

■ Kognitív pszichológiai alapok



1.

A *kognitív pszichológia* a megismerés folyamatát kutatja. Mivel a **gépi intelligencia** csak akkor teljesítheti az elvárásokat, ha önálló **tanulásra** képes, a gépi intelligencia kifejlesztéséhez vezető úton nem mondhatunk le az emberi megismerési folyamat eddig megismert működésének, jellemzőinek hasznosításáról sem.

- **A pszichológia**

A pszichológia az **összetett viselkedési mintákat** tanulmányozó tudomány.

Cél: az emberi pszichikum és viselkedés megértése

A fiziológiai, vagy mechanisztikus megközelítés szerint a pszichikum az agy *működésének eredménye*. Amennyiben ez a megközelítés ellentmondáshoz jut, a fizikumtól független szellem feltételezése jogos.

Kutatott területek: érzékelés, tanulás, motiváció, emlékezet, felejtés, érzelmek, intelligencia, lelki zavarok.

■ Kognitív pszichológiai alapok ..



Az emberi pszichikum közvetlenül nem tanulmányozható:
elmélet – kísérlet – elmélet – kísérlet körforgás, spirál vezethet el a megértés egyre magasabb szintjére.

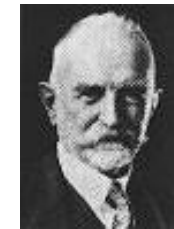
- Pszichológiai tanulmányozási módszerek
 - Viselkedészavarok megfigyelése, **megfigyelések** elemzése.
 - Objektív módszerek:
 - EEG** (agyi elektromos hullámok rögzítése, Elektroenkefalogram) ,
 - EMG** (izomfeszültség mérése, elektromiogram),
 - GBR** (galvános bőrreakció, érzelmeket kísérő változás),
 - Szemmozgás** rögzítése.
 - Rögzített viselkedési **válaszok**. Mimika, elpirulás, stb.

■ Kognitív pszichológiai alapok ..



A pszichológiai vizsgálati módszerek időbeli fejlődése

- **Introspekció** = önmegfigyelés (gond: a megfigyelés zavarja a megfigyelt folyamatot). *G.Humphrey* és *E.G.Boring* szerint az introspekció **tisztán nem** alkalmazható. A pszichikum csak közvetve tanulmányozható, pl. **fekete doboz** módszerrel: input és arra adott válasz elvezethet a belső működéshez. Következtetés a viselkedésből a gondolkodásra.
- **Pszichoanalízis (Freud)**: 1820-ban *Herbert* felvetette a **nem tudatos** működések fontosságát. A gondolat kiteljesedését *Freud* műveiben találjuk meg. *Freud* tanítása szerint a **libidó** késztetései jelentik az emberi motivációk kiemelkedő forrásait. Hangsúlyozta a **tudatalatti** működések erőteljes jelenlétét a pszichikum működésében, ami mellett a tudatos működés csak egészen kis részt foglal el. (Úszó jéghegy jelkép.)

1. George **Herbert** Mead

2. Sigmund Freud

■ Kognitív pszichológiai alapok ..

- A pszichológiai vizsgálati módszerek időbeli fejlődése ..

- **Behaviorizmus (Watson):** *Watson* és követője, *Skinner* azt tanította, hogy az emberek csaknem **végtelenül alakíthatók**, valamint hangsúlyozták az emberi **viselkedés** következményeinek **fontosságát** szemben az azt kísérő lelki működéssel.

A pszichoanalízis és a behaviorizmus nézetei 1945-1960-ig domináltak, a kognitív folyamatokat azonban szinte teljesen figyelmen kívül hagyták.

- **Kognitív pszichológia (Piaget, 1980):** a kognitív pszichológia a figyelmet, az észlelést, az emlékezetet, a felejtést, az alakfelismerést, a problémamegoldást, a nyelv pszichológiáját, az értelmi fejlődést és sok más problémát vizsgál.

A kognitív pszichológia előretörését a *számítógép megjelenése inspirálta*. A számítógép néhány, az emberi agyi funkciókra emlékeztető működése megerősítette, hogy a kognitív folyamatok valóságosak, vizsgálhatóak és talán megérthetők.



1. John B. Watson



Skinner

■ Kognitív pszichológiai alapok ..



Kognitív pszichológiai fogalmak

- A pszichológia *fo célja* a "szellemi folyamatok" elemzése, melyek általában **kognitív (megismeréssel kapcsolatos)** folyamatokat jelentenek. Ilyen működések a *figyelem, percepció (érzékelés, észlelés), felismerés, asszociáció, emlékezet, képzelet, gondolkodás, megértés, felejtés*. Ebből eredően a megismerés elméletei pszichológiai elméletek, a kognitív pszichológia a pszichológia része.
- A *megismerés* a tudás által meghatározott: az új ismeretek megszerzése a korábbiak alkalmazása révén. Olyan működés, amely az élőlényeket és különösképpen az embereket jellemzi.
- Az *emberi információ-feldolgozás jellemzője, hogy az* ingerfeldolgozás terjedelme és minősége az inger természetéről alkotott előzetes elképzelésektől, előfeltevésektől függ.



■ Kognitív pszichológiai alapok ..

Az észlelés

Az észlelés a pszichológia, ill. a kognitív pszichológia egyik területe.

"Az észlelés az a terület, ahol a *valóság* és a *megismerés* találkoznak."

Az észlelés jellemző vonásai

- Minden észlelő szervezet bír olyan **struktúrákkal**, melyek révén képes a környezet bizonyos aspektusait megragadni, míg mások nincsenek rá jelentős hatással.
- Az észlelés és a megismerés a külvilággal való olyan **kölcsönhatás**, melynek révén az észlelő nem csak új információhoz jut, hanem meg is változik, **átalakul**. Az élőlények pszichikumát jelentős részben a megismerési folyamatok hozzák létre. Nem tagadható azonban **öröklött** összetevők léte sem.
- Az észlelés irányításában korábban kialakult (agyi) struktúrák (**sémák**) játszanak meghatározó szerepet és ezek **irányítják az észlelést**, melynek eredményeként módosulnak. (Vesd össze: neuronháló súlyainak alakulása a tanulás során.)

■ Kognitív pszichológiai alapok ..



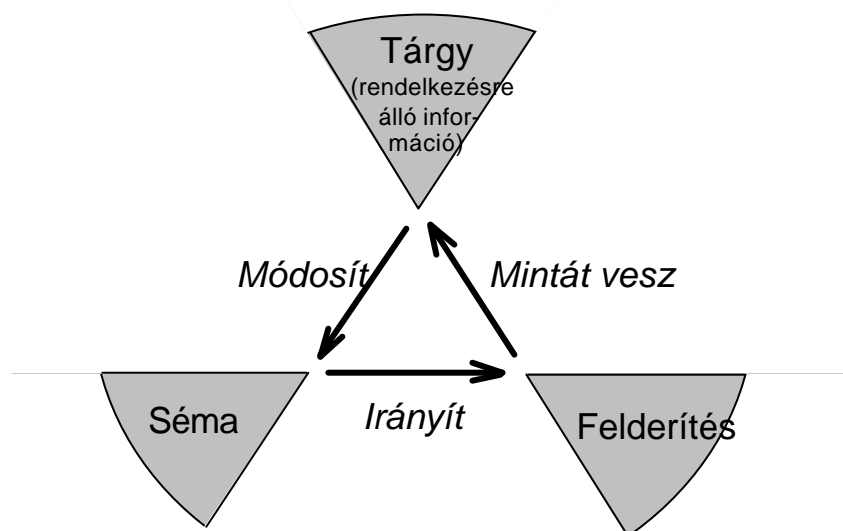
Az észlelés jellemző vonásai ..

- A jelen észleleteiben szerepet játszanak, hatást gyakorolnak a *közvetlen múlt* és a *távoli múlt* emlékképei egyaránt. A megismerésben közreműködhet az emlékezés, azaz a múltbeli tapasztalatok felidézése, miként a képzelet, a gondolkodás is. Ezen működések ugyanazon alapvető kognitív struktúráknak az alkalmazásai. (V.ö.: neuron-hálózat)
- "Az, hogy a **hallgató mit fog fel** az érvelésből, nemcsak attól függ, amit mondok, hanem attól is, hogy *mit tud* (és *hisz*) mielőtt beül a terembe...".
- Az észlelést a *pszichikum irányítja*. Eltérő személyek ugyanazon dolog **más-más oldalát** veszik észre.
- A **sémák anticipációként** (előrevetítés, előzetes elképzelés) működnek, *olyan közvetítőként, melyek kihatnak a személy jövőbeni tevékenységére*. A korábban megszerzett ismeret beágyazó környezetként szolgál új ismeretek számára. A sémák keletkezésükhöz képest időbeli, térbeli és esetbeli eltolódással részinformációk által felszínre kerülve előrevetítik az esetek hiányzó összetevőit, folyamatok folytatódását, megvalósítva ezáltal az **emlékezetet**.



■ Kognitív pszichológiai alapok ..

- Az észlelési ciklus ^{1.}



A rendelkezésre álló információ beépül a sémába módosítva azt, a séma irányítja a további információk felderítését, mindezt egy körforgásban, egyre bővítve, finomítva a világ egy részének séma általi leképezését.

1. Ulric Neisser: *Megismerés és valóság Gondolat, Budapest, 1984. p206.*

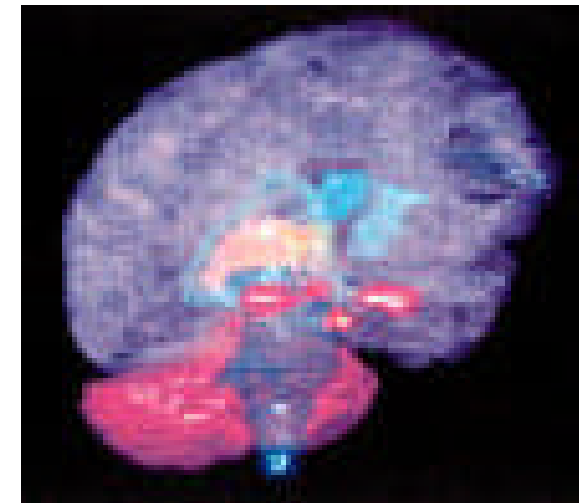
■ Kognitív pszichológiai alapok ..

- **Sémák (Bartlett)**

A séma **az észlelés központi kognitív struktúrája**. A teljes észlelési ciklusnak az a része, amely az észlelelőhöz képest belső, a tapasztalat által módosítható, és az észlelt dologra nézve valamiképpen specifikus.¹

- Az élő szervezet a külvilágból érkező ingerek révén a helyzethez leginkább kötődő, korábbi észlelések során eltárolt, felépült **sémáját** aktivizálja, mely felveszi az új információt és ily módon **megváltozik**. **Irányítja** a további felderítő mozgásokat és helyváltoztató tevékenységet még több információ elérése érdekében, melyek felvétele tovább alakítja.

- ***Biológiai szempontból*** a séma az agyi ideghálózat egy része. Fiziológiai struktúrák és folyamatok egy, az ingerek által aktivizált területe, mely állandóan változik, nem egy központ, vagy egy statikus szerkezet, hanem a bevezető szenzoros idegeket, a sémátároló interneurális hálózatot és a kivezető motoros, ill efferens idegeket jelenti.



1. Ulric Neisser: *Megismerés és valóság Gondolat, Budapest, 1984. p206.*

■ Kognitív pszichológiai alapok ..



- A sémák kialakulását és működését az agyban meglévő, **hierarchikus szerveződésű neurális hálózatnak**, állandóan változásban lévő, dinamikus **fluktuáló potenciáloknak**, ingeráramlatoknak tulajdoníthatjuk. Mindezt erőteljes *párhuzamos működés*, az egyszerre nagyon sok aktív *együttműködő alrendszer* és *időbeli változékonyság* jellemzi. Az ismeretek tárolásának és aktivizálásának számtalan formája van jelen, melyek mögötti **biológiai struktúrák**, bioelektromos és elektrokémiai működések megértése igen fontos, de nem könnyű.
- A sémák *hierarchikus felépítésűek*, a **magasabb szintű** sémák többszinten elhelyezkedő, **alacsonyabb szintű** sémákat foglalnak magukba, de minden szinten megfigyelhetők *mellérendelt*, azonos szintű kapcsolódások is.
- Az alacsonyabb szintű sémák a nem tudatos ingerfelvételben és efferens tevékenységekben vesznek részt, míg a magasabb rendűek a fogalmak szemléltetésére is alkalmasak, szélesebb körű, globálisabb információfeldolgozást és motiválást végzik.
- A *séma* fogalmat alkalmazó ismertebb kutatók **Piaget, Woodworth, Kagan** és **Posner**. A fogalmat új megvilágításba helyezte **Rumelhart** és **Norton**. (1975).



■ Kognitív pszichológiai alapok ..

Keretek

- A séma fogalmát elemezve vissza kell utalnunk a vele rokonságban álló két jelentős elgondolásra, melyet *Marvin **Minsky*** (1974) és *Erving **Goffman*** (1974) dolgozott ki és alkalmazott, elsősorban a mesterséges intelligencia területén.
- *Minsky* arra a következtetésre jutott, hogy a valóságos világban *a helyzetek* megfelelő felismerését és leírását **sohasem lehet elérni egyedül a pillanatnyi input minták alapján**. Feltevése szerint a számítógépben minden egyes új helyzet számára egy keretnek, vagy **keretek hierarchiájának** kell készenlétben állnia, amelyek anticipálják (előrevetítik) a bekövetkező események jelentős részét. Ha a számítógép egy szobát vizsgál, falakat, ajtókat, ablakokat, bútorokat, stb kell elvárnia, csakis így lesz képes arra, hogy a rendelkezésére álló, egyébként kétértelmu adatokat értelmezze.
- *Minsky* feltételezi, hogy egy ilyen rendszer **behelyettesíti a hiányzó értéket**, ha elmarad az információ, pl. egy jobb oldali fal létezését is, ha erről semmilyen megerősítő adatot sem kapott.



■ Kognitív pszichológiai alapok ..

Keretek ..

- *Goffman* a köznapi társas élet egy ragyogó elemzésében rámutat, hogy ezek az események milyen gyakran jönnek létre **konvencionálisan kialakult keretek** között, *amelyek megváltoztatják, vagy átalakítják a jelentésüket*. Kulcspéldája a **színházi előadás**, amelyben a nézők tudják, hogy az általuk megfigyelt beszédet és cselekvést *nem szószerint*, hanem valahogy másképpen kell felfogniuk. Vagy: a *túlzott alkoholfogyasztást* egyes megfigyelők a *betegség keretbe* foglalhatják, mások szándékos *közlekedési szabálysértésnek* foghatják fel. A **szélhámosok** gondosan "keretezett" helyzeteket hoznak létre, hogy áldozataikat félrevezessék.

"A mesterséges intelligencia és a kognitív pszichológia közötti (ilyen) konvergencia szívet melengető,..."

Ulric Neisser

■ Kognitív pszichológiai alapok ..

- Kognitív térképek (Tolman, 1948)^{1.}

A kognitív térképek a **térbeli világról** az agyunkban meglévő emlékek összessége, amely alapján a térbeli világban tájékozódunk.

Jellegzetes elemeik:

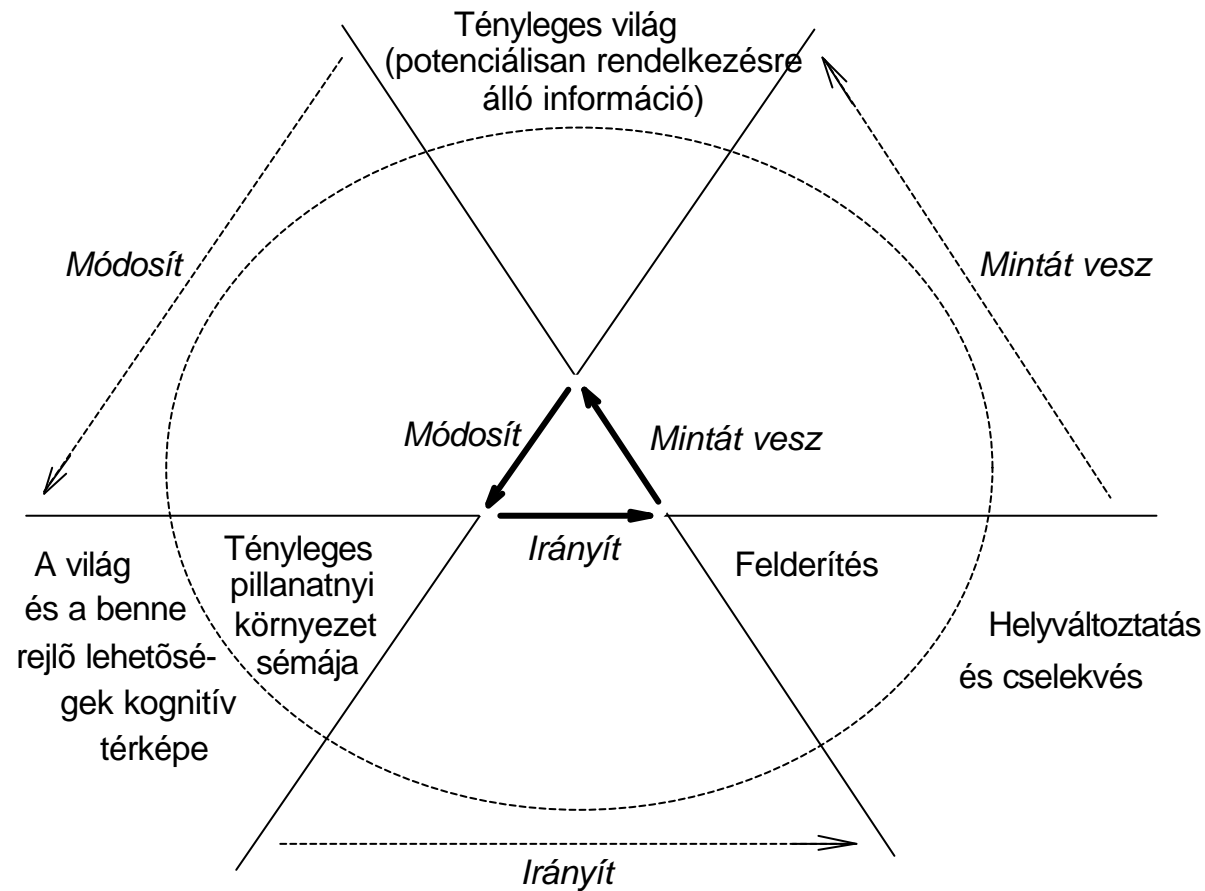
- az ösvények (pl. utcák)
- a csomópontok, az ösvények találkozási pontjai (pl. terek)
- a területek, melyeket azonos földrajzi tulajdonság jellemez (pl. lakótelep)
- a szélek, a területek határai (pl. folyók).



1. Ulric Neisser: *Megismerés és valóság Gondolat, Budapest, 1984. p206.*

■ Kognitív pszichológiai alapok ..

• Kognitív térképek .. 1.



A kognitív térkép működése

1. Ulric Neisser: *Megismerés és valóság Gondolat, Budapest, 1984. p206.*

■ Kognitív pszichológiai alapok ..



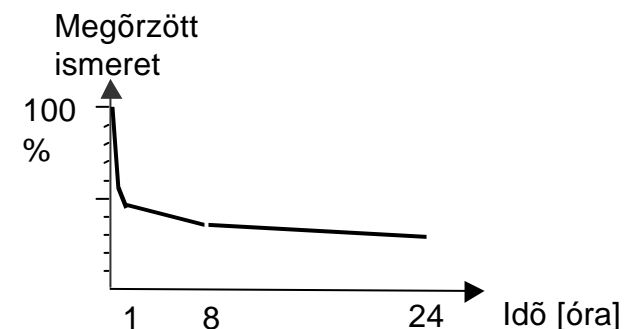
Tanulás

A tanulás azért igen fontos, mert az öröklődés mellett ez határozza meg elsodlegesen a viselkedést. Az öröklődés meghatározó abból a szempontból, hogy az egyed mit képes megtanulni.

- Az észlelés során a **séma megváltozik**, ami egyfajta tanulásként értelmezhető.
- A tanulás agyi kapcsolatok megváltozását jelenti. Elsősorban agyon kívüli dolgok leképezése az agyban.
- A tanulás kísérleti tanulmányozását **Ebbinghaus** vezette be 1885-ben. A tanulás mellett elsosorban a felejtés iránt érdeklödött. Az általa felvett felejtési görbe:



1.



■ Kognitív pszichológiai alapok ..

Tanulás ..

- A feltételes reflex tanulását **kondicionálásnak** nevezzük.
- Kimagasló eredményeket ért el a tanulás pszichológiájának tanulmányozásában **Pavlov**, aki fiziológus volt.
- **Pavlov kutyája** a csengo, majd csengo+étel ingerpárost a 15. alkalomra már enyhén társította, a 40. próba körül már egyértelműen várta a csengőhangra az ételt, azaz nyáladzott: kiépült a **feltételes reflex**.
- Pavlov kimutatta, hogy a tanulás során a régebbi ismeretek időlegesen legátlódhatnak.
- A tanulási képesség magyarázata lehet egyes emberi viselkedési mintáknak.



2.

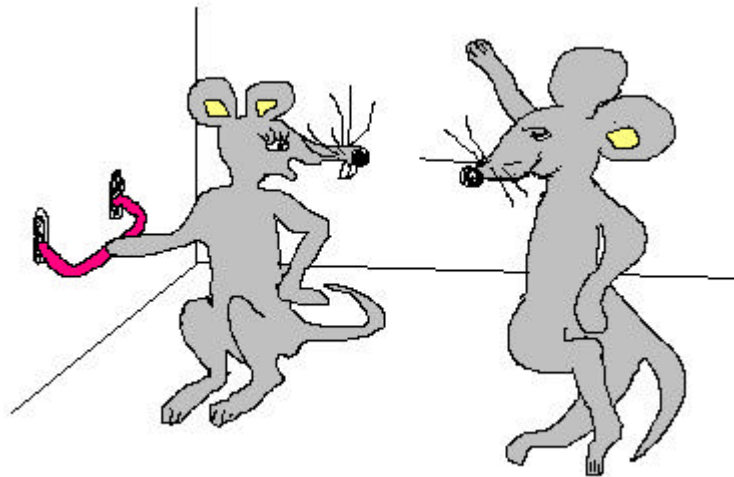


1.



■ Kognitív pszichológiai alapok ..

Tanulás ..



„Öregem, kondicionáltam ezt a pasit! Ahányszor lenyomom a pedált, bedob egy darab ennivalót.”

*F: Donald O. **Hebb**: a Pszichológia alapkérdései Trivium Kiadó, Bp.1975.*



cogprints.ecs.soton.ac.uk/~hamad/Archive/hebb.html



■ Kognitív pszichológiai alapok ..

Tanulás ..

- **A tanulás módozata** együtt változik a tapasztalással, **időfüggő**.
„Tanulnunk kell ahhoz, hogy tanulhassunk”
- **A csecsemő fogalomalkotása** már 4-5 hónapos korban megfigyelhető.
(Eldugott csörgőt elkezd keresni.)
- A tanultak rögzítéséhez **ismétlés** kell.
- **Helyes tanulási módszer:** a tananyag elemzése, a váz, a tartalomjegyzék átlátása, kapcsolatok, lényegi pontok keresése, a leírtak átstruktúrálása, több szempont szerinti boncolása, magyarul intenzív foglalkozás a leírtakkal, beágyazás a már birtokolt ismeretekbe.
- **Memorizálási gyakorlat:** cápa - ketrec memorizálás: cápa ketrecben. Még eredményesebb: **bizarr képzeleti képek** alkalmazásával: a cápa megeszi a ketrecet.

■ Kognitív pszichológiai alapok ..



Emlékezet

Az agyi változások, sémamódosulások megtartási és felidézési képessége.
Nem más, mint **információ anticipáció** (elohívás, előrevetítés, elozetes elképzelés).

- **Rövidtávú:** Hány óra van? Öt múlt tíz perccel.
- **Hosszútávú:** Sikerült a zárthelyim? Sajnos, nem.
- Azonosság: egy-egy társításos tanulás.
- Eltérés: a megtartási idő hossza.
- A **megtartási idő** hossza függ:
 - Ismétléstől
 - Bevésési emóció erősségétől.
- **J.V.McConnel:** a feltételes ingerrel kondicionált **laposférgeket** megetette más laposférgekkel. Eredmény: azok gyorsabban kondicionálhatókká váltak ugyanazon ingerre. Feltételezés: az **RNS** (ribonukleinsav) mennyisége kihat a tanulási képességre, esetleg még specifikusabb következtetés is levonható.



■ Kognitív pszichológiai alapok ..

Emlékezet ..

- **Kialakulási mód:**
 - **Rövidtávú:** Zárt neuronláncokban körforgás..
 - **Hosszútávú:** A tartós jelenlét (tartós körforgás, 15-60 perc) hatása a szinaptikus kapcsolatok megerősödésére. Strukturális változás.
- A **hosszútávú** memória kialakulási képessége **eltûnik**, ha az ember **hippokampuszát** és az azt fedõ agykérgi részt eltávolítják. Csak 2-3 perces rövidtávú emlékezésre lesz képes. A régen bevésett hosszútávú emlékek megmaradnak.
- Ebbinghaus és Pavlov mellett még *Morgan*, *Thorndike* és *Skinner* neve is kötődik a modern tanuláselmélethez.

■ Kognitív pszichológiai alapok ..



Felejtés

A *felejtés*, a sémák leépülése, amely ténylegesen fellép, inkább a beágyazott **séma kisebb részleteit érinti**, nem pedig az egész befoglaló struktúrát. Kutatások kimutatták, hogy egy mondat, vagy történet **általános jelentése** sokkal tovább **fennmarad**, mint a szavaké, amelyekből a történet felépül.^{1.}

• Fajtái:

- **Inaktivitásból**, használatlanságból eredő **tartós** megtartás-csökkenés. Közepes meredekségű. „Amit nem használnak, az elsorvad. Amit megtámogatnak, az is.”
- **Interferenciás**, más tanulással való kölcsönhatásból eredő **tartós** felejtés.
Proaktív: az előző tanulás hatása a vizsgált tanultak megőrzésére. Enyhe meredekségű.
Retroaktív: a rákövetkező tanulás hatása a vizsgált tanultak megőrzésére. Ez okozza a legmeredekebb felejtést.
- **Elfojtásos**, legátlásos **időleges** felejtés. (Pavlov, Freud)

1. Ulric Neisser: *Megismerés és valóság Gondolat, Budapest, 1984. p206.*

Sigmund Freud: *A mindennapi élet pszichopatológiája* Cserépfalvy, Budapest, 1995. p227.



■ Kognitív pszichológiai alapok ..

Képzelet ^{1.}

A *képzeleti* képek nem mások, mint "**központilag kiváltott érzékletek**".
Az észlelés ingerei is az agyból származnak.

- "Valamely nem valóságos dolog elképzeléséhez csupán arra van szükség, hogy leválasszuk a vizuális készenléteket a várt valóságos történések általános fogalmáról, és egy másfajta sémába ágyazzuk bele."

Pl:

"Kétszarvú bika sémájában a ketto részsémát variáljuk, lecseréljük az egy sémájára és létrejön a valóságban nem létező egyszarvú"

- A **sémák részeinek leválasztása és kombinálása** más részsémákkal eredményezi a **magasabb mentális folyamatok** alapját (képzelet, nyelv).

Gondolkodás

Verbális kapcsolattal bíró sémák láncolódása, gyakran egy kérdésből indulva és a válaszban végződve.



■ Kognitív pszichológiai alapok ..

- Összefoglalás

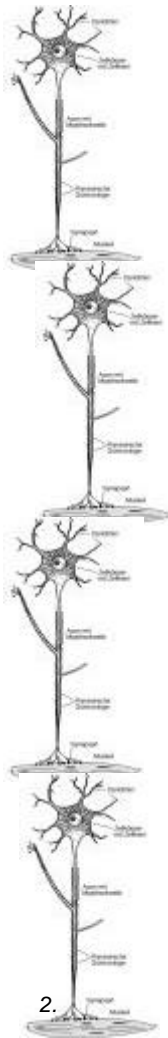
*Eredetileg a kognitív pszichológia a tanulás és a memória (emlékezés) mechanizmusait kutatta. Napjainkban a kognitív tudomány a mentális állapotok és az agyi funkciók kapcsolatát kutatja. Szemben az agykutatókkal, számítógépes tudósokkal és nyelvészekkel, a kognitív pszichológusok abban bízhatnak, hogy találnak egy olyan **mentális folyamat együttest**, amely megmagyarázza, miként erednek a gondolataink és érzéseink az agy fizikális működéséből.*

- *A neurális hálók felhasználhatók a kognitív pszichológusok elméleteinek tesztelésére, felhasználva az agykutatók és biológusok eredményeit. A mai modellezési technikák azonban még erőteljes egyszerűsítései a valós jelenségeknek.*

■ Az emberi idegrendszer és a látórendszer



1.



További, mesterséges neurális hálókra vonatkozó tanulmányaink előtt célszerű alaposabban megismerni a természet csodájaként számontartott emberi idegrendszert.

Az idegrendszer az *idegsejtek hálózata*.

Az *idegsejt*, vagy más néven *neuron* az emberi szervezet speciális sejtje.

Az idegsejtek hálózata nyújtja azt az **összetett működést**, melyet az emberi agynak megfelelő bonyolultsági szinten *mentális képességekkel*, a *megismerés*, a *tanulás*, az *adaptív viselkedés*, az *érzelmek*, a *beszéd* és a *tudat* jelenségeivel jellemezhetünk.

Az ember már számtalan természettől elcsodált példát használt fel mesterséges eszközök létrehozására. Napjainkban a legmagasabbra tartott képességének, az *intelligenciájának lemásolásához* az intelligencia "hardverét" jelento idegrendszer működésének utánzását tűzte ki célul. Ehhez elengedhetetlen a elemi összetevők, azaz a neuronok megismerése csakúgy, mint az *idegi szerveződés dinamikájának megismerése*.

A vizsgálatok napjainkban már a *molekuláris biológia* szintjén zajlanak, és a kísérletekkel és vizsgálatokkal kinyert ismereteket gyakran felhasználják a mesterséges neuronok, illetve azok hálózatainak megalkotására.

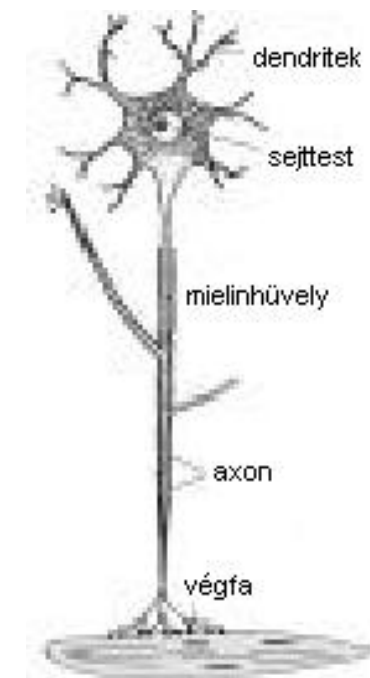
1. www.brainspeaker.com/prestrn.html2. www.de/krankheiten/neurologische_erkrankungen/ms.html

■ Idegsejtek



Az emberi idegrendszerben különféle alakú idegsejtek milliárdjai találhatók. Az eltérő alakok némileg eltérő működést is takarnak, de az idegsejtek alapfelépítése lényeges azonos sajátosságokat mutat.

- Az idegsejt, azaz neuron részei a sejttest a sejtmaggal, az inputként szolgáló sejttestnyúlványok, vagy más szóval **dendritek**, valamint a sejt ingerületét más sejtek felé továbbító **axon**.
- Az axonok néhány század millimétertől méteres hosszra terjedő vezetékek, melyeket gyakran **mielinhüvely** burkol. Az axon legtöbbször végfácskára bomlik, melynek révén nem ritka a több tízezres kapcsolódás sem.
- Az ingerület a dendritektől a végfa irányába halad.



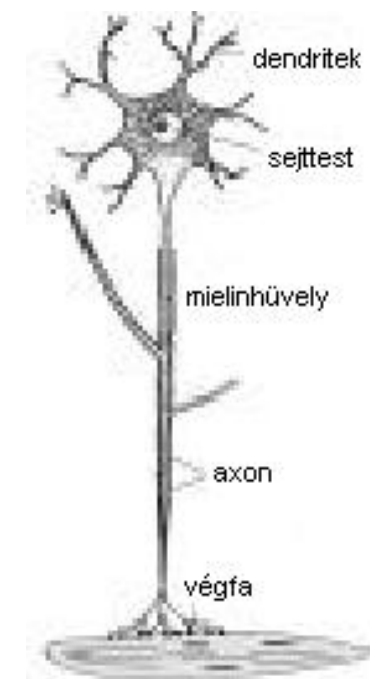
■ Idegsejtek ..



Az axonok, melyek az *ingerületet, idegimpulzust* más *idegsejtek testére, dendritjére, vagy izmokhoz, mirigyekhez* továbbítják, a végükön **szinaptikus bunkócskát** tartalmaznak. A kapcsolódás erőteljes párhuzamosságát mutatja, hogy idegsejtenkénti *több tízezer axon kapcsolódása* is előfordulhat, a dendriteken, vagy magán a sejtesten megtapadó bunkócskák **ellephetik** az idegsejtet.

A működés összetettségére és megbízhatóságára utal a nagymérvű **párhuzamosság**, mely ugyanakkor igen komplex, nehezen megfejtethető működést takar.

Az **idegek** együtt haladó axonok sokaságából állnak. Az agy felé haladó **afferens** idegek mellett a mirigyek, izmok sejtjeihez vezető **efferens** idegek futnak. Az ideg-ideg kapcsolatokat az **interneuronok** bonyolítják, melyek tömegében találhatók az agyban.

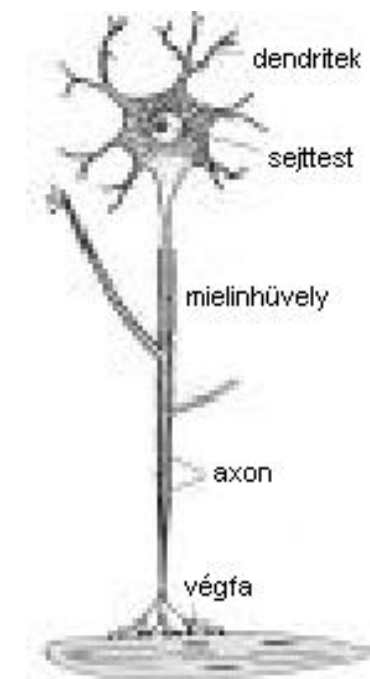


■ Idegsejtek ..

A végbunkócskák nem érintkeznek közvetlenül a sejttesttel, vagy a dendritekkel, hanem egy **szinaptikus résen** keresztül kapcsolódnak. Az ingerület átadását a szinapszisban ingerületátadó vegyi anyagok végzik, melyek a különféle **neurotranszmitterek**.

Az idegsejtek funkciójuk szerint *három fő csoportba* oszthatók:

- A **szenzoros neuronok** az érzékelésben játszanak szerepet, érzo idegsejtként az érzékszervekből, izmokból, belső szervekből továbbítják az ingerületeket az agy felé.
- A **motoros neuronok** az idegrendszer vezérlő ingerületeit továbbítják a szervek, izmok felé, hogy kiváltsák a kívánt működéseket.
- Az **interneuronok** csak a központi idegrendszerben - az agyban és a gerincvelőben – fordulnak elő, és neuront kapcsolnak össze neuronnal.



■ Idegsejtek ..



Az **idegsejtek számát 10 milliárd** és ezer milliárd közöttire becsülik, mely jól mutatja a mesterséges utánzás előtt álló feladat nagyságát. Az idegsejtek mellett azok számának többszörösét kitevő **gliasejtek** (glia = ragasztó) szolgálnak az idegsejtek beágyazására, *megtámasztására*, a neuronok *anyagcseréjének* támogatására.

A működés **bonyolultságát** a kapcsolatok sokszínűsége és hatalmas mennyisége okozza.

- **Az idegsejt működése**

Az **idegsejt** alaphelyzetben **negatív** töltésű, míg a **külvilág pozitív**. Ezt a helyzetet a féligáteresztő sejthártya **ionpumpa**-működése okozza. Az ingerek, idegimpulzusok terjedése alapvetően *vegyi-elektromos úton*, *ionpumpák* sokaságának működésével zajlik. Az ioncsatornák szelektív módon a következő ionfélések valamelyikét engedik csak tovább: Na⁺, K⁺, Ca⁺, Cl⁻. Az idegsejteket érő ingerek pozitív **nátriumionok** formájában a dendriteken keresztül bejutnak a sejttestbe, és ott akciós potenciált, **depolarizációt** hoznak létre.

■ Idegsejtek ..

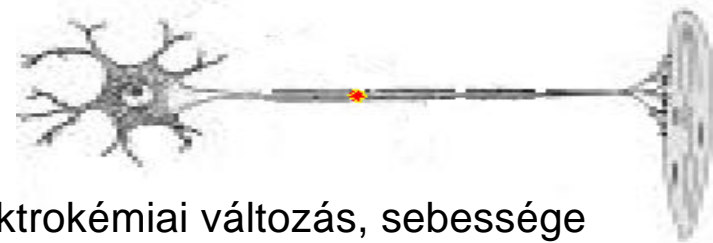


Amint a depolarizáció eléri a sejt küszöbértékét, az axonon egy **impulzus** végighaladását váltja ki és teljesen **kisül**. A küszöbértéket el nem érő ingerlés nem eredményez kisülést. Ez a **"minden, vagy semmi"** elv.

- Az ingerület erőssége az **axon mentén állandó**. Gyújtózsinóron végigfutó apró robbanássorozatra emlékeztet, amint mielinhüvely beszûkülésről mielinhüvely beszûkülésre **ugrálva** végighalad az axonon.
- A beérkező ingerület erőssége a **dendrit mentén csökken**, így gyengébb ingerek nem is módosítják a sejtestest potenciálját.

A neuron kisülésének jellemzői:

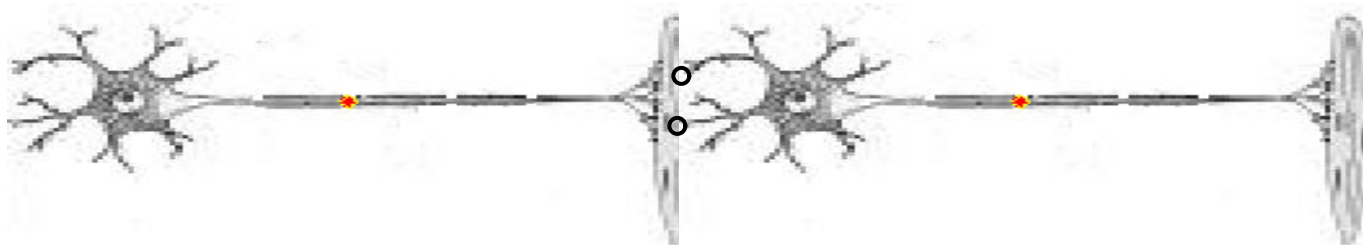
- Ha kisül, teljesen kisül.
- Az impulzus elektromos és egyben elektrokémiai változás, sebessége 1-120 m/sec. Vastag idegen gyorsabban halad.
- A szinapszison átjutva a következő neuront is kisülésre készíteti, ha az kellően depolarizált volt, vagy működteti az egyéb végrehajtó sejtet.
- A kisülés után **refrakter** (ingerelhetetlen) állapotba kerül, ezalatt feltöltődik.
- Közvetlen a kisülés után nagy inger sem süti ki, de még a teljes újratöltődés előtt kisütheti.



■ Idegsejtek ..



- Az újratöltődés első szakasza (0.5-2msec) abszolút refrakter.
- További töltődés kb. 100 msec.
- A nagy sejtek hamarabb feltöltődnek és nyugalmi küszöbük alacsonyabb.
- A nagy sejtek könnyebben és gyakrabban (1000/sec) kisülhetők.
- Erős ingerlés eredménye nagy kisülési frekvencia.
- A neuron elpusztul, ha nem kap ingerlést.
- Egyetlen beérkező input inger általában nem elegendő a neuron kisüléséhez.
- A kapcsolat, szinapszis működése erősíti a kapcsolatot.
- A neuronháló tanulása a kapcsolatok kialakulását, megerősödését jelenti.
- A tanulás alatt létrejövő kapcsolatok rövidtávúak, megerősítésükhöz egy órás, vagy hosszabb használat kell.
- A tanulás nem csak új kapcsolat kialakulását, hanem régi kapcsolat gátlásának megjelenését is jelentheti.



■ Ingerületátadó anyagok

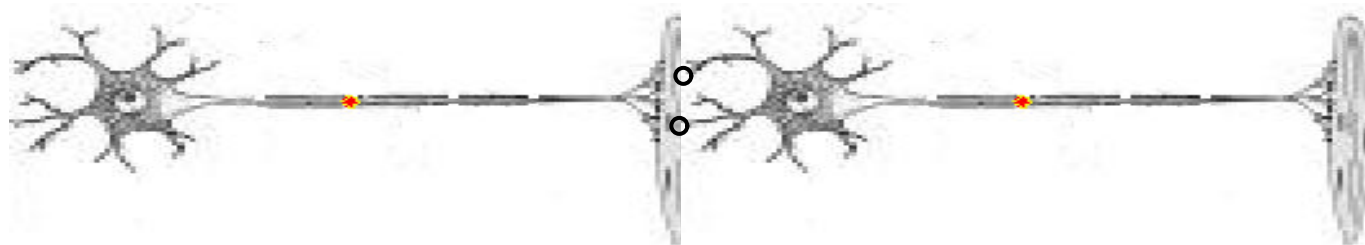


Az idegsejtek között a szinapszisokban átadódó ingerületeket az ingerületátadó anyagok, a neurotranszmitter molekulák közvetítik. A neurotranszmitterek **gerjesztőek**, vagy **gátlóak** lehetnek. A molekulák hatása a korábban említett ingerületterjedési frekvenciákból is következően csak rövid idejű lehet. Ezt kétféle úton éri el az idegsejt

- **visszavétellel:** a kibocsátott neurotranszmitter-molekulát a kibocsátó axonvégződés visszaveszi, vagy
- **lebontással:** a fogadó dendrit vagy sejttest a molekulát lebontja.

A működés fantasztikus összetettségének további okaként említhető a több, mint **ötven**féle neurotranszmitter anyag. A fontosabbak:

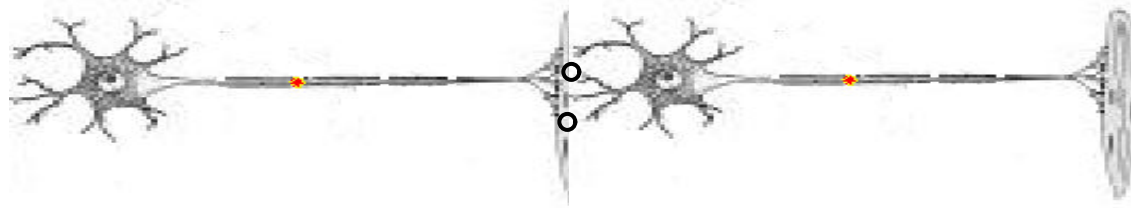
- Az **acetilkolin (ACh)** általában serkentő hatású. Különösen a hosszútávon is fennmaradó *új emléknymok képződésében* fontos szerepet játszó *hippokampuszban* gyakori. Az *izomrostokon végződő* idegeknél szintén ez a neurotranszmitter működik.



■ Ingerületátadó anyagok ..



- A **noradrenalin (Nadr)** elsősorban az *agytörzsben* gyakori. A Litium felgyorsítja a visszavételét, és ezáltal depressziót okoz.
- Szintén gyakori a *gátló hatású* **gamma-amino-vajsav**.
- A **dopamin** átvivőanyag hiánya Parkinson-kórt okoz.
- Az érzelmekre ható molekula a **szerotonin**.
- A központi idegrendszer *legfontosabb transzmitter* anyaga a serkentő hatású **glutamát**. Egyik fajtájának *szerepe lehet az emlékezésben, tanulásban*. Ez az NMDA-nak nevezett transzmitter leginkább a *hippokampuszban található meg, így fontos szerepet játszhat a hosszabbtávú emléknymok képzésében*. Ezt az mutatja, hogy **két különböző sejtről egymás után beérkező inger hatására lép működésbe**. Az első érzékenyíti az NMDA-t tartalmazó sejtmembránt de csak a második aktiválja azt, minek hatására az NMDA nagyszámú kalciumiont juttat az ingerületfogadó sejtbe. A beáramló anyag hatására a sejt tartósan megváltozik, mely változás a **hosszútávú emlékezetnek** - long term potentiation, LTP – felel meg. Ezzel a jelenséggel magyarázhatjuk az olyan ingertársítások kialakulását, mint a Pavlov kutyájánál kialakult hang - étel asszociálás.



■ Az idegrendszer részei



Az idegrendszer egyetlen összefüggő hálózatként működik. Az idegsejtek elhelyezkedése, az idegrendszer tagoltsága alapján *két részét* különböztetjük meg:

- **központi idegrendszer:** az agy és a gerincvelő idegsejtjei,
- **perifériás idegrendszer:** az összes többi idegsejt.

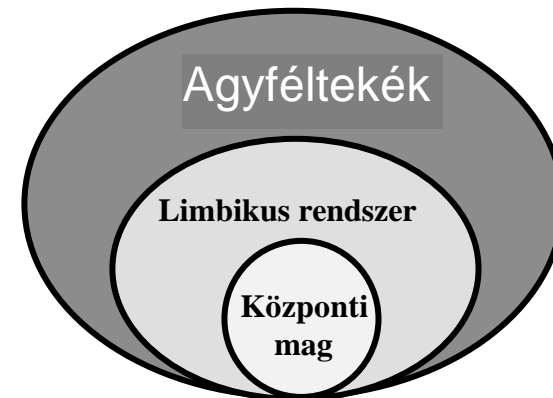
A minket érdeklő intelligens működésért az összehasonlíthatatlanul bonyolultabb agyi idegrendszer a felelős, bár néhány egyszerű *reflexszerű idegi működést a gerincvelő idegeinél* is megfigyelhetünk, pl. ilyen a térdreflex.

■ Az agy

Az igen összetett agy bonyolult működését számtalan összehangolt alrendszer segítségével végzi. Ezek némelyike szemmel is felismerhető.

Az agyat az *evolúciós fejlődésnek megfelelő három hierarchikus részre* tagolhatjuk:

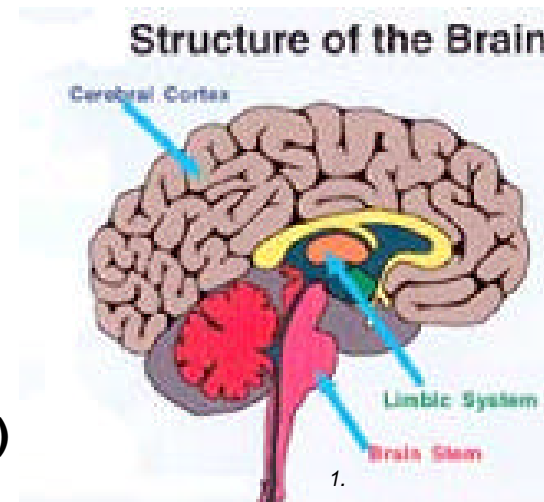
- **központi mag**
- **limbikus rendszer**
- **agyféltekék.**



■ Az agy ..

A központi mag a légzést és a testtartást felügyelő **nyúltvelobol**, a mozgás-koordinációért felelős **kisagyból** és a **hipotalamuszból** áll. További fontos része a többi részt összekapcsoló **retikuláris (hálózatos) rendszer**.

- **A kisagy** vezérli az *automatikussá* vált *tevékenységeket*, melyek azonban magasabb szintrol felülbíráthatók.
- **A hipotalamusz** felelős az *érzelmek* és a *motiváció* kezeléséért. Központjai olyan *alapvető életfunkciókat* szabályoznak, mint a *táplálkozás* és a *szexualitás*. További fontos feladata a *szervezet életfontosságú funkcióinak*, mint pl. a pulzus, vérnyomás, testhőmérséklet *normális szinten való tartása*. Ezek a létfenntartó alpműködések az egyedfejlődés korai szakaszában is elengedhetetlenek voltak. Érdekességgként megemlítjük, hogy a homoszexualitás a hipotalamusz egyik sejtcsoportjának méretével függ össze.
- **A retikuláris rendszer** az *álm*, az *ébrenlét*, a *koncentráció* szintjét szabályozza. Mivel minden szenzoros idegcsoporttól érkezik ide idegrost, képes az *agykéregbe kerülő ingerek megszürésére*, *tudatosulásuk megakadályozására*.



■ Az agy ..

A limbikus rendszer

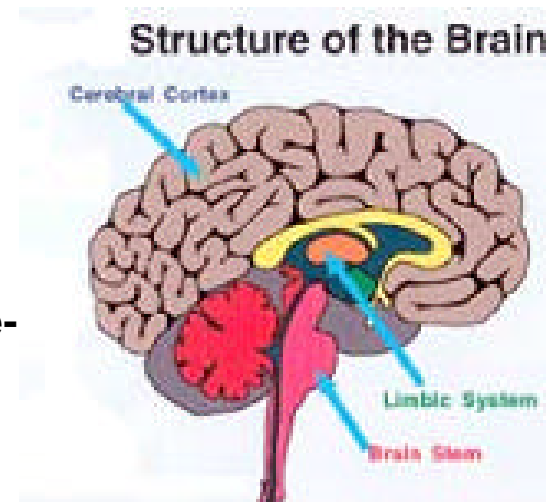
A limbikus rendszer a **mag ösztönös, reflexszerű tevékenysége feletti ellenőrző** szerepet lát el.

A halak, **hüllők**, azaz kezdetleges limbikus rendszerrel bíró állatok az alapvető tevékenységeket a fajra jellemző ösztönös mintákat követve,

reflexszerűen hajtják végre. A **magasabbrendű** élőlények, emlősök, madarak esetében a fejlettebb limbikus rendszer **változatosabb magatartásformákat** eredményez a táplálkozás, szexualitás, csoportos tevékenységek esetében.

A limbikus rendszer közreműködik az **emóciók, érzelmek megnyilvánulásában** is.

A **hippokampusz**, mely a limbikus rendszerben foglal helyet, a **tartós emléknymokért, a hosszútávú memóriáért** felel. Sérült hippokampusz mellett csak a régebben eltárolt emlékek idézhetők fel, a fiatalabb emlékek az új emlékek képzésének készségével egyetemben elvesznek.

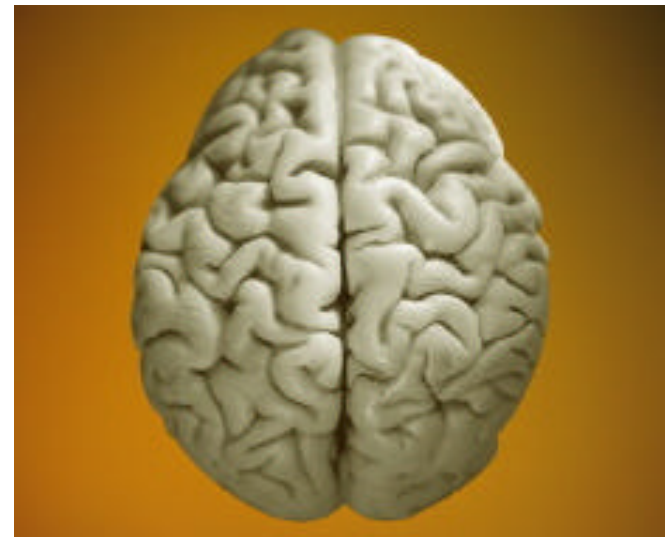
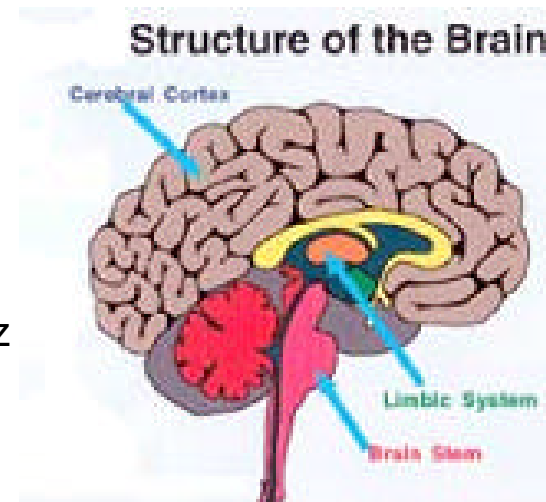


■ Az agy ..

Az agyféltekék

Az agyféltekék, azokban is a külső vékony **szürkeállomány** az, amelyhez az **intelligens** viselkedést köthetjük. Ezt a működést azonban a központi maggal és a limbikus rendszerrel erős **kölcsönhatásban** nyújtják az agyféltekék.

A **szürke** agykéreg **hatalmas felületét** erős **barázdáltságának** köszönheti. Vastagsága **3 milliméter** és csak idegsejtek sejttesteit tartalmazza. A belső **fehérállomány** színét az összekötő és kapcsolati rendszer-kialakító szerepet ellátó, fehér mielinhüvellyel burkolt **idegek** adják.

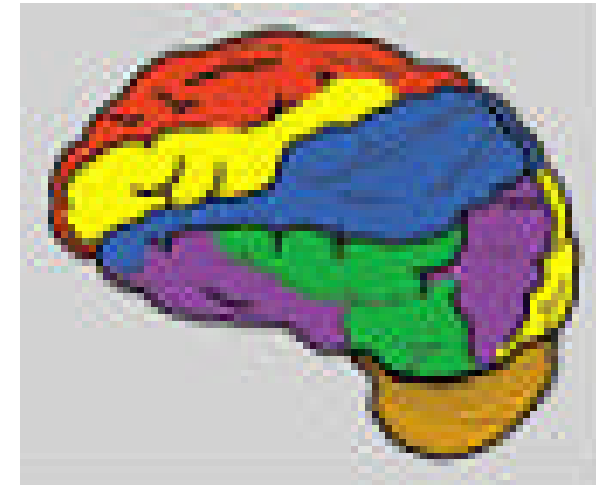


■ Az agy ..

Az agyféltekék ..

Az agykéregben különböző feladatokat ellátó területekbe csoportosultak az idegsejtek. A területek az érzőidegekhez kötődő **szenzoros**, vagy afferens, a beavatkozó, mozgatóidegeket tartalmazó **motoros**, vagy efferens és a magasszintű mentális képességeket végző **asszociációs** területekre tagolhatók. A mentális területek közé tartozik elsősorban az **emlékezés, gondolkodás, nyelvhasználat, téri műveletek, zene**.

A szenzoros területek és az általuk kezelt testrészek szemléltetésére szokták alkalmazni a nagykezű, szemű és nyelvű **szenzoros emberkét**, míg a motoros területekhez kapcsoltan a szintén nagykezű **motoros emberkét** rajzolják. Az agyban **a területek nagysága az általuk kezelt működés kifinomultságával arányos**. Az intelligencia nem az agy méretével, hanem az idegsejtek számával és a kapcsolatrendszer összetettségével arányos.



1.

■ Az agy ..

Az agyféltekék ..

Az agykéreg fő területei:

- a motoros terület,
- a szomatoszenzoros terület,
- az asszociációs területek.
- a látóterület,
- a hallóterület,



A motoros terület felel a *tudatos testmozgásokért*. Ezen terület ingerlése akaratlagosan nem gátolható mozgásokat vált ki, sérülése a megfelelő mozgásos készség kiesését okozza. A test baloldalát a jobb agyfélteke képezi le, és viszont.

A szomatoszenzoros (testérzo) terület felelős a *hideggel, meleggel, fájdalommal, testhelyzetekkel* és a *tapintással* kapcsolatos ingerek felfogásáért. Itt is megfigyelhető a bal-jobb csere.

■ Az agy ..

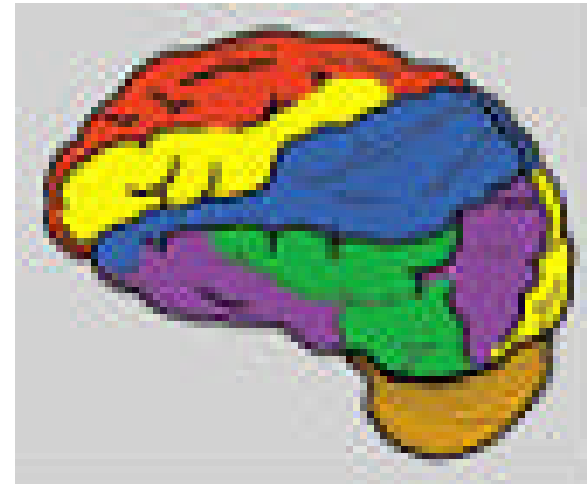
Az agyféltekék ..

Az agykéreg fő területei ..

A látóterület felelős a látványinformációk feldolgozásáért. A retina félgömbje egy bal és egy jobb negyedgömbre tagolódik. A balból a bal agyféltekébe, a jobból a jobb agyféltekébe mennek az idegek, azaz a bal agyfél a szemlencsében megcserélődő jobb kezét látja.

A hallóterületek a halántéki lebenyekben találhatók és főleg a *hangok időbeli mintáinak feldolgozásában* játszanak szerepet. Mindkét fültől haladnak idegek mindkét agyféltekébe, de az ellenoldali területek erőteljesebbek.

Az asszociációs területek kezelik mindazokat a szellemi tevékenységeket, melyek nem motoros, és nem is szomatoszenzoros ingerek feldolgozását jelentik, hanem a *magasabb szintű mentális folyamatokhoz kötődnek, pl. a beszéd, gondolkodás*. Beszédkészségünk a bal agyféltekében található **Broca-mezo** fejlettségétől, beszédértésünk színvonala pedig a **Wernicke-mezo** fejlettségétől függ. Atéri és a zenei képességek a jobb agyféltekében lakoznak.



■ Az agy ..

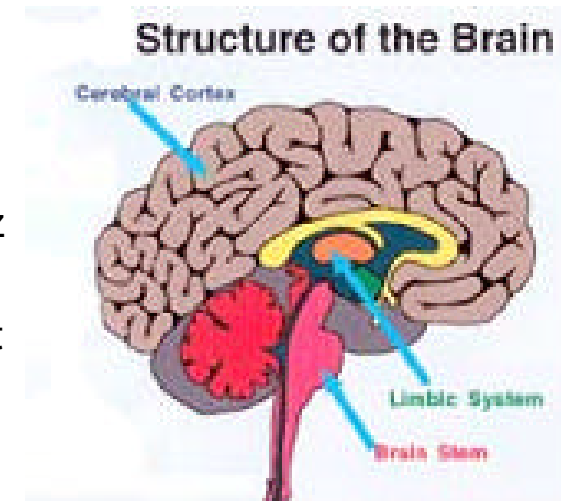
Az agyféltekék ..

A két félteke látó- és hallóterületeinek, stb. azonos pontjait a **corpus callosum** (kérgeestest egy része) köti össze, biztosítva az együttműködést.

Ha **átmetszik** az összekötéseket, a személy két agyfele önállóan működik, akár ellentmondó módon is. **Két elme egy koponyában**: eltérő szándékokkal, ismeretekkel, képességekkel.



www.bbc.co.uk/.../parents/article_secondary_14012002.shtml



A szagérzékelés kivételével a többi érzékszerv kapcsolatban áll az ellenkező oldali agykéreggel.

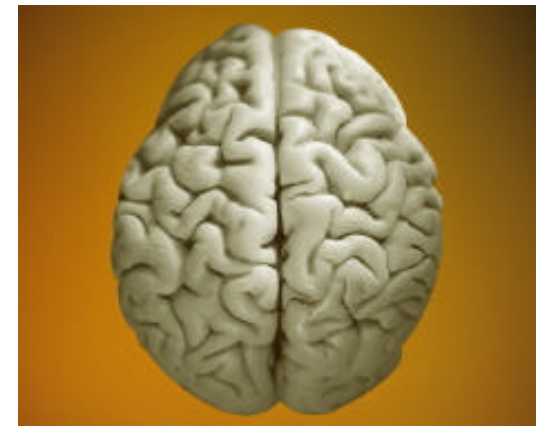
■ Az agy ..

Lateralizáció: az agyféltekék specializációja.

Az agy aszimmetriája

A **bal** agyfélteke dominál a *beszéddel* kapcsolatos tevékenységekben, képes *logikai és analitikus műveletek elvégzésére, matematikai számításokra, kezeli a jobbkezet.*

A **jobb** félteke a *téri képességek, a zene és az elvont gondolkodás területén erősebb.*



■ Az agy tudatossága



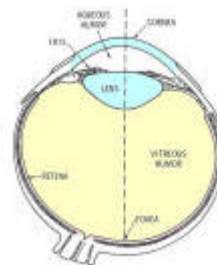
Roger Penrose, aki behatóan elemezte az agy működését, *a tudatossággal kapcsolatban* a következőket írja:

"...Milyen joggal állítjuk, mint egyesek teszik, hogy bolygónkon egyedül az emberi lények vannak megáldva a képességgel, hogy 'tudatában' legyenek valaminek? ...Kétlem. Noha a békák és gyíkok és különösen a tokehalak nem nagyon erősítik bennem a meggyőződést, hogy szükségszerűen 'van ott valaki', aki visszabámul rám, amikor nézem őket, benyomásom egy 'lélek jelenlétéről' nagyon erős, amikor egy kutyát, vagy macskát látok, vagy különösen akkor, amikor egy emberszabású majom néz engem az állatkertben....Nem hiszem, hogy 'öntudatosak' bármiféle erős értelemben (noha úgy sejtem, az öntudatosság eleme jelen lehet). "

■ A látórendszer



Az ember információinak döntő többségét a szemével szerzi. Szemünk idegrendszerhez kapcsolódó része a retina. A retina **pálcikák** és **csapok** sokaságából áll. A pálcikák sötétben való látásra alkalmasak, de színérzékelő képességük nincs. A csapok nappali látásra alkalmasak és színlátást eredményeznek. A **retina közepe**, a **fovea** receptorokban gazdag, míg a vakfolt egyáltalán nem tartalmaz receptorsejteket. Vannak mozgásra, sőt mozgásirányra érzékeny sejtek is. Ezek a retina szélén helyezkednek el. A szem modellezése a mesterséges neurális hálók kifejlesztésével párhuzamosan folyik, és már jelentős eredményekről számoltak be.



gary.myers.net/elements.htm