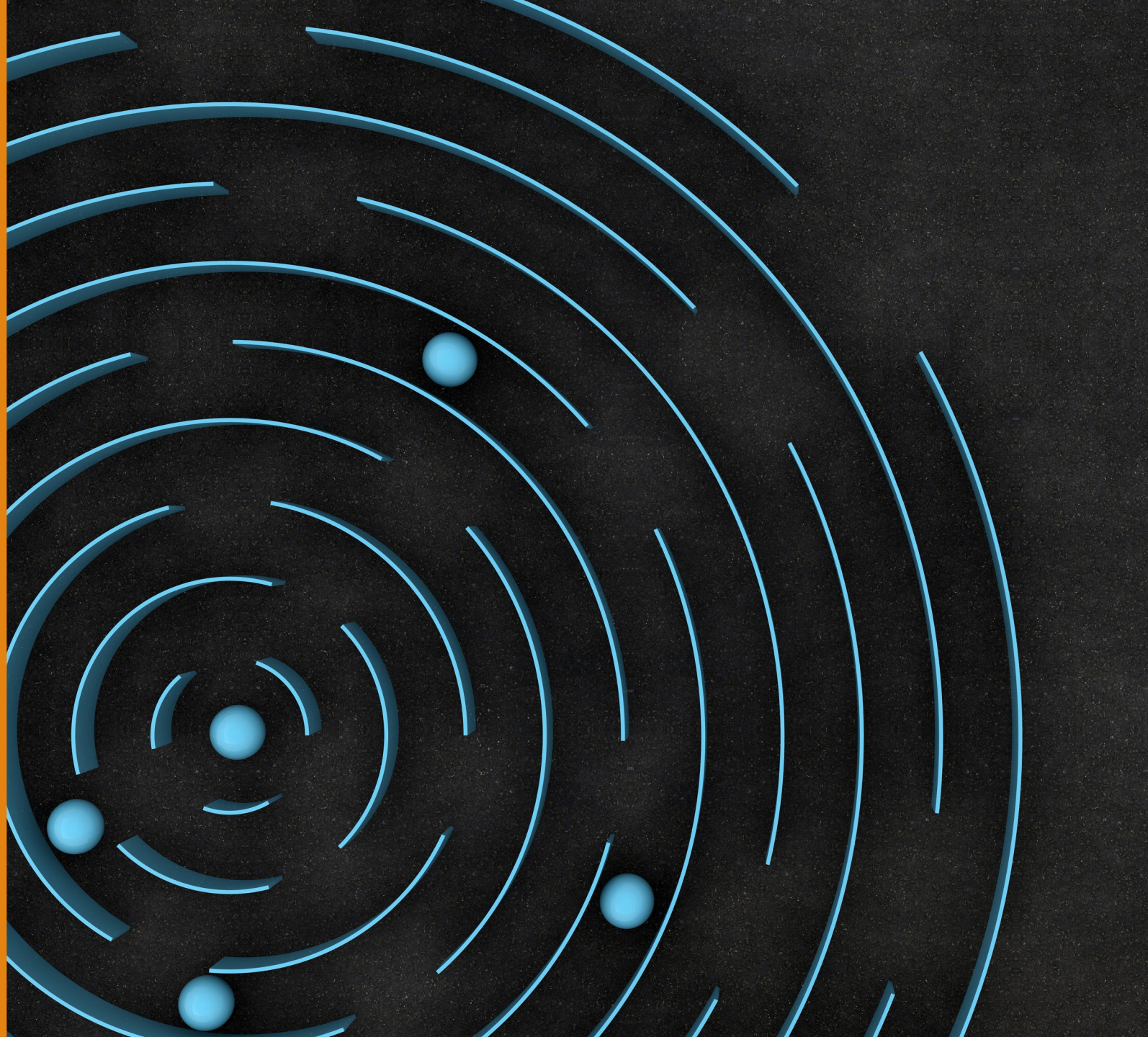
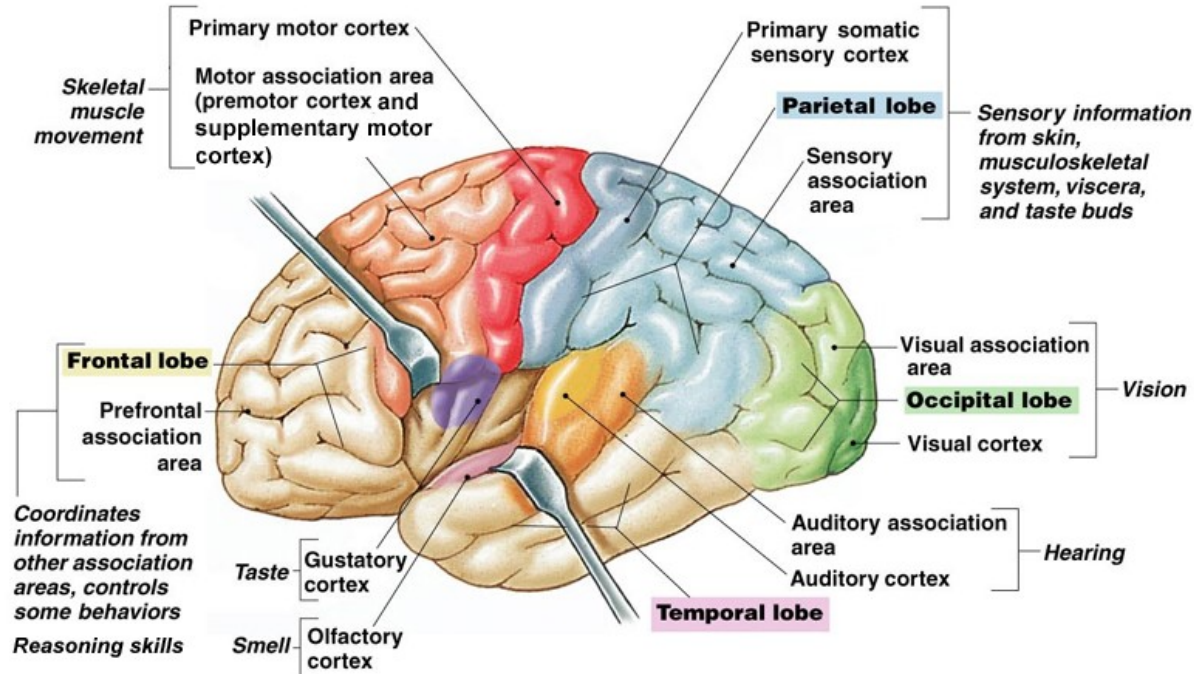


Cognitive systems

TRIP INSIDE OUR BRAIN

(NEUROSCIENCE
PERSPECTIVE)

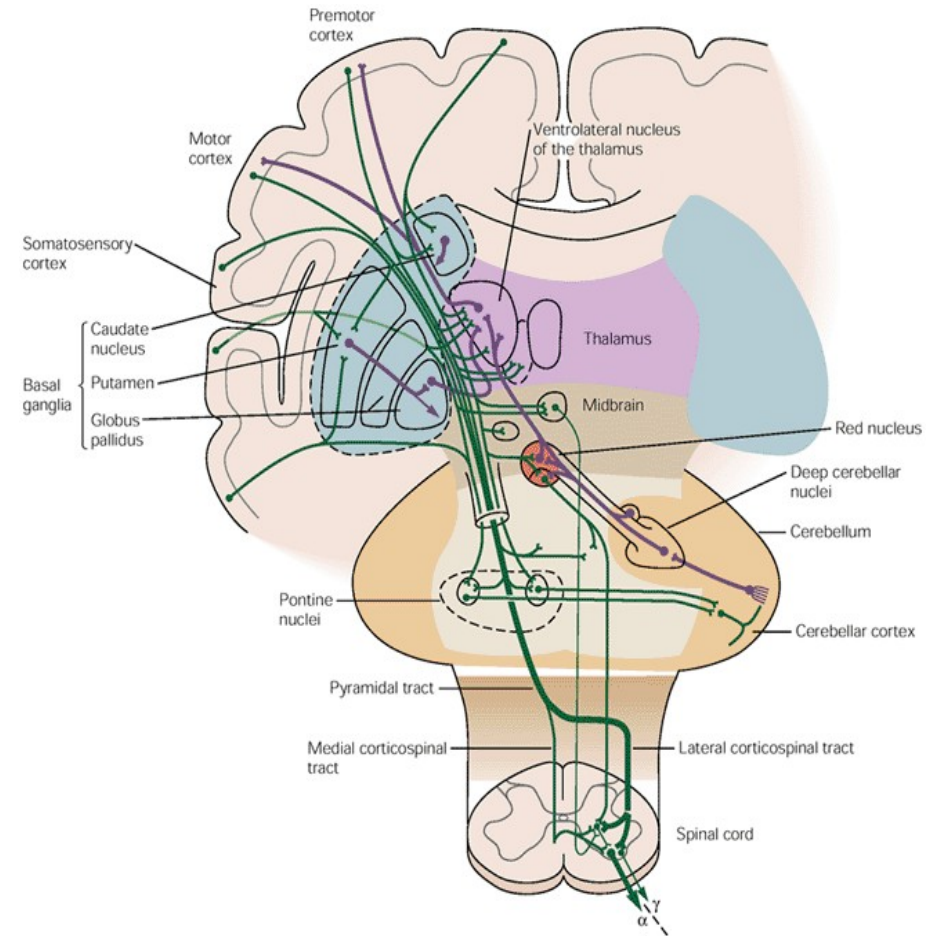
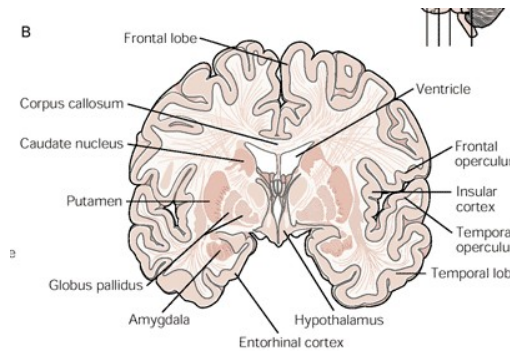
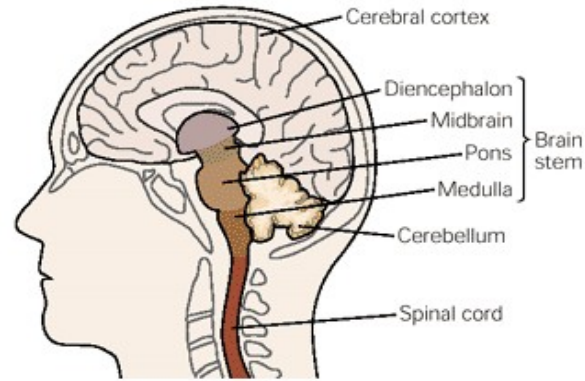
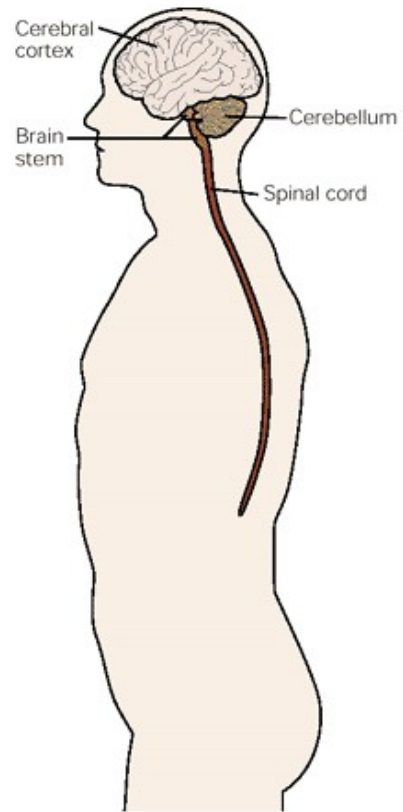




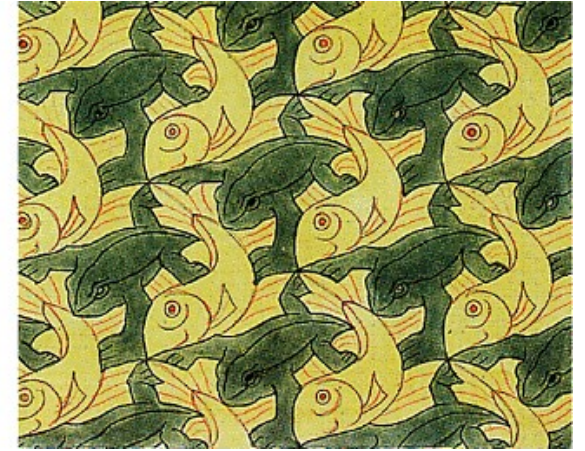
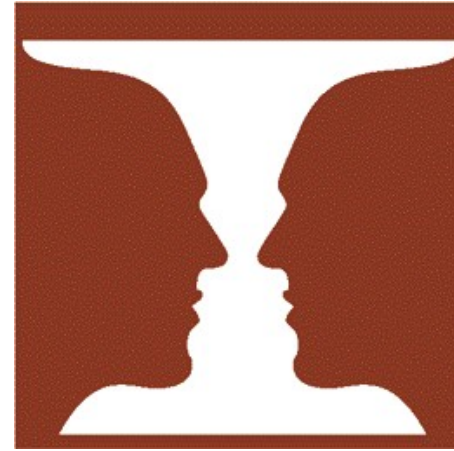
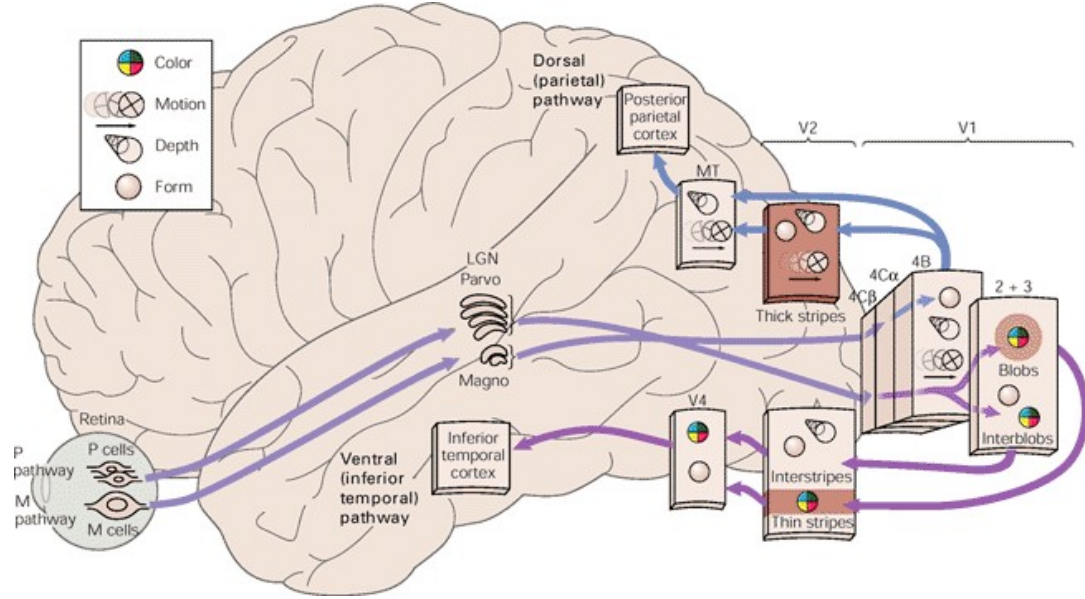
Copyright © 2007 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Fig. 9-15

What happens inside the brain?

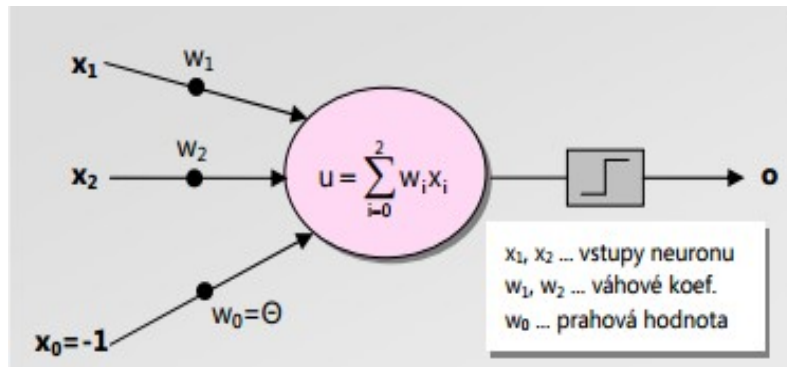


Different information pathways

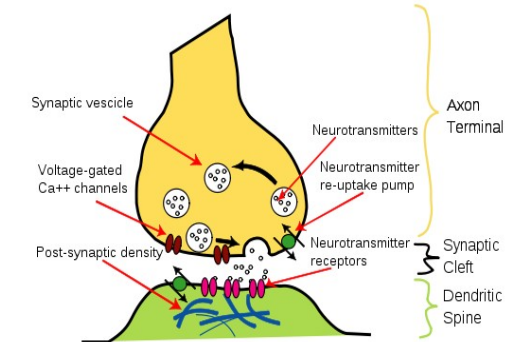
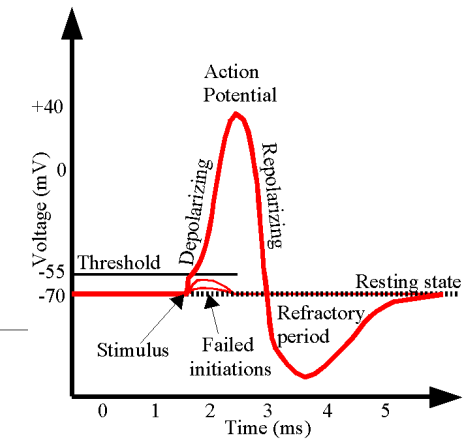
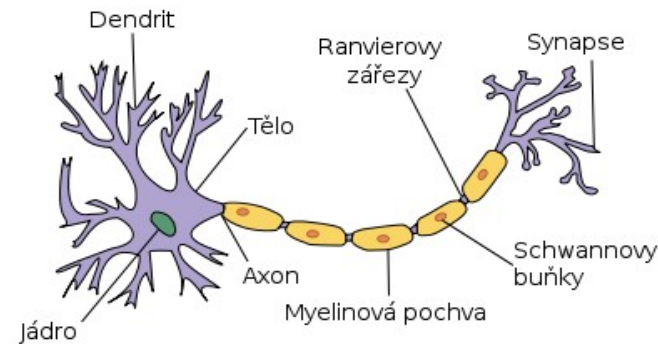


Different information pathways

Neurons



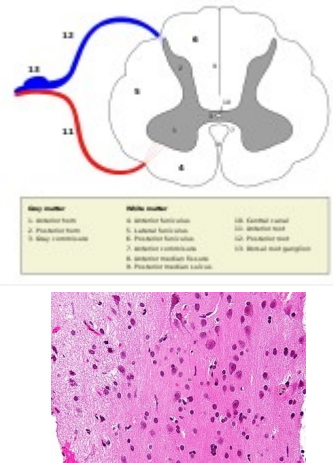
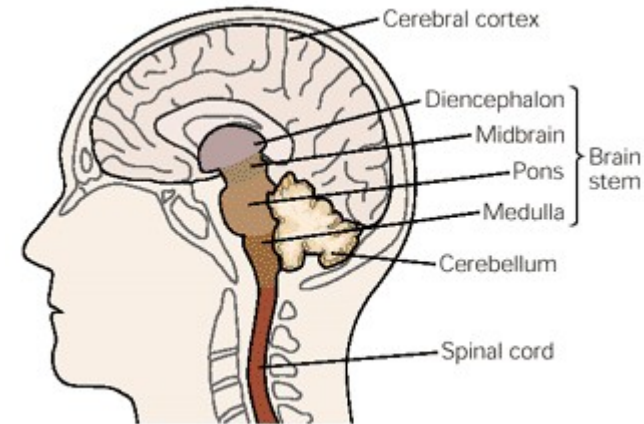
1943 McCulloch and Pitts



- **Axon** - 1,5m, 2-120m/s, membránový potenciál, akční potenciál - vybíjení, bílkovina myelin
- **Synapse** - 0,5-4ms, vylití neurotransmiteru → receptor → změny propustnosti pro Ca^{++} , jednosměrné (dráhy obousměrné), látkový přenos
- Prostorová a časová sumace
- Šedá hmota - alcohol/cannabis/pregnancy/IQ/elderly/action vs.3D games
- Roztroušená skleróza narušuje gliové buňky tvořící pochvu

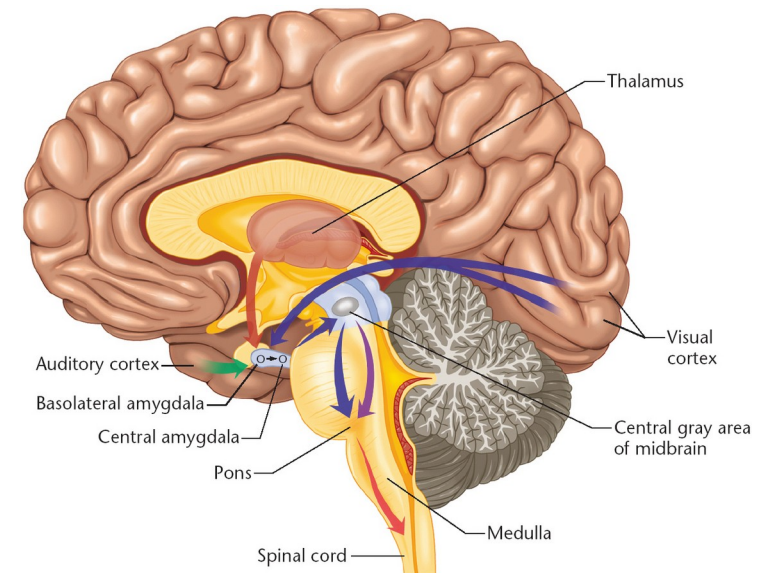
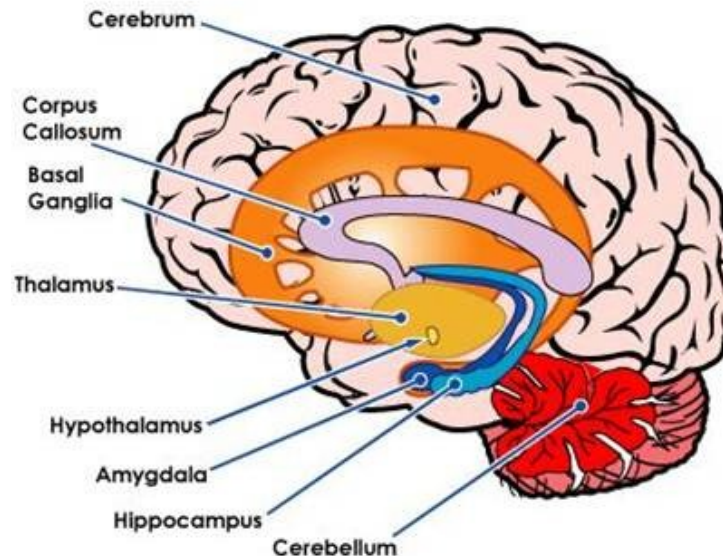
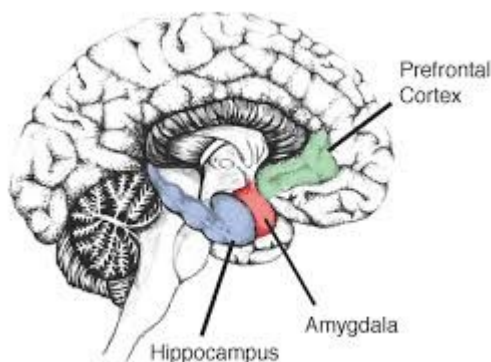
Anatomická organizace CNS

- Mícha ← **Senzorická info**
 - **Šedá hmota**
 - zadní rohy (usp.neurony ~ senzorické info),
 - přední rohy (motorické jádro inervuje svaly)
 - **Bílá hmota** – ascendentní a descendentí dráhy s motor. příkazy
 - Medula
 - Varolův most
 - Střední mozek
- Retikulární formace - jádra**
Mozkový kmen ← Senzorická info
 → kontrola motoriky + sluch, balanc, chuť + parasympatické reflexy (srd.čin., krev.tlak,peristaltika) + ovlivnění stavu bdělosti (dle senzor.info)
- Mozeček (cerebellum) → **pozice, koordinace hlavy, očních pohybů, jemná motorika, učení motor. dovednostem** (nejvíc neuronů, málo typů)
 - Mezimozek (diencephalon)
 - **Thalamus** – **periferie + hemisféry, integrace** senz.info, prahování, časová integrace signálů
 - **Hypothalamus** → **tělní funkce, regulace hormonů, motivační syst.mozku, biologický rytmus** (vězení – psych.mučení)
 - Koncový mozek (telencephalon) – 2 mozkové hemisféry



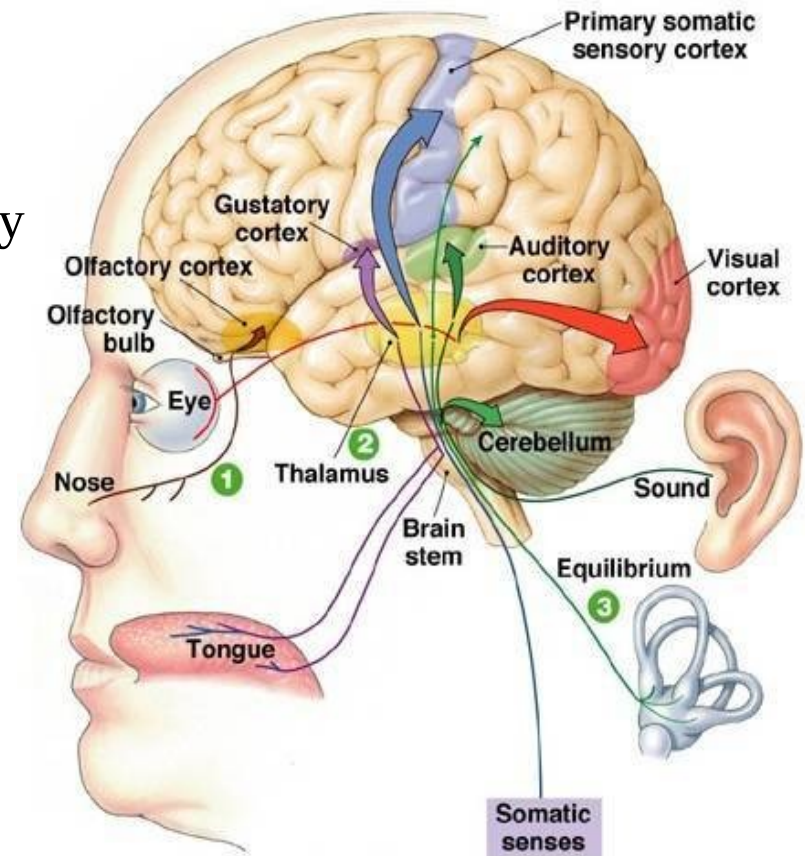
Mozkové hemisféry

- Percepce, motorika, kognitivní funkce
- 1 strana mozku ovládá 2. stranu těla – kříží se v různých bodech
- Corpus callosum – propojuje mozeček, thalamus and hypothalamus, split-brain syndrome, better connection (gifted?)
- **Subkortikální formace:**
 - Amygdala (emoce, soc.chov., prah pro impulsivní reakci – hypersensitivní lidé) - EEG exp.
 - hippocampus (paměť, prost.orientace)
 - bazální ganglia (jemná motorika)



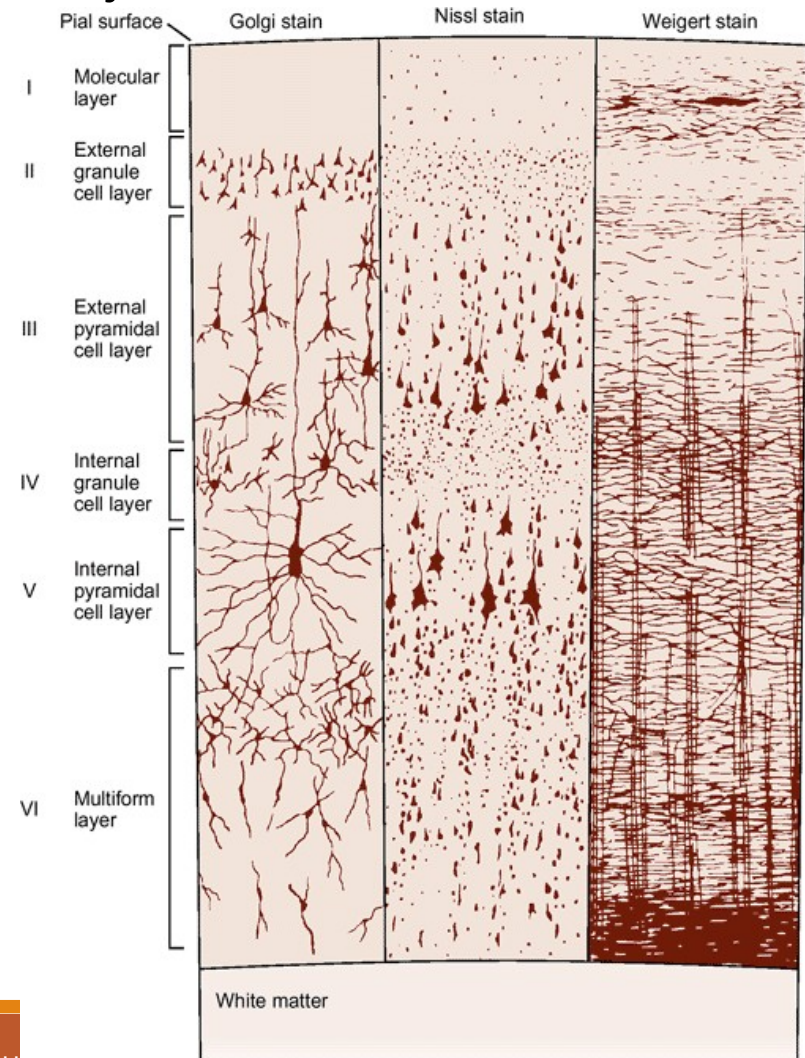
Mozkové hemisféry

- Percepce, motorika, kognitivní funkce
- 1 strana mozku ovládá 2. stranu těla – kříží se v různých bodech
- Corpus callosum
- **Subkortikální formace:**
 - Amygdala, hippocampus, bazální ganglia
- **Mozková kůra** – pod ní bílá hmota (myelin)
 - Oddělené systémy pro jednotlivé modality
 - Každý fční systém mnoho regionů



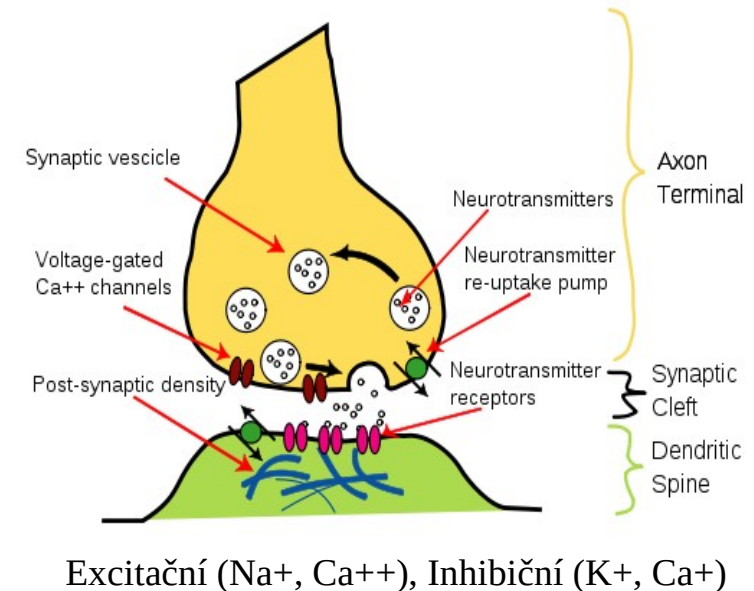
Mozkové hemisféry

- Percepce, motorika, kognitivní funkce
- 1 strana mozku ovládá 2. stranu těla – kříží se v různých bodech
- Corpus callosum
- **Subkortikální formace:**
 - Amygdala, hippocampus, bazální ganglia
- **Mozková kůra** – pod ní bílá hmota (myelin)
 - Oddělené systémy pro jednotlivé modality
 - Každý fční systém mnoho regionů
 - Projekční neurony (pyramidové, axony do další fáze zpracování)- uni/bi/multipolární
 - interneurony (inhibiční, excitační - uhýbací)
 - Ve vrstvách, neurotransmitery



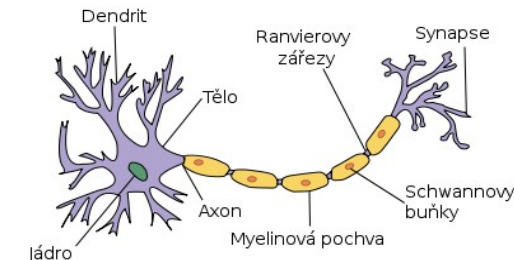
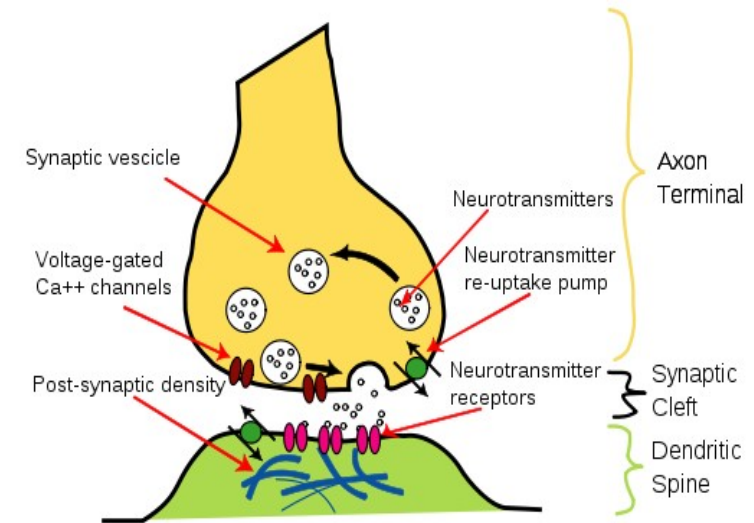
Mozkové hemisféry

- Percepce, motorika, kognitivní funkce
- 1 strana mozku ovládá 2. stranu těla – kříží se v různých bodech
- Corpus callosum
- **Subkortikální formace:**
 - Amygdala, hippocampus, bazální ganglia
- **Mozková kůra** – pod ní bílá hmota (myelin)
 - Oddělené systémy pro jednotlivé modality
 - Každý fční systém mnoho regionů
 - Projekční neurony (pyramidové, axony do další fáze zpracování) a interneurony
 - Ve vrstvách, neurotransmitery



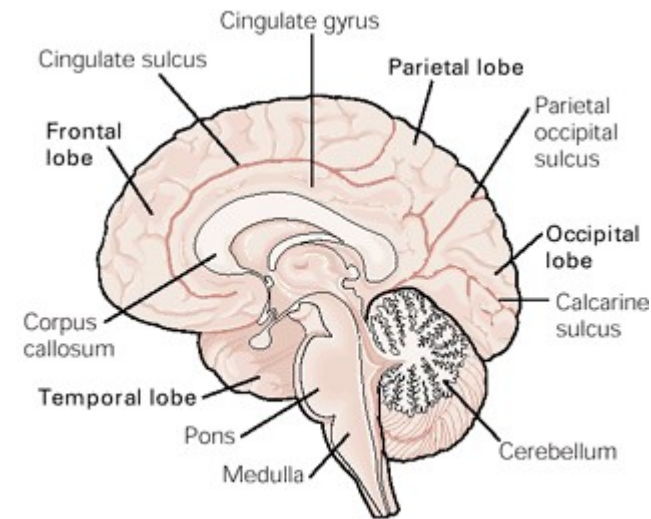
Mozkové hemisféry

- Percepce, motorika, kognitivní funkce
- 1 strana mozku ovládá 2. stranu těla – kříží se v různých bodech
- Corpus callosum
- **Subkortikální formace:**
 - Amygdala, hippocampus, bazální ganglia
- **Mozková kůra** – pod ní bílá hmota (myelin)
 - Oddělené systémy pro jednotlivé modality
 - Každý fční systém mnoho regionů
 - Projekční neurony (pyramidové, axony do další fáze zpracování) a interneurony
 - Ve vrstvách, neurotransmitery

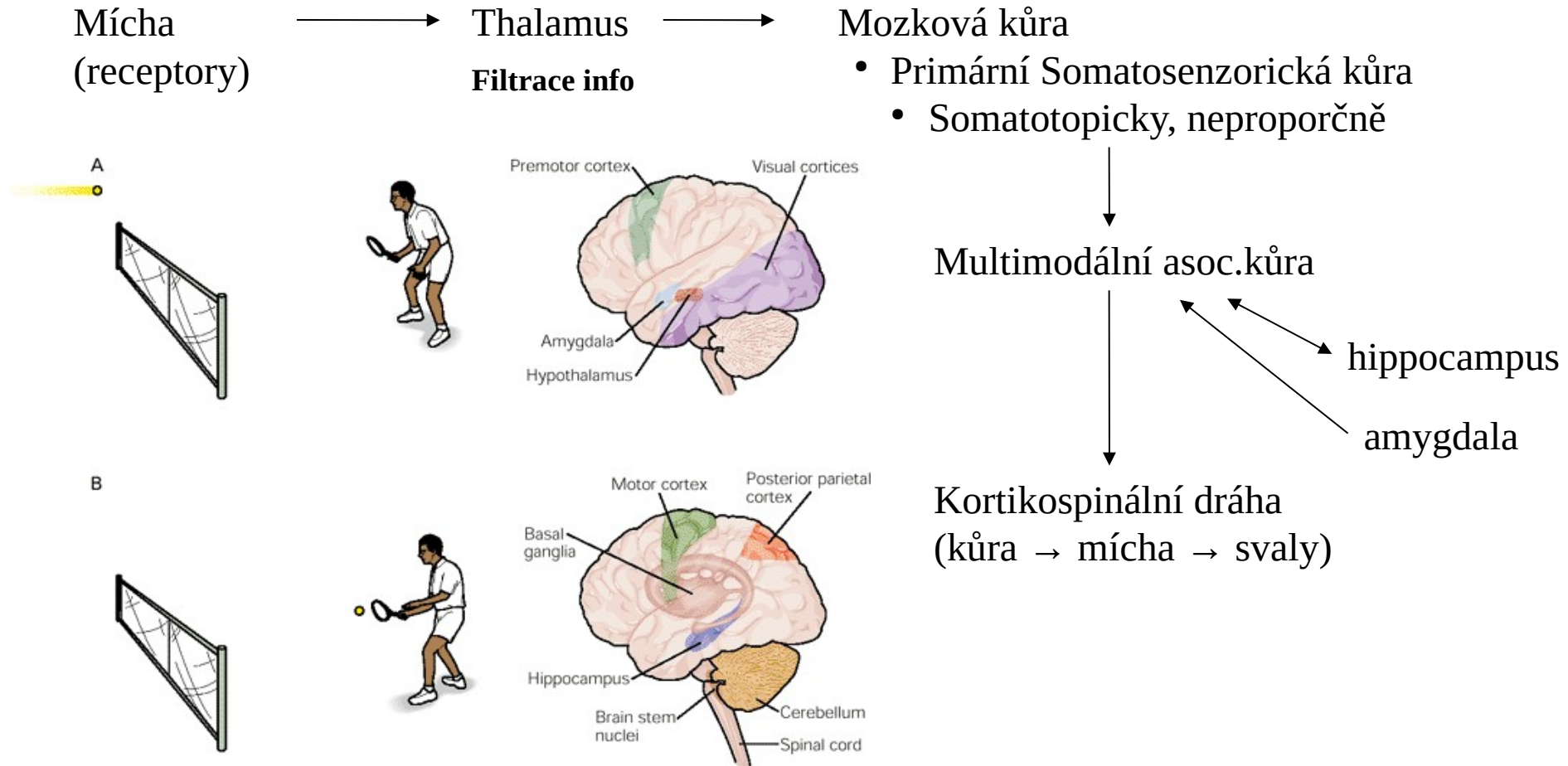


Mozkové hemisféry

- Percepce, motorika, kognitivní funkce
- 1 strana mozku ovládá 2. stranu těla – kříží se v různých bodech
- Corpus callosum
- **Subkortikální formace:**
 - Amygdala, hippocampus, bazální ganglia
- **Mozková kůra** – pod ní bílá hmota (myelin)
 - Oddělené systémy pro jednotlivé modalitty
 - Každý fční systém mnoho regionů
 - Projekční neurony (pyramidové, axony do další fáze zpracování) a interneurony
 - Ve vrstvách
 - Topografická mapa – každá část mozku projektuje na další (neuronové mapy, motorická mapa) – transformace, neproporcionální → **roboti:** bodyschema, model těla, SOM
 - 4 laloky – rýhy (sulcus)
 - **Fčně oddělené oblasti** – primární/sekundární/terciální – dle vzdálenosti od periferie



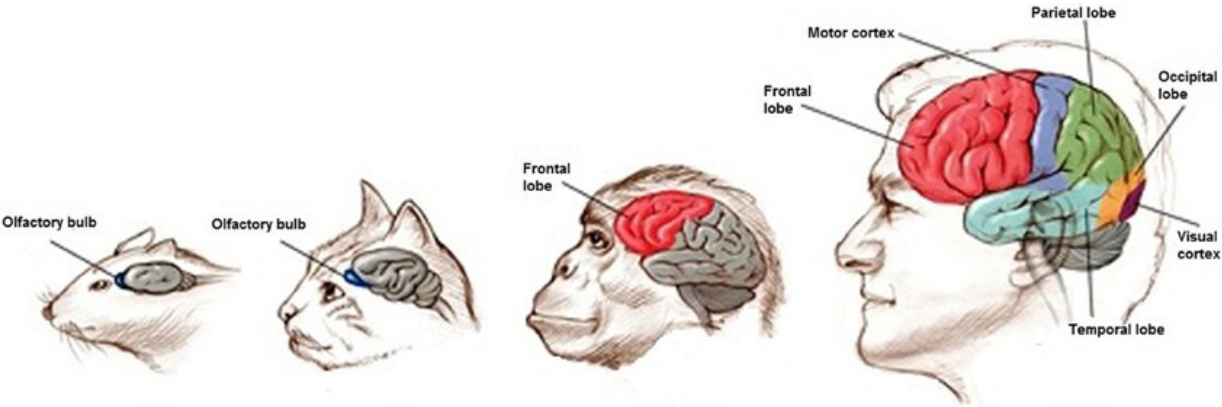
Asociační oblasti



Asociační oblasti

Periferie → primární kůra → unimodální asoc.oblast → multimodální a.o.

- **Unimodální asociační oblast** – integrace info jedné modality
- **3 Multimodální asociační oblasti** – integrace info z více modalit
 - **Percepce + jazyk** (posteriórní) – vojáci WW I a II léze (vizuální agnózie), tělo v prostoru (viz.scéna)
 - **Emoce + paměť** (limbická)
 - **Plánování** pohybu, jazykové produkce, **rozhodování** (anteriorní, prefrontální kůra)
 - Pracovní paměť, rozhodování (schizofrenie – problém správné aktivace prefr.obl.)



1300 cm³
Large grapefruit
Approx. 1 kg
Retarded human – 500 cm³

How did our brain evolve?

Multiple brains → pijavice 32

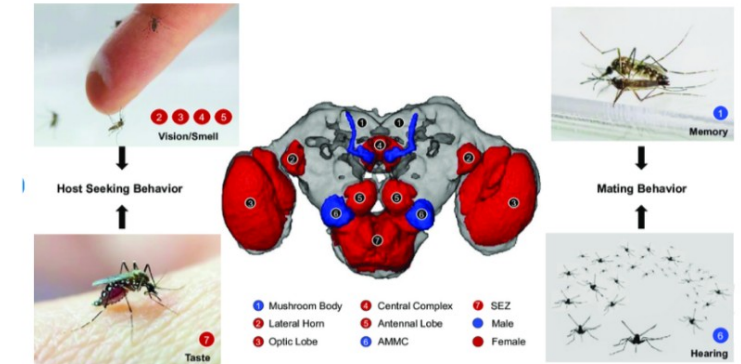
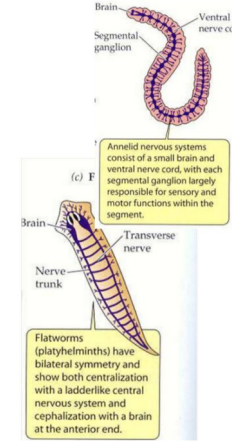
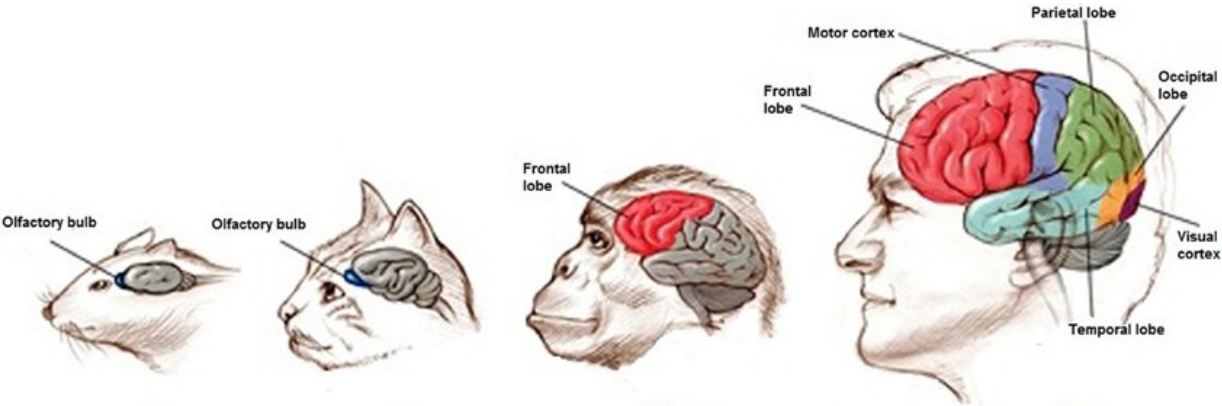
→ mosquito → quick reactions

→ apes – independent hemispheres

No brain → meduza (only neuron network),

→ sea star (only sensors)

Reducing size for winter (rejsek, mole)



How did our brain evolve?

Dolphins - earlier on Earth, strong, earth->sea, sonar for navigation, schools, midwives, communication wider range (2000 - 80,000 Hz) X (20 - 20,000 Hz) human

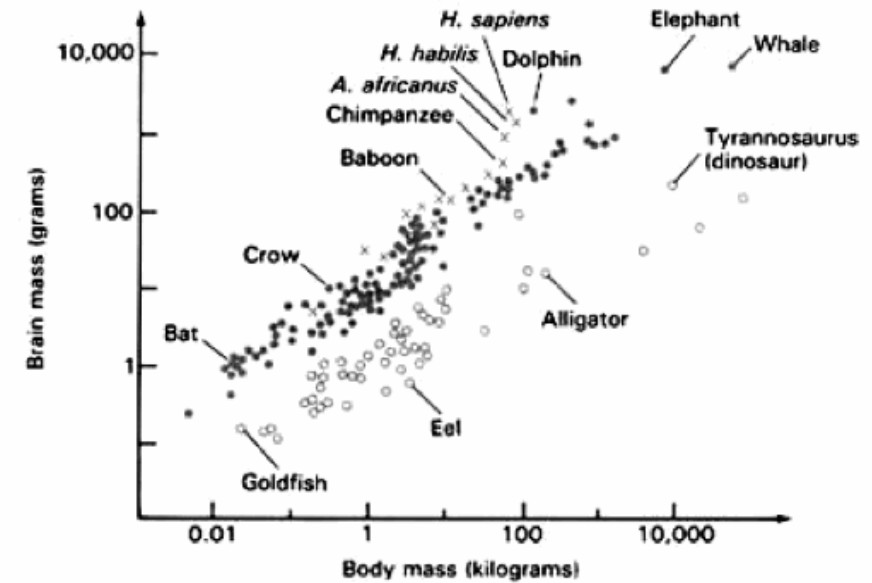
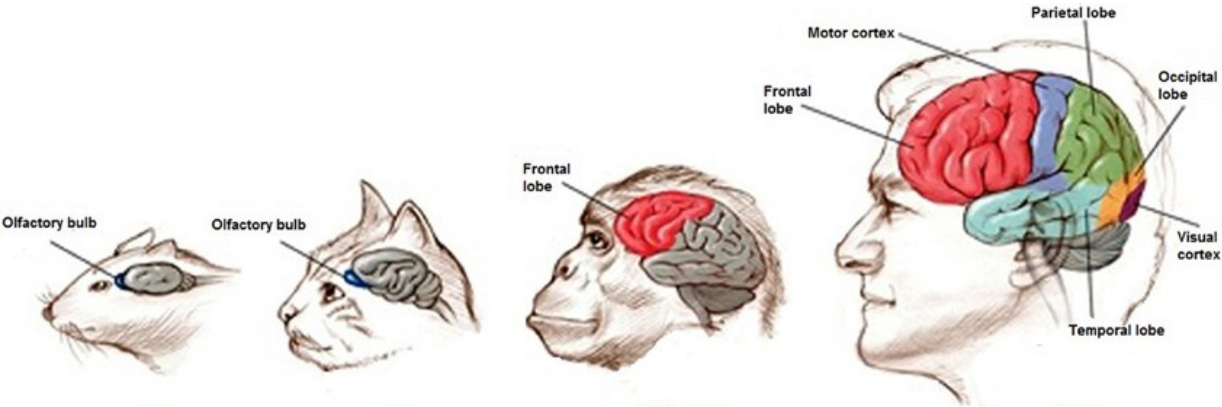
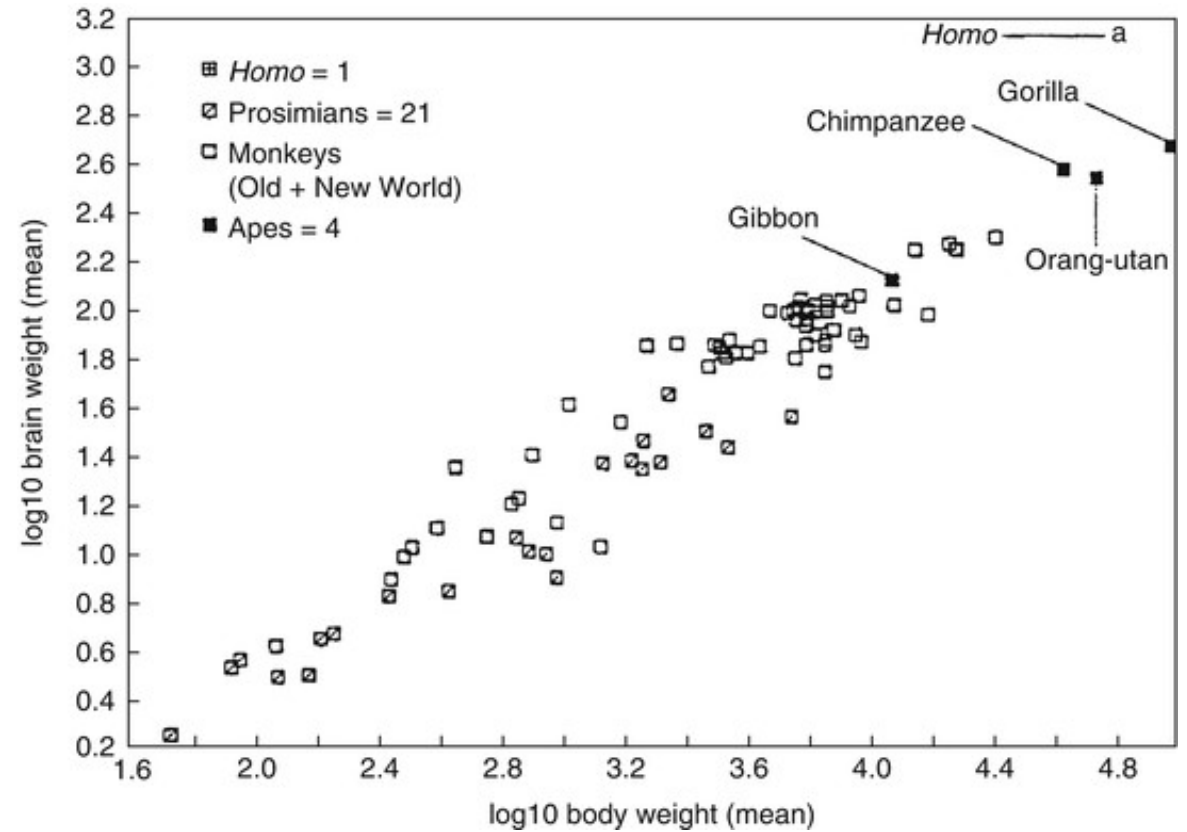
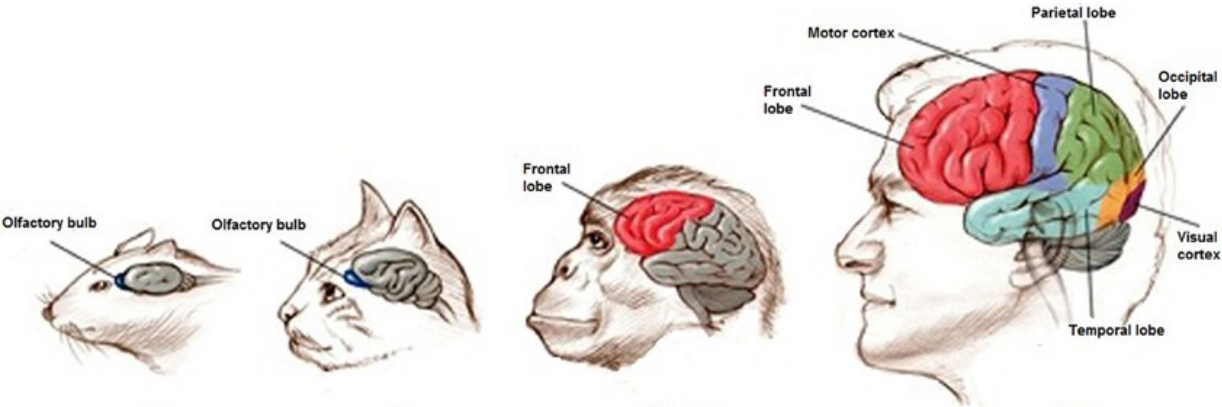


FIGURE 7.13 — A plot of brain mass versus body mass for a variety of animals. The open circles represent reptiles (including some fish and dinosaurs), the filled circles represent mammals (including many birds), and the x's represent primates (including humans and their immediate ancestors). (Carl Sagan)

https://www.cfa.harvard.edu/~ejchaisson/cosmic_evolution/docs/text/text_cult_3.htm

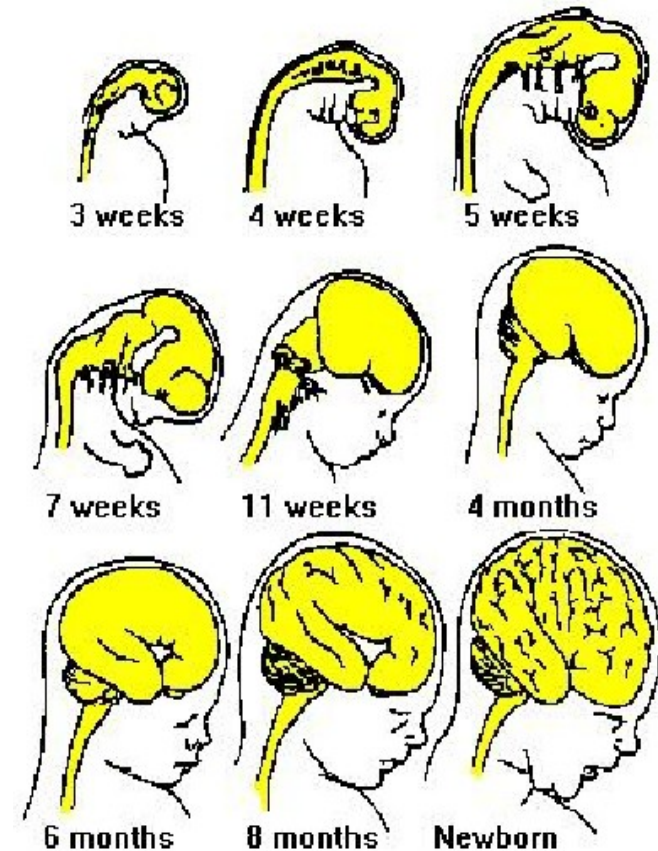
How did our brain evolve?



https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F978-3-642-39979-4_8

How did our brain evolve?

- first movements – 8 weeks of pregnancy first head
- tactile
- listening
- crying
- smiling
- development of vision
- sleep
- ...



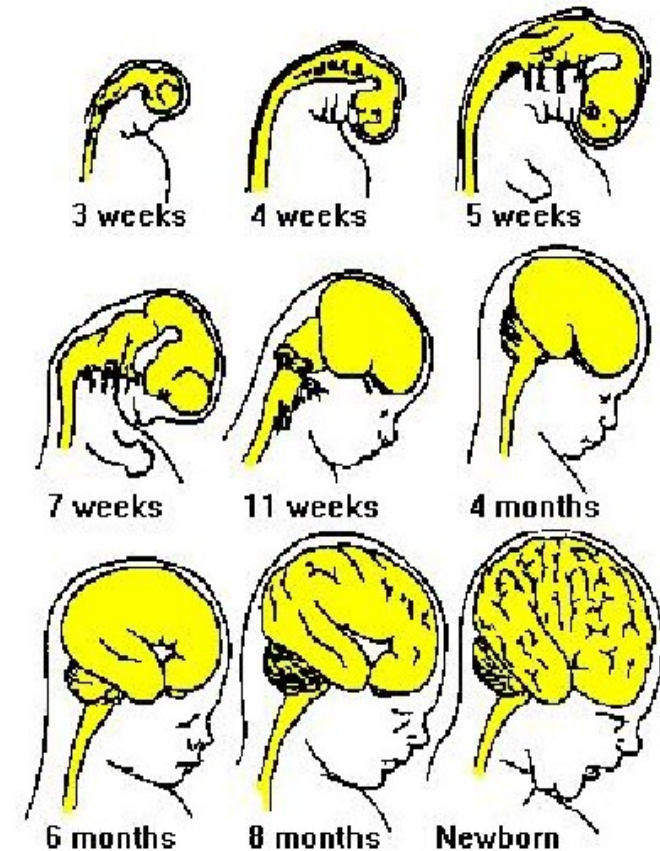
How did our brain evolve?

- first movements - 8 weeks of pregnancy first head, 10 - hiccups, 11-12 weeks we can observe **periodical breathing** of the fetus and in 12 weeks we see **stretches** and **yawns**.

<https://www.livescience.com/62928-why-babies-kick.html>

<http://karlastepanova.cz/first-kicks-and-yawns-how-our-baby-starts-to-move-around-the-womb/>

- tactile sensing - first accidental touches
- hearing - 27 weeks of pregnancy, 18-19 body sounds
- crying and smiling - facial movements: 24th to 35th week of pregnancy...
- development of vision - 36days - 2 **optic nerves (optic stalk)** , 30-35 days of pregnancy **iris, ...**, **at 2 months** developed enough to react to outside world
- sleep

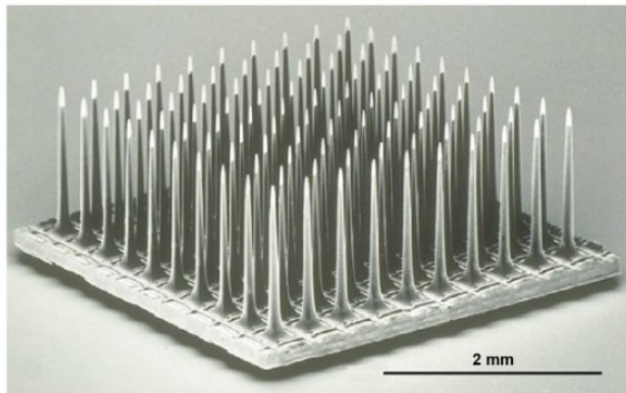


How did our brain evolve?

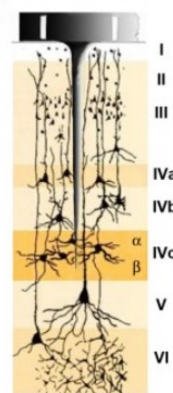
- **Kam mizí neurony**, když se jejich počet zmenšuje od dětství?
 - Pěkný článek o smrti neuronů:
<https://anatomypubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/%28SICI%291097-0185%28199806%29253%3A3%3C79%3A%3AAID-AR4%3E3.0.CO%3B2-9>
 - Rodíme se všemi neurony co budeme v životě potřebovat? Pozorujeme ale neurogenesis – například u krys v hipokampu, rejsek...
<https://www.ninds.nih.gov/health-information/public-education/brain-basics/brain-basics-life-and-death-neuron>
 - Když neurony umřou, zahynou navždy – může se to stát díky přílišné produkci neurotransmiterů (Hutkingson), speciální proteiny, které se objeví kolem neuronů (Alzheimer), apod.
 - <https://www.ninds.nih.gov/health-information/public-education/brain-basics/brain-basics-life-and-death-neuron>
 - <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9700393/>

- **Oko** – umíme ho napodobit?

<https://www.technologyreview.com/2020/02/06/844908/a-new-implant-for-blind-people-jacks-directly-into-the-brain/>

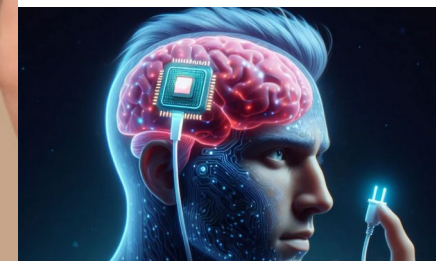


The implanted array has a 100 electrodes and resembles a tiny bed of nails.
Fernandez



100-electrode implant in the visual cortex in the rear of her brain.

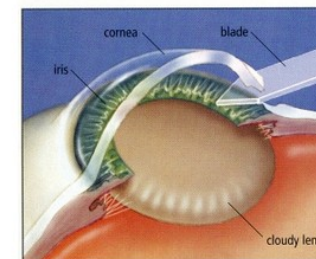
Neuralink 2024 – imagined motion signals - First paralyzed patient



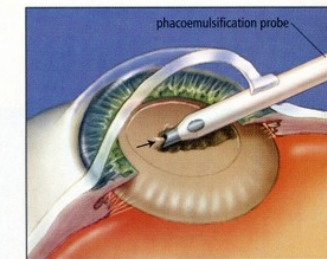
Šedý zákal – náhrada čočky umělou čočkou

<https://news.mit.edu/2019/mit-professor-pawan-sinha-india-curing-blind-children-research-0125>

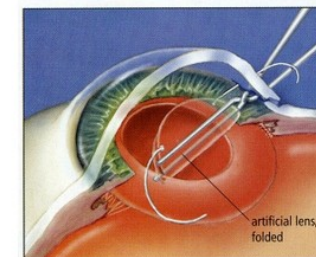
Cataract Surgery



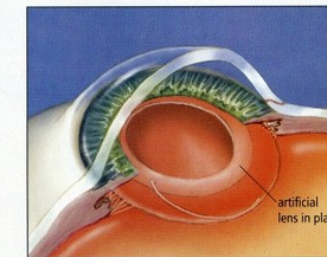
1. Incision: A small incision, approximately 3mm in width, is made at the corneal margin.



2. Emulsification: Phacoemulsification probe is inserted through corneal incision and ultrasound breaks cataract up into microscopic fragments, which can then be aspirated using the probe tip.



3. Intraocular Lens Implant: The artificial foldable intraocular lens is inserted and, once inside, the lens unfolds.



4. Result: The new lens is in place, the small incision heals naturally without the need for sutures, and vision is restored.

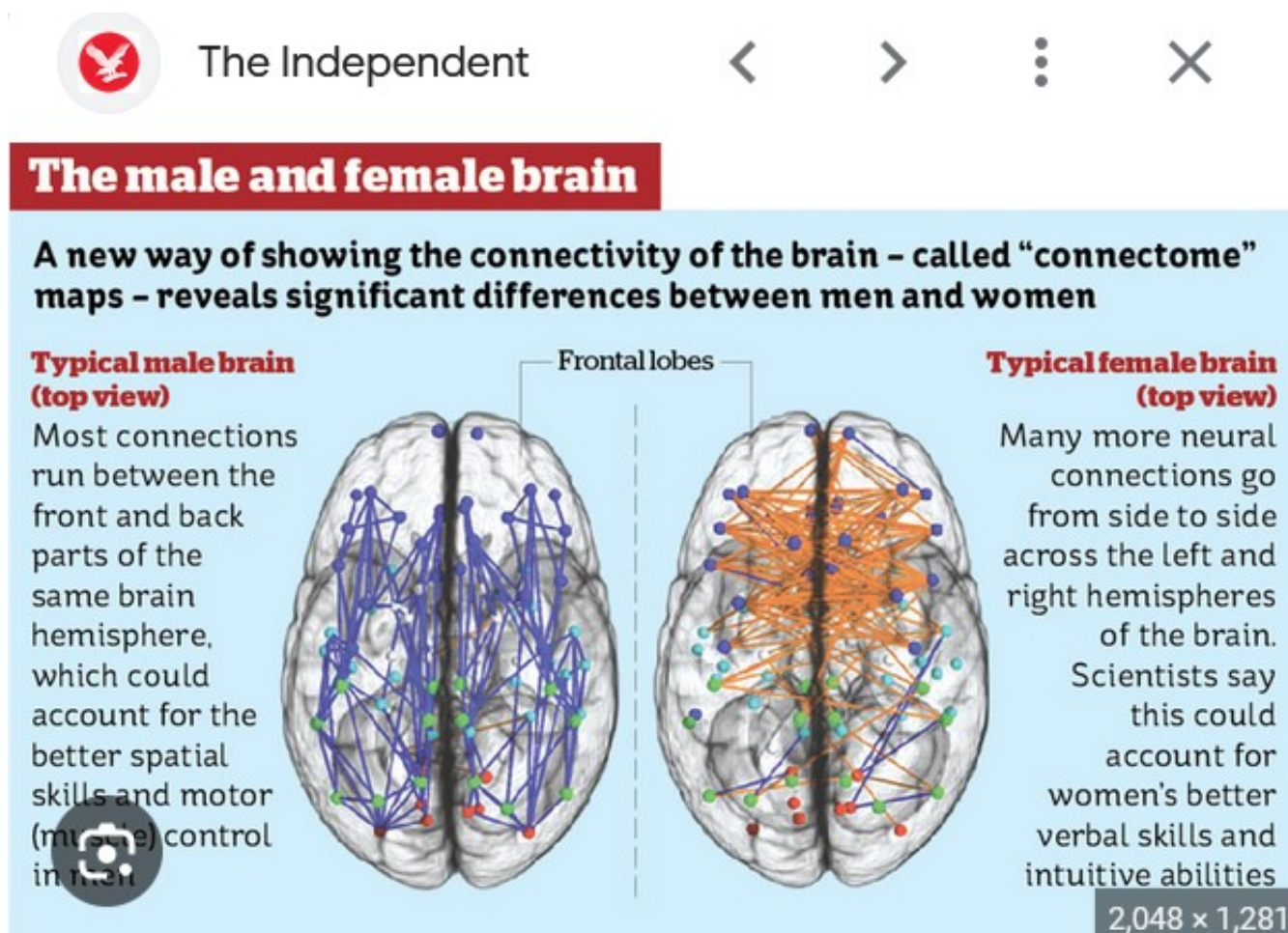
- **Plasticita** – mění se schopnost přeprogramovat I sumační funkci v neuronu nebo jen jak umí tvořit synapse? Jaký typ sumace v neuronu člověk používá?

1.Synaptic Plasticity: This type of plasticity involves changes in the strength and efficacy of synaptic connections between neurons. The most well-known forms of synaptic plasticity are long-term potentiation (LTP) and long-term depression (LTD), which are associated with the strengthening and weakening of synapses, respectively. These changes in synaptic strength can alter the way neurons communicate with each other, impacting information processing and memory formation.

2.Intrinsic Plasticity: Intrinsic plasticity, also known as homeostatic plasticity, pertains to changes in the excitability or responsiveness of individual neurons. Neurons can adjust their intrinsic properties, such as membrane potential, ion channel conductance, and firing thresholds. This type of plasticity allows neurons to maintain a balance in their overall activity and responsiveness to inputs. It can be thought of as a way for neurons to adjust their "summation function."

Changes in the summation function of neurons can include alterations in the neuron's input-output relationship, firing rate, and overall responsiveness to incoming signals. This intrinsic plasticity can play a critical role in shaping neural circuits and network dynamics, ensuring that neurons maintain stable activity levels while adapting to new information and experiences.

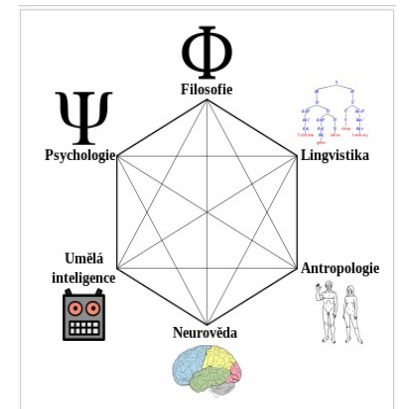
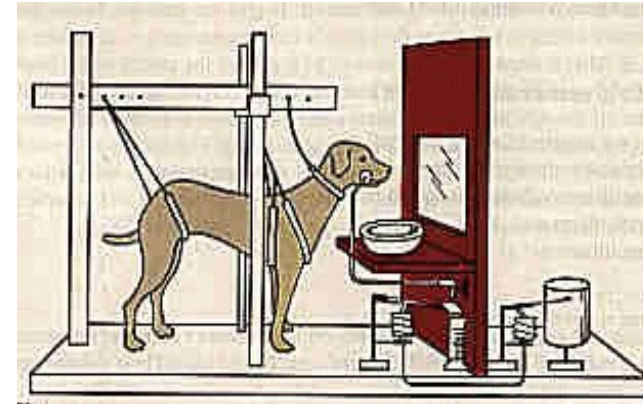
- **Muži vs. ženy mozek** – ženy efektivnější
- Mají na to vliv hormony? Co se děje po změně pohlaví?



Tyto rozdíly se přisuzují jak kulturním vlivům, tak i biologickým - největší roli zde hrají odlišné hormony (estrogen vs. testosteron) působící na ženské a mužské tělo i mozek v průběhu celého života. Ukazuje se, že právě ty oblasti mozku, které se nejvíce liší ve velikosti mezi mužským a ženským mozkem (hipokampus a amygdala), mají nejvyšší koncentrace těchto pohlavně specifických hormonů. Dalším faktorem, který vývoj mozku ovlivňuje je rozdíl v DNA, specificky v celém jednom odlišném chromozomu. [REF] Jak bychom asi očekávali, u transgender jedinců je mozek mnohem více podobný mozku chtěného pohlaví, než mozku, který by odpovídal skutečnému pohlaví [REF, REF]. Po podstoupení hormonální terapie (gender-affirming hormonal therapy) dochází k fyziologickým změnám nejen na těle, ale také na mozku, zvláště pak v konektivitě jednotlivých oblastí [REF, REF, REF].

Cognitive (neuro)psychology

- 1879: Vznik vědecké psychologie v laboratoři **Wilhelma Wundta**
 - **introspekce** → subjektivita, ignorování nevědomých/předvědomých stavů
- **Behaviorismus – reakce na introspekci**
 - vědomí za příliš vágní, než aby mohlo být zkoumáno přímo. Introspekce je považována za nevědeckou metodu.
 - reakce subjektu na podněty
 - Pavlovovy pokusy na psech
- **Kognitivismus**
 - 11.zář 1956 – Symposium kognitivních věd na MIT – experimentální psychologií, teoretickou lingvistikou a počítačovými simulacemi.
 - musíme pochopit myšlenkové procesy, abychom pochopili naše chování. Nikoliv naopak, jak tvrdili behavioristé.
 - Podle kognitivistů je možné **mentální procesy nazírat jako výpočetní procesy**. Základem je akvizice, uložení a manipulace se znalostmi (informacemi).



Psychologické přístupy

Zanedbání:

- Emoce
- Vědomí
- Vliv fyzického prostředí
- Sociální charakter myšlení
- Mysl dynamický a ne výpočetní systém
-

→ nutno rozšířit

Kritika kognitivismu

- Introspekce
- Experiment
- Pozorování
- Rozhovor
- Dotazník
- Analýza produktů
- Longitudinální výzkum
- Kazuistika

Psychologické metody

Experimentální kognitivní psychologie

Kognitivní věda

Kognitivní neuropsychologie

Kognitivní neurovědy

Přístupy v kog.psychologii

Neuropsychologie: studuje strukturu a funkce mozku,
které se vztahují k psych. procesům a chování

Cognitive neuropsychology

Zkoumá kognitivní funkce u lidí, kteří trpí poškozením mozku

- Poškození regionu X znamená ztrátu schopnosti Y
- Lidé, kteří ztratili schopnost Y, mají problémy také se schopností Z

Studiem lidí s poškozením mozku se můžeme dozvědět o fungování zdravého



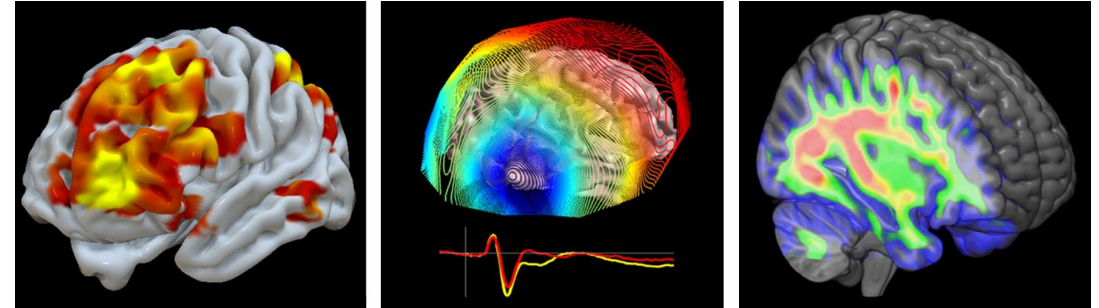
Cognitive (neuro)psychology

Používá zobrazovací metody pro studium anatomie mozku. Zkoumá kognitivní funkce na živých subjektech.

S vývojem technologie se stávají tyto výzkumy stále přínosnější.

Použité metody:

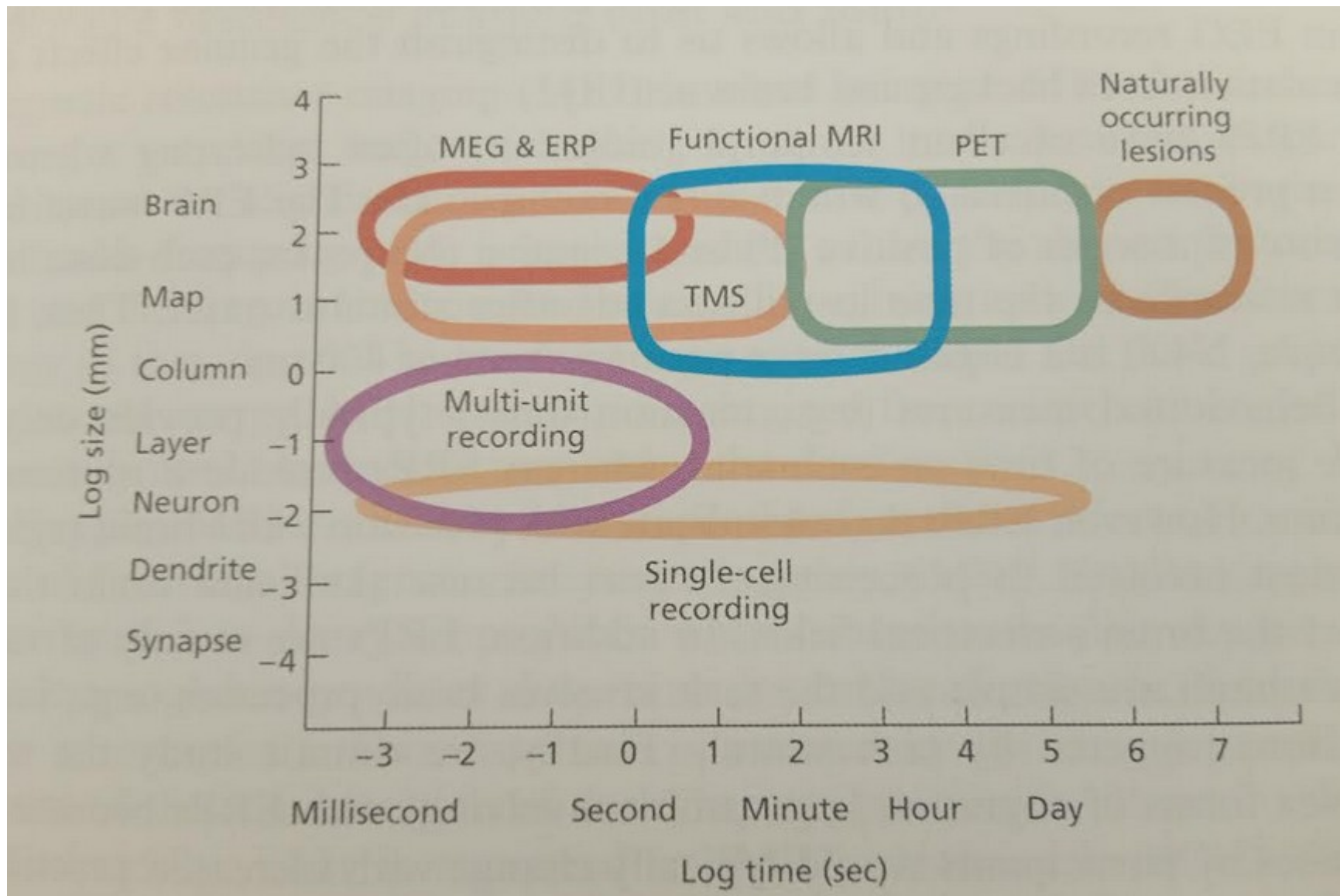
- *Single Unit Recording*
- *Event Related Potentials (ERPs)*
- *Spectral analysis (EEG)*
- *Positron Emission Tomography (PET)*
- *(Functional) Magnetic Resonance Imaging (fMRI, MRI)*
- *Magneto-encephalography (MEG)*
- *Transcranial magnetic stimulation (TMS)*

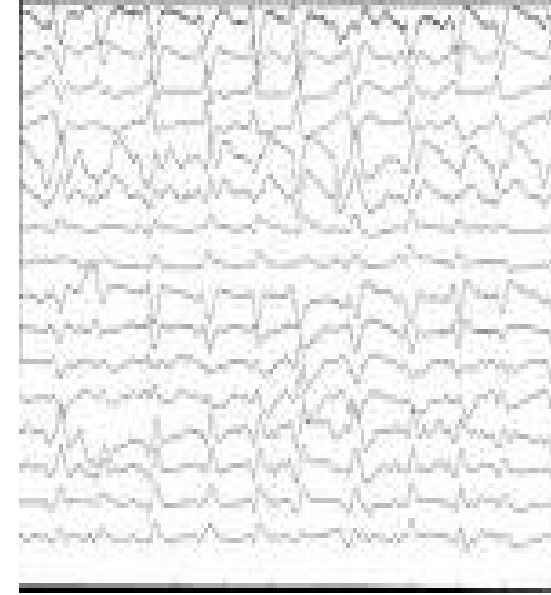
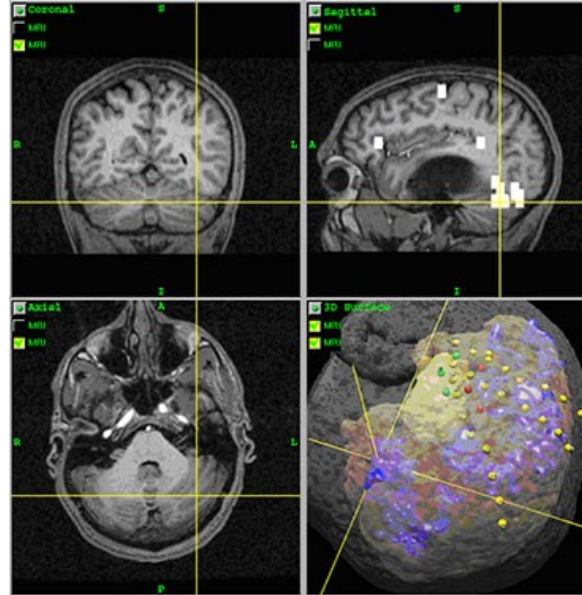
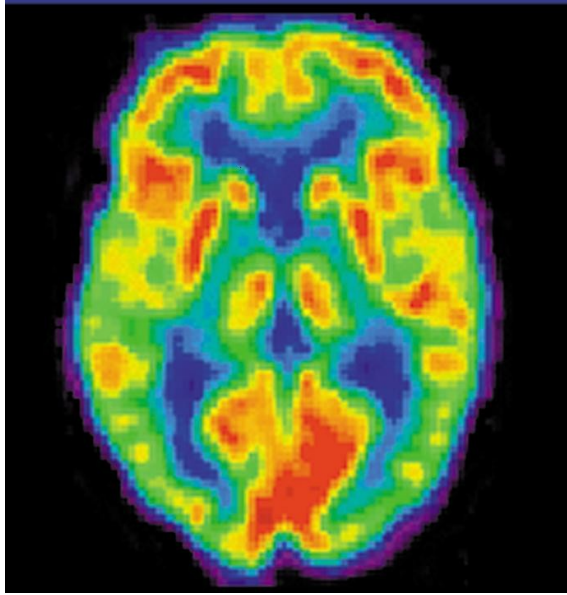


Cognitive neuroscience

	EEG (electroencephalography)	fMRI (functional magnetic resonance imaging)	PET (positron emission tom.)	SPECT (single photon emission comp.tomogr.)	NIRS (near-infrared spectroscopy)
Temporal resolution	Excellent (milliseconds)	Good (seconds)	Poor (no)	Špatné (no)	Excellent (200ms)
Spatial resolution	Very poor (cm)	Excellent (3-5 mm)	Excellent (1-2 mm)	Excellent (1-2 mm)	Špatné (3cm)
What does it measure?	Neural activity (directly)	BOLD (nondirectly)	Metabolic activity (non-directly)	BOLD (nondirectly)	
How long can we measure?	Medium-term measurement	Short-term measurement	Very short tasks (half-life s)	Velmi krátké úlohy (half-life s)	Long-term measurement
Where?	Scalp measurement	Deep measurement	Deep measurement	Deep measurement	Scalp measurement
Invazive	No	No	Partially	Partially	No
Price	Low (\$10 000, scan negligible)	High (\$1-10 mil., scan \$400)	High (scan \$3 000)	Lower (scan \$400)	Low (\$300 000, scan negligible)

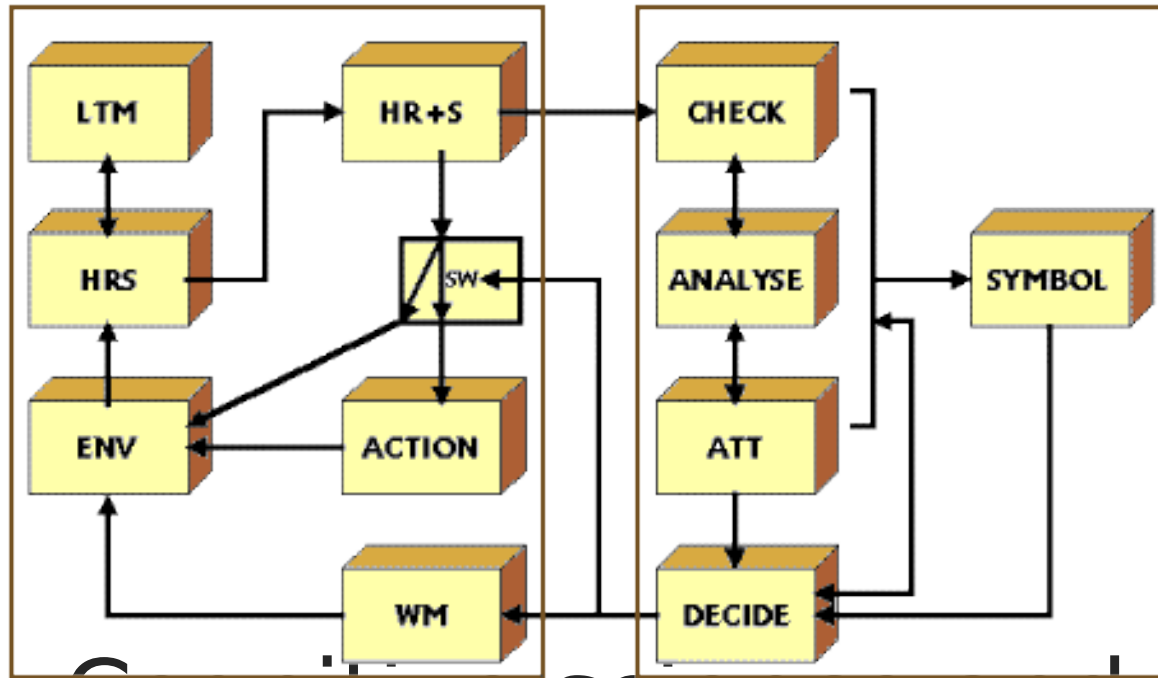
Cognitive neuroscience



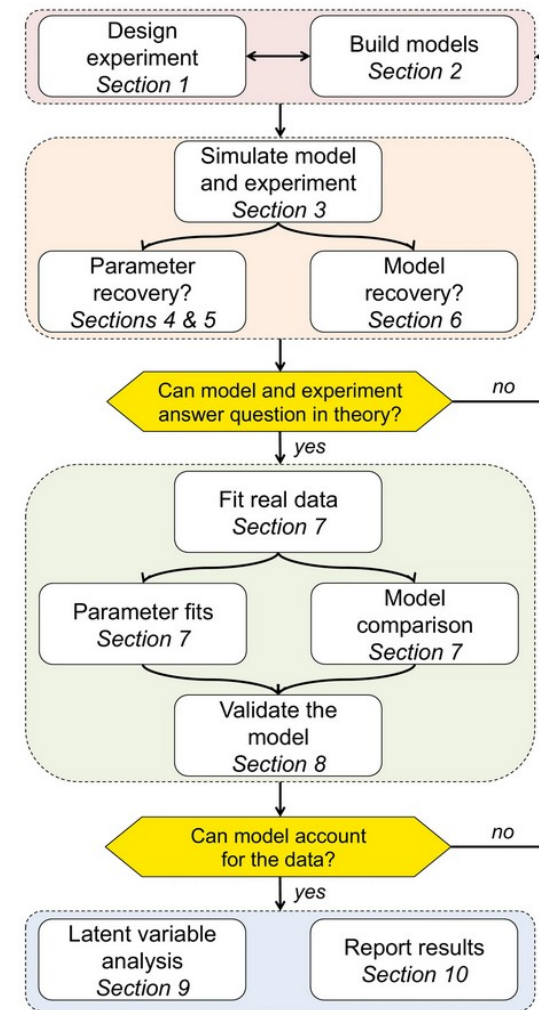


Cognitive neuroscience

Výpočetní modelování umožňuje napodobit některé aspekty kognice. Může sloužit k predikci chování apod.



Cognitive science and computational modelling



- Nezávislá proměnná
- Závislá proměnná
- Intervenující proměnná – snažíme se omezit

Příklad 1: Jak si navrhnout experiment pro měření mozkové aktivity u nadaných vs. nenadaných jedinců?

Co bude nezávislá proměnná s kterou manipulujeme?

Co závislá proměnná?

Jaké jsou příklady intervenujících proměnných, které se budeme snažit omezit?

Psychologický experiment

- Nezávislá proměnná
- Závislá proměnná
- Intervenující proměnná – snažíme se omezit

- **Vzorek participantů**

- **Manipulace nezávisle proměnnou**

- Tvorba experimentální skupiny
- Tvorba kontrolní skupiny
- Náhodné přiřazení

- **Měření závisle proměnné**

- **Kontrola intervenujících proměnných**

Psychologický experiment

- Nezávislá proměnná
- Závislá proměnná
- Intervenující proměnná – snažíme se omezit

Příklad 1: Jak si navrhnout experiment pro měření mozkové aktivity u nadaných vs. nenadaných jedinců?

Co bude nezávislá proměnná s kterou manipulujeme?

Co závislá proměnná?

Jaké jsou příklady intervenujících proměnných, které se budeme snažit omezit?

Psychologický experiment

- Nezávislá proměnná
- Závislá proměnná
- Intervenující proměnná – snažíme se omezit

Příklad 1: Jak si navrhnout experiment pro měření mozkové aktivity u nadaných vs. nenadaných jedinců?

Průběh psychologického experimentu:

1. Položení výzkumné otázky
2. Definování proměnných
3. Formulování hypotézy – nulová/alternativní
4. Návrh experiment
5. Měření a manipulace s proměnnými, návrh rozdělení skupin
6. Příprava materiálů a instrukcí
7. Spuštění experiment, sběr dat
8. Analýza dat – statistické testy (např. T-test, ANOVA)
9. Závěry a porovnání s hypotézami

Psychologický experiment

- Nezávislá proměnná
- Závislá proměnná
- Intervenující proměnná – snažíme se omezit

Příklad 1: Jak si navrhnout experiment pro měření mozkové aktivity u nadaných vs. nenadaných jedinců?

Příklad 2: Použití gest při komunikaci.

1. Výzkumná otázka
2. Nezávislé, závislé proměnné
3. Nulová a alternující hypotéza
4. Návrh experiment, rozdělení experimentálních skupin

Psychologický experiment

Pár otázek

- Pokud si člověk zapamatoval nějakou informaci opilý, bude si jí lépe vybavovat v opilosti než za střízliva.
- Ano – Výzkum učení závislého na situaci dokazuje vliv prostředí na proces zapamatování a vybavování informací. Pokud obě probíhají ve stejném kontextu, je výsledek lepší.

Pár otázek

- Pozpátku nahrané zpravy umístěné v hudební nahrávce ovlivňují chování posluchače.
- Ne – Nebylo prokázáno působení těchto zpráv na chování posluchače .

Pár otázek

- Technika rychlého čtení může zvýšit schopnost čtení textu, při zachování porozumění čtenému.
- Ne– Výkonnost při čtení je ovlivněna faktory rychlosti a přesnosti. Čím rychleji čteme, tím menší přesnost v pochopení. Některé techniky mohou rychlost čtení pouze mírně zvýšit.

Pár otázek

- Freudova technika volných asociací nám poskytuje informace o organizaci paměti.
- Ano – Metoda je podobná sémantickému primingu, založeném na teorii šíření aktivace. Výzkumy nám mohou odhalit individuální rozdíly v organizaci paměti

Pár otázek

- Reklama používající podprahové vnímání je velmi efektivní.
- Ne –Efekt podprahového vnímání je minimální. Výzkumy neprokázaly významný rozdíl oproti klasické prezentaci.

Pár otázek

- Kapacita dlouhodobé paměti je neomezená.
- V podstatě ano – Nikomu se dosud nepovedlo zaplnit svou dlouhodobou paměť. Existují omezení při zapamatování informací, způsobené omezenou pozorností, ale materiál v dlouhodobé paměti je uložen nastálo, pokud nedojde k poškození mozku, ale jasnost a přístupnost vzpomínek s časem klesá a doplňují se falešnými vzpomínkami.

Pár otázek

- Rozdíl mezi 500 Kč a 1000 Kč je psychologicky větší než rozdíl mezi 10500 Kč a 11000 Kč.
- Ano – mentální reprezentace velikosti je v horní části škály zhuštěná, proto je rozdíl jiný, přestože se jedná o matematicky stejnou hodnotu.

Pár otázek

- Jestliže je někdo slepý na jedno oko, nemůže vnímat hloubku.
- Ne – existují nápovědy při vnímání (velikost, vzájemná pozice, atmosférická perspektiva), které poskytují informaci o hloubce.