & är en fortsättning på retina.

Förutom dessa tre delar finns det även andra strukturer som är:

- Lens: Det är själva linsen. När den vill dra ihop sig så kommer corpus ciliare att dra ut den. Den omsluts av en linskapsel (utgör en tjock basal lamina) och på framsidan finns det ett kubiskt epitel.

Histologin:

Linsen är bikonvex och transparent vilket betyder att den är avaskulär, har inga nerver och nästan inget bindväv. Dens allmänna uppbyggnad:

- Linskapsel av tjock basal lamina som omsluter hela.
- Ett lager av kubiskt epitel som kallas för linsepitel som ligger under basal lamina och endast anteriort.
- Den är också fylld med epitelceller som differentierat till linsfiberceller. De är långa och platta då de har tappat sin kärna och organellerna. Dessutom är den fylld med crystallin (genomskinligt protein som flyter runt i vätska). De bildar ett lager av linsceller som ser ut som lök.
- Pupilla: Framifrån kan man se som en svart ring och denna kallas för pupilla och egentligen är det endast ett utrymme mellan regnbågshinnans/iris öppning i mitten. Den reglerar ljusinflöde med hjälp av muskler i iris. Runt om finns bland annat palpebre som är ögonlock med hud och bindvävsplatta som skyddar och fuktar ögat.
- Corpus vitreum: Det är glaskroppen längst in i mitten som fyller ut hela utrymmet. Det utgörs av en transparent geleaktig vätska som består av 99% vatten och resterande är enstaka celler, kollagen och grundsubstans.

Koppling till CNS:

- Synnerven (II) tar emot information från näthinnan som går i synnerven via gangliecellernas axoner som går in. Synnerven går vidare från varje öga till thalamus där den kopplar om till ett nytt neuron som skickar informationen vidare bak till lobus occipitalis. Det finns 6 ögonmuskler med nerverna III, IV och VI som hjälper med ögonmotorik och dessa muskler fäster vid scleran. Dessutom är syncentrumet i lobus occipitalis.

## Öra

### Örats anatomi

Örat heter för auris på latin och består av tre delar:

1. Ytterörat (auris externa): Den består av två strukturer:
  - a. Auricula: Det är själva öronmusslan/"örat". Den har vindlingar och dessa vindlingar hjälper oss att bedöma riktningen och källan av ett ljud.
  - b. Meatus acusticus externus: Det är yttre hörselgången. Den är beklädd med ett hudepitel. Här produceras en del öronvax, även kallat för cerumen.

2. Mellanörat (Auris media): Här finns följande strukturer:
  - a. Membrana tympani: Denna del kallas även för trumhinnan och finns egentligen hos både yttre och mellanörat eftersom det utgör gränsen mellan dem. Därav kan man inte säga att den tillhör en av dem utan det är del av både yttre- och mellanörat. Den kan enkelt ses med hjälp av ett ortoskop.
  - b. Hörselbenen: Vi har tre hörselben och också är de minsta benen i kroppen:
    - i. Malleus (hammaren): Denna del fäster mot trumhinnan.
    - ii. Incus (stället): Denna del fäster mot Malleus och stapes.
    - iii. Stapes (stigbygel): Denna del fäster mot det ovala fönstret.
  - c. Ovala- och runda fönstret: Denna del fäster samman mellanörat och innerörat och ligger därmed på gränsen. Det är alltså två strukturer här:
    - i. Ovala fönstret: Kallas för Fenestra Vestibuli på latin och här fäster stapes/stigbygeln, ljudvågen leds in i innerörat via det ovala fönstret.
    - ii. Runda fönstret: Kallas för fenestra Cochlea på latin och den går ut från innerörat mot mellanörat, ljudvågen leds in i mellanörat via det runda fönstret för att där släckas.
  - d. Tuba auditiva: Denna del kopplar mellanörat till svalget, därav kan den svullna igen vid förkylning. Dess funktion är att bidra till en ljuddämpning när man t.ex. är sjuk och den sväller igen för att vi inte kan jämna ut lufttrycket.
3. Innerörat (Auris interna): Innerörat är helt omsluten av temporalbenet och det kopplar till nervsystemet via kranialnerv nummer VIII. Innerörat kan delas in i följande delar:
  - a. Benlabyrinten: Det är ett hålrum som finns i temporalloben där hörsel och balansorganet återfinns. Inne i benlabyrinten finns ett så kallat perilymfa som är en vätska som har en annan salt- och kaliumkoncentration än den vätska som finns i hinnlabyrinten. Benlabyrinten kan vidare delas in i tre delar:
    - i. Canalis semicircularis: Det är semicirkulära benbågsgångar.
    - ii. Vestibulum: Kallas även för vestibulapparaten och hit fäster benbågsgångarna.
    - iii. Cochlea: Kallas även för öronsnäcka
  - b. Hinnlabyrinten: Hinnlabyrinten ligger inne i benlabyrinten och dess väggar består av hinnor. Här har vi också en vätska som kallas för endolymfa som då har en högre salt- och kaliumkoncentration jämfört med perilymfa. Hinnlabyrinten består av tre delar:
    - i. Ductus semicircularis: Det är bågsgångar som är hinnstrukturer som går inuti benbågsgångarna från benlabyrinten.
    - ii. Sacculus och Utriculus: Detta är hinnsäckarna som sitter inuti vestibulen.
    - iii. Ductus cochlearis: Den kallas även för hinnsnäcka och sitter inuti cochlean.

Dessa delar delas in i två apparater som finns i hinnlabyrinten:

  1. Vestibulära apparaten: Här ingår ductus semicircularis och sacculus och utriculus som bland annat utgör funktion för balans. Den kan därmed även kallas för balansapparaten. Dess uppbyggnad är följande:

- a. Ductus semicircularis: Det finns tre st på varje sida, tre på vänster och tre på höger. De är alla vinkelräta mot varandra. I basen av dessa gånger där de fäster mot varandra finns det en förtjockning som kallas för ampull (en förstoring). Inne i ampullen finns en struktur som heter crista ampullaris där sinnescellerna som känner av rotation sitter.
- b. Sacculus och utriculus: De är två stycken som också sitter vinkelrätt mot varandra, den ena är vertikalt riktad och den andra horisontellt riktad. De har en macula med otoliter (kristaller) i en gelliknande vätska. De kan känna av linjär acceleration.

När vi rör på huvudet framåt och bakåt kommer kristallerna dras ned av gravitation och det leder till att sinnescellerna aktiveras. Alltså omvandlas mekaniska signaler till elektriska.

2. Cochleära apparaten: Här finns ductus cochlearis som bland annat utgör funktion för hörsel. Det kan alltså också kallas för hörselapparaten. Det utgörs av olika delar som ljudet når:
  - a. Scala vestibuli: Det är första delen som ljudet når och det är en gång som går in i snäcken. Det är en del av benlabyrinten och är fylld med perilymfa.
  - b. Scala tympani: Det är egentligen fortfarande exakt samma gång som scala vestibuli men nu har den vänt om och går "tillbaka vägen" och därav döpt om sig. Den kommer koppla till det runda fönstret. Ljudvågorna kommer då gå tillbaka in i mellanörat och försvinna.

Innanför scala vestibuli och scala tympani finns ductus cochlearis som även kallas för scala media. Det är alltså en del av hinnlabyrinten som är fylld med endolymfa. Inne i ductus cochlearis har vi det cortiska organet (organum spirale). Under scala media har man ett membran som kallas lamina basilaris och det är det membran som ljudvågorna sätter i rörelse vid en viss frekvens. Vi har även ett epitel som kallas striae vascularis som är kärlrikt som sitter i scala medias laterala vägg. Den utgör den endolymfatiska gränsen och kommer att pumpa kalium in i endolymfan. I det cortiska organet har vi membrana tectoria som är en substans med hårutskott från sinnescellerna som sätts i rörelse när en ljudvåg kommer.

Balansens och hörselns koppling till CNS:

Den kraniala nerven N.Vestibulocochlearis är den nerv som står för hörsel och balans. Den består egentligen av två nerver som är:

1. Nervus Vestibularis: Denna del står för balansen och den kommer från båggångarnas Crista Ampullaris. Där kommer sinnescellerna aktivera bipolära neuron och dendriterna går till ganglion scarpa där de bipolära neuron sitter.

2. Nervus cochlearis: Denna del står för hörseln och här kommer sinnescellerna i det cortiska organet att aktivera de bipolära neuron vars dendriter går en kortare väg och skapar en spiral som kallas ganglion spirale.

Dessa kommer gå vidare till hjärnstammen och vidare upp till cortex:

- Balans: Kommer gå till lateralfåran.
- Hörsel: Kommer gå till lobus temporalis i heschls gyrus.

## Örats histologi

Ytterörat: I ytterörat finns det hud, eccrina svettkörtlar, apokrina körtlar (cerumen), elastiskt brosk och ben. Följande delar är:

1. Auricula (öronmusslan): Formen på öronmusslan upprätthålls av elastiskt brosk och av hud med hår, talgkörtlar och eccrina körtlar.
2. Meatus acusticus externus (Hörselgång): Här kan man dela upp i två delar:
  - a. Yttre del: Utgör  $\frac{1}{3}$  av örat och består av hud och elastiskt brosk.
  - b. Inre del: Utgör  $\frac{2}{3}$  av örat och består av hud, apokrina körtlar (bildar öronvax/cerum) och ben som stödjer istället för brosk.
3. Membrana tympani (trumhinnan): Den består av tre vävnadslager:
  - a. Utsida: Bara hud (inget hår eller körtlar).
  - b. Mellan: Fibröst bindväv med kollagena fibrer.
  - c. Insida: Enkelt platt/kubiskt epitel som resten av trumhålan. Detta lager är mot mellanörat.

Mellanörat: Här finns det tre ben, ligament och muskler. De tre benen som är stapes, malleus och inkus binder till varandra med stabiliserade ligament och 2 muskler. Muskelnerna kontraherar vid hög ljudnivå och minskar vibrationer. Här finns även två epiteltyper:

1. Trumhålan vägg och hörselben: Enkelt kubiskt epitel.
2. Tuba auditiva (örontrumpet): Respiratoriskt epitel, vilket utgörs av ett enkelt cylinderepitel med cilier och gobletcells som producerar slem (eftersom en liten kanal från trumhålan går till näsan).

Innerörat: I innerörat hade vi två labyrinter och deras histologi är följande:

- Benlabyrint: Här har man först ett skal av kompakt ben som är omringat av poröst ben. Inuti ihåligheten är den beklädd med en benhinna som är fylld med perilymfa som har låg kaliumkoncentration som liknar den extracellulär miljö.
- Hinnlabyrint: Hinnlabyrinten kan även kallas för membranlabyrinten och den "badar" i perilymfan i benlabyrinten. Den har bindväv mot perilymfan och ett epitel på insidan. Den är i sin tur fylld med endolymfa som har hög kaliumkoncentration till skillnad från perilymfan. I hinnlabyrinten har vi olika sensoriska organ/områden som förmedlar antingen hörsel eller balans:
  - Hörsel: Cortiska organet
  - Balans: Crista ampullaris (i alla tre båggångar) och macula i både utriculus och sacculus.

De sensoriska områdena finns mellan endolymfan och perilymfan för när hårcellens utskott böjs av mekanisk påverkan så kommer dess jonkanaler öppnas och då flödar

kalium, längs med sin gradient vilket leder till en depolarisering av hårcellen och eventuellt aktivering av en afferent nerv. I de sensoriska organen har vi följande strukturer:

- Hårceller: Hårcellerna har en apikal ytspecialisering varav det längsta utskottet är cilier och de kortare är stereocilier som är uppbyggda av aktin. I stereocilierna finns det stängda jonkanaler och när de böjs kommer jonkanalerna att öppnas. Då kan kalium flöda in i cellen och då kommer hårcellen depolariseras och bli mer positiv och därmed kan den frisläppa neurotransmittorer. Kaliumjonerna kommer sedan att frisläppas i perilymfan och pumpas tillbaka till endolymfan för att upprätthålla balansen. Kaliumet lämnar hårcellerna på den basala ytan och transporteras med gradienten till stria vascularis som är ett vaskulariserat epitel med melanocyter. Stria vascularis kan sedan använda sig av energi från sin blodtillförsel för att pumpa kaliumet in i endolymfan i scala media. Hårcellerna är dessutom förankrade genom tight junctions.
- Stödjeceller: Bipolära neuron.

Innerörats balans: Balansorganet utgörs av utriculus och sacculus med sin macula, som sitter i vestibulum. Dessa registrerar huvudets läge i förhållande till gravitationskraften samt accelerationen och retardationen (linjär acceleration). I maculan finns även ett epitel med hårceller som har koppling till afferenta neuron. Balansorganet har även andra strukturer som:

- Otolitmembranet (macula): Detta ligger ovanför cilierna från hårcellerna. Det är en gelatinös massa som har kristaller ovanför sig av kalciumkarbonat. Dessa kristaller kallas för otoliter. Dessa kristaller är tyngre än omgivande vätska. Det gör att när huvudet är rakt så kommer otoliterna att ligga upprätt men när man böjer på huvudet (t.ex. linjär acceleration) så kommer de att tynga ned på grund av acceleration och därmed böja utskotten och då får man en nervimpuls.
- Crista ampullaris: Den ligger i ampullan semicirkulära bågångar och crista ampullaris har generellt samma uppbyggnaden som tidigare struktur med hårceller osv förutom att ovanför hårcellerna finns det en cupula istället för otolitmembran med otoliter. Cupula är en gelatinös massa som sitter ovanför hårcellerna och fyller hela ampullan. De registrerar istället rotation då vätskeflödet kommer i bågången. När man roterar så kommer en kraft på cupula att ske som gör att hårcellerna böjs. Varje bågång registrerar olika typer av rotation.

Innerörats hörsel: Hörselorganet utgörs av det cortiska organet som finns i hörselsnäckan. Det cortiska organet löper som en spiral inuti hörselsnäckan. Det består av följande olika strukturer:

- Scala vestibuli
- Scala media
- Scala tympani
- Modiolus: Det är ett centralt kon-format spongiöst ben i mitten av snäckan (när man kollar tvärsnitt). I den finns Ganglion spirale som har dendriter som löper till alla hårceller. Runt modiolus löper benlabyrinten som utgörs av scala vestibuli och

tympani. Mellan Vestibuli och tympani ligger hinnlabyrinten med scala media. I scala media hittar man det cortiska organet.

- Helicotrema: I toppen av snäckan övergår scala vestibuli till scala tympani och denna övergång kallas för helicotrema.
- Lamina basilaris: Det är membranet som skiljer scala media och scala tympani. Den är smal och stel vid basen av cochlean men flexibel vid toppen. Det är detta membran som sätts i rörelse när ljudvåg träffar det ovala fönstret.
- Reisners membran: Kallas även för vestibularismembranet och det skiljer scala vestibuli och scala media.
- Membrana tectoria: Det fäster till reisners membran. När ljudvåg kommit till basilarmembranet så kommer det svänga i förhållande till detta membran vilket gör att utskotten böjs, jonkanaler öppnas och vi får nervsignal.
- Stria vascularis: Det är sorts epitel (med till exempel melanocyter) i scala medias laterala väg som är rikt vaskulariserad. Det är hit kaliumjonerna kommer vandra när de ska lämna hårcellerna. Denna process behöver energitillförsel i form av blod och därav är det rikt vaskulariserat.

Den cortiska kroppen består också av olika typer av celler:

- Hårceller: Det finns en rad med inre hårceller och tre rader med yttre hårceller. De har långa cilier och korta stereocilier som fäster till tekorialmembranet och är i kontakt med afferenta neuron.
- Falangialceller: Det är stödjeceller som hårcellerna vilar på.
- Pelarceller: Det är celler som finns i den inre och yttre tunneln i det cortiska organet som är hålrum mellan cellerna.