

Neurobiológia II.

Kognitív idegtudomány a' la Kognitív Pszichológia
MA

Féléves menetrend

1. Kémiai érzékek
2. Multiszenzoros integráció
3. Látás I. – szem, retina
4. Látás II. - subcortical, detection, sampling
5. Látás III. - form, shape, object
6. Látás IV. - optic flow, stereopsis, binocular rivalry
7. ELSŐ ZH
8. Hallás I.
9. Hallás II.
10. Motoros rendszer I.
11. Motoros rendszer II.
12. Motoros rendszer III.
13. MÁSODIK ZH

Féléves menetrend

1. Kémiai érzékek
2. Multiszenzoros integráció
3. Látás I. – szem, retina
4. Látás II. - subcortical, detection, sampling
5. Látás III. - form, shape, object
6. Látás IV. - optic flow, stereopsis, binocular rivalry
7. ELSŐ ZH
8. Hallás I.
9. Hallás II.
10. Motoros rendszer I.
11. Motoros rendszer II.
12. Motoros rendszer III.
13. MÁSODIK ZH

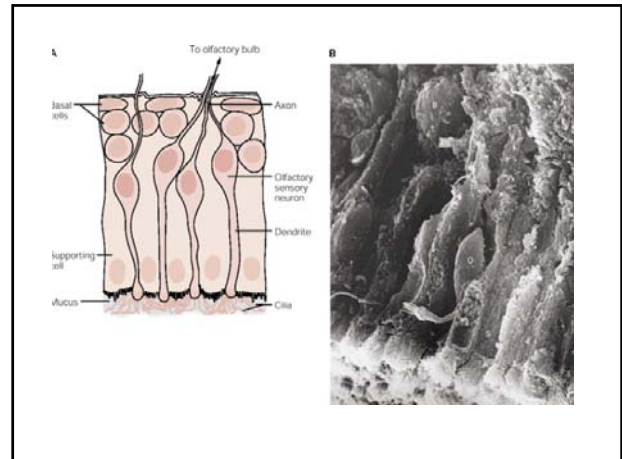
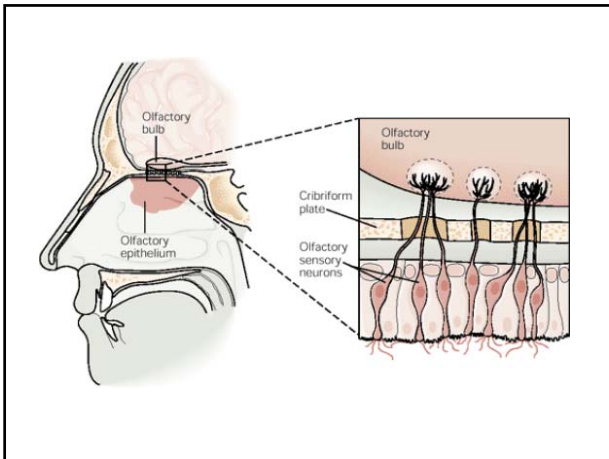
Kémiai érzékek

Szaglás és ízlelés

Szaglás

Neuronok

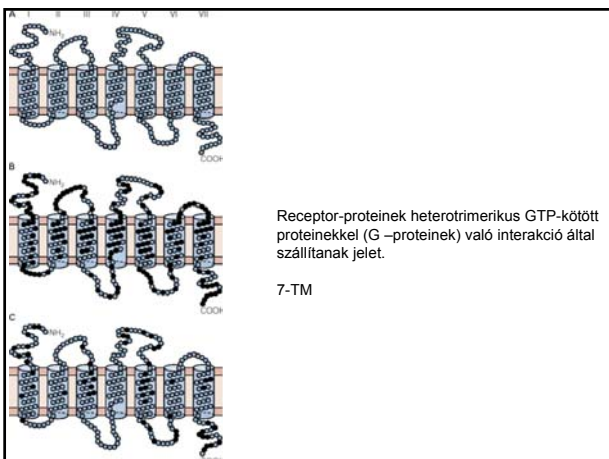
- Az olfaktoros epitheliumba (szaglóhám) ágyazva
- Szaglóhám: orrüreg belsejében lévő kis (5 cm²) szövetrész, benne sok millió szaglősejt + glia-szerű támasztősejtek bazális sejtrétegbe ágyazva
- Rövidéletűek (30 – 60 nap)
- Folyamatosan eltűnnek és pótlódnak
- Bipoláris idegsejtek
- Apikális pólus – egyetlen dendrit az epithelium felszínére, itt a dendrit egy nagy csomóba terjed ki, innen 5 – 20 cilium kinyúlik a nyálkarétegbe
- Bazális pólus – egyetlen axon a csontos rostalemez (lamina cribrosa) – bulbus olfactorius – olfaktoros kéreg



Cilia

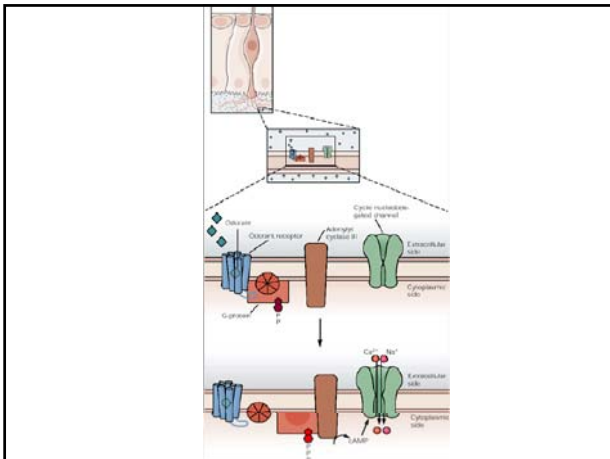
- Szagdetekcióra specializált
- Specifikus receptorai vannak – transzdukciós gépezet, mely a szenzoros ingerek erősítésére és az AP generálására szolgál
- Mucus (nyálka): a támasztósejtek és a Bowman mirigyek választják ki
 - Oldékony szagkötő proteinek tartalmaz, melyet egy mirigy választ ki – ezek a proteinek szerepet játszhatnak a szagkoncentrációban és annak eltávolításában

- Más szag/illat – más érzékenység
- Általánosan: depolarizáció után AP generálódik
- Koncentrációfüggő a válasz erőssége, illetve a válaszoló sejtek száma
- Kb. 1000 különböző szagreceptor típus (multigén család)
- Alapban aminosavak, de különbözőek



Folyamat

- Szag – adenylil cikláz aktivitás és cAMP növekedés (GTP-függő folyamat)
- Szag + receptor interakció – G-protein GTP-társult α alegységének felszabadulása – ez stimulálja az adenylil cikláz, ami cAMP-t termel – cAMP szintje megemelkedik – a cilia membránjában lévő ciklikus nukleotid-kapuzott kationcsatornák kinyílnak – depolarizáció - AP



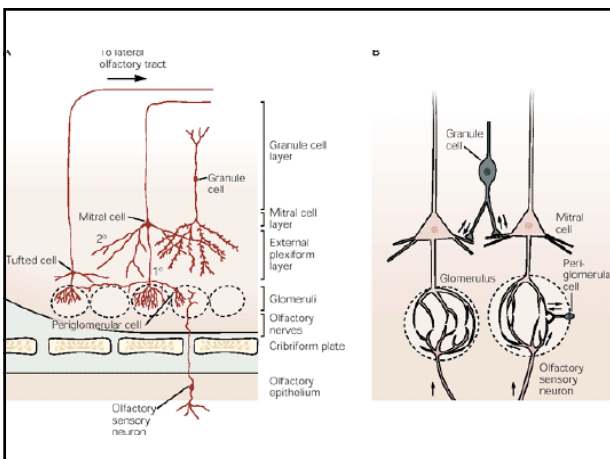
Adaptáció

- Két külön fiziológiai mechanizmusból ered
- Szagreceptor és ligandjának interakciója – inaktiváció (=deszenzitizáció)
- „érzékenység-átállítódás” (v.ö.: sötétadaptáció vagy hallásnál tanultak)

- Hibridizációs kísérletek eredménye – minden egyes neuron csupán egy szagreceptor-típust határoz meg
- Ez azt sugallja, hogy valószínűleg minden egyes neuron az agyhoz olyan információt szállít, amely egyetlen egy receptor-típusból származik
- Rágcsálók – különféle szagreceptor-génhalmazok a szaglóbám 4 zónájában rendeződnek el (zónán belül ugyanazok a receptorok, de szétszóródva másokkal együtt)
- Elrendeződés oka ismeretlen, de a szaglógumó más részeibe projektálnak
- Előnyök – károsodáskor nincs totális kiesés

Tovább ...

- Szenzoros információ – szaglógumó - páros struktúra, benne belső szenzoros axonok, szin.kapcs. a bulbus neuronjainak dendritjeivel – glomerulusok (szinaptikus egységek) /2000 db/gumó/ - glomeruluson belül: 3 sejttel szin.kapcs. – mitrális, bojtos relay – olfaktoros kéregbe, valamint periglomeruláris interneuronok – körülveszi a glomerulusokat
- Minden egyes olfaktoros neuron axonja egy glomerulussal alkot szinapszist, ugyanígy a mitrális sejtek és a bojtos relay neuronok elsődleges dendritjei is egyetlen glomerulushoz tartoznak
- Minden egyes glomerulusban több ezer szenzoros neuron axonja konvergál 20-50 relay neuron dendritjén



Hogyan szerveződik az információ?

- Kísérleti adatok – szaglógumó relatíve kis mértékű léziója – a szaglóbám nagy területen elszórt egyedi neuronok degenerációja – sugallja, hogy a gumó egyetlen régióján található glomerulusokhoz rengeteg hámtérület szenzoros neuronjainak axonja konvergál
- Tipp: glomerulusok, mint funkcionális egységek
- Egy adott receptor-típusból inputot kapó glomerulusok ugyanazon lokációval rendelkeznek a szaglóbám belül különböző állatok esetén is -> input szinten térképszerű leképeződés

Következményei

- Egy szagot, amely sok glomerulust ingerel, sok különböző receptor azonosít be
- Különböző szagokat, melyek ugyanazt a glomerulust ingerlik, ugyanaz a receptor azonosítja be – tehát kombinációban kódolódnak, inkább molekuláris alapokon, mint külön szagok szerint

- A szaglógumóban történik információfeldolgozás, csak ezután megy a kéreg felé az infó
- Periglomeruláris interneuronok – gátló dendritek közötti szinapszisok a mitrális sejtek dendritjeivel (gátlás = egyfajta hangolás)
- Hangolás másik eredete: többszörös input a kérgi olfaktoros területek felől (bazális előagy, középgagy) – eredménye: más viselkedéses jelentőség a fiziológiai állapottól függően (pl. éhes vagy sem az állat)



Út tovább ...

- Mitrális és bojtos sejtek – tractus olfactorius lateralis – olfaktoros kéreg
- Olfaktoros kéreg 5 része
 - Nucleus olfactorius anterior (összeköti a két bulbust az anterior commissura egy részén át)
 - Piriform kéreg
 - Amygdala egy része
 - Olfaktoros tuberculum
 - Entorhinális kéreg része

Thalamuson keresztül az Orbitofrontális kéregbe, DE van direkt kapcsolat is a frontális kéreggel!!!

És még ...

- Amygdalából - hypothalamusba
- Entorhinális kéregből – hippocampusba
- Afferensek a Thalamusból az olfaktoros kéregbe: szagok észlelése és diszkriminációja
- Amygdala és hypothalamus felé vezető út: emocionális és motivációs aspektusok

Feromonok

- Szexuális és szociális viselkedés – reprodukív fiziológia (vizeletben vagy mirigyszekréció)
- Két elkülöníthető olfaktoros rendszer érintett a feromonok észlelésében: a fő olfaktoros rendszer és a járulékos olfaktoros rendszer, az ún. vomeronazális rendszer
- Utóbbi a páros vomeronazális szervből, a vomeronazális idegekből és a járulékos olfaktoros bulbusokból áll

Humán feromonérzékelés

- A járulékos olfaktoros rendszer megléte kérdéses
- Q: befolyásolja-e észlelésünket a feromon?

MOTOR SYSTEMS NEUROREPORT

Smelling human sex hormone-like compounds affects face gender judgment of men

Gyula Kovács, Balázs Gulyás,^{1,CA} Ivanka Savic,¹ David I. Perrett,² R. Elisabeth Cornwall,² Anthony C. Little,² Ben C. Jones,² D. Michael Burt,² Viktor Gál³ and Zoltán Vidnyánszky³

Center for Cognitive Sciences, Budapest University of Technology and Economics, Budapest, H-1111, Hungary; ¹Department of Neuroscience, Karolinska Institute, (71 77 Stockholm, Sweden; ²School of Psychology University of St. Andrews, KY16 9PL, St. Andrews, Scotland, UK; ³Anatomical and Neural Computing Systems Laboratory Computer and Automation Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest, H-1111; ⁴Neurobiology Research Group, Hungarian Academy of Sciences, Budapest, H-1094, Hungary

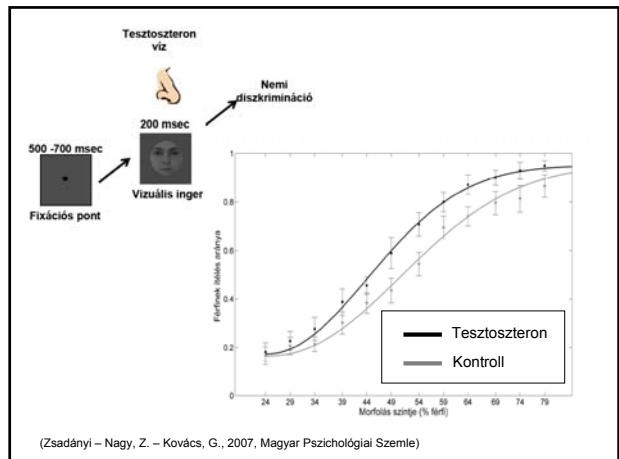
^{CA}Corresponding Author: balasz.gulyas@neuro.klte

Received 23 January 2004, accepted 13 February 2004

DOI: 10.1097/01.wnr.000030234.54410.e

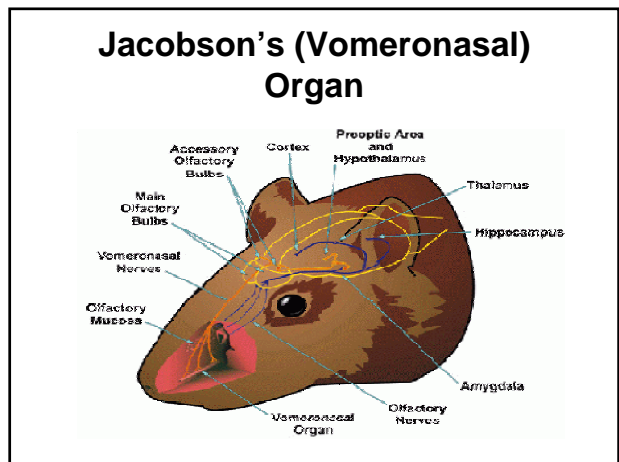
Although strong cross-sensory interactions between visual, tactile and auditory modalities have already been shown, we know little about how chemosensory information affects processing in other sensory modalities. We studied whether smelling gender-specific odors (see hormone-like steroids: 5 α -androstano-16-en-3-one (androgen) or oestra-1,3,5 (10),16-tetraen-3-ol (estrogen)) can bias face gender discrimination. We found that, as a result of inhalation of androgen, men perceive faces to be more masculine as compared to when they are exposed to estrogen. Our results provide evidence for specific cross-sensory effects of the gender-specific chemosensory cues on the categorization of visual face gender. NeuroReport 15:000-000 © 2004 Lippincott Williams & Wilkins.

Key words: Cross-modal interaction; Face gender discrimination; Pheromones



Vomeronazális szerv

- Folyadékkal telt, anterior végén egy csövecskén keresztül nyílik az orrüregbe
- Más projekció-mintázat jellemzi
- Mitrális sejtek szinte kizárólag az amygdalába projektálnak, onnan a hypothalamusba – jelzi, hogy az érzet nem tudatosul
- A szenzoros transzdukció is más



Deficitiek

- Specifikus anosmia – csak egy bizonyos szagra csökken az érzékenység (1-20%)
- Generális anosmia – teljes kiesés
- Hyposmia – csökkent érzet, általában időleges
- Cacosmia – szaghallucináció (visszataszító szag hallucinációja), epilepszia jelzője lehet
- Könyv érdekesség: hengeresféreg idegrendszerének felépítése ☺

Ízlelés

Ízlelősejtek

- Clusterekben az ízlelő bimbókban
 - Helyük: nyelv, szájpadlás, garat, gégefedő, nyelőcső felső harmada
 - Nyelvben: főként szemölcsökben, az epitheliumba ágyazva
 - Szemölcsök: embereknél 3 morfológiai típusa van a nyelv különböző régióiban

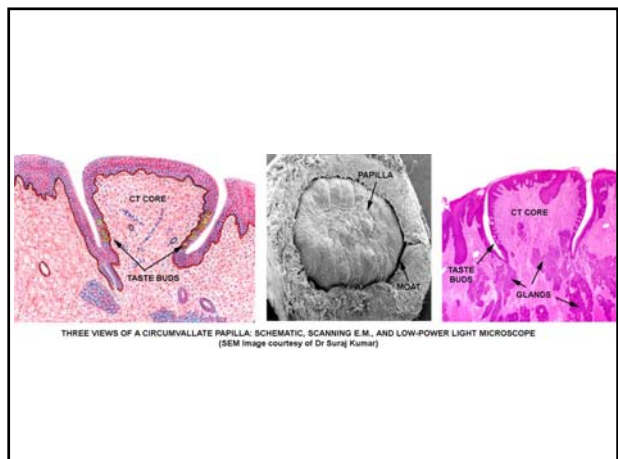
Ízlelőszemölcsök típusai 1

- Fungiform – gombaalakú/gombaszerű
 - Néhány 100
 - Tuskó alakú
 - Nyelv anterior 2/3-án
 - 1 – 5 ízlelőbimbót tartalmaz mindegyikük



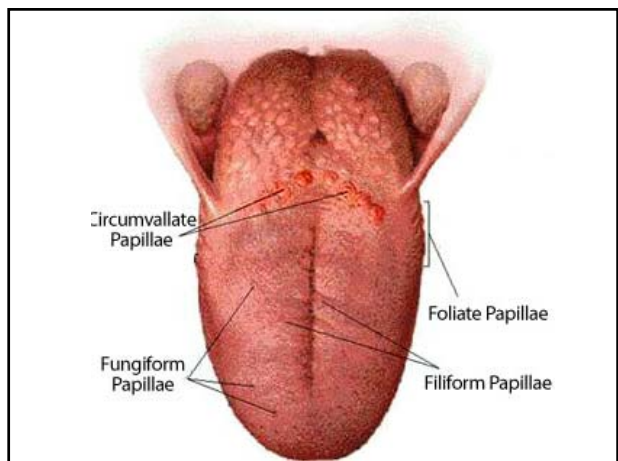
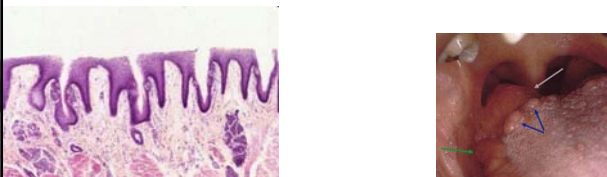
Ízlelőszemölcsök típusai 2

- Nagy circumvallate (körülárkolt/körülsáncolt) szemölcs
 - Posterior harmad
 - Árokkal körülvéve
 - Ízlelőbimbók százait tartalmazza



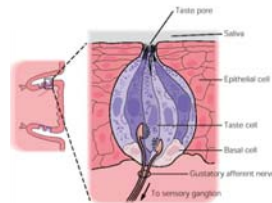
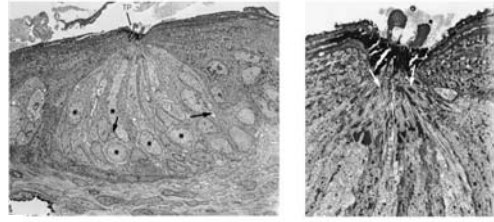
Ízlelőszemölcsök típusai 3

- Foliate (levélalakú) szemölcs
 - Posterior sarok
 - Falevél-szerű struktúra
 - Árok veszi körül
 - Ízlelőbimbók százait tartalmazza



Sejtek

- Négy morfológiailag elkülöníthető típus minden ízlelőbimbóban
 - Bazális sejtek – kis, kör alakú, az ízlelőbimbó alapjánál, ebből eredhet a többi sejt
 - Sötét sejtek
 - Világos sejtek
 - Közepes (intermediate) sejtek
- Különböző fejlettségi állapot, mivel a sejtek rövid életűek és gyorsan újraalakulnak. Mindegyiknek nyújtott, bipoláris alakja van



Felépítés

- Minden egyes ízlelőbimbóban az epithelium felszínén van egy kis nyílás – ízlelő pórus, ide terjednek az ízlelősejtek mikrovillusai
- Mikrovillusok
 - Itt történik a szenzoros transzdukció
 - A sejtek csupán ez a része érintkezik a szájüreggel
 - Az ízlelősejteket bazális pólusukon szenzoros neuronok idegzik be (elsődleges gusztatorikus afferens rostok)
- Ízlelősejtek
 - Bár az ízlelősejtek nemneurális epitheliális sejtek, az ízlelősejtek és a szenzoros rostok közötti kapcsolatokat a kémiai szinapszisok morfológiai karakterisztikája jellemzi
 - Az ízlelősejtek elektromosan ingerelhető sejtek feszültségfüggő K^+ , Na^+ és Ca^{2+} csatornákkal, melyek AP-t képesek generálni

„Alapízek”

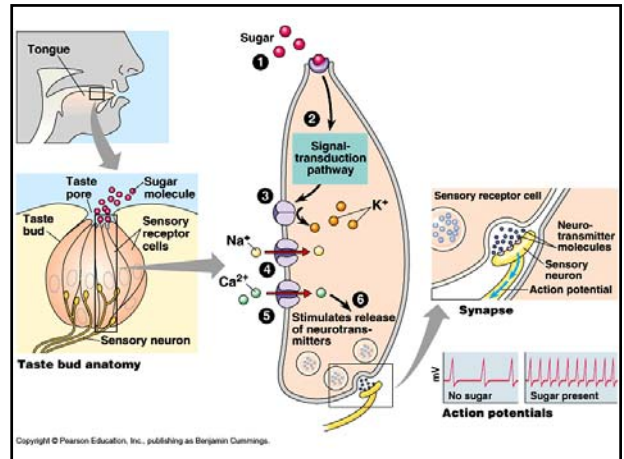
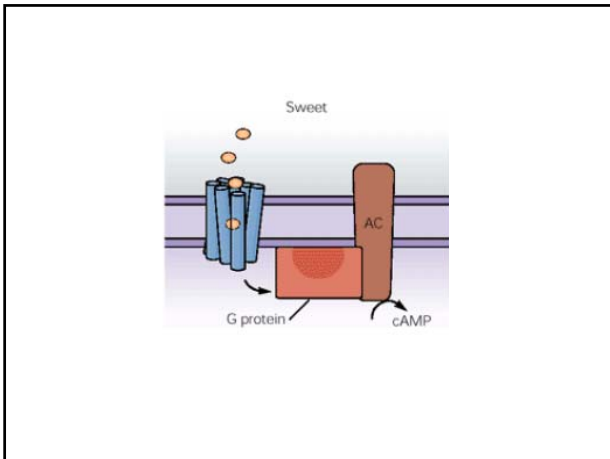
- Az ízlelőrendszer 4 (+1) alapízt különböztet meg
 - Keserű
 - Sós
 - Savanyú
 - Édes
 - Esetleges 5.: monosodium glutamát – umami
- Ezek külön mechanizmusokon keresztül szállítódnak és dolgozódnak fel
- Két inger ugyanazt az ízlélményt válthatja ki eltérő mechanizmusok által
- Fajbéli különbségek vannak!

Általánosan

- Íz – az ízlelő sejt apikális membránján lévő ioncsatornával vagy specifikus receptorával kerül interakcióba – depolarizáció (direkten vagy second messengeren keresztül) – RP – AP – feszültségfüggő Ca^{2+} ion csatornák – Ca^{2+} áram – neurotranszmitter felszabadulás
- Másik alternatíva: Ca^{2+} felszabadulás az intracelluláris raktárakból

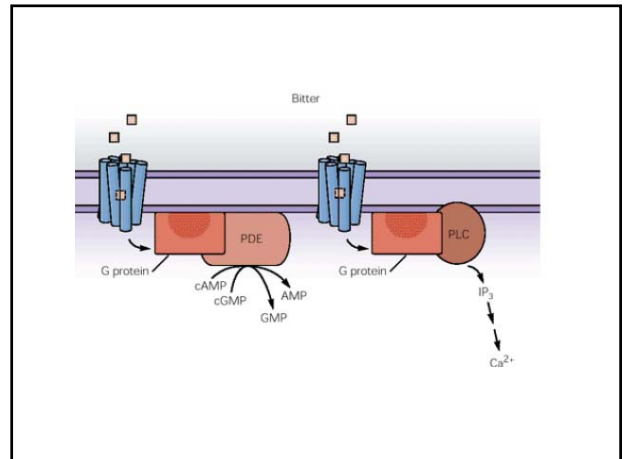
Édes íz

- Valószínűleg az édes íz molekulák specifikus receptorokhoz kapcsolódnak az ízlelősejtek apikális membránján
- 2 különböző mechanizmus lehetséges az édes íz transzdukciójára
 - Rágcsálókban – bazolaterális K^+ csatornák cAMP-függő zárása (mivel normál állapotban nyitva vannak – zárásra depolarizáció) - G-proteinnel társult édes receptorok és az édes izmolekula kötődik – megnö az intracelluláris cAMP – aktiválja a cAMP-függő kinázt, ami foszforilálja a K^+ csatornákat, ezáltal aktiválja azokat
 - Néhány édes receptor szállíthat jelet 1 vagy több G-proteinnel való interakción keresztül, mely megváltoztatja az intracelluláris koncentrációkat



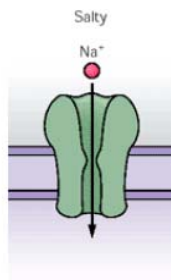
Keserű íz

- Számos anyag kiválthatja – molekuláris heterogenitás
- Következménye: több mechanizmus
- Hátterében lehet: specifikus G-proteinhez kötött membránreceptorok, melyek keserű ízű anyagokhoz kötődnek
- Keserű anyag – intracelluláris IP_3 szint és a Ca^{2+} felszabadulásának növekedése
- G-protein = gustducin (transducinhez hasonló) – egy ízlelősejt foszfodiészterázát stimulál – cAMP és cGMP szint csökken
- Néha membrán-permeábilis keserű anyag – G-protein helyett más mechanizmus – apikálisan elhelyezkedő K^+ csatornák blokkolása



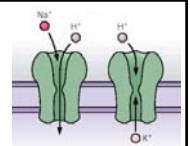
Sós íz

- Részben Na^+ csatornákon keresztüli Na^+ ionok diffúziója által szállítódik a sós íz
- Ez a Na^+ áram közvetlenül változtatja meg az ízlelősejt membránpotenciálját
- A folyamat hasonló K^+ ionok esetén is



Savanyú íz

- Hátterében
 - a protonok az apikális ioncsatornák szivárgását vagy blokkolását érintik
- PI.: szalamandra H^+ ionok blokkolják az apikális K^+ csatornákat – mivel alapállapotban ezek nyitva vannak – blokkolásra depolarizáció
- Hörcsög: más mechanizmus - H^+ ionok a Na^+ csatornákat blokkolják – nyál magas koncentrációja – protonok blokkolják a Na^+ áramot a Na^+ csatornákon keresztül és gátolják a NaCl-ra adott választ



Umami

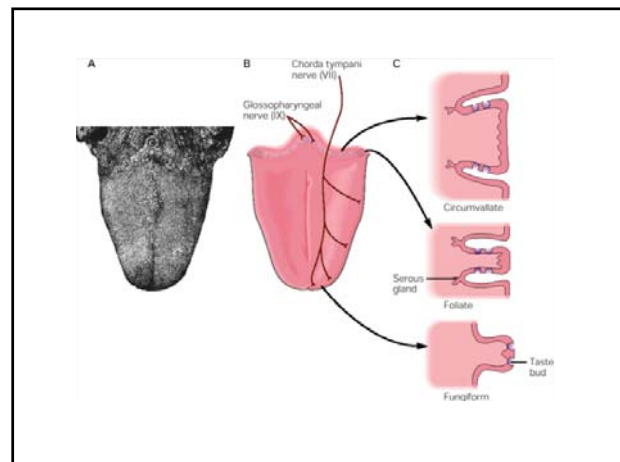
- Ez lenne az ötödik?
- Metabotróp glutamát receptor egy specifikus típusa szállíthatja

Az út tovább ...

- Különböző ízek – különböző ízlelősejtek, DE a megfeleltetés nem biztos, hogy egy az egyhez!!!
- Beidegzés: mindig a sejt alapjánál az elsődleges gustatorikus rost egyik perifériás ága által
- Rostok sokszor elágazódnak – számos ízlelőbimbó beidegzése – azon belül rengeteg ízlelősejté

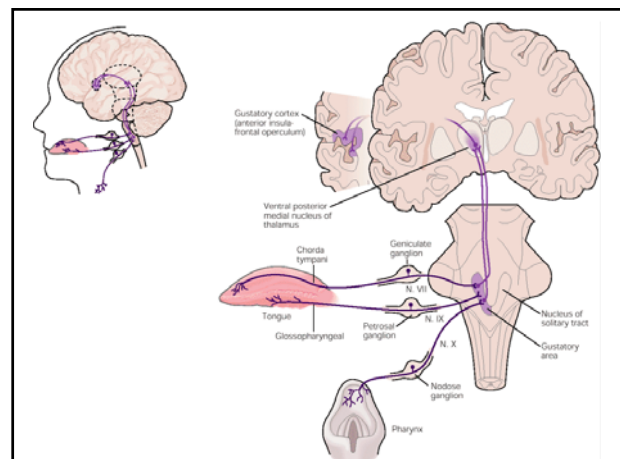
A kéreg felé vezető út

- Anterior 2/3 (fungiform) – geniculáris ganglionok szenzoros neuronjai idegzik be, melyek perifériás ágai a VII. agyideg (nervus facialis) egyik ágán (chorda tympani) keresztül szállítják az infót
- Posterior harmad – petrosal ganglion szenzoros neuronjai – IX. agyideg (nervus glossopharyngeus) lingvális ágai
- Szájpad – nagyobb felszíni petrosal ágak (VII. agyidegben)
- Gégefő és nyelőcső – X. agyideg (nervus vagus) superior laryngeális ágak
- Ezek némelyike szomatosenzoros információt is szállít



Innen tovább ...

- Medulla tractus solitarii – nucleus tractus solitarii rostrális és laterális gustatorikus területeinek vékony kolumnáiba – innen Thalamus nucleus ventralis posterior medialis parvocelluláris régiója – anterior insula/frontális operculum határa mentén ipsilaterálisan



Hogyan?

- Egyetlen gusztatorikus rost egy adott ingerre válaszol legjobban, de más ízípusú ingerre is ad választ – a válasz mértékét/fokát változtatja
- Minden rost kap infót különféle ízlelősejtekből
- Átfedő reprezentáció
- Az esetek túlnyomó többségében eleve multiszenzoros a feldolgozás – szaglás, tapintás!

Irodalom

- Kandel – Schwartz – Jessell: Principles of neural science
– 32. fejezet