

Asszociációs kéreg, mentális működések

Neocortex felépítése:

6 rétegű:

1. Molekuláris, plexiform réteg:

főleg rostok

2. Külső szemcsés réteg:

interneuronok

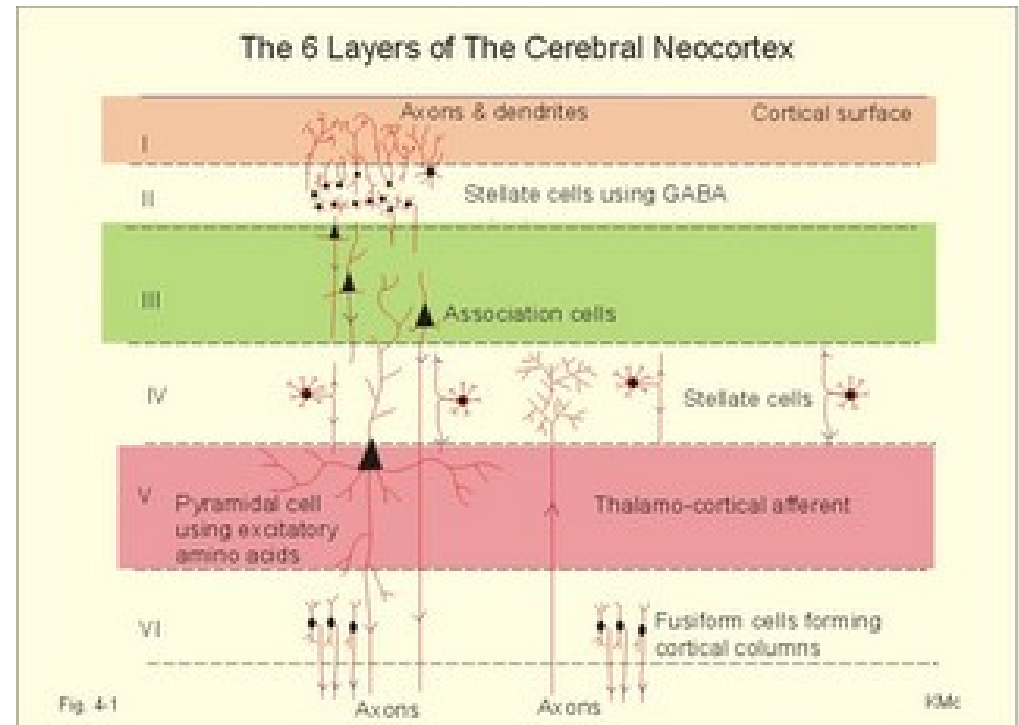
3. Külső piramis sejt réteg: kis

méretű piramis sejtek

4. Belső szemcsés réteg

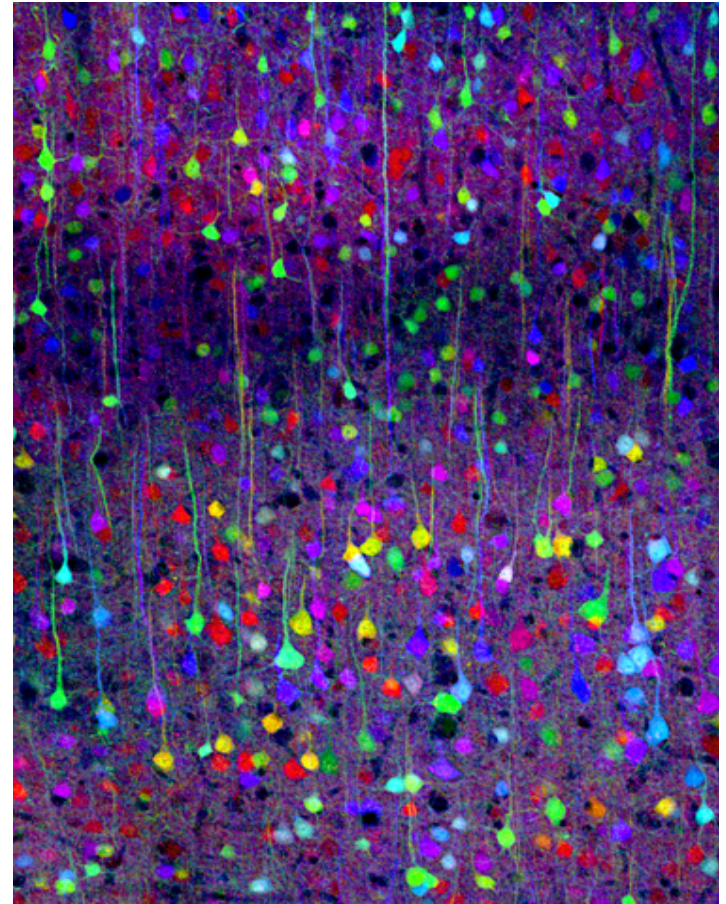
5. Belső piramis sejt réteg. nagyméretű piramis sejtek

6. Poliform réteg: interneuronok



Neocortex sejtípusai:

- I. réteg: dendriték és axonok
- II. GABAerg csillagsejtek
- III. asszociációs piramissejtek
- IV. csillagsejtek (talamikus bemenet)
- V. Piramissejtek
- VI. Fusiform sejtek



Family Weissman, Jeff Lichtman and Joshua Sanes, 2007

Kognitív funkciók kialakításának neurobiológiai alapjai:

A kognitív folyamatok kialakításához több agyterület neuronjainak interakciójára van szükség.

Koherens oszcillációk és a neuronok szinkron aktivitása tűnik az agyterületek együttműködését megvalósító működés jellemzőjének.

Bremer 1958-as összefoglalójában már felfedezte az EEG-vel regisztrálható alfa aktivitást és annak megjelenését relaxáció alatt.

Már akkor tudták, hogy különböző frekvenciájú EEG oszcillációk jellemzik a különböző agyi funkciókat.

A bőrre helyezett elektródok nagyon kis amplitúdójú jeleket tudnak rögzíteni, a pontosabb meghatározásokhoz az agyfelszínre vagy a lágy agyhártyára helyezett elektródokat használtak.

Agyi aktivitások szerepe a kognitív funkciókban:

Lassú (< 1 Hz) oszcillációk. Fenn és lenn állapotok (Up and Down)

Steriade fedezte fel 1993-ban.

SWS alatt jelenik meg. Szinte minden neocortikális sejt mutatja.

Memóriakonzolidációban játszik szerepet.

Delta aktivitás

Teta (4–8 Hz)

Hippocampusra és a környező limbikus struktúrákra jellemző, főleg felderítő mozgás közben (labirintusban navigálás).

Hippocampális teta aktivitás szerepet játszik a epizodikus és téri memória kialakításában. Neocortexben munkamemória kialakításánál jelenik meg, és a prefrontális kéregben a viselkedési válasz értékeléséhez kapcsolódik.

Alfa aktivitás (8-12Hz):

Nyugalmi alfa aktivitáson kívül egy úgynevezett funkcionális alfa aktivitás is létezik.

Szenzoros információk kódolásában játszik szerepet.

Memória előhíváskor gátolja a zavaró, nem odatartozó információt kódoló memóriatartalom felidézését.

Irányított figyelem kialakításához kell.

Ketz et al. (2015) Trends Neurosci. 38:3-12. doi: 10.1016/j.tins.2014.09.007.

Béta (15–30 Hz) aktivitás:

Motoros kéregben fedezte fel Hans Berger 1931-ben.

Szenzoro-motoros integrációban fontos.

Gamma (30–80 Hz) aktivitás

Adrian írta le először a szaglóhagyma stimulációjakor.

Hippocampusban tetaival együtt fordul elő, mintegy a teta aktivitásra épül rá.

Neocortexben a figyelemhez kapcsolódik, és többféle információ integrálásához.

Ultragyors oszcillációk (> 100 Hz)

Cerebellumban fedezte fel Adrian 1935-ben, de neocortexben és hippocampusban is van.

Hippocampusban éles hullám aktivitás (sharp wave ripples:~ 100 – 200 Hz-es tranziens hullám) regisztrálható ébrenléti immobilizációkor, REM alatt, olyankor amikor nincs teta aktivitás. Események memóriába bevéődéshez kapcsolódik.

Wang 2010 *Physiol Rev.* 90: 1195–1268. doi:10.1152/physrev.00035.2008.

Neokortikális részek szerveződésének alapelvei:

Kognitív funkciók anatómiai alapja a neocortikális kapcsolatok szerveződése.

Jobb és bal féltek specializálódnak, de normál esetben a két félteke kapcsolatban marad.

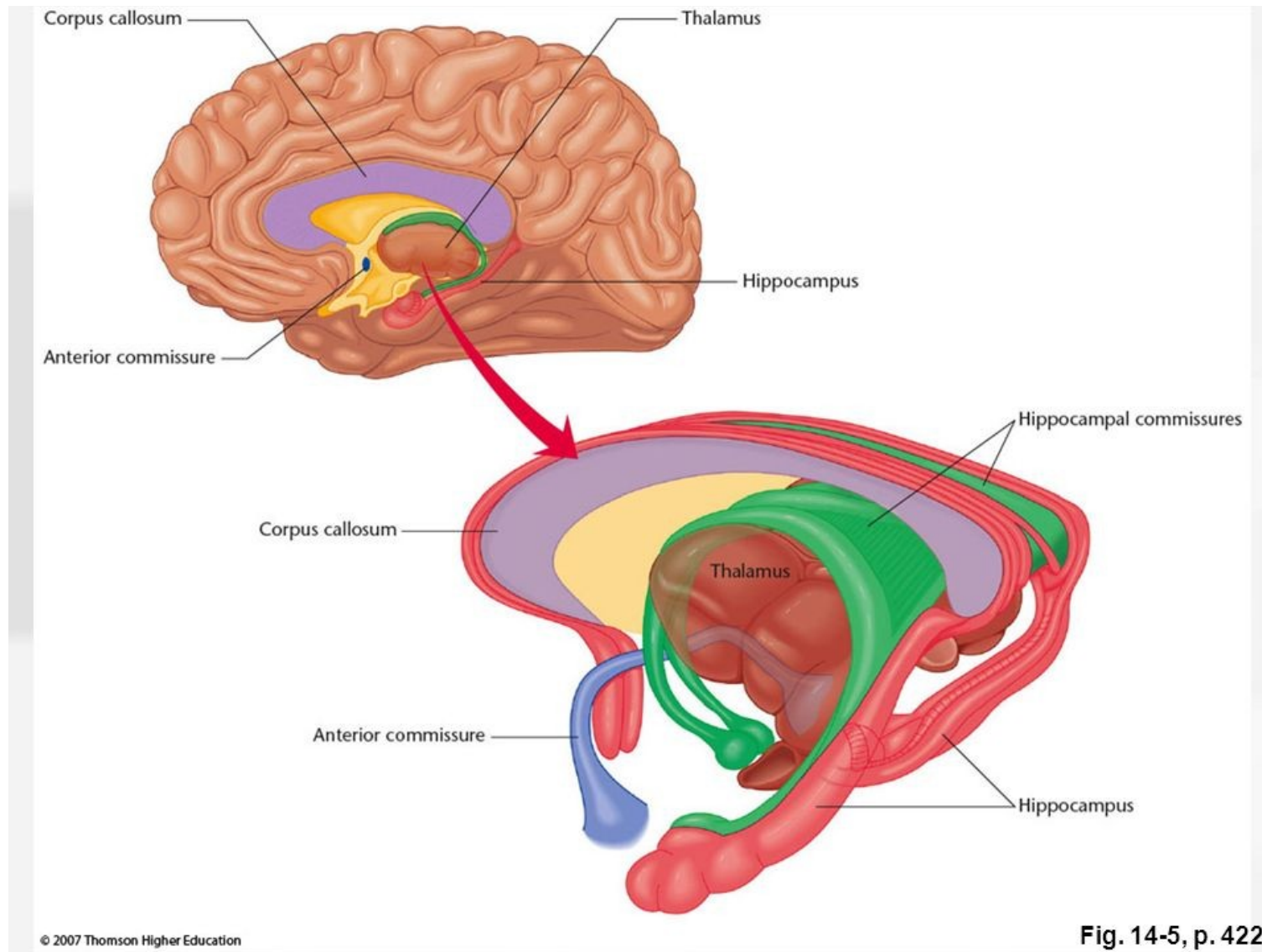
Asszociációs pályák: azonos félteke kortikális területeit köti össze.

Comissuralis pályák: két félteke közötti kommunikáció.

Több asszociációs rost, mint comissuralis, de a kétféle összeköttetés mennyisége korrelál.

Commissuralis pályák:

anterior commissure, corpus callosum, hippocampal commissure



Kéreg három egységet (modult) alkot:

laterális rész (kék):

szenzoro-motoros kontroll

ventromediális rész

(sárga): visceláris kontroll

és rövid távú memória

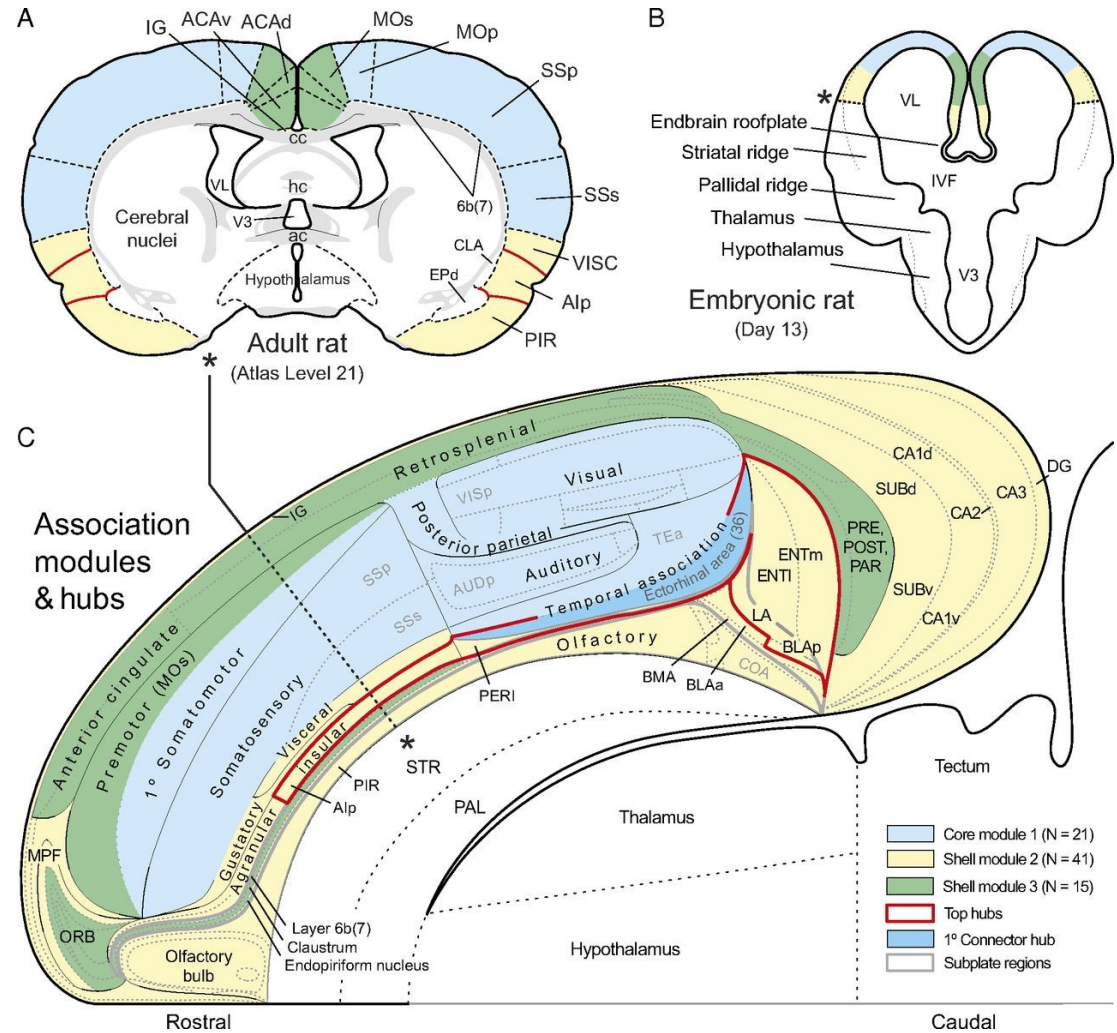
dorsomedialis rész (zöld):

(legközelebb a corpus

callosumhoz) legtöbb

comissuralis kapcsolat, és

legkomplexebb funkciók.



Swanson et al. PNAS 2017 November, 114 (45) E9692-E9701. <https://doi.org/10.1073/pnas.1712928114>

Modulokon belül különböző funkciójú egységek:

Hallás, látás, szaglás stb

Minden egység kap bemenetet mind a három modulból.

Unimodalis szenzoros feldolgozás nem egészen helytálló.

Primer vizuális kéreg 39 egyéb kérgi területtel áll kapcsolatban: szomatoszenzoros területekkel, ventralis auditoros területekkel, primer és szekunder motoros területekkel.

Asszociációs kapcsolatok mennyisége nagyobb mint a comissuralisoké, átlagosan 28%-a a lehetséges kapcsolatoknak anatómiailag bizonyítottan létezik, maximális mennyiség 37%.

Asszociációs és comissuralis rostok egymás tükörképei.

Asszociatív kéregterületek

Az agykérgen primer mozgató és érző területek (kb 50%-a a kéregnek), továbbá unimodális és polimodális asszociatív területek vannak.

Asszociatív kéreg:

- Szenzoros és motoros funkciók közötti kapcsolat biztosítása
- Különböző érzőpályákból származó információk integrációja
- Gondolkodás, intellektus, cselekvések irányítása
- Egyes területei egymással kétoldalú kapcsolatban állnak kéreg alatti struktúrákon keresztül.

Asszociációs kéreg funkciója:

Olyan mentális tevékenységek színhelye, amelyek a szenzoros stimulus alapvető tulajdonságainak (szín, forma, frekvencia) detektálásánál komplexebb.

Pl: szavak, zene, komplex formák

felismerése

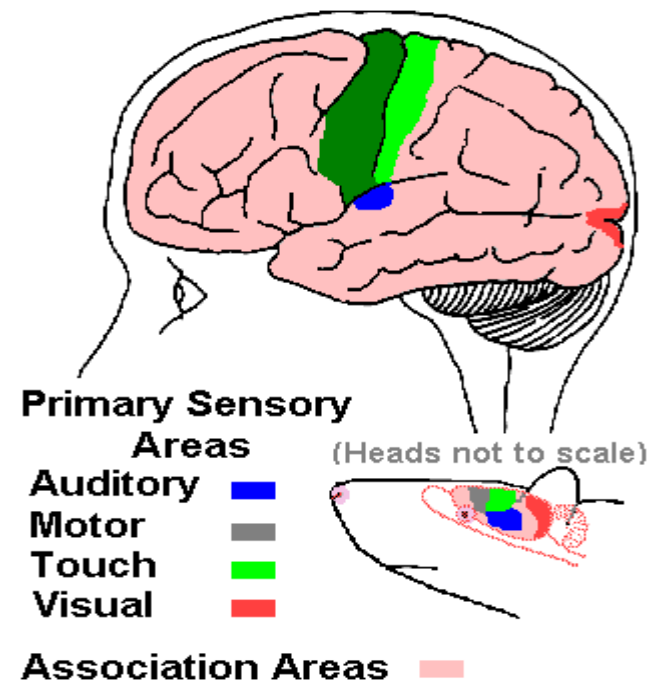
Az agy méretével az asszociációs területek mérete nő.

Rózsaszín: asszociációs kéreg patkányban

és emberben

Kék, piros és zöld a primer halló, látó és

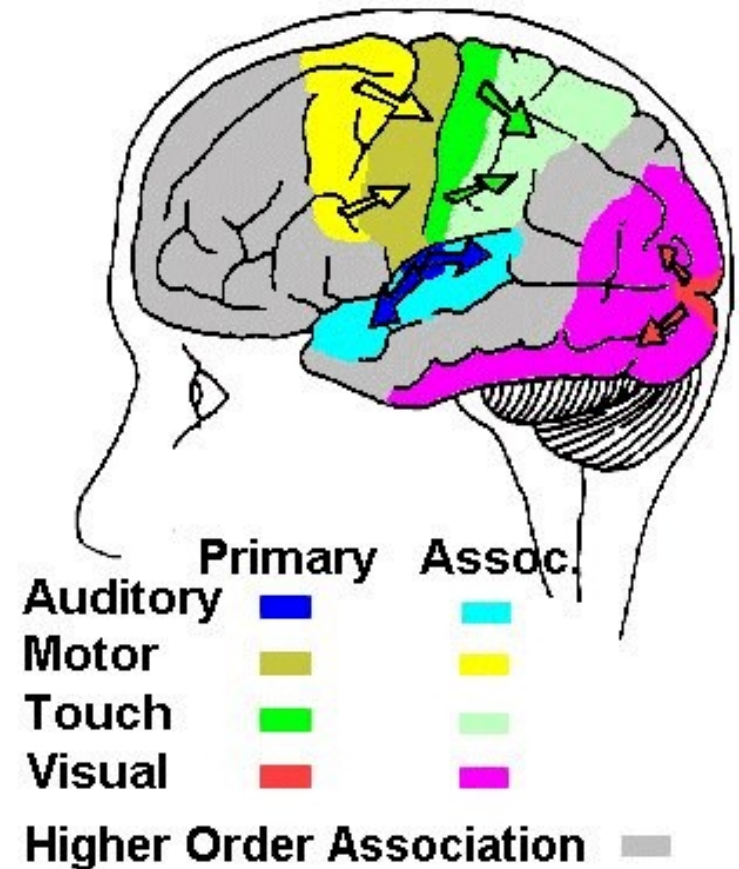
szenzoros területeket és szürke a primer mozgató területeket mutatják.



Primer és asszociációs területek szerveződése.

A szenzoros asszociációs területeken történő információfeldolgozás a komplex mentális működések alapja.

A primer áreában nyert információ kombinálásával az egyszerű alakokból, kontúrokból, színekből arcok, különböző tárgyak lesznek.



Nyilak mutatják az információáramlás irányát a primer és asszociációs területek között.

Magasabb rendű, polimodális asszociációs áréák

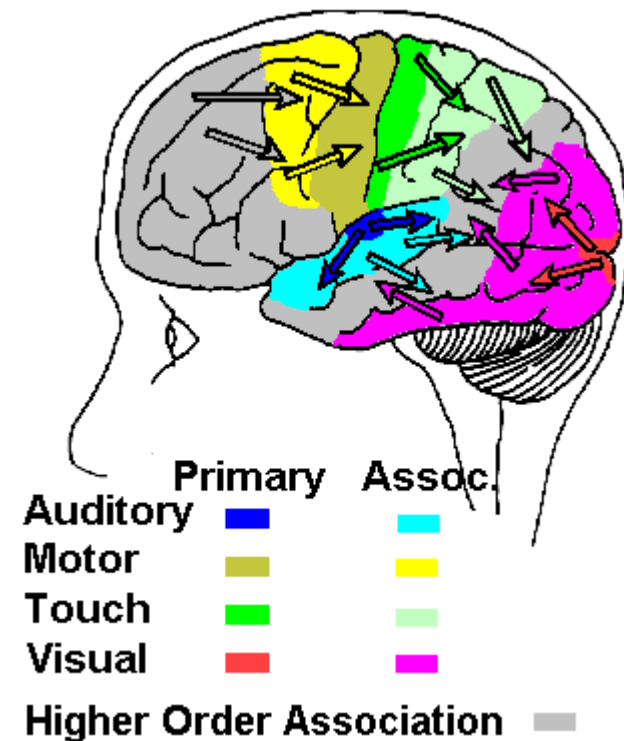
Nem egy érzékszervi információhoz kötődnek

Különböző érzékszervi információkhoz kötődő asszociációs területek információinak kombinálásával jönnek létre a magasabb rendű mentális tevékenységek a gondolkodás, tervezés, nyelv.

Az ábrán a magasabb rendű asszociációs területek szürkék.

Nyilak mutatják az információáramlást a primer szenzoros áréák felől a magasabb rendű asszociációs területekig.

http://www.indiana.edu/~p1013447/dictionary/assn_cor.htm



Polimodális asszociatív területek részei:

1. Limbikus asszociációs terület:

Parahippokampális gyrus

Szenzoros input érzelmekhez kötése

Tanulásban és memória kialakításában fontos

2. Parieto-temporo-okcipitális /poszterior asszociációs area

A három lebeny találkozásánál

Észlelés és nyelv kialakításában fontos

3. Prefrontális / anterior asszociációs terület.

3 unimodális asszociációs terület határolja

Memória kialakításában fontos

Tervezés, elvont gondolkodás kialakításában fontos

Agnózia:

- Poszterior asszociációs területek sérülésekor alakul ki.
- Több típusa van.
- A vizuális poszterior asszociációs terület kétoldali sérülésekor (occipitális lebeny és a temporális lebeny belső felszíne sérül) a beteg nem képes az ismerős arcok felismerésére, de tudja, hogy arcot lát, meg tudja nevezni a részeit, felismeri az arcon látható érzelmeket. Súlyos esetben közeli hozzátartozókat, sőt saját magukat sem ismerik fel.
- A poszterior multimodális asszociációs kéreg sérülésekor a beteg nem tudja megnevezni a tárgyakat, csak akkor ha megtapogathatja, de le tudja rajzolni. Asszociációs agnózia alakul ki
- Egyéb területek sérülésekor nem képes a beteg lerajzolni a tárgyakat, de meg tudja nevezni őket. Apperceptív agnózia alakul ki.



Példa:

A betegnek mutatott rajz



Asszociációs agnóziánál a beteg rajza.

Mi ez? kérdésre válasz:

..... (nincs)



Apperceptív agnóziánál a beteg rajza

Mi ez kérdésre válasz:

teáscsésze

Egyes esetekben a bal és jobb oldal sérülése eltérő, mintegy komplementer károsodást idéz elő.

A jobb agyfélteke sérülésekor a tárgy globális felismerése, a bal agyféltek sérülésekor a lokális részletek felismerése sérül:

Példa: A betegnek mutatott rajz:

```
w      w
w      w
w      w
wwwwwww
w      w
w      w
w      w
```

A beteg rajza a jobb félteke sérülésekor:

```
www
wwwwwww      w
w      w w
w      w w
      wwwwww
w w
```

A beteg rajza a bal félteke sérülésekor:

H

Prefrontális asszociációs részek sérülése:

Phineas T. Gage.

XIX. század közepén történt a balesete. A balesetéig megbízható, jó szervezőképességű keményen dolgozó vasúti munkás volt. Robbanóanyagot helyezett be egy vascsővel egy sziklába fúrt lyukba, amikor az egyik töltet felrobbant és a vascső átfúrta a koponyáját, és elroncsolta a prefrontális lebeny nagy részét. Túlélte a balesetet és néhány hét alatt fizikailag felépült, de a személyisége megváltozott. Megbízhatatlan lett, cselekményei impulzívok voltak, a következményekkel nem törődött. Alkoholista és csavargó lett később.

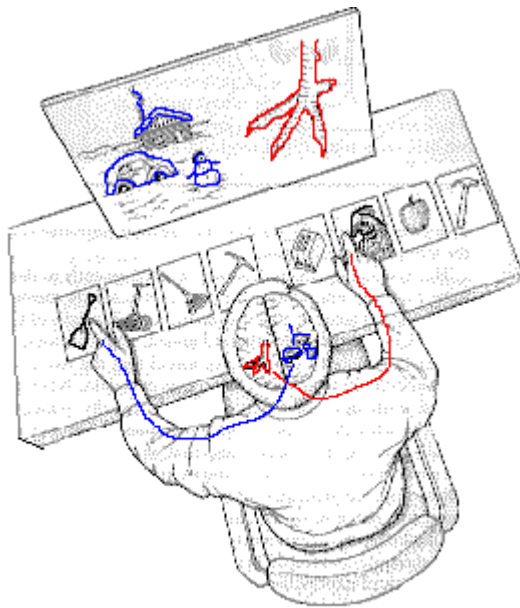


Prefrontális lebeny feladatai:

- A prefrontális kéreg sérülésekor vagy lobotomiájakor az események időbeli sorrendjére, időbeli kapcsolatára emlékezés sérül.
- Időben késleltetett megerősítés a tanulás során nem működik.
- Figyelem, koncentrációs képesség csökken
- Absztrakt indoklások, absztrakt gondolkodás eltűnik.

Split-brain /hasított agyú páciensek:

Agykérgi lateralizáció vizsgálatára kitűnő alanyok.



A bal oldalhoz kapcsolódik a nyelv, beszéd, probléma megoldás, a jobb oldalhoz a vizuális-motoros feladatok.

1. Mindkét látómezőbe (mindkét agyféltekének) vetítenek egy képet, amely a beteg előtt levő négy kártyából egyhez kapcsolódott. A jobb

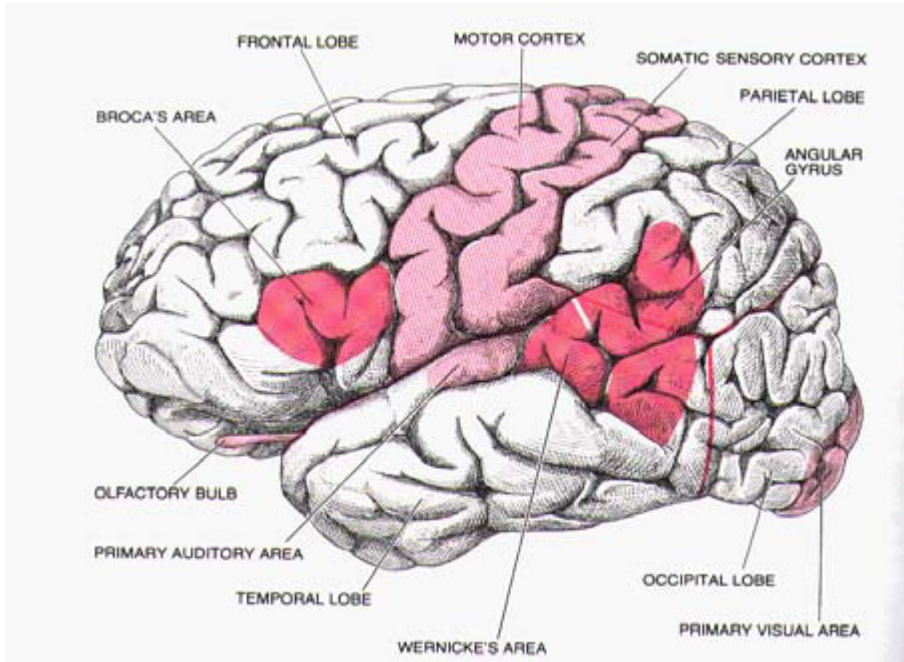
félteke csirkelébat a bal félteke havas tájat látott. A négy kártyát mind a két félteke láthatta.

2. Mindkét félteke könnyedén kiválasztotta a kapcsolódó képet. A bal kéz a jobb féltekének mutatott képhez kapcsolódóra a jobb kéz a bal féltekének mutatott képhez kapcsolódóra mutatott.

3. Megkérdezték, hogy bal kézzel miért választotta ki a lapátot. Csak a bal féltek tud beszélni, és a bal féltek nem tudta a választ, mert nem látta a havas tájat a jobb félteke által kiválasztott lapáthoz.

4. A bal féltek azonnal kitalált egy történetet ahhoz amit látott, a csirkeolábhoz, és a beteg azt válaszolta, hogy a lapát a csirkeol kitisztításához kell.

Beszéd



Broca area:

beszéd motoros része

beszédformálás értelmes szavak

verbális vagy írásbeli kifejezése

A beszéd motoros kivitelezéséhez

szükséges izmokat beidegző primer motoros kéreghez közel.

Wernicke-area: beszédértés

Halló-, látó- és szenzoros kéreg közelében a vizuális, auditoriális és szenzoros információk összegzése.

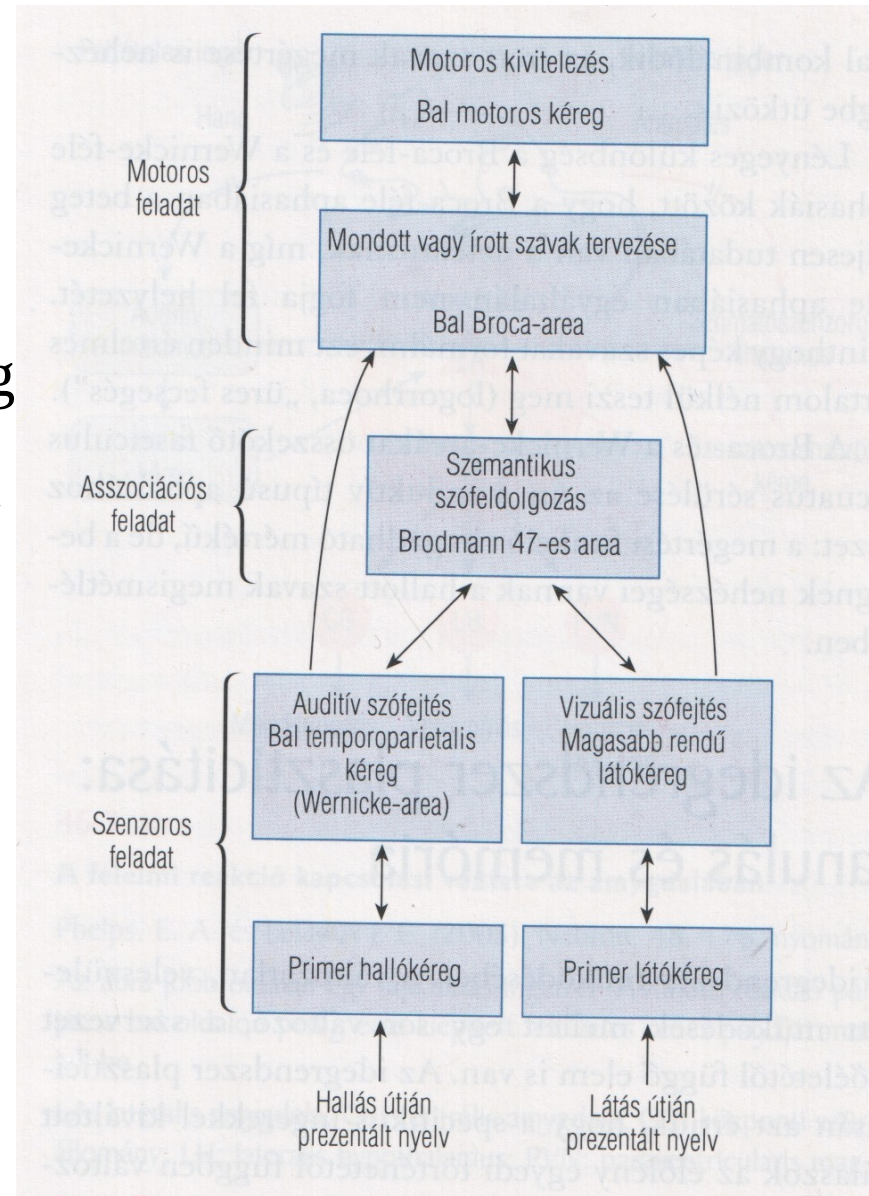
két terület közötti kapcsolat:

fasciculus arcuatus

A beszéd idegrendszeri szervezése:

A hallás és látás útján érkező szöveg eltérő modalitásspecifikus pályákon keresztül éri el a Broca areát.

Kérgi struktúrákat azonos oldali subcorticalis strukturák (thalamusz, nucleus caudatus) is kiegészítik.



Szófeldolgozás neuronális szerveződésének vázlatja

Afáziák:

Az afázia a beszédértés és/vagy a beszédprodukciónak egy vagy több összetevőjének az agyféltekék lokális károsodása következtében létrejövő zavara.

Broca terület sérülése:

- a beszédflowékonyság súlyos zavara
- jó beszédértés
- csökkent grammatikai komplexitás
- artikulációs zavar (dysarthria)
- monoton beszéd (dysprosodia)

Wernicke terület sérülése:

- súlyos beszédértési zavar
- gyors és folyékony, de jelentéstelen „üres” beszéd parafáziákkal.
- megfelelő szavak helyett azokra rímelő szavak

Fasciculus arcuatus sérülése:

Beszédértés és az artikuláció is tökéletes de a két terület között nincs összeköttetés.

Betegek értik a beszédet és beszélni is tudnak, de a szavak egy részét elhagyják, más hangokkal helyettesítik. Tudatában vannak hibáiknak de képtelenek kijavítani azokat.

Broca és Wernicke áreákon kívül számos egyéb terület is részt vesz a nyelv és beszéd kialakításában.

A különböző területek alterületekre tagolódhatnak, és az egyes alterületek eltérő aspektusait irányíthatják az adott tevékenységnek.

A beszéddel kapcsolatos agyterületeket 3 alcsoportba osztjuk.

Implementációs rendszer:

Broca és Wernicke területek, insularis kéreg, egyes bazális ganglion területek.

Feladatuk: hangok, és grammatika tanulmányozása (hangrendi egyeztetések, betűtorlódások, szokatlan hangkombinációk)

Közvetítő rendszer:

temporális, parietális frontális asszociációs területek az implementációs területek körül.

Feladata: információ közvetítése a konceptuális területek felé

Konceptuális rendszer:

Asszociációs kérgi területek, memória, tanulás absztrakt gondolkodás kialakítása szempontjából fontos területek.

A nyelv-és beszédfejlődés állomásai

A nyelvi kommunikáció kialakulása szorosan összefügg a szocializáció folyamatával.

Kialakulása folyamatos és ugrásszerű fejlődési menetekben zajlik, kötött sorrendiség és megfordíthatatlan fejlődési szakaszok jellemzik.

Szakaszok univerzálisak (minden gyermekekre jellemzőek, nem kötődnek földrajzi területekhez, nyelvtípusokhoz, kultúrákhoz)

Kezdeté, tartama, módosulása egyéneenként változó lehet, egymást követő szakaszok egyidejűleg jelen lehetnek.

A nyelvi és a nem nyelvi kommunikáció gyakran együtt jár, és mechanizmusaik szoros összefüggésben állnak más, megismerő folyamatokkal: észlelés, emlékezet, viselkedés stb.

Amikor a nyelvet használjuk akkor számos további képességünket is mozgósítjuk.

Összetett tanulási feladat.

Beszédtanulás elemei:

fonológiai összetevők: a hangok felismerése, majd artikulációja,

szemantikai összetevők: a szavak jelentését és használatuk,

morfológiai összetevők: a nyelv strukturális összetevőit: szótöveket és toldalékok,

szintaktikai összetevők: mondatstruktúrák és mondatok mélyszerkezete,

pragmatika: a nyelv szociális interakcióban történő használata.

Beszédtanulás szakaszai:

Magzati kommunikáció: magzat képes érzelmeket megélni pusztán a beszéd intonációján keresztül, felismeri édesanyja hangját, gyakorolja azokat a mozgásokat, melyek az újszülött korban a hangadáshoz szükségesek.

Preverbális szakasz (csecsemőkor): reflexes hangadás, hangoknak még nincsenek nyelvspecifikus tulajdonságaik, de megegyezéseket mutatnak a későbbi beszéd hangképzésével.

Egyszavas kijelentések korszaka (10-18 hónap): passzív beszéd, beszéd feldolgozásra globális beszédmegértés a jellemző, beszéd egy részét képes felismerni, megértést még nagyban segítik a külső tényezők pl. beszédhelyzet, gesztusok, mimika, intonáció.

Távirati beszéd és szótári robbanás (1.5 – 3 év): ugrásszerűen nő a szókincs, kombinálás, aktív szóhasználat. Beszéd nyelvtani értelemben még gyakran helytelen.

Alapfokú nyelv kialakulás (3-6 év): folyamatos minőségi és mennyiségi fejlődés a nyelv valamennyi (fonetikai/fonológiai, morfológiai, szintaktikai és pragmatikai) szintjén. Az értelmi részfunkciók fejlődésével megnő az elérhető és tárolható információk mennyisége. A beszédfeldolgozás alapvető eltéréseket mutat a felnőttekéhez képest. A gyermek nagymértékben támaszkodik a vizuális információkra: a hozzá beszélő felnőtt szájmozgására, hangképzésére, mimikájára.

Fokozatos gazdagodás, bonyolódás (7 éves kortól): iskoláskortól lényegesebb nyelvi változások nem történnek, de minden nyelvi szinten megfigyelhető további fejlődés. Kialakul a nyelvi tudatosság. A nem szószerintiség finom formái pl. a szarkazmus vagy a metaforák kreatív használata stb., csak a serdülőkor tájékán figyelhetők meg.

Mentális rugalmasság biológiai háttere

A mentális rugalmasság (flexibilitás) a változó külső és belső környezeti kihívásokhoz történő alkalmazkodás érdekében a mentális források átcsoportosítása, a vágyak, szükségletek és a lehetőségek közötti dinamikus egyensúlyozás.

Mentális rugalmasság károsodása:

- pszichiátriai zavarokban kényszerbetegség, depresszió, szorongás, figyelemzavar/hiperaktivitás, szkizofrénia, autizmus, demencia,
- kimerítő testi betegségekben és krónikus fájdalommal járó állapotokban,
- fáradtság, kimerültség, álmoság, stressz ronthatják a flexibilitást.



2. ábra

A mentális rugalmasság kognitív alkotóelemei. A megváltozott helyzet felismerésének *figyelmi* és *jelentőség-észrevételi* folyamatai után a rögzült viselkedésminták *gátlására*, valamint új tervezések és stratégiák beállítására van szükség a *váltás* érdekében. A beindított új típusú viselkedés eredményességét a *munkamemória* segítségével állandóan monitorozni kell, és ha nem megfelelő, ismét váltani a hatékony adaptáció érdekében

A flexibilitás alakításában részvevő területek

Funkcionális mágneses rezonancia – fMRI) mérések: a nyugalmi alaphelyzet és a feladatok megoldása közben detektált agyi aktivitásváltozások összehasonlításával mérték.

A kognitív rugalmassághoz verbális megértés, a munkamemória és a feldolgozási sebesség járul hozzá leginkább.

Top-down figyelem (dorzális hálózat: gondolati célirányos vezérlés felülről lefelé): frontális tekintésmező (az akaratlagos szemmozgás kontrollja), sulcus intraparietalis

Bottom-up figyelem (ventrális hálózat: ingervezérelt módon alulról fölfelé):

jobb oldali junctio temporoparietalis, ventrolateralis prefrontális cortex,

Váltás szükségességére felhívó váratlan inger a ventralis hálózat által váltja ki a figyelmet, míg alternatíva kiválasztását sugalló külső segítség a dorsalis által.

Dopamin szerepe:

Emberben a dopamin agykérgi eloszlása rostrocaudalis gradienst mutat: prefrontális cortexben a legmagasabb a szintje, fokozatosan csökken a hátsóbb régiók irányában. Főemlősökben a prefrontális kéreg dopamin depléciója rontja a munkamemória-funkcióval kapcsolatos késleltetett válaszfeladat teljesítését.

Dopamin-D1-receptor-agonista kezelés, bromokriptin (dopaminreceptor serkentő) egészséges fiatal egyéneknél specifikusan javította, míg a dopamin-D2-receptor-gátló szulpirid rontotta a munkamemória-funkciókat tesztfeladatokban.

Optimális dopamin szint kell a jó működéshez, ha a dopaminszint alacsony, a rendszer serkentése javít, viszont ha magas, akkor a további serkentés már ront a helyzeten.

Striátum vezérelte dopaminfunkciók a rugalmasság (flexibilitás, váltás a perspektívák között, divergens gondolkodás, széles figyelmi keret, távolian összefüggő elképzelések megtalálása), a prefrontális dopamin a stabilitás (perzisztencia, rendszerezett, analitikus, konvergens gondolkodás, egy fogalmi kategóriában sok elképzelés létrehozása, fokozott mentális erő feszítés) kialakításában vesz inkább részt.

Ajánlott irodalom

https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_524_Elettan/ch10s10.html

https://tudomany.blog.hu/2012/11/28/somogyi_peter_szentagothai_kandelabersejtje_ravilagit_tudatunkra_es_az_agykeregrol_valo_ismereteink

https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_524_Funkcionalis_anatomia_3/ch01s03.html#id500773

https://tudomany.blog.hu/2017/08/03/agyhullamok_es_ritmusok