



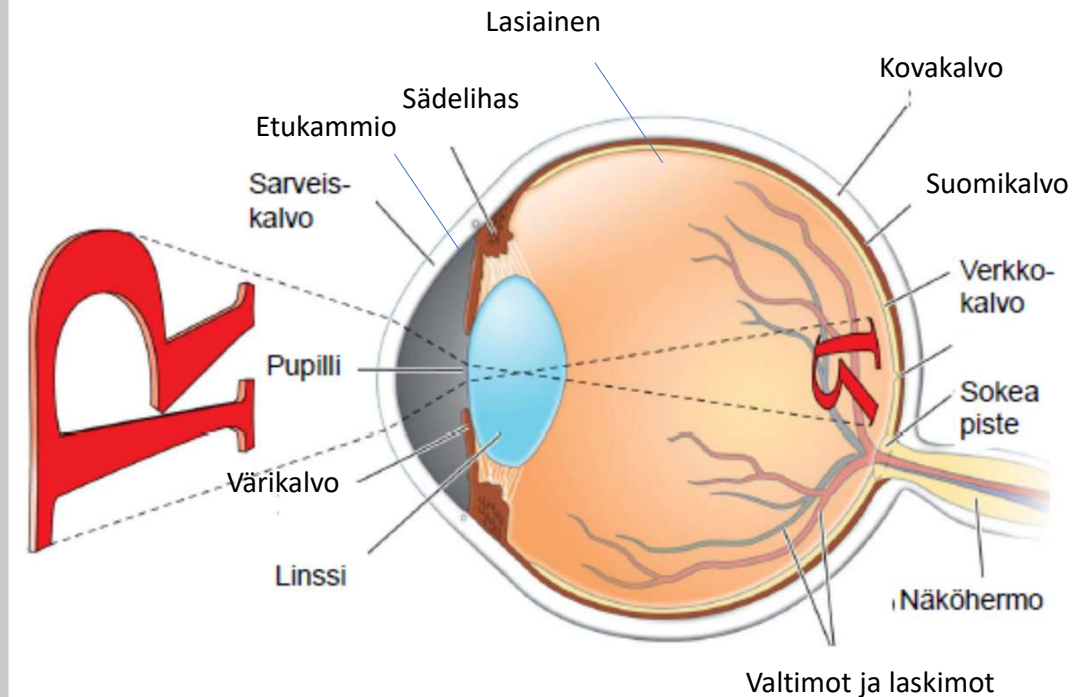
Aistit: Näkö, haju,  
maku

12.3.2024



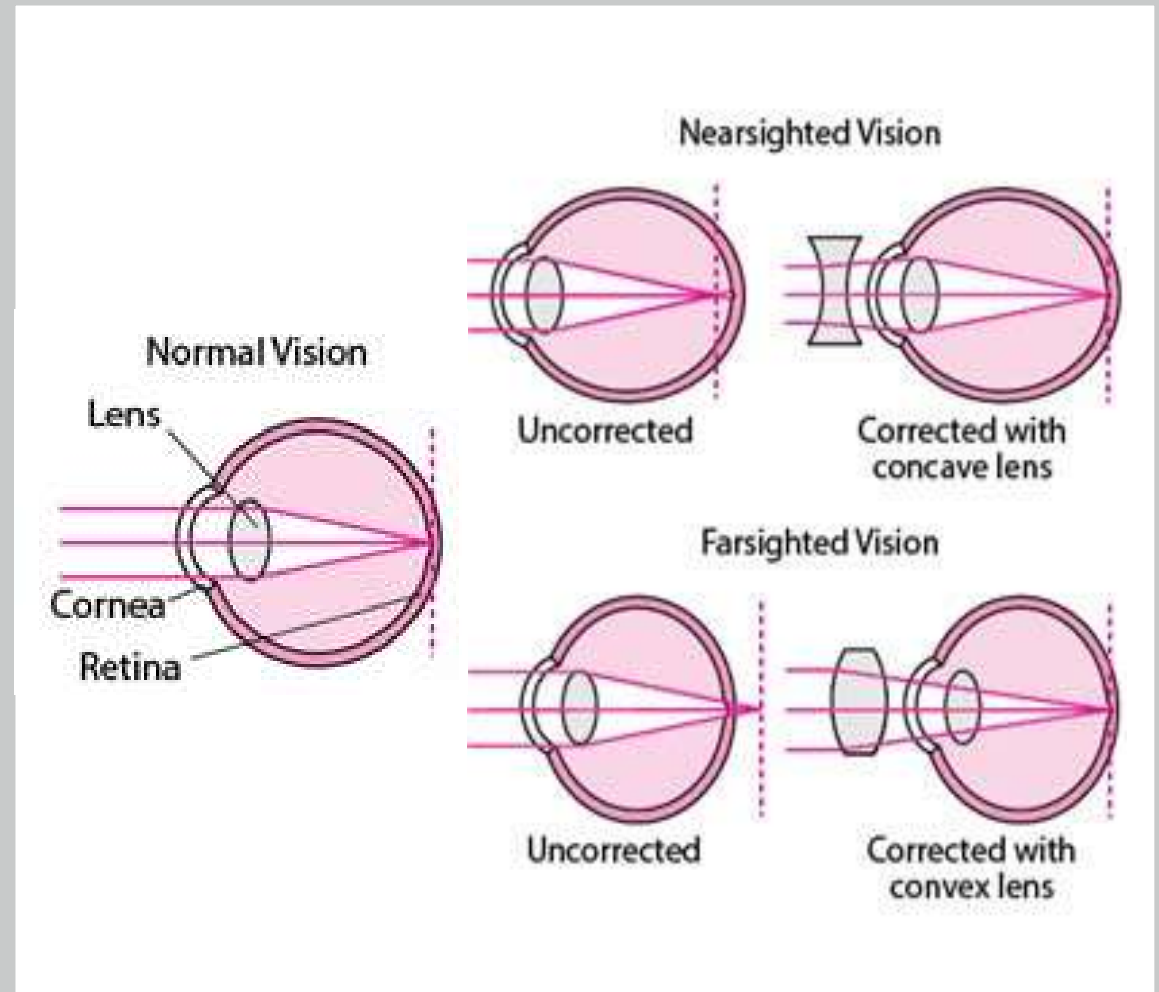
# Näköaisti

- Valo taittuu silmän sarveiskalvon, etukammion, linssin ja lasiainen läpi verkkokalvolle, jossa reseptorisolut sijaitsevat ja lähettävät hermoimpulsseja näköhermoa pitkin näköaivokuorelle



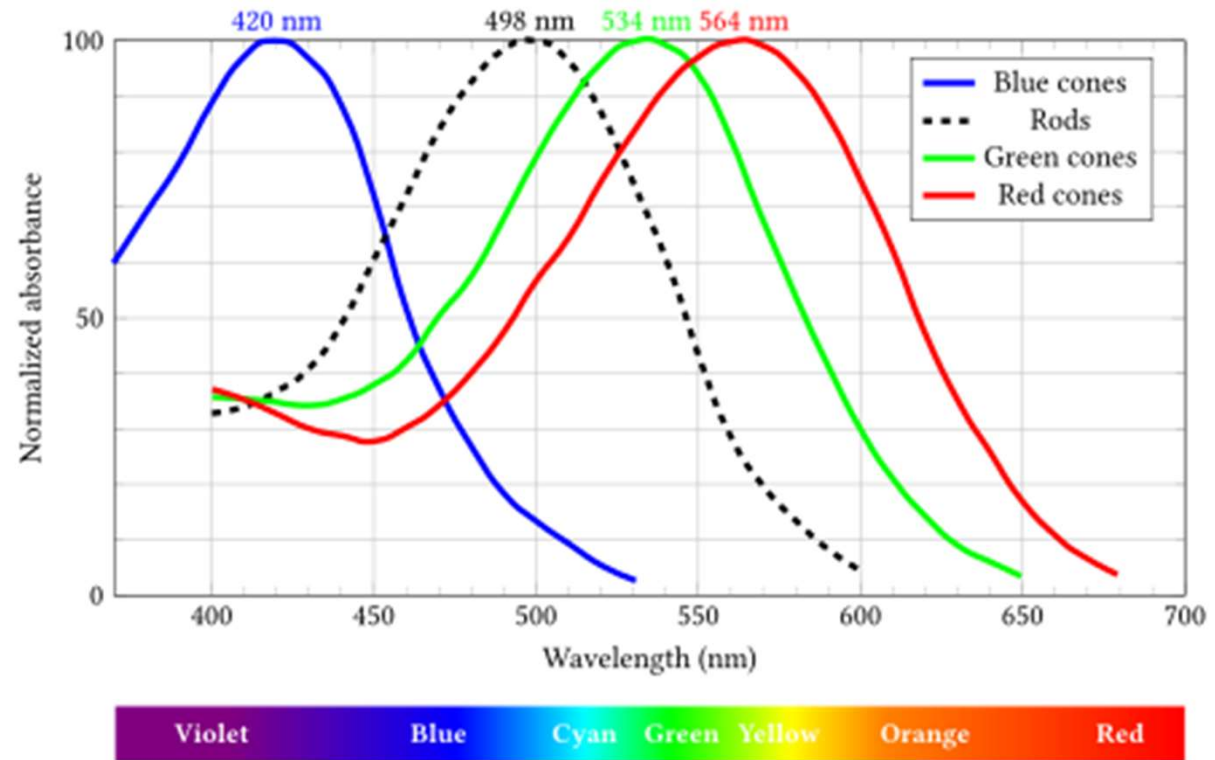
# Silmän optiikan rooli kuvanmuodostuksessa

- Valonmäärää säätelevät värikalvossa sij. pupillin kuroja- ja laajentajalihakset
- Valon taittumista säätelee sädelihas linssin taitto-ominaisuuksia muuttamalla
- ✓ akkomodaatio = sädelihas supistuu/veltoستuu lähelle/kauas katsottaessa
- ✓ Myopia
- ✓ hyperopia
- Sarveiskalvo ja linssi verisuonettomia



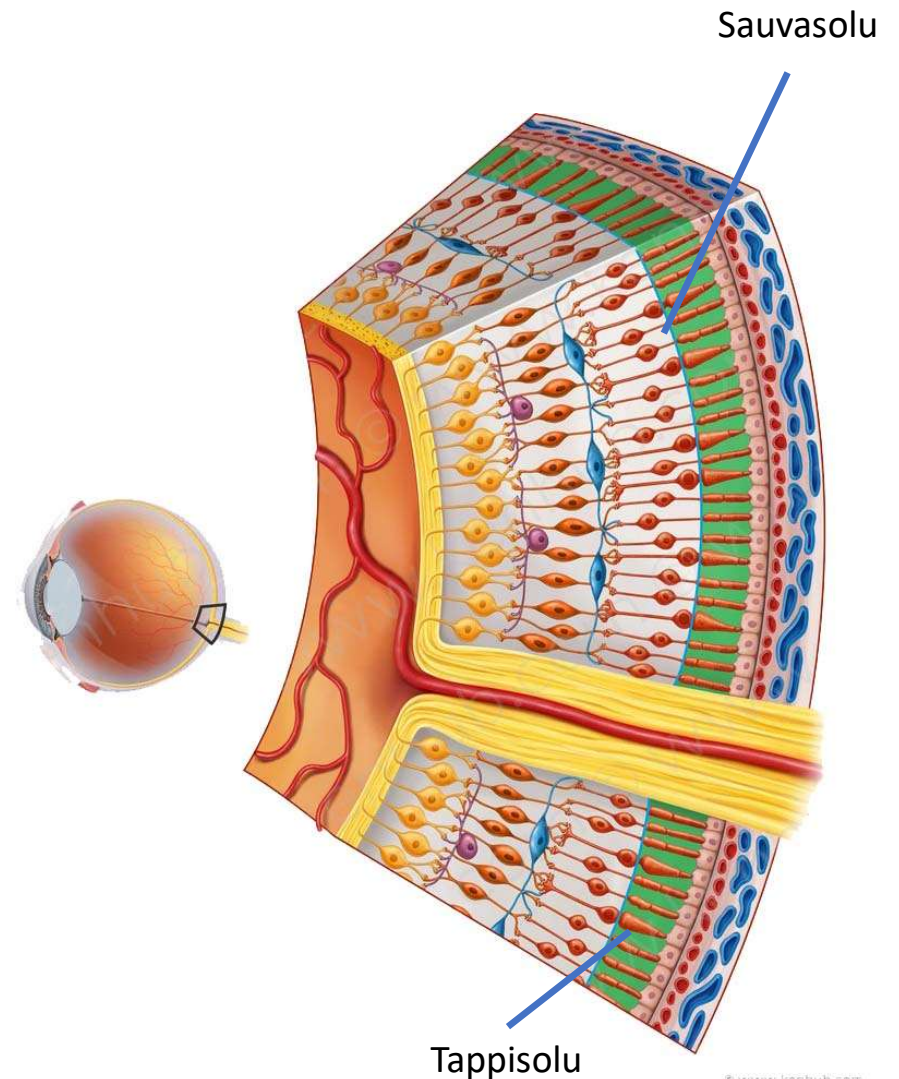
# Verkkokalvon rakenne ja toiminta

- Ihmisen verkkokalvon fotoreseptorit herkkiä näkyvälle valolle (n. 400-700 nm)
- Verkkokalvossa fotoreseptorien lisäksi muita hermosoluja ja tukisoluja → näköinformaatio muokkautuu jo verkkokalvossa



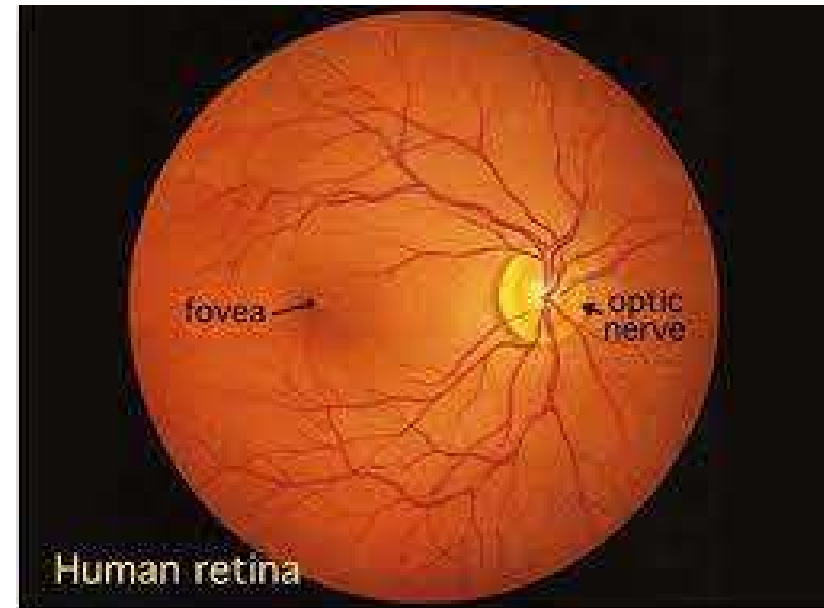
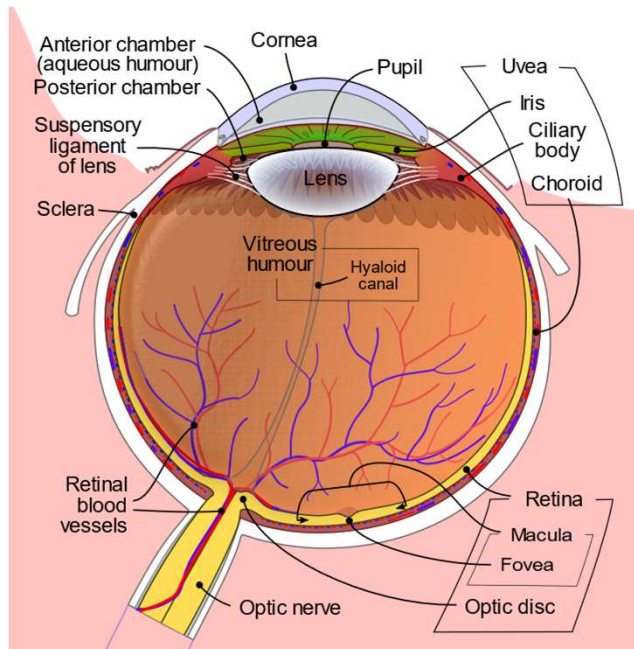
# Sauva- ja tappisolut

- Kummassakin silmässä n. 125 milj. sauvasolua
- ✓ Hämäränäkö: n. 5 fotonia riittää näköhavaintoon
- Tappisoluja n. 5 milj. per silmä
- ✓ Väri näkö
- Verkkokalvossa pohjimmaisina



# Tarkan näkemisen alueella on runsaasti tappeja

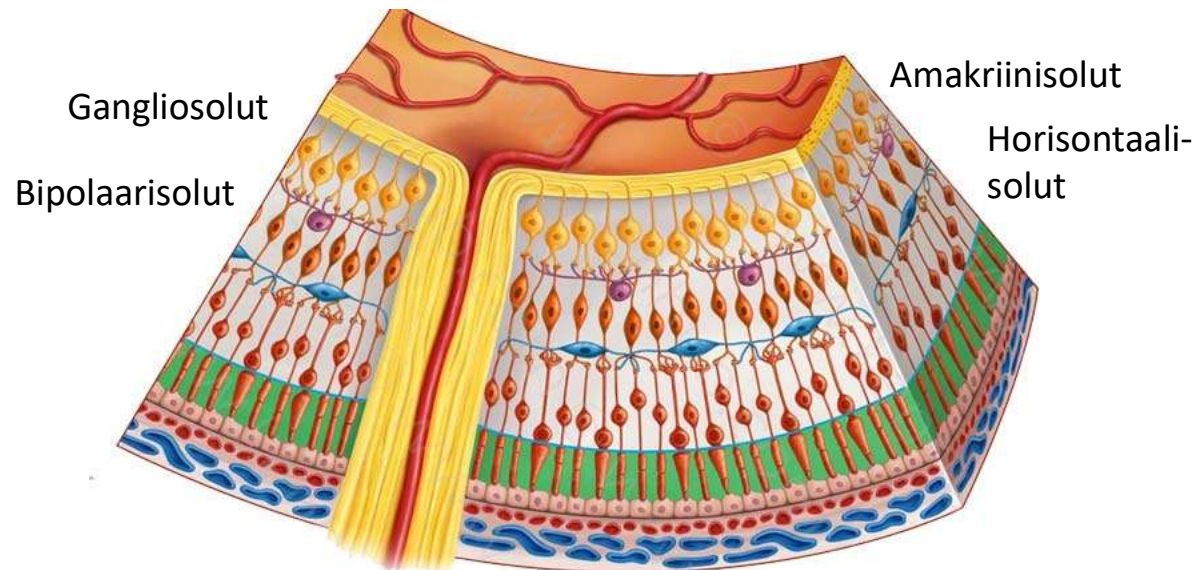
- Keltatäplä eli makula
- Verkkokalvon keskikuoppa eli fovea
- Näköhermon nysty: ei reseptorisoluja, ns. 'sokea piste'



Wikipedia

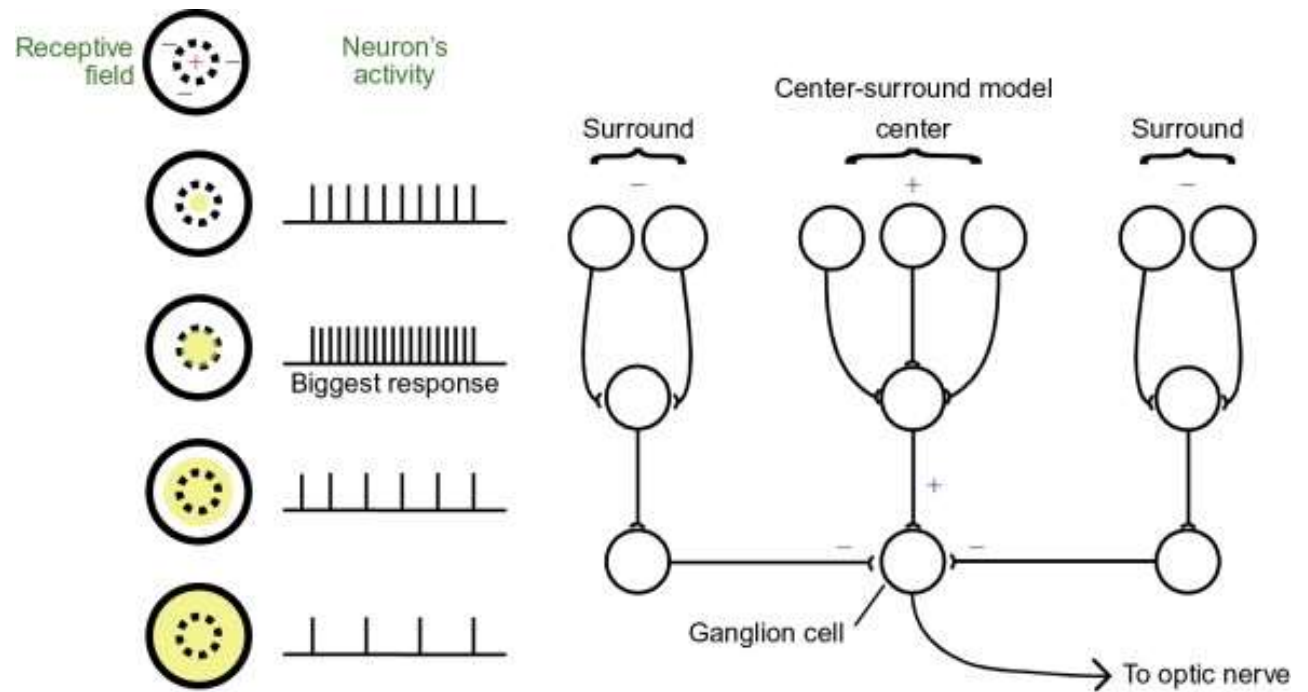
# Valo aiheuttaa fotoreseptoreissa väriaineiden kemiallisen muutoksen

- Sauvojen väriaine näköpurppura (rodopsiini)
- Tapeissa kolmenlaisia pigmenttejä (sin, vihr, pun)
- Väriaineiden muutos johtaa hyperpolarisaatioon
- Kolme näköradan ensimmäistä neuronit sijaitsee verkkokalvossa: sauva/tappi → bipolaarisolu → gangliosolu
- Lisäksi amakriini- ja horisontaalisoluja



# Gangliosolujen reseptiiviset kentät tehostavat kontrastien havaitsemista

- Solun reseptiivisen kentän ON-keskusta ja OFF-ympäristö aiheuttaa maksimaalisen vasteen, kun se aistii valon ja varjon rajaa







Gage ja Barns, 2018

## Hämärä- ja valoadaptaatio

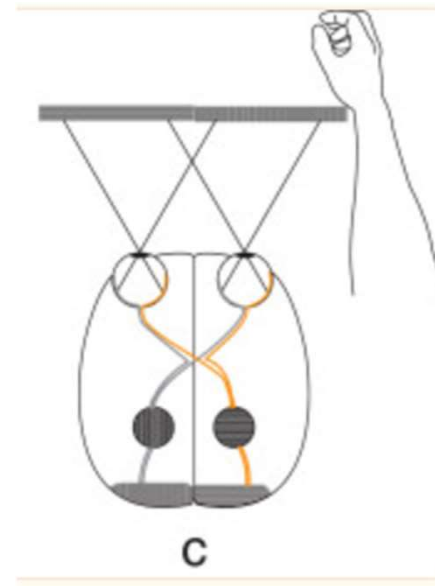
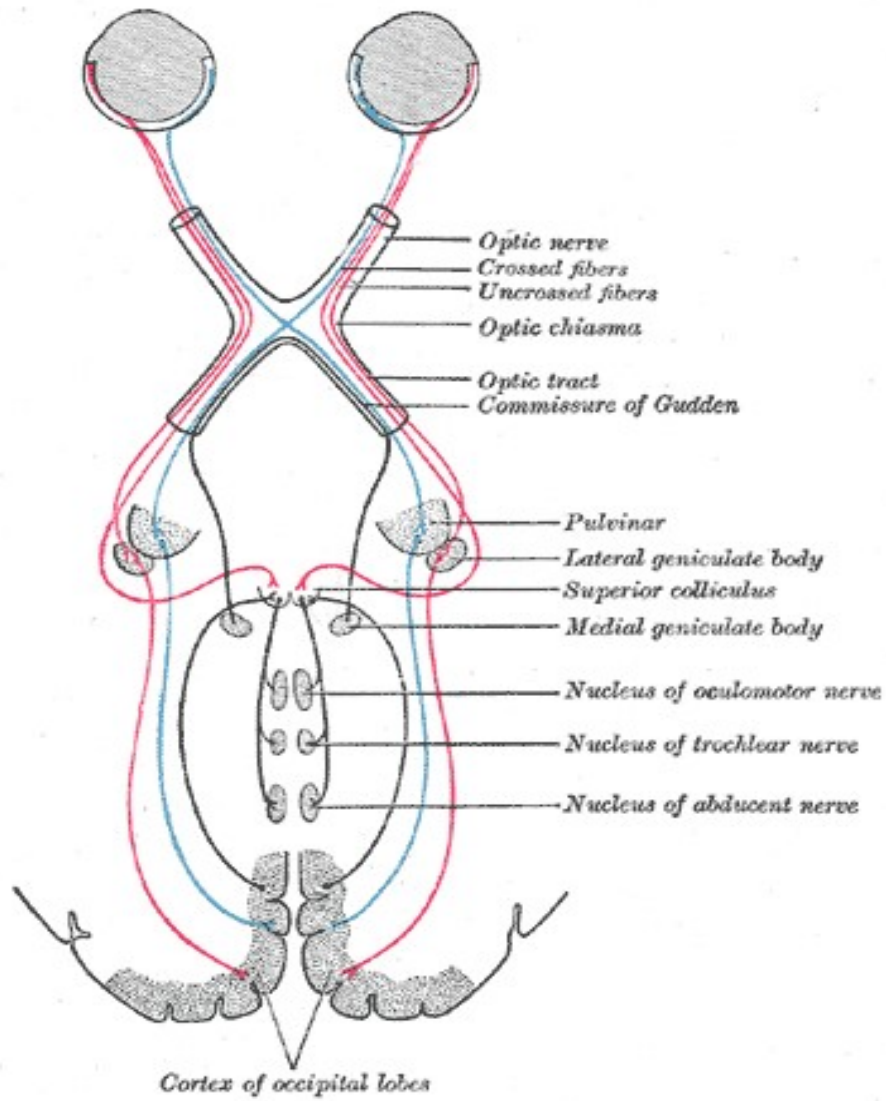
### Hämärässä

- ✓ Mustuainen suurenee
- ✓ Rodopsiini ja muut näköpigmentit muodostuvat uudelleen (> 5-10 min)
- ✓ Horisontaalisolujen avulla kerätään impulsseja isommasta sauvajoukosta

### Kirkkaassa valossa

- ✓ Mustuainen pienenee
- ✓ Näköpigmentti hajoaa nopeasti



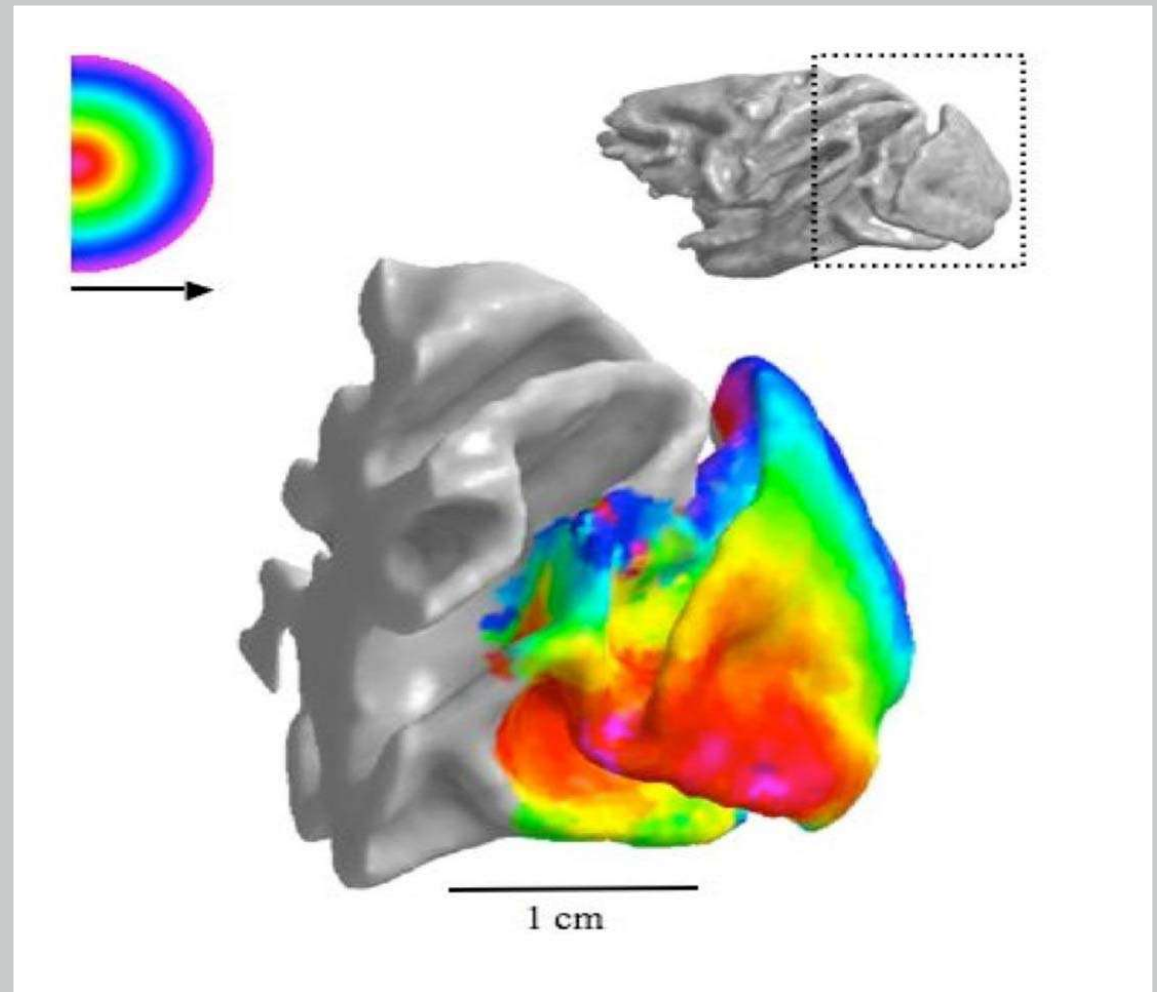


Larsson 2013



# Näköaivokuori

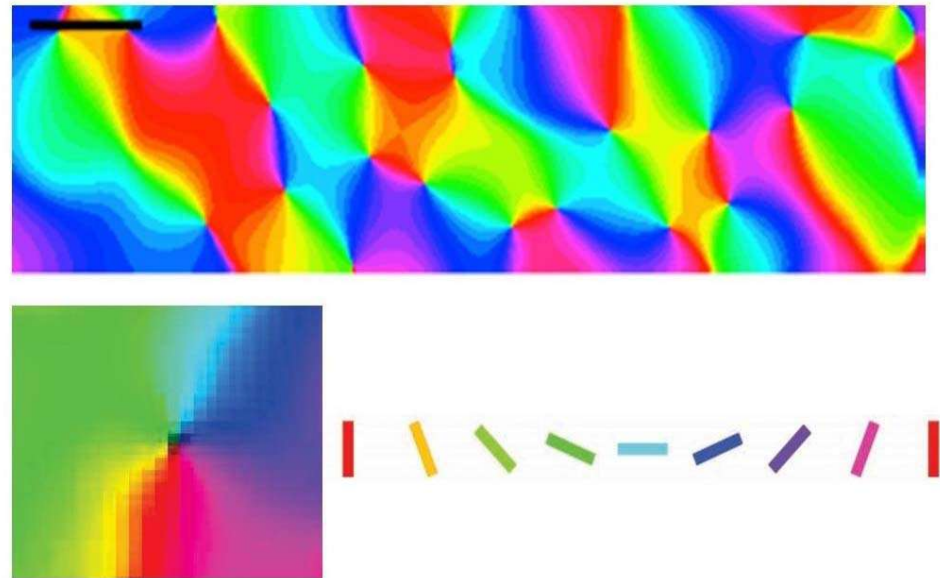
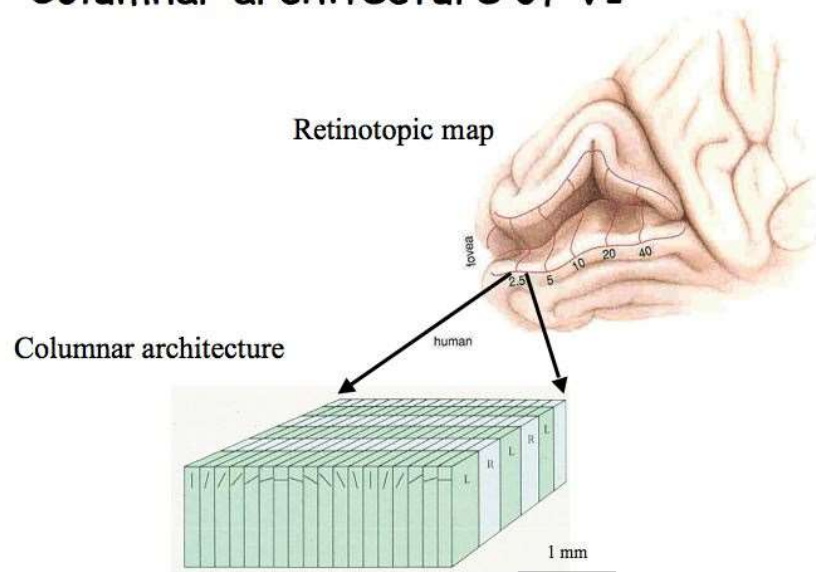
- Reseptiiviset kentät ja informaationkäsittely monimutkaistuu
- Retinotopia: Vierekkäiset pisteet näkökentässä projisoituvat vierekkäisille alueille aivokuorella



# Näköaivokuori

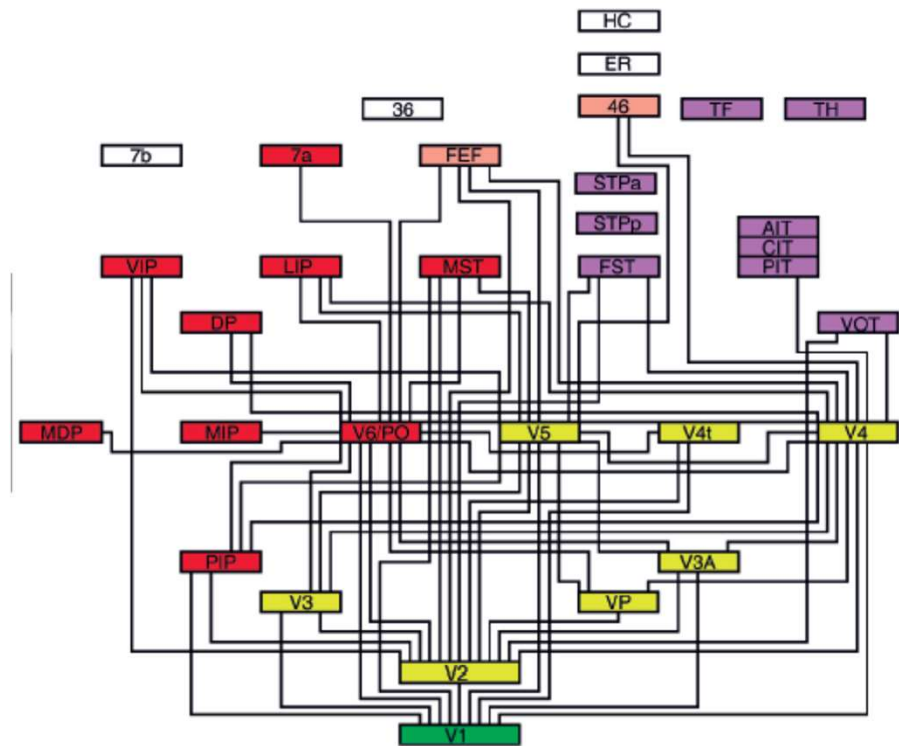
- Orientaatioselektiivisyys
- Okulaariset kolumnit: silmien edustusalueet vuorottelevat aivokuorella

## Columnar architecture of V1



# Näköjärjestelmä aivokuorella on pitkälle erikoistunut

- Esimerkiksi apinoilla esitetty olevan 10 hierarkista käsittelytasoa

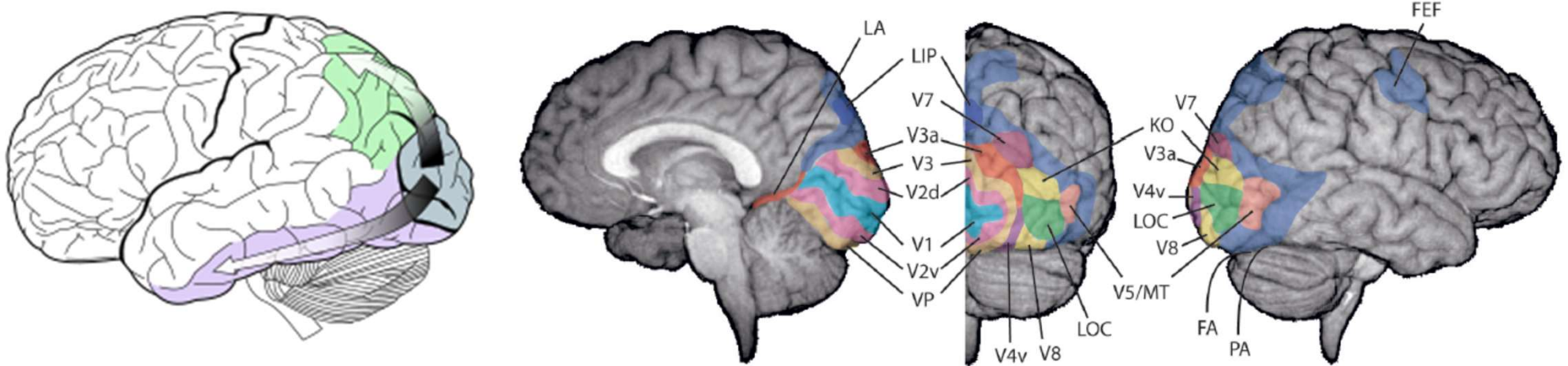


Vanni 2004, mukaellen Felleman ja Van Essen 1991



Näköjärjestelmä  
aivokuorella on  
pitkälle erikoistunut

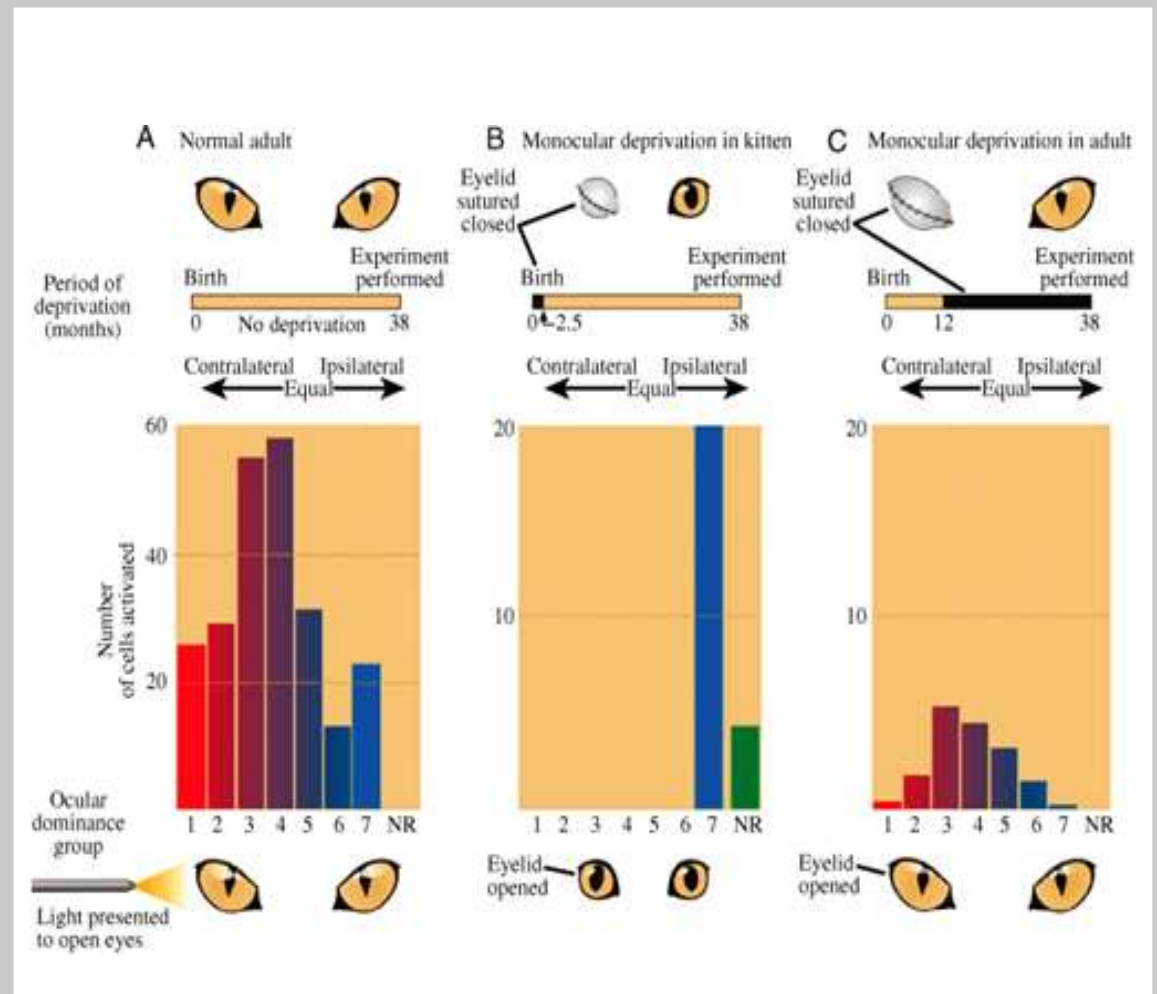
- “Mitä”- ja “missä”-radat
- Esim. värien hahmottamiseen, liikkeen tunnistamiseen, kasvojen tunnistamiseen erikoistuneet näköaivokuoren alueet



Wikipedia, Vanni 2004

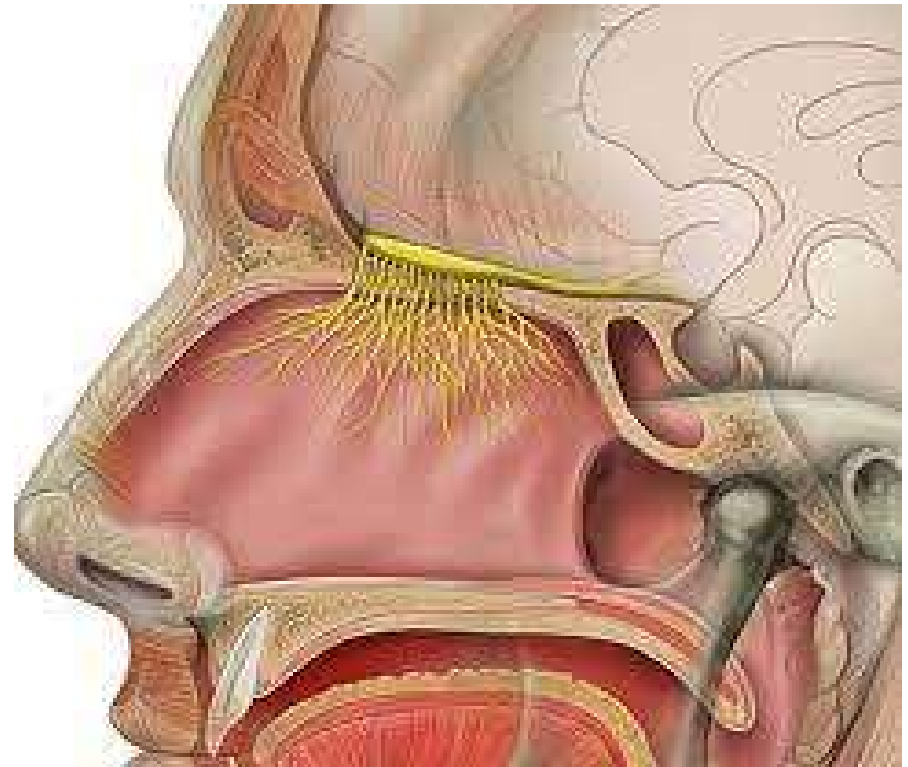
# Näköjärjestelmän kriittiset ajankohdat

- Wiesel ja Hubel, Nobelin palkinto 1981
- Karsastuksen hoito lapsena



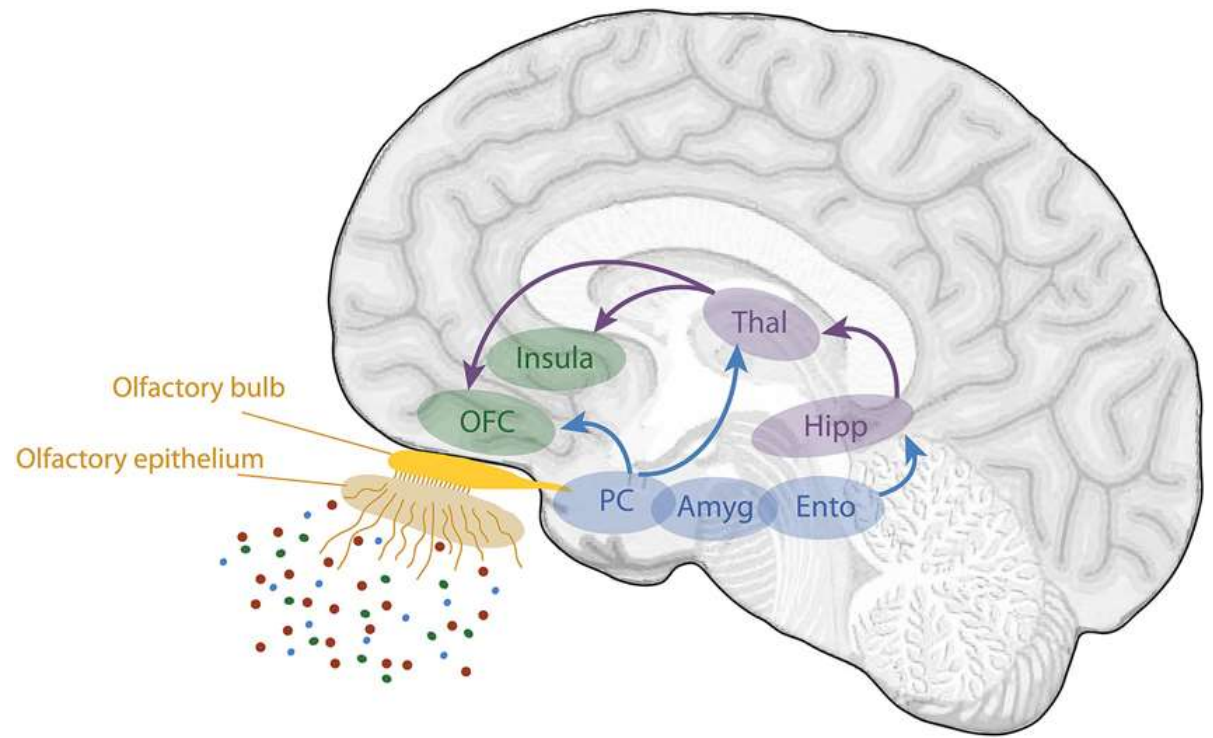
# Hajuaisti

- Hermosolut toimivat värekarvareseptoreina
- Yltävät nenäontelon yläosan limakalvolta seulaluun läpi isoaivojen hajukäähmiin
- Ihmisellä hyvä: jopa miljardi erilaista hajua eroteltavissa (Bushdid ym. 2014)!
- ~ 1000 geeniä koodaa hajureseptoreita (Buck ja Axel, 1991)



Wikipedia

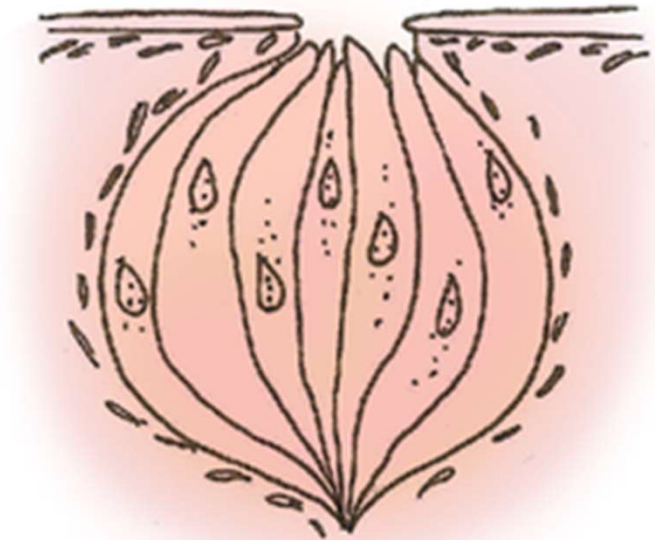
- Hajutieto välittyy hajuhermoa pitkin hajukäämistä suoraan aivokuorelle (ei talamuksen kautta)
- Laajat anatomiset yhteydet muistin ja tunne-elämän aivoalueille
- Nopea adaptaatio hajuille



Saive ym. 2014

# Makuaisti

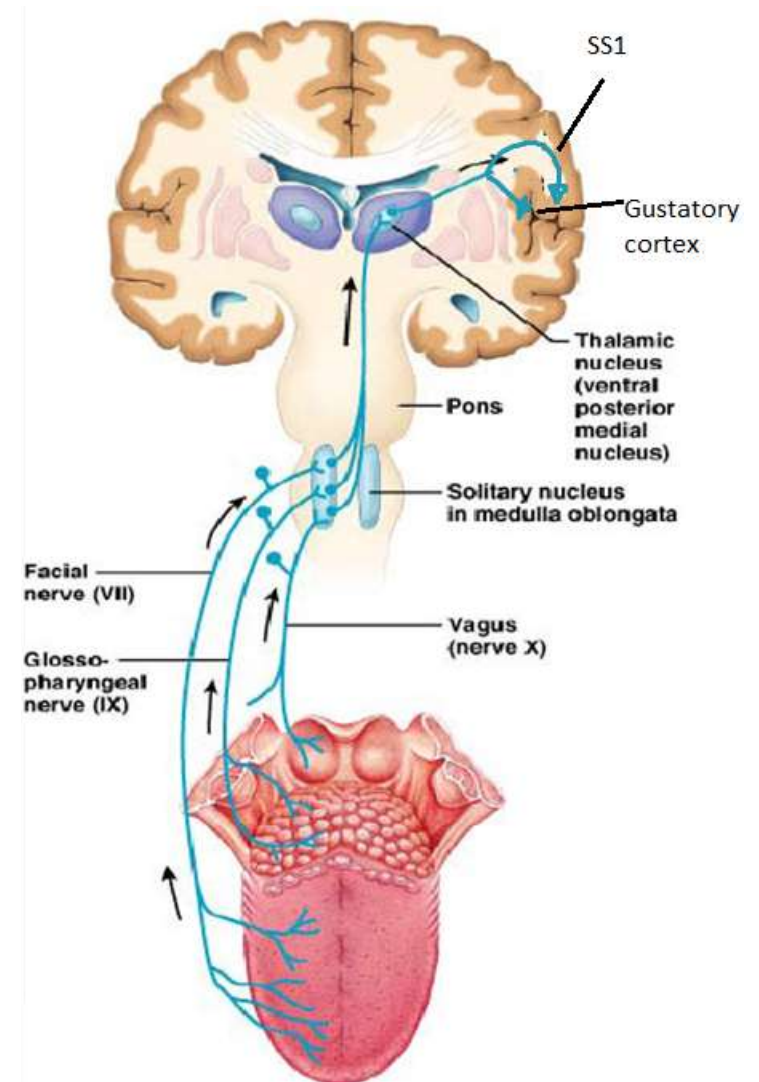
- Reseptorisoluja kielessä, suuontelossa, nielun ja kurkunpään seinämissä
- Makea, suolainen, hapan, karvas, umami
- Makusilmuissa makusolut, jotka uusiutuvat koko elämän
- Sylkeen liunneet aineet reagoivat makusolujen kanssa → VII, IX, X aivohermot
- Aivoissa edustusalue tuntoaivokuorella



Wikipedia

# Makuaisti

- Reseptorisoluja kielessä, suuontelossa, nielun ja kurkunpään seinämissä
- Makea, suolainen, hapan, karvas, umami
- Makusilmuissa makusolut, jotka uusiutuvat koko elämän
- Sylkeen liunneet aineet reagoivat makusolujen kanssa → VII, IX, X aivohermot
- Aivoissa edustusalue tuntoaivokuorella



[https://brain-for-ai.fandom.com/wiki/Gustatory\\_pathway](https://brain-for-ai.fandom.com/wiki/Gustatory_pathway)