

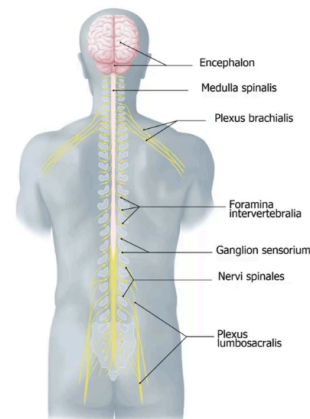
# Anatomi och histologi del 2

## Innehållsförteckning

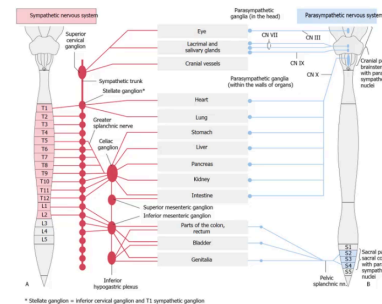
|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| Översikt (repetition).....        | 2  |
| Telencephalon.....                | 7  |
| Diencephalon.....                 | 11 |
| Truncus encephali.....            | 14 |
| Cerebellum.....                   | 19 |
| Medulla spinalis.....             | 22 |
| Hinnor, hålrum och kärl.....      | 25 |
| Kort repetition över PNS/ANS..... | 27 |
| Ögat (Oculus).....                | 30 |
| Örat (auris).....                 | 38 |

# Översikt (repetition)

- Centrala nervsystemet (CNS)
  - Den består av **kranial- och spinalnerver**.
  - Bearbetar information
- Perifera nervsystemet (PNS)
  - Kranial & spinalnerver löper ut från ryggmärg, bildar **plexa** och förgrenas som **perifera nerver** till olika kroppsdelar.
  - Leder signaler från/till CNS



- Autonoma nervsystemet (ANS)
  - Är delar av både **CNS och PNS**
  - Består av **sympaticus och parasympaticus**
    - **Sympaticus: Fight or Flight**
      - **Thoracolumbar-system (T1-L2)**
    - **Parasympaticus: Resting and digesting**
      - **Karniosakral-del (S2-S5)**
  - Styr inre organ **automatiskt** (hjärta, tarmar, lever osv)



- Somatisk & visceral
  - **Somatisk:** Viljestyrd – från/till **skelettmuskler, hud, leder**
  - **Visceral:** Icke-viljestyrd – från/till **inre organ** (t.ex. hjärta, tarmar, lever)

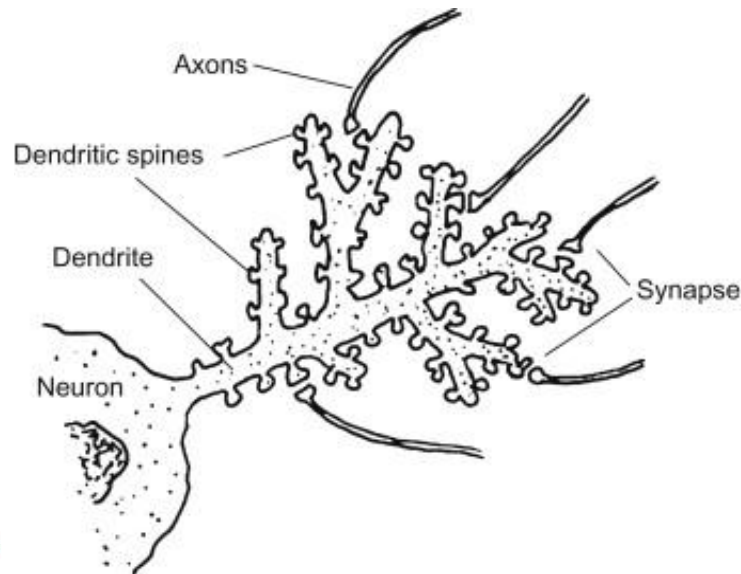
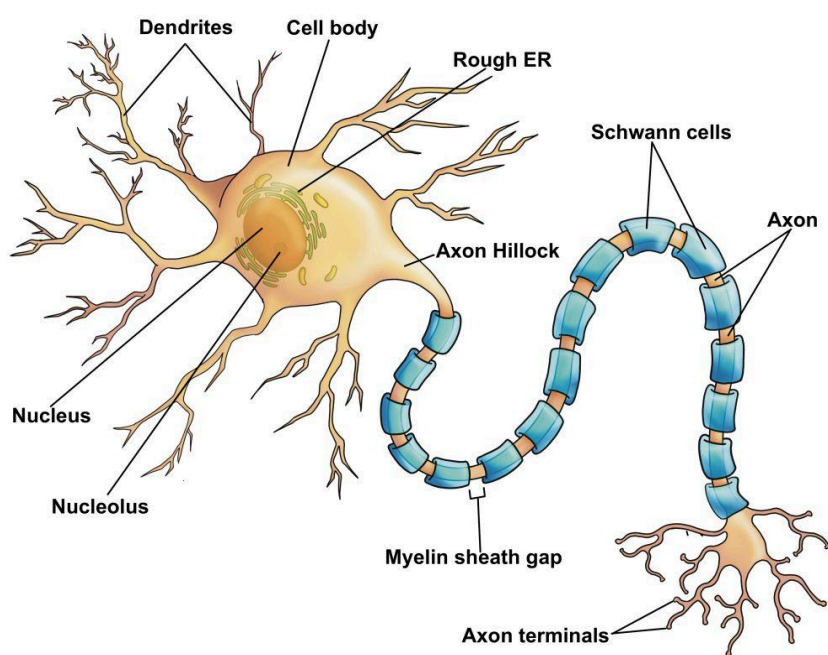
- Afferens & efferens
  - **Afferens (sensorisk):** Från PNS → CNS  
→ Ex: känsel, smärta, temperatur
  - **Efferens (motorisk):** Från CNS → PNS (målorgan/muskler)  
→ Ex: muskelrörelser, körtlar
- **Integration**
  - CNS **bearbetning** och tolkning av **inkommande** afferens/sensorisk information för att **ge korrekt efferent svar/signal**

## Frågor

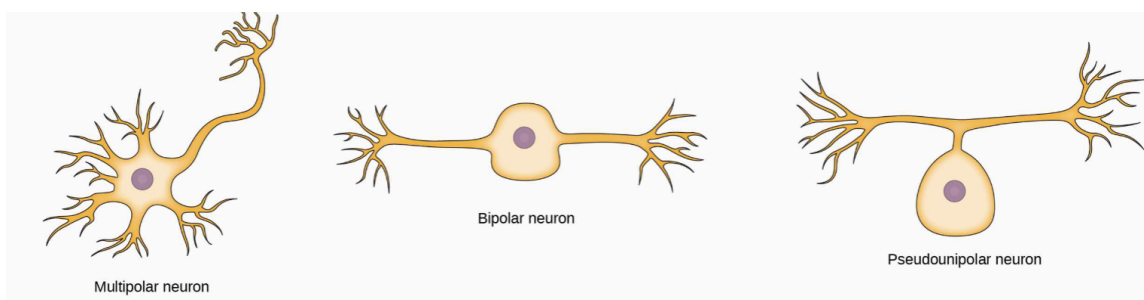
1. Förklara kort CNS/PNS/ANS, somatisk/visceral, afferens/efferens och integration.

# Neuron

- Neuron består av
  - **Soma:** cellkroppen i neuron, innehåller **cellkärna och andra organeller**
  - **Nucleus:** **Cellkärna i neuronet**, innehåller **DNA**.
  - **Nucleol:** En struktur **i nucleus**, ansvarar för **syntes av rRNA**.
  - **Nissl-substans:** Ansamling av många organeller som driver **proteinsyntesen** såsom **RER, mitokondrier, fria ribosomer osv**
  
  - **Dendrit:** **Korta utskott/utlöpare som tar emot signal**. Finns fler **dendriter/cell**.
  - **Dendritic spine:** Små **utskott** på **dendriter** för att öka **kontaktytan och därmed synapspunkter**.
    - Dessa utskott har **aktinfilament**.
    - Dendritic spines är **dynamiska** och har **synaptisk plasticitet**, alltså förmågan att **ändras i form/antal** utifrån hjärnans inläring & erfarenhet.
  
  - **Axon:** **Utskott som leder signaler till andra celler** (neuron, muskel, körtel). Kan vara **korta (CNS) eller långa (~1 m)** och är oftast **myeliniserade**.
    - Finns endast **ett axon/neuron**.
    - Myelinisering är viktig för **snabb signalöverföring** där: **hög myelinisering → Snabb signalöverföring**
    - I axoner kommer regelbundna segment som saknar myelin, **s.k Ranvierska noder**.
  - **Axonkägla (Axon Hillock):** Område där **soma övergår till axon**.
  - **Axon initial segment (AIS):** Område mellan **axonkägla och axon** som ansvarar för att **initiera aktionspotential**.
  - **Axonterminal:** Slutet av axonet, där det släpps **neurotransmittorer**.
  
  - Axoner saknar organeller som är viktiga för **proteinsyntesen och liknande** såsom **ribosomer, Golgiapparat och cellkärna**.
  - Därför behövs:
    - **Anterograd** transport: **Transport** av proteiner och neurotransmittorer **från soma → axon**
    - **Retrograd** transport: **Transport** av skadade molekyler/organeller **från axon → soma**

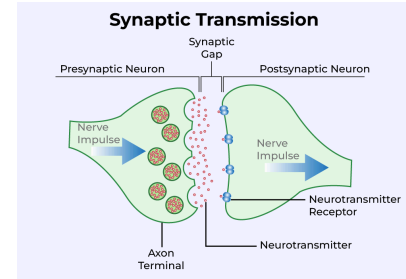


- Neuron baserat på *utskott & utseende*
  - **Multipolära neuroner:** De vanligaste neuronerna, består av *ett axon och minst två dendrit*er.
  - **Bipolära neuroner:** Mindre vanliga, består av *ett axon och en dendrit*.
    - Förekommer i *bl.a öga/öra*
  - **Pseudounipolära neuron:** Har ett utskott som delar sig i två:
    - **Perifer gren** (mottar sensorisk information från kroppen)
    - **Central gren** (leder signal till CNS, ryggmärg).
    - De finns i **dorsalrotsganglier/spinalganglier**.



- Neuron baserat på *funktion*
  - **Motorisk neuron:** Leder *efferenta* signaler från **CNS** → **PNS**
  - **Sensorisk neuron:** Mottar *afferenta signaler* från periferin och skickar vidare till **CNS**
  - **Interneuron:** Förbinder *sensoriska och motoriska neuron*er i **CNS** och bidrar till *integration (signalbearbetning)*.

- **Synaps:** Kontaktpunkten mellan *neuronen och målcellen*.
- **Pre- och postsynaptiska neuroner:** Neuroner kan överföra signaler till andra neuroner via synapser. Den *sändande kallas presynaptisk neuron*, den *mottagande postsynaptisk neuron*.
- **Synaptiska klyftan:** Mellanrum mellan neuronerna och målcellens receptorer där *neurotransmittorer* *diffunderar*.
- **Neurotransmittorsubstanser:** *Neurotransmittorsubstanser* är kemiska budbärare (t.ex *GABA*, *acetylcholin*) som *frisätts vid axonterminalen* och överför signaler mellan neuronerna och målcellen.



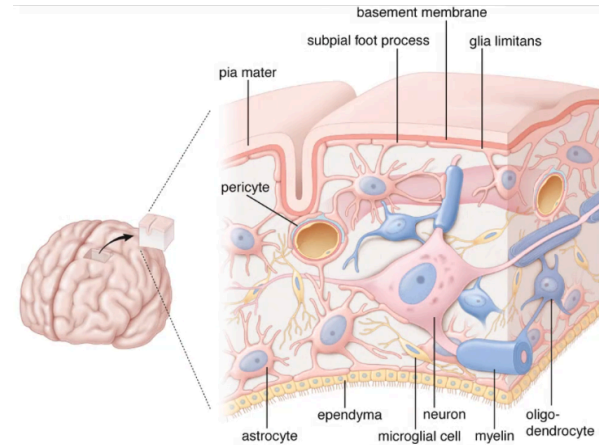
## Frågor

1. Förklara soma, nucleus, nucleol och Nissl-substans. Dendrit och dendritic spine. Axon, axonkägla, axonterminal, synaps och myelin. Retro- och anterograd transport.
2. Redogör för neuronernas indelning utifrån både *morfologi* (form/struktur) och funktion, med korta beskrivningar av varje typ.
3. Vad menas med synaptiska klyftan och pre- och postsynaptiska neuroner?
4. Vad är neurotransmittorer?

## Gliaceller

- **Gliaceller (nervvävnadens stödjeceller)** i CNS och PNS varierar.
- Viktigaste gliacellerna i **PNS** är
  - **Schwannceller:** Ansvarar för myelinisering av axoner. *En schwanncell myeliniserar endast ett segment av axonen.*
  - **Satellitceller:** Omger *soma (nervcellskropparna) i ganglierna* (PNS:s grå substans) för *fysisk stöd*.
- Viktigaste gliacellerna i **CNS:**
  - **Astrocyter**
    - Ger *fysisk (strukturell stöd) och metabolt stöd*.
      - Reglerar *jon- och vätskebalansen* vilket är viktig för neuronernas funktion.
    - Astrocyter bygger upp **BBB (blod-hjärn-barriären)** och omger *kapillärer*.
    - Det finns *olika typer av astrocyter*
      - **Protoplasmatiska astrocyter:** Finns i grå substans och har **många utskott**

- *Fibrös astrocyter*: Finns i vit substans och har **färre** utskott.
  
- *Mikroglia*
  - *Små och avlånga celler.*
  - *Fagocyterande som "städare".*
  
- *Ependymceller*
  - *Kubiska celler med cilier som bekläder väggarna i ventrikelsystemet.*
  - *Utsöndrar och cirkulerar cerebrospinalvätska med hjälp av cilier.*
  
- *Oligodendrocyter*
  - *Myeliniserar axon i CNS.*
  - Kan *myelinisera fler än ett axon.*
  - (Har många utskott som kan omge axonerna och därmed **myelinisera dem!**)



## Frågor

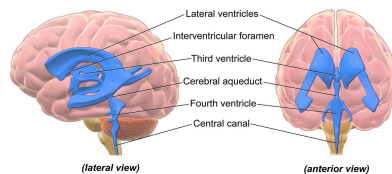
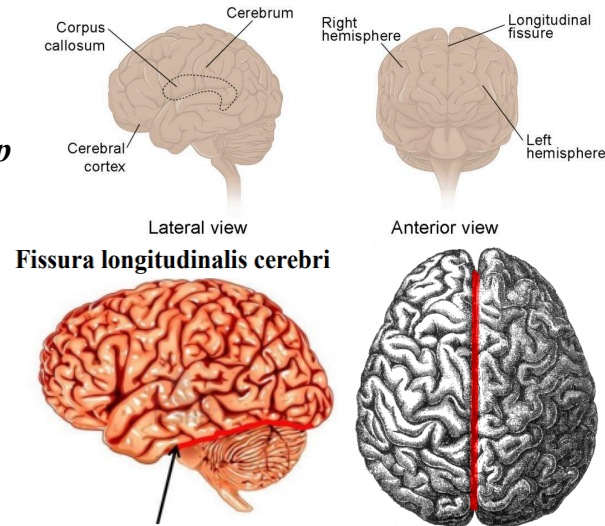
1. Vad menas med gliaceller, gå genom de sex vanligaste gliacellerna.

# Telencephalon

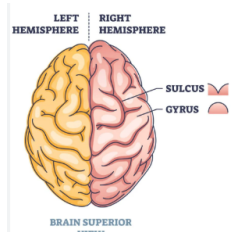
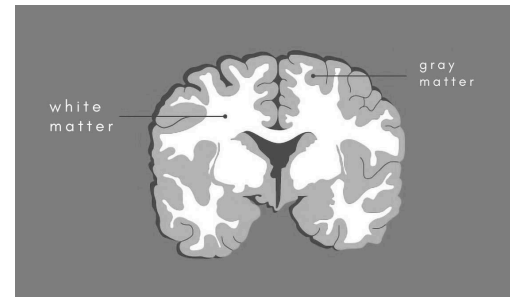
- CNS delas in i *encephalon (hjärnan)* och *medulla spinalis (ryggmärgen)*.

- **Cerebrum – storhjärnan (telencephalon + diencephalon)**

- Består av *två hjärnhalvor – 2 hemispherium cerebri*
- **Bindes samman av corpus callosum (hjärnbalken).**
- **Hemispherium cerebri delas upp av en djup fåra, fissura longitudinalis cerebri.**
- **Fissura transversalis cerebri** gränsar cerebrum och cerebellum (lillhjärnan)
- I respektive hemispherium cerebri finns två vätskefyllda hålrum, ventriculi (I & II)

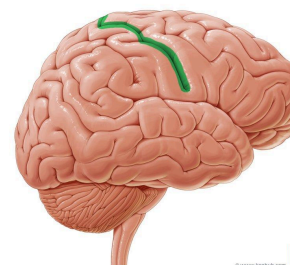
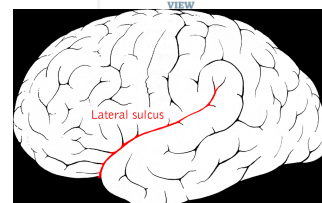
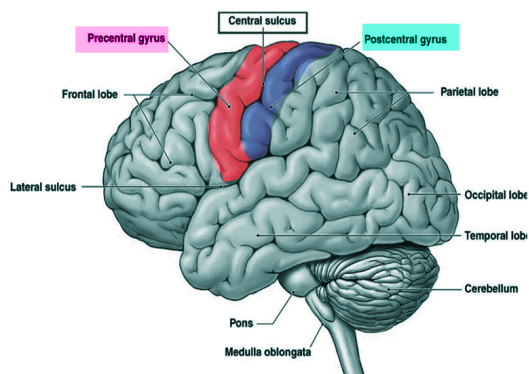


- **Cerebrum** består ytterst av **cortex cerebri** (grå substans), därefter **substantia alba** (vit substans med axonbanor) och centralt av **nuclei basales** (grå substans).
- Cortex cerebri är veckad vilket ger upphov till **fårer, sulci**.
- **Gyri** är vindling **som avgränsas av sulci**.
- Grå substans = Nervcellskroppar (funktionella delar och bygger upp de olika centra i hjärnan)
- Vit substans = Myelin & axoner (banor och signalöverföring)

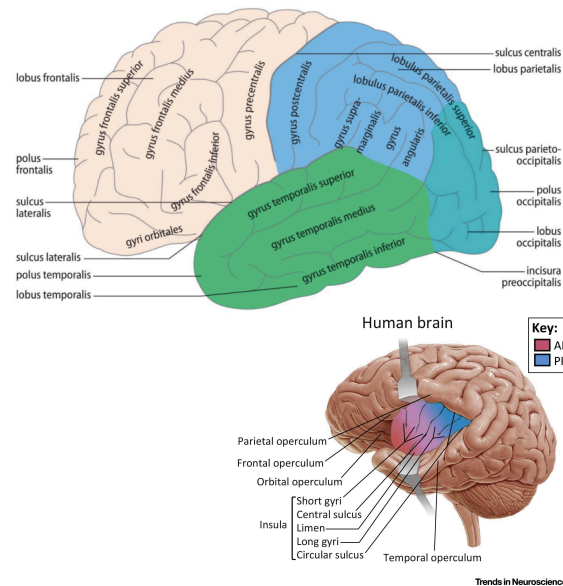


- Sulci delar upp hjärnan i olika lobber. De viktigaste sulci/fåror är **sulcus centralis och sulcus lateralis**

- Sedan kommer **gyrus precentralis (motorik) och gyrus postcentralis (sensorik)**

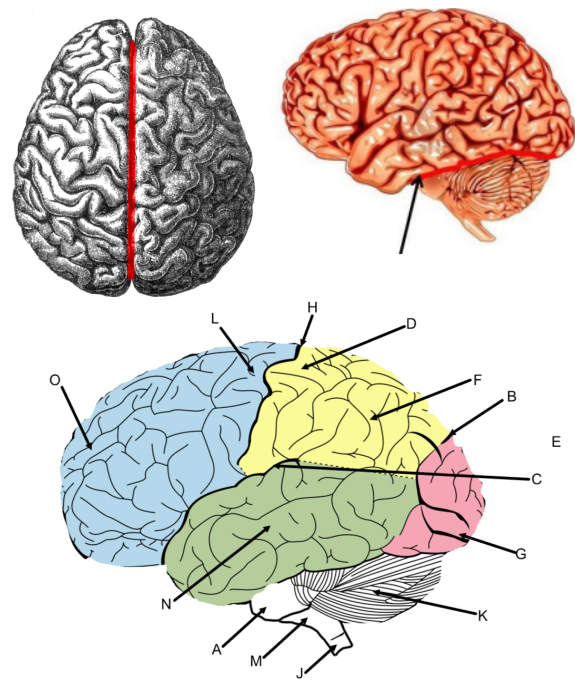


- Sulcus centralis & sulcus lateralis delar upp cerebrum i fem lober
  - **Lobus frontalis**
    - **Prefrontalcortex: Motorik, beslut, personlighet, högre kognitiva förmågor.**
    - **Motorisk homunculus finns i gyrus precentralis (i lobus frontalis)**
  - **Lobus temporalis**
    - **Hörsel, lukt, minne**
  - **Lobus occipitalis**
    - **Syn**
  - **Lobus parietalis**
    - **Somatosensorik, rum och formuppfattning (3D)**
    - **Den sensoriska homunculus finns i gyrus postcentralis (i lobus parietalis)**
  - **Lobus insula**
    - “Dold” lob under **sulcus lateralis**
    - **Smak, ANS**



## Frågor

1. Vad kallas cerebrums två hjärnhalvor och vad förbinder dem?
2. Vad kallas strukturerna på bilderna och vilken funktion har dem?
3. Vad är ventriculi I & II?
4. Hur är grå & vit substans fördelad över cerebrum?
5. Vad menas med fåror och vindlingar? Berätta om två viktiga fåror respektive vindlingar.
6. Peka ut och förklara fem hjärnloberna!
7. Vad menas med limbiska funktioner och hur bidrar telencephalon till dessa?
  - Cortex cerebri spelar en central roll i limbiska funktioner, såsom emotion, lukt, minne, belöning och motivation.





# Telencephalon (2)

- *Cortex cerebri lamina*
- Cortex cerebri är uppdelad i sex lager, *lamina*

## 1. *Lamina molekyllaris (I)*

- *Ytterst*
- *Få celler*

## 2. *Lamina granularis externa (II)*

- *Täta små nervceller (granulära)*

## 3. *Lamina pyramidalis externa (III)*

- *Små pyramidceller*

## 4. *Lamina granularis interna (IV)*

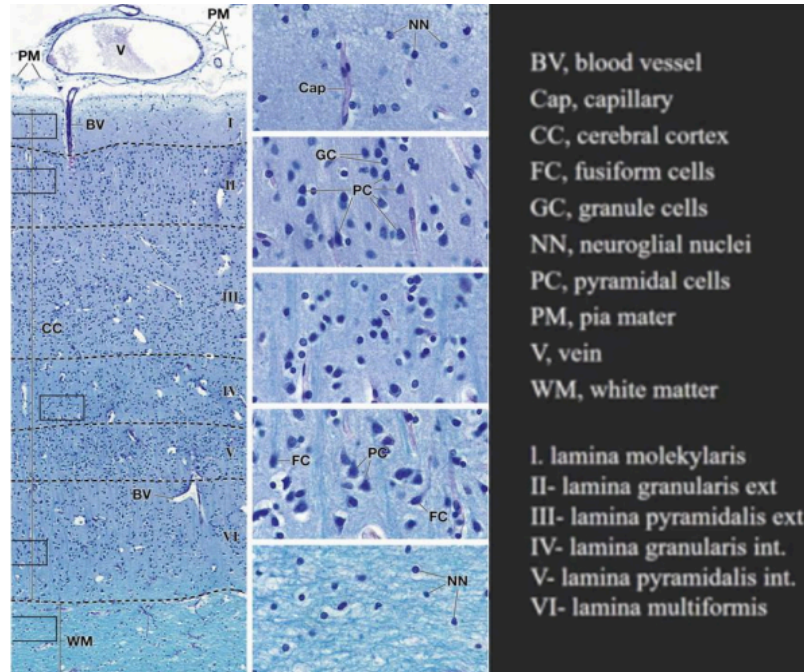
- *Små neuron*

## 5. *Lamina pyramidalis interna (V)*

- *Stora pyramidceller*

## 6. *Lamina multiformis (VI)*

- *Blandade celler, stora & små.*



- *Motorcortex*

- *Dominerar i lamina III & V*
- Cerebrums substantia alba *motorik* utgörs huvudsakligen av *pyramidbanor med axoner från lamina V.*
- *Ligger lateralt*

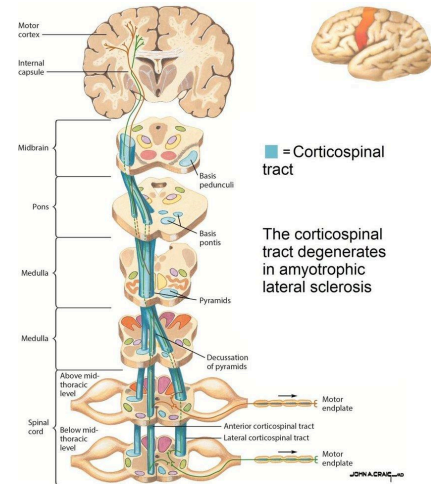
- *Sensorisk cortex*

- *Dominerar i lamina II & IV*
- *Ligger mot medellinjen, corpus callosum*

- Substantia alba utgörs av

- *Associationsbanor med fasciculi*
  - Associationsbanor kopplar ihop olika delar *inom en och samma hemispherium* mha *fasciculi*, buntar av myeliniserade axoner.
- *Comissurbanor*
  - Banor som *kopplar samman båda hemispherium cerebri*, viktigaste är *corpus callosum.*
- *Projektionsbanor*
  - Förbinder *cortex cerebri med lägre CNS strukturer såsom hjärnstammen.*

- Innehåller *capsula interna* – passage för många projektionsfibrer.
- Tre viktigaste projektionsbanorna
  - **Pyramidbanan**
    - **Motorik från motorcortex till ryggmärgen.**
  - **Baksträngsbanan**
    - Sensorisk information såsom **beröring** från kroppen till **gyrus postcentralis**.  
Kroppen → ryggmärg → hjärnstam → thalamus → **gyrus postcentralis**
  - **Spinothalamiska banan**
    - Sensorisk information såsom **smärta och temperatur** till **thalamus och vidare till gyrus postcentralis**



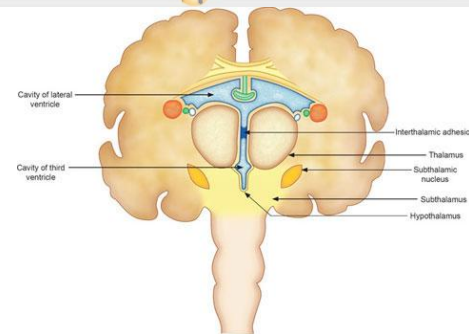
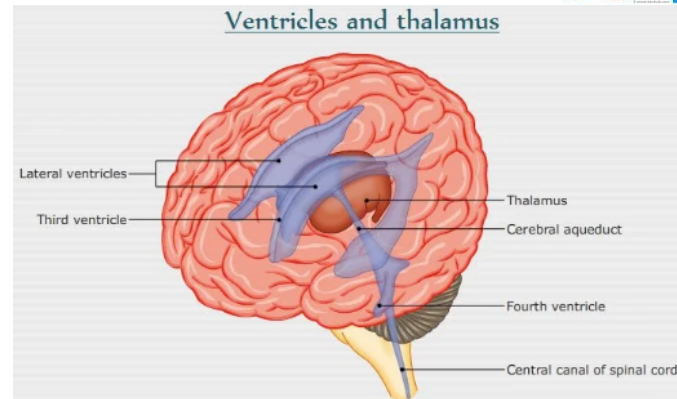
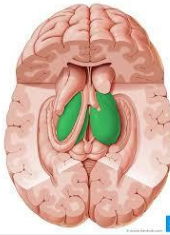
- Cerebrums grå substans utgörs även av **nuclei basales (basala ganglier)**
  - Nuclei basales **reglerar motoriken** och **samarbetar med gyrus precentralis i lobus frontalis**.
  - Två stora **basal ganglier/nuclei basales**
    - **Nucleus lentiformis**
      - Består i sin tur av **putamen + globus pallidus**
    - **Nucleus caudatus**
  - En väldigt viktig struktur för cerebrums motoriska funktion är **striatum**.
    - **Striatum utgörs av nucleus caudatus + putamen**
  - Det finns andra nuclei såsom **amygdala** som är viktiga för **emotioner såsom rädsla och obehag** → **en del av det limbiska systemet**.

## Frågor

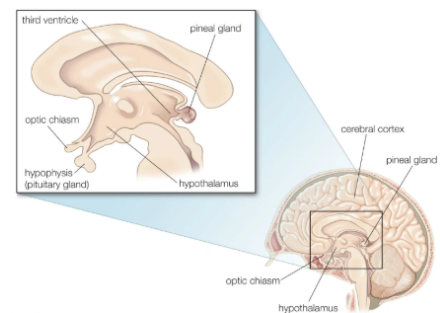
1. Beskriv den histologiska uppbyggnaden av lagren i cortex cerebri.
2. Var finns (histologiskt och anatomiskt) motor- och sensorisk cortex?
3. Vilka tre banor bygger upp substantia alba i cerebrum?
4. Vilka är de tre viktigaste projektionsbanorna?
5. Namnge två viktiga basala ganglier och en viktig struktur de bygger upp.
6. Vad är huvudfunktionen för basala ganglierna?
7. Vilka basala ganglier är viktiga för det limbiska systemet? Vad menas med det limbiska systemet?

# Diencephalon

- Diencephalon är **mellanhjärnan**.
- En central struktur i **diencephalon** är **thalamus**
  - Thalamus är **omkopplingsstationen för all sensorisk information förutom lukt**. Alltså skickar vidare sensorisk information till **korrekt del av cortex cerebri**.
  - Det finns **två thalamus**, en i varje hjärnhalva och thalamus **omges av ventrikelsystem**
    - **Sidoventriklar (I & II)**
    - **Tredje ventrikel (III)**
  - Två thalamus **kommunicerar med varandra** via axoner som går över **tredje ventrikel**.
  - Thalamus finns **djupt i hjärnan, innanför nuclei basales och under corpus callosum**
  - Grå substans: **Multipla kärnor med olika funktioner**.

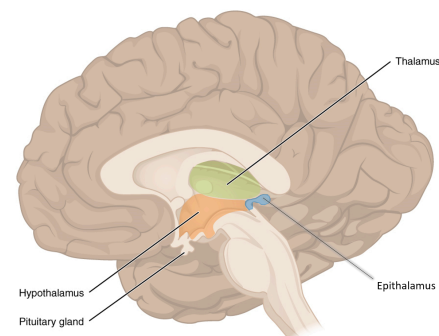


- **Metathalamus** (struktur i thalamus) **har två kärnor**
  - **Corpus geniculatum mediale**
    - Omkoppling för **hörsel**
  - **Corpus geniculatum laterale**
    - Omkoppling för **syn**



- **Subthalamus – Under thalamus**
  - **Innehåller nucleus subthalamicus**
  - Samarbetar med basala ganglier för **reglering av motoriken**

- **Hypothalamus finns under thalamus**
  - Under thalamus, **ventralsidan** tredje ventrikel.
  - Funktion:
    - **Styr hypofysen** via neuroendokrina signaler och därmed viktig för **endokrina systemet**.
    - **Viktig för autonoma funktioner**, samarbetar med hjärnstammen för funktioner såsom

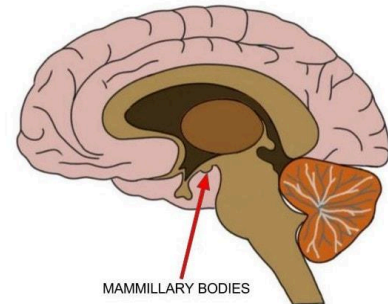


andning, matspjälkning, hjärtfrekvens, blodtryck och liknande.

- *Exempel: Hypothalamus märker av kroppstemperatur och skickar signaler till hjärnstammen som justerar hjärtfrekvens eller andning för att reglera den.*

- ***Innehåller corpus mammillaria*** (svenska: vårtkroppar)

- Viktig för ***minnesbildning***.
- Tar emot information från ***hippocampus (minne) och amygdala (känslor)***
- → Skickar vidare till ***thalamus***.
- → Thalamus skickar vidare till ***cortex cerebri***.



- ***Epithalamus finns bakom thalamus, medialt***
  - Innehåller ***corpus pineale – tallkottkörteln***
    - Ansvarar för ***dygnsrytmen via melatoninproduktion***.
  - Mellanstation för det ***limbiska systemet och andra delar av hjärnan***.

## Frågor

1. Beskriv lokaliseringen och funktionen av thalamus och omkringliggande strukturer. Hur många thalamus finns det?
2. Hur kommunicerar de två thalamus med varandra?
3. Vilka sensoriska funktioner har kärnorna i metathalamus?
4. Vilka viktiga funktioner har hypothalamus och hur samarbetar den med andra hjärnstrukturer?

## Det limbiska systemet

- ***Det limbiska systemet***
  - Sitter ***mellan hjärnhalvorna***.
  - Finns i cerebrum (storhjärnan; telencephalon + diencephalon)
  - Har flera viktiga strukturer såsom ***hippocampus, nucleus amygdala, gyrus cinguli och fornix (och corpus mamillaria)***.
  - Dessa strukturer bildar ett “nätverk” i hjärnan som är viktiga för bearbetning av emotioner, minne, inlärning, motivation, belöning mm, ***limbiska systemet***.
- ***Hippocampus***
  - Djupt medialt i ***lobus temporalis***.
  - Utgör ***grå substans***
  - Funktion

- **Minnesinlagring – Avgör om information är värd att lagra.**

- **Nucleus amygdala**

- **Lateralt om hippocampus**
- **Utgör grå substans**
- **Funktion**

- **Emotionell centra: rädsla, vrede, ångest, nöje**
- Uppfattar känslor och därmed **förbereder kroppen** (t.ex rädsla → sympaticus).
- **Emotionell inläring** – kopplar känslor med upplevelser vilket skapar känsloladdade minnen som är **enkla att minnas och påverkar framtida beteenden**.
  - t.ex bränner dig i spisen → nästa gång är du rädd för att bränna dig.

- **Gyrus cinguli**

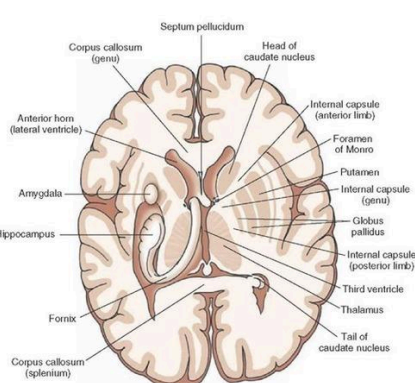
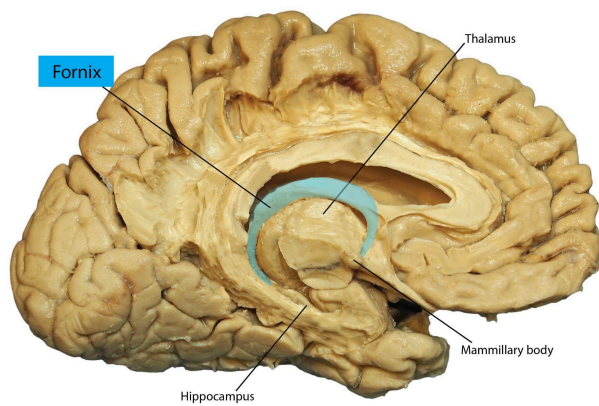
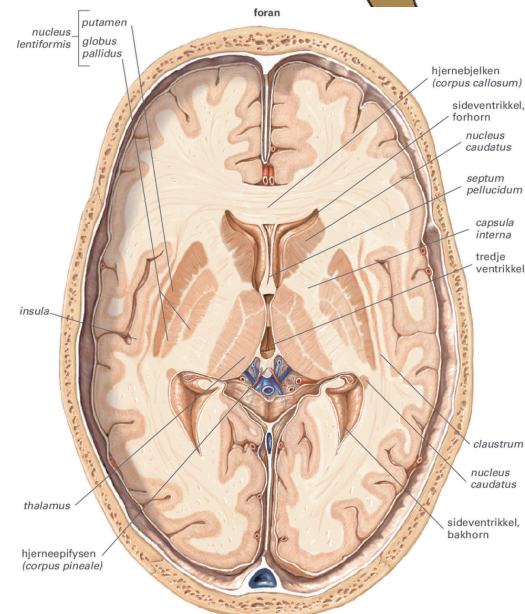
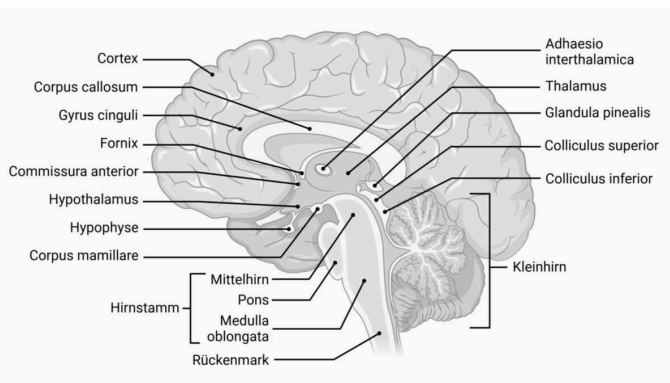
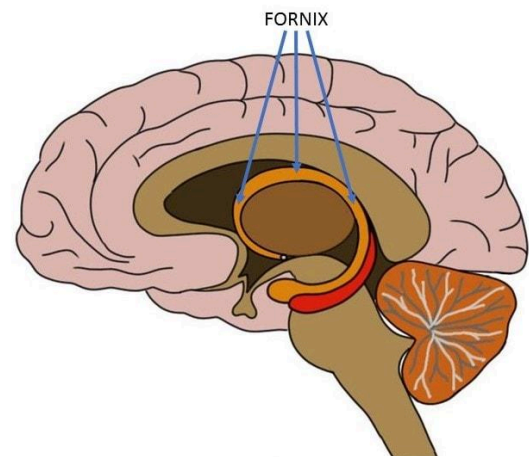
- **Corpora mammillaria**

- **Fornix**

- **Nervbana som förbinder hippocampus med andra delar.**

**Frågor**

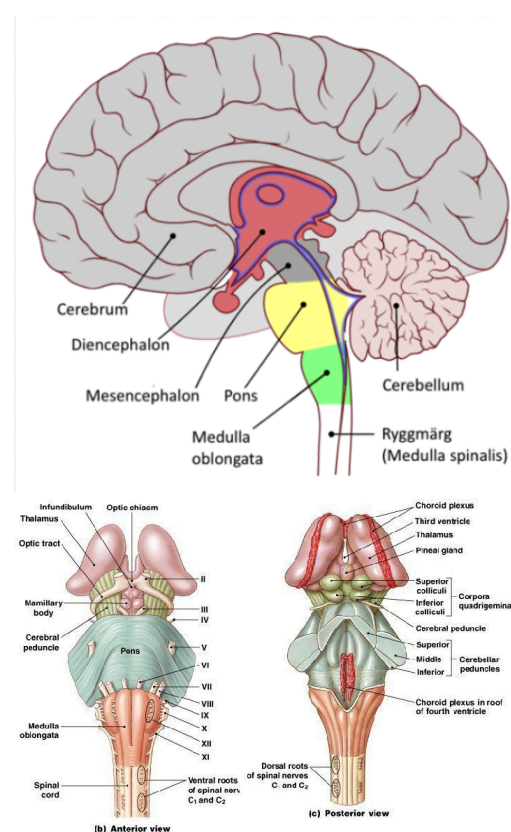
1. Var finns det limbiska systemet, vad är dess funktion?
2. Nämn 4 viktiga strukturer i det limbiska systemet, var de finns och vad de gör.



# Truncus encephali

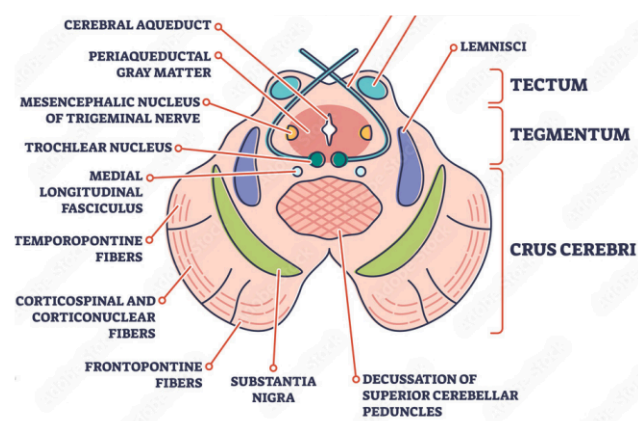
- **Allmän anatomi**

- Till skillnad från cerebrum/cerebellum har **truncus encephali vit substans ytterst** och **grå substans innerst**.
- Uppdelas i tre delar (överst → nederst)
  1. **Mesencephalon (mitthjärnan)**
  2. **Pons**
  3. **Medulla oblongata (längsta!)**
- Vit substans består av **myeliniserade axonbanor**
  - **Pyramidbanan (motorisk)**
  - **Baksträngsbanan (sensorisk)**
  - **Kortikothalamiska banan (sensorisk)**
- Grå substansen består av
  - **Kranialnervskärnor**
  - **Retikulära formationen ("rutnälig formad")**
  - **Övriga kärnor**



- **Mesencephalon (tvärsnitt)**

- Delas in i tre delar, **ventralt** → **dorsalt**
  1. **Crus cerebri**
  2. **Tegmentum**
  3. **Tectum**
- **Pedunculus cerebri ("kraftig stjälk")** **förbinder cerebrum med mesencephalon**
  - **Pedunculus cerebri = crus cerebri + tegmentum**
- **Viktiga strukturer**
  - **Substantia nigra**



- Svart substans med mycket **dopamin**.
- (Färgad svart pga hög melanininnehåll)
- Finns närmast ventrala sidan (crus cerebri)
- Viktig för motorik där den kan **släppa dopamin vid nucleus basales/basala ganglier**.

- **Basala ganglier kan sedan aktivera motorcortex**

- **Nucleus ruber**

- Röda kärnan (färgad röd pga hög järninnehåll)
- **Motorisk**
- Finns bakom substantia nigra

- **Aqueducts cerebri**

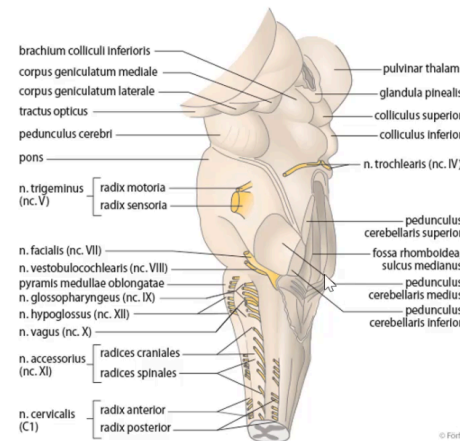
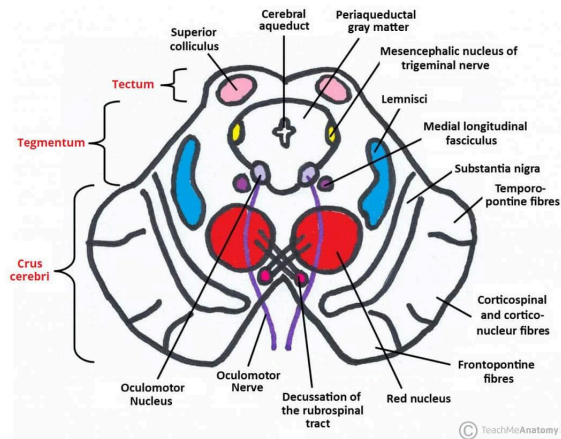
- **En del av ventrikelsystem.**

- **Periaqueductal grey (PAG)**

- **Grå substans som omger aqueductus cerebri**
- **Finns neuroner inblandad i smärtinhibition samt illamående**

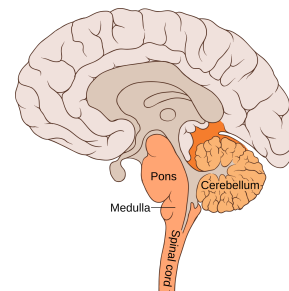
- **Colliculus superior resp. inferior**

- Finns meat dorsalt (i tectum)
- De skiljer sig i position (och funktion) där colliculus superior finns ovanför colliculus inferior.
- Se bild →
- **Colliculus superior**
  - **Syn**
- **Colliculus inferior**
  - **Hörsel**



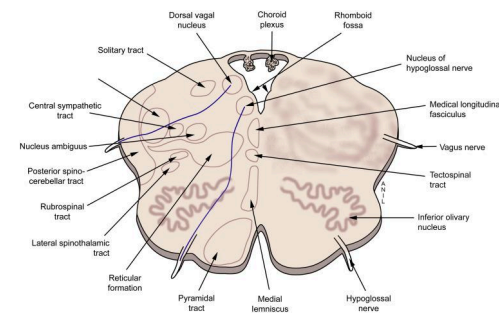
- **Pons**

- **Mittendelen, störst/tjockast!**
- **“Bryggan” – kopplad till cerebellum (lillhjärnan)**
- Har många **basala ganglier**, som har namnet **nuclei pontis**.
- **Många nervbuntar som går till cerebellum**
  - **“Transversala/horisontala nervfibrer”**
- **Nuclei pontis**
  - **Viktiga för omkoppling mellan cerebrum och cerebellum.**
  - **Cerebrum skickar signaler → nuclei pontis → cerebellum**
  - **Signaler korsar** (höger cerebrum → vänster cerebellum och vice versa)



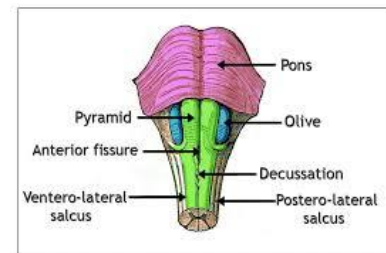
- **Medulla oblongata (förlängda märgen)**

- **Längsta delen**
- **Centra för autonoma nervsystemet; såsom andning och cirkulation (hjärtfrekvens + blodtryck).**
- Från ventralsidan syns utbuktningar som är *olivformade, oliva*.
- Medulla oblongata övergår successivt till ryggmärgen utan tydlig gräns, därmed är övre respektive nedre delen av medulla oblongata olika.



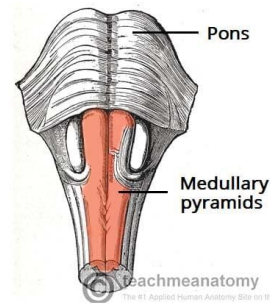
- **I oliva hittas nucleus olivaris (olivkärnan)**

- **Syns i transversal snitt av oliva**
- Har en koppling till *cerebellum (koordination & balans)*



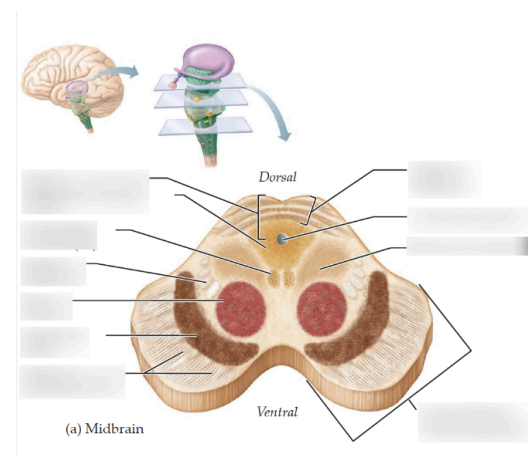
- **Decussatio pyramidales**

- *Pyramid korsningen*
- *På framsidan syns pyramid (pyramis)*
- *Pyramidbanorna korsar (höger motorcortex kommunicerar med vänstra periferin och vice versa)*



## Frågor

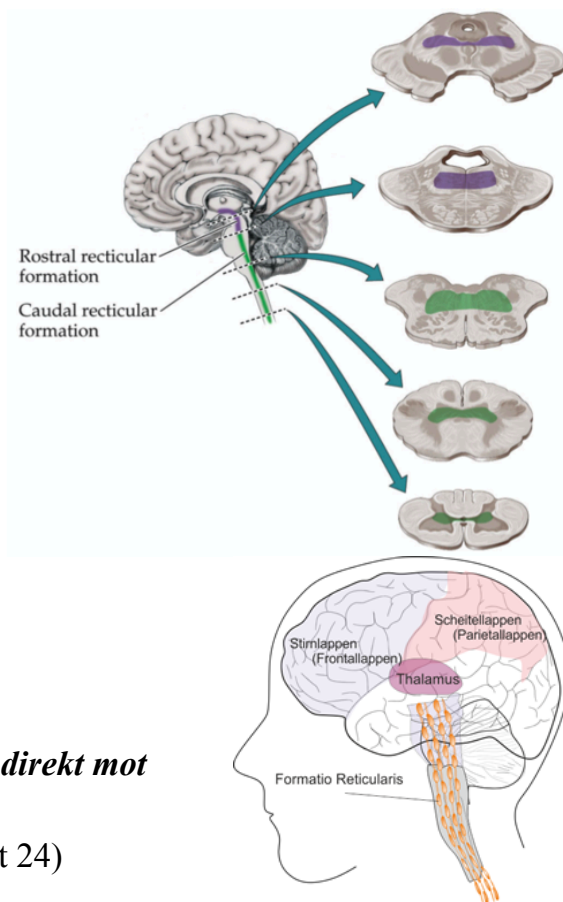
1. Hur är grå/vit substans fördelad över hjärnstammen (vad är dess latinska namn)?
  2. Vilka delar innehåller hjärnstammen?
  3. Vad innehåller vit/grå substans?
  4. Peka ut 8 viktiga strukturer från första bilden, vilken del av hjärnan visas i bilden?
  5. Vad kallas strukturen som förbinder cerebrum med mesencephalon och vad består den av?
  6. Vad består pons av och vad är dess funktion?
  7. Vad består medulla oblongata av (2 viktiga strukturer) och vad är dess funktion?
- (Se om bilderna!)





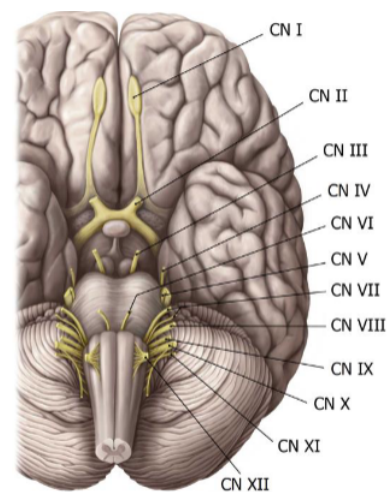
# Formatio reticularis

- **Retikulära formationen är grå substans som går genom hela bakre delen av hjärnstammen (truncus encephali).**
  - Finns i alla tre delar!
- **Här finns många reflexcentra såsom**
  - **Pupillreflex**
  - **Ögonrörelser**
  - **Andning**
  - **Blodtryck**
  - **Sväljreflex**
  - **Motorik och balans**
- Här finns även vissa **signalsubstanser**.



- **Kranialnerver**
  - **Nerver som passerar ut ur kraniet och löper direkt mot målvävnaden utan att bilda plexa**
  - 12 kranialnerver (parvis höger/vänster = totalt 24)
  - **Kan vara motorisk, sensorisk eller blandade**

|   |  |
|---|--|
| I. N Olfactorius – Lukt                             | VIII. N Vestibulocochlearis – Hörsel och balans                      |
| II. N Opticus – Syn                                 | IX. N Glossopharyngeus – Motorik- och sensorik i svalg (lite) + ANS  |
| III. N Oculomotorius – ögonmotorik                  | X. N Vagus – Motorik och sensorik i svalg, strupe (tal) + ANS        |
| IV. N Trochlearis – ögonmotorik                     | XI. N Accessorius – Motorik m trapezius och m sternocleidomastoideus |
| V. N Trigeminus – sensorik ansikte + tuggmuskulatur | XII. N Hypoglossus - tungmotorik                                     |
| VI. N Abducens – ögonmotorik                        |  |
| VII. N facialis – ansiktsmotorik + ANS              |  |



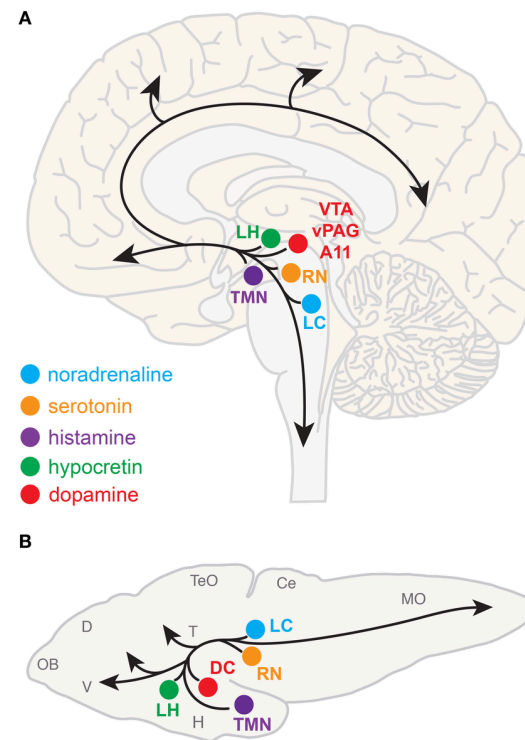
- **Neuromodulatoriska bansystem** är bansystem som utsöndrar olika neurotransmittorer från **olika kärnor i basala CNS (oftast truncus encephali)** och **aktiverar/påverkar** olika delar av nervsystemet

- *Locus coeruleus* – Noradrenaline (NA)
- *Nucleus raphe* – Serotonin
- *VTA & substantia nigra* – Dopamin
- *Septala/basala kärnor* – Acetylkolin

- Dessa kärnornas axoner sträcker sig till olika neuron och *modulerar neuronerna!*

## Frågor

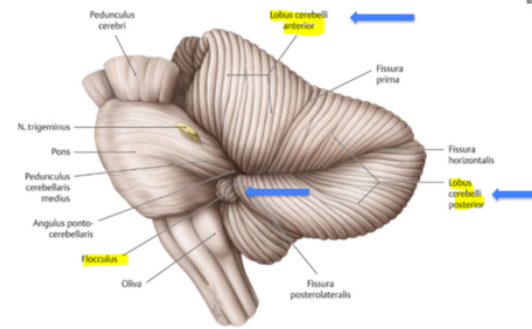
1. Vad menas med den retikulära formationen och dess funktion?
2. Vad är kranialnerver, vilka är de och funktion?
3. Vad menas med neuromodulatoriska bansystemet?  
Nämn olika bansystem!



# Cerebellum

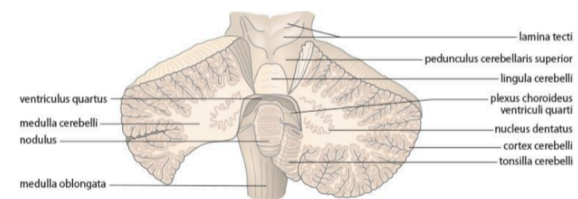
- **Cerebellum är lillhjärnan:**

- Truncus encephali kopplas samman till *cerebellum respektive cerebrum via olika "hjärnskänklar", pedunculus cerebri & pedunculus cerebelli*
- Dessa *pedunculus* är *axonbanor!*



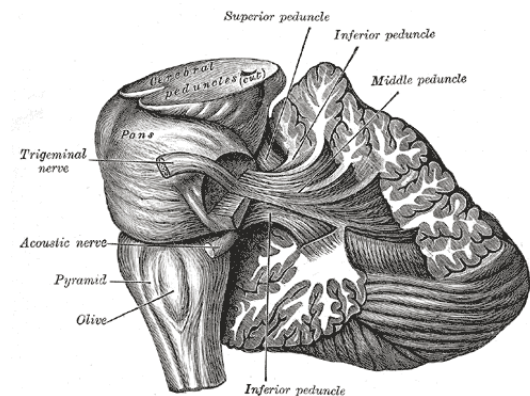
- **Funktion: Balans och koordination**

- *Finjusterar motoriken*
- **Två hemispherium cerebelli**
  - *Hålls samman av vermis*
- Cerebellums *signaler korsar*, höger hemispherium cerebelli kontrollerar vänster kroppshalva o vice versa.



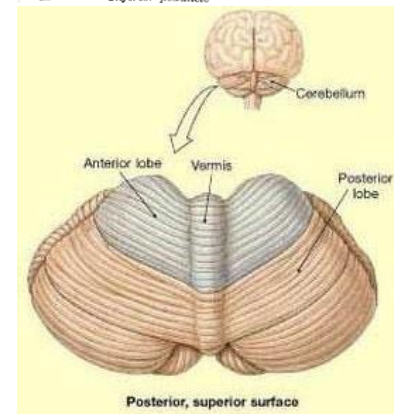
- Cerebellum påminner om storbjärnans "substansfördelning"

- **Cortex cerebelli** (*grå substans*)
- **Arbor vitae** (*vit substans*)
- **Nuclei cerebellaris** (*djupa kärnor*)



- **Cortex cerebelli**

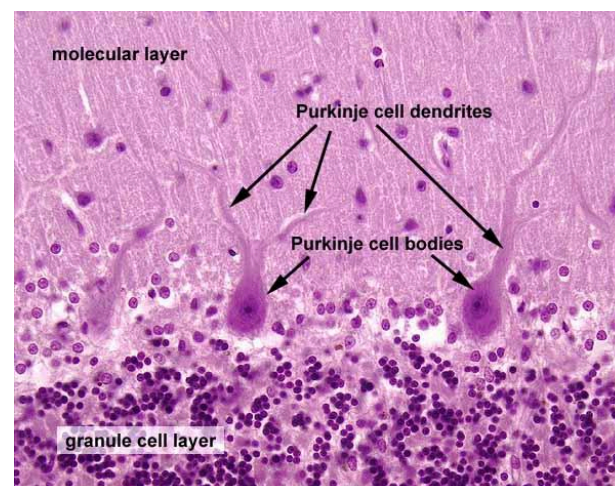
- Skillnaden mellan cortex cerebri och cortex cerebelli är att *cortex cerebelli är mycket mer veckat!*
- Detta bidrar till *ytförstoring (mer neuron/volyum)*
- Istället för gyrus (i storbjärnan) används *folia cerebelli (bladliknande, se andra bild)*
- Istället för fåror/sulcus används *fissura cerebelli*.



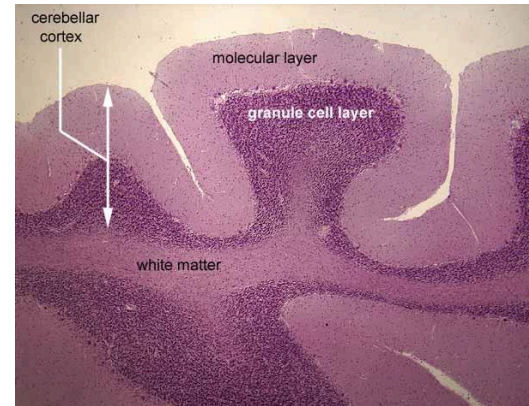
- **Cortex cerebelli histologiskt**

1. **Lamina molekylaris**

- *Ytterst* – cellfattigt
- *Stjärnceller ytterst*



- **Korgceller** längre ned
2. **Purkinjecellslagret**
- **Ett cellager**
  - **Purkinjeceller & golgiceller hittas här!**
  - Purkinjecellerna är stora **med en tydlig nukleol** och har **dendriter och axon**.
  - Har även **bergmanglia** – speciella astrocyter som endast finns i cerebellum.
3. **Lamina granularis**
- **Cellrikt & tättpackat**
  - **Kornceller**
- **Olika gliaceller finns i hela cerebrum!**
  - I alla dessa lager löper **olika nervfibrer**.

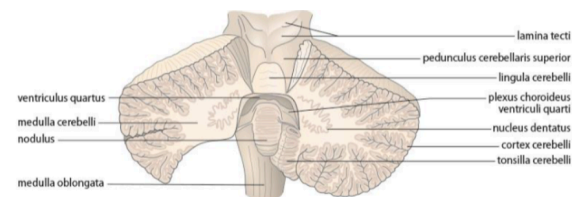


## Frågor

1. Var finns cerebellum och hur kopplas den till storhjärnan?
2. Vad är cerebellums främsta funktion?
3. Hur sammanhålls hemispherium cerebelli?
4. Förklara hur grå/vit substans finns fördelad över cerebellum och hur det skiljer sig från cerebrum.
5. Beskriv cortex cerebelli histologiskt.
6. Vad menas med pedunculus cerebri & cerebelli och vad är skillnaden?

## Cerebellum

- Det finns fyra pariga kärnor i cerebellum.
- Den största paren är **nucleus dentatus**.
  - Cerebellär efferens
- Cerebellum tar emot sensorisk information (**afferens**) från
  - **Balansorgan** → **balans**
  - **Proprioceptions receptorer** → **koordination**
    - **Muskler och sensor förmedlar information om muskelns längd, spänning och position.**
  - **Cerebrum & truncus encephali (via pedunculus)** → **Information om motorik**
  - **Syninformation** → **Bidrar till balans**
    - **Svårare att hålla balansen när man blundar**
- Cerebellum skickar motorisk information (**efferens**) till
  - **Motorcortex** → **finjustering av motoriken**



- *Truncus encephali* → *balans och hållning*

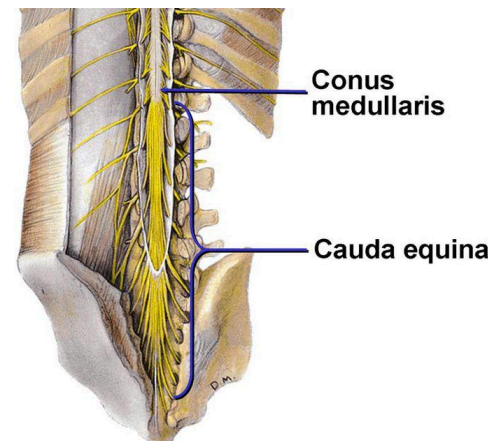
## Frågor

1. Hur är nuclei cerebellaris fördelade i lillhjärnan, nämn en kärna!
2. Vilken affärent/efferent information hanterar cerebellum för att uppfylla sin funktion?

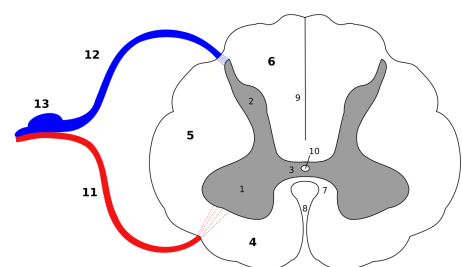
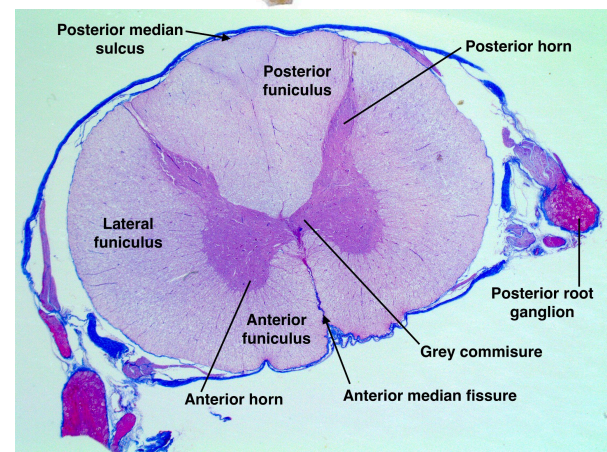
# Medulla spinalis

- Medulla spinalis *skyddas av ryggkotorna/vertebrae*.
- Medulla spinalis delas in i *segment som innehåller ett par spinalnerver* (höger + vänster) och därmed finns **31 segment**.
  - Totalt finns 31-par spinalnerver. (totalt 33 ryggkotor)
  - Varje segment har även en *radix posterior (sensorisk) och radix anterior (motorisk)*.
    - Synonymt med dorsal- respektive ventralrot.
- Varje segment ger *upphov till dermatom och myotom*
  - **Dermatom:** Hudområde som *innervas av sensoriska fibrer från en spinalnerv via dorsalrot*.
    - Hud (sensorisk) → dorsalrot → CNS
  - **Myotom:** Muskelgrupp som *innervas av motoriska fibrer från en spinalnerv via ventralrot*.
    - CNS (motorik) → ventralrot → muskel

- Ryggmärgen avsmalnar och slutar i en konformad spets vid nivå **L1–L2**, s.k *conus medullaris som markerar ryggmärgens anatomiska slut*.
- I *conus medullaris* finns neuroner vars axoner fortsätter nedåt i ryggraden och *bildar cauda equina (hästsvans)*.

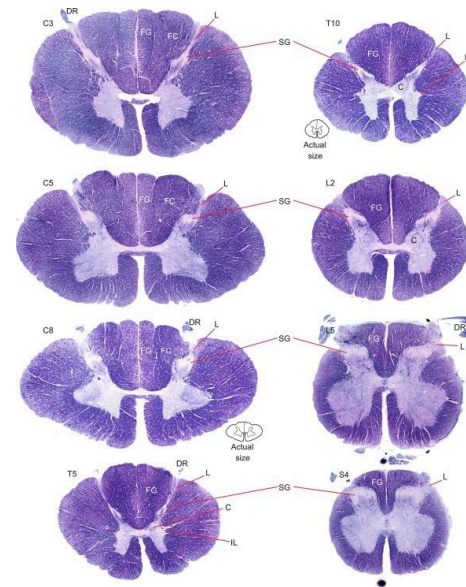


- Ryggmärg
  - **Grå substans** i djupet och omges av *vit substans*.
  - Grå substans utgör tre horn: *cornu anterius & cornu posterius & cornu laterale (inte i hela ryggraden!)*
    - Cornu anterius: *Skickar ut somatomotorisk/efferent information till radix anterior*
    - Cornu laterale: *Skickar ut visceromotorisk information från radix posterior*
    - Cornu posterius: *Mottar sensorisk information från radix posterior*



| Substantia grisea    | Substantia alba              |                                       |
|----------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| 1. Cornu anterius    | 4. Funiculus anterior        | 10. Canalis centralis                 |
| 2. Cornu posterius   | 5. Funiculus lateralis       | 11. Radix anterior                    |
| 3. Commissura grisea | 6. Funiculus posterior       | 12. Radix posterior                   |
|                      | 7. Commissura alba anterior  | 13. Ganglion sensorium nervi spinalis |
|                      | 8. Fissura mediana anterior  |                                       |
|                      | 9. Sulcus medianus posterior |                                       |

- De olika hornen avgränsar tre områden inom vita substansen: ***Funiculus anterior & funiculus lateralis & funiculus posterior.***
  - Här löper de olika banorna såsom ***baksträngsbanan.***
- I mitten av grå substansen finns ***canalis centralis*** där ***cerebrospinalvätskan*** flödar.
- Ryggmärgen varierar utifrån lokalisering i ryggraden.



## Frågor

1. Var finns medulla spinalis? Vad menas med segment, hur många finns och vad består de av?
2. Förklara dermatom & myotom.
3. Var avslutar ryggmärgen, vad kallas området, och vad menas med “hästsvansen”?
4. Förklara ryggmärgens uppbyggnad och vilka strukturer hittas i vit respektive grå substans och deras funktion.

## Medulla spinalis

- Cornu anterius innehåller
  - ***Nedre motorneuron*** (övre motorneuron finns i motorcortex i cerebrum)
    - Somatomotorik
- Cornu laterale innehåller
  - ***Primära/preganglionära (efferenta/motoriska) neuron*** som endast finns vid T1-L2 och delvis i S2-S4.
    - Visceromotorik
  - ***Funktion i ANS***
- Cornu posterius
  - ***Primära sensorisk neuron*** (har sin cellkropp i spinalganglier)
    - Mottar viscer- och somatosensorik.
  - Dorsalroten innehåller ***spinalganglier med pseudounipolära*** neuroner.
  - ***Information mottas från periferigranen, passerar spinalgangliet och leds till cornu posterius.***

- Ryggmärg utifrån lokalisation
  - Cervikal ryggmärg: **Lite grå substans & inga tydliga sidhorn**
  - Thorakal ryggmärg: **Tydliga sidhorn**
  - Lumbo-sakral ryggmärg: **Inga tydliga sidhorn & mycket grå substans**
  
- Motoriska banor
  - En av motoriska banorna är **pyramidbanan** som består av **tractus corticospinalis laterale + tractus corticospinalis anterior**.
    - **Tractus corticospinalis lateralis: finmotorik, korsar i decussatio pyramidalis i medulla oblongata.**
    - **Tractus corticospinalis anterior: grovmotorik, korsar vid ryggmärgen.**
  
- Sensoriska banor
  - **Baksträngsbanan = Fasciculus gracilis + fasciculus cuneatus**
    - Leder sensorisk information kring **beröring, proprioception och vibration.**
  - **Tractus spinothalamicus** består av två delar som **korsar i ryggmärgen**.
    - **T. spinothalamicus lateral: Leder smärta & temperatur**
    - **T. spinothalamicus anterior: Leder grov beröring & tryck**

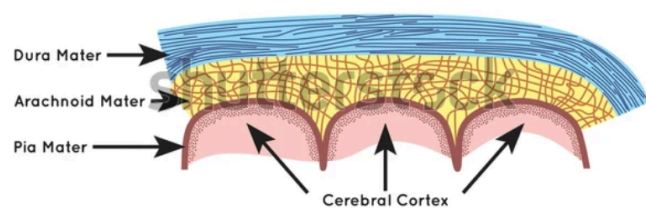
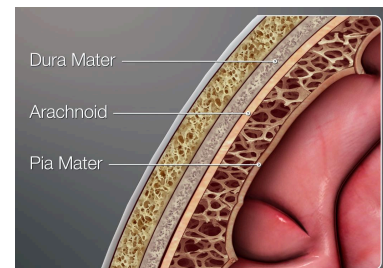
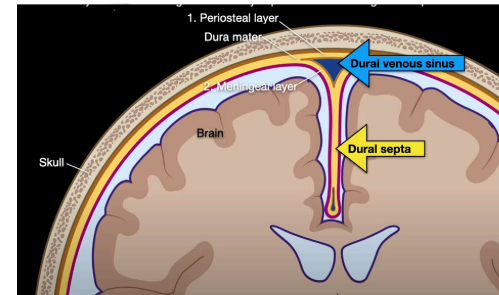
## Frågor

1. Vad finns i cornu posterius, laterale och anterior?
2. Beskriv ryggmärgen utifrån lokaliseringen.
3. Ge exempel på motoriska och sensoriska banor och deras funktion.

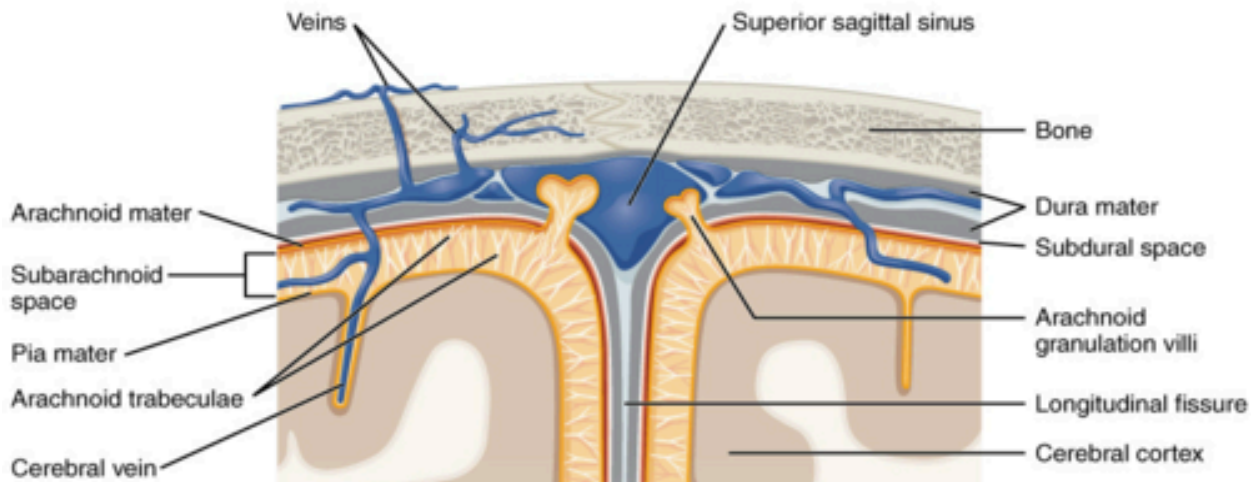
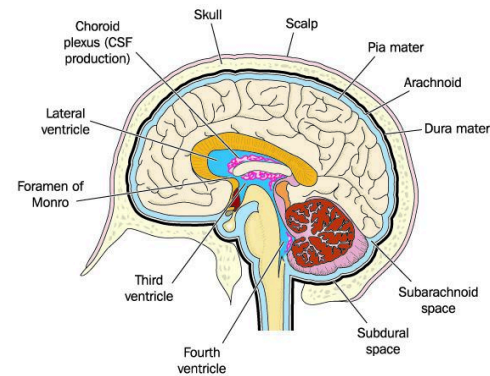


# Hinnor, hålrum och kärl

- Hela CNS omges av tre olika hinnor, *meninges*.
- **Dura mater – ytterst och starkast**
  - Dura mater finns precis under skallet och är fast bunden till skallbenen.
  - Den består av två blad, *periostala* (mot skallbenet) och *meningeala* (mot övriga meninges).
  - Bladen är *normalt oskiljbara men separeras på vissa platser* där det *meningeala bladet* går in → *durasinuser bildas* och leder venöst blod från hjärnan.
    - Dessa rum finns t.ex mellan *hemispherium cerebri* och *mellan cerebri och cerebellum*
    - Dessa *duraveck* är viktiga för att avgränsa hjärnan och begränsa dess rörelse.
  - **Potentiella/teoretiska rum** (finns ej normalt, uppstår vid patologi):
    - **Epidurala rummet:** mellan skallbenet och dura maters *periostala blad*, uppstår t.ex vid *epiduralblödning*.
    - **Subdurala rummet:** mellan *meningeala bladet* och arachnoidea, uppstår t.ex vid *subduralblödning*.
  - Ut med medulla spinalis *saknas periostala bladet* och därmed finns *epidurala rummet* som består av *fettväv och bindvävskomponenter*.
    - → Vid ryggmärgen är det epidurala *rummet inte potentiellt*.
- **Arachnoidea mater – Mellersta och medelstark**
  - Arachnoidea är *förankrad till dura mater*, dock *pressas arachnoidea mot dura mater pga liquor cerebrospinalis/cerebrospinal fluid (CSF)*.
    - Därför är det subdurala utrymmet potentiellt.
  - CSF som trycker arachnoidea finns i *ett utrymme mellan arachnoidea och pia mater – spatium subarachnoideum*.
  - Spatium subarachnoideum fungerar som *stötdämpare* och är *trabekulär*.
    - Subarachnoideum innehåller *blodkärl, trabekler och CSF*.
- **Pia mater – innerst och svagast & flexibel**
  - Tunn hinna *som täcker hela CNS (hjärna + ryggmärg)* och omger varje sulci/gyri.
  - *Pia mater är rikt vaskulariserad* → *försörjer CNS*



- Pia mater vecks och bildar invaginationer i alla fyra ventriklar vilket ger upphov till **plexus choroideus** som finns i ventrikelsystemets hålrum.
- Pia mater är **rikt vaskulariserad** och deltar i CSF-produktion genom plexus choroideus.
- Plexus choroideus består av **blodkärlsrik** pia mater täckt av specialiserade kubiska **ependymceller** som **filtrerar blod** och **utsöndrar CSF** till ventriklarna.

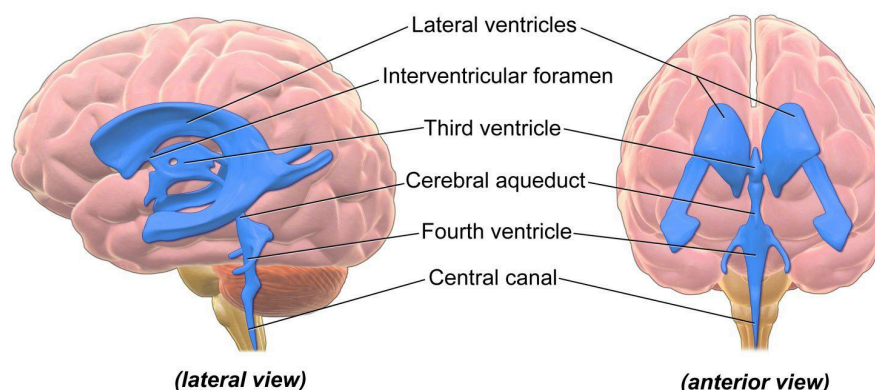
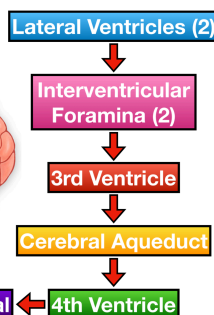
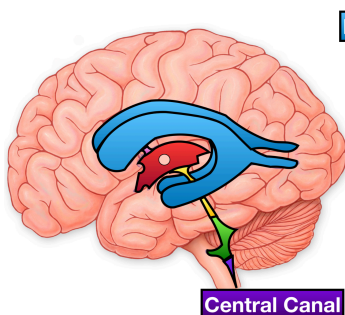


## Frågor

1. Ange namn för hjärnhinnorna, beskriv deras uppbyggnad och potentiella respektive verkliga rum som finns.
2. Hur bildas CSF?

## Ventrikelsystemet (hålrum)

- Ventrikelsystemet består av **fyra ventriklar, vätskefyllda hålrum (CSF)**
  - **Sidoventriklarna (I & II):** En i varje hemisfär, C-formade, ligger i cerebrums hemisfärer.
  - **Tredje ventrikeln (III):** Ligger i diencephalon, under och mellan thalamus.
  - **Fjärde ventrikeln (IV):** Ligger i hjärnstammen, mellan pons och medulla oblongata, framför cerebellum.



- Flödet av CSF

- **Varje ventrikel (I-IV) har plexus choroideus och därmed producerar CSF.**

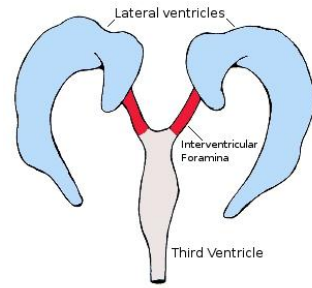
1. Sidoventriklar → **foramen interventriculare** → ventrikel III

2. Ventrikel III → **aqueductus cerebri (mesencephalon)** → ventrikel IV

3. I fjärde ventrikeln kan CSF flöda via två olika vägar:

- Till ryggmärgen via **canalis centralis** som är **beklädd av kubiska ependymceller med cilier.**

- Till **spatium subarachnoideum** där den slutligen tas upp i **venösa durasinusar (sinus durae matris)** och återförs till **blodcirkulationen.**



- Blod-hjärnbarriären (BBB)

- BBB har **hög selektivitet** och **skyddar hjärnan mot oönskade partiklar från blodet.**

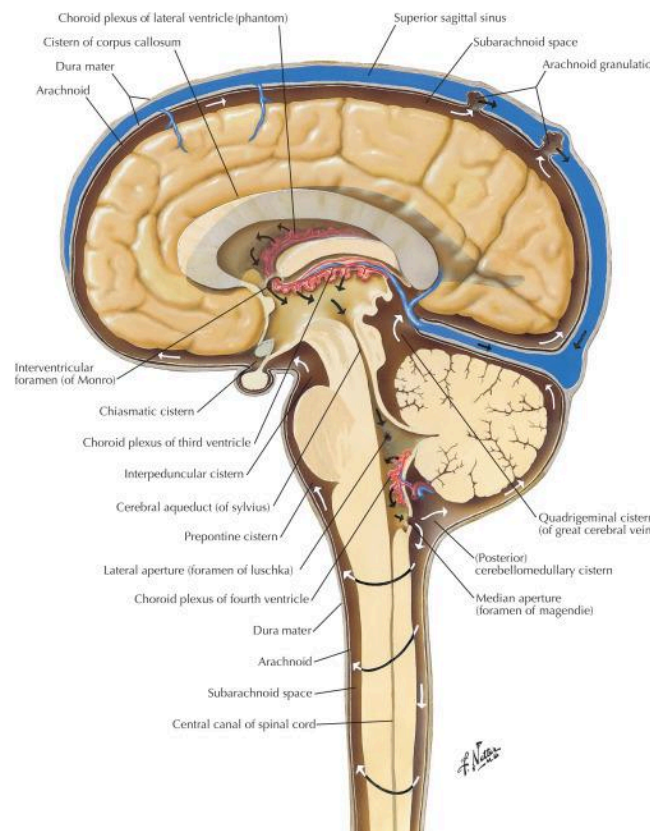
- BBB består av

- **Endotel med tight junctions**
- **Basalmembran**
- **Fotutskott från astrocyter**

- Dessa tre skapar en **selektiv barriär som skyddar hjärnan.**

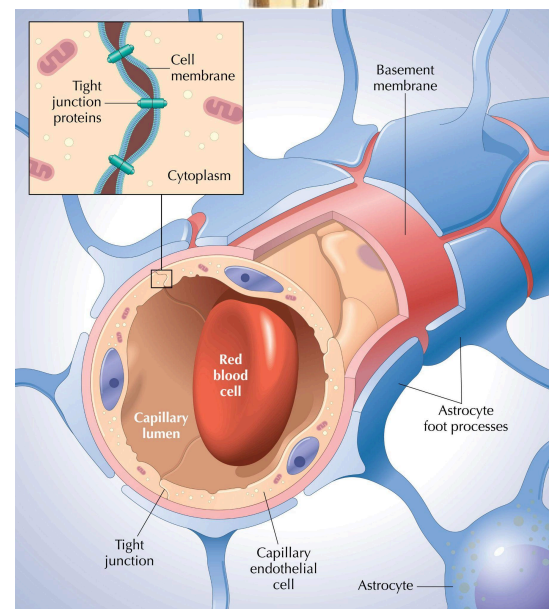
- Hjärnan har enligt nya studier ett **glymfatiskt system – lymfkärl** som finns t.ex i subarachnoideum som **bidrar till transport av avfallsprodukter från hjärnan.**

- **Städar hjärnan**



## Frågor

1. Vad består ventrikelsystemet av? Ange lokalisation.
2. Förklara flödet av CSF i ventrikelsystemet.
3. Hur produceras CSF?
4. Vad är BBB, vad består den av och varför är den viktig?
5. Vad är glymfatiska systemet?
6. Se om bilder!



# Kort repetition över PNS/ANS

- PNS

- Information från motorcortex till t.ex en skelettmuskel kopplas inte om, utan det är **“samma neuron” hela vägen.**

- **Övre motorneuron** → **ryggmärgs cornu anterius (nedre motorneuron)** → **radix anterior** → **spinalnerv** → **plexa** → **målvävnad**

- Det är samma axon hela vägen.

- (En omkoppling mellan övre och nedre neuron sker, men detta sker i CNS)

- Grå substans i PNS = ganglier (i CNS = basala kärnor eller basala “ganglier”)

- Vit substans i PNS = nerver (i CNS = banor)

- Histologiska uppbyggnaden av nerver i PNS

- Varje axon omges av **endoneurium**

- Axonfasciklar omges av **perineurium**

- Hela nerven omges av **epineurium**.

- Gliaceller i PNS: **Schwann- & satellitceller.**

- Sensoriska ganglier och autonoma ganglier **skiljer sig histologiskt**

- Sensoriska ganglier består av **pseudounipolära neuroner**

- Är mer “regelbundna” och strukturerade

- **Tydlig central cellkärna**

- **Jämfördelad nisslsubstans**

- En cellkärna per cell

- Stora

- Autonoma ganglier består av **multipolära neuroner.** (Höger bild)

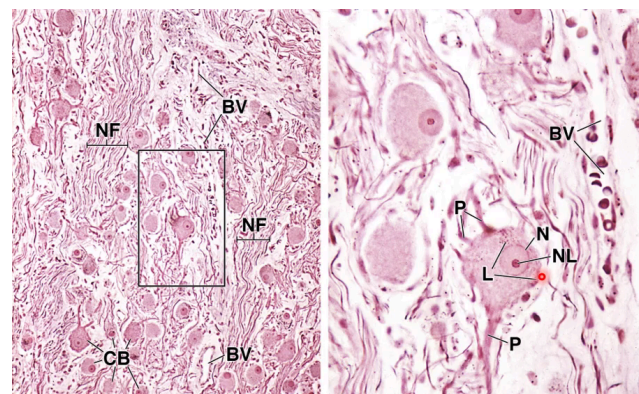
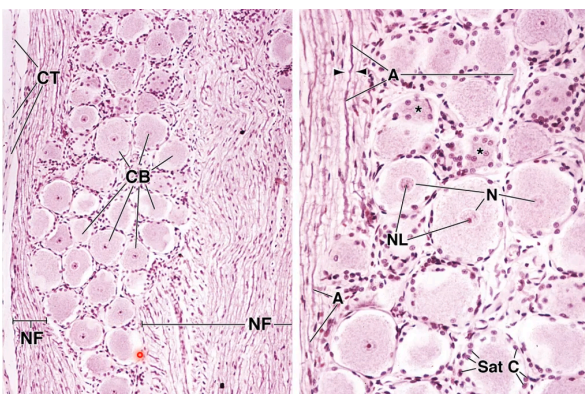
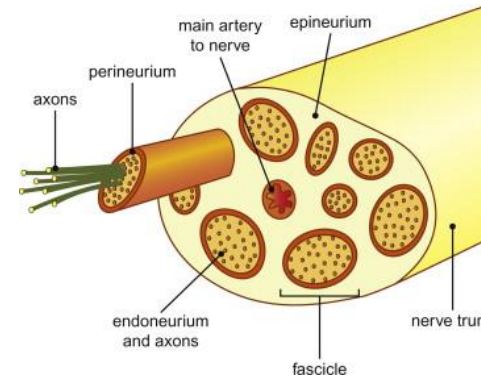
- “Mindre regelbundna”

- **Ofta perifer cellkärna**

- **Ojämfördelad nisslsubstans**

- Kan ha flera cellkärnor/cell

- Små



- ANS

- ANS består av två centrala system. Gemensamt för systemet är att **en omkoppling sker, alltså är det inte samma neuron hela vägen utan det finns en primär/preganglionär neuron respektive sekundär/postganglionär neuron.**

- Preganglionära neuronerna finns **cornu laterale**

- Sympaticus – *Fight or flight*

- Thoracolumbar: T1-L2

- Axoner löper i en perifer nerv eller även längs blodkärlen

- Har sina ganglier nära ryggmärgen, alltså **sker omkopplingen tidigt.**

- Sympaticus har huvudsakligen två typer av ganglier

- **Paravertebrala ganglier** – Längs ryggraden
- **Prevertebrala ganglier** – Framför ryggraden

- **Alla paravertebrala ganglier bildar tillsammans truncus sympaticus**

- Parasympaticus – *Rest and Digest*

- **Kraniosarkell**

- **Kranialdelen: Nervi craniales 3,7,9,10 och truncus encephali**

- **S2-S4: Spinalnerv → perifer nerv**

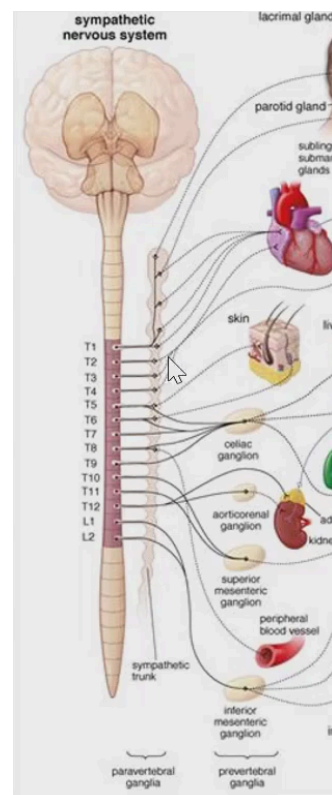
- Har sina ganglier nära målvävnaden, alltså **sker omkopplingen sent.**

- Ganglier i parasympaticus

- **Intramurala (inom väggen) ganglier** – I målvävnaden

- **“Inom väggen av målvävnaden”**

- **Kraniella ganglier**



## Frågor

1. Förklara efferent informationens väg i PNS (tex från CNS till en skelettmuskel)
2. Vad är skillnaden i grå/vit substans i CNS och PNS?
3. Beskriv histologiska uppbyggnaden av nerv. Vilka gliaceller finns i PNS?
4. Beskriv histologiska uppbyggnaden av sensorisk respektive autonom ganglion.
5. Beskriv visceromotorikens väg till t.ex tarmarna.
6. Vad är sympaticus, ursprung, vilka ganglier den har och vad menas med truncus sympaticus?
7. Vad är parasympaticus, ursprung, vilka ganglier den har.

# Ögat (Oculus)

- Ögat består av **tre lager**

## 1. Ytterst

- **Sclera (ögonvita eller senhinna) + cornea (hornhinnan)**
- Cornea är ett genomskinligt lager som täcker huvudsakligen iris (regnbågshinnan) och pupillen (mitten av iris)

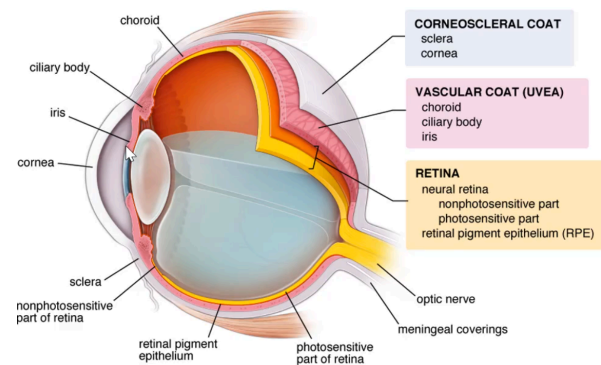
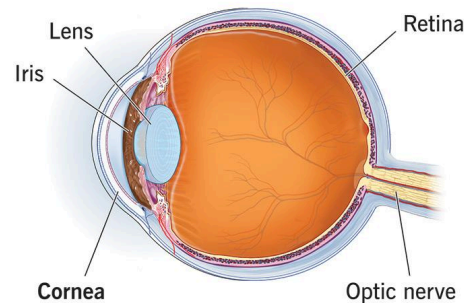
## 2. Mellerst (vaskulärt och muskulärt lager)

- **Choroidea + corpus ciliare + iris**
- Choroidea är åderhinnan, rikt vaskulär.

## 3. Inre lager

- **Retina (näthinna) + pigment**
- Retina innehåller ljuskänsliga celler (**tappar + stavar**).
- Pigmentceller innehåller pigment som hindrar ljus från att "studsa runt i ögat" och därmed ökar skärpan.

- **Corpus vitreum** (glaskroppar, geleliknande substans) fyller inre delen av ögat (se bild).



## Frågor

1. Beskriv uppbyggnaden av ögats tre lager.
2. Vad kallas substansen som fyller ögats inre?

## Ögats yttre & mellanlager

- Sclera – **senhinna**
  - **Fibrös (stram oregelbunden bindväv)**
  - Därmed är den stark och **har skyddande funktion**.
- Cornea – **hornhinna**
  - Sclera, vid iris, övergår till cornea.
  - Cornea är genomskinlig
  - Är utbuktad
- Choroidea – **Åderhinnan**
  - **Vaskulär – Artärer & vener**
- Corpus ciliare – **Strålkropp/ciliarkropp**

- **Choroidea övergår till corpus ciliare, ser ut som en utbuktning.**
- Corpus ciliare har en **veckad yta med små utskott, processus ciliares (ciliarutskott).**
- **Ur dessa processus ciliares, finns zonula trådar som är bundna till linsen och styr dess ackommodation.**

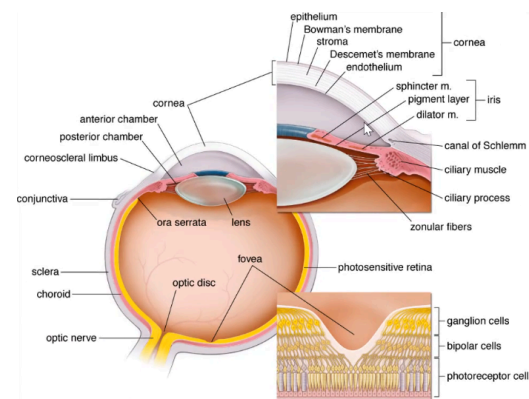
- **Iris – regnbågshinnan**

- **Pigment (ögonfärgen)** – absorberar överflödigt ljus så att ljus inte släpps in genom iris, **utan endast via pupillen (lat. pupilla).**
  - **Pupilla är ett hål, men upplevs som en svart ring** tack vare pigment i det inre lagret som absorberar allt överflödigt ljus.
- **Innehåller glattmuskler som styr pupillens storlek.**
  - Svagt ljus → pupillen vidgas → släpper in mer ljus och vice versa.
  - Styrs av sympaticus, rädd = stor pupill!



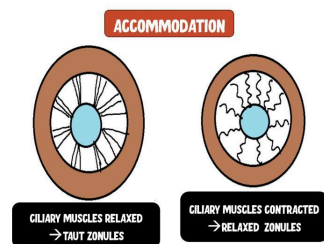
- **Corpus ciliare – två funktioner**

1. Produktion av **kammarvätska**: Kammarvätska finns i inre kammaren (mellan iris och linsen) och i yttre kammaren (mellan cornea och iris) och **förser omgivande celler med näring.**
  - Corpus ciliare är, **via sin produktion av kammarvätska**, en del av **ögon-blodbarriären (påminner om BBB)**
  - **Processus ciliares producerar kammarvätskan och förankrar linsen (lat. lens) via zonulatrådarna**



2. **Ackommodation:**

- Corpus ciliare innehåller **glattmuskler, m.ciliares.**
- Styrs av **parasympaticus (N.III – oculomotorius)**
- Långseende = M.ciliaris relaxerar → tunnare lens → bryter ljuset mindre
- Narseende = M.ciliaris kontraherar → tjockare lens → bryter ljus mer.



- (När man fokuserar på något nära under lång tid, som vid mikroskopering, kan m.ciliaris vara spänd länge → trötta och ömma ögon.)

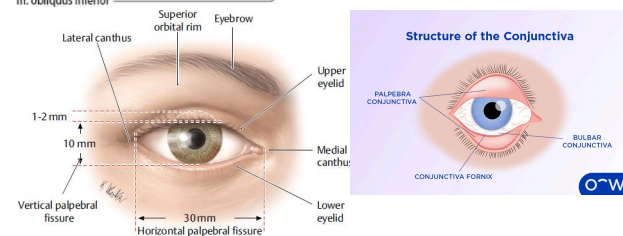
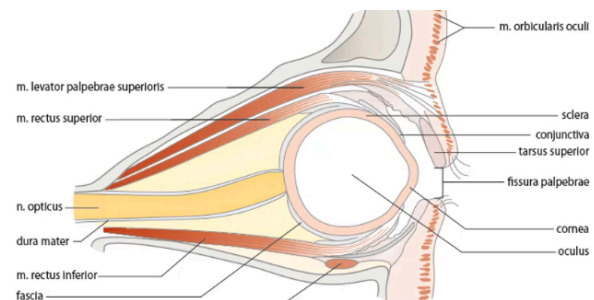
## Frågor

1. Vad består sclera av och vad är dess funktion?

- Beskriv cornea och var den finns i förhållande till sclera.
- Var finns åderhinna, corpus ciliare och iris?
- Vad består corpus ciliare av och vilka funktioner har strålkroppen?
- Vad består iris av och vilka funktioner har de olika beståndsdelarna?

## Ögats omgivande vävnad

- **Palpebrae – ögonlock (eyelid)**
  - **Hud + bindväv** (på palpebraes yta finns ögonfransarna)
- **Conjunctiva - bindhinna**
  - **Täcker dels palpebrae och dels sclera**
  - **Slemhinna**
- Ögonen har sex muskler som styrs frivilligt av kranialnerverna (III, IV, VI)

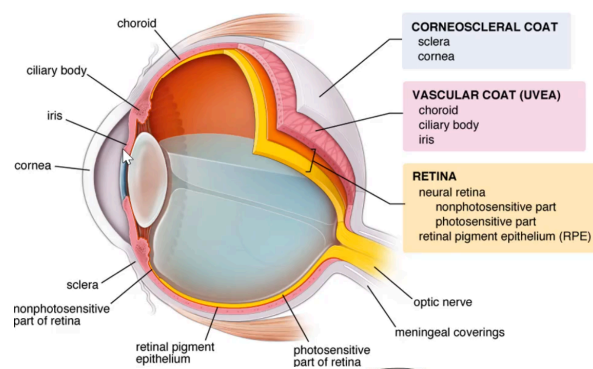


## Frågor

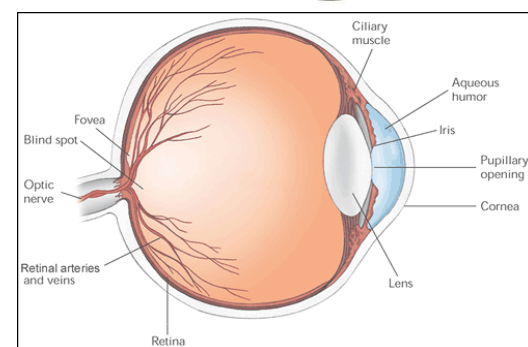
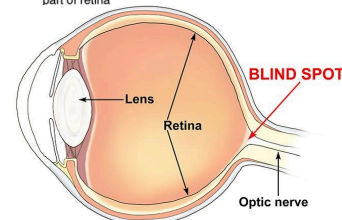
- Vad är ögonlocket respektive bindhinna, vad består de av och deras funktion?
- Vad gör kranialnerverna III, IV, VI?

## Ögats inre lager

- Retina är näthinnan, består av två lager
  - **Retinal lager**
    - **Fotosensitiv – stavar & tappar**
    - **Icke-fotosensitiv – saknar stavar & tappar**
  - **Retinal pigmentepitel (RPE)**
    - Ser till att överflödigt ljus absorberas och inte studsar runt.
- (Icke-fotosensitiva delen täcker corpus ciliare)



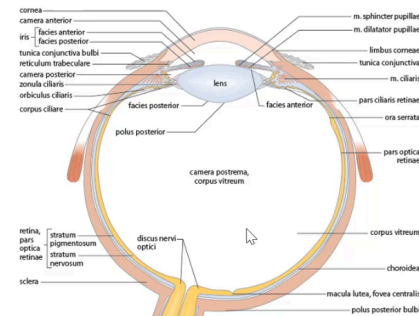
- Posterioert övergår näthinnan/retina till N.opticus (N.II) som leder informationen, **via thalamus till lobus occipitalis**.
- **Papilla nervi optici (synonymt med discus opticus)** är området där nervfiberbuntar från retina samlas och övergår till n.opticus. Det saknar fotoreceptorer, kallas **blinda fläcken och ger ingen synintryck**.
- N.opticus **täcks av meninges**



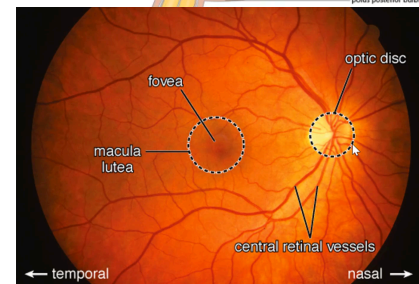


- **Macula lutea – gula fläcken**

- Macula lutea är ett **litet område i retina** med **hög täthet av tappar** och är **gul** (=gula fläcken).
  - Tappar = ser färg
  - Stavar = ser vit/svart
- Näthinnan buktas in, hela inbuktningen kallas **macula lutea**.
- Inbuktningen bildar en **grop, gropen kallas fovea centralis**.

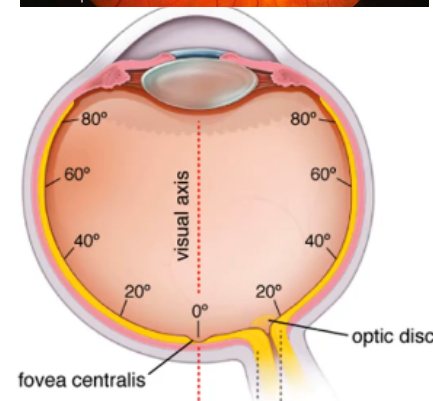


- **Macula lutea ligger i samma linje (“rakt bakom”) som pupillen (se bild)** och är blickfokus tack vare hög täthet av tappar vilket möjliggör skarpt färg- & direktseende.



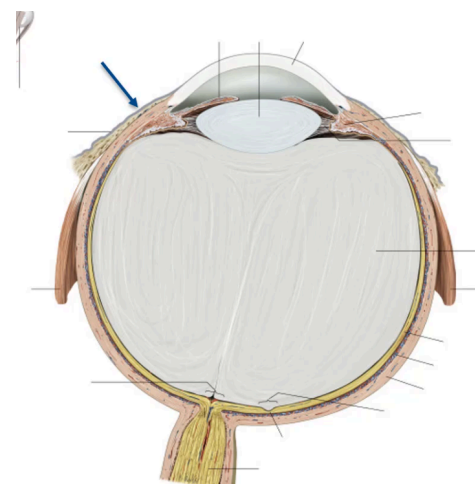
- **Koppling till CNS**

- Fotoreceptorer aktiverar neuroner som leder signaler till N.opticus.
- Signalerna korsas vid **chiasma opticus** (vänster öga → höger hjärnhalva och vice versa)
- Efter chiasma opticus fortsätter informationen i **tractus opticus (synbanan)** som fortsätter till **thalamus där den omkopplas** (vid geniculatum laterale i metathalamus)
- Efter omkopplingen i thalamus leder **radiato optics (nervfibrer)** informationen till **synkortex i lobus occipitalis**.

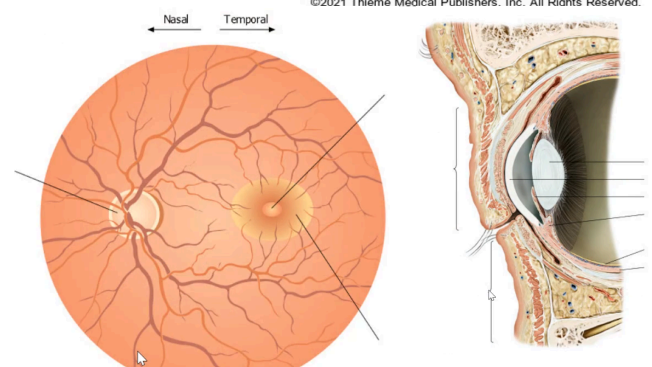


## Frågor

1. Vilka lager består retina av, vilka funktioner?
2. Var finns synnerven, vad är papilla nervi optici och discus opticus?
3. Beskriv lokalisering, funktion och omgivande strukturer av gula fläcken.
4. Hur går syninformationen från ögonen till synkortex?
5. Peka ut följande strukturer.

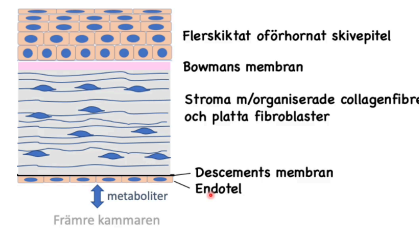


Gilroy, Atlas of Anatomy, 4th ed., Fig. 42.15, Illustrator: M. Voll/K. Wesker, ©2021 Thieme Medical Publishers, Inc. All Rights Reserved.

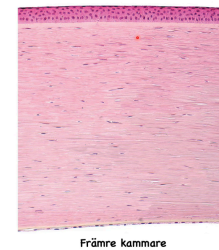


# Ögat histologi (inre lagret)

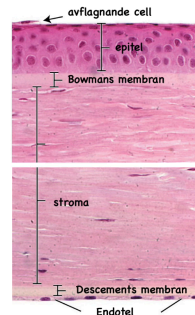
- Sclera
  - *Stram oregelbunden bindväv + elastiska fibrer + blodkärl + nerver*
- Conjunctiva
  - *Flerskiktat cylinderepitel med goblet/bägarceller – ovanligt i kroppen*
- Cornea
  - Genomskinlig med *många nerver* (känslig)
  - Består av flera histologiska lager
    1. *Flerskiktat oförhornat skivepitel – skydd mot mekanisk nötning*
    2. *Bowmans membran – Kollagenrikt och cellfritt lager, syns som tjock basalmembran.*
    3. *Stroma – största delen av cornea med stram regelbunden bindväv (kollagenfibrer + fibroblaster).*
    4. *Descemets membran + endotel – Descemets membran syns som endotelets BM.*
    5. Sedan kommer yttre/främre kammaren med kammarvätska som förser cornea med näring..
  - *Vid övergången mellan conjunctiva och cornea finns corneas stamcellerna.*
  - Övergången till conjunctiva
    - Skiv → cylinder epitel
  - Övergången till sclera
    - Regelbunden stram BV (stroma) → oregelbunden stram BV



Cornea – histologisk snitt



Främre kammare

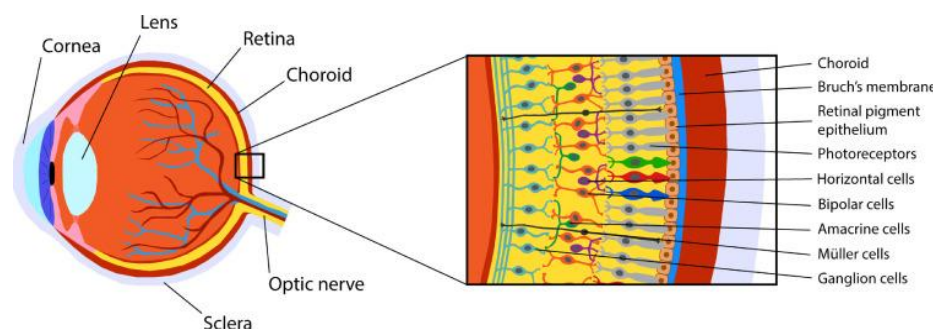


## Frågor

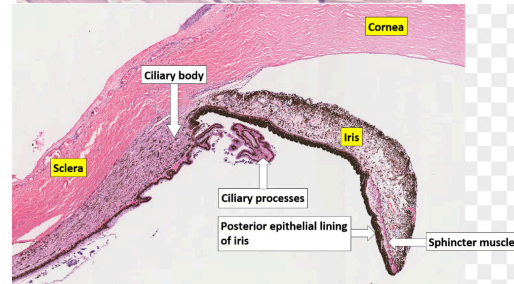
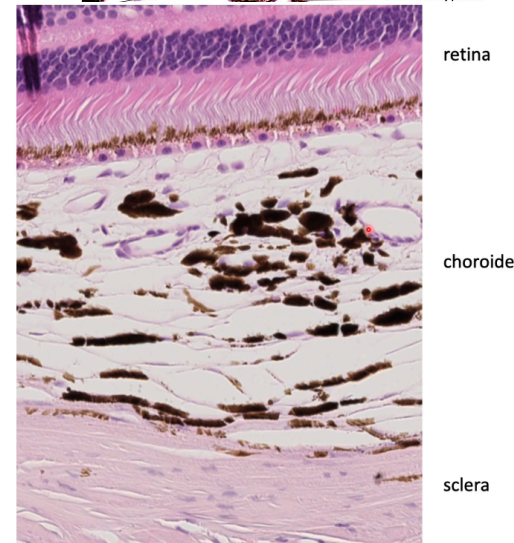
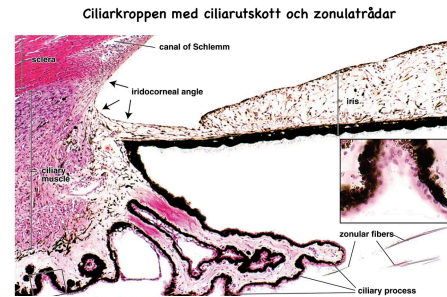
1. Beskriv corneas olika lager, var stamceller finns, och hur övergången till sclera respektive conjunctiva kännetecknas.

# Ögat histologi (mellan lagret)

- Choroidea – åderhinnan
  - *Bindväv med mycket blodkärl och melanocyter (ger choroidea brun färg)*
  - Choroidea är bunden till sclera men *avgränsas till retina via bruchs cellfria membran.*



- Corpus ciliare
  - Likt choroidea, innehåller corpus ciliare **kärl + melanocyter**
  - Från **processus ciliare** sträcker sig **zonulatrådar (kollagen) som binds till linsen** och därmed hålls linsen på plats.
- Iris
  - **Melanin** → ger ögonfärg
  - Innehåller även **glattmuskler** → **styr pupillstorlek**
- Ciliarkroppen och iris har **två lager kubisk epitel** där
  - **Inre lagret är fortsättningen av retinala pigmentlagret**
  - **Yttre lagret är det neuronala retinala lagret som övergått till opigmenterat enkelskiktat kubisk epitel.**
  - Varje lager har sitt eget ursprung och därmed **varsin basalmembran.**
  - Iris båda lager är pigmenterade

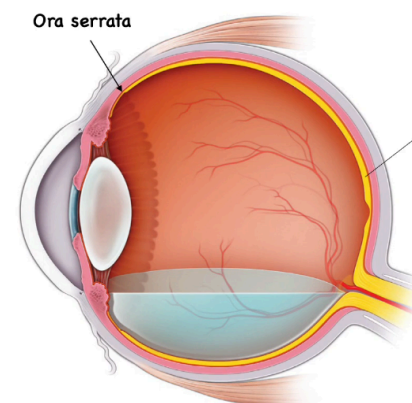


## Frågor

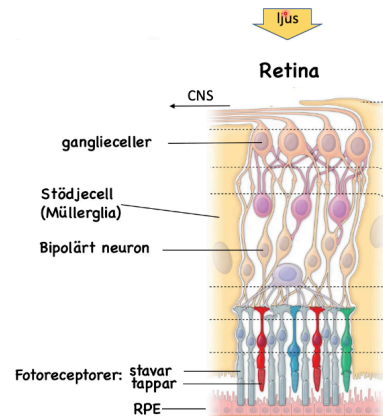
1. Vad består choroidea av och vad är bruchs membran?
2. Vad består corpus ciliare av?
3. Vad består iris av?
4. Beskriv uppbyggnad, ursprung och en skillnad mellan epitelet i iris och ciliarkroppen.

## Ögat histologi (Inre lagret)

- Retina består av **tio lager** där den första är **retinala pigmentepitel (RPE)**, rött på bilden.
- 2-10 är de retinala lagren.
- Alla dessa lager omges av **stödjeceller (Mullerglia)**.
- Här finns även **bipolära neuron (en dendrit + ett axon)**
  - Bipolära neuron bildar **synaps med fotoreceptorer** (tappar och stavar).

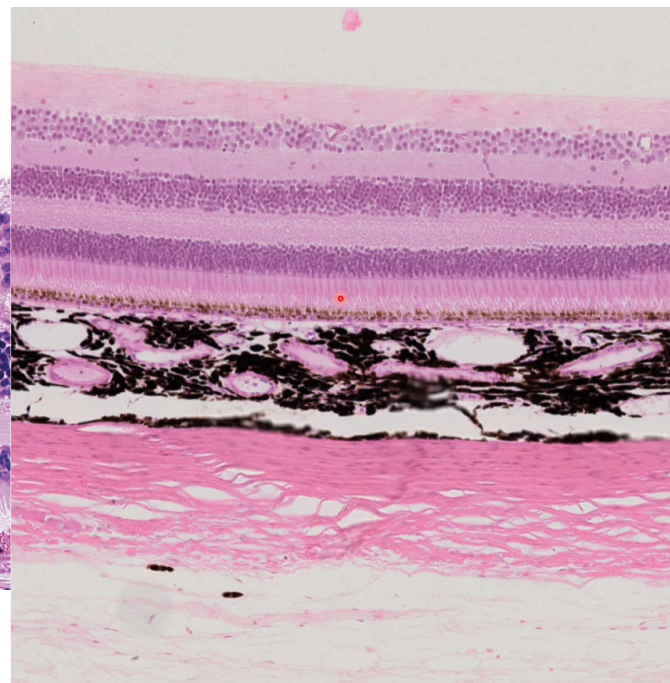
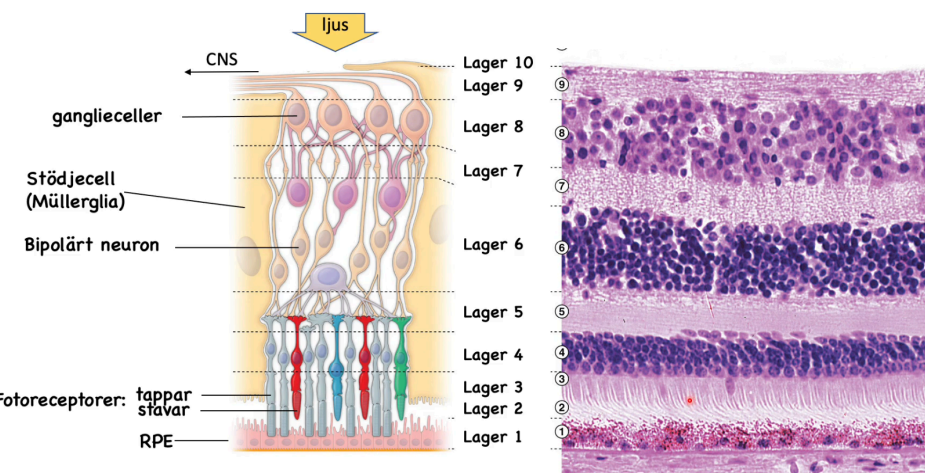


- Vid aktivering överför **bipolära neuron signaler via sitt axon till ganglieceller.**
- Gangliecellernas axon överför informationen vidare till occipitalloben (**efter synaptisk omkoppling med bipolära neuronerna**).
  - Gangliecellernas axoner **bildar N. opticus.**



- I dessa lager finns även **horisontella och amakrina celler**
  - Horisontella synapsar med fotoreceptorerna och bipolära neuronerna och därmed **modifiera signalen**
  - **Amakrina synapsar med gangliecellerna och bipolära.**
- Stavar & tappor
  - På sitt yta (mot RPE) finns proteiner som är ständigt bundna till sin ligand. När ljus träffas, **ändras ligandens form och receptorn aktiveras.**

1. Retinala pigmentepitel (**RPE**)
2. Stavar och tappars **ljuskänsliga segment** – receptorer med ligand
3. **Membrana limitans externa** – stödjecellernas apikala yta
4. **Stavar och tappars cellkärnor**
5. **Yttre plexiforma skiktet** – Första omkopplingsstationen
  - Fotoreceptorernas synaps med andra celler
6. **Inre kärnlager** – Bipolära neuroners och stödjecellernas **cellkärnor**
7. **Inre plexiforma skiktet** – Andra omkopplingsstationen
  - Bipolära neuroners synaps med ganglieceller
8. **Gangliecellslagret med deras cellkärnor**
9. **Nervfiberlagret** – Gangliecellernas axoner
10. **Membrana limitans interna** – Stödjecellernas basala membran

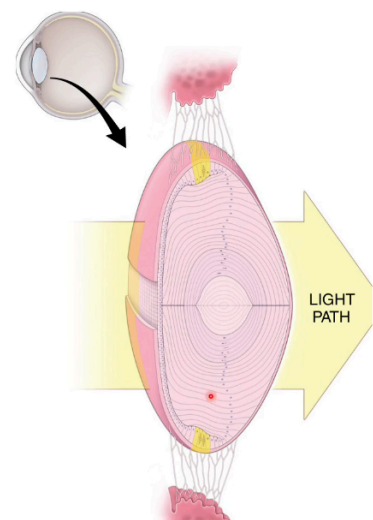


## Frågor

1. Beskriv syninformationens väg genom retina till n.opticus.
2. Vilka axoner bygger upp n. opticus
3. Vad menas med horisontella och amakrina celler?
4. Hur aktiveras fotoreceptorer?
5. Beskriv histologiska uppbyggnaden av retinas tio lager.

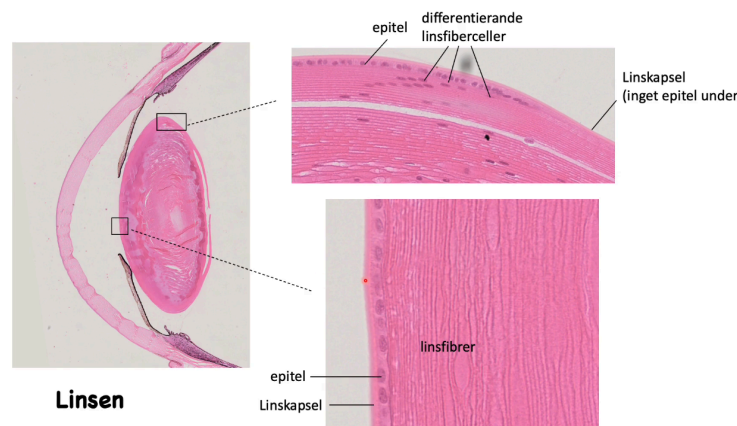
## Ögat histologi (lins och glaskropp)

- Linsen
  - **Bikonvex och transparent struktur**
    - **Saknar därmed cellkärnor, nerver och har nästan ingen bindväv**
  - Linsen omsluts av en **linskapsel (basal lamina)**
  - **Innan för linskapseln finns enkelskiktat kubiskepitel**
    - Epitelet finns **endast på utsidan (nära pupillen) men inte på insidan** (mot synnerven).
  - Linsen är fylld med **speciella epitelceller – linsfibercellerna**
    - **Avlånga & platta celler som saknar cellkärna och organeller**
    - Fylld av proteinet **crystallin** – bidrar till genomskinlighet
  - **Linsfibercellerna bildar lökliknande lager**
- Glaskroppen – corpus vitreum
  - **Enstaka celler**
  - **Trögflytande, innehåller 99% vatten**
  - **Resterande består av kollagen + grundsubstans**



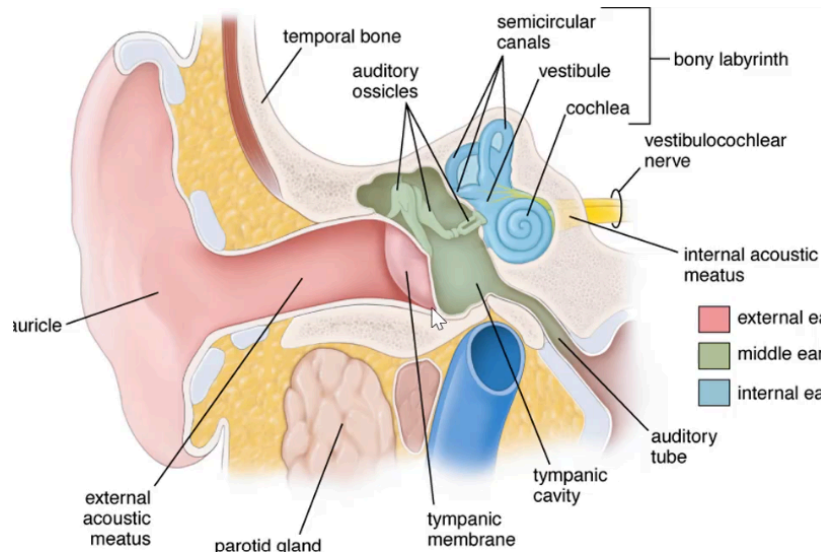
## Frågor

1. Vad är linsen? Beskriv linsens histologiska uppbyggnad.
2. Vad består corpus vitreum av?



# Örat (auris)

- Örat består av tre delar, *ytterörat*, *mellanörat* och *innerörat*
  - *Ytterörat* – *auris externa*
  - *Mellanörat* – *auris media*
  - *Innerörat* – *auris interna*

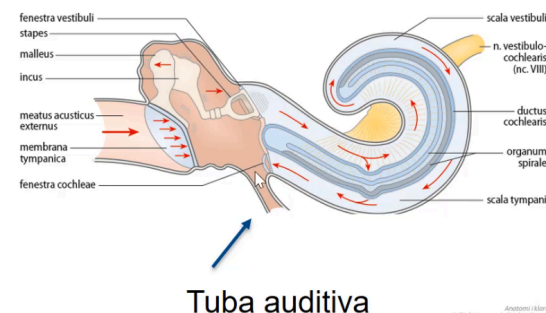


- *Auris externa* består av
  - *Auricula* – öronmusslan (“örat”)
  - *Meatus acusticus externus* – Yttre hörselgången
  - **Funktion**
    - Vindlingarna i auricula *hjälper hjärnan att känna igen ljudkälla/riktning*
- *Trumhinnan, membrana tympani, utgör gränsen mellan auris externa och auris media.*

- *Auris media* består av
  - (*Membrana tympani med malleus, ett hörselben*)
  - *De tre hörselbenen*
    1. *Malleus* – *hammaren*
    2. *Incus* – *stüdet*
    3. *Stapes* – *stigbygeln*
  - *Ovala fönstret (fenestra vestibuli) och runda fönstret (fenestra cochlea)*
    - Utgör gränsen mellan *auris media* och *auris interna*
  - *Tuba auditiva* – Kopplar *auris media* till svalget



- *Auris interna*
  - *Auris interna* är *helt innesluten av temporalbenet*.
  - Består av två delar
    - *Benlabyrinten*
    - *Hinnlabyrinten*



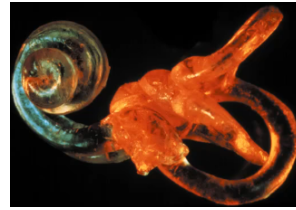
- Benlabyrinten är *håligheter i os temporale*.
- **I dessa håligheter (benlabyrinten) finns hinnlabyrinten.**
- Här finns balans- & hörselorganet vars nerver kopplas samman till en större kranialnerv, *vestibulocochlearis (N.VIII)*.

## Frågor

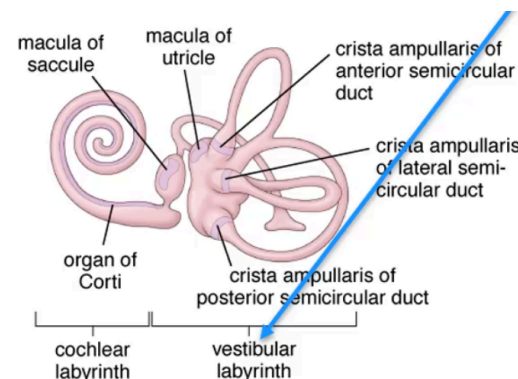
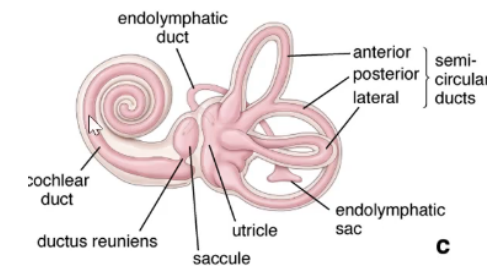
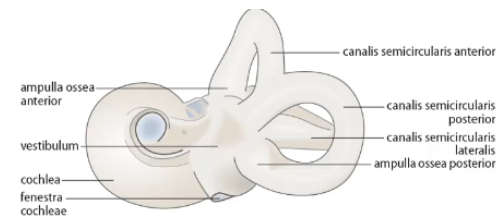
1. Vilka tre delar består örat av? Vad består respektive del av?
2. Vilken nerv förmedlar hörseln?

# Inneröra

- Benlabyrinten utgörs av håligheter i os temporale, där **väggarna består av ben**, och själva **labyrinten utgörs av dessa hålrum**.
- Benlabyrinten består av tre delar
  - **Canalis semicircularis – benbåggångar**
    - *Semicircular*
  - **Vestibulum – vestibularapparat**
  - **Cochlea – öronsnäcka**
  - Hålrummen fylls med *perilymfa* som har en **annan saltsammansättning än endolymfa**



- Hinnlabyrinten (ljusrosa på bild) finns **i benlabyrinten**
  - I benlabyrinten finns strukturer vars väggar består av hinnor – **hinnlabyrinten**.
  - Består av tre delar
    - **Ductus semicircularis – båggångar**
      - Strukturer som hittas i benbåggångar (canalis semicircularis).
    - **Saccule & utriculus – hinnsäckar**
    - **Ductus cochlearis – hinnsnäcka**
      - Finns i cochlea
  - Ductus semicircularis + saccule + utriculus = vestibular labyrint (**balansfunktion**)
  - Ductus cochlearis = cochlear labyrint (**hörsel**)
  - Hinnlabyrinten är fylld av **endolymfa som har en annan saltsammansättning än perilymfa**.



## Frågor

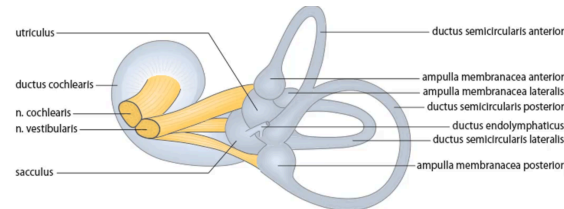
1. Beskriv uppbyggnaden av ben- & hinnlabyrinten, var de finns och vad de består av och vilka funktioner de har.

# Inneröra (balans)

- Balansapparaten består av *ductus semicircularis (båggångar)*, *saccule och utriculus (hinnsäckar)*

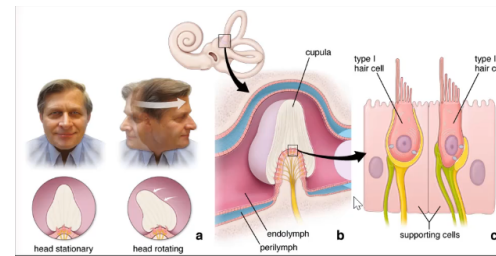
- **Ductus semicircularis**

- Innehåller *tre vinkelräta båggångar, ductus semicircularis – i vardera öra*
- Där båggångarna binds till hinnsäckarna bildas *ampulla (utbuktning) som innehåller crista ampullaris (där sinnescellerna finns) som känner rotation.*



- **Crista ampullaris**

- I ampulla finns crista ampullaris med *sinnesceller vars hårutskott är inbäddade i geléaktiga cupula.*
- Vid rotation rör sig endolymfan → *böjs cupulan och därmed sinnescellernas utskott* → genererar nervsignal till hjärnan.

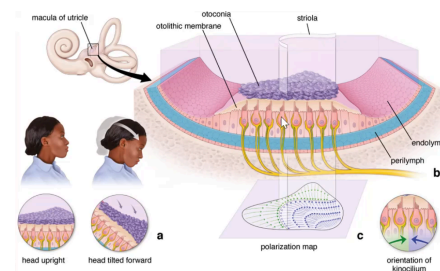


- **Saccule och utriculus**

- *Förskjutna 90° mot varandra (vertikal & horisontal)*
- Hinnsäckarna innehåller *macula med otoliter (kristaller) som finns i gelliknande substans* → *känner igen linjär acceleration/retardation (känner inte igen konstant hastighet)*

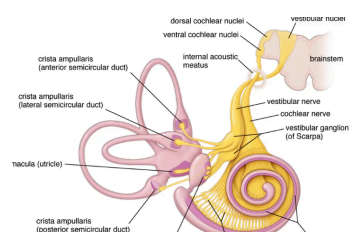
- **Macula (saccule & utriculus)**

- I macula finns *sinnesceller med hårutskott.*
- *Otoliter (kristaller) finns i geléaktig substans – otolitmembran (otoliter är tyngre än membranet!).*
- Vid acceleration/retardation förskjuts otoliterna → *hårutskotten böjs* → genererar nervsignal till hjärnan.



- **Nerver i balansorganen**

- **Ganglion scarpa** – Innehåller bipolära neuroner som tar emot balans-signaler (från båggångar och hinnsäckar) och skickar vidare i sina *axoner som bygger upp n.vestibularis*
- **N.vestibularis** – Utgör *balansdelen av kranialnerv VIII*
- **Balanscentrum** – *N. vestibularis* skickar afferenta signaler *från balansorganen till vestibulariskärnor* (i medulla & pons)





som i sin tur **skickar vidare till cerebellum** och **cortex cerebri vid sulcus lateralis** (nära cerebellum)

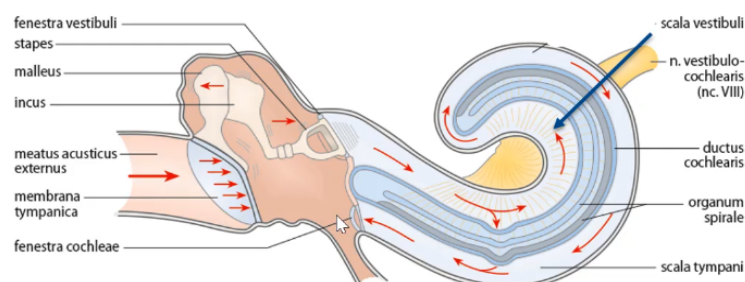
- **Cerebellum – koordinerar balans** med hjälp av denna information.

## Frågor

1. Vad består balansdelen av innerörat av?
2. Vad består ductus semicircularis av och vilken funktion uppfyller de?
3. Vad består hinnsäckarna av och vilken funktion uppfyller dem?
4. Beskriv funktionen översiktligt av balansorganen.
5. Vad kallas sensoriska balans-ganglion och nerven för balansorganen?
6. Hur bidrar balanscentrum till cerebellums funktion?

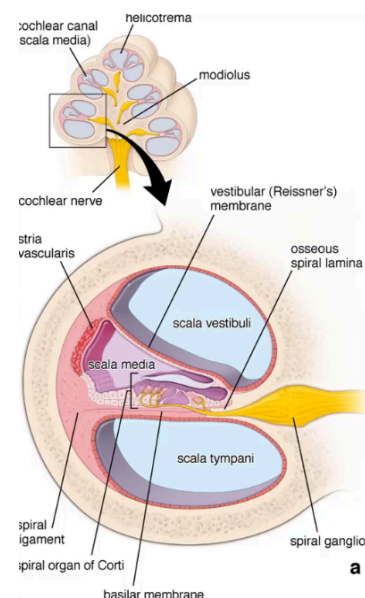
## Inneröra (hörsel)

- **Stapes** fäster till **ovala fönstret, fenestra cochlea** – gränsen mellan *auris interna* och *auris media*
- Ljudvågor överförs **från stapes till fenestra vestibuli** och rör sig därefter i **scala vestibuli**. När ljudet vänder kallas området **scala tympani** istället.
- Ljudet går ut via **scala tympani** till *auris media* och “försvinner”.
- Scala vestibuli & tympani är en **del av benlabyrinten** och därmed fylld med **perilymfa**



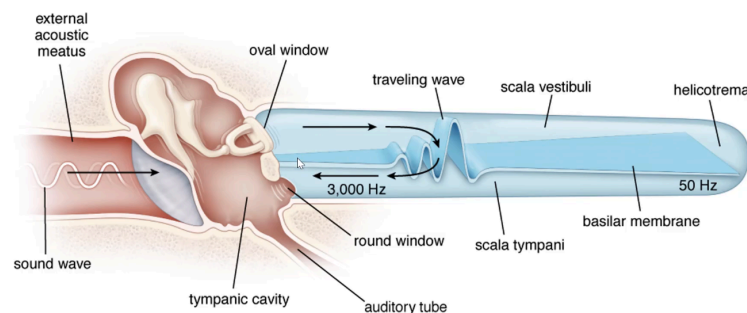
- **Ductus cochlearis** (även kallad **scala media**) är en del av **hinnlabyrinten** och utgör strukturen i mitten av bilden, omgiven av de blå linjerna.
  - I scala media finns det **cortiska organet (organum spirale)**
  - Cortiska organets funktion är att överföra **mekanisk signal (ljudvågor) till elektrisk signal** (nervimpuls till hjärnan) **mha sinnesceller**.

- I ett tvärsnitt av cochlea syns tre håligheter:
  - Överst **scala vestibuli** (dit ljudvågor förs in)
  - Nederst **scala tympani** (där ljudvågor leds ut)
  - I mitten **scala media** (= ductus cochlearis) som tillhör hinnlabyrinten.
  - Under scala media (mellan scala media och scala tympani) finns ett **lamina basilaris (bindväv) som också är under det cortiska organet**.

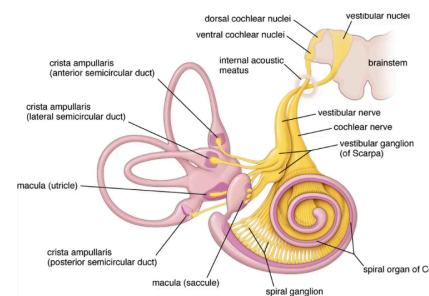


- **Ljudvågorna orsakar rörelse i bl.a lamina basilaris**
- **Stria vascularis är kärlrik och bidrar till att avgränsa endo- från perilymfan.**
- **Stria vascularis upprätthåller hög  $[K^+]$  och därmed bidrar till nervsignal-initieringen.**
- **Cortiska organet**
  - **Innehåller sinnesceller som omvandlar mekanisk signal → nervimpuls.**
  - **Sinnescellernas hårutskott finns i *geléaktiga membrana tectoria*.**
  - **När ljudvågor kommer in, *vibrerar dessa hårutskott* → *initierar nervimpuls*.**
  - **Dessa hårutskott *har olika längder och därmed känsliga för olika frekvenser*.**

- *(Lamina basilaris är smal och stel vid ovala fönstret och bredare och mer flexibel längre in i cochlea. Detta gör att olika delar vibrerar vid olika frekvenser vilket möjliggör uppfattning av olika frekvenser.)*



- **Koppling till CNS**
  - **Spinal ganglier** – Hörselsnäcken har flera mindre ganglion som har sina dendriter i **respektive del vid cortiska organets sinnesceller**. Alla axoner (*från de olika spinalganglier*) utgör senare **n.cochlearis**.
    - **N.cochlearis möter n.vestibularis och bildar kranialnerven n.vestibulocochlearis**
  - **Hörsel → lobus temporalis**
  - **Balans → cerebellum (+ cortex cerebri)**



## Frågor

1. Beskriv kort ljudets väg (från ytterörat, till innerörat och sedan ut).
2. Är scala vestibuli & tympani en del benlabyrinten?
3. Vilken viktig struktur innehåller scala media? Vad är dess funktion?
4. Vad är lamina basilaris? Vilka funktioner har det?
5. Vad är stria vascularis? Vilka funktioner har den?
6. Beskriv uppbyggnaden av det cortiska organet.
7. (Hur känner vi igen olika ljudfrekvenser?)
8. Hur går informationen från örat till CNS och var i CNS?

# Ytter- och mellanörat (histologi)

- Auris externa
  - **Auricula** (öronmusslan)
    - Beklädd med **hud + svettkörtlar**
    - **Auricula stöds av elastisk brosk (flexibel)**
  - **Meatus acusticus externus** (hörselgången)
    - Huden + elastisk brosk fortsätter in,  $\frac{1}{3}$  av samma hud som auricula
    - I de andra  $\frac{2}{3}$  finns apokrina körtlar (öronvax-produktion) och röret stöds av **ben istället för brosk**
- **Membrana tympani (tre lager)**
  1. *Utsidan – hud (utan hår)*
  2. *Insidan – enkelskiktat kubisk epitel*
  3. *Mellan – bindväv med många kollagenfibrer*
- Auris media
  - **Hörselben stabiliseras via ligament**
  - I väggen finns **muskler som binder till malleus respektive stapes** och kan kontrahera och därmed dämpa rörelse av dessa hörselben vid höga ljudnivåer.
  - **Allt bekläs av enkelt kubisk epitel.**
  - **Dock har tuba auditiva respiratorisk epitel (likt nasopharynx)**

## Frågor

1. Beskriv översiktligt histologiska uppbyggnaden av ytter- och mellanörat.
2. Beskriv uppbyggnaden av membrana tympani.

# Innerörat (histologi)

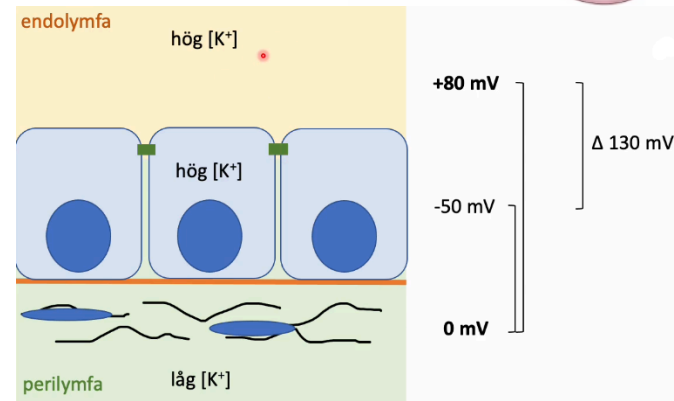
- Benlabyrint
  - **Kompakt ben (os temporale) med vätskefylld hålrum**
  - Vätska är **perilymfa med låg  $[K^+]$**
- Hinnlabyrint/membranlabyrint
  - Består av **bindväv och på insidan av epitel.**
  - Mot epitelet (insidan) finns **endolymfa med hög  $[K^+]$**
  - Bindväv badar i **perilymfan.**
  - Sensoriska områden i hinnlabyrint
    - **Cortiska organ (hörsel, de andra är för balans)**



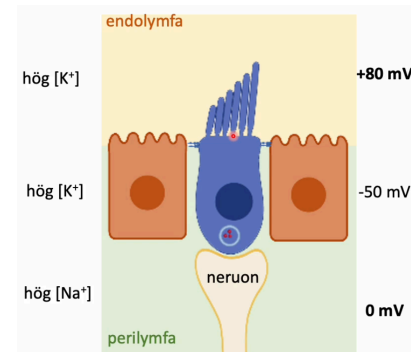
- *Crista ampullaris (i tre olika båggångar, ductus semicircularis)*
- *Utriculus*
- *Succulus*



- Perilymfa & endolympfa
  - Epitelet (i hinnlabyrinten) är enkel kubisk som hålls samman av **tight junction** och därmed **hindrar diffusion av  $K^+$**  och **upprätthåller  $K^+$ -gradienten**
  - $[K^+]$  i endolympfan, i cellerna och i perilympfan är olika vilket bildar en **membranpotential** vilket är **viktigt för att initiera elektrisk impuls**.



- *Epitelet vid sensoriska områden/organ*
  - *Sinnescellerna* har en apikal ytspecialisering, **hårutskott (stereocilier) med olika längder**.
  - *Sinnescellerna* har **dendrit (bipolär neuron från scarpa ganglion) nära cellkroppen, basalt**.
    - När sinnescellerna aktiveras, **frigörs neurotransmittorer** → **skickar signal till hjärnan**.
    - När stereocilierna **böjs** (pga mekanisk påverkan, t.ex ljud) **öppnas stereociliernas kalciumjonkanaler** → **sinnescellerna aktiveras**.
    - **Kaliumjoner flödar in i cellen – depolarisation** → **neurotransmittorer frisätts**.
  - Längs sinnescellerna **finns epitelvävnad**.



## Frågor

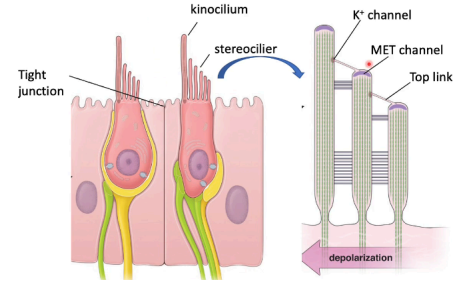
1. Beskriv histologiska uppbyggnaden av benlabyrint & membranlabyrint.
2. Var finns de sensoriska organen?
3. Vad är peri- & endolympfa, hur upprätthålls saltgradienten?
4. Beskriv uppbyggnaden och aktiveringen av sinnescellerna.

## Innerörat (histologi)

- Macula i utriculus & sacculus
  - Vid acceleration/retardation **förskjuts otoliterna i förhållande till otolitmembranet vilket böjer stereocilierna** →  **$[K^+]$ kanaler öppnas**

- → *Kalium flödar in (depolarisation) → neurotransmittorer frigörs till perilymfan där dendriten finns → nervimpuls initieras.*
- *Dessa två macula kan registrera acceleration/retardation i alla riktningar tillsammans*

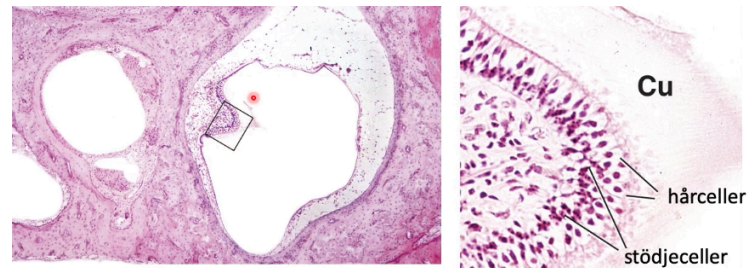
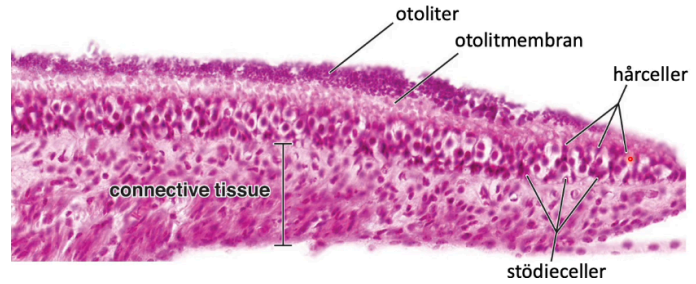
- Hårcellerna *finns inbakade i epitelvävnaden.*
- *Liknande mekanism i crista ampullaris*
  - *Här finns dock cupula istället för otolit/otolitmembran.*
  - *Cupula är också geléaktigt (likt otolitmembran)!*



- Första bilden visar macula
- Andra bilden visar crista ampullaris.

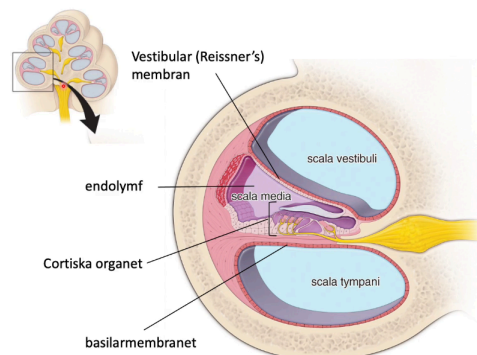
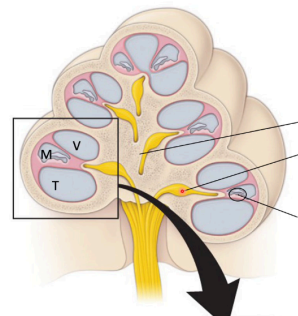
### Frågor

1. Beskriv kort hur macula i sacculus/utriculus fungerar.
2. Var finns sensoriska cellerna i macula i sacculus & macula?
3. Hur fungerar crista ampullaris?
4. Beskriv kort histologiska uppbyggnaden av macula/crista ampullaris.



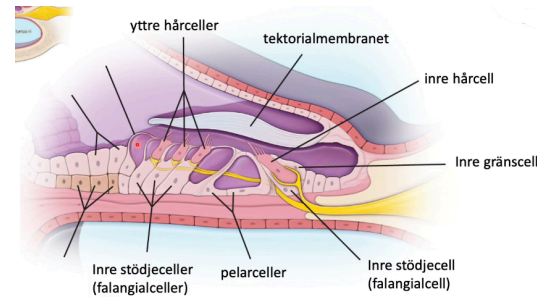
## Innerörat (histologi)

- Cortiska organet
  - I tvärsnitt av cochlea syns *kornformat-ben med flera spinalganglier*
  - *Cortiska organet* är spiralformad.
- *Mellan scala vestibuli och scala media finns vestibulara membran.*
- *Mellan scala media och scala tympani finns basalmembran/lamina basilaris som vibrerar av ljudvågorna.*



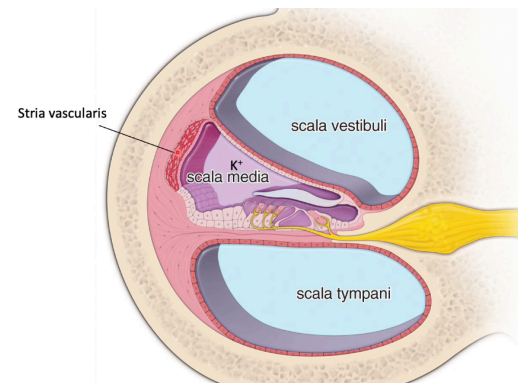
- **Cortiska organet**

- Från *vestibulara membranet* utsträcker sig *tektorial membran* som täcker *cortiska organets stereocilier* (från *sinnescellerna*)
  - *Hårutskotten/stereocilier* har olika längder
- Hårcellerna *vilar på stödjeceller (falangialceller)*
- När ljudvågor kommer in, kommer *lamina basilaris* att *vibrera* och därmed kommer *stereocilierna* att *förskjutas i förhållande till membrana tektoria* → *kaliumkanaler öppnas* → *depolarisation* → *neurotransmittorer frisläpps* → *nervimpuls*.
- Hårcellerna *finns i en rad på insidan och i tre olika rader på utsidan*

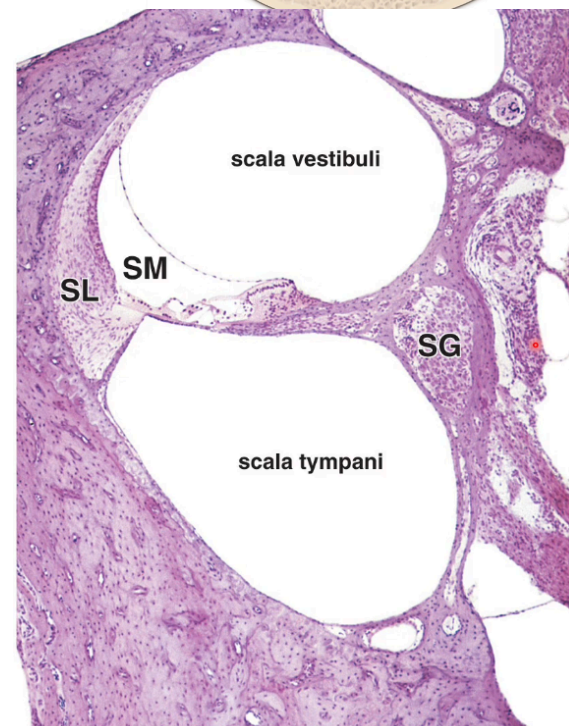


- **Stria vascularis**

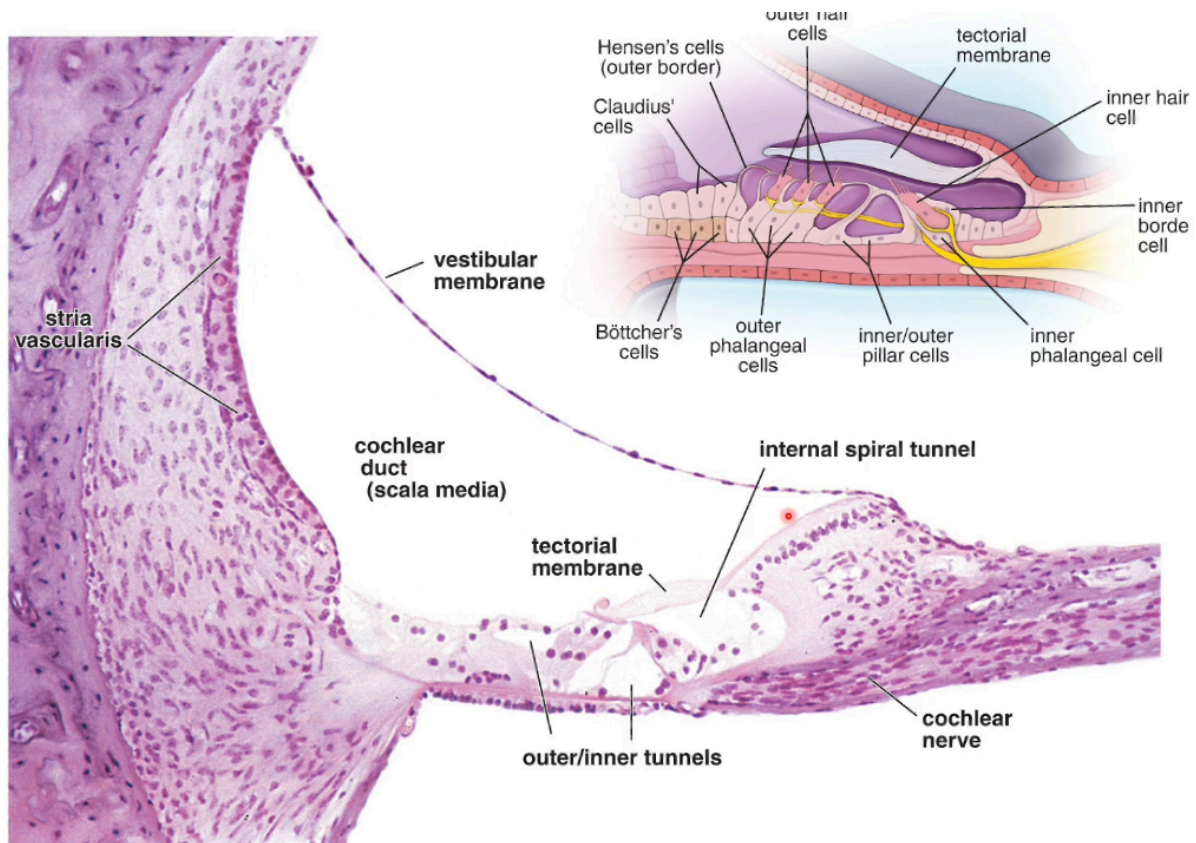
- Viktig för att upprätthålla hög  $[K^+]$
- Rikt vaskulariserade då K-pump kräver *mycket energi*.
- Består innerst (mot scala media) av *epitel*.
- *Under epitelet finns melanocyter och många små kapillärer*.



- Vid scala vestibuli syns *vestibular membranet*, under membranet finns *scala media (SM)*
- Till höger om SM syns det cortiska *organet med membrana tektoria från vestibulara membranet*.
- *Stria vascularis finns på väggen av SM (vänster)*.
- Mellan scala vestibuli & tympani syns *lamina basilaris*.



- Cortiska organet (histologiskt)
  - Det *cellfria tektoriala membranet* syns.
  - På *lamina basilaris* vilar *stödjecellerna med hårcellerna ovanpå* (*Stereocilierna* syns som en "brush-border")



## Frågor

1. Vilken struktur finns mellan scala vestibuli, media och tympani?
2. Vilken struktur är viktig för att fånga upp ljudvågor?
3. Vilket ursprung har membrana tectoria och vilken funktion har den?
4. Hur omvandlas mekanisk signal till elektrisk signal?
5. Beskriv histologiska uppbyggnaden och funktionen av stria vascularis.
6. Var hittas stödje- respektive sinnescellerna i histologiskt snitt av cortiska organet?
7. (Kolla på de histologiska bilderna!)