

# Vývojová psychologie 2 – Prenatální vývoj a vnější receptory

Mgr. Jan Krása, Ph.D.

Katedra psychologie, Pedagogická fakulta, MU

# Úkoly do příště: odevzdat do Odevzdáárny (do pátku).

- 1. Co je to (v kontextu vývojové psychologie) SIDS? Jaké faktory jej nejvíce ovlivňují? Jaké jsou jeho příčiny?
- 2. Vymyslete **dvě otázky**, které si vzhledem k SIDS a jiným podobným kategoriím kladete. (Dvě otázky, na které byste chtěli znát odpovědi, nebo které byste položili do diskuze.)

# Historie vývojové psychologie

- konec 19. stol. – poč. 20. stol. (Sečenov, Baldwin, Hall) – vývoj dítěte napodobuje vývoj druhu – intelektuální výmysl (překonáno – viz. Haeckelův zákon).
- 20. léta – 50. léta: Hall – „hnutí za výzkum dítěte“ – empirické výzkumy, chyběla však teorie. Gesell (Gesellovy škály): přesný popis normálního vývoje v každém důležitém okamžiku.
- Longitudinální výzkumy se ptaly: Které faktory na počátku jsou prediktivní pro další vývoj?

# Periodizace lidského vývoje (dle Vágnerové, 2012)

- **Prenatální období**
- Novorozenecké (do 1 měsíce)
- Kojenecké (do 1 roku)
- Batolecí (do 3 let)
- Předškolní období (do 6 let)
- Školní věk – mladší, střední, starší
- Dospívání (adolescence)
- Dospělost – mladší (20-40), střední (40-50), starší (50-60)
- Stáří – rané (60-75), pravé (75 a více)

Na počátku byly dvě čárky.



# Početí

- Plánované rodičovství
- Plodné a neplodné dny. Skrytá ovulace – adaptace na sociální život člověka?
- Těhotenský test – hodnota hCG (choriový gonadotropin) – dva proužky 😊
- Poté působení kaskád těhotenských hormonů na tělo.
- Tělo matky se stává továrničkou na dítě – celé se přeskupí (asi jako housenka v kukle). Prioritou je vývin plodu. Děloha se několikrát zvětší: z okolo 60 g po až 1 kg. Objem z 2-3 ml až na 4500-5000 ml.

# Prenatální období

## Proč se zabývat prenatálním obdobím ve vývojové psychologii?

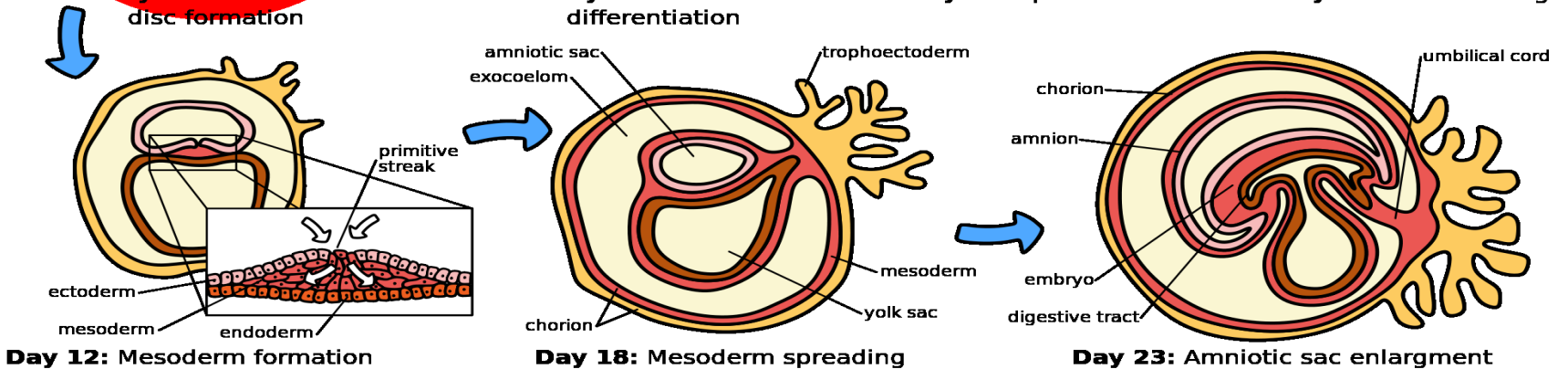
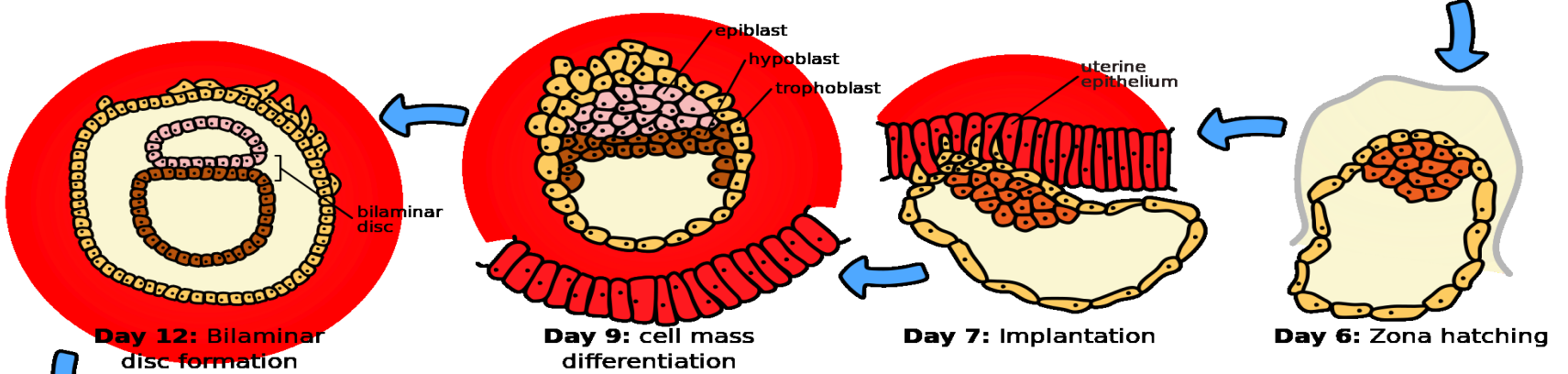
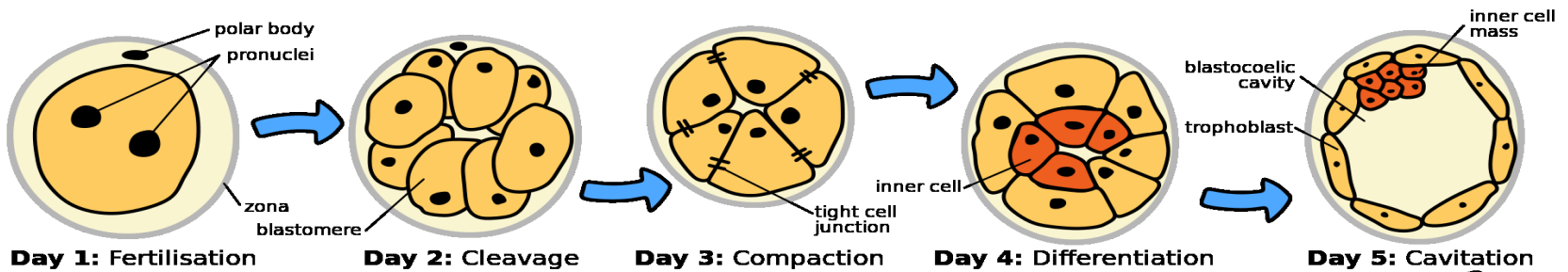
Budují se základní struktury lidského těla.

Plod reaguje na různé podněty. Vnímá, neboť vývoj smyslových orgánů je dovršen již před porodem (jen u zraku je to problematické).

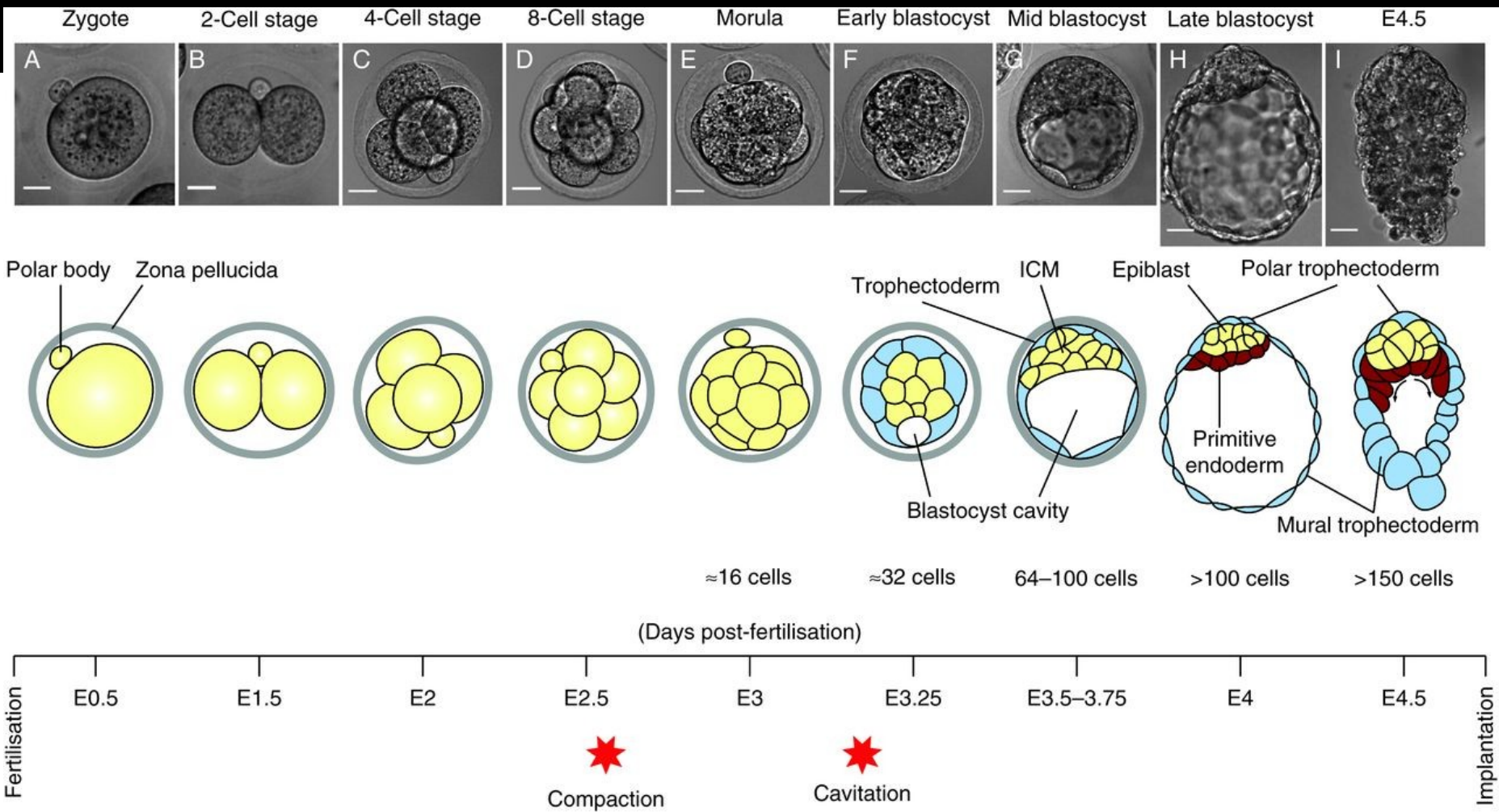
Plod již patrně sní.

„Rané zkušenosti tvoří základ, který ovlivňuje způsob zpracování nových podnětů“

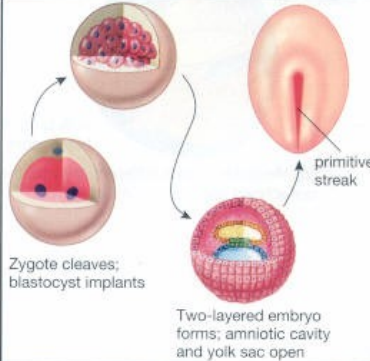











(Vágnerová, 2012, s. 31)





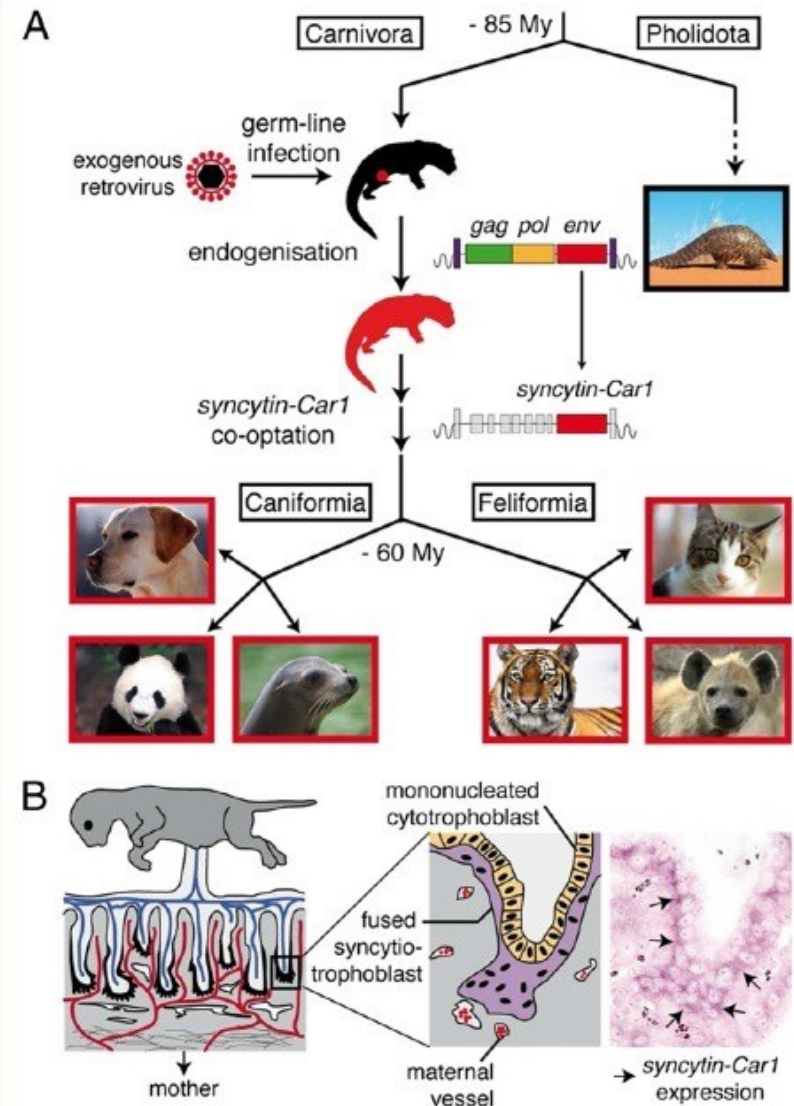


- [https://www.youtube.com/watch?v=SEejivHRlbE&ab\\_channel=NationalGeographic](https://www.youtube.com/watch?v=SEejivHRlbE&ab_channel=NationalGeographic)

Age (weeks)					
1	2	3	4	5	6
← zygote to formation of embryonic disc →		embryo			
 <p>Zygote cleaves; blastocyst implants</p> <p>Two-layered embryo forms; amniotic cavity and yolk sac open</p> <p>primitive streak</p>		 <p>2-3 mm</p> <p>Gastrulation occurs; notochord and beginning of neural tube form</p>	 <p>4 mm</p> <p>Neural tube closes; heart beats; arm buds, tail, and gill grooves form</p>	 <p>8 mm</p> <p>Incipient eye parts—retina (as optic cup) and lens (as lens pits)—form; leg buds form; brain enlarges</p>	 <p>13 mm</p> <p>Webbed fingers and external ear form; pigment appears in retina; tail and gill grooves disappearing</p>
Age (weeks)					
7	8	9	10	11	12
embryo		fetus			
 <p>18 mm</p> <p>Webbed toes form; bones begin to harden; back straightens; eyelids form</p>	 <p>30 mm</p> <p>Upper limbs bend at elbows; genitalia begin to differentiate; fingers are distinct</p>	 <p>50 mm</p> <p>Toes separate; eyelids develop; major parts of brain are present</p>	 <p>61 mm</p> <p>Chin grows; nostrils separate; face appears human; genitals appear male or female</p>	 <p>73 mm</p> <p>Well-defined neck appears; genitalia are complete; sucking reflex appears</p>	 <p>87 mm</p>
Age (months)					
4	5	6	7	8	9
fetus					
 <p>140 mm</p> <p>Blood cells form; all major organs form; head and body hair appear; movements are felt by mother</p>	 <p>190 mm</p>	 <p>230 mm</p> <p>Fetus may be viable if born; eyelids open; lungs and lung circulation develop; may suck thumb; fat deposited under skin</p>	 <p>270 mm</p>	 <p>300 mm</p> <p>Fetus usually viable if born; fat deposits increase; body hair is lost; head hair is well developed; most senses are well developed; fetus turns head down in uterus</p>	 <p>350 mm</p>

# Prenatální období

1. Do uhníždění blastocysty – do 3. týdne (role virů při tvorbě placenty: syncytin, 6 druhů syncytinu).
2. Embryonální období – do konce 8. týdne
3. Fetální období – do 40. týdne; fetus=plod



# Testy v těhotenství:

- Ultrazvuk – potvrzení těhotenství , počet plodů, mimoděložní těhotenství atd.
- 11. týden – krev: nemoci matky, krevní skupina, Rh faktor (kvůli kolizi krevních skupin)
- 14. týden – NT screening: genetické poruchy plodu
- 16.-19. t. – triple test: vyloučení genetických poruch (hrozen). Amniocentéza?
- 20.-22. t. – ultrazvuk: prohlídka plodu
- Těhotenská cukrovka: zátěžový test
- 30. t. – ultrazvuk: screening plodu
- Štěr z děložního čípku kvůli výskytu *Streptococcus agalactiae*.
- 40. t. – porod. Či po 10 dnech vyvolání porodu.

# Úkoly :

- 1. Co je to (v kontextu vývojové psychologie) FAS?
- 2. Vymyslete jednu dvě **otázky**, které si vzhledem k FAS a jiným podobným kategoriím kladete. (Dvě otázky, na které byste chtěli znát odpovědi, nebo které byste položili do diskuze.)

# FAS

- FAS neboli fetální alkoholový syndrom (v MKN Q86.o) je skupinou příznaků, které se mohou rozvinout u plodu v důsledku dlouhodobé **konzumace alkoholu** matkou během gravidity.
- Řadí se mezi tzv. FASD (fetal alcohol spectrum disorders).
- FASD (vč. FAS) jsou nejčastější příčinou mentálního postižení (snížení intelektu), která není způsobena dědičně.

- V důsledku přechodu alkoholu (teratogen) přes placentu do plodu může docházet k vývojovým vadám: deformace obličeje, nízké porodní hmotnosti, **poškození mozku** a tím narušení růstu a vývoje dítěte, poruchám osobnosti aj.
- Dítě má typický vzhled – chybí filtrum, jsou přítomny úzké oční štěrbiny, zúžený horní ret, rysy obličeje jsou celkově abnormální. Děti s FASD mají zvýšené riziko rozvoje ADHD, afektivní poruchy či poruchy opozičního vzdoru, mikrocefalie.
- Faktory, které ovlivňují rozvoj FAS jsou množství konzumovaného alkoholu (není stanovena minimální bezpečná dávka), frekvence příjmu a období vývoje plodu, ve kterém byl alkohol konzumován.
- Srov. vliv dalších návykových látek (kokain, amfetaminy, toluen, nikotin ad.) a dalších toxických látek.

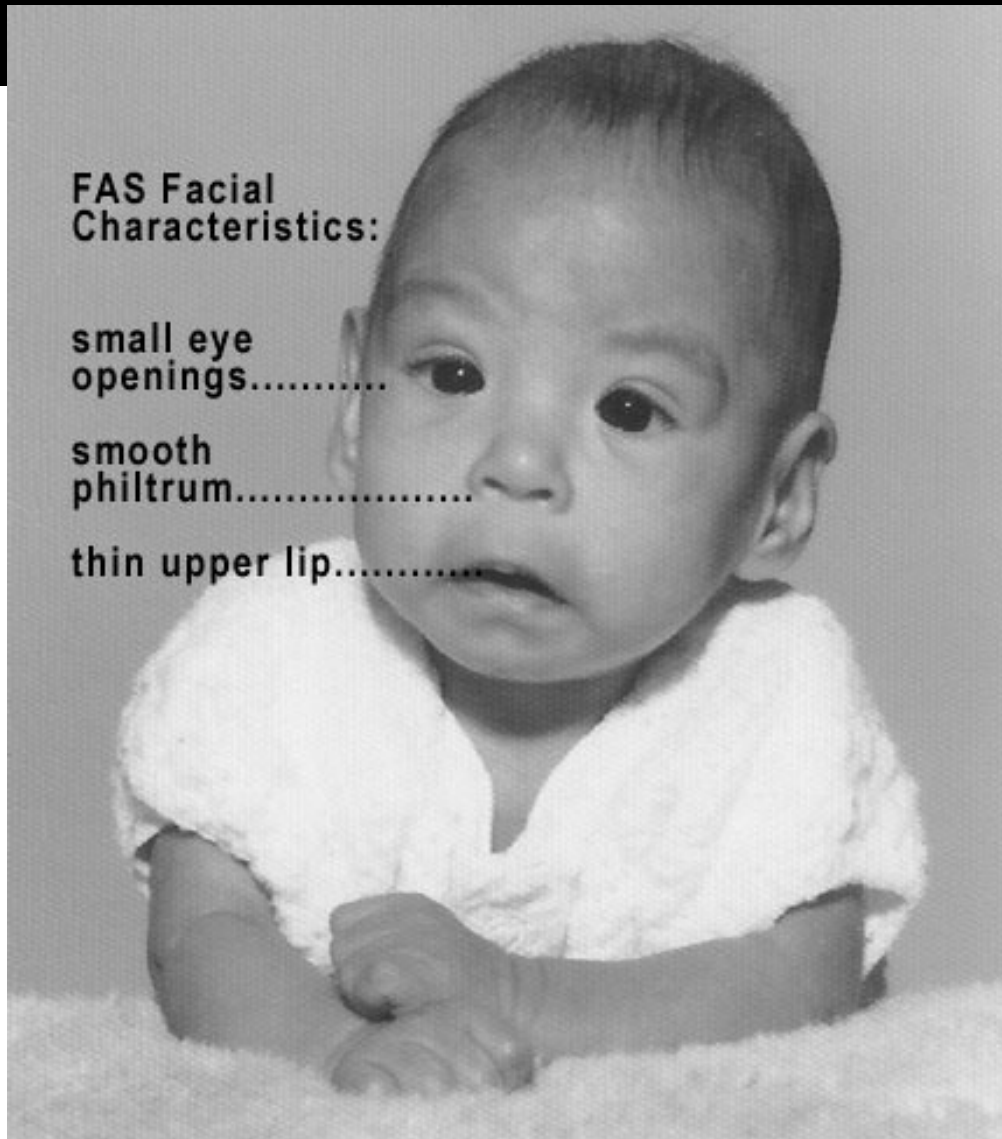


**FAS Facial  
Characteristics:**

**small eye  
openings.....**

**smooth  
philtrum.....**

**thin upper lip.....**



# Projevy FAS ve vývoji:

- **Novorozenecké období:** vysoká mortalita - zjišťují se vrozené vývojové vady
- **Kojenecké období:** projevuje se neurologické poškození mozku alkoholem (pokud matka alkoholička dále kojí CNS se dále poškozuje
- **Batolecí období:** v tomto období se teratogenní účinky alkoholu projeví retardací (vratká a pomalá chůze, třes, řeč a myšlení zaostává...)
- **Předškolní věk:** Naplno se projevují neurobehaviorální defekty, vznikají výchovné problémy související s poškozením CNS (dítě nechápe pokyny, je dráždivé, neudrží pozornost apod.).

- Některé příznaky FAS lze zmírnit farmaky a ověřenými psychologickými (a speciálně pedagogickými) postupy.
- V Česku cca 3000 dětí ročně s FASD a cca 300 s FAS. Spotřeba alkoholu v Česku 8,8 l na obyvatele v r. 2019.

# Podobné nozologické jednotky:

- FASD (fetal alcohol spectrum disorders):  
Nadřazená kategorie
- FAE (Fetal Alcohol Effects): jsou přítomny pouze poruchy chování a intelektu
- ARBD (Alcohol-Related Birth Defects): srdeční defekty, zrakové a sluchové problémy, anomálie ve vývoji kloubů
- ARND (Alcohol-Related Neurodevelopmental Disorders)
- Neonatální abstinční syndrom
- FTS (fetal tobacco syndrome)
- FCS (fetal cocaine syndrome)

# Otázky 2023

- 1. Když matka nepřízná alkoholismus/ požívání alkoholu, jak se nejčastěji na FAS může přijít nebo jakou metodou?
- 2. Nezaměňuje se FAS někdy za mentální retardace?
- Podléhá FAS určité kontrole při těhotenství? 2. Pokud těhotná žena odmítá přerušit konzumaci alkoholu, jak se dále postupuje?
- Jaké mají postavení děti trpící FAS ve společnosti?
- 2) Jaká nejmenší míra alkoholu tuto vadu způsobí?

- Jaká je šance, že při jednorázové konzumaci alkoholu dojde k rozvoji FAS (žena např. ještě neví, že je těhotná)?
- Představuje konzumace některých druhů alkoholu vyšší riziko vzniku FAS než jiných?
- Jak moc souvisí syndromy se vzdělaností matky (rodičů) a se socioekonomickým statusem? Vyskytuje se FAS i u dětí matek, které alkohol v těhotenství požily jen párkrát (oslavy atd.)?
- Lze nějak zmírnit následky FAS výchovou a prací s dítětem?

- 2. Může vzniknout FAS i při začátku konzumace alkoholu těsně před porodem (2-3 týdny)?
- Prečonedokážu ženy plánovať tehotenstvo a premýšľať v širšej perspektíve?
- Prečo ľudia napriek podloženým dôkazom o škodlivosti alkoholu/nikotínu neustále fajčia a pijú?
- Jsou případy, kdy se ženě narodilo dítě bez tohoto syndromu, byť alkohol po dobu těhotenství užívala??
- Lze tento syndrom odhalit ještě v průběhu těhotenství? Myšleno v případech, kdy žena užila alkohol, ale není si jistá, zda už gravidní byla nebo ne.

- Co když je otec vystaven alkoholu před tím než žena otěhotní, má to taky vliv na budoucí plod?
- Je možné pomocí nějakých technik a práci s dětma u kterých se vyskytuje FAS zmírnit nebo úplně odstranit psychické a duševní “vady”?
- Je technika která nám pomůže při komunikaci s dětma u kterých se vyskytuje FAS?
- Kolik procent dětí s FAS se také stane alkoholiky?
- Ve kterém období těhotenství lze FAS diagnostikovat?



- Akým spôsobom sa snaží štát FAS predchádzať?
- Jak lze zvýšit prevenci a informovanost u těhotných žen i celkově všech lidí ohledně konzumace alkoholu či jiných drog v těhotenství a možném dopadu na budoucnost dítěte?
- Jak se chovat v kolektivu s člověkem trpící tímto syndromem?
- Kolik matek závislých na alkoholu je schopných kvůli dětem se alkoholu vyvarovat?
- Když se po narození projevují jenom malé/jemné příznaky, jak je možné přijít na to, že jde o FAS? Jsou častější psychické nebo fyzické příznaky FAS?
- Má jedinec narozený s FAS nějaký podvědomý vztah k alkoholu? Pokud ano, tak pozitivní nebo negativní?

When You Drink, Your Baby Drinks.



**SEE BABY DRINK.**

**No amount of alcohol is safe during pregnancy!**

**No beer. No wine. No mixed drinks.**

**Prevent Fetal Alcohol Syndrome.**

Contact [www.niaaa.org](http://www.niaaa.org)

# Otázky 2022

- 1. V minulosti sa pre veľké znečistenie podzemných vôd v rámci prevencie chorôb preferovalo piť pivo (poprípade víno v prípade šľachty) – bol vtedy syndróm FAS viac rozšírený? Ak nie, ako sa bránili tehotné ženy infekciám?
- 2. Aký je postup ošetrojúceho lekára, keď vie, že tehotná pacientka má problémy s alkoholom?
- Je nejaký druh alkoholu a množství, ktoré neškodí?
- Co se děje po porodu dítěte s FAS? Jak se dítě léčí?

- Má člověk, který se s FAS narodil, během dospělého života k alkoholu nějaký podvědomý vztah (pozitivní/negativní)?
- Jaké je začlenění takových dětí do kolektivu? Mají takové děti pouze ženy závislé na alkoholu?
- Může mít vliv na zdravotní stav dítěte i špatný životní styl prarodičů? (Přenáší se to geneticky?)
- Je vůbec možné dětem se syndromem a jeho projevy typu úzkosti, agrese atd. nějakým způsobem pomoci? Změnit je?

- Existují-li jiné způsoby prevence vzniku FAS kromě ukončení konzumace alkoholu během těhotenství?
- Lze zjistit, zda bude dítě postiženo fetálním alkoholovým syndromem v průběhu těhotenství?
- Jak velké je riziko vzniku FAS u tvrdého a měkkého alkoholu? Je v tom rozdíl?
- Je lepší ukončit těhotenství u alkoholičky, když neví, že je cca měsíc gravidní?

- Aj keď si matky sú vedomé toho, že alkohol plodu škodí, a pravdepodobne o dieťa môžu prísť, prípadne sa im narodí postihnuté dieťa, prečo sa predsa len rozhodnú sa alkoholu nevzdať a napriek tomu ho pravidelne konzumovať?

- Je FAS záležitost čistě novodobá, či se jedná o poruchu, která se mezi lidmi objevovala už v minulosti (jen se o ní tolik nemluvilo a nevědělo)?
- Vyskytuje se problém s FAS v některých částech světa častěji než v jiných?
- Má stejný/podobný vliv, konzumuje-li alkohol otec dítěte?

# Otázky 2021

- Adekvátní důvod, proč to ženy jednoduše dělají? Neváží si snad lidského života? Nedokážou se ovládnout?
- Jak velké je riziko vzniku FAS při konzumaci alkoholu v pokročilém těhotenství (třetí trimestr), když už jsou všechny důležité orgány plodu vyvinuty?
- Kolik toho musí matka vypít, aby syndrom nastal? Musí pít pravidelný přísun určitého množství dávek?
- Pokud je matka alkoholička, je lepší, když při zjištění těhotenství ihned začne abstinovat?



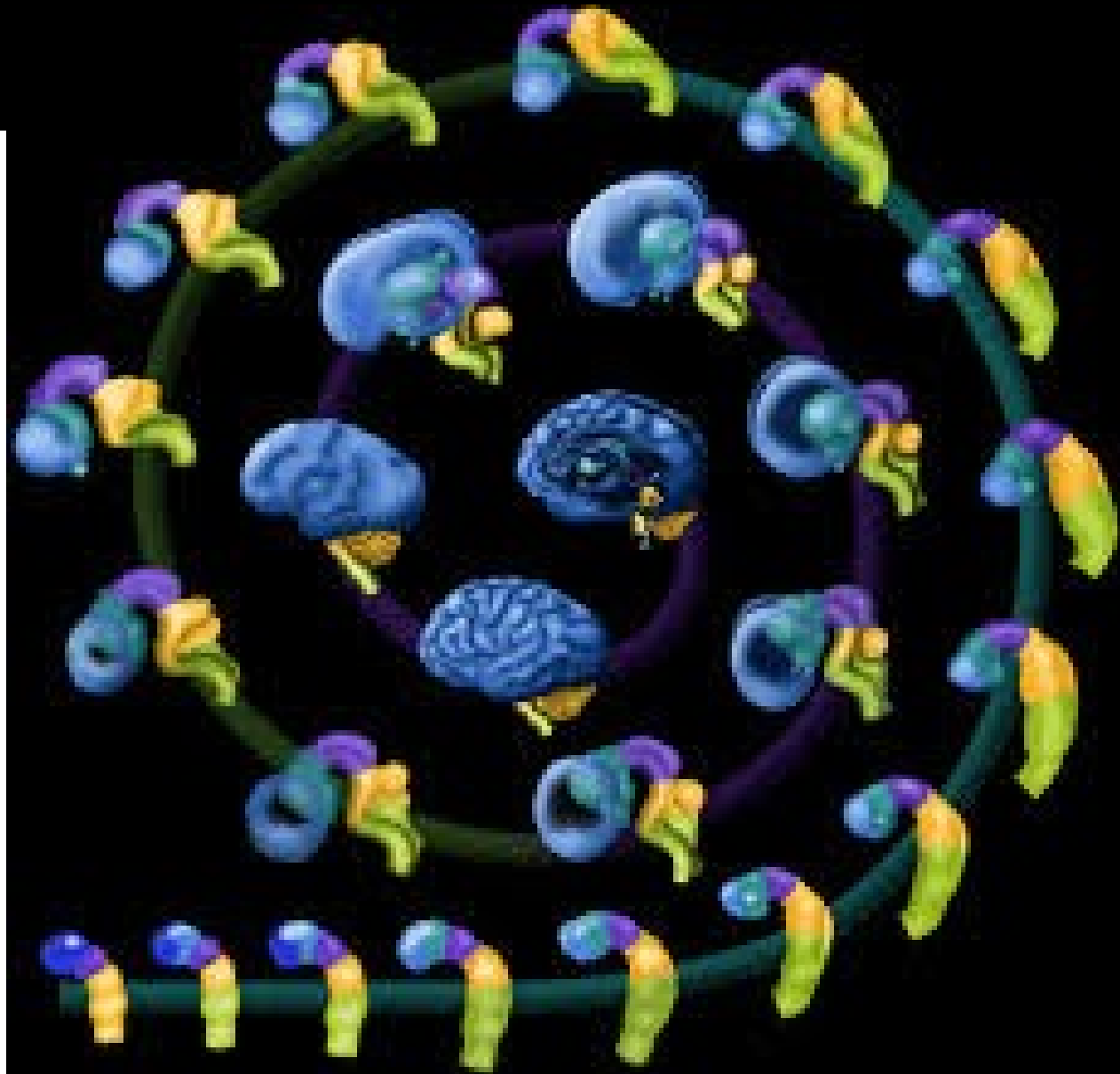
- Dochází při FAS ke změně genetického materiálu?
- Existuje efektivní léčba FAS?
- Čo vedie ženy, aj napriek tehotenstvu holdovať takýmto látkam? Popríklad, nie je tehotenstvo dostatočne silnou motiváciou s niečím takým prestať?
- Jaký je výskyt dětí s FAS v ČR? V jaké zemi je nejvyšší a kde naopak nejnižší?

- Je diagnostika FAS/FAE spolehlivá při narození dítěte popřípadě ve vyšším věku ?
- Na které orgány resp. funkce může mít vliv stres/úzkost (celkově psychický stav matky) jako teratogén?
- Jak zvýšit povědomí mezi těhotnými ženami, že žádná dávka alkoholu není bezpečná?
- Jaká je souvislost mezi FAS a potraty? Může být konzumace alkoholu pokus o potrat ve státech, kde potraty nejsou legální?
- V jednom zdroji jsem se dočetla, že prevalence FAS je v USA až 10/1000 živě narozených dětí. Jak je toto možné?

- Bude dítě v dospělosti více náchylné ke konzumaci alkoholu?
- Klesá incidence tohoto syndromu v ČR?
- Jaké je začlenění těchto jedinců do společnosti? Jaké jsou možnosti do budoucna – výchova, péče... Odlišuje se FAS od např. Downova syndromu vzhledem k schopnosti být samostatný atd.?

- je nějaké množství alkoholu, které je přijatelné? Je podle vás například jedna sklenička vína škodlivá?
- Mělo by být pití alkoholu v těhotenství považováno za trestný čin?
- Souhlasíte s vyhláškou zakazující barmanovi/barmance odmítnout servírovat alkohol těhotné ženě, který vyšel v platnost v New Yorku, USA v roce 2016?
- Můžou tyto ženy nějak před porodem zjistit, zda dítě bude fetálním alkoholovým syndromem postiženo?

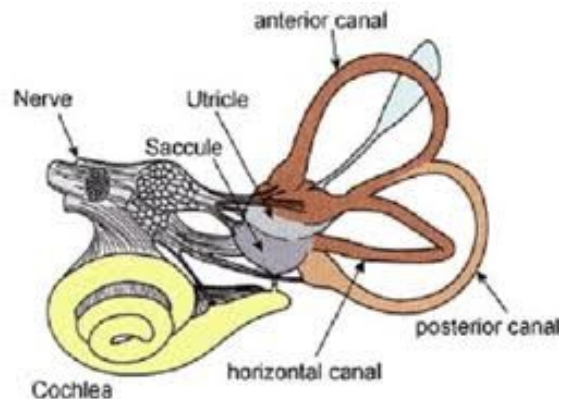




# Hmat + Rovnováha

Jako první vnější smysl se vyvíjí **hmat**, resp. vnímání kožními nervy. Vyvíjí se souběžně s **vestibulární** citlivostí od 7. týdne a je dovršen na konci 20. týdne těhotenství.

V tu dobu se objevují reakce na lehké dotyky těla, popř. prudké odtažení při píchnutí.



# Hmat

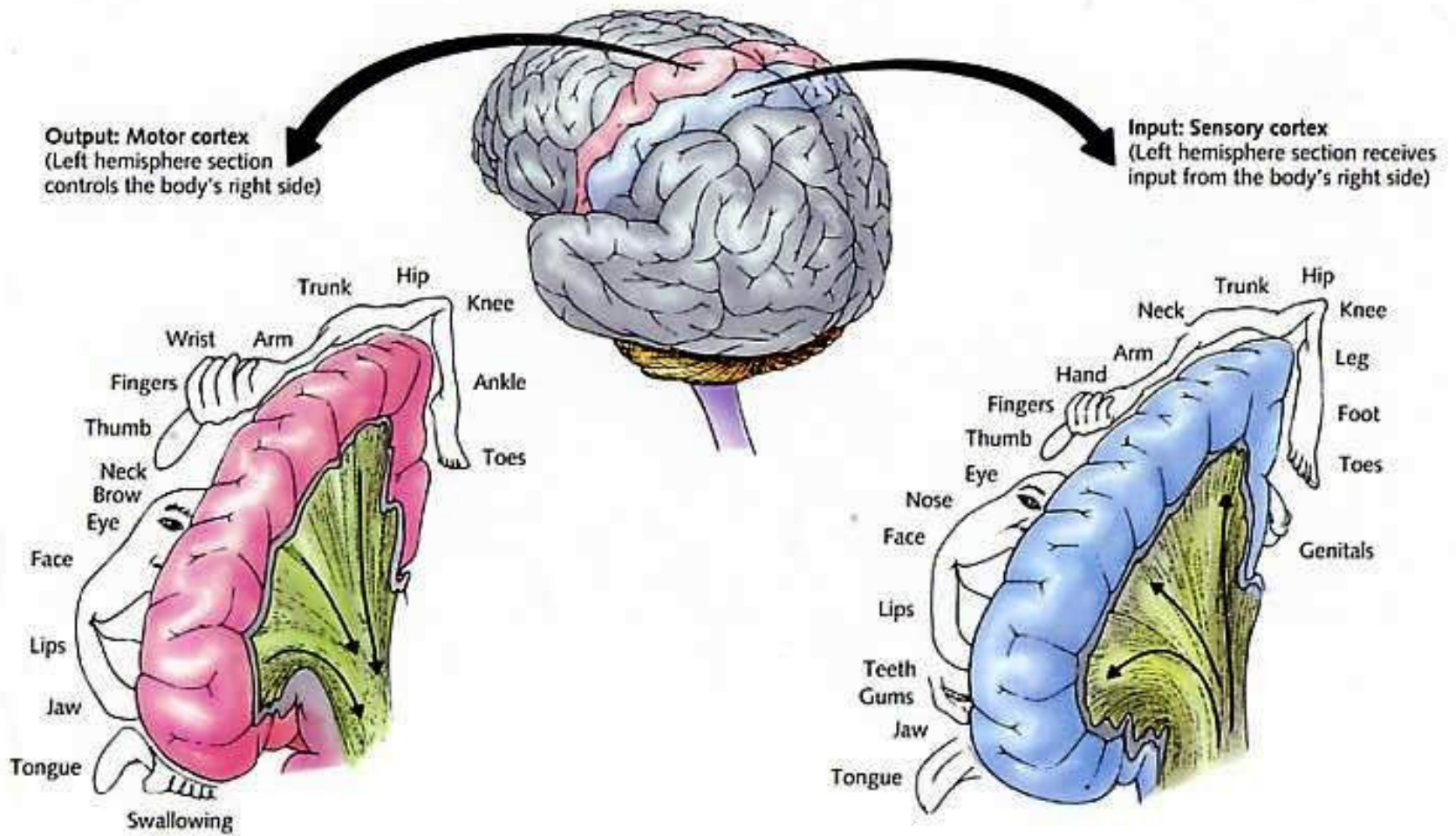
mechanocepce – tlak a dotek

propriocepce – vzájemná poloha končetin

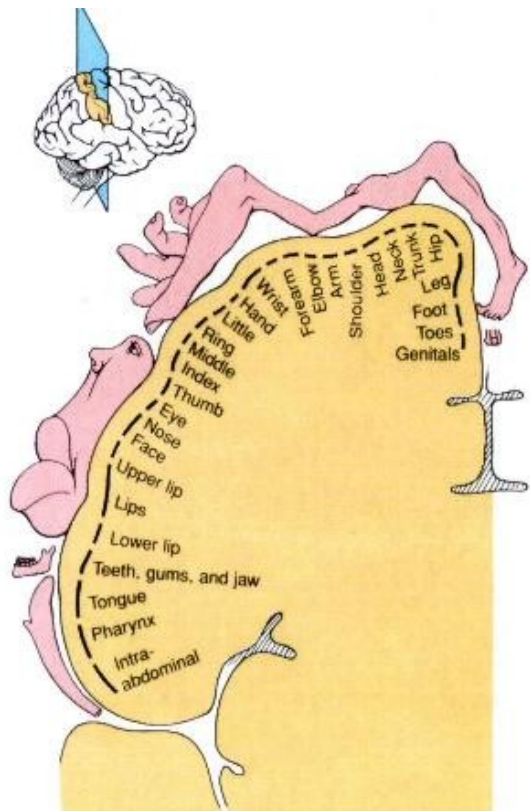
nocicepce – bolest

termocepce – teplota





# Hmat



(a) Somatosensory cortex in right cerebral hemisphere



motorický homunkulus



senzoričký homunkulus

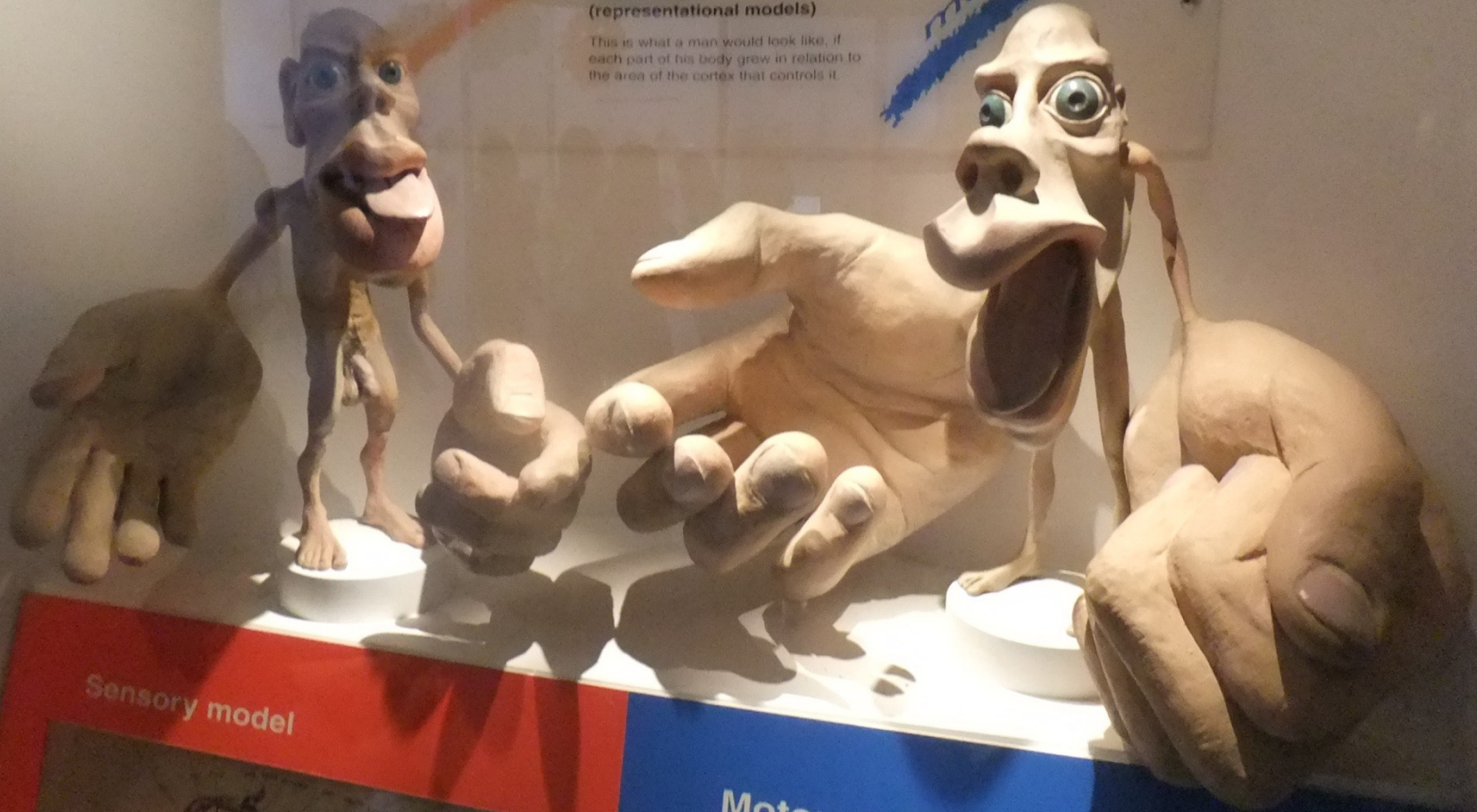
# Inside the cortex

We know that different areas of the cortex control different parts of the body. Scientists can say *how much* of the cortex relates to each part of the body, as this exhibit shows.

## 'Cortex man' (representational models)

This is what a man would look like, if each part of his body grew in relation to the area of the cortex that controls it.

*motor*



Sensory model

Motor model



<http://obcat.deviantart.com/art/Motor-and-Sensory-Homunculus-293708140>

# Ženský homunkulus až z r. 2020



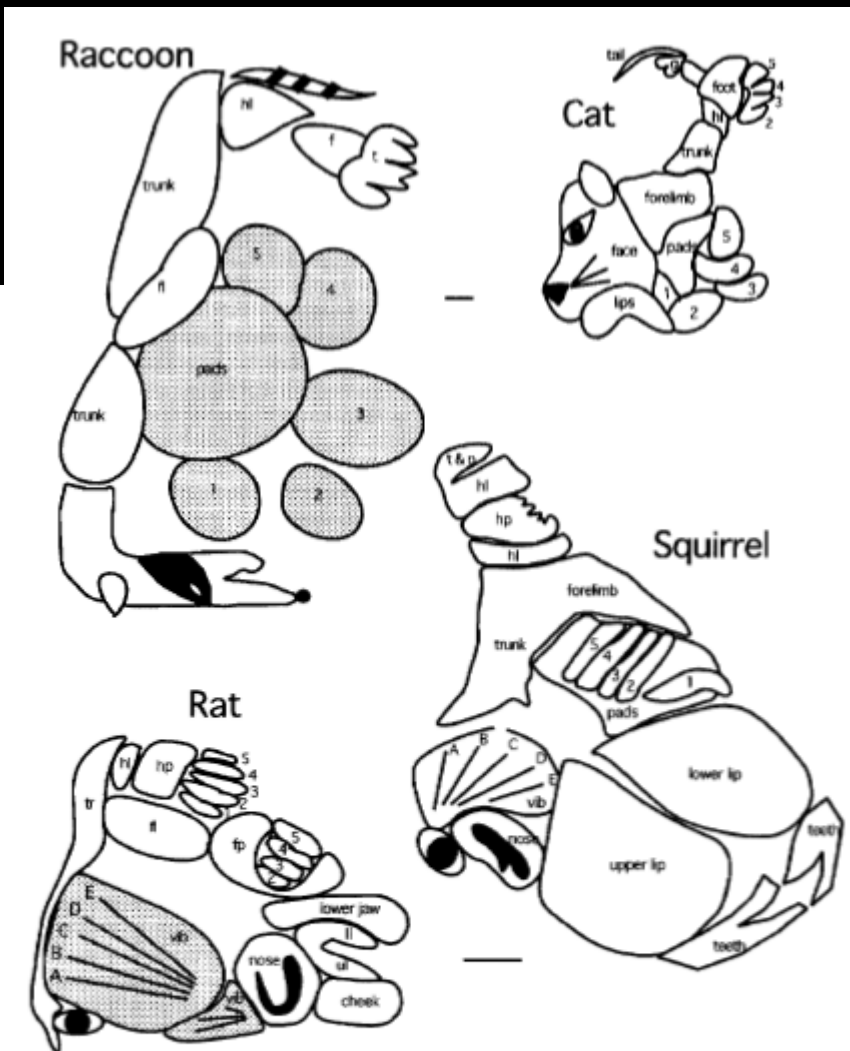
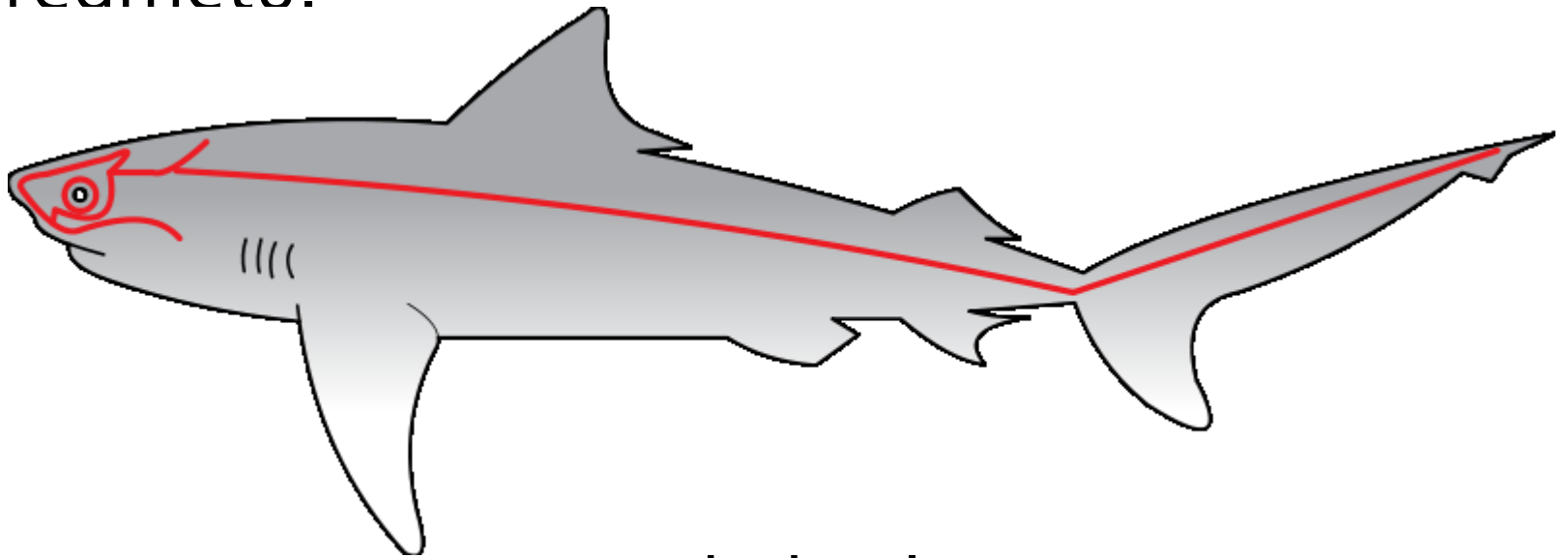


Figure 4.4. Examples of body representations in the somatosensory cortex. f = foot; fl = forelimb; fp = forepaw; g = glabrous; hl = hind limb; hp = hind paw; ll = lower lip; ul = upper lip; t = tail; t & g = tail and glabrous; tr = trunk; vib = vibrissae (whiskers); A-E = individual vibrissae representations; 1-5 = paw digits. From "Organization of Somatosensory Cortex in Three Species of Marsupials, *Dasyurus hallucatus*, *Dactylopsila trivirgata*, and *Monodelphis domestica*: Neural Correlates of Morphological Specializations," by K. J. Huffman, J. Nelson, J. Clarey, and L. Krubitzer, 1999, *Journal of Comparative Neurology*, 403, p. 29. Copyright 1999 by Wiley-Liss, Inc.

# Hmat

- Postranní čára ryb vnímá vlny způsobené vlastním pohybem odražené od okolních předmětů.



pohyb a lov

# Hmat



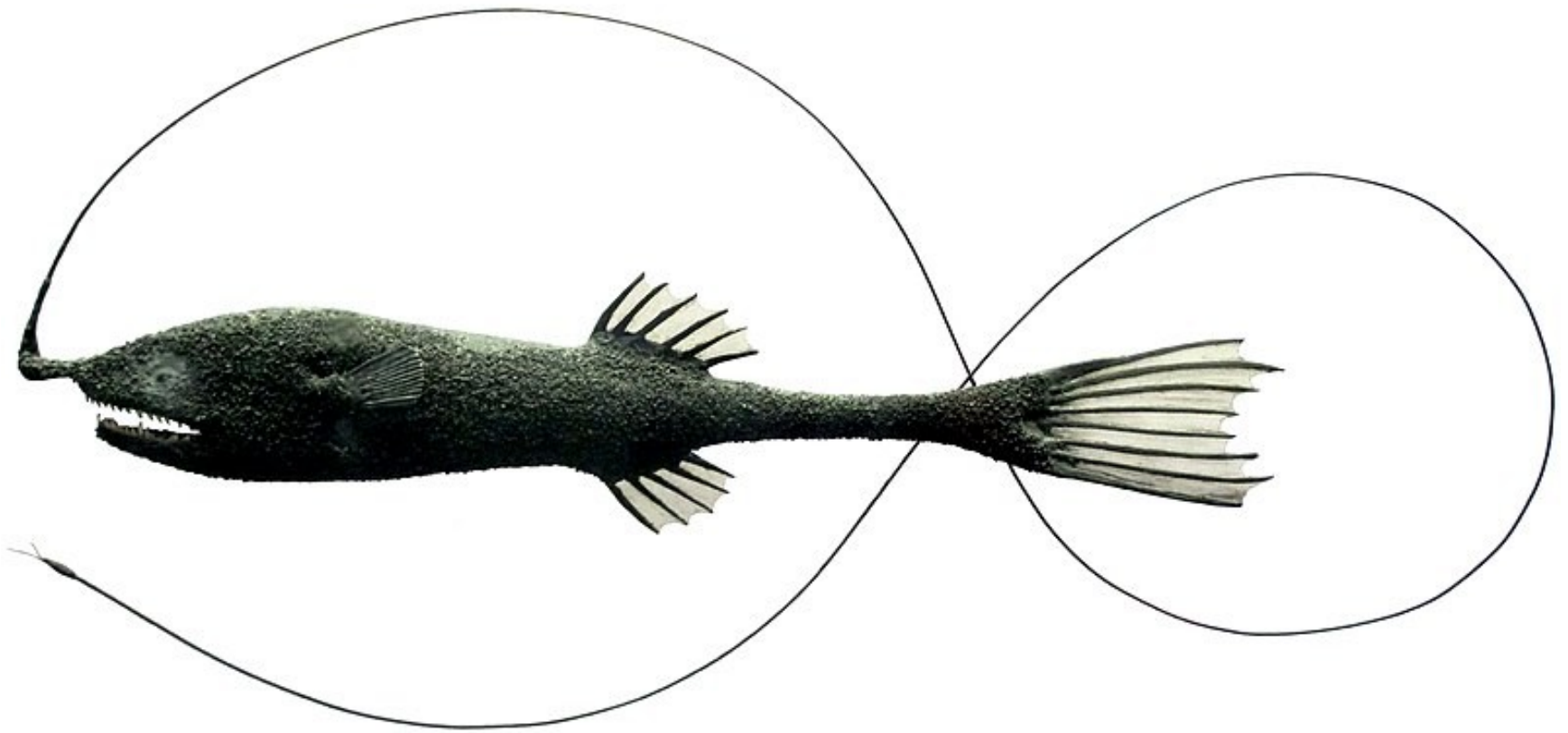


# Hmat

- Hmatové vousy mají také ptáci



# Hmat



Hmat

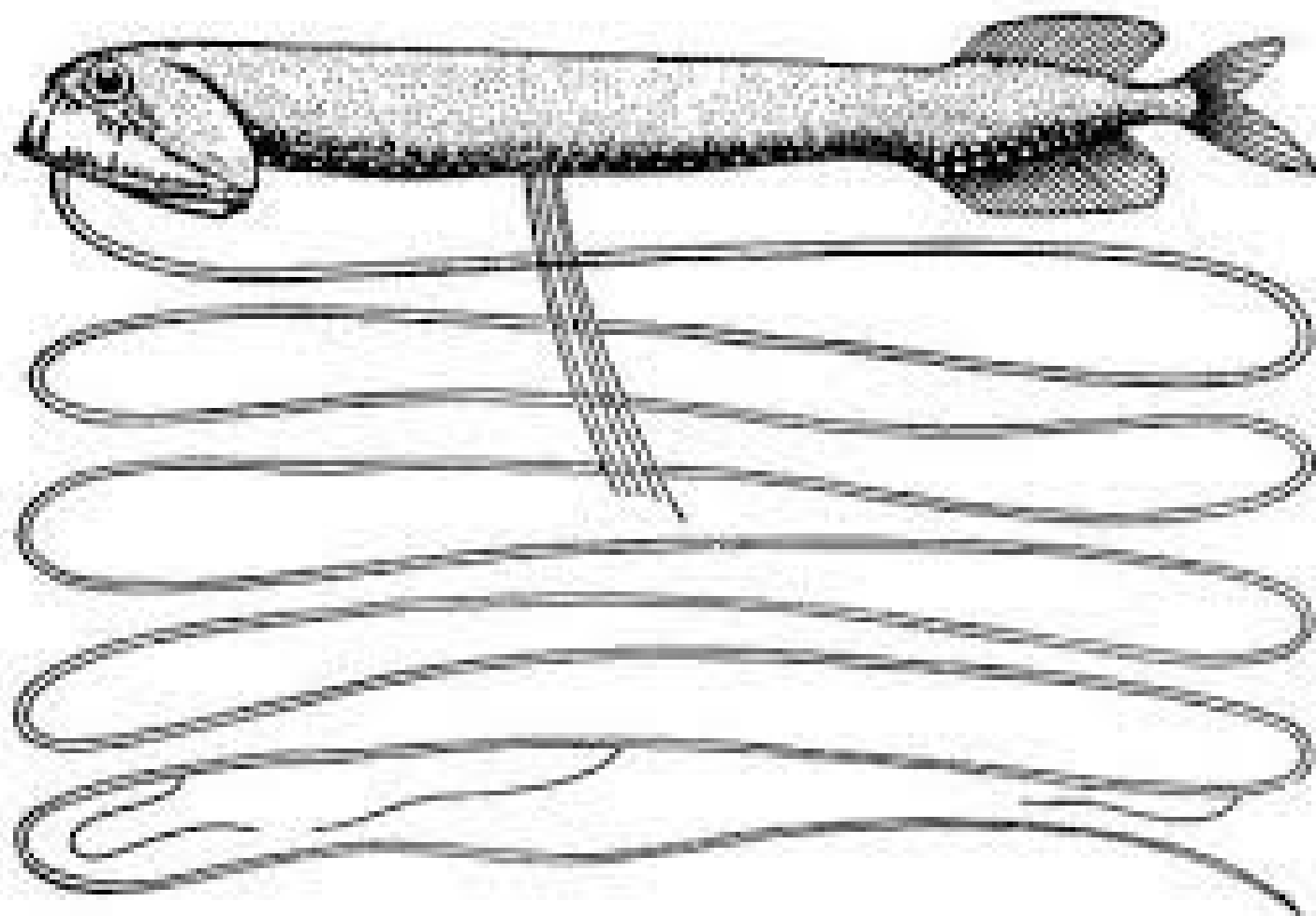


Рис. 90. Ультимостомия (*Ultimostomias mirabilis*).

# Čich

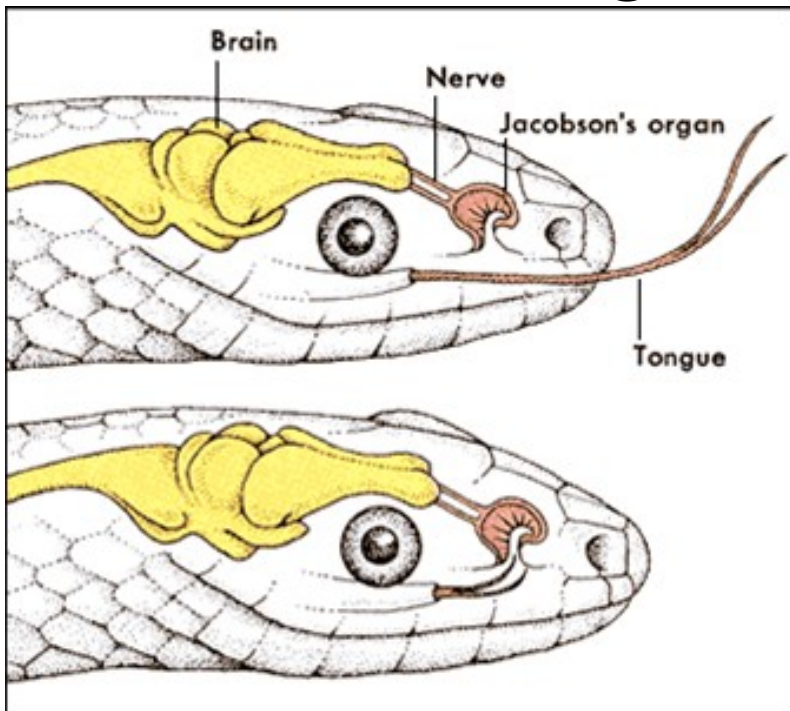
U člověka se rozvíjí prenatálně cca od 11. týdne těhotenství a plně zralé jsou kolem 30. týdne.

Člověk čichá dvěma soustavami receptorů, o třetí se vedou spory:

1. Čichovou soustavou jako takovou (horní část nosní dutiny),
2. Citlivými zakončeními trojklanného nervu,
3. Vomeronazální sliznicí (tzv. Jacobsonův orgán) – slouží k recepci feromonů. Člověk feromony nevyužívá – nebo minimálně (1 u mužů a 1 u žen).

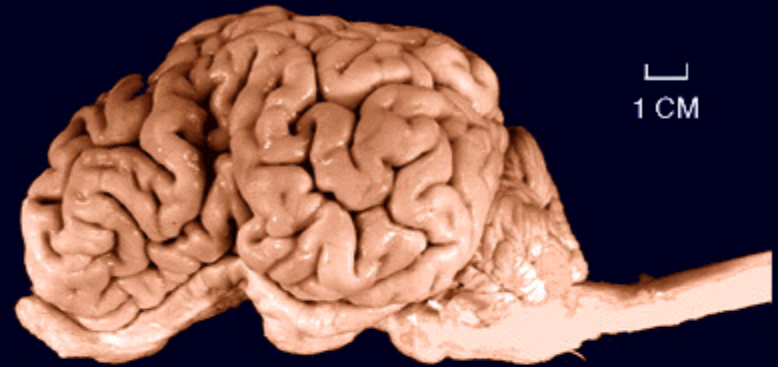
# Čich

- Čich mají paryby, ryby i plazi
- Jacobsonův orgán (plazi, hlodavci, koně)





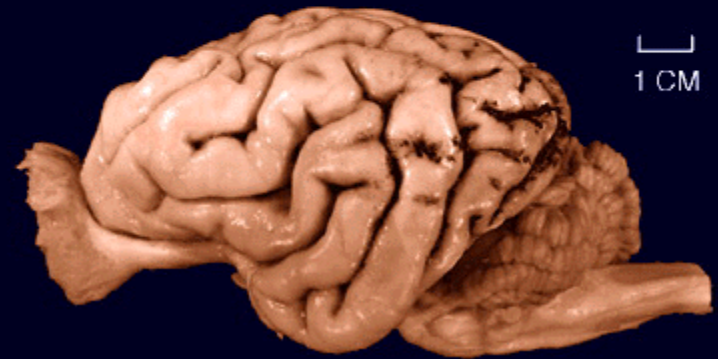
SEA COW



LAND COW

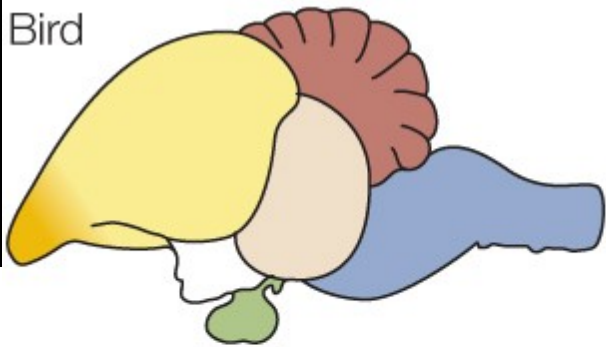


SEA LION



LAND LION

Bird



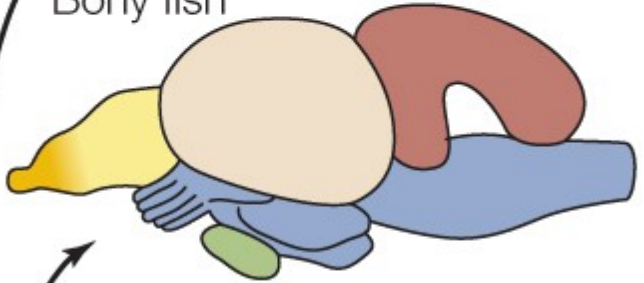
Mammal



Nonavian reptile



Bony fish



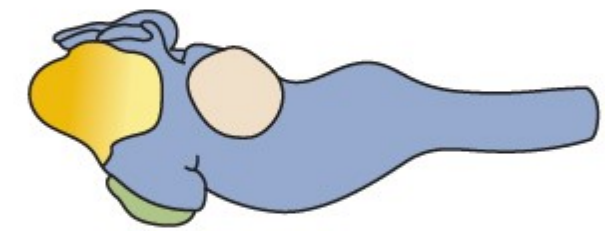
Amphibian



Shark



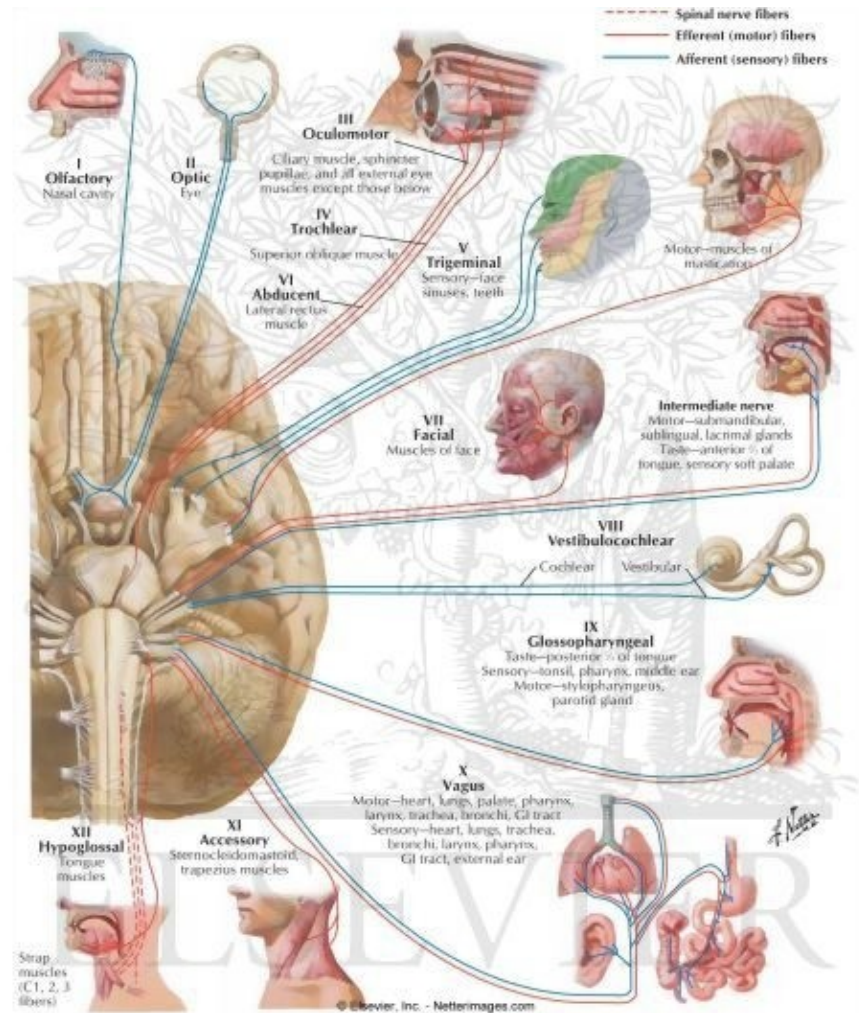
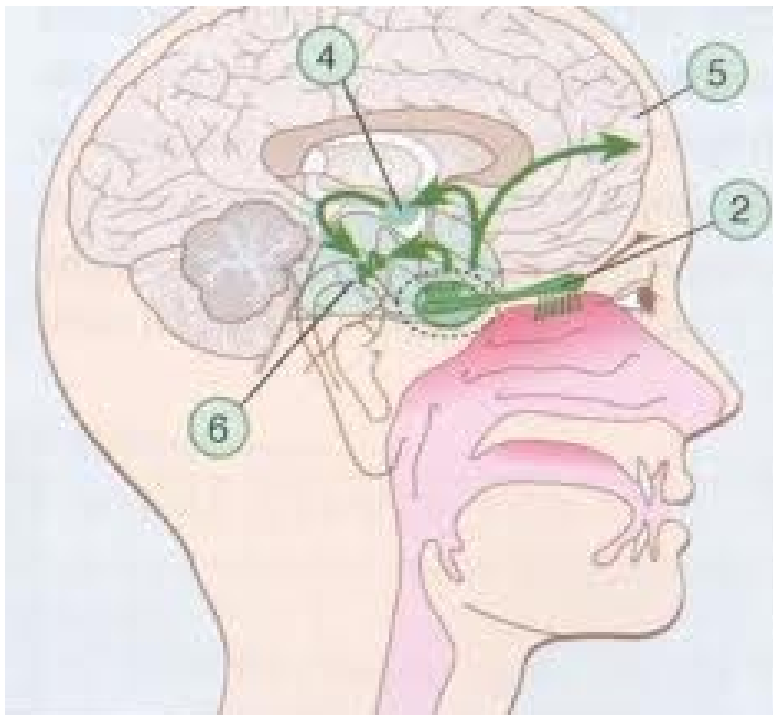
Lamprey



- Cerebral hemispheres
- Cerebellum
- Medulla oblongata
- Pituitary gland
- Optic tectum
- Olfactory bulb



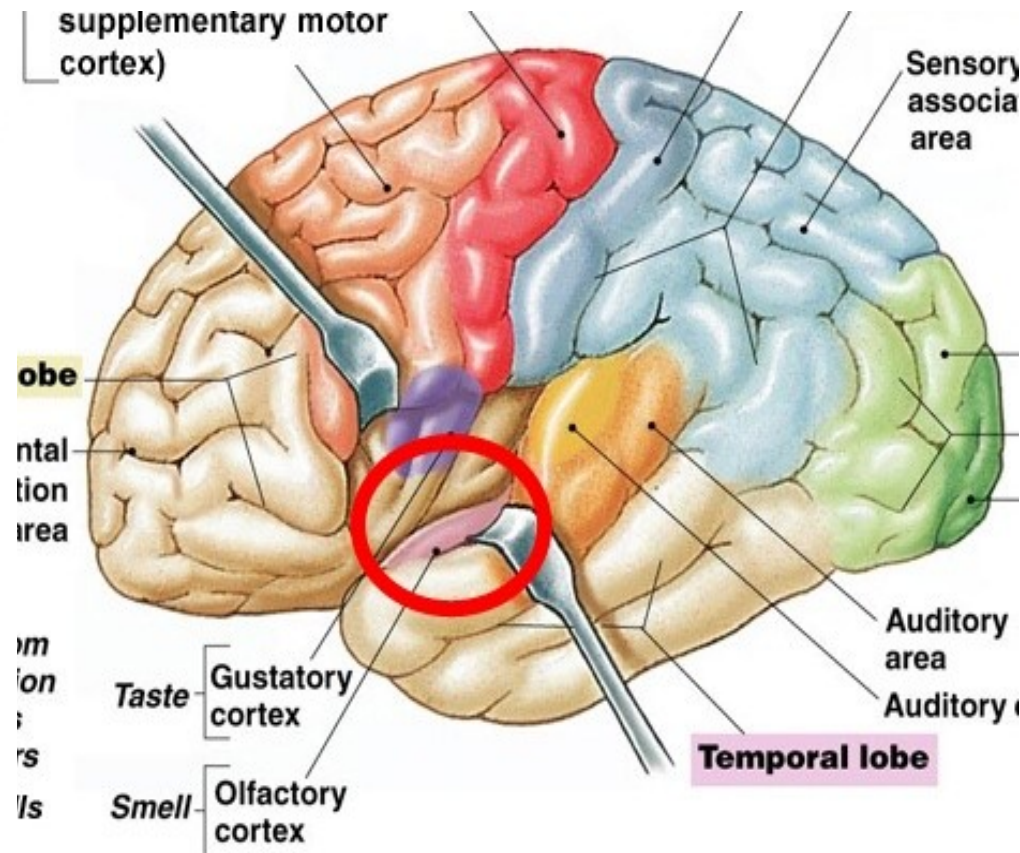
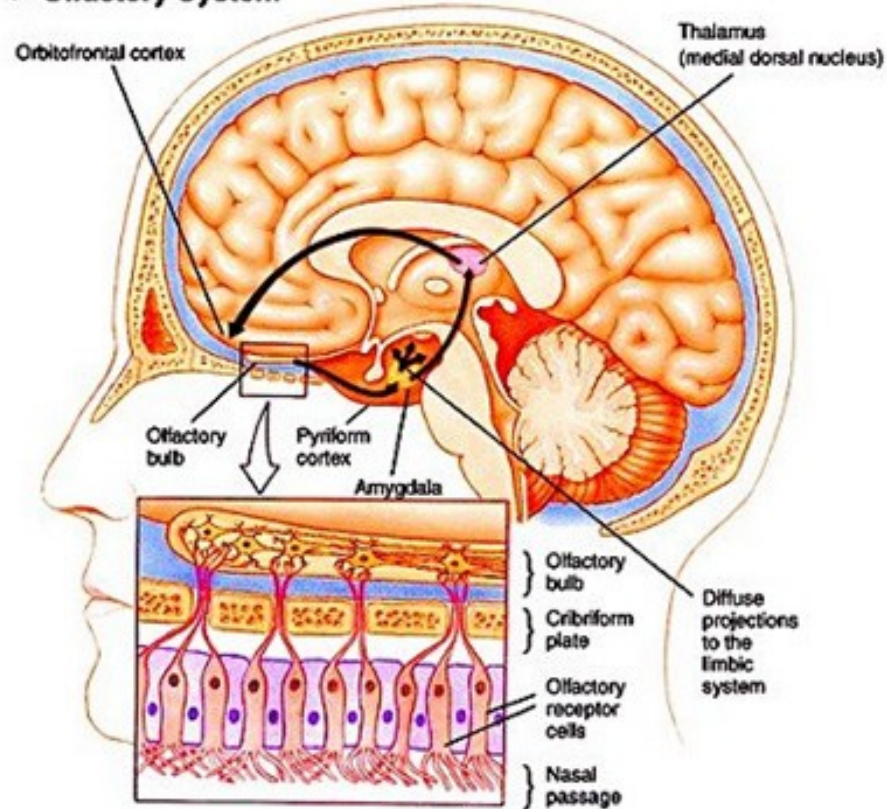
# Čich - chuť





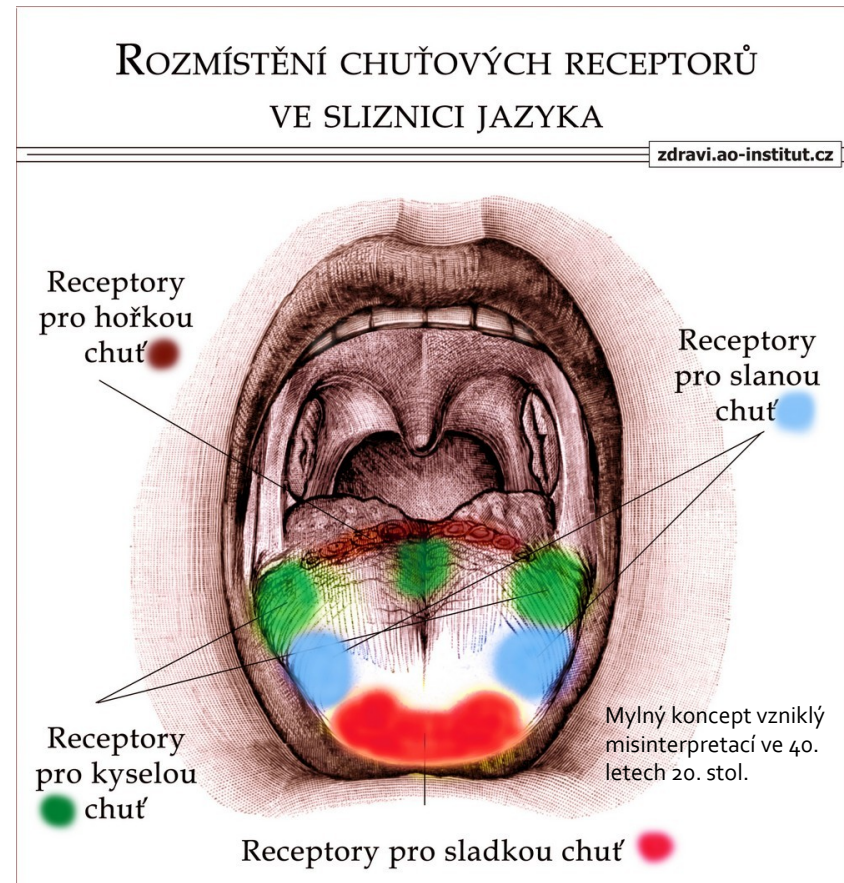
# Čich - chuť

## ► Olfactory System



# Chuť

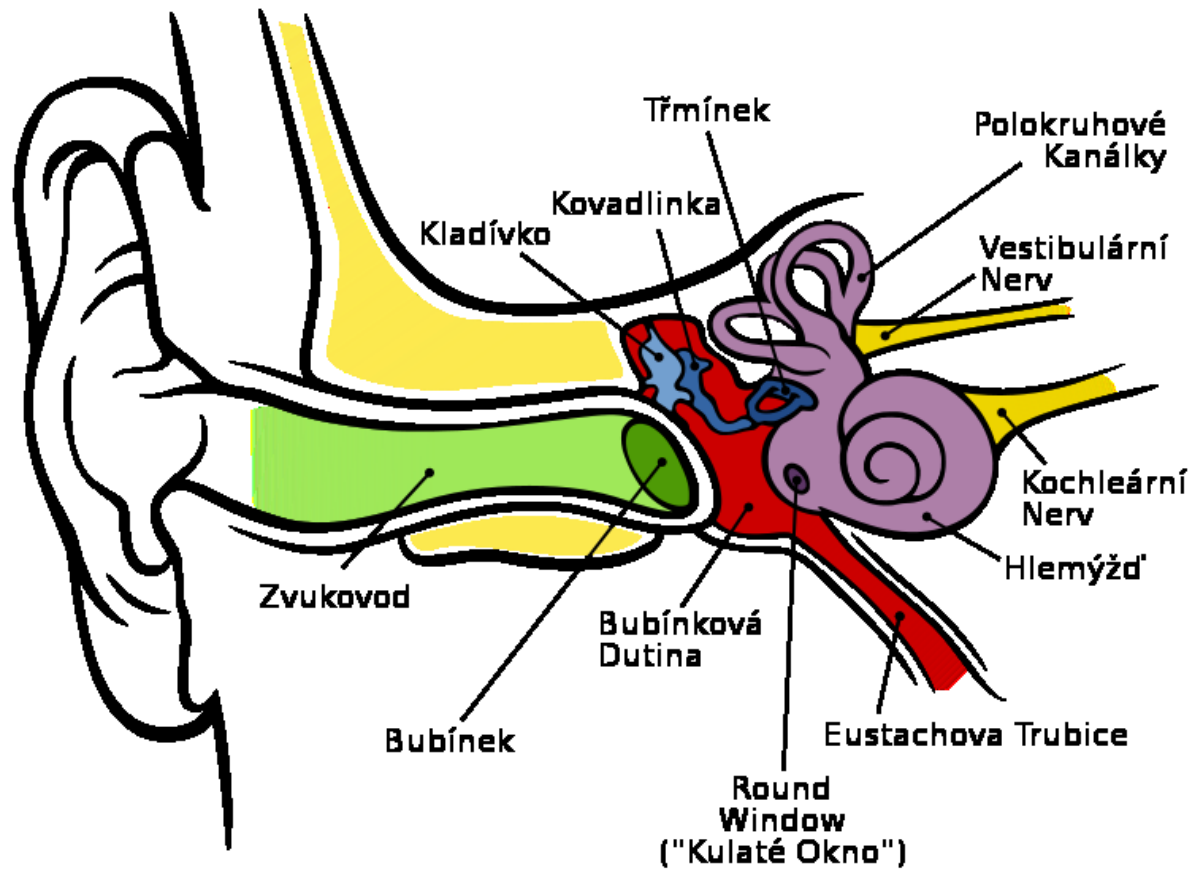
- Rozložení chuťových buněk na jazyku



# Petr (2020, s. 106)

- Umami – z japonštiny, znamená „lahodnou chuť“. Receptor na kyselinu glutamovou. Indikuje přítomnost bílkovin.
- Vyvinula se jako první před 500 miliony let.
- Před 400 miliony let se přidala sladká chuť.
  
- Hořká je velice specifická (indikuje toxiny) – u člověka existuje cca 30 typů receptorů hořké chuti (např. receptor kyanogenních glykosidů). Pes (16), potkan (36), ptáci minimum (kur má 3, krocan 2), mnoho jich mají obojživelníci (50+) a ryba latimerie 70+.

# Sluch



# Sluch

- od 7. měsíce dokáže dítě odlišit matčin hlas od ostatních vjemů, uklidňuje jej tlukot matčina srdce.



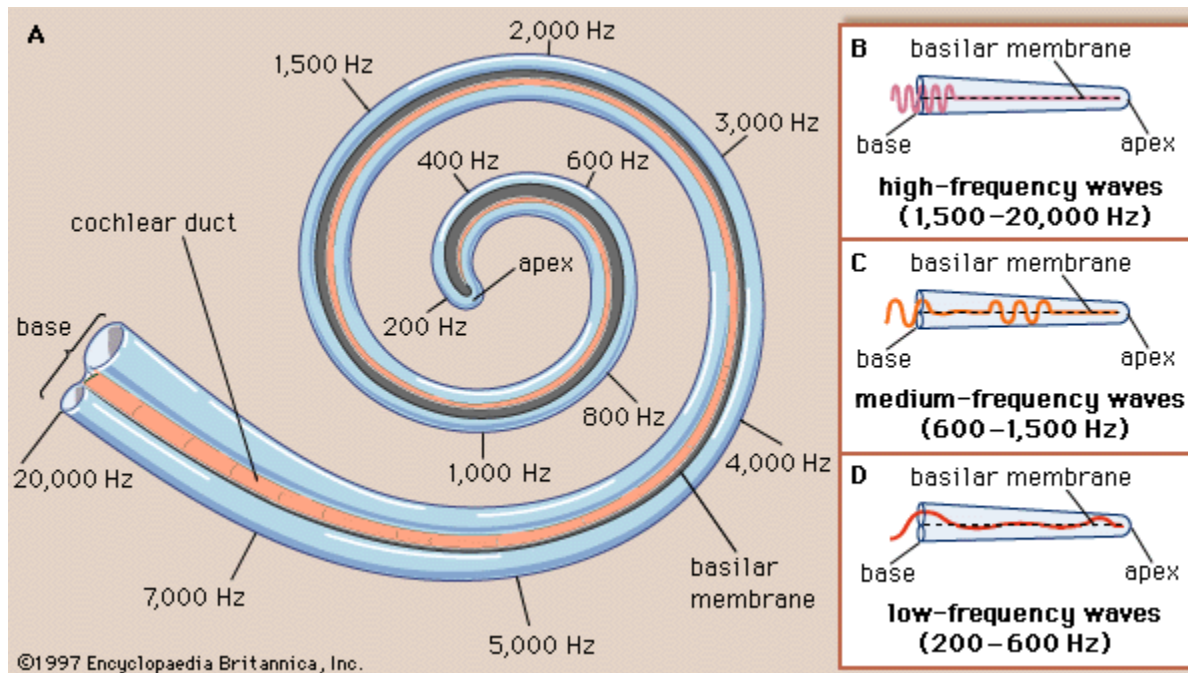
# Sluch

DeCasper, Spence (1986): když matky četly svým dětem posledních 6 týdnů před porodem určitý text, děti tento text preferovaly před jinými texty (dokonce, když jej četly jiné ženy).

Mehler et al. (1988; Nazzi et al., 1998) ukázali, že čtyřdenní děti rozlišují mezi různými jazyky.

U měsíčních dětí je vnímání řeči *kategorické* (slyší b nebo p; Eimas et al., 1971) a to i u cizích jazyků (Trehub, 1976), čehož už dospělí nejsou schopni.

# Sluch



# Sluch

- Citlivý zvláště u savců a člověka
- Kdyby byl náš sluch ještě o řád citlivější, slyšeli bychom neustálý šum (nárazy molekul na bubínek)
- Člověk slyší v rozsahu 200 – 23 000 Hz (max kolem 3 000 Hz)
- Primáti slyší do 30 000-40 000 Hz
- Šelmy do 40 000-50 000 Hz
- Ježci až do 60 000 Hz
- Kočka a potkan až do 70 000 Hz

zdroj: Veselovský, 2005



# Sluch

- Člověk má sluch nejcitlivější mezi 1 000-3 000 Hz
- V tomto pásmu vydáváme životně důležité signály (křik, řeč). Stejně tak ostatní savci a ptáci.
- Ryby slyší pomocí postranní čáry, skrze sluchové ústrojí a skrze vzduchový měchýř
- Ryby vnímají zpravidla mezi 800-1250 Hz
- Žáby vnímají zvláště mezi 200-1500 Hz
- Ještěři a želvy vnímají okolo 110 Hz
- Krokodýli až do 3000 Hz

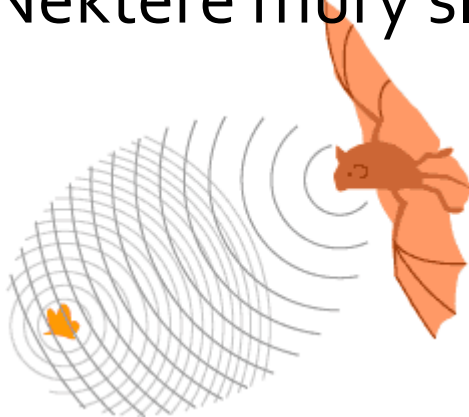
# Sluch

- Sloni se dorozumívají na frekvenci 14-24 Hz, tyto hluboké zvuky jsou slyšet až na 5 km.



# Sluch

- Netopýři vydávají tóny o vysoké frekvenci až 100 000 Hz
- Sluchem a lebečními kostmi zachycují odražené zvuky od předmětů – echolokace  
Tak jsou schopni zachytit i letící hmyz a drát o průměru 80 mikrometrů
- Některé mýry slyší echolokaci netopýřů



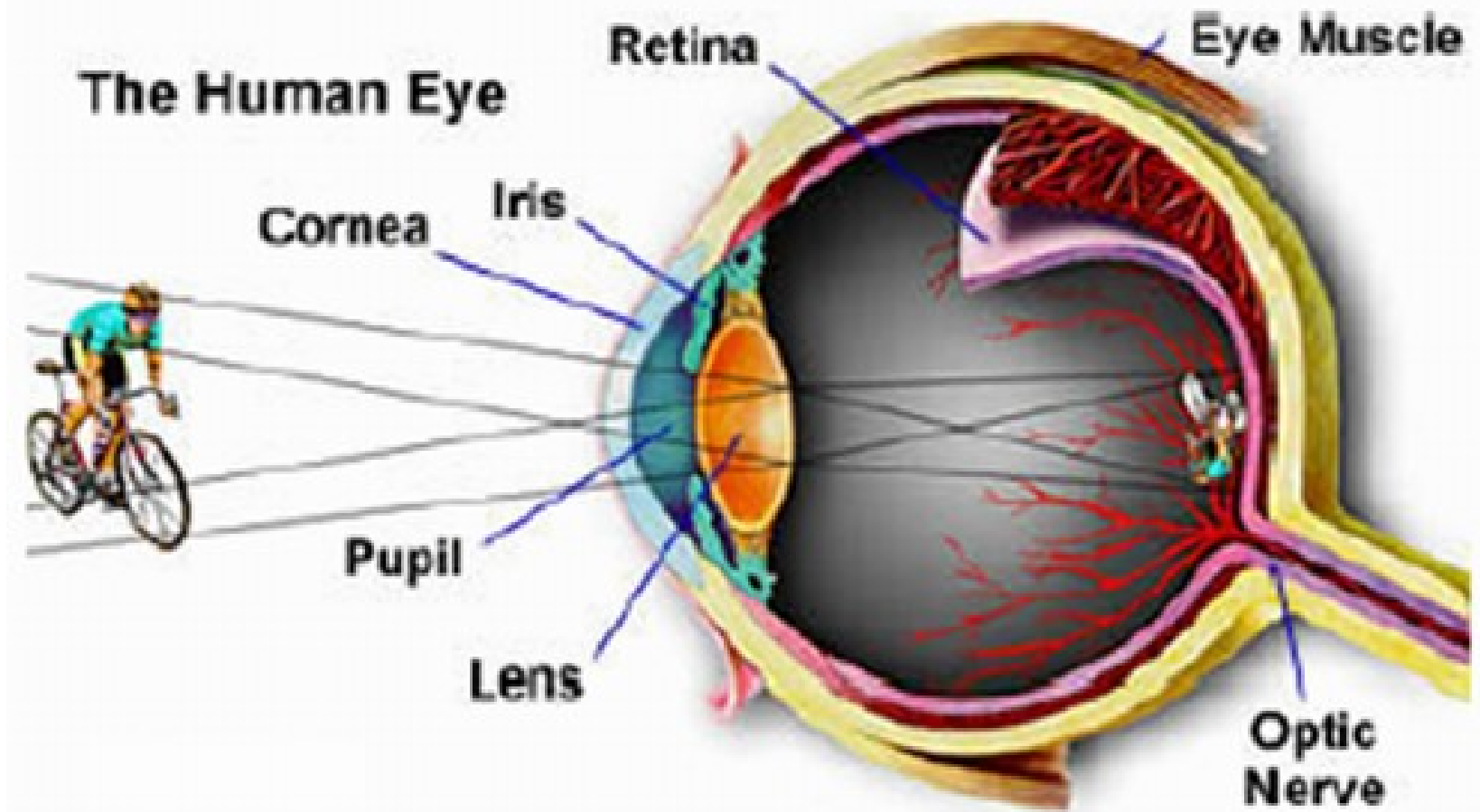
# Sluch

- Kytovci používají echolokaci ve vodě
- Ve vodě se zvuk šíří asi 4x rychleji než ve vzduchu (1484 m/s)
- Musí užívat k echolokaci vyšších frekvencí okolo 280 000 Hz



Zrak

# Zrak



# Zrak



# Zrak

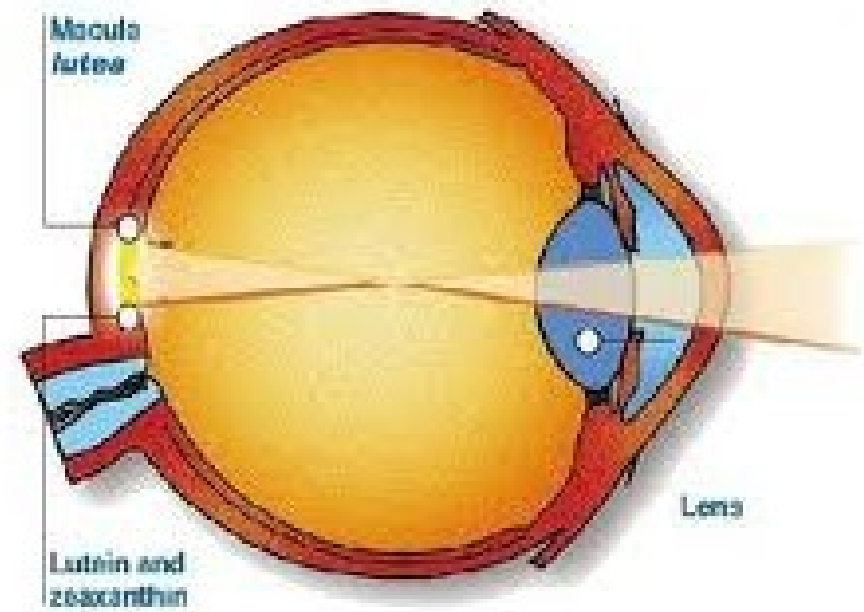
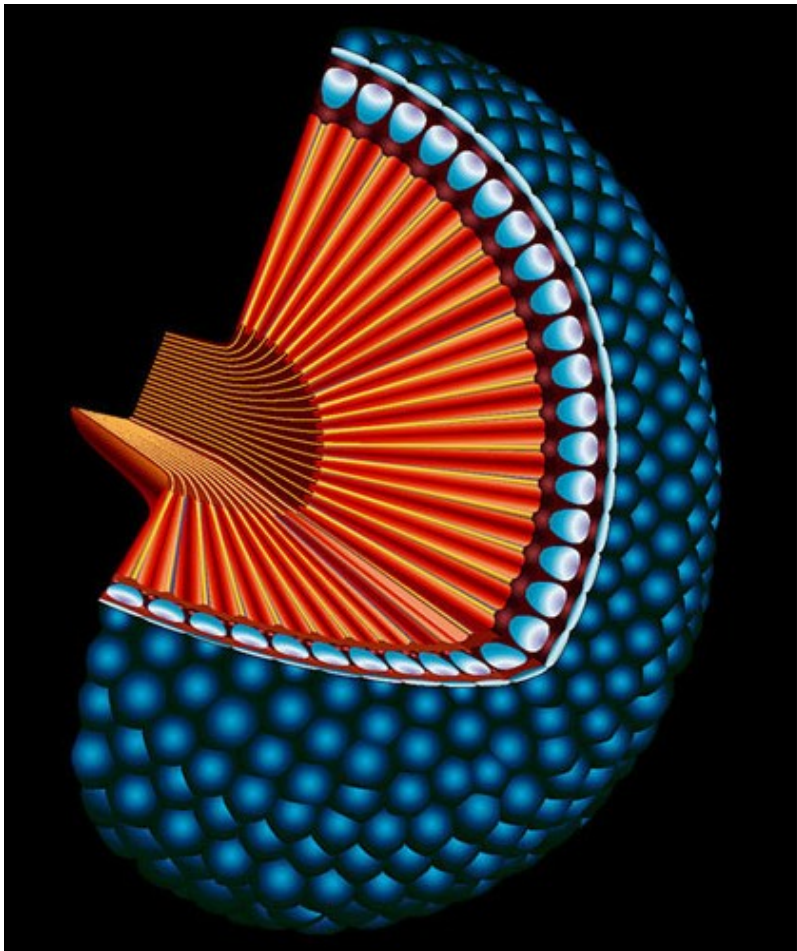
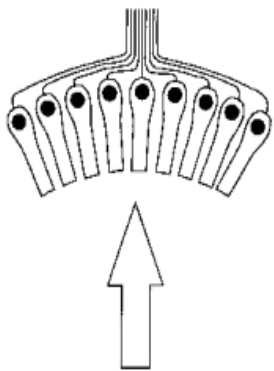


Figure 1: Model of the human eye.

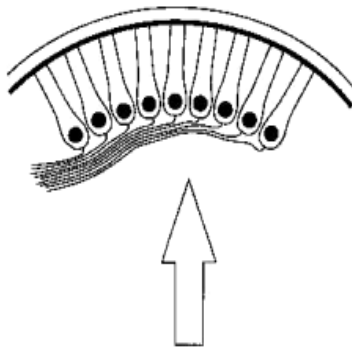


# Mohlo by to být lepší! - sítnice



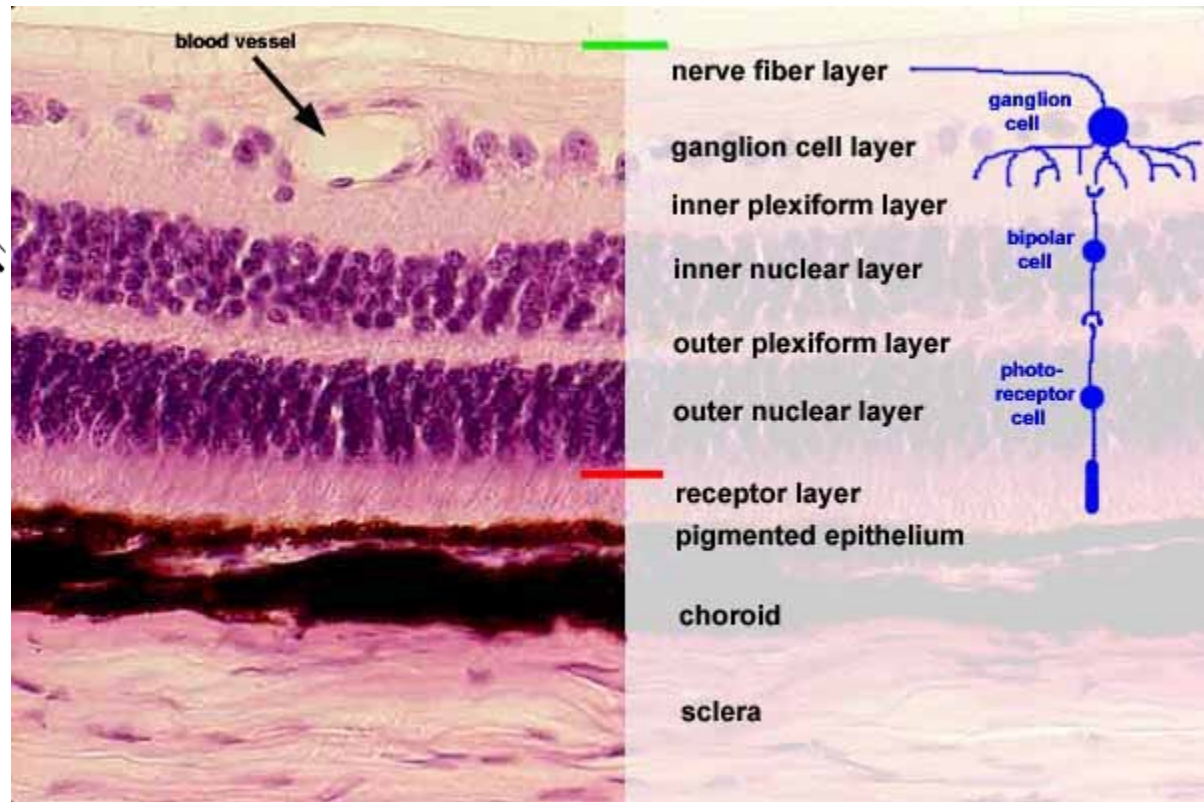
The verted retina

bezobratlí  
hlavonožci

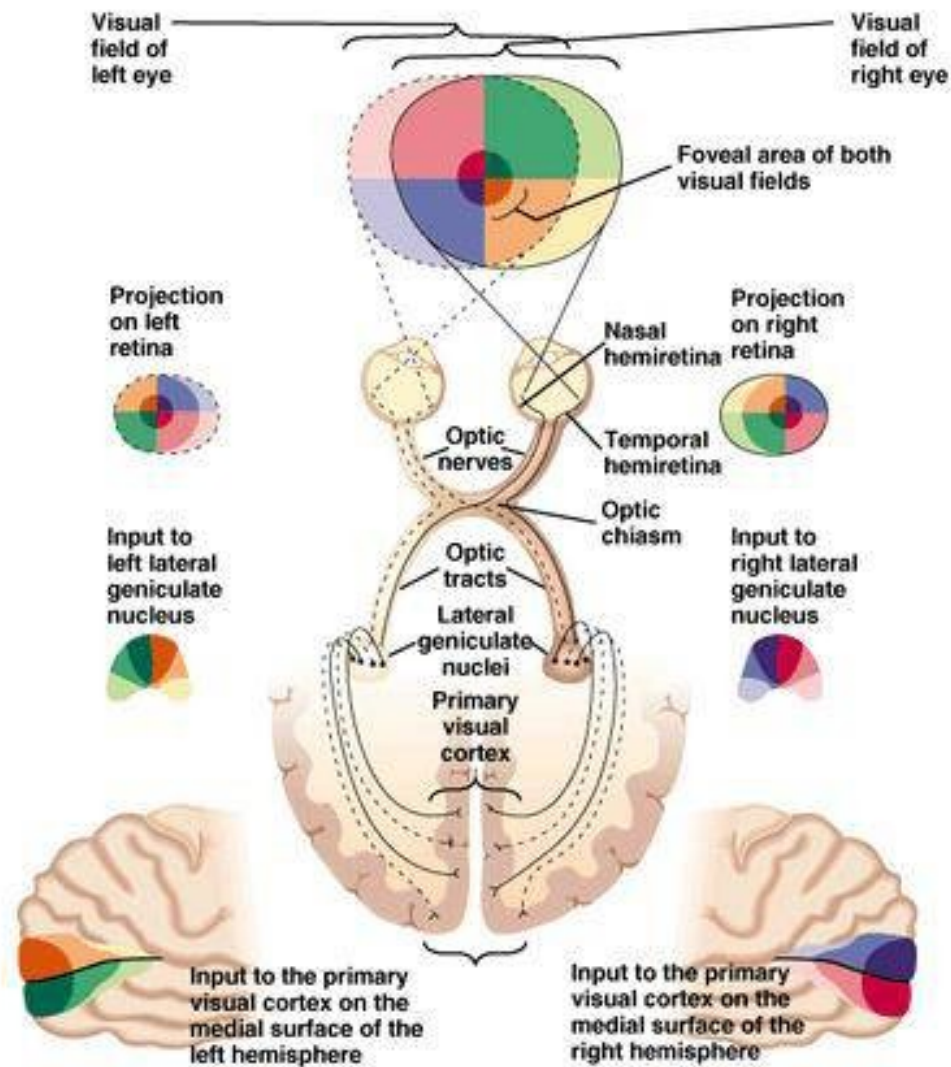


The inverted retina

obratlovci



## ► Retina-Geniculate-Striate System



Source: Adapted from Netter, 1962.

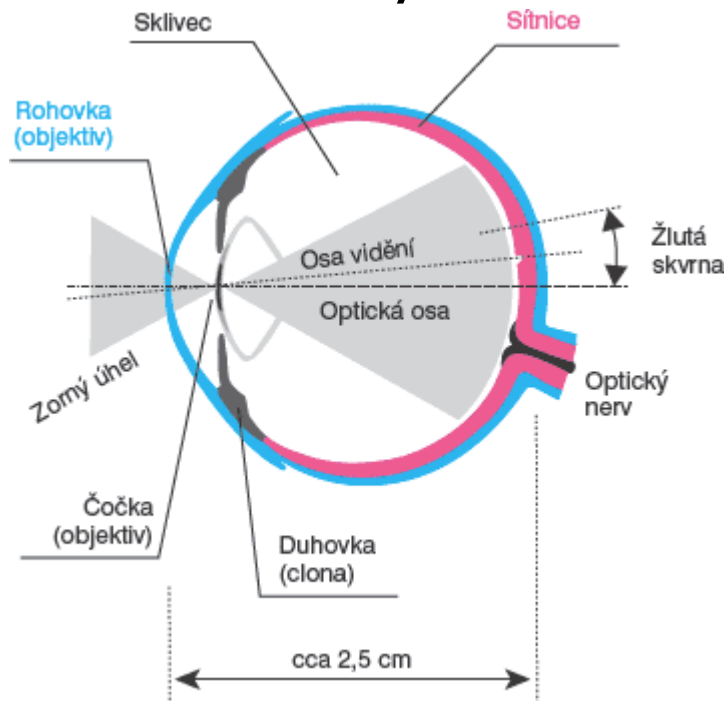
Copyright © 2001 by Allyn & Bacon

# Zrak

Sítnice lidského oka obsahuje cca 120 miliónů tyčinek (čítí kontrastu) a cca 6 miliónů čípků. Čípky se rozlišují do tří skupin dle toho, v jaké vlnové délce mají maximum citlivosti: S čípky, modrá; M čípky, zelená; L čípky, červená. Tyčinky i čípky jsou přeměněné nervové buňky. Tyčinky obsahují rodopsin, který přeměňuje dopadající světlo na elektrický impuls – čípky obsahují tři typy jodopsinu (fotopsinu), který je citlivý ve třech zmíněných oblastech světla.

# Zrak

- Žlutá skvrna člověka obsahuje až 160 000 světločivných buněk



# Zrak

- Žlutá skvrna káně lesní obsahuje i 1 milión světločivných buněk



- Někteří ptáci mají i dvě žluté skvrny

# Zrak

- Poštołka vidí letící vážku na vzdálenost 800m, zatímco člověk ji neuvidí ani na 100m.



# Zrak

- Dlouho se odborníci domnívali, že zvláště obratlovci vidí barvy stejně jako my
- Ovšem králík, křeček zlatý, mýval aj. nevidí barvy vůbec.



# Zrak

- Myši, morčata a turovití rozeznávají žlutou a červenou barvu.



- Morče navíc rozezná i zelenou a modrou.



# Zrak

- Koně a kočky, kteří byli dlouho pokládáni za tvory s černobílým viděním, postrádají jen vnímání v dlouhých vlnách (červené).
- Barevně vidí i hmyz, většina ryb, obojživelníci, plazi a ptáci (krom nočních druhů).
- Ptáci i někteří bezobratlí vidí mnohem více barevněji (proto pestrost jejich peří).
- Včely, hmyz a ptáci navíc vidí i v ultrafialové oblasti.
- Včely rozpoznají geometrické tvary.

# Zrak



# Zrak

- Člověk má vizuální pole vepředu (dozadu nevidí).
- Někteří ptáci mají zorný úhel až  $300^\circ$  (holubi), až  $340^\circ$  (tučňáci), až  $360^\circ$  (sluka), vážka, pavouci.



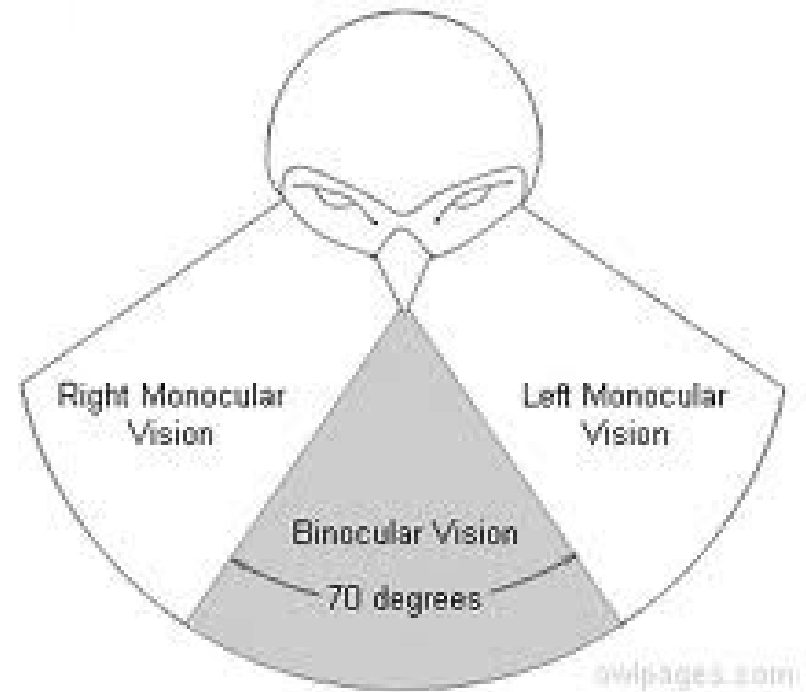
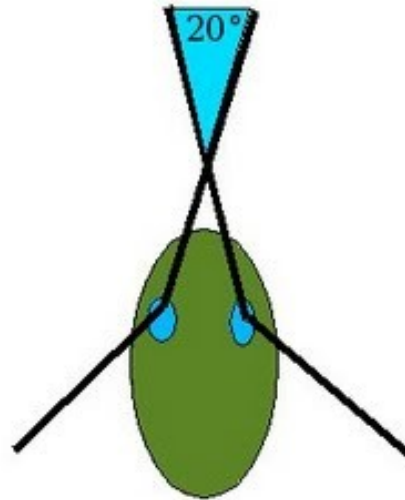
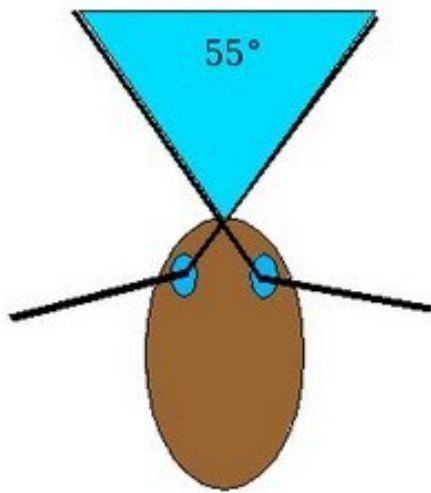
# Zrak

- Naopak dravci a hlavně sovy mají zorný úhel menší, zato však vidí jako člověk prostorově.



# Zrak

- Binokulární vidění



# Zrak

- Člověk rozliší střídání až 15-20 snímků za sekundu. Při 20-24 snímcích obraz splývá v pohyb (film, televize).
- Psy a kočky vnímají až 30-40 snímků/s.
- Ptáci jsou schopni vnímat až 150 snímků/s.
- Létající hmyz (včely, mouchy, vážky) vnímají až 300 snímků/s.

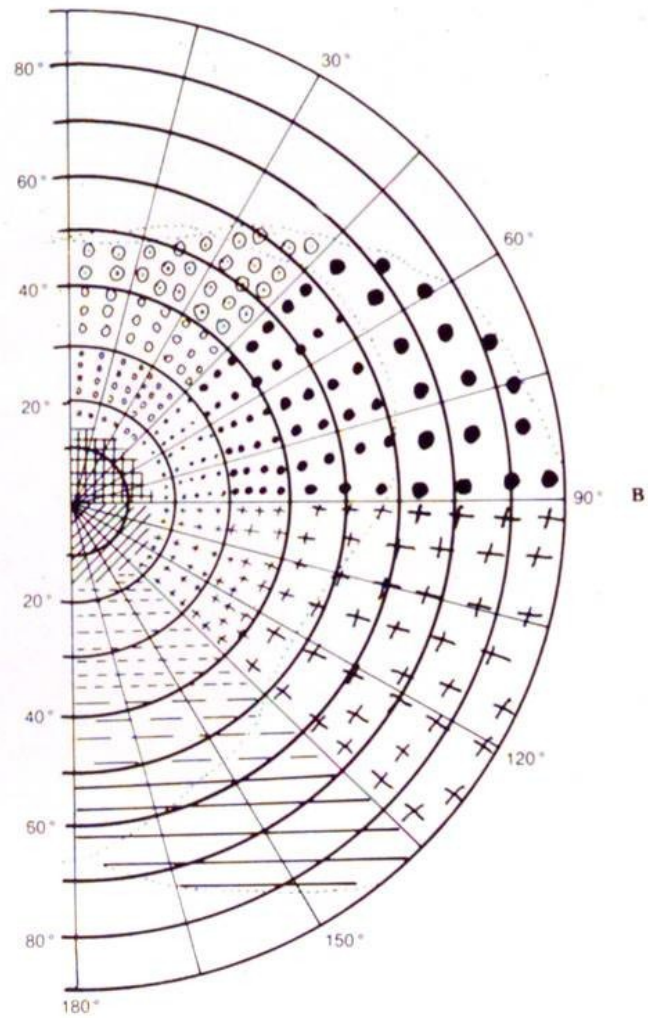
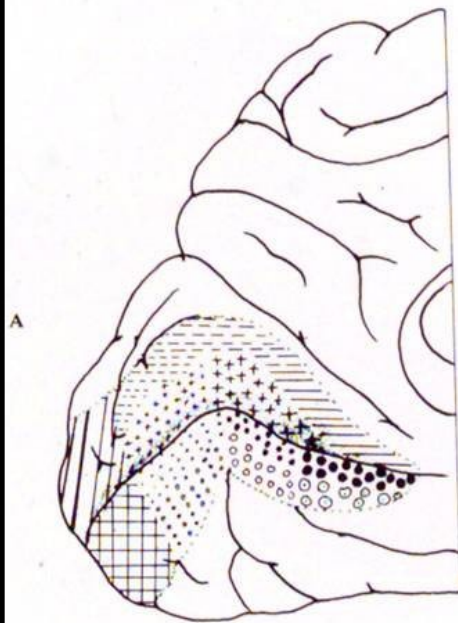
# Zrak



Galaxie M31 v Andromedě je zhruba 2,5 miliónů světelných let daleko ( $2,4 \times 10^{19}$  km)

# Diskuze





# Otázky:

## Fetální alkoholový syndrom (FAS)

- Mělo by být pití alkoholu v těhotenství považováno za trestný čin?
- Lze zvýšenou edukací veřejnosti o FAS zabránit výskytu tohoto syndromu?
- Ak sa narodí dieťa s FAS, venuje sa rodine zvýšená pozornosť a zaujíma sa o rodinu nejaký sociálny pracovník? Zisťuje sa možná závislosť na alkohole u matky?
- Může být problém konzumace alkoholu při prvních týdnech těhostenství, kdy žena o těhotenství ještě neví?
- Je problematika FAS zařazena do syllabu základních škol?
- Kdy je pití alkoholu nejrizikovější?