

Přednáška Prof. RNDr. Ivana Horáčka CSc.
z Přírodovědecké fakulty UK v Praze k dermisáži výstavy

VĚDA O ŽIVOTĚ V DOBĚ VELKÝCH DAT A UMĚLÉ INTELIGENCE

aneb

co všechno víme a na co jsme zapomněli.

**ve středu 29. října 2025 od 17 hodin
v klubu U bílýho černocho**

Vrabec v hrsti

... o životě, ze života

poznáváme opravdu, co jsme chtěli ?
neděláme nějaké vážné chyby ?
jak ale dál ?

hledání (odpovědí) → orientace
(v krajině ← milníky)

Milníky

.... v umění

M.Duchamp: Studánka / Fontána – nejvýznamnější umělecký počin 20. století



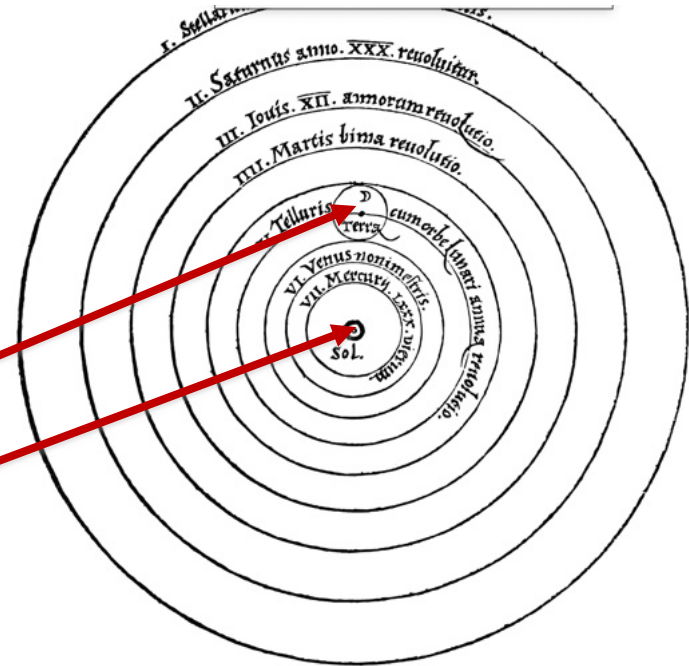
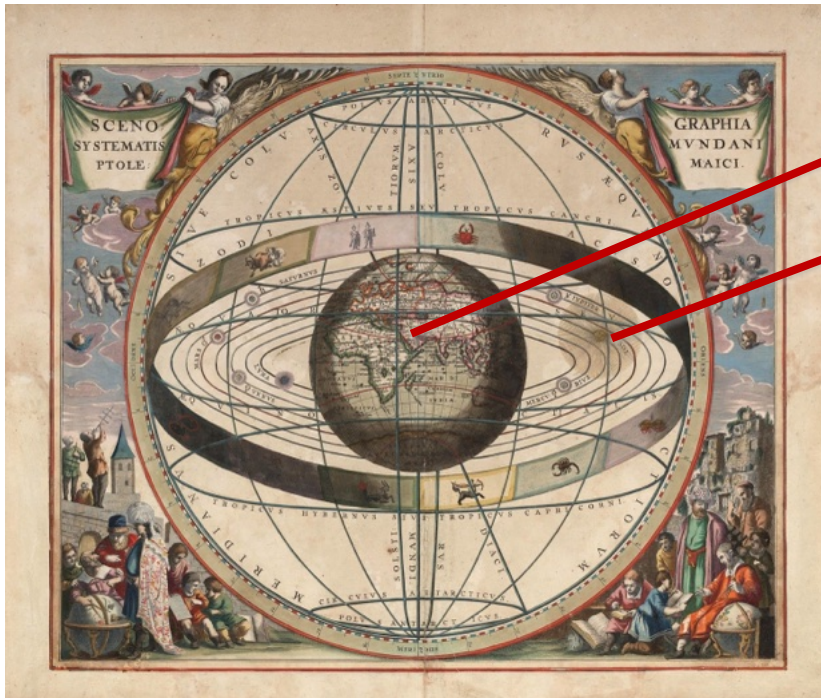
**změna kontextu*

**elementární topologická operace*



M.Koperník (1543)

De revolutionibus orbium coelestium



**změna kontextu*

Člověk&Země → vesmír&svět

**elementární topologická operace:*
změna vlastní posice: střed → mezi

Evolve a její mechanismy

(Darwin: přírodní výběr a dědičnost)



Evolve se děje
přírodním výběrem



**hromaděním a
selekcí
náhodných
mutací**

**změna kontextu*
Člověk/Bůh → Příroda/svět

**elementární topologická operace:*
→ akt přežití v boji o život – ano/ne

Evolve ...

**Nothing in biology
makes sense
except in the light of
evolution**



Theodosius
Dobzhansky

**evoluční a
fylogenetický
kontext –
závazný rámec
biologického
diskursu**

Genocentrismus moderní biologie

(i) teoretické kořeny

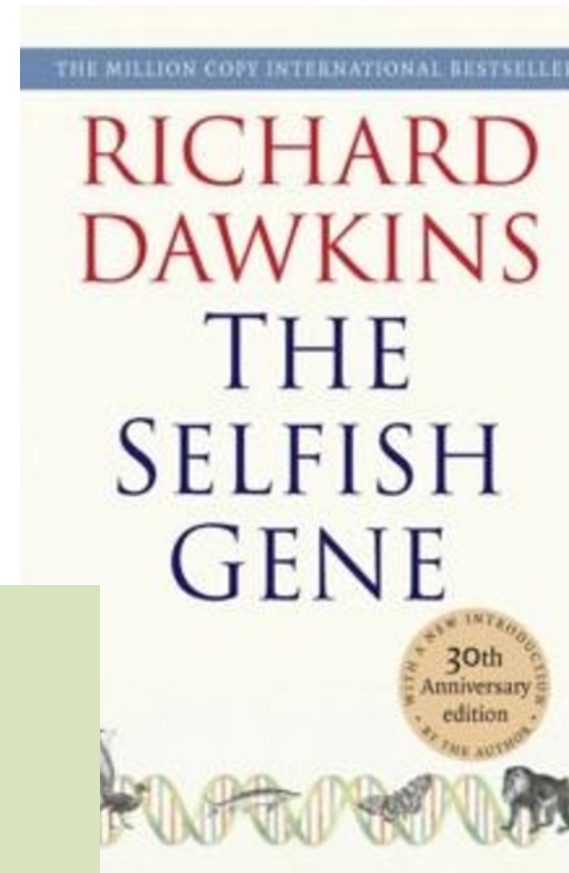
- 1953 – struktura DNA a
genetický kód: AGCT → protein
- **Geny** – základní organizační
prvky života
 - Evoluce = evoluce genů
- 1976 Dawkins
- Genocentrismus
- evoluce

**změna kontextu*

→ mechanismy dědičnosti

**elementární topologická operace:*

→ zaostření na detail



Genocentrismus moderní biologie

(ii) V praktickém provedení

1983 PCR (polymerázová řetězová reakce – základ přípravy DNA vzorků

1990 a dále – průběžné dílčí aplikace, řada omylů apod.

Cca 2000 Spolehlivá rutinní sekvence referenčních mt genů – základ molekulární fylogenetiky → explose nových pohledů na příbuznost různých skupin organismů, od úrovně jednotlivých druhů až po řády a třídy

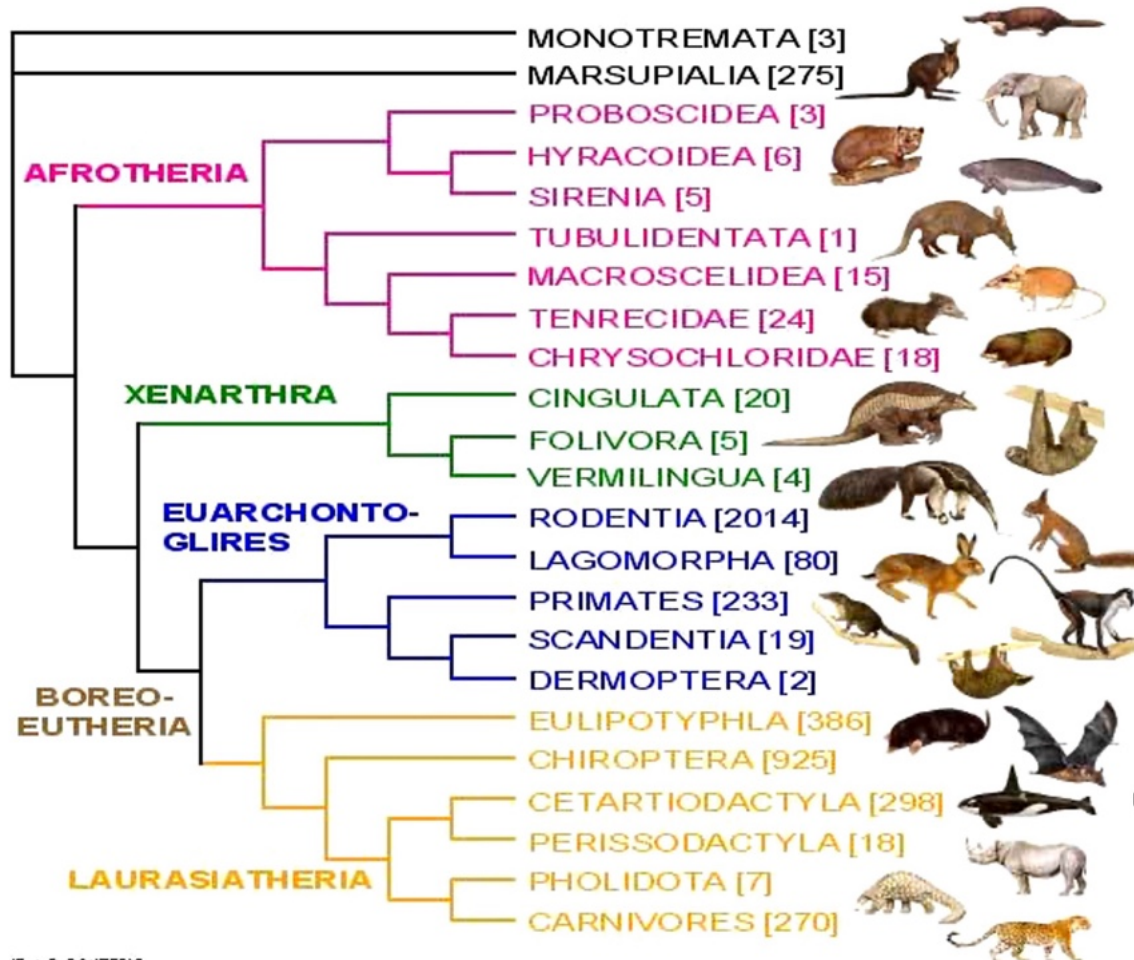
Genocentrismus moderní biologie

(ii) V praktickém provedení

Příklad:

savci

2000: zcela nový pohled na příbuzenské vztahy jednotlivých řádů



Průběžně
potvrzovaný,
Od r. 2000: OK

Genocentrismus moderní biologie

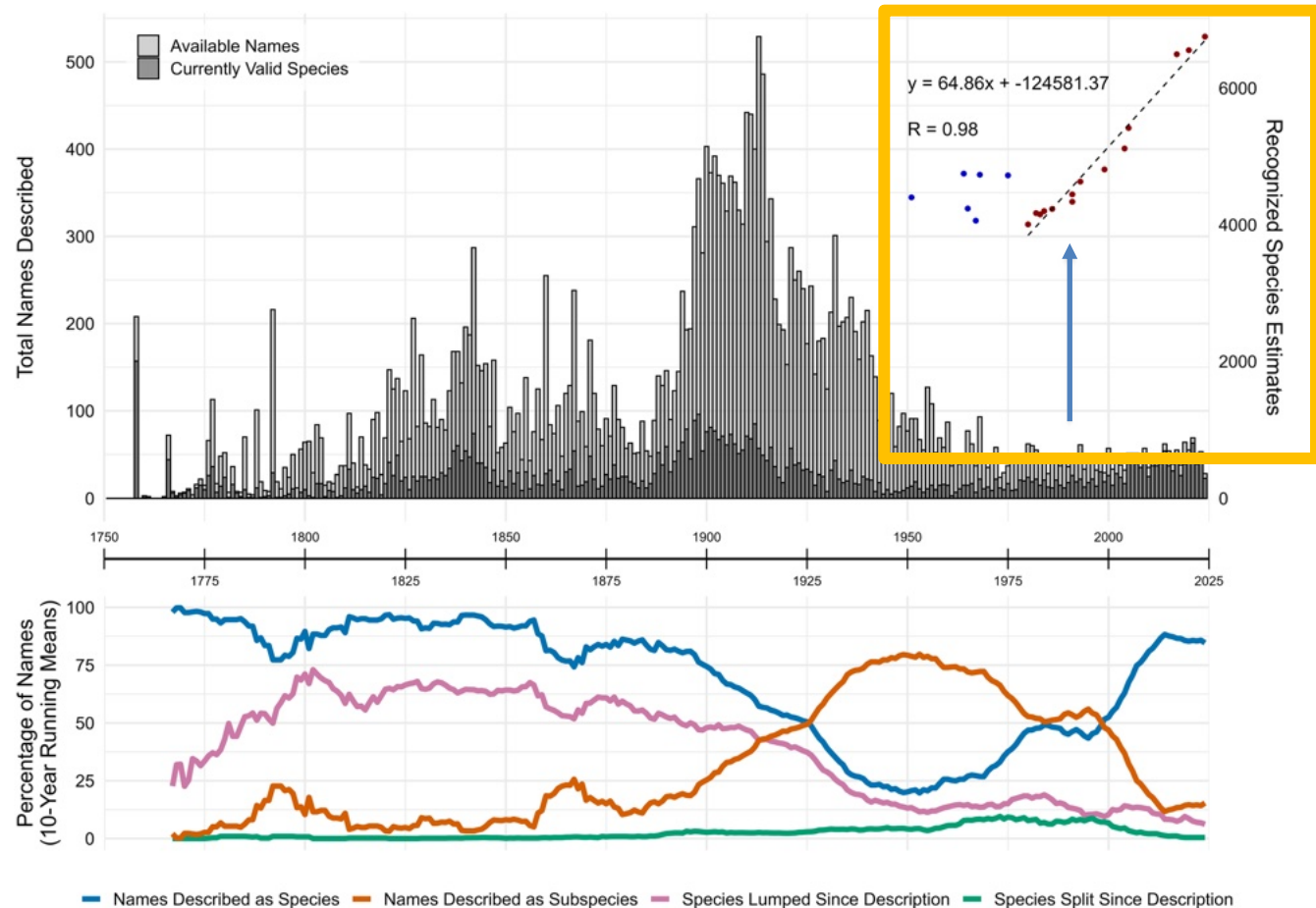
(ii) V praktickém provedení

Příklad: savci

Aktualita z minulého týdne

Research Article
How many mammal species are there now? Updates and trends in taxonomic, nomenclatural, and geographic knowledge
Connor J. Burgin¹, Jelle S. Zijlstra², Madeleine A. Becker³, Heru Handika⁴, Jesse M. Alston⁵, Jane Widness⁶, Schuyler Lipkowitz⁷, David G. Huckaby⁸, Nathan S. Upham⁹

**historie popisu
savčích druhů
a údajů o
celkovém
počtu zástupců
třídy**



Genocentrismus moderní biologie

(ii) V praktickém provedení

Table 1. Taxon counts for major mammalian taxonomic compendia since 1980 (see Fig. 1 for graphical representation of species totals for each, except IUCN totals), including the 3 editions of Corbet and Hill's (C&H) *A World List of Mammalian Species*; editions 4 through 6 of Walker's *Mammals of the World* (WMW); Anderson and Jones' *Orders and Families of Recent Mammals of the World* (A&J); Duff and Lawson's *Mammals of the World: A Checklist* (D&L); 3 editions of the *Mammal Species of the World* (MSW); *Illustrated Checklist of the Mammals of the World* (CMW); International Union for the Conservation of Nature (IUCN) 2008 and 2024-1 listings; and 2 major versions of the Mammal Diversity Database (MDD1 and MDD2).

Taxa	C&H1 1980	MSW1 1982	WMW4 1983	A&J 1984	C&H2 1986	C&H3 1991	WMW5 1991	MSW2 1993
Species	4,005 ^b	4,170	4,151	4,199	4,231	4,336	4,444	4,629 ^c
Wild extant	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Recently extinct	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Domestic	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Genera	1,014	1,033	1,017	1,057	1,055	1,066	1,116	1,135
Families	129	135	133	131	132	131	135	132
Orders	21	20	20	21	20	21	21	26

Taxa	WMW6 1999	D&L 2004	MSW3 2005	IUCN 2008 ^a	MDD1 2018	CMW 2020	IUCN 2024	MDD2 2024
Species	4,809	5,115	5,416	5,489	6,495	6,554	5,983	6,753
Wild extant	NA	NA	5,338	5,410 ^d	6,382	6,451	5,899 ^d	6,629
Recently extinct	NA	NA	75	79	96	103	84	113
Domestic	NA	NA	3	0 ^e	17	20	0 ^e	17
Genera	1,192	1,117	1,230	1,241	1,316	1,343	1,308	1,353
Families	146	128	153	156	166	167	164	167
Orders	28	27	29	27	27	27	27	27

^aIUCN 2008 totals based on Schipper et al. (2008).

^bLists 4,007 species, but we identified 2 duplicates (what is now *Brucepattersonius iheringi* is listed under both *Microxus* and *Oxymycterus*, and *Prosciurillus leucomus* is listed under both *Prosciurillus* and *Callosciurus*).

^cTotal provided in Solari and Baker (2007) and used in Burgin et al. (2018) was found to be incorrect while counting the MSW2 species total and we here provide a corrected total.

^dIncludes species classified as Extinct in the Wild and does not include humans.

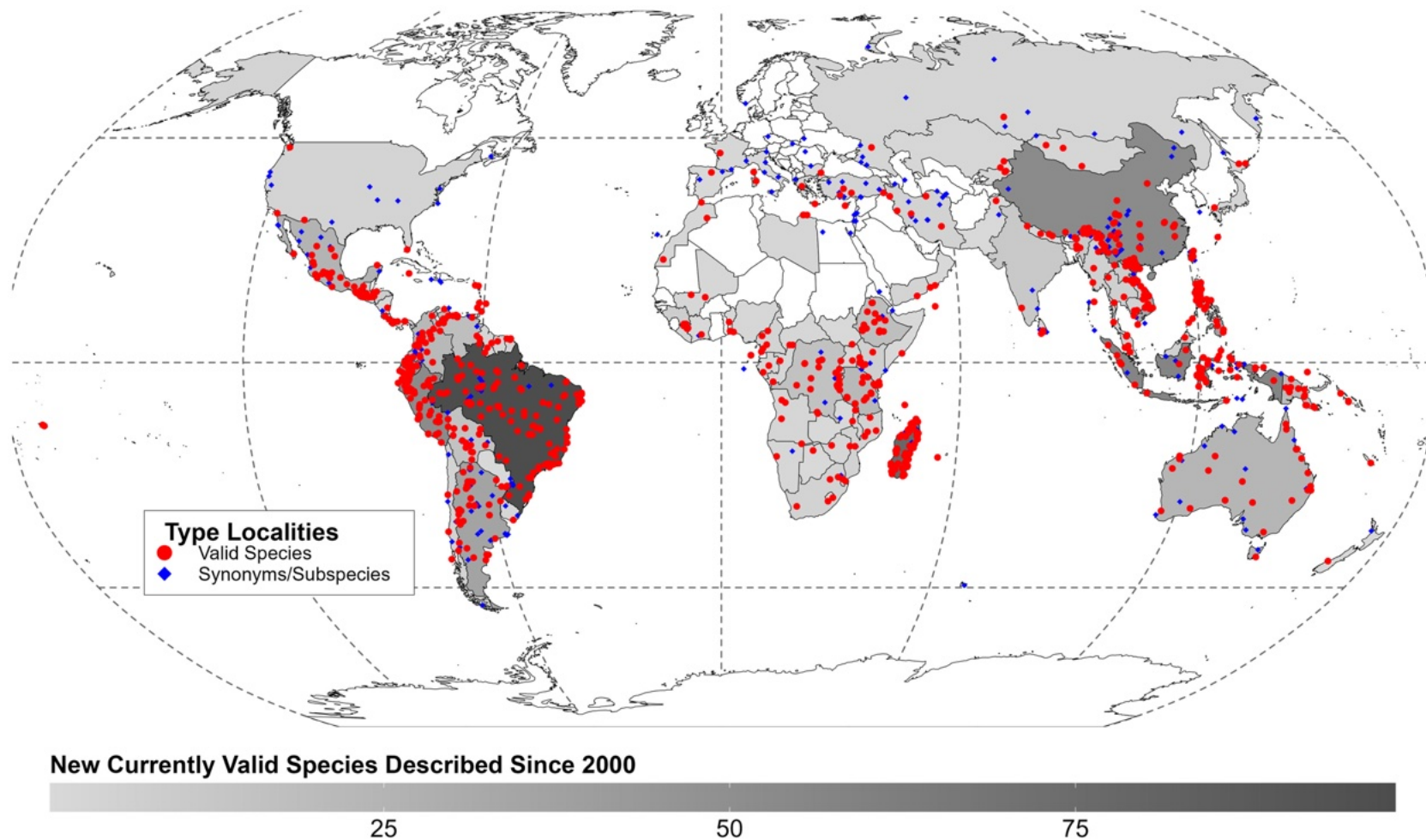
^eThe IUCN does not assess domestic species.

**nástup molekulární fylogenetiky
→ stabilisace vyšších taxonů,
explose nových druhů**

Genocentrismus moderní biologie

(ii) V praktickém provedení

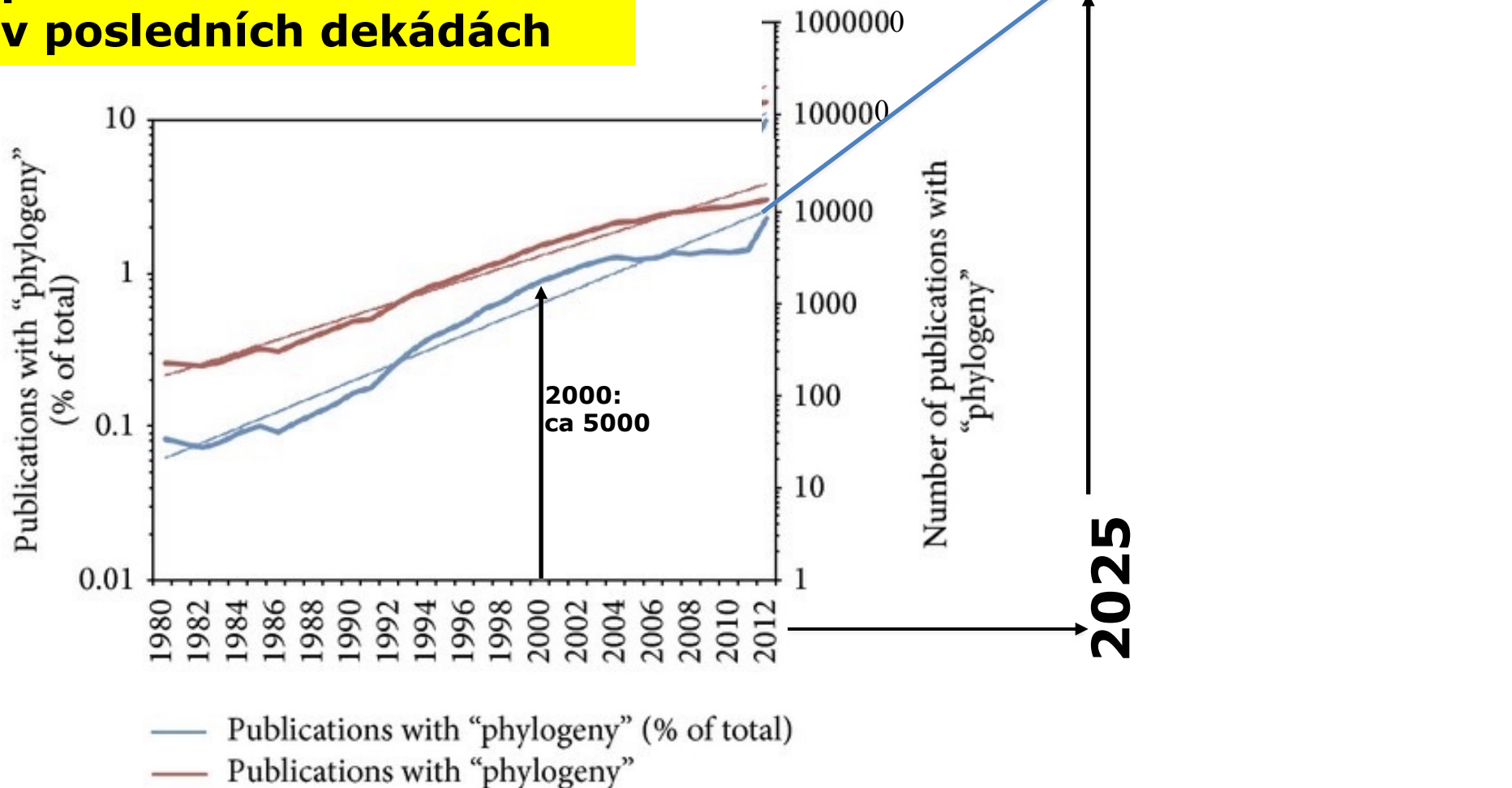
Nové druhy savců s molekulárně-genetickou identifikací po roce 2000



Genocentrismus moderní biologie

(ii) V praktickém provedení

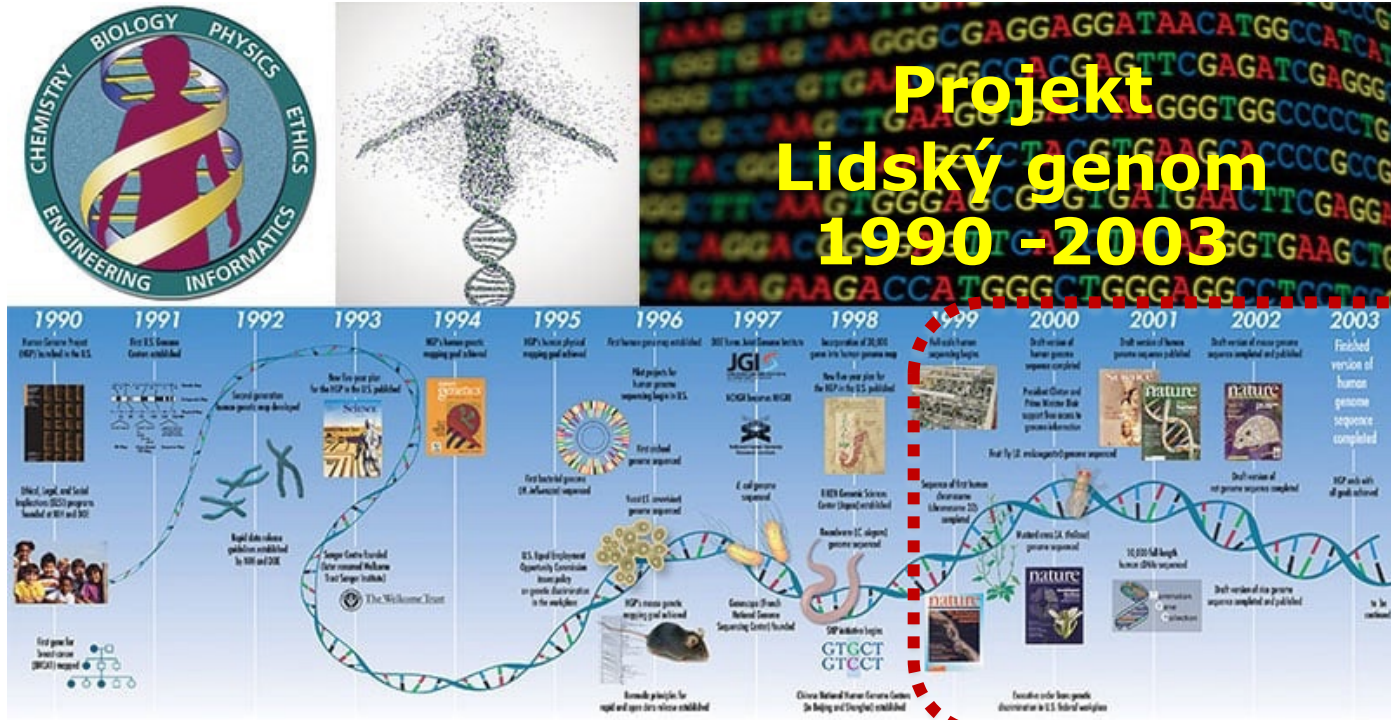
Exponenciální nárůst publikací o fylogenesi po r. 2000 a zvláště: v posledních dekádách



Genocentrismus moderní biologie

(iii) **Genomika** – veškerá dědičná informace

- The Human Genome Project (HGP) was the international, collaborative research program whose goal was the complete mapping and understanding of all the genes of human beings.
- The Project was coordinated by the National Institutes of Health and the U.S. Department of Energy – 20 large laboratories in other countries
4 billions of USD



reálné výstupy

Genocentrismus moderní biologie

(iii) Genomika – veškerá dědičná informace

**1990-2003 sekvenace lidského genomu
NIH (USA)+ 20 světových laboratoří
>4 miliardy USD**

**→ Fenomenální úspěch, přelomový krok vědy
o životě**

**... *Současně*: významné inovace souvisejících
technologií genetické analýzy,
výpočetní kapacity počítačů
... a radikální nárůst počtu vědců**

Genocentrismus moderní biologie

(ii) V praktickém provedení

2000

**Klasická sekvenční
analýza**

2007

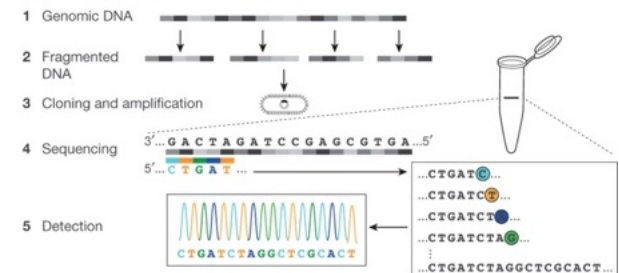
**nová generace
sekvenačních technik**

2014

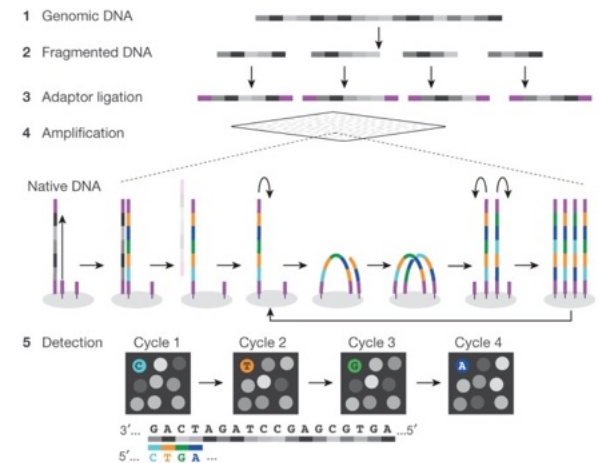
**Třetí generace
sekvenačních technik**

DNA sequencing technologies

First generation sequencing (Sanger)



Second generation sequencing (massively parallel)



Third generation sequencing
(Real-time, single molecule)



J Shendure et al. *Nature* 1–9 (2017) doi:10.1038/nature24286

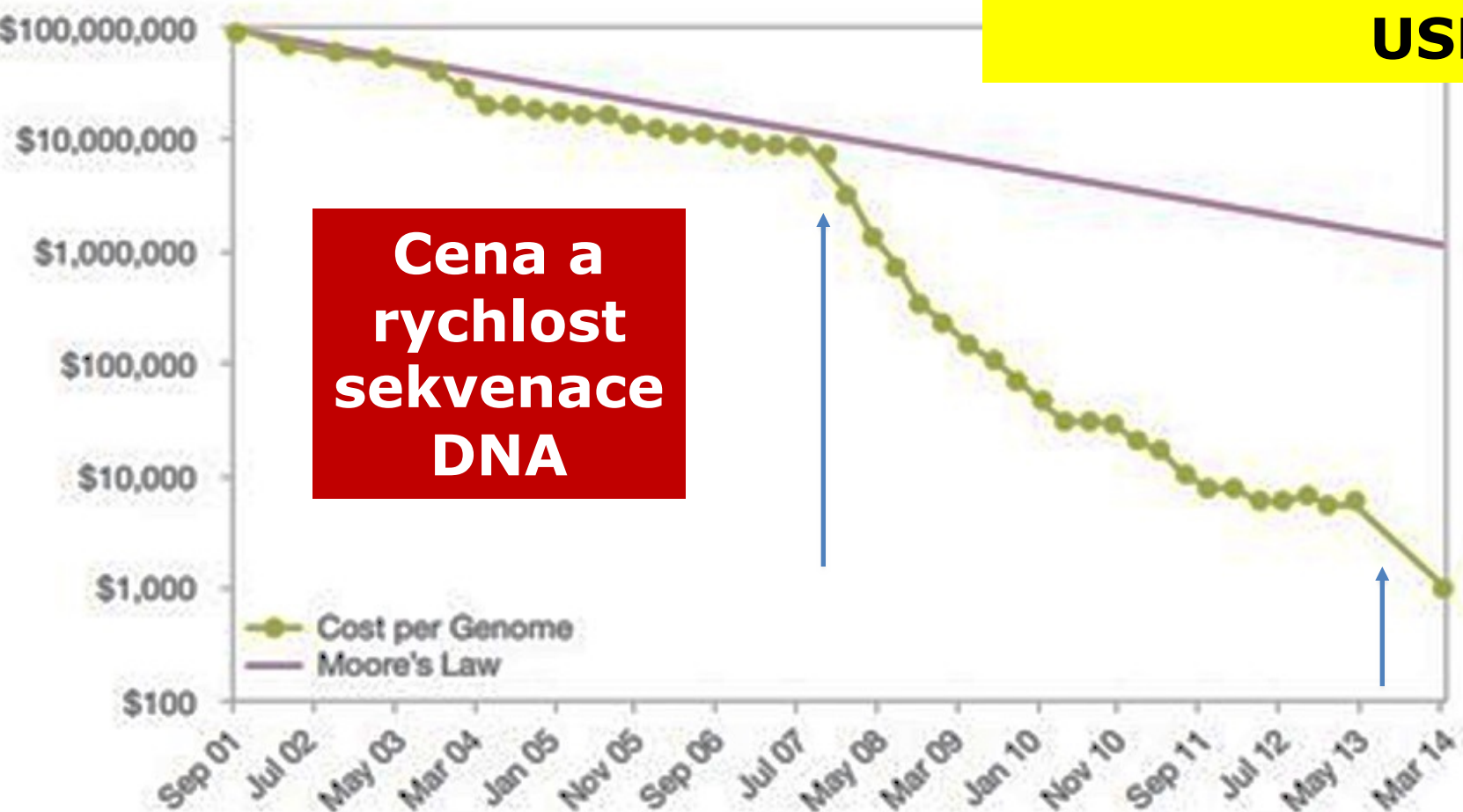
nature

Genocentrismus moderní biologie

(iii) V praktickém provedení v éře genomiky

Lidský genom
2003
4 000 000 000
USD

Cena sekvenace jednoho
lidského genomu (USD)



2014 → Zakázková sekvenace osobního genomu člověka
2014: 14 dní 4000 USD
2025: i za 800 USD během dne

Genocentrismus moderní biologie

(iii) V praktickém provedení v éře genomiky

Fylogeneticky významné sekvence → GenBank

GenBank release 268.0 on August 18, 2025, the database contains approximately 5.90 billion records. This includes sequences from both traditional and high-throughput sequencing projects. The total number of records is composed of several categories:

- Traditional records:** 258,320,620
- Whole Genome Shotgun (WGS) records:** 4,441,331,387
- Transcriptome Shotgun Assembly (TSA) records:** 1,010,159,820
- Targeted Locus Study (TLS) records:** 190,505,830

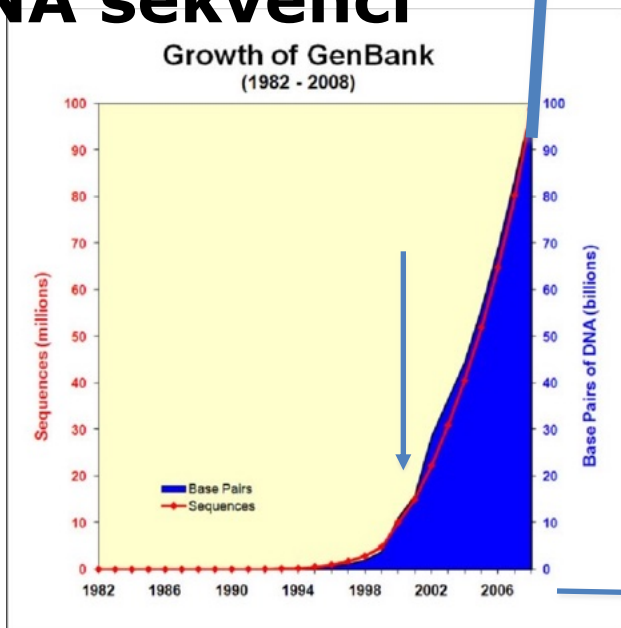
GenBank's exponential growth
GenBank has shown exponential growth since its inception in 1982. New data is regularly added from sources including individual laboratories and large-scale sequencing centers. To ensure comprehensive worldwide coverage, the database participates in the International Nucleotide Sequence Database Collaboration (INSDC) with the European Nucleotide Archive (ENA) and the DNA Data Bank of Japan (DDBJ).

GenBank

**2025:
6 miliard DNA
sekvencí**

**Ca 200 trilionů
nukleotidů s
identifikovanou
posicí**

**2018:
100 milionů
DNA sekvencí**



opravdu:
velká data

Realistický
obraz nárůstu
dat:
2018-2025
6000 %

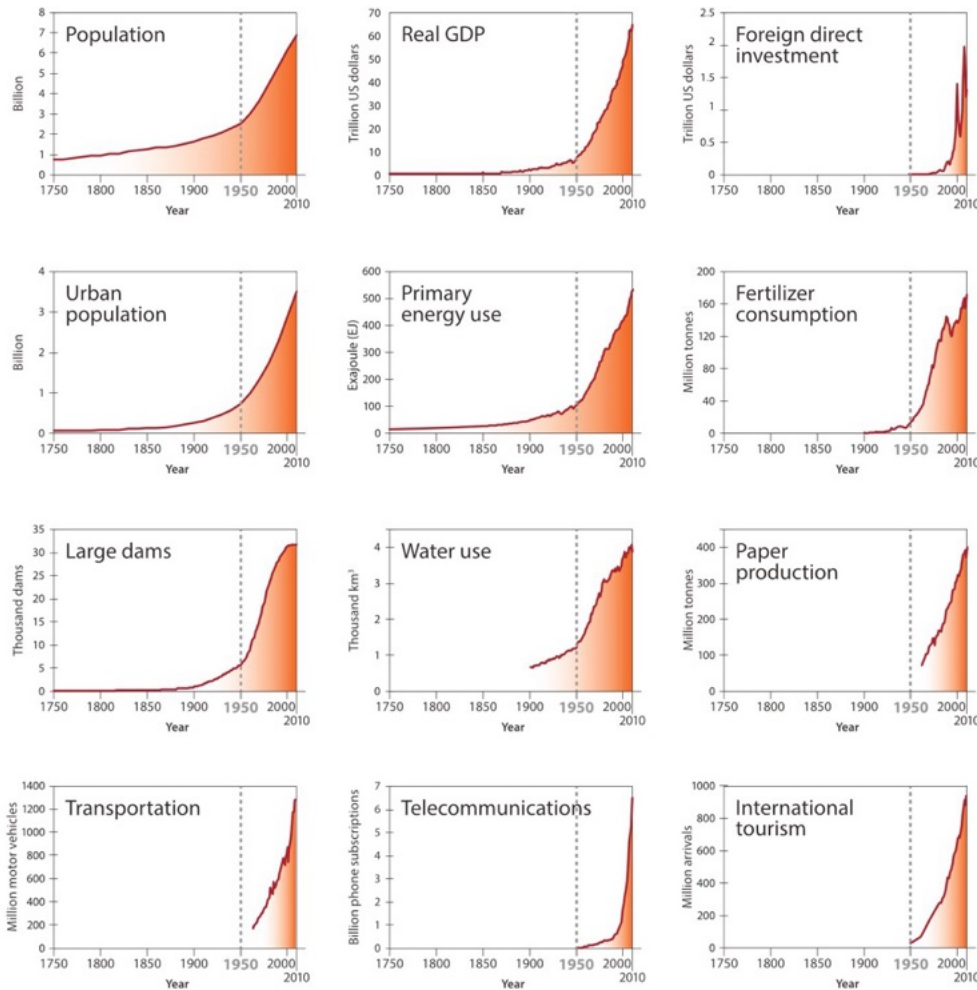


Genocentrismus moderní biologie

(iii) V praktickém provedení v éře genomiky

→ jeho
výdobytky jdou
ruku v ruce se
souběžnými
sociálně-
ekonomickými
aj. trendy

Socio-economic trends



**Antropocén:
éra
Velkého
Zrychlení**

Steffens et al. 2015:
Anthropocene Review

Šamani

aj. referenti o věcech jiným
zastřených → náboženství,
věda, umění



Bojovníci



Kupci



Lid

tradiční rozvrh



Kupci,
makléři,
bankéři



experti
vědci



strážci
správna



Věda –
výrobní
silou



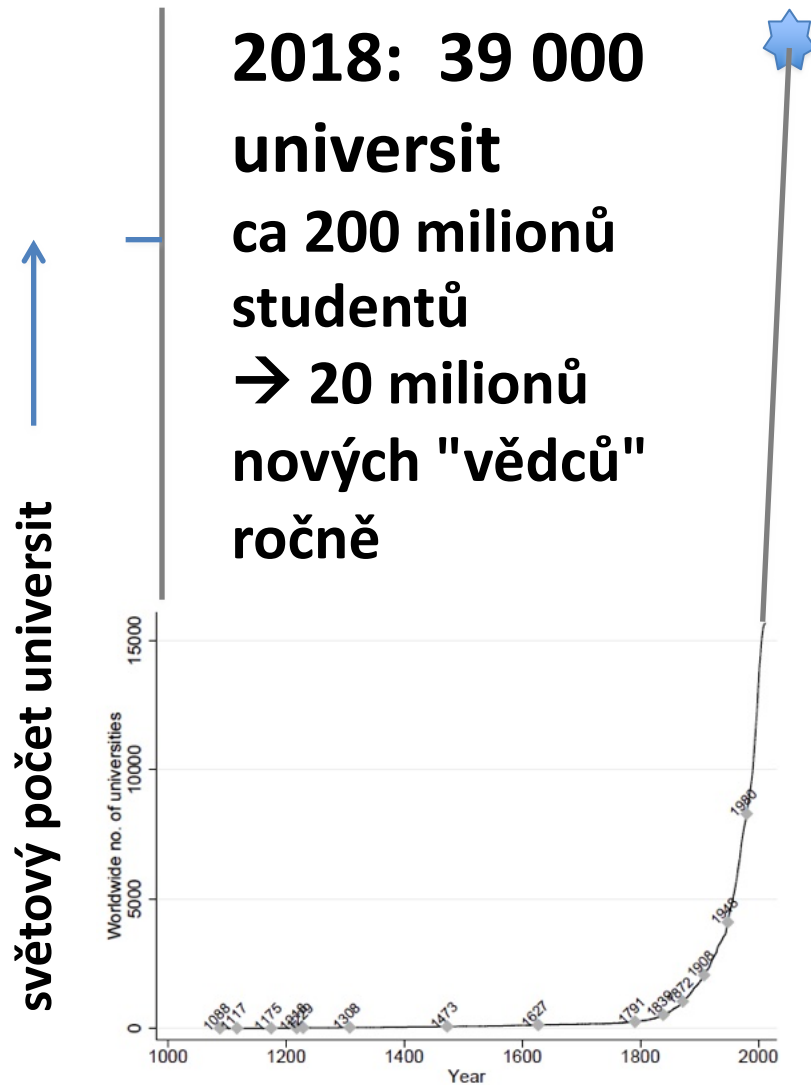
Lid

Vědecký obraz
světa – nezbytná
explikační
platforma
společenského
dění

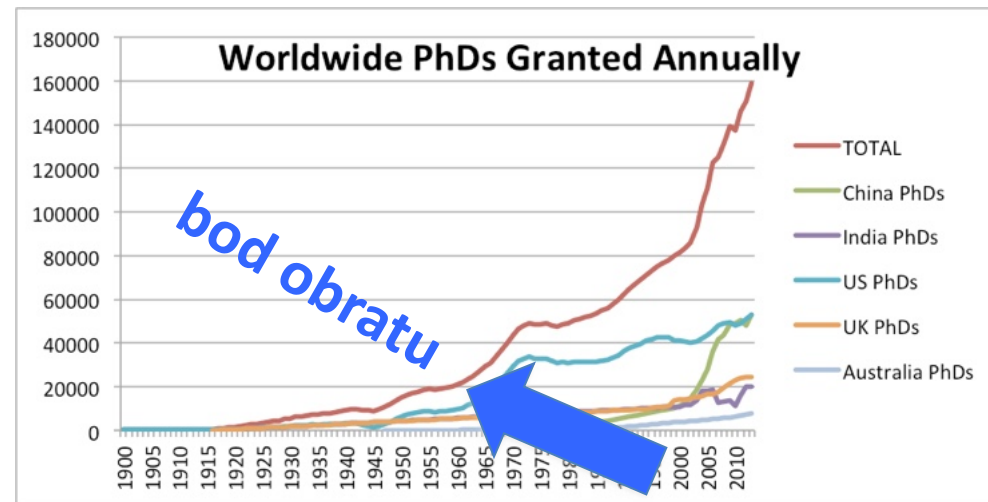
dnes

asi 98% vědců, kteří kdy žili, žije dnes

Věda – výrobní silou



www.statistica.com



... a nenápadné důsledky



UNESCO: ročně vydáno 2 200 000 nových knih

Google: celkem na světě 130 000 000 knižních titulů

**Dnes už se ví všechno
(podstatné)**



Z interieru centrálního mozku lidstva, úst

Genocentrismus moderní biologie

(iii) V praktickém provedení v éře genomiky

**Nárůst informací – vlastní cíl vstupních
snah,
ale: Nadbytek dat – problém**

Jak se v nich vyznat, co vlastně říkají, jak
spolehlivě ?... atd.

→ **nejžádanější specialisace dnešní
biologie :**

bioinformatika

Jejím objektem nejsou ovšem již věci života,
ale data a jejich spořádání - nyní s vydatnou
pomocí AI – umělé inteligence

Genocentrismus moderní biologie

(iii) V praktickém provedení v éře genomiky

OMICS

**Genomic, proteomic,
transcriptomic, atd.**

**Klíč k ucelenému poznání
povahy života a všech jeho
rozmanitých variant**

(standardní mínění oborově
příslušných dělníků vědy)

... opravdu ?

Nezapomínáme přece jen na něco?



?

standardní mínění oborově
příslušných dělníků vědy:

**Organismus = transkripce
genomu**

? opravdu



?

DNA !..

?

kompletní transkripce genomu
(DNA → protein)
=> 2 kbelíky slizu

**jak
připomínáme i
různými
obrazci naší
výstavy**



Trochu
zapomínáme:
**Základní
organizační
jednotkou
života je**

BUŇKA

a její orgány
modulující
expresi DNA

→ **Vajíčko**

**Omne vivo
ex ovo**

Všechny tělesné znaky jsou produktem ontogenese – embryonálního vývoje (vajíčka)→ jejich stav a specifika jsou výsledkem historie různých úprav jednotlivých vývojových procesů:

Průběh ontogenese - Základní zdroj informací o evolučních souvislostech fylogeneticky významných znaků:

Ve fylogenesi i v ontogenesi se původní výchozí znaky objevují dříve než jejich pozdější varianty



**Cesty od genů k organismu:
taxonově specifické vývojové
mechanismy evolučních
přestaveb
změnami regulačních faktorů
genové exprese**

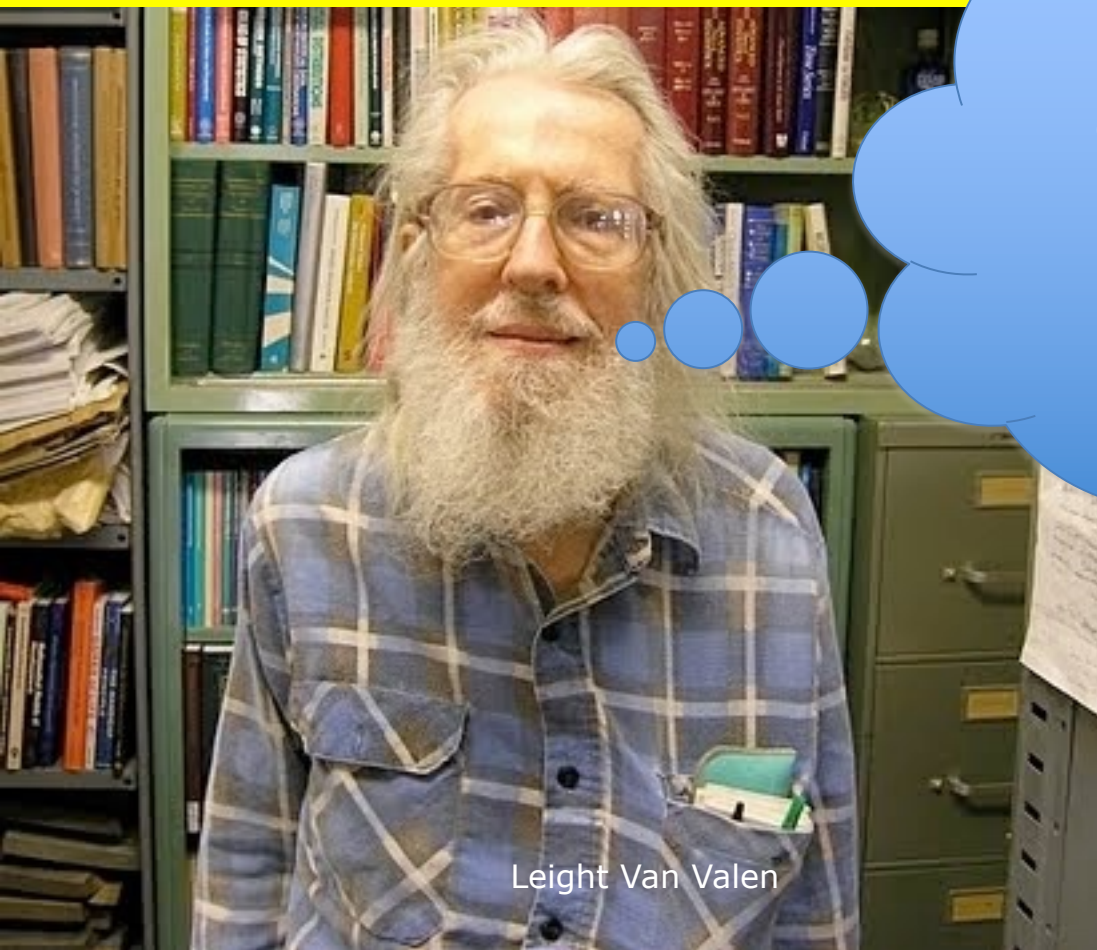
**EVO-DEVO Evoluční vývojová
biologie**

(od ca 2000 – nejaktivnější směr
organismální biologie)



EVO-DEVO Evoluční vývojová biologie (od ca 2000 – nejaktivnější směr organismální biologie):

**Analýza cest od genů
k organismu a mechanismů
evolučních transformací**

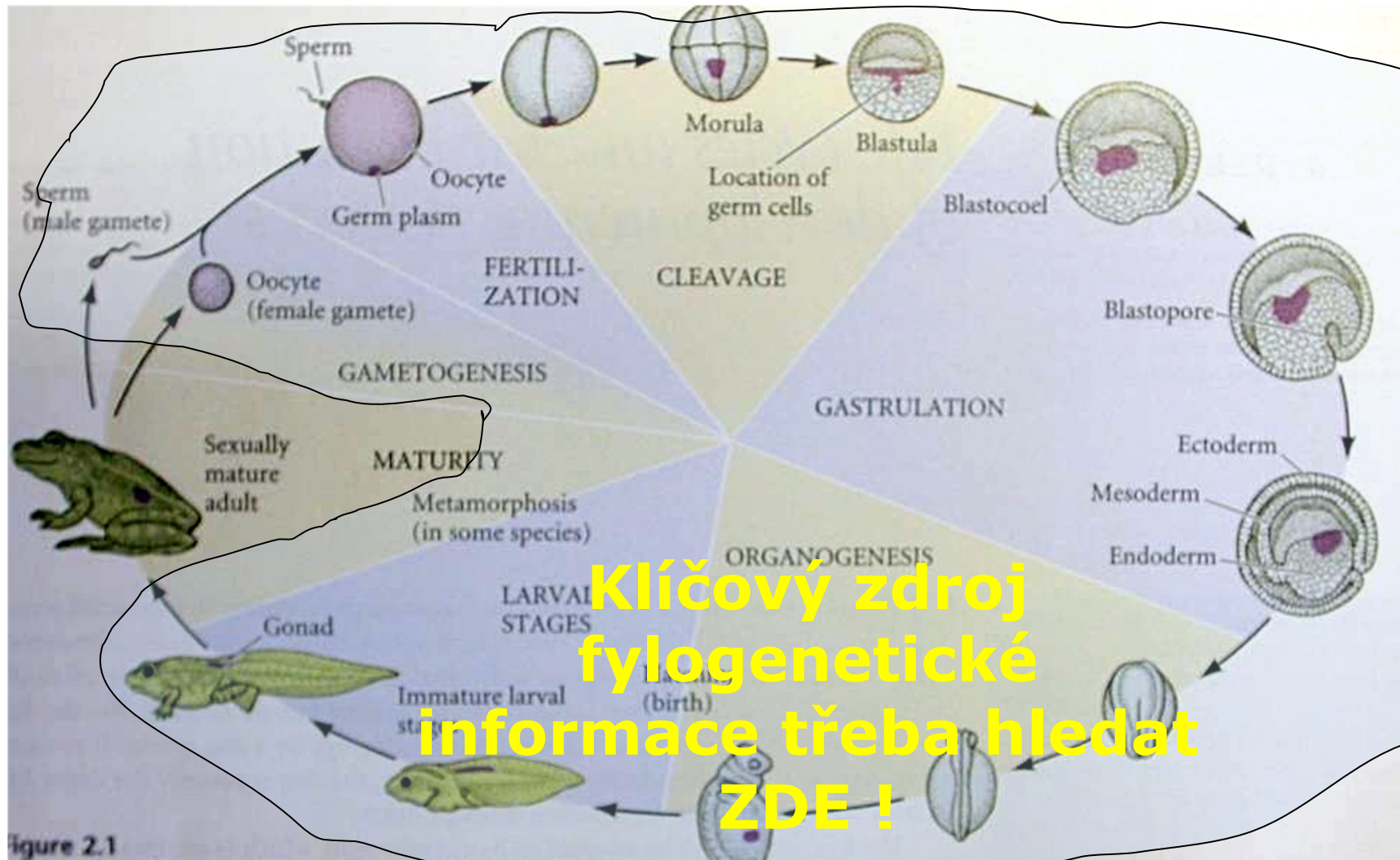


Evolution is
development
controlled by
selection

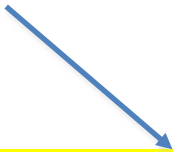
**Evoluce jsou
ontogenetické
přestavby fixované
přírodním výběrem**

Doména „ontogenetických“ znaků

- Dnes včetně regulačního pozadí (EVO-DEVO) a omics dat (SCT AJ.)



- Jedním z prvních velkých objevů tohoto přístupu se stala *identifikace zvláštního embryonálního orgánu obratlovců jako klíčového zdroje jedinečných vlastností této skupiny*



Obratlovci:
250-400 buněčných typů

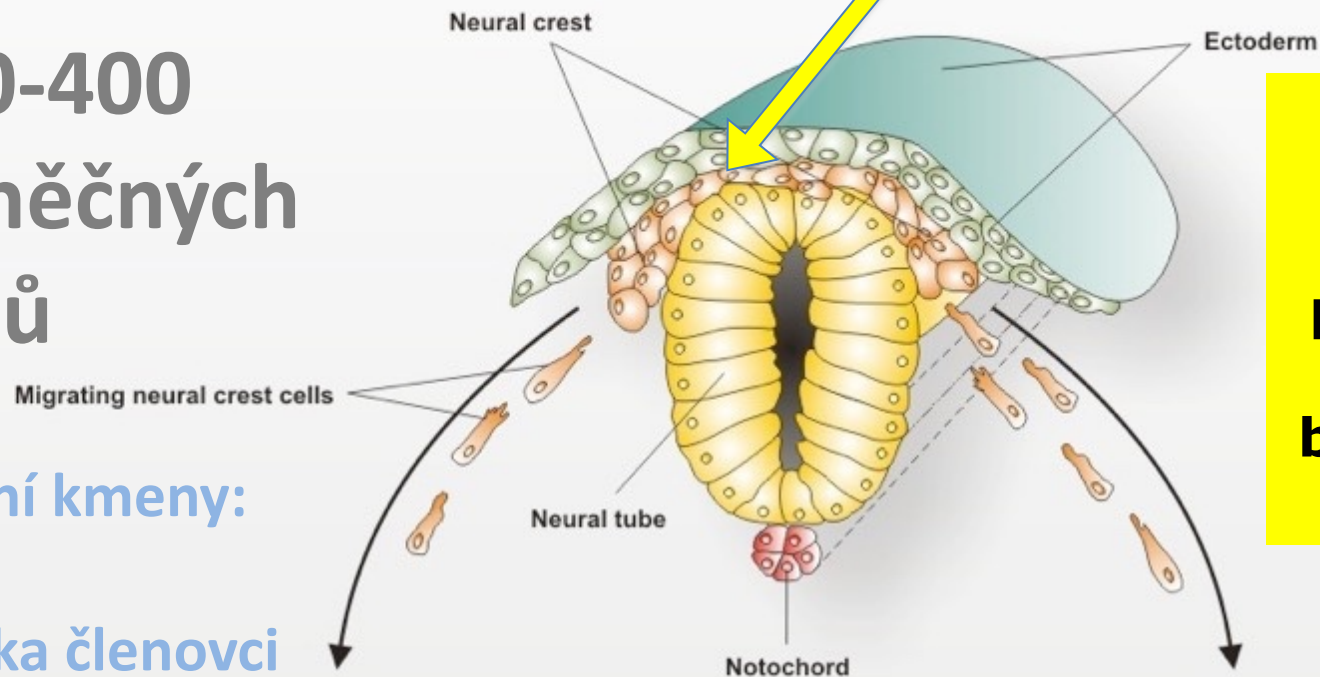
Ostatní kmeny: 5-25
výjimka členovci (asi 50)

- **Neurální lišta**

Obratlovci:
250-400
buněčných
typů

Ostatní kmeny:
5-25
výjimka členovci
(asi 50)

Neurální lišta



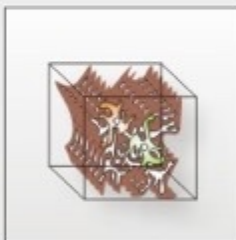
Volné
primordiální
neurony -
**pluripotentní
kmenové
buňky** šířící se
celým tělem

Mesoderm

Ectoderm



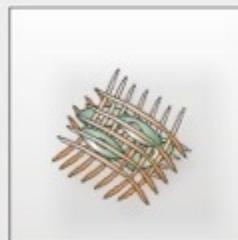
Smooth muscle cells



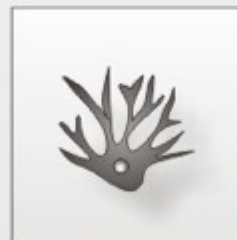
Osteoblasts
Osteoclasts



Adipocytes



Chondrocytes



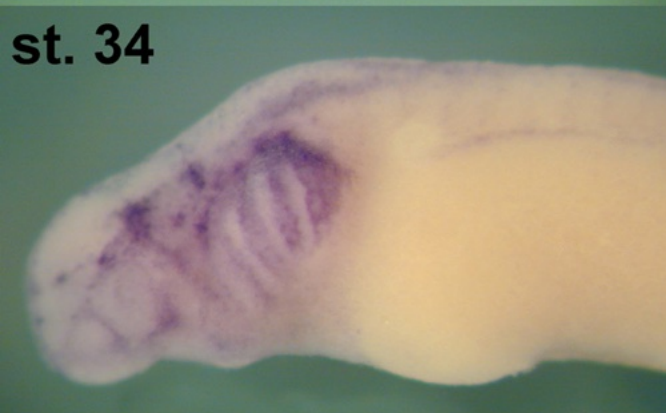
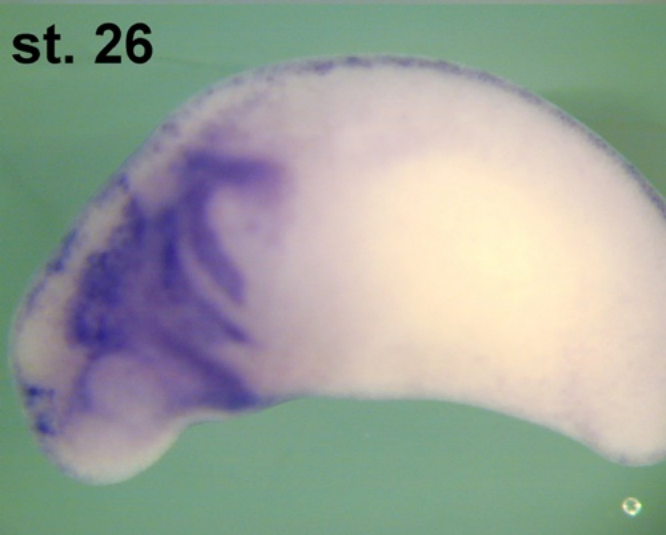
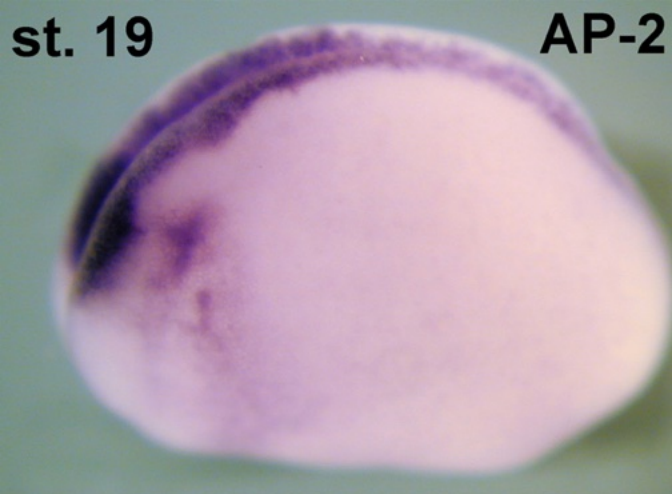
Melanocytes



Schwann cells



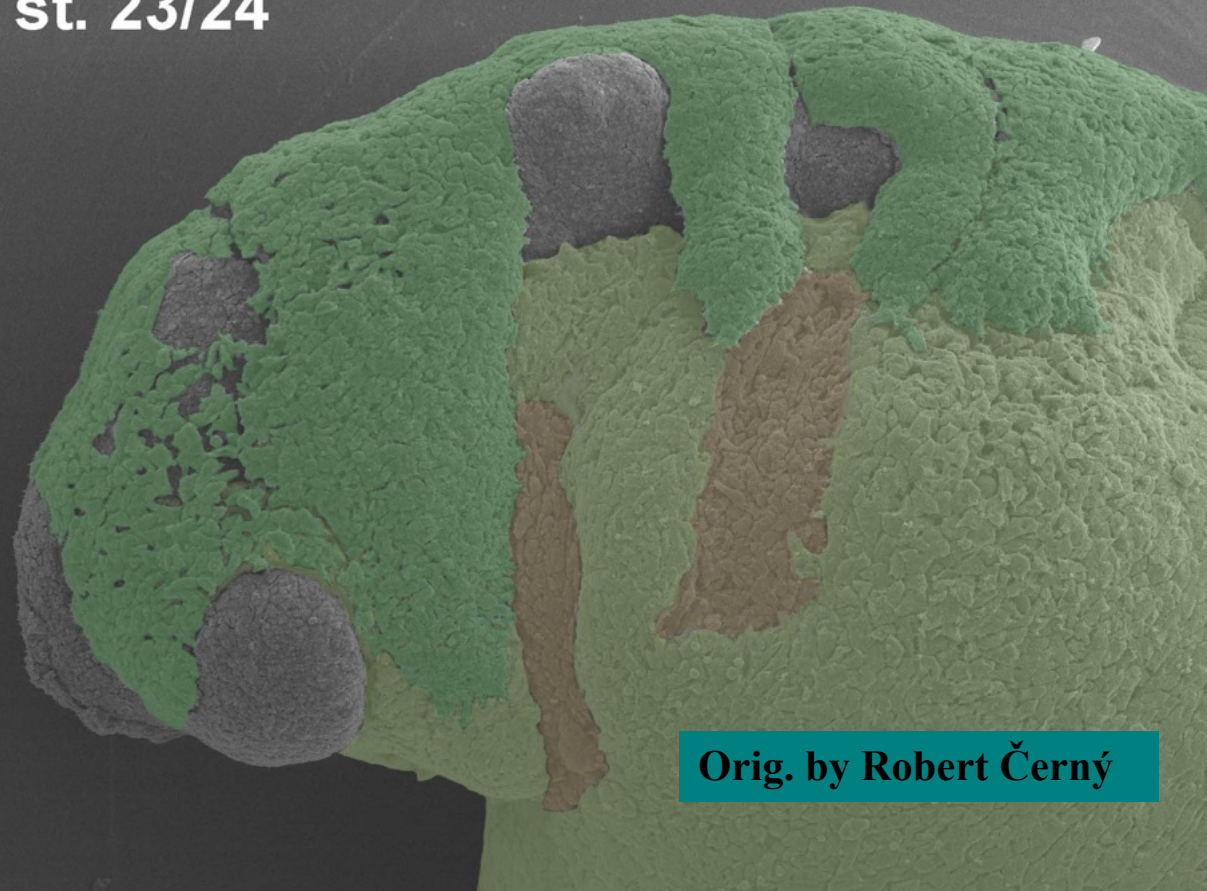
Neurons



Neural crest : neurální lišta

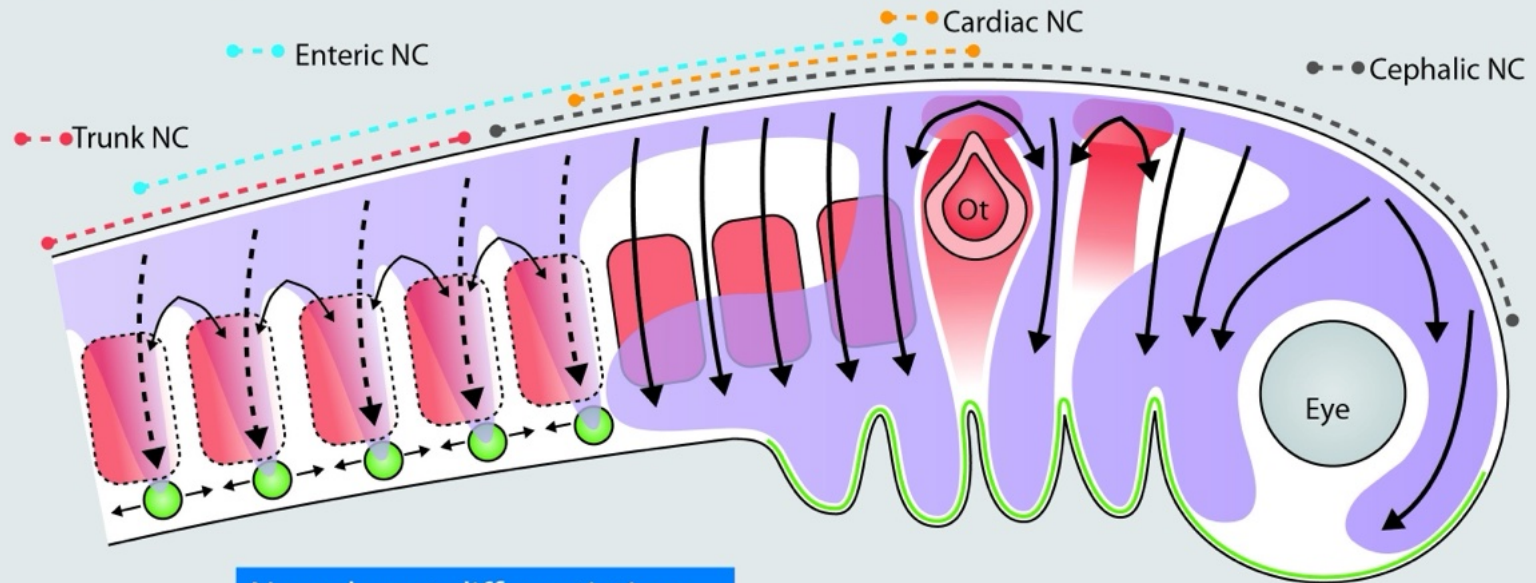
její buňky tvoří svými přestavbami např.
endotel cév, kožní receptory, melanocyty,
odontoblasty, osteoblasty, chondroblasty etc. -
většina specialisovaných buňecných fenotypů
Craniata - z *neurální lišty*

st. 23/24

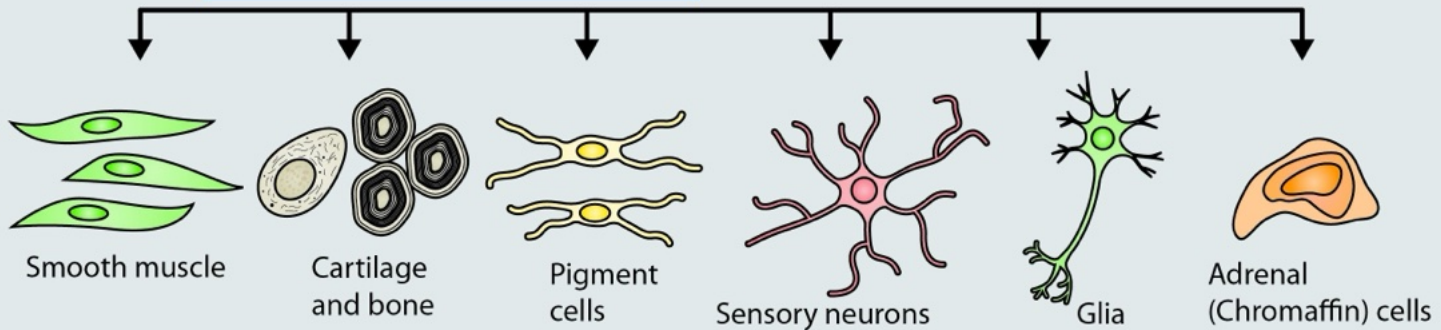


Orig. by Robert Černý

Neural crest migration



Neural crest differentiation



interakce **NC** vs. endoderm / mesoderm
 tělo: somity, etc. hlava: faryngogenese

**ca 2000 → Klíčovým zdrojem tělesných
specifik obratlovců je **neurální lišta** a
její bezprostřední produkty - **kostra** a
kůže**

**U ostatních živočichů vznikají různé
orgány výlučně ze základních tří
tkáňových (zárodečných) listů**

**→mnohobuněční živočichové =
vědecky: **Triblastica****

vnější

střední

vnitřní

EKTODERM

pokožka
nervová trubice
 neurální lišta

oblast

zuby, krycí kost
PNS, smyslové o.
endotel cév etc.

žlázy

MESODERM

chorda
somity
svaly, (kostra), škára
urogenitální systém
Cévní systém
ledviny, soma gonád

ENTODERM

střevo

hltn, endostyl,
žaberní

dýchací s.
epitely ugs

Primordiá
ní
gonocyty



**evoluční
novinka
obratlovců**

gastrula

**zárodečné
listy**

Inovativním zdrojem tělesných specifík obratlovců je **neurální lišta** a její bezprostřední produkty - **kostra** a **kůže**

U ostatních živočichů vznikají různé orgány výlučně z tří
zárodečných listů

→ někdy se proto říká:

Obratlovci = Tetrablastica

ale - zásadně chybně:

**neurální lišta netvoří epitely ("zárodečný list"), vnáší
do morfogenese mechanismus, který je s epiteliální
morfogenesí v přímé kontradikci – developmentární
autonomii kmenových buněk !**

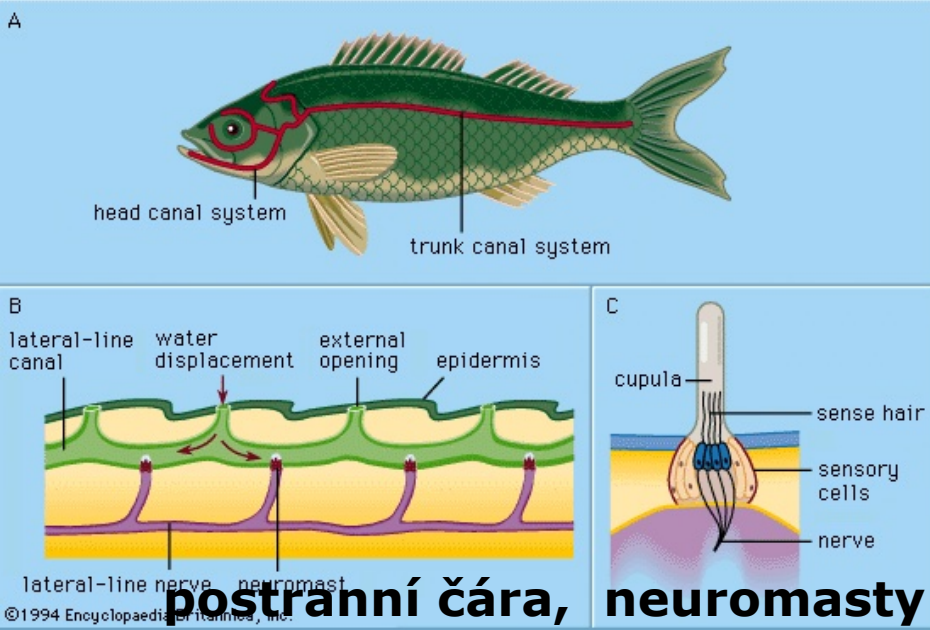
**změna kontextu*

→ autonomie kmenových buněk -
produkce funkčních odlišností –
integrace nervovým systémem

**elementární topologická operace:*

→ extense: celý organismus

Klíčové charakteristiky obratlovců - většinou

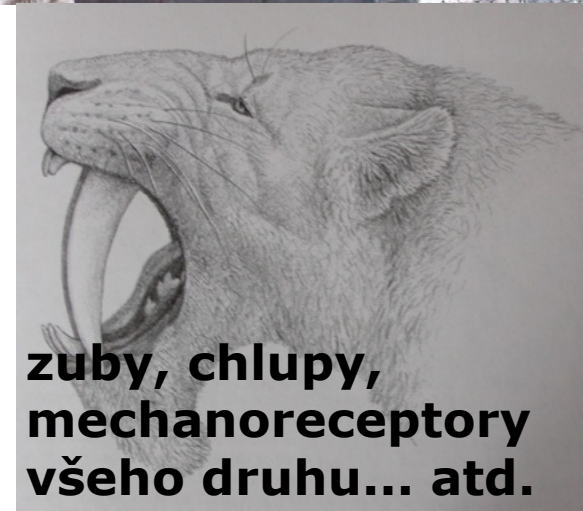


...
šupiny atd.

z neurální lišty



peří,
barvy,
zobák,
drápy



zuby, chlupy,
mechanoreceptory
všeho druhu... atd.

Neurální lišta obratlovců:

Příklady buněčných typů vznikajících z neurální lišty

- Míšň ganglia
- ganglia sympatického a parasympatického systému
- Sekreční buňky endokrinních žláz
- Schwannovy buňky, endotel cév
- Chondrocyty a blastomy bronchiální oblasti a viscerokrania
- Pigmentové buňky
- Odontoblasty, osteoblasty
- Vasoreceptory
- Neuromasty, pouzdra smyslových orgánů a části neurokrania

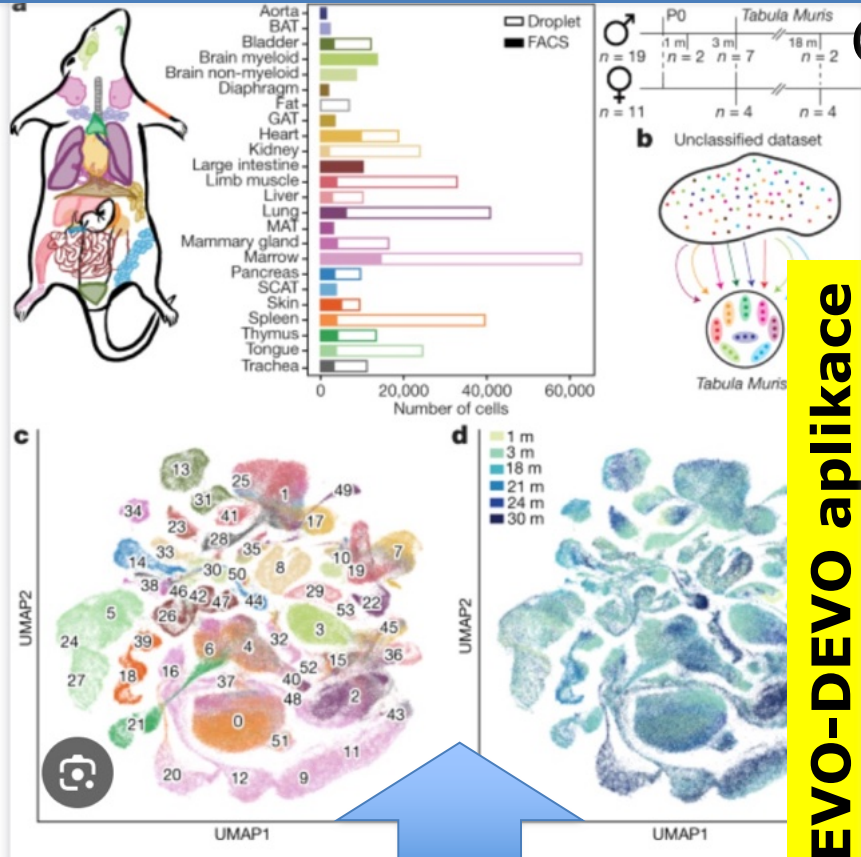
ZUBY, KOSTI, KŮŽE,
CHRUPAVKY, ŽLÁZY,
ENDOTEL, MYELIN, ANS,
PERIFERNÍ NS, ATD.

Genocentrismus moderní biologie

(iii) V praktickém provedení v éře genomiky

- **EVO-DEVO:**

- Identifikace genového pozadí jednotlivých embryonálních transformací
 - bezprostředním využitím explosivně narůstajícího spektra inovativních molekulárně-genetických technik a výpočetních možností
 - excesivní nárůst detailních informací



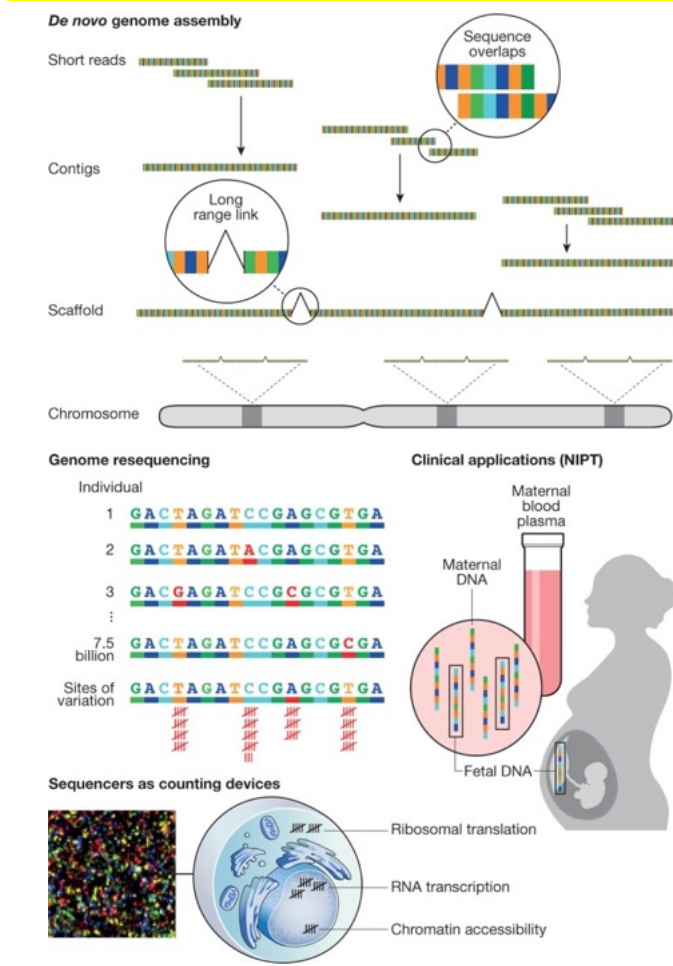
Genocentrismus moderní biologie

(iii) V praktickém provedení v éře genomiky

EVO-DEVO aplikace

Genomické analýzy
nejrůznějších organismů

Četné medicínské aplikace



Kompletní přehled genů
přepisujících se v dané
chvíli v jedné buňce:

SCT – single cell
transcriptome -

Genocentrismus moderní biologie

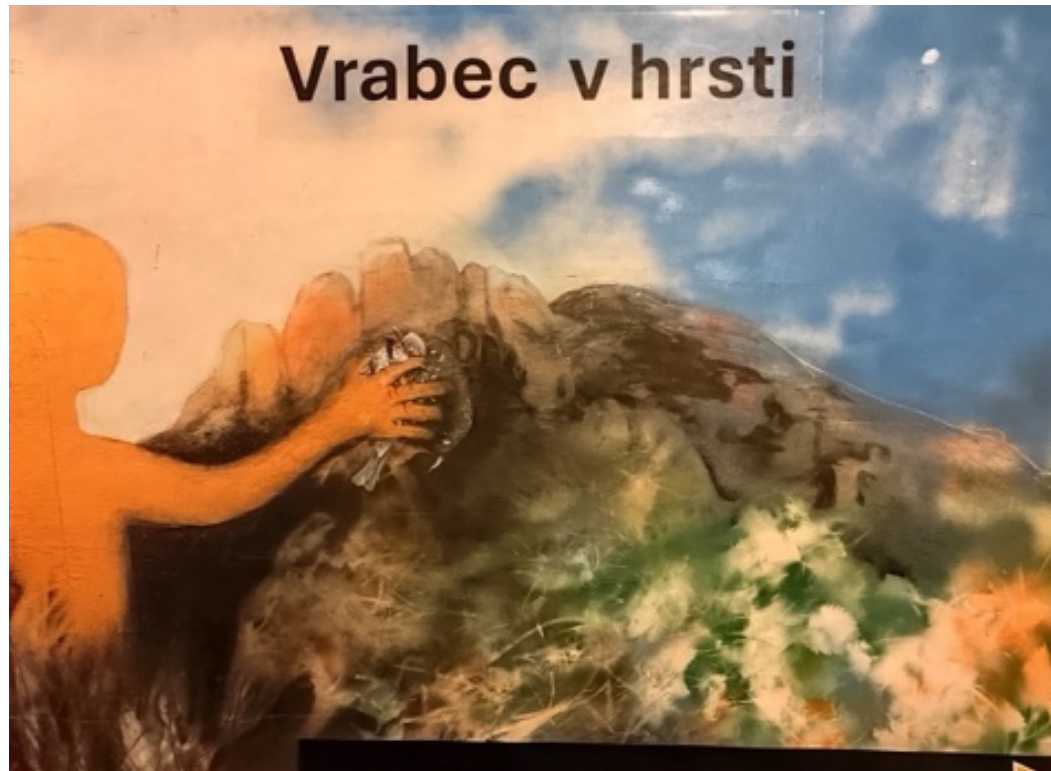
(iii) V praktickém provedení v éře genomiky

celkový dojem:

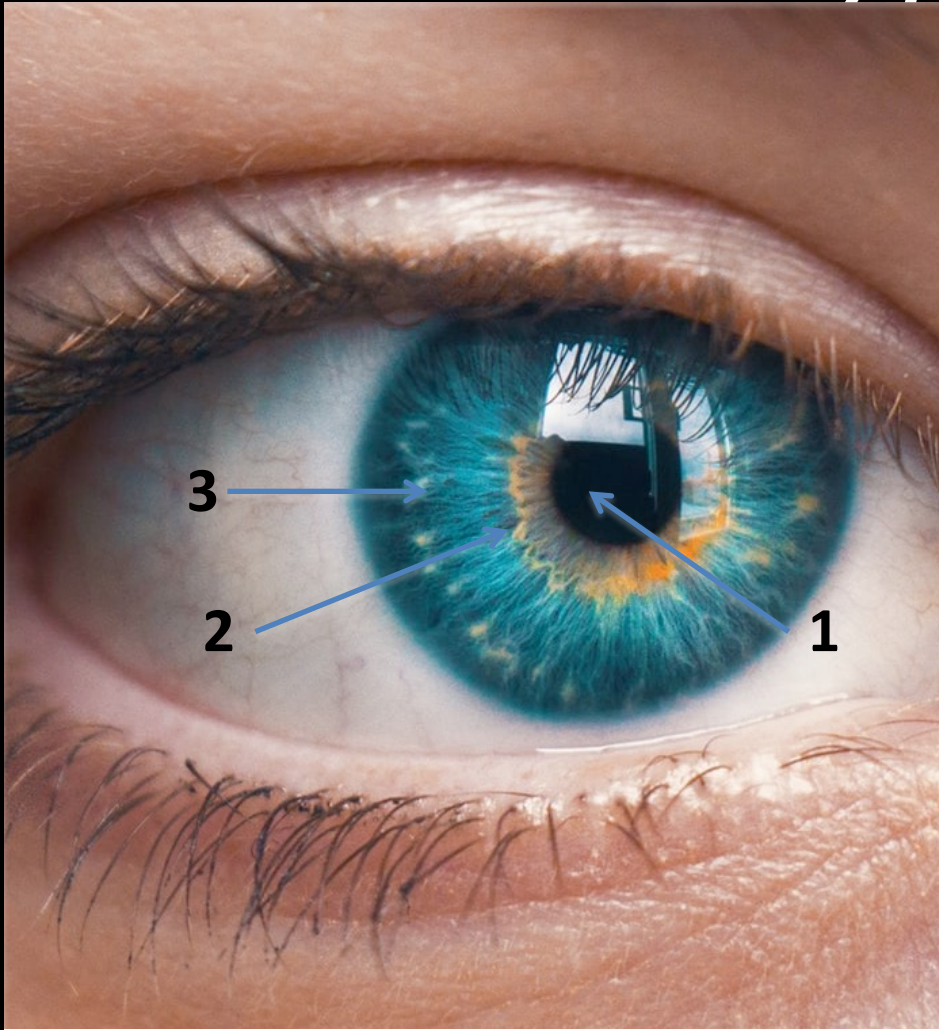
- Vypadá to, že o podstatných věcech fenoménu Života víme dnes už takřka všechno
 - A máme dostatečně robustní nástroje k efektivnímu odstranění případných nejasností
- Opravdu?

... ale

**Nezapomínáme přece jen na něco?
Neprotéká nám přes všechna velká
data cosi skrz prsty?**



občas asi ano
názorný příklad:

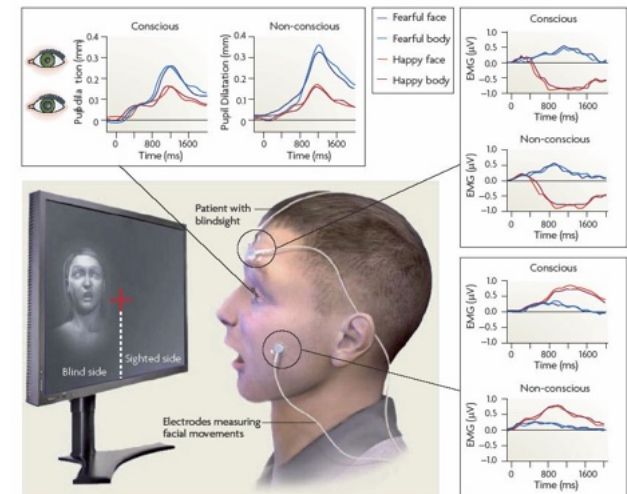
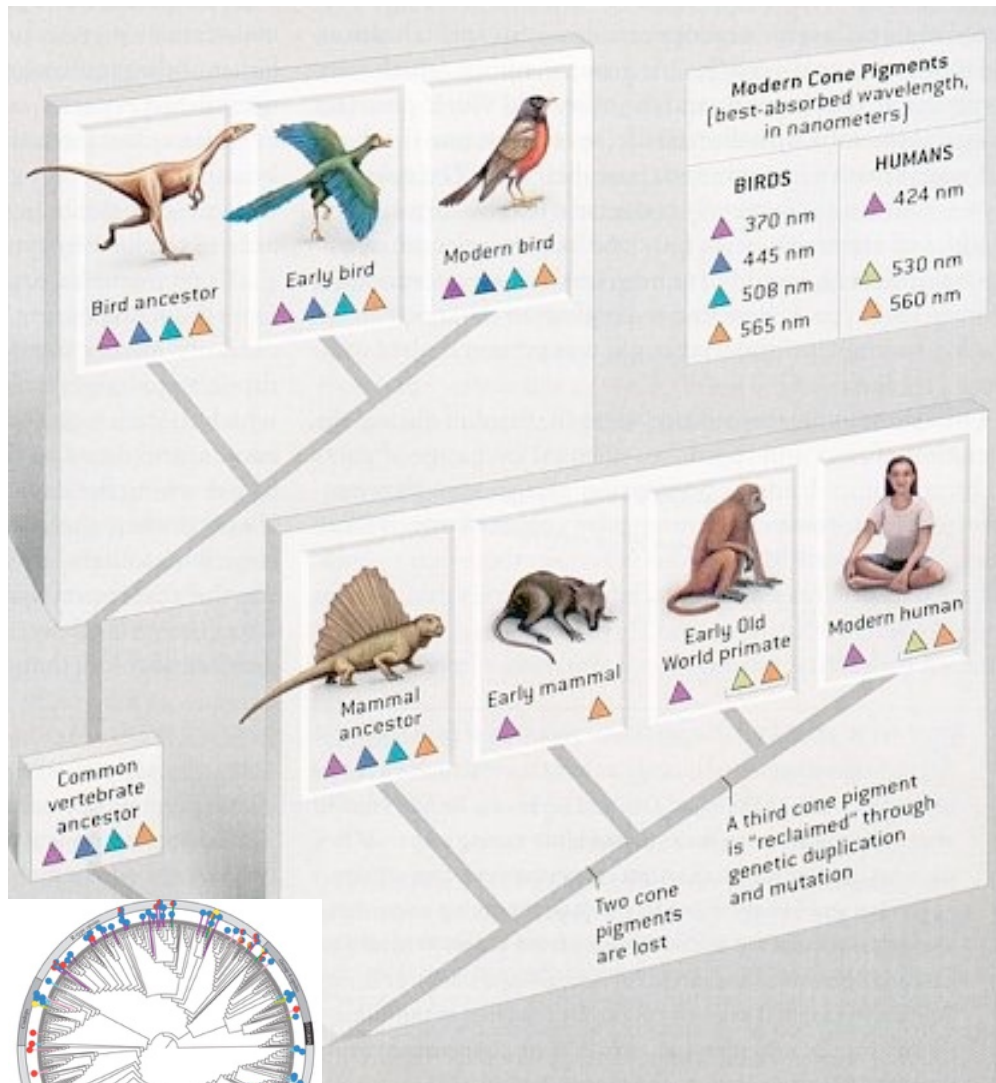


**Oko, zrak, vidění – náš nejvýznamnější
smyslový systém**

věda o oku:

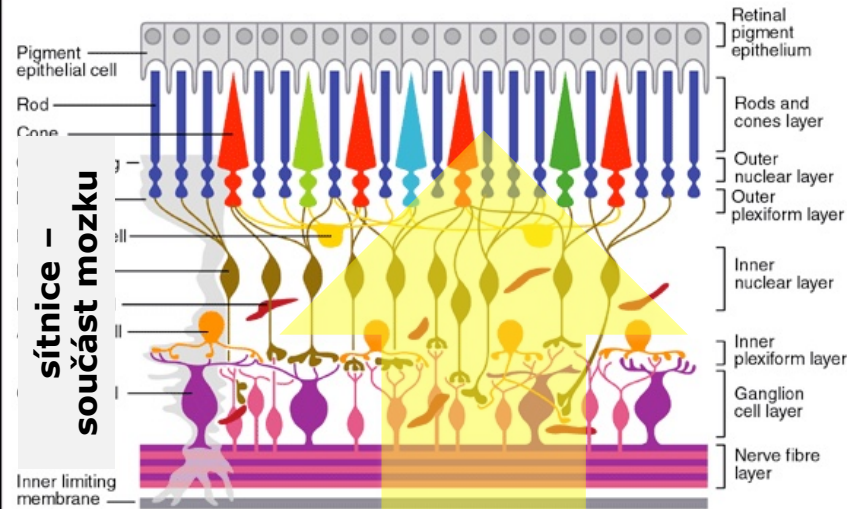
Google Scholar:
> 6 000 000 spisů

statisíce studií
o všem možném
(opsiny, optika,
fysiologie,
fylogeneze ...)



Nature Reviews | Neuroscience

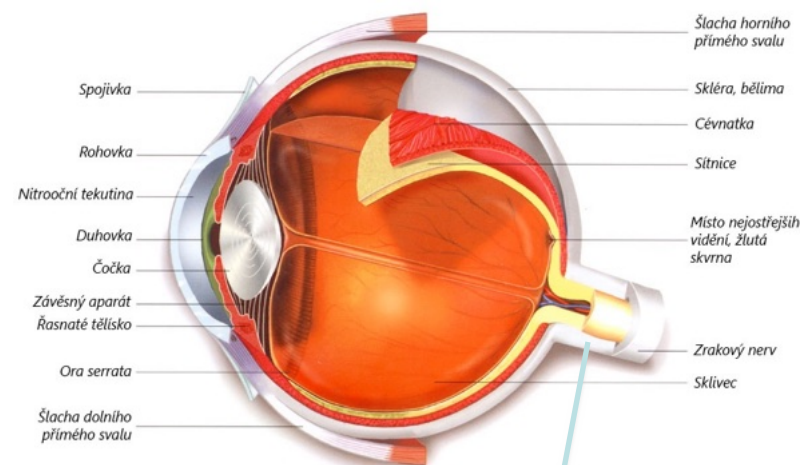
detailní velká data (EVO-DEVO atd.) !



The cellular organisation of the retina

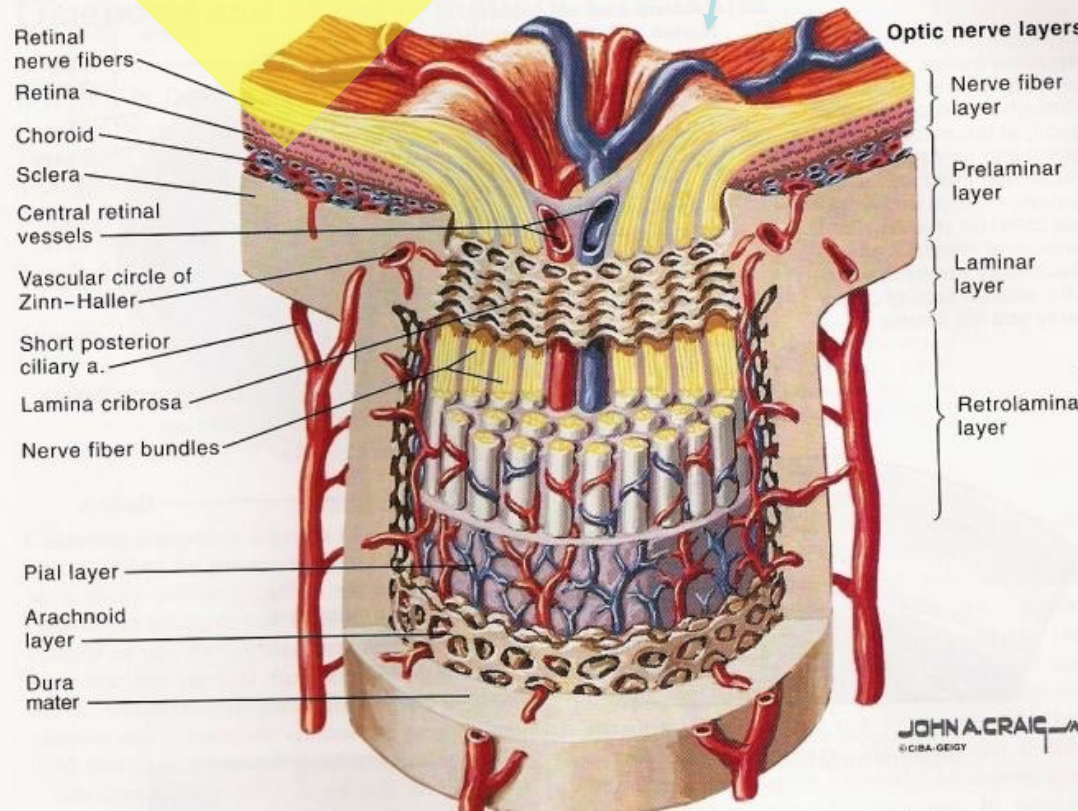
OKO

všichni obratlovci:
komorové oko s
inversní sítnicí
jednotné stavby



světlo

Anatomy of Optic Nerve



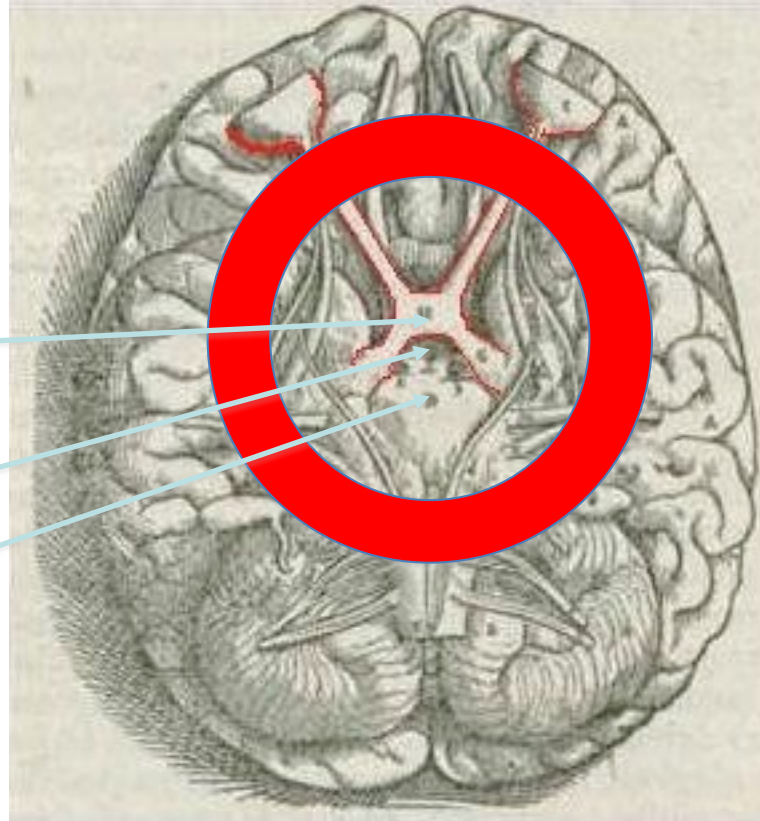
Zraková dráha

Vesalius 1543:

První anatomický atlas

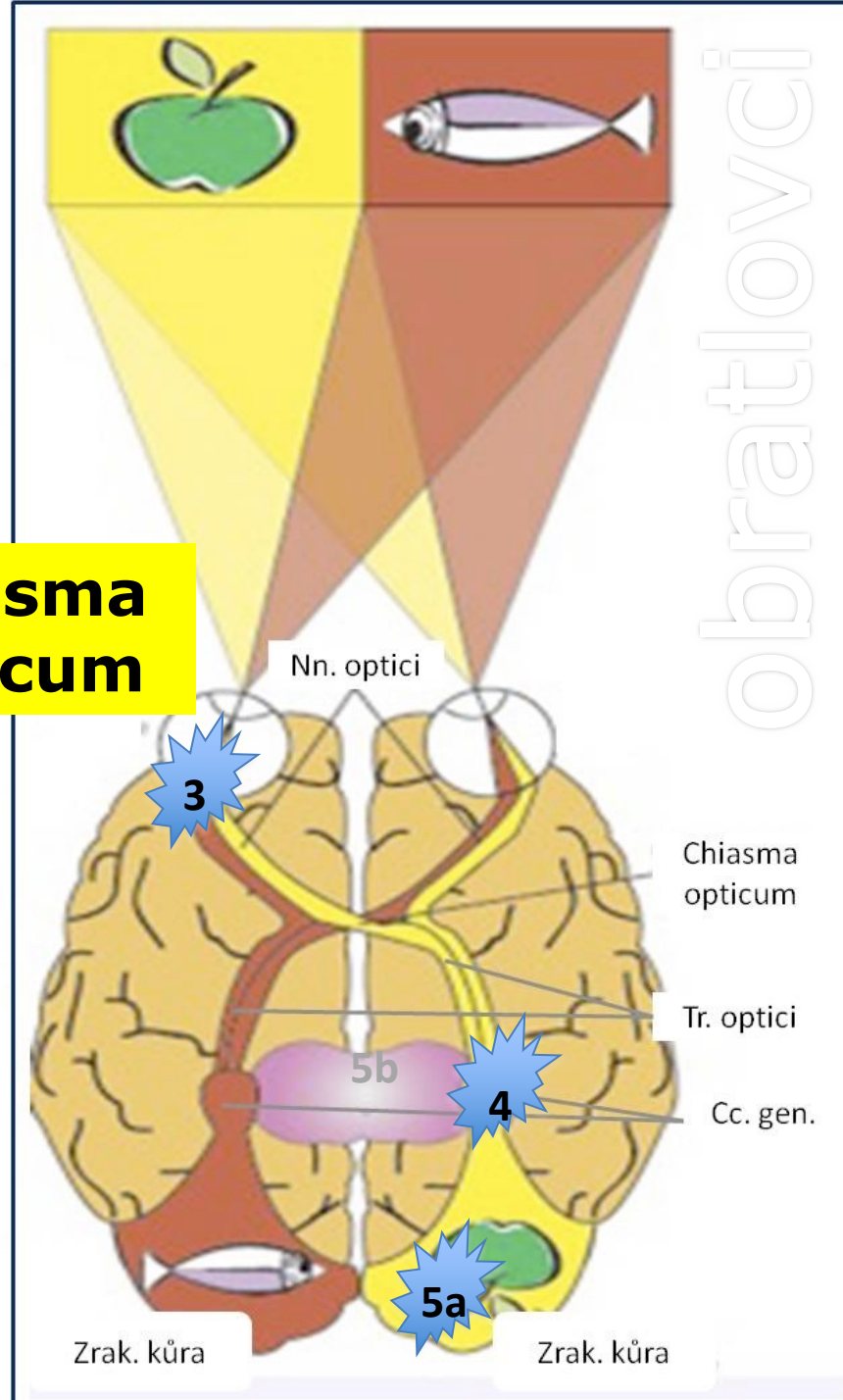
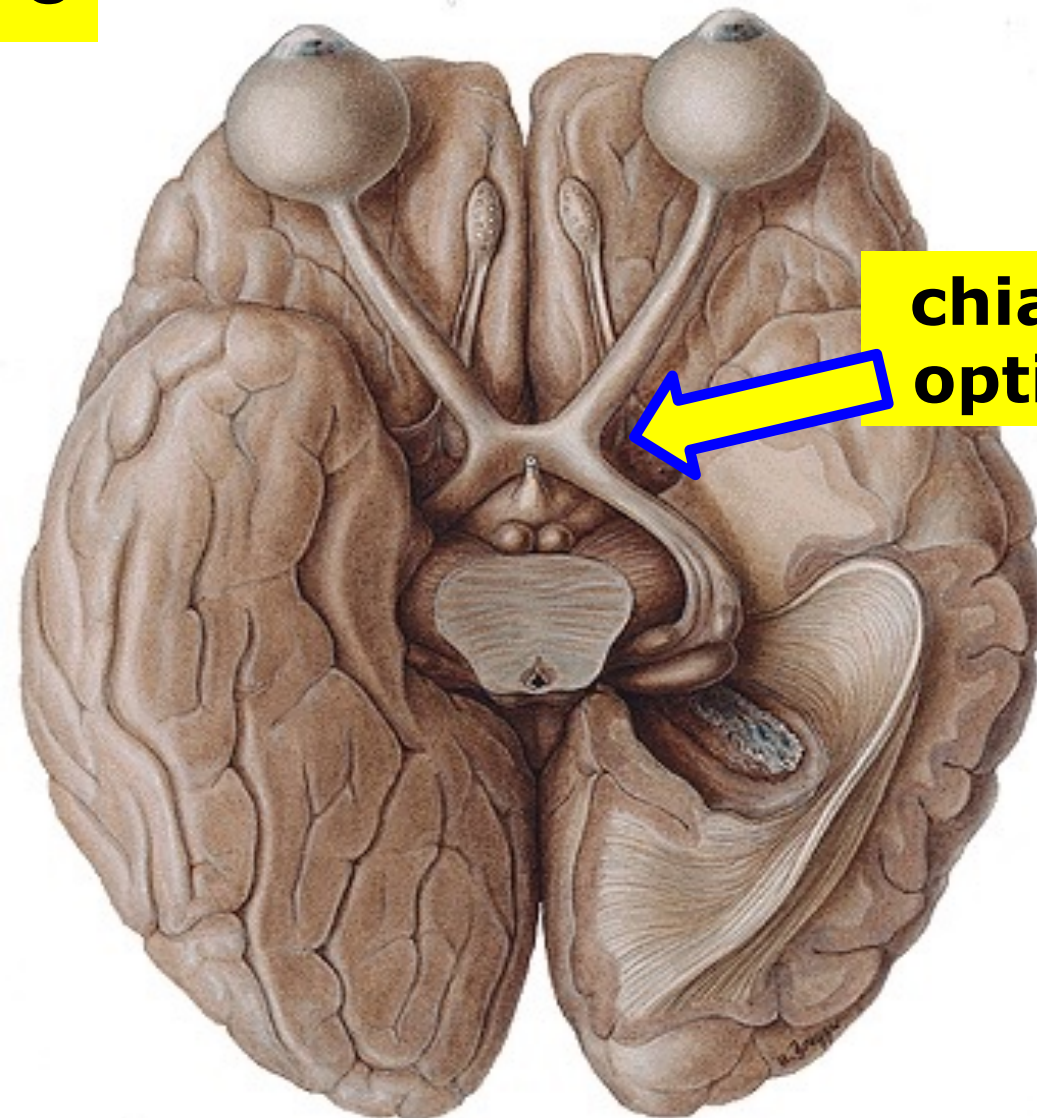
**Chiasma
opticum,
hypophysis,
mamillary –**

- jádro mozku



**top
enigma
of brain
anatomy**

Zraková dráha



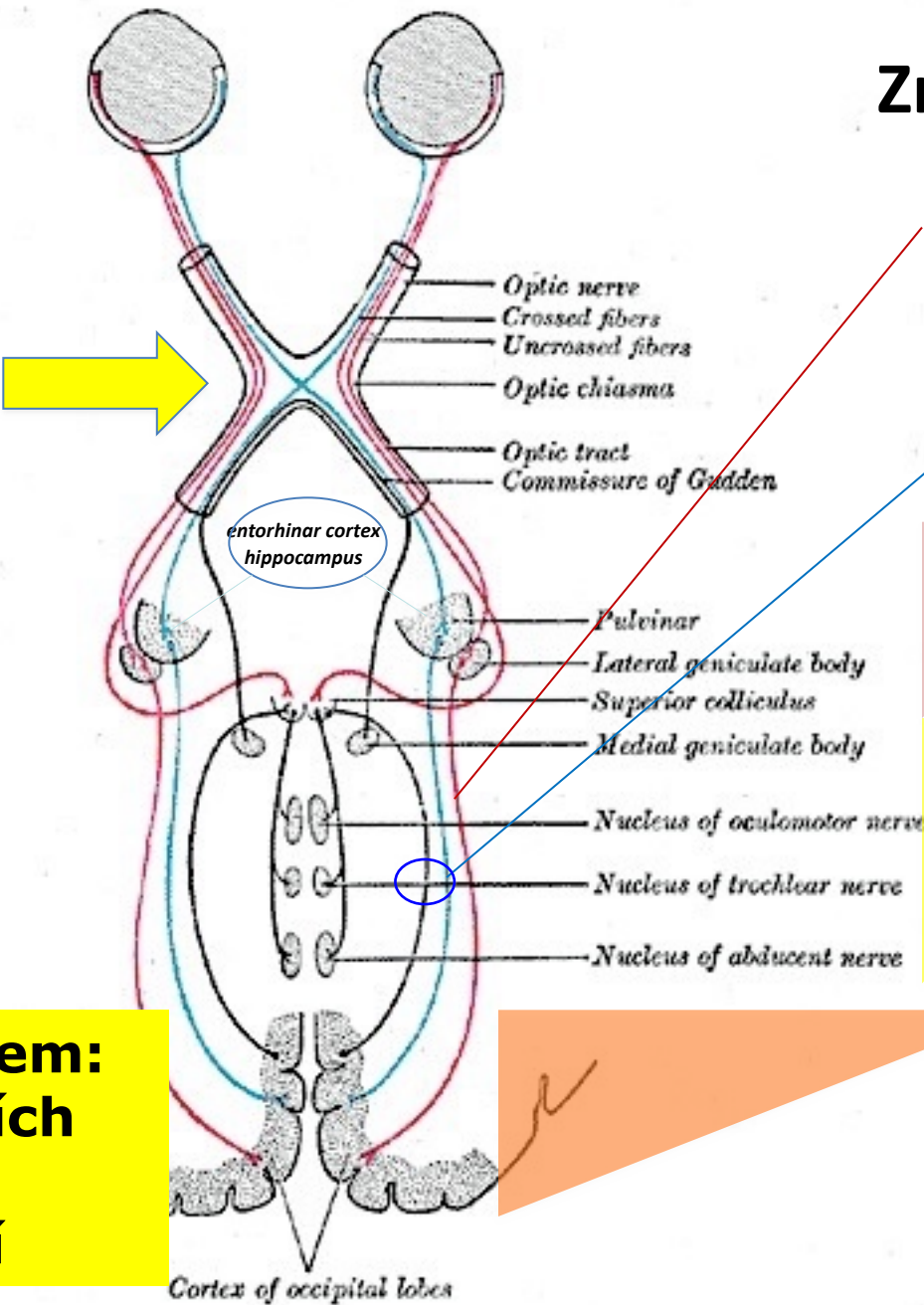
Zrakový systém:

primární & sekundární

CHIASMA OPTICUM

contralateral
vs.
ipsilateral
projections

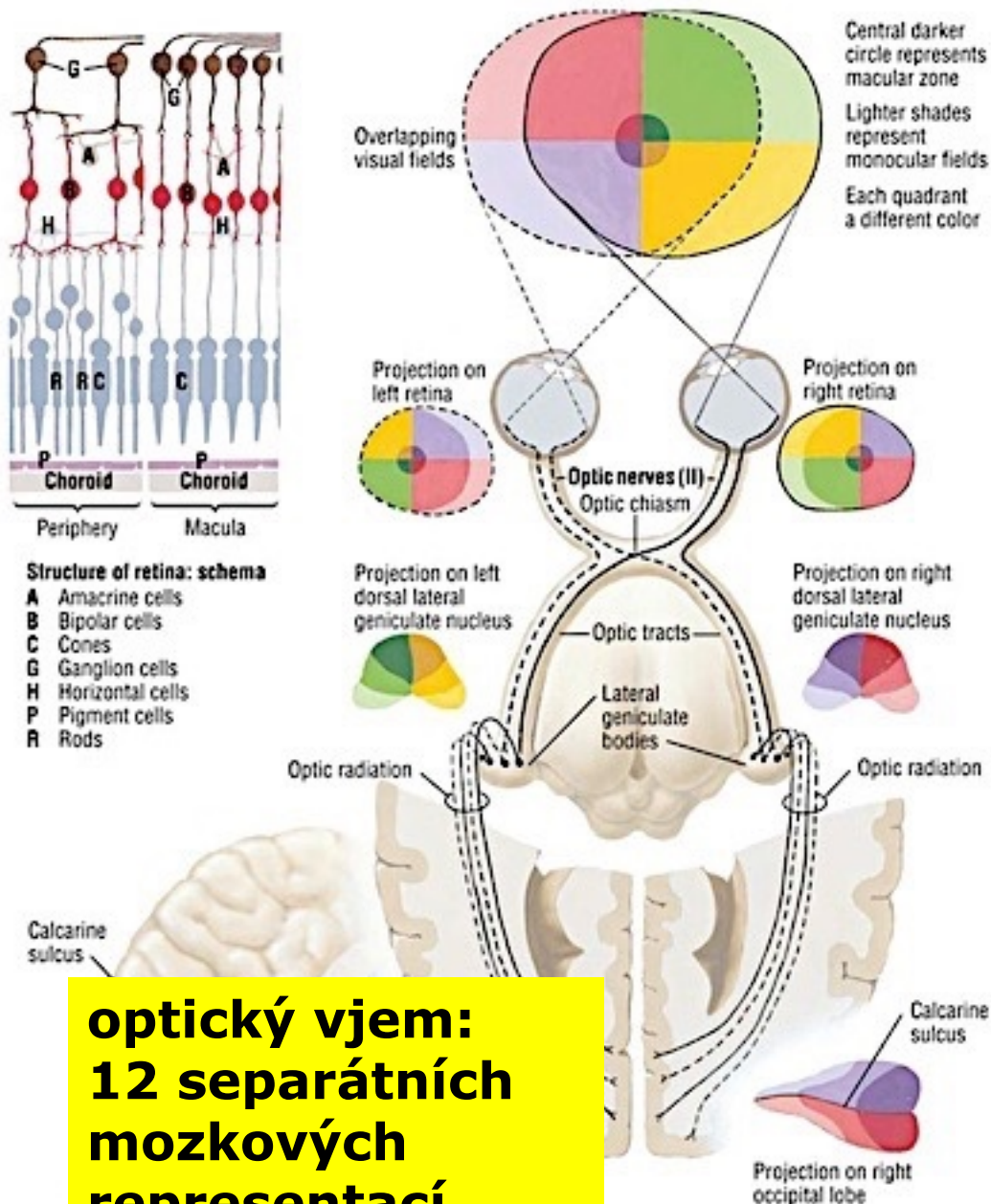
→ optický vjem:
12 separátních
mozkových
representací



Thalamus
(diencephalon -
mezimozek)

Tectum
(mesencephalon –
střední mozek)

Visual cortex of
cerebrum
archicortex
(telencephalon –
koncový mozek)



Zpracování optické informace

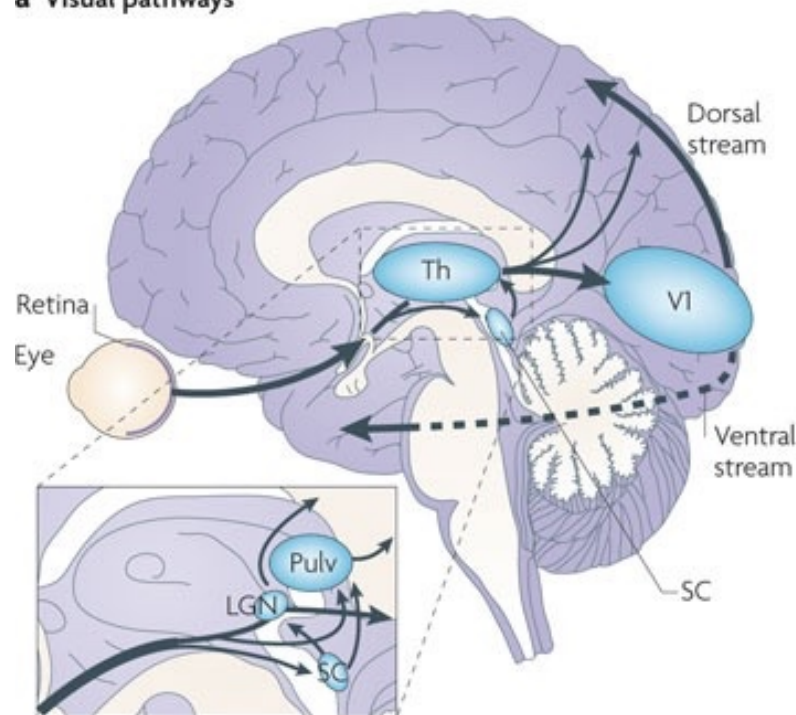
- Organizační kostra preotického mozku
- Velmi složitý komplex semantické analýzy různých reprezentací téhož vjemu
- Klíčovým momentem komplexity je zde kontralaterální projekce fyzicky ustavená skrze chiasma opticum



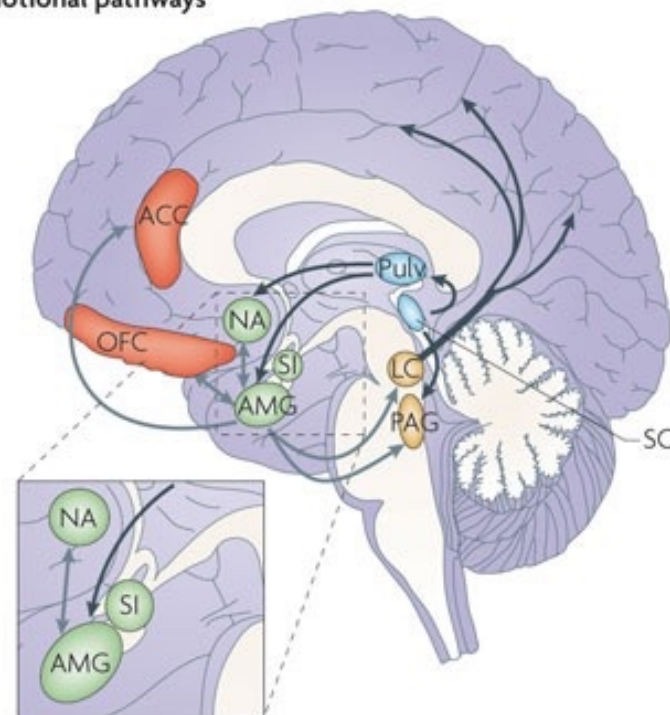
Předpokladem relevantního informačního výstupu je srovnání a sjednocení všech disparátních reprezentací → Zpětvazebný selekční tlak na integraci různých součástí mozku a rozvoj příslušných integračních mechanismů
? blueprint intelektuální representace světa ?

**optický vjem:
12 separátních
mozkových
reprezentací**

a Visual pathways



b Emotional pathways



Nature Reviews | Neuroscience

**neurální percepce emočních signálů je bezprostředně
odvozena z organisace zrakové dráhy
atd.**

**genikulatní jádro – thalamus
– pulvinární jádro – limbický
systém**

Neural bases of the non-conscious perception of
emotional signals
Marco Tamietto & Beatrice de Gelder
Nature Reviews Neuroscience 11, 697-709 (October
2010)

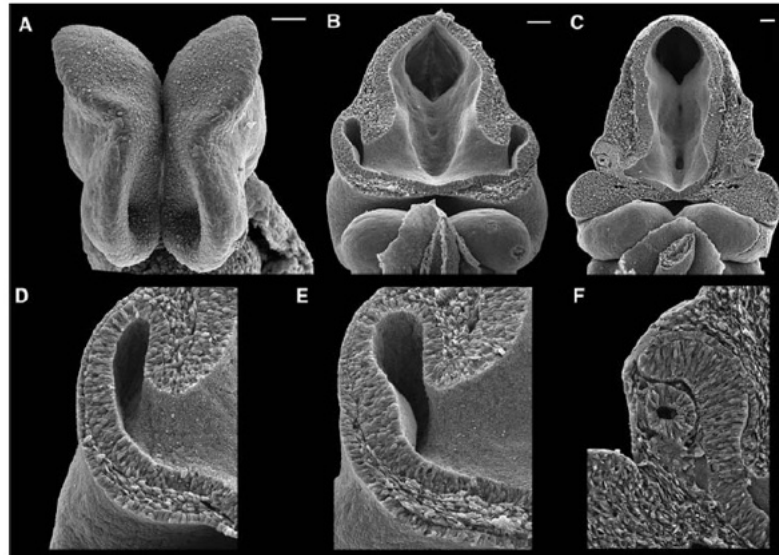


Figure 1. Anatomy of embryonic mouse forebrain and eyes. (A) Frontal view of embryonic day (E) 8.5 forebrain, just before the eye field splits. The optic sulci are the large pits protruding from the ventral neural ectoderm. (B) Wide and (D) high magnification views of frontal sections of the E9.0 to E9.5 optic vesicle. (E) The coordinated invagination of the distal optic vesicle and the surface ectoderm, where the lens placode has thickened, begins at E9.5. (C) Wide and (F) high magnification views of frontal sections of the E10.5 optic cup and lens vesicle. The retinal pigment epithelium is the thin layer of cells proximal to the neural retina, which is dorsal to the optic stalk. The optic stalk is continuous with the ventral forebrain. The lens vesicle is distal to the neural retina. Dorsal is to the top (A–F), and proximal is to the right (D–F). Scale bars, 50 μ m (A); 100 μ m (B,C). (Photo from Lee Langer.)

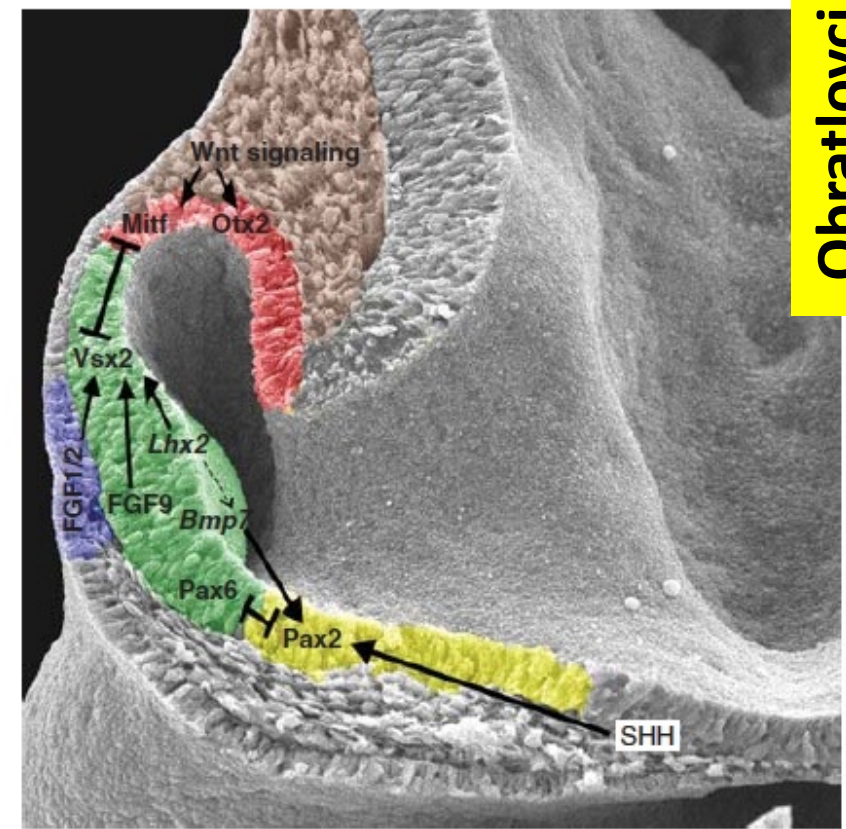
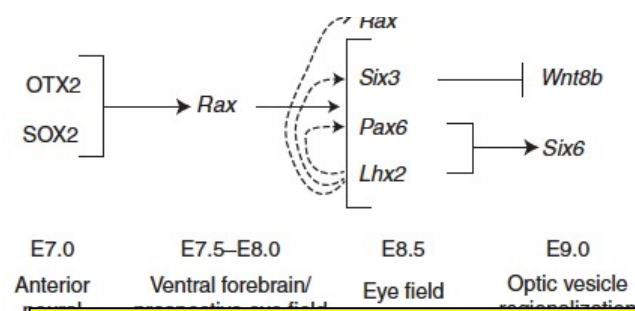


Figure 3. Signaling networks establish boundaries in the optic vesicle. Dorsal is to the *top*, and distal is to the *left*. The optic vesicle is regionalized into prospective RPE (red, dorsal), neural retina (green, central) and optic stalk (yellow, ventral). Extracellular signals organize the optic vesicle in part through the activation of transcription

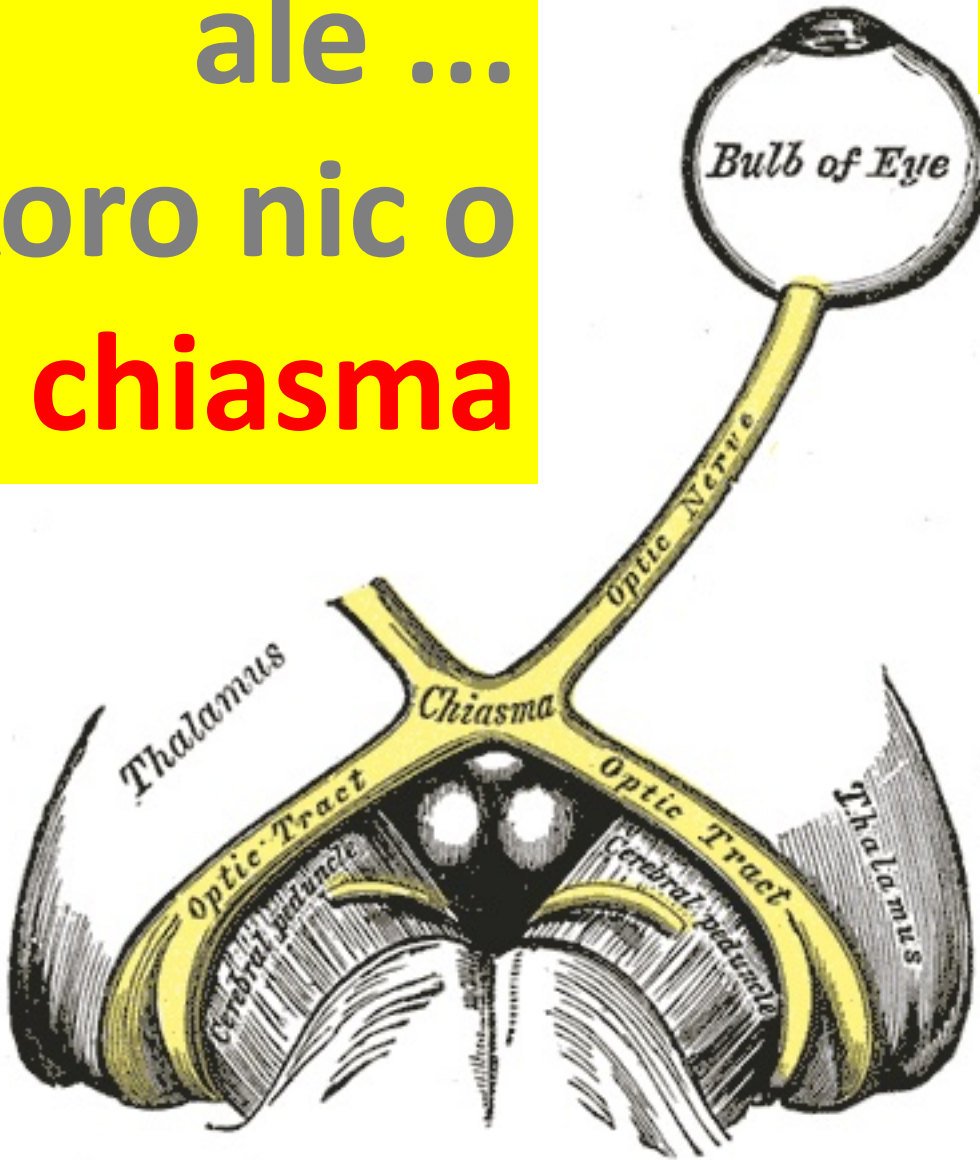
věda o oku: velmi podrobné informace o evoluci oka a souvisejících vývojových mechanismech

Figur
The r
Rax e
ventr
Lhx2
LHX
field,
(Tetr
and -
along

These
niza-
arrow
7 ex-
tion is
Hag-
oblast
ifica-

ale ...
skoro nic o
chiasma

**Google Scholar:
<32 000 spisů**



optic chiasma:
quite restricted
research interest,
few data beyond
speculations

většina interpretací – ryze
spekulativní úvahy
→ chiasma – důležité pro
stereoskopické vidění a
koordinaci končetin,
rozvinuto zvláště u šelem, u
člověka protože lovil
atd.

Fig. 73.—Esquema
la imagen me
transmitidas po
cruzado; g, ganglio geniculado externo y pulvinar; Rv, región visual del cerebro, con la
forma de la proyección mental.

Google Scholar:

vision, eye, visual perceptions, origin
of eye etc.:

each > 5 000 000 hits

optic chiasma, chiasma opticum etc.:
all = 32 800 hits (origin < 1000)

CHIASMA OPTICUM
THEORY OF THE CROSSING
OF THE PATHS
BY SANTIAGO Y CAJAL
FROM THE UNIVERSITY OF MADRID.
TRANSLATED BY
H. E. SLESER
LEIPZIG: VERLAG VON JOHANN AMBROSIOUS BARTH.
1899.

MIT EINEM VORWORT VON
DR. P. FLECHSIG
GEH. MED. RATH UND PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT LEIPZIG.

MIT 12 ABBILDUNGEN.



LEIPZIG,
VERLAG VON JOHANN AMBROSIOUS BARTH.
1899.

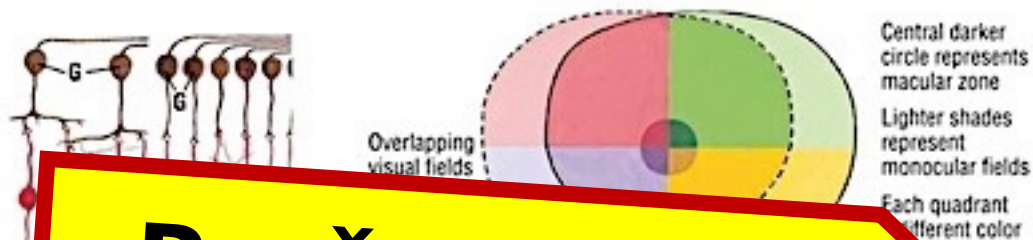
a, proti očekávání ...

Velmi podrobná analýza ve světě přítomných achiasmatických lidí (velmi vzácná mutace → s úplnou absencí překřížení nervů a kontralaterální projekce):

achismatici nevykazují žádné průkazné odlišnosti od normální populace - v kvalitě nejrůznějších zrakových funkcí i v běžném životě

(Hoffmann et al. 2010, 2012 *Neuron*)

→ chiasma opticum není v žádném případě významným předpokladem kvalitního zrakového vjemu

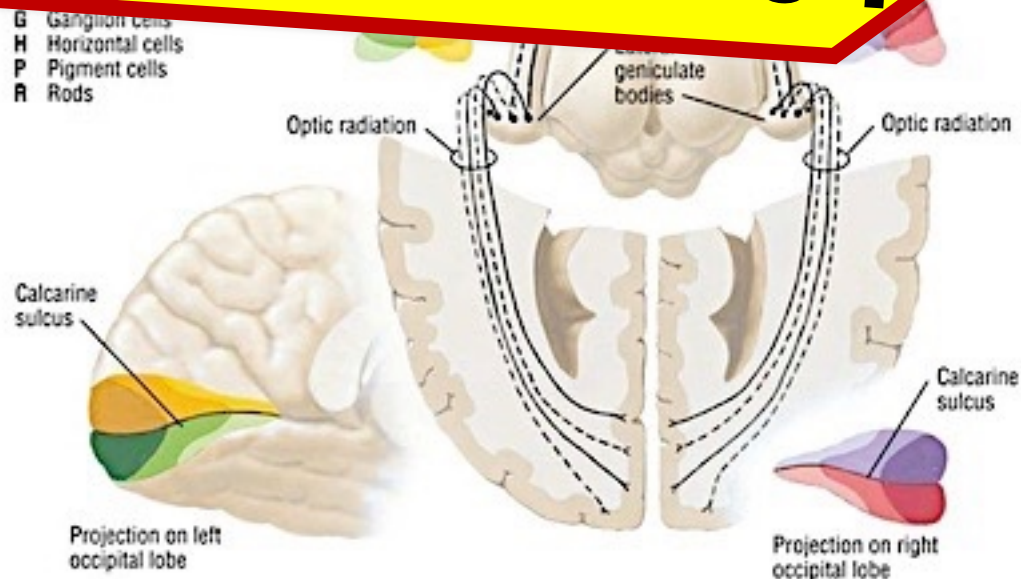


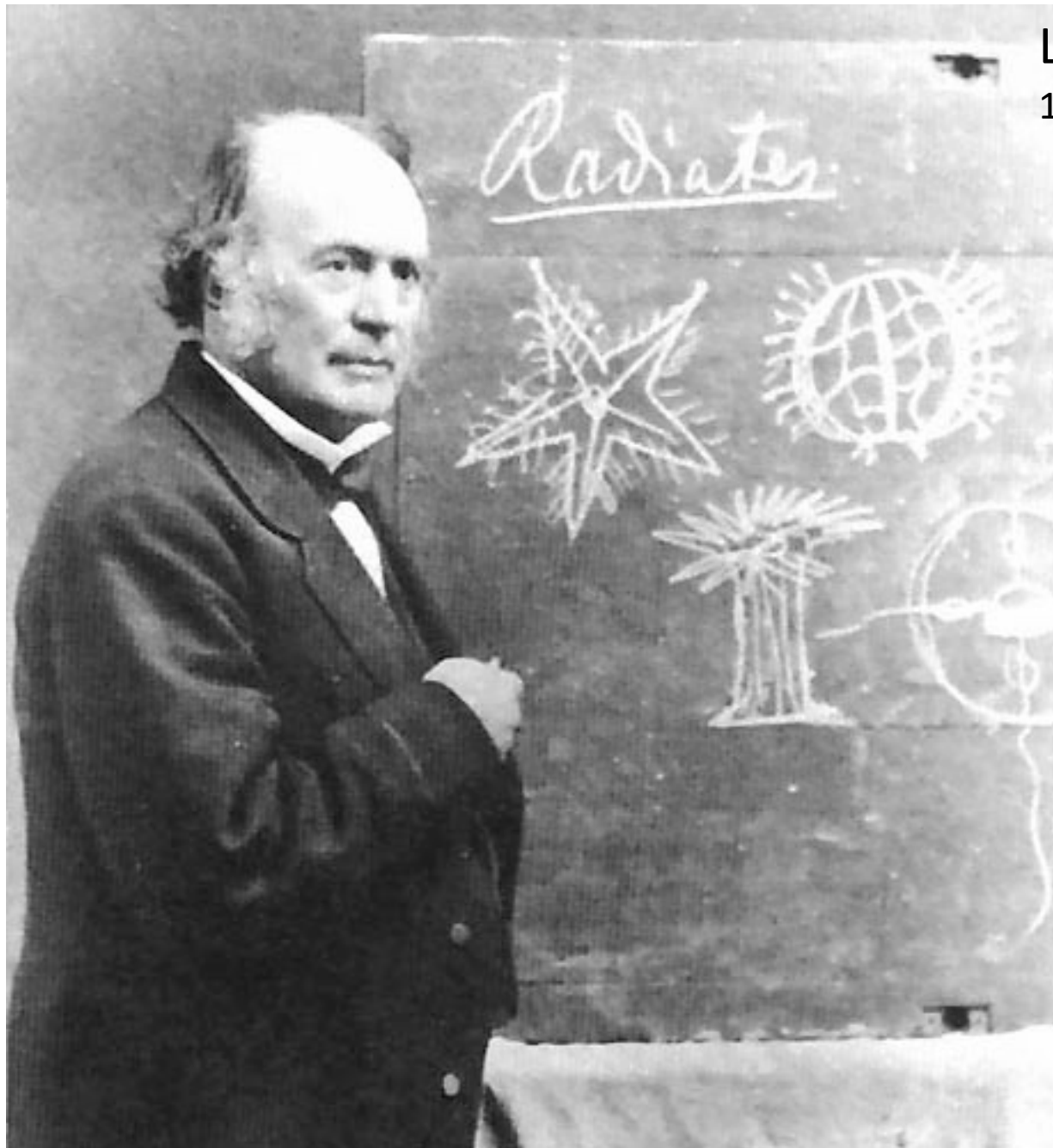
Zpracování optické informace

- Organizační kostra preotického mozku
- Velmi složitý komplex semantické analýzy různých reprezentací téhož vjemu
- Klíčovým momentem complexity je zde kontralaterální projekce fyzicky ustavená skrze chiasma opticum

Předpokladem relevantního informačního výstupu je srovnání a sjednocení všech disparátních reprezentací → Zpětvazebný selekční tlak na integraci různých součástí mozku a rozvoj příslušných integračních mechanismů
? blueprint intelektuální representace světa ?

**Proč ale tu je ?
a je to TAK
SLOŽITÉ?
jak to vzniklo ?**





Louis Agassiz
1807-1973

věda má pouze tři metody:

**srovnávací
ontogenetickou
paleontologickou**



*"Facts are stupid
until brought into
connection with some
general law."*

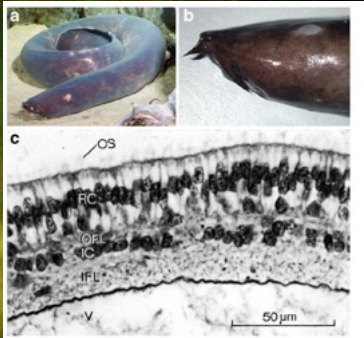
Louis Agassiz

metoda
srovnávací

chiasma opticum: Společný znak VŠECH obratlovců

ipsilateral
projekce:
< 15%

me
too !



oko sliznatky je v mnoha ohledem velmi
primitivní, ale: **Chiasma opticum je**
přítomno a plně funkční

sliznatka – nejprimitivnější
žijící obratlovec

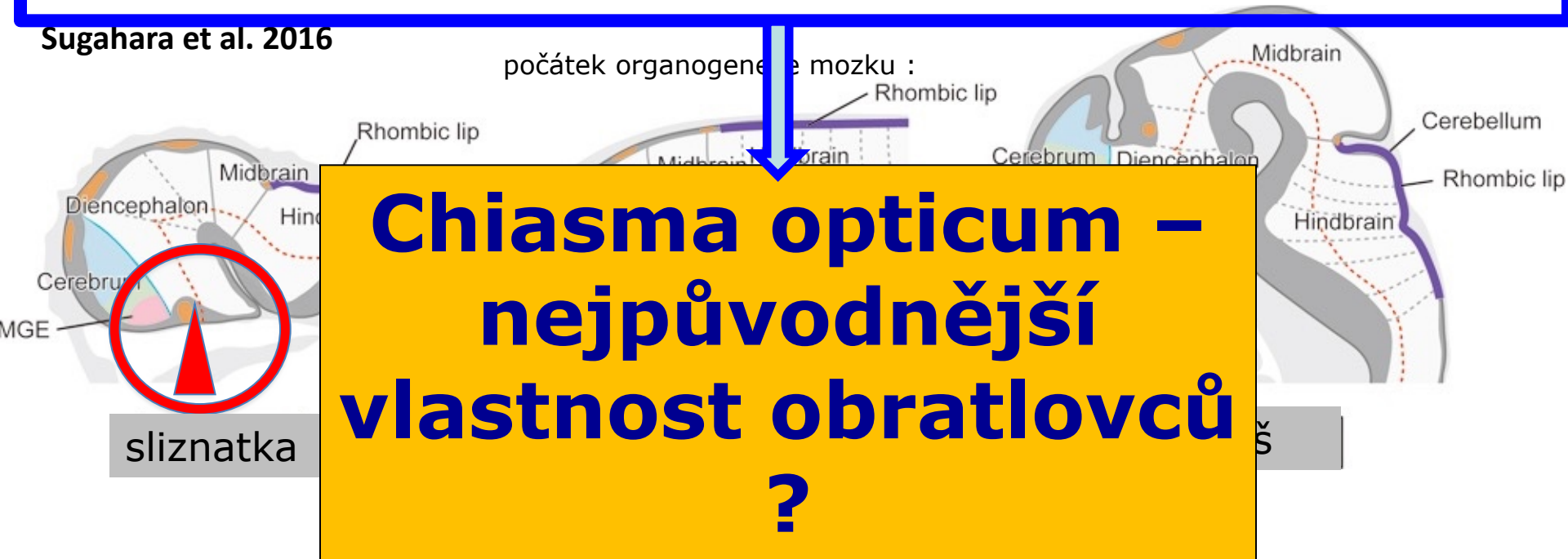
***chiasma opticum – *hypofýza - *MGE : jádrové struktury
prechordálního mozku**

**chiasma opticum – ustavuje se jako první element
embryonálního vývoje mozku (ještě před hypofýzou a
MGE – prekusorem koncového mozku !!)**

metoda
ontogenetická

EVO-DEVO

Sugahara et al. 2016



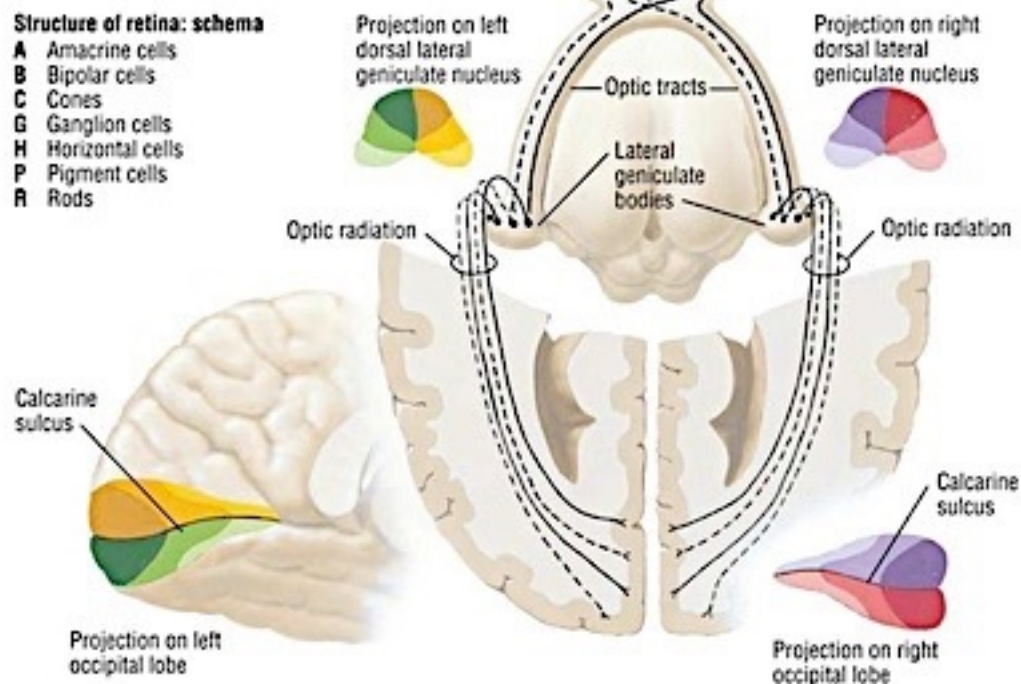
laterální segregace vizuálních vjemů via **chiasma opticum –
prekursor a organizační platforma informačního procesování
obratlovčího mozku**



jak to vzniklo ?

Zpracování optické informace

- Organizační kostra preotického mozku
- Velmi složitý komplex semantické analýzy různých prezentací téhož vjemu
- Klíčovým momentem complexity je zde kontralaterální projekce fyzicky ustavená skrze chiasma opticum



Předpokladem relevantního informačního výstupu je srovnání a sjednocení všech disparátních prezentací → Zpětvazebný selekční tlak na integraci různých součástí mozku a rozvoj příslušných integračních mechanismů ? blueprint intelektuální representace světa ?



**Evoluce se děje
přírodním výběrem**



**hromaděním
a selekcí
náhodných
mutací?**

**konstrukce zrakového systému – nejpádnejší
argument kreacionismu, resp. hypotézy
intelligentního designu**



**Evoluce se děje
přírodním výběrem**



**.. ale, že by
přece jen po
Darwinovsku ?**

**...že by nějak na
samém počátku
historie obratlovců,
v podmínkách jejich
vstupní situace ?**

**metoda
paleontologická**



Fosilní záznam vzniku obratlovců 1.

**- *co fosilní záznam
ukazuje***



**Explosivní rozšíření
fossilního záznamu –
většina hlavních
kmenů, ale ...**

Kambrická explode

Ediacarská biota

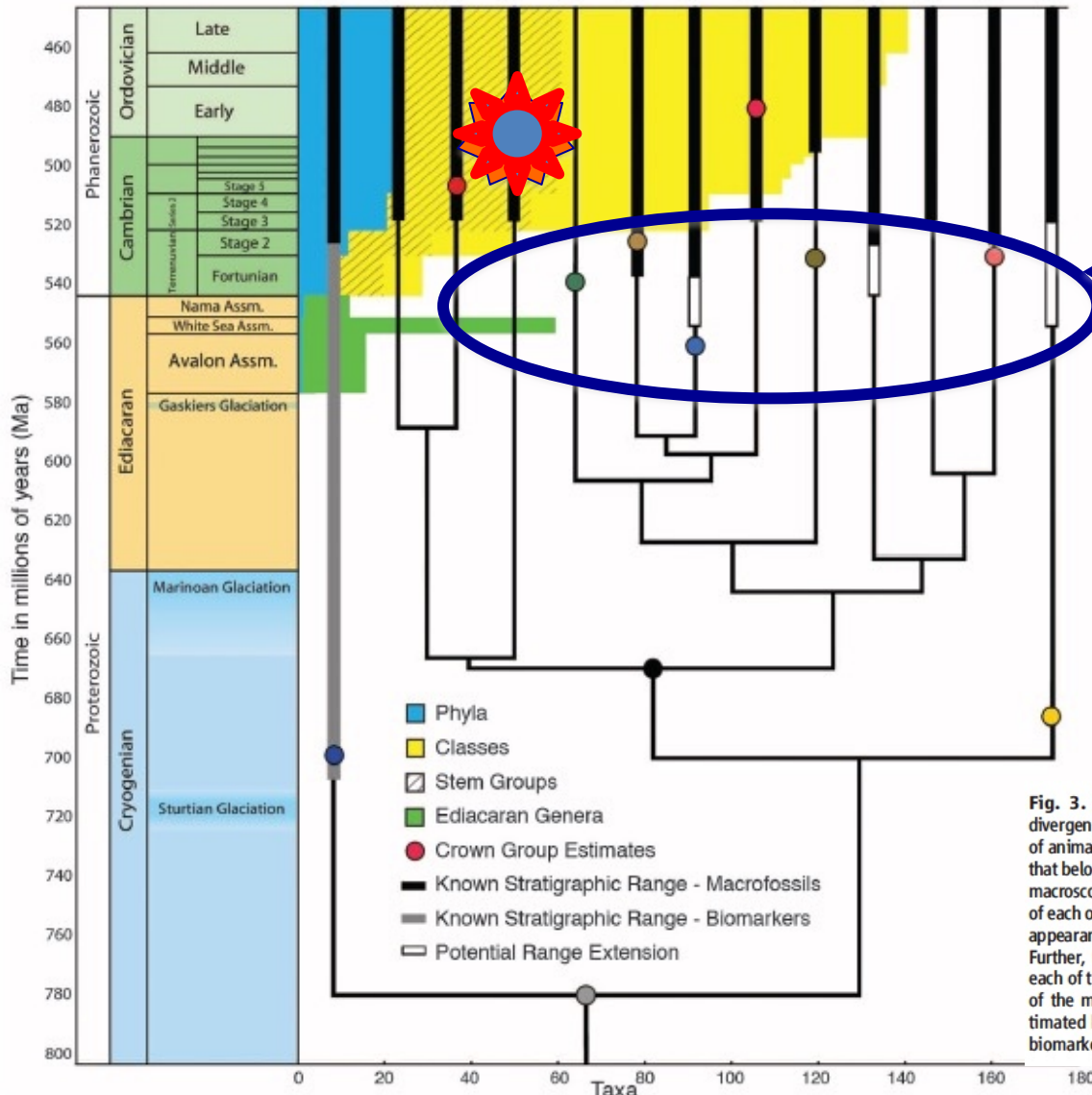
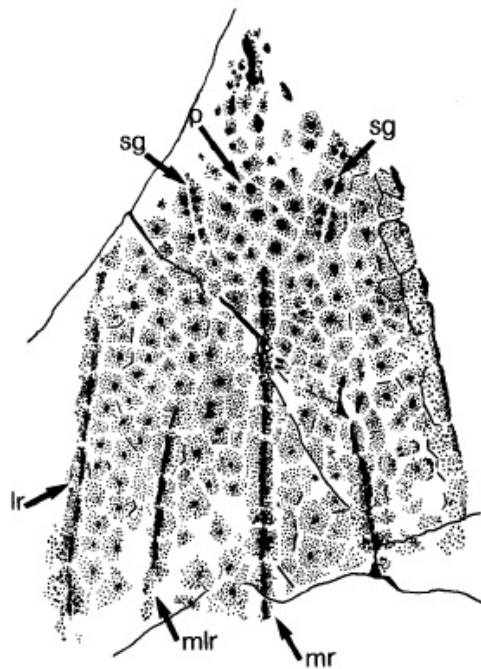


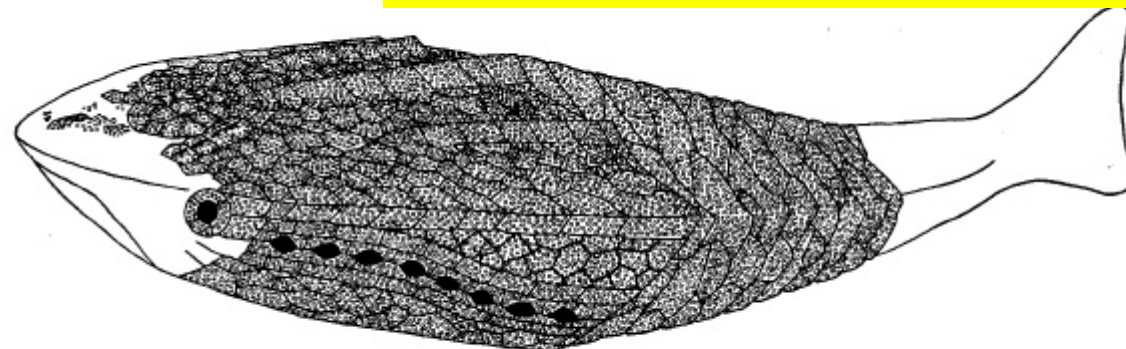
Fig. 3. Divergence of animals that belong to the macroscopic of each of the appearing. Further, the each of the of the m. estimated by the molecular clock, as the deep demersal divergence is apparent from taxon-specific biomarkers (gray bar) (21).

**...Obratlovci
se objevují až
na konci
kambria –
zpoždění ca
50 mil let !**

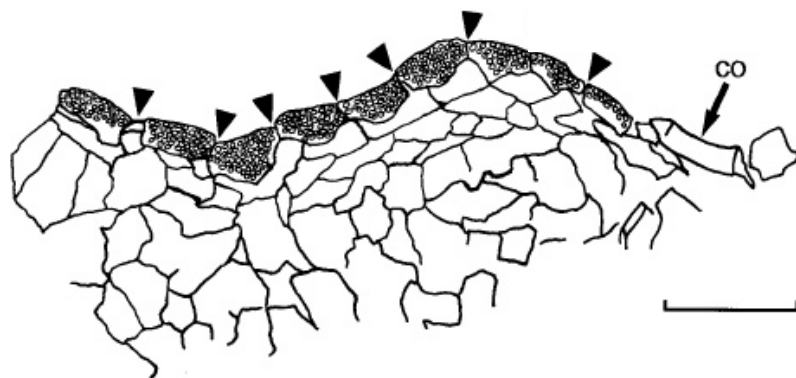
TEXT-FIG. 4. *Astraspis desiderata* Walcott, 1892; USNM 8121; Harding Sandstone Formation; Caradoc. Specimen is 69 mm in total preserved length. Abbreviations in addition to those used on Text-figure 3: p, pineal region; sg, sensory groove.



640



TEXT-FIG. 8. Reconstruction of *Astraspis desiderata* Walcott, 1892. The tail and rostral areas are schematic since they are not preserved in any of the articulated specimens.



TEXT-FIG. 5. *Astraspis desiderata* Walcott, 1892; PF 5733; Harding Sandstone Formation; Caradoc. Ventral headshield seen in predominantly internal aspect, showing the position of the orbit and eight branchial openings (arrowheads) identified by Elliott (1987, fig. 2). Ornamented areas are the external surfaces of the ventral branchial plates. Scale bar represents 1 mm.

Sansom et al.. 1997

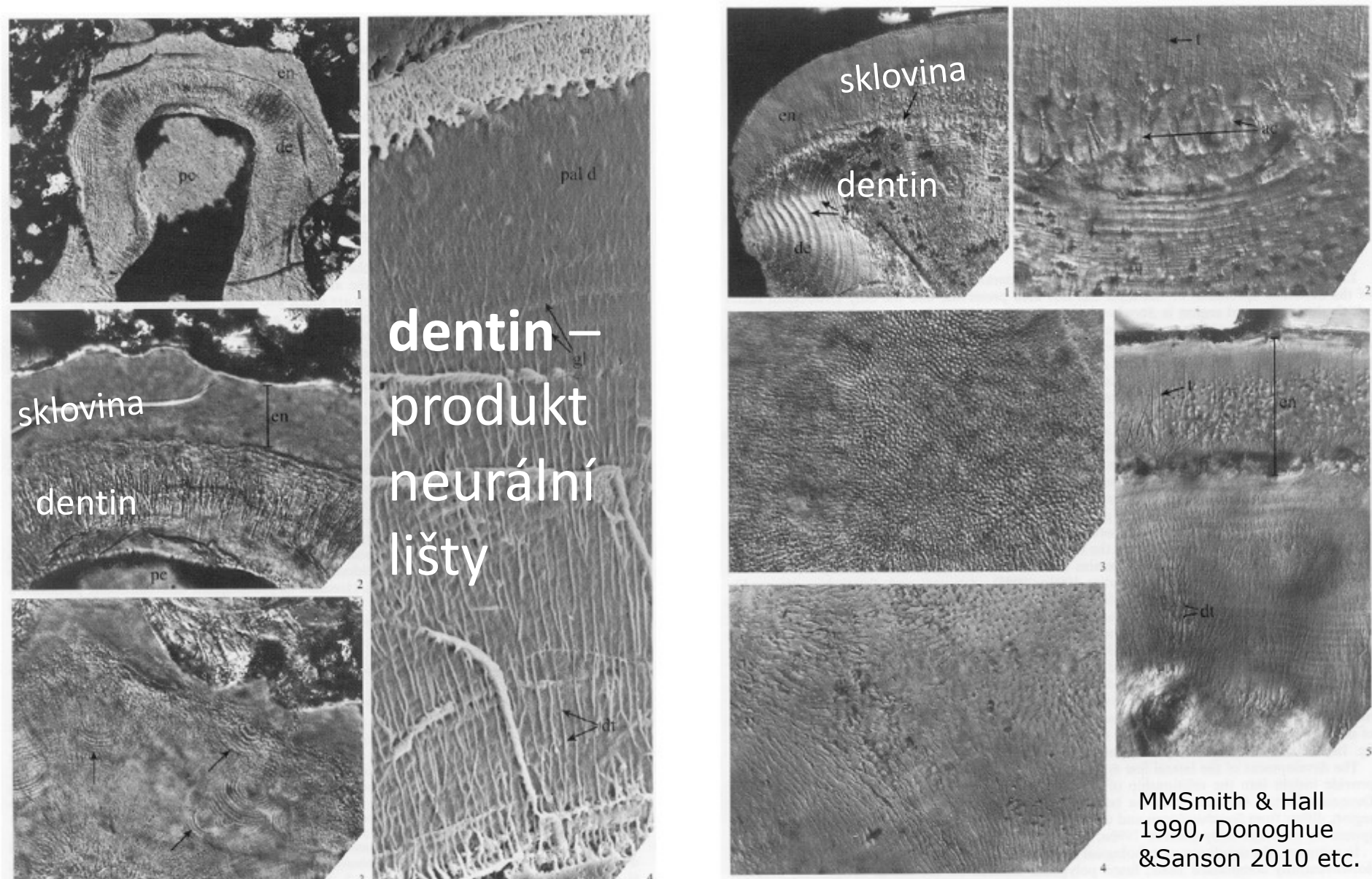
Nejstarší obratlovci:

Štítnatci - Ostracodermi

ordovik 460 Ma

Nejstarší obratlovci:

povrch těla kryt
mineralizovanými
deskami



**Primární dovednost charakterisující obratlovce ve fosilním záznamu:
exoskelet a odontodová kaskáda:**

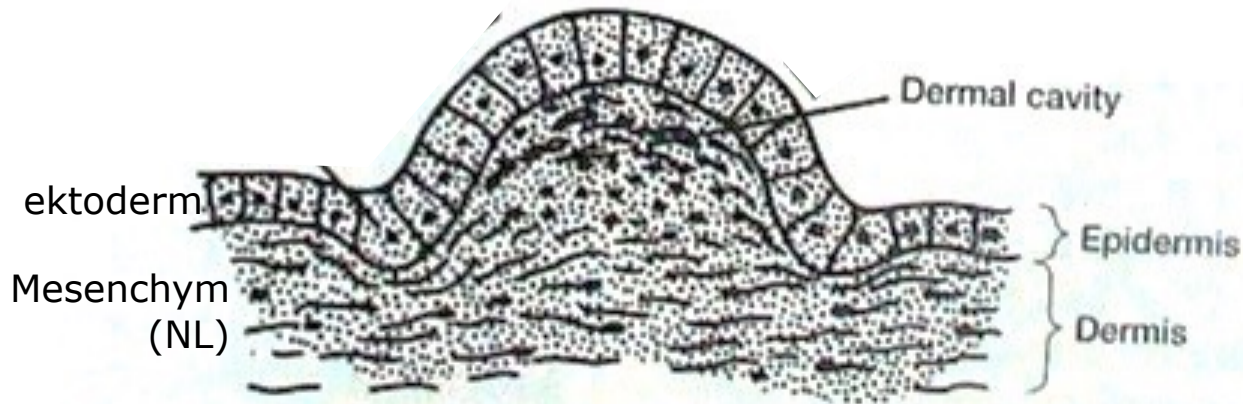
*Ektoderm vs. mesenchym **neurální lišty***

Růstová interakce:

ektodermální epitel **pokožky (2D)**

vs.

**kožní mesenchym = mesoderm + buňky
neurální lišty (3D)**



(a)

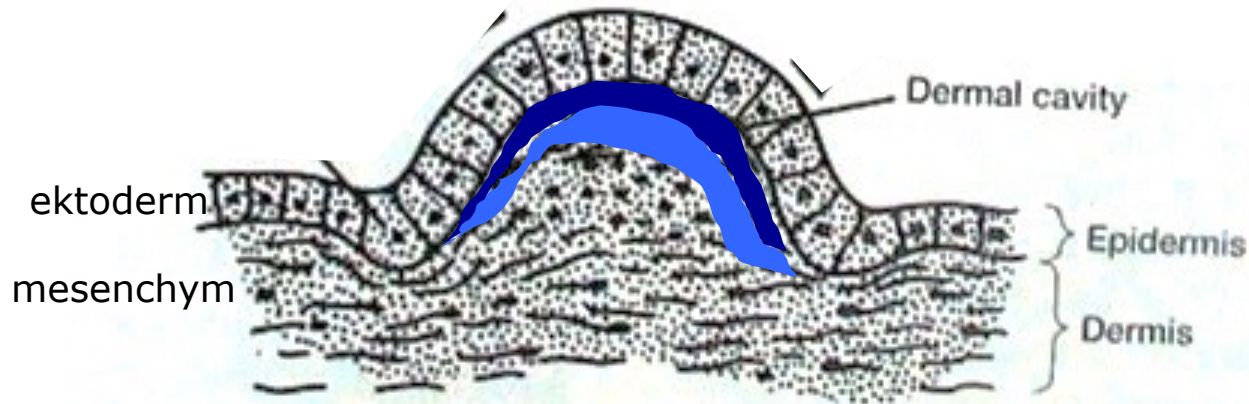
Povrch těla obratlovce :

kůže

interakce:
ektodermální epitel
vs.
mesenchym neurální lišty
+ specifické regulační moduly (← Shh, BMP, FGF...)



mineralisace hydroxyapatitem (HAP):
ektoderm → **sklovina (email)**
mesenchym → **dentin**



odontoda

šupiny

zuby

různé
stavby
a další
kožní
deriváty

Placoid scale

Tooth

Growing edge

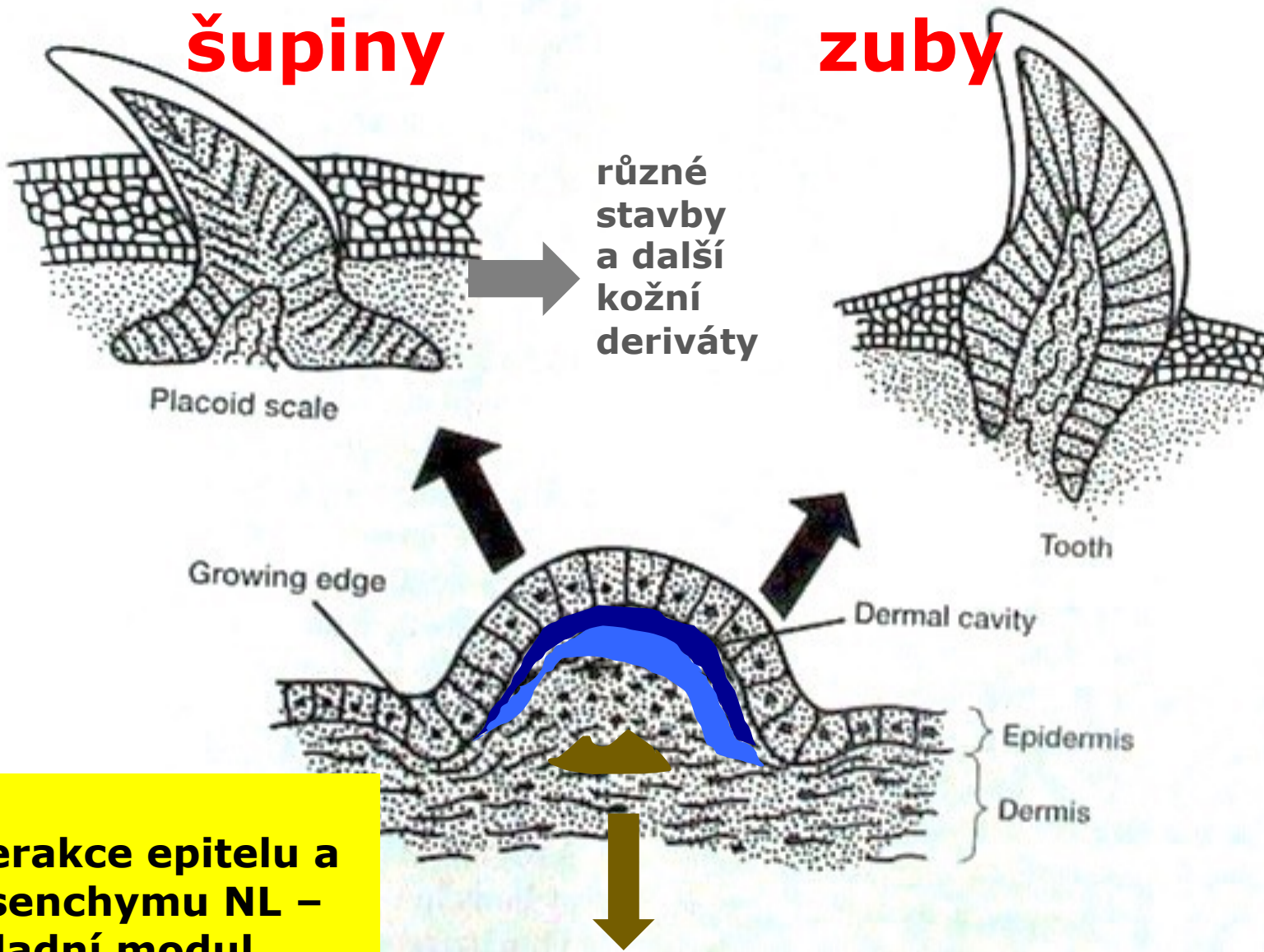
Dermal cavity

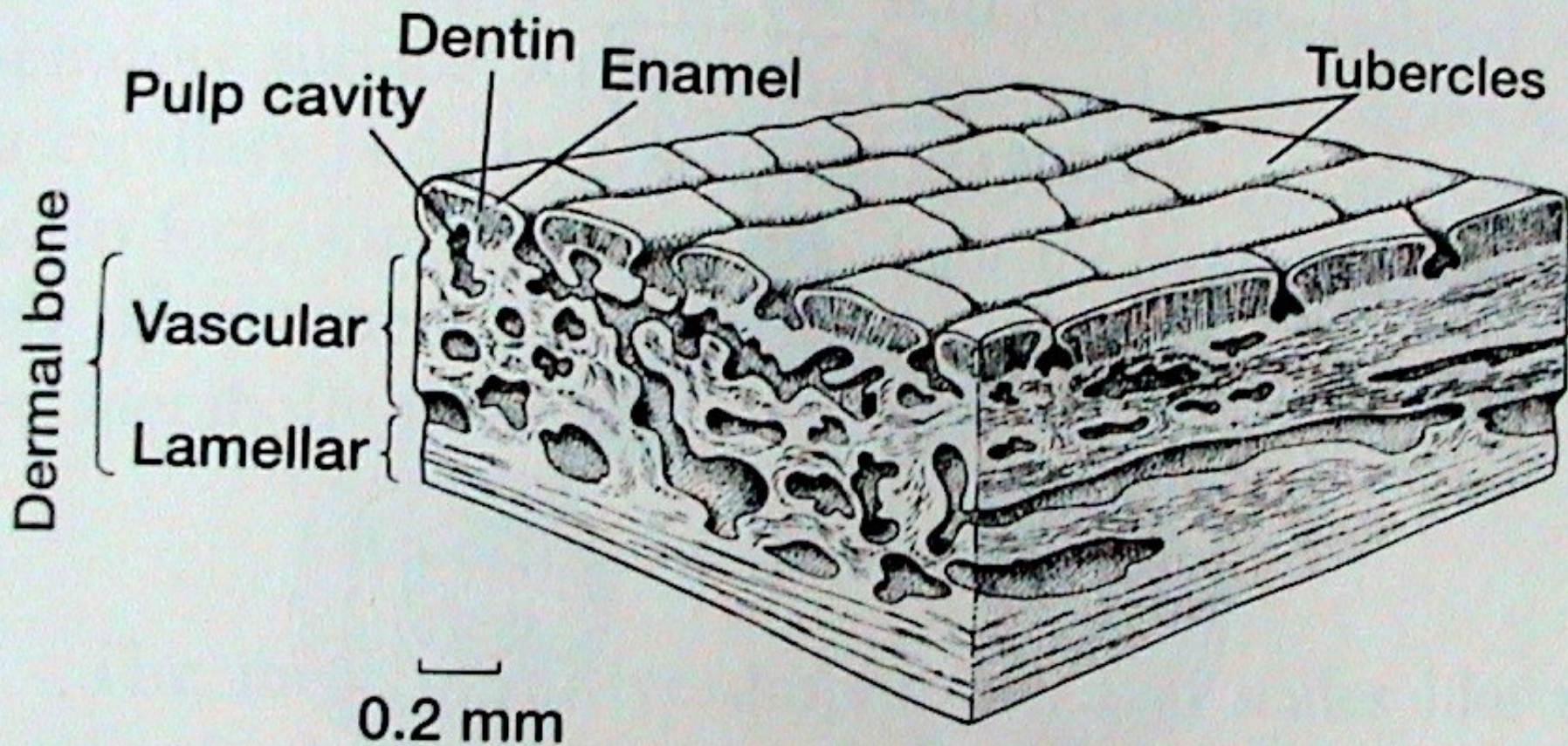
Epidermis

Dermis

kost

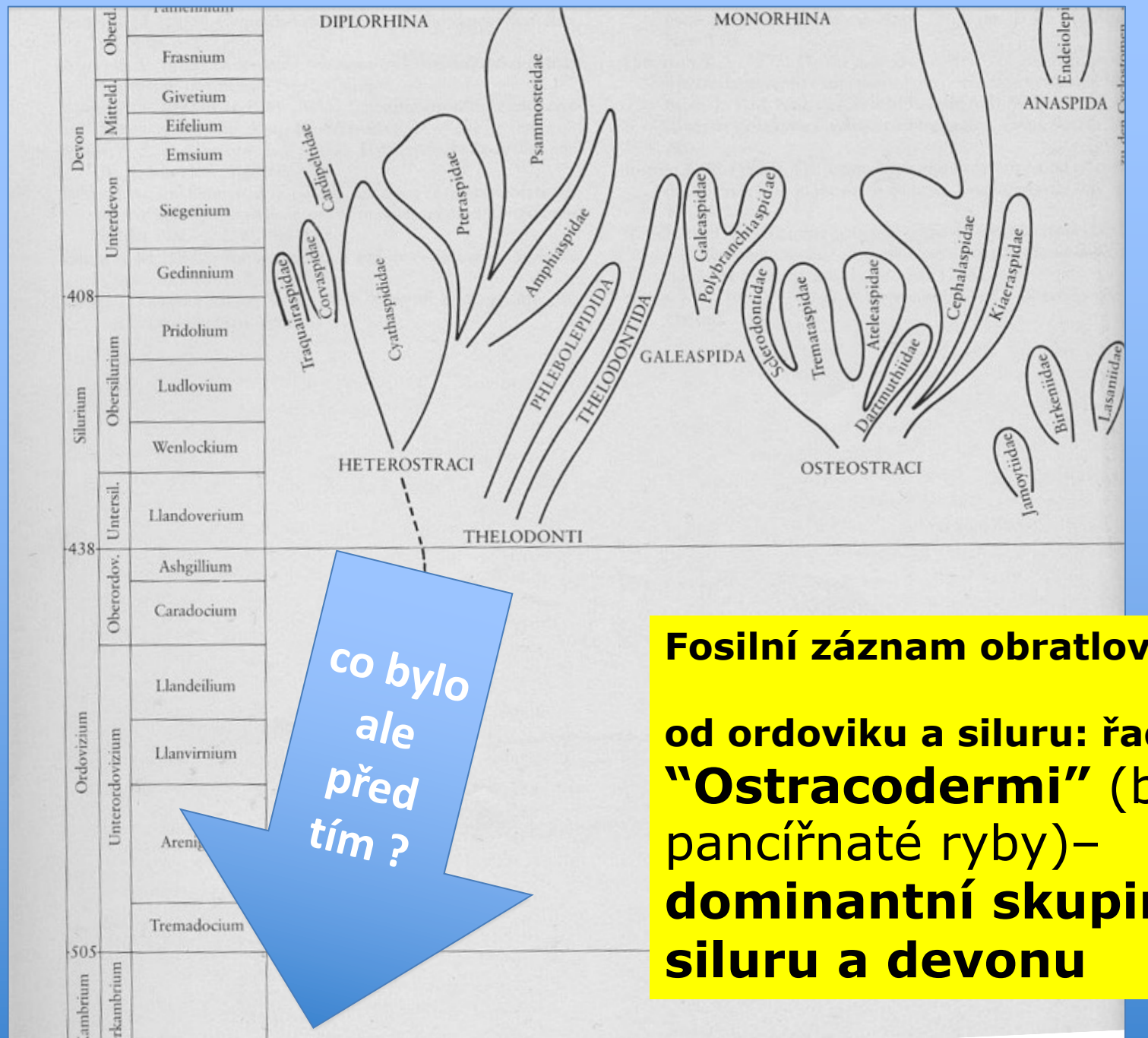
Interakce epitelu a
mesenchymu NL –
základní modul
morfofenese
obratlovců





průřez dermálním krunýřem nejstarších obratlovců

Exoskelet - dermální kosti (krycí) - desmogenní osifikace (z vaziva : ektomesodermálního rozhraní kůže) - původní typ kostry - u nejstarších obratlovců (Ostracodermi) jediný(?): součást odontodové kaskády



Fosilní záznam obratlovců:

od ordoviku a siluru: řada linií
"Ostracodermi" (bezčelistné
 pancířnaté ryby) –
 dominantní skupina
 siluru a devonu

Obratlovci + pláštěnci + kopínatec = kmen strunatci (Chordata)

* notochord – chorda

– struna hřbetní

* nervová trubice

segmentární organisace

* výkonné příčné
pruhované svalstvu
trupu

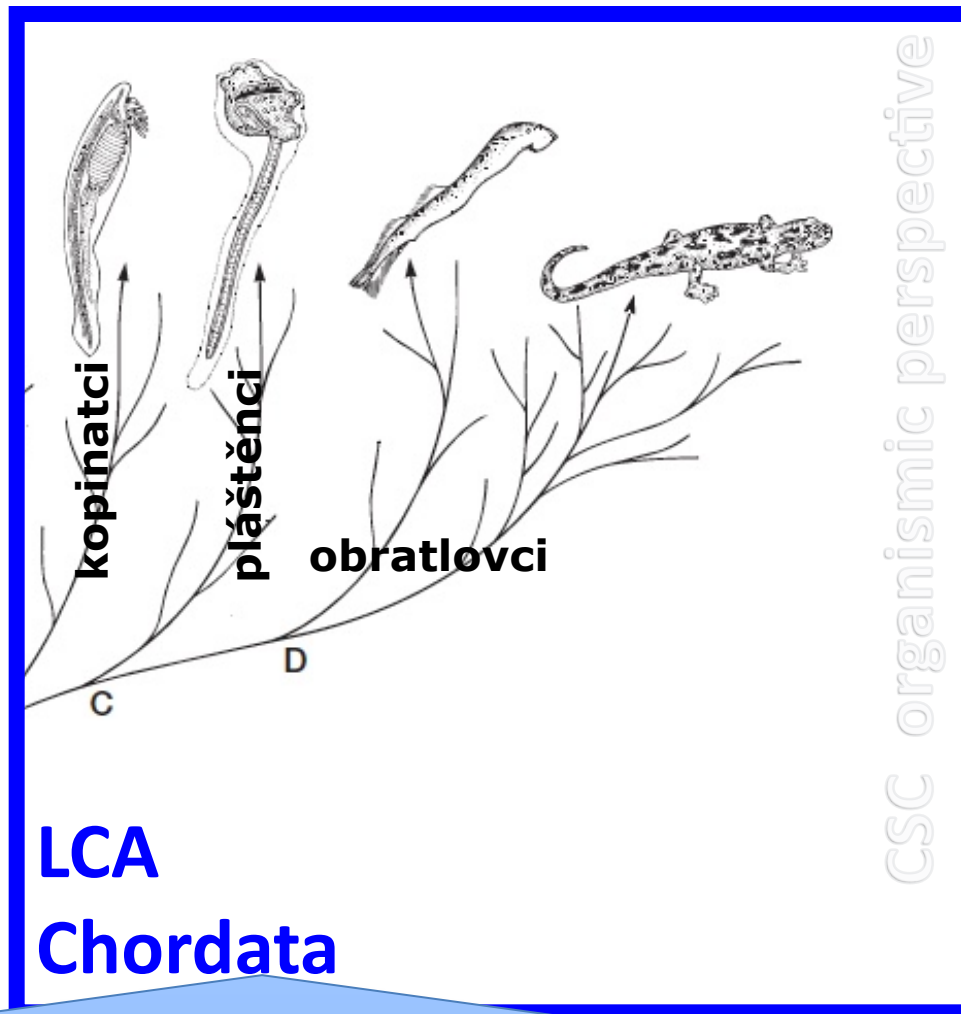
* post-anální ocas

* posterioerní Hox
geny

Selekční drive:

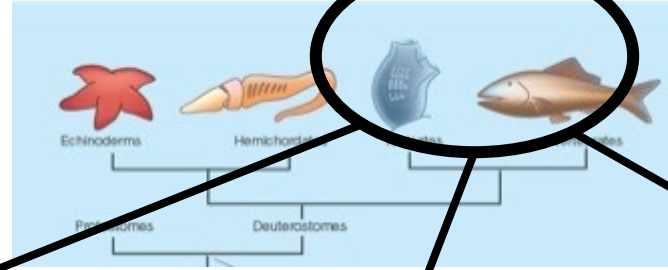
chorda + ocas →

Výkonný dopředný
pohyb s minimálními
energetickými
náklady !!



společné vlastnosti Chordata – předka
obratlovců

SROVNÁVACÍ: FUNKČNÍ INTERPRETACE



Cephalochordata=Acrania

Craniata-Vertebrata

Tunicata=Urochordata

kopinatci



obratlovci



pláštěnci

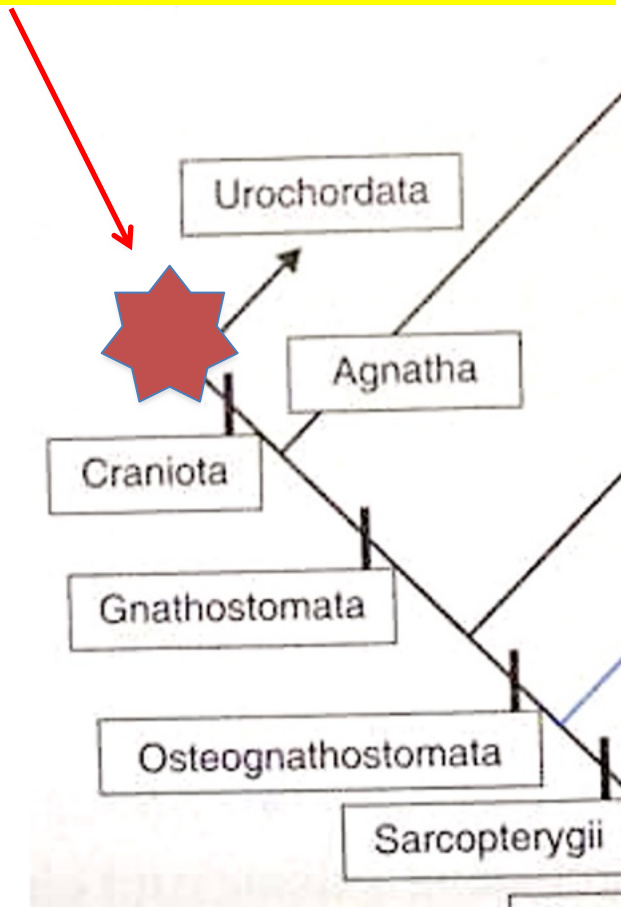


Olfactores

PRINCIP METAMERNÍ SEGMENTACE

EMANCIPACE VÝVOJOVÝCH SPECIFIK, CELKOVOSTNÍ REGULACE

LCA OLFACTORES



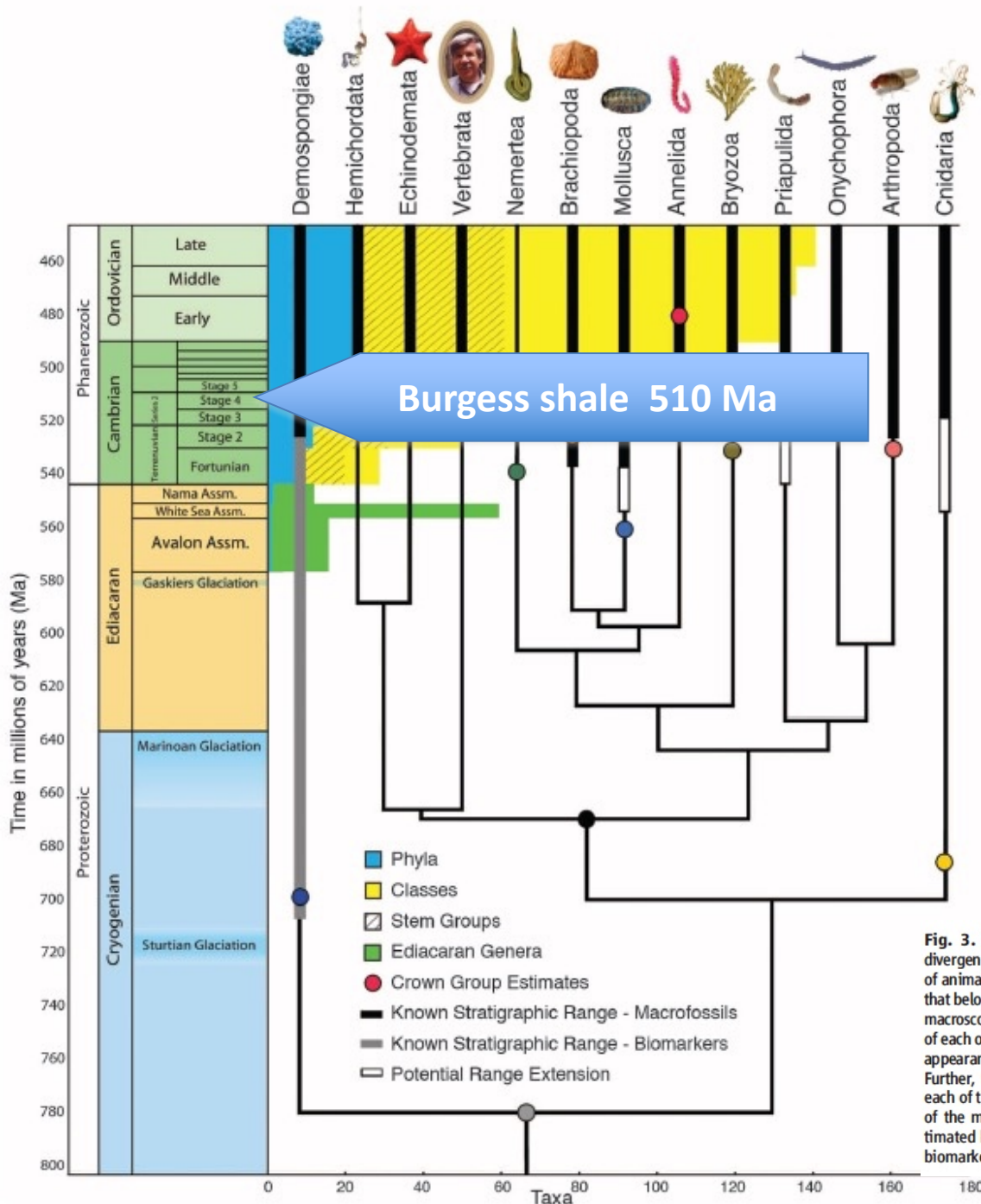
Společný předek Olfactores:

- *Soustředění morfogenetické aktivity do prechordální oblasti – mimo zónu Hox-regulace,**
- *Panplakodární primordium, kompositní smysly odvozené z plakod,**
- *multiciliární neuromasty jako elementární strukturní modul smyslového aparátu,**
- *Emancipace a potenciální mobilita neuroblastů**

Jak došlo k oddělení Tunicata a Craniata?
Co způsobilo jejich rozdíly?



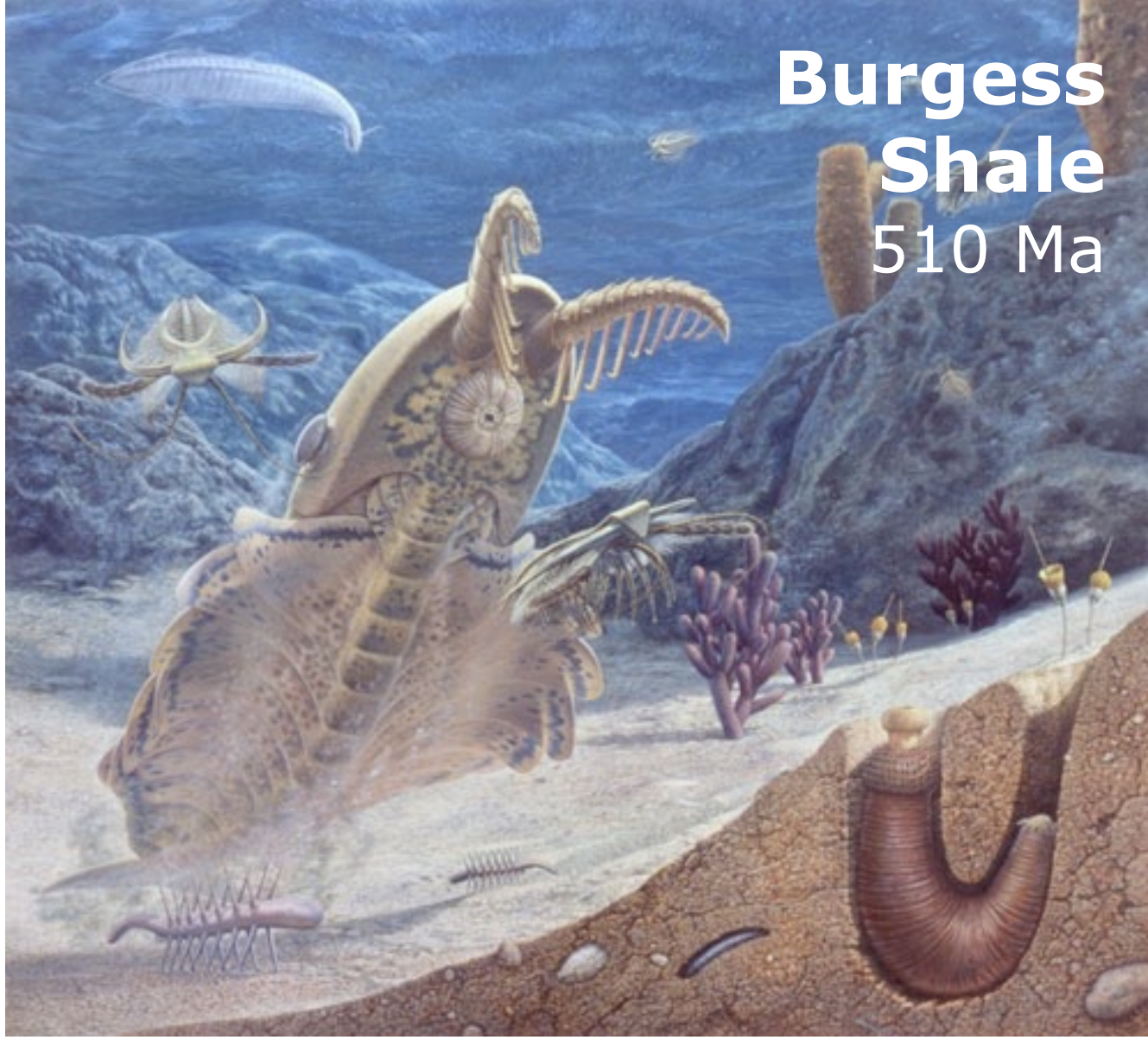
Nejstarší předkové obratlovců ?



Kambrická explose

Ediacarská biota

Fig. 3. Detailed stage-level depiction of the animal fossil record as compared to the molecular divergence estimates for 13 different animal lineages. Shown in yellow and blue is the known fossil record of animals at the class and phylum levels, respectively (hatching indicates "stem" lineages, i.e., lineages that belong to a specific phylum but not to any of its living classes); shown in green is the generic record of macroscopic Ediacara fossils (see scale at bottom). Shown in thick black lines are the known fossil records of each of these 13 lineages through the Cryogenian-Ordovician (table S1); most lineages make their first appearance in the Cambrian, consistent with the known fossil record of all animals (yellow and blue). Further, the extent of these stratigraphic ranges closely mirrors the molecular estimates for the age of each of the respective crown groups (colored circles) (see also Fig. 1), highlighting the general accuracy of the molecular clock. Only cnidarians have an unexpectedly deep crown-group origination as estimated by the molecular clock, as the deep demersal divergence is apparent from taxon-specific biomarkers (gray bar) (21).



Burgess Shale

510 Ma

Chordata – *pouze* *Pikayia*

Pikaia
gracilens
Burgess Shales

Lagerstätte



Obratlovci + pláštěnci + kopínatec = kmen strunatci (Chordata)

* notochord – chorda

– struna hřbetní

* nervová trubice

segmentární organisace

* výkonné příčné
pruhované svalstvu
trupu

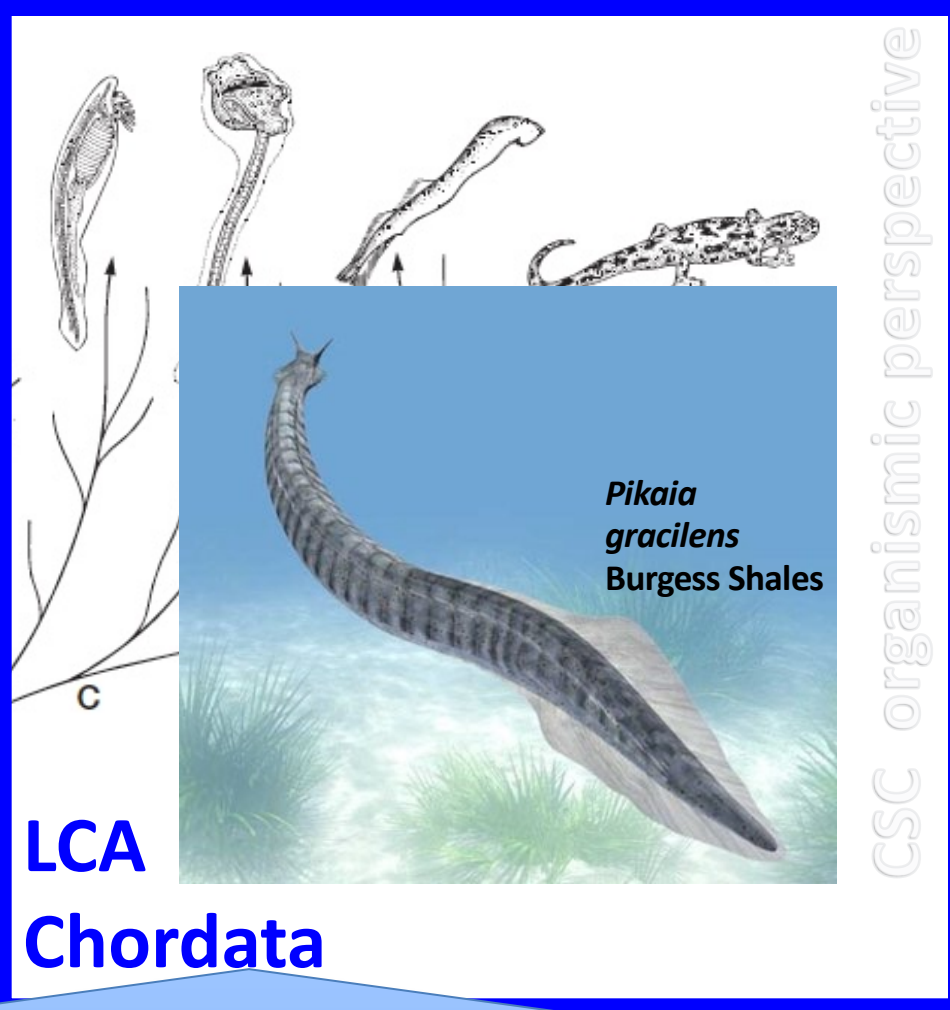
* post-anální ocas

* posterioerní Hox
geny

Selekční drive:

chorda + ocas →

Výkonný dopředný
pohyb s minimálními
energetickými
náklady !!



společné vlastnosti Chordata – předka
obratlovců



***Anomalocaris* (Radiodonta)
kosmopolit? (Chengjiang,
Burgess, Australie aj.) –
vysoce efektivní predátor –
zásadní selekční faktor v
evoluci kambrických
obratlovců**

Od roku 2000 – zcela nový pohled:
formace Chengjiang, Čína

articles

Lower Cambrian vertebrates from south China

D-G. Shu*, H-L. Luo†, S. Conway Morris‡, X-L. Zhang*, S-X. Hu†, L. Chen*,

* Early Life Institute and Department of Geology, Northwest University, Xi'an, 710069, People's Republic of China

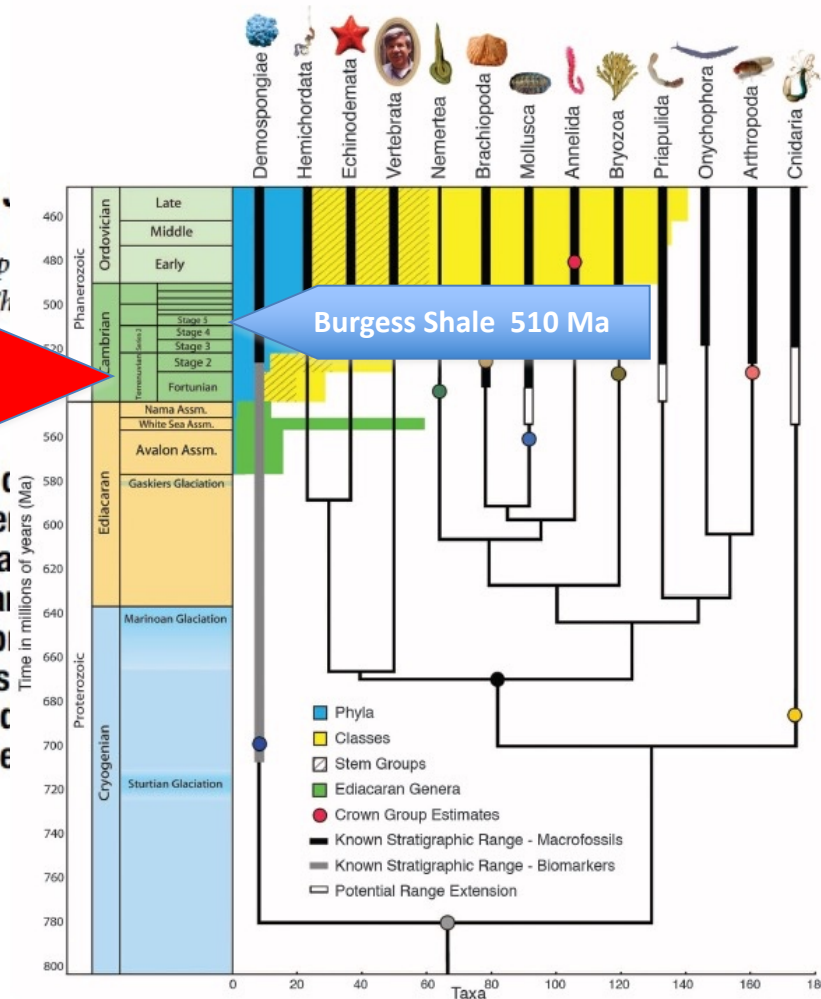
† Yunnan Institute of Geological Sciences, 131 Baita Road, Kunming, People's Republic of China

‡ Department of Earth Sciences, University of Cambridge, Cambridge, UK

§ Institute of Vertebrate Palaeontology and Geology, Beijing, China

Chengjiang 530 Ma

The first fossil chordates are found in deposits from the Cambrian period, which is exceptionally sporadic and is often controversial. Accordingly, it has been debated for the basal chordates. Until now, the available soft-bodied remains have been from Burgess Shale-type faunas. Definite examples of agnathans (∼475 Myr BP), with a more questionable record extending into the Cambrian, the Lower Cambrian Chengjiang fossil-Lagerstätte is, therefore, a very special case, whereas the other is closer to the more primitive hagfish. These findings date to the earliest Cambrian, with the chordates arising from more primitive deuterostomes (∼555 Myr BP), if not earlier.



Merry Christmas and Happy New Year!

(2000)

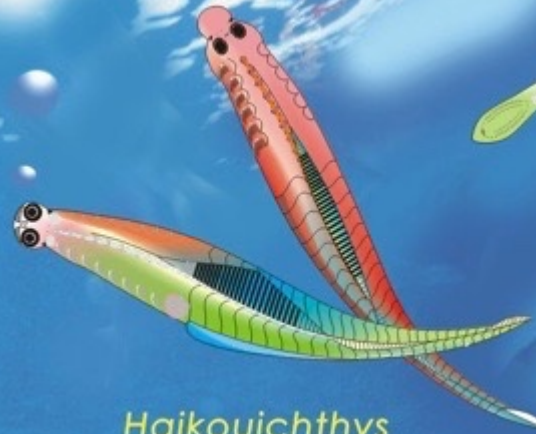
---Greeting from the early Cambrian ancestors of 530 million years ago



Myllokunmingia



Zhongjianichthys



Haikouichthys



Cathaymyrus



Haikouella



Cheungkongella



Vetulocystis



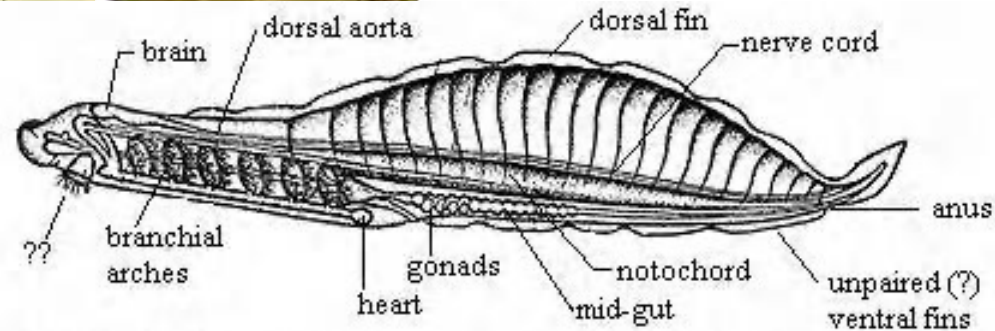
Vetulicolians



CHENGJIANG



Chengjiang, Yunnan, S-China, 530 Ma
Yunnanozoon, *Haikouella* - spodní
 Kambrium (starší než Burgess Shale),



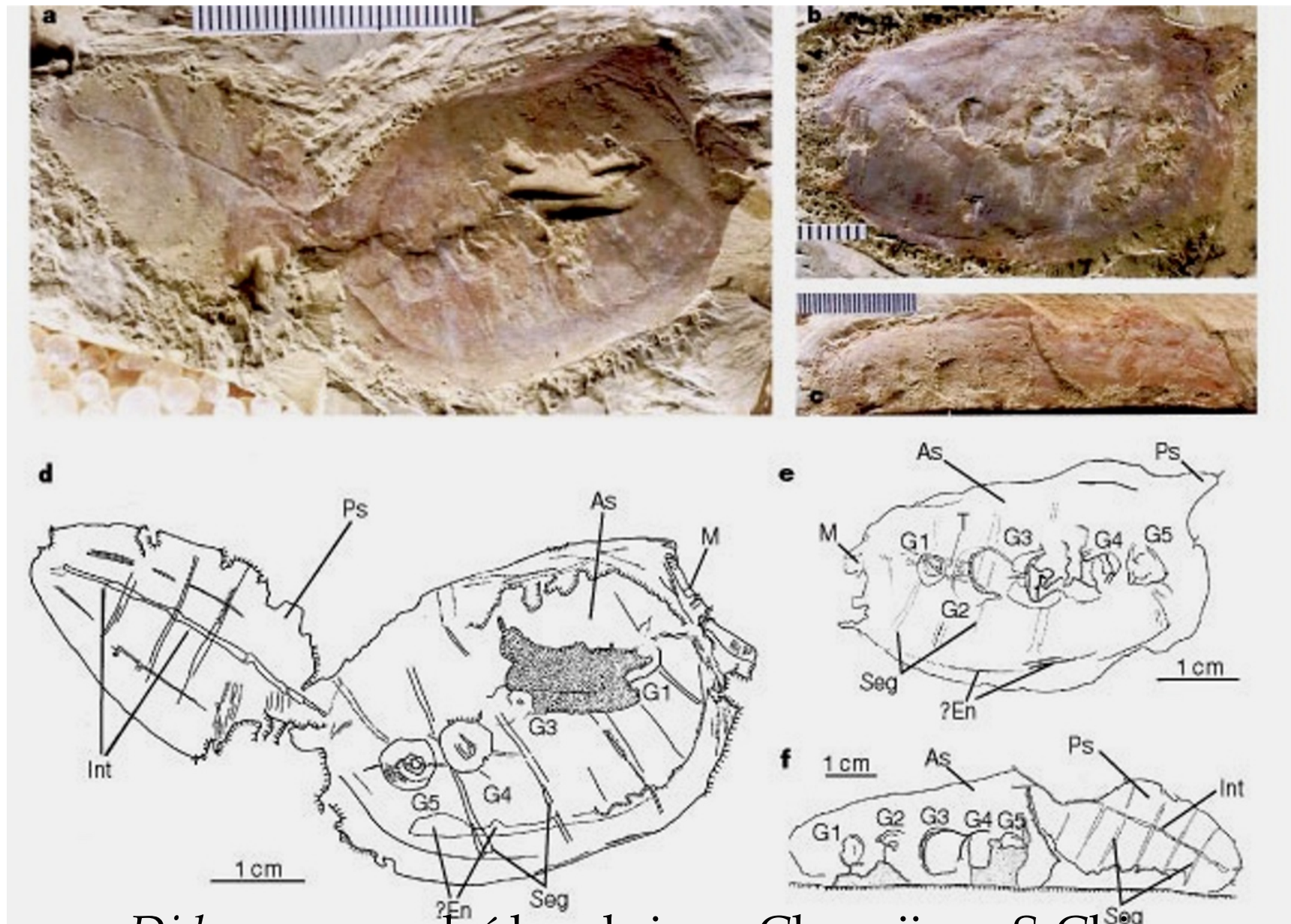
Haikouella lanceolata: modified from Chen et al. (1999)



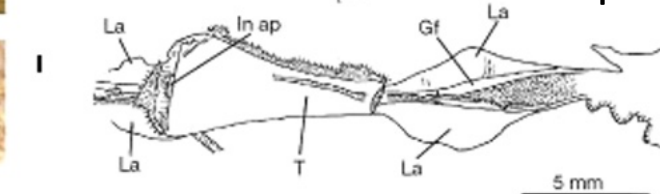
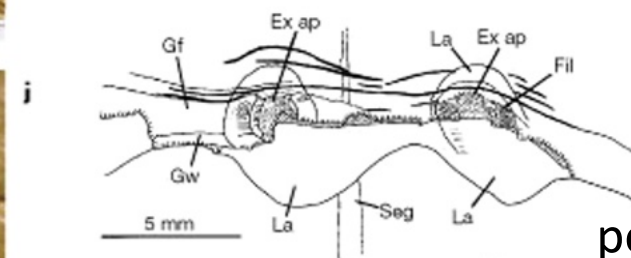
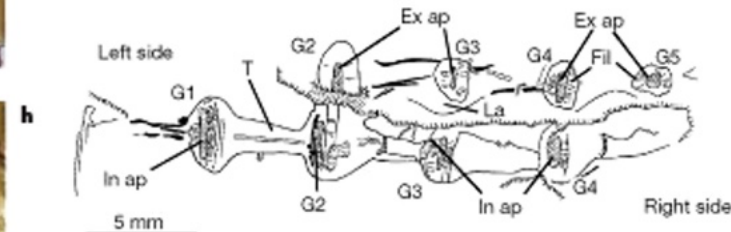
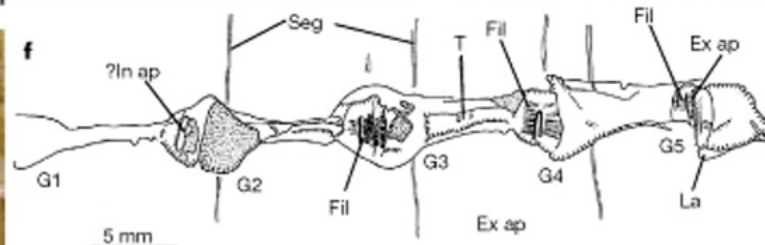
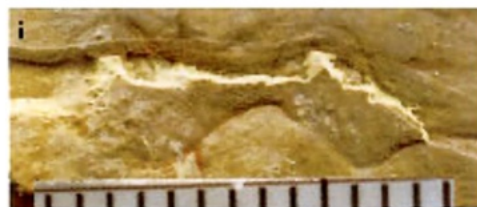
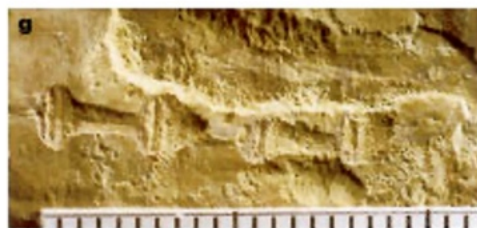
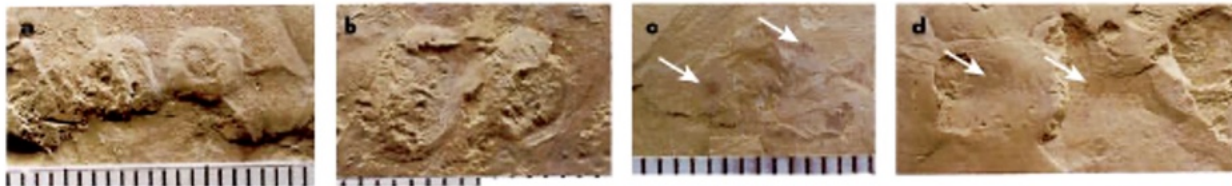
Yunnanozoon



Myllokunmingia



Didazon , spodní kambrium, Chengjiang S-China,

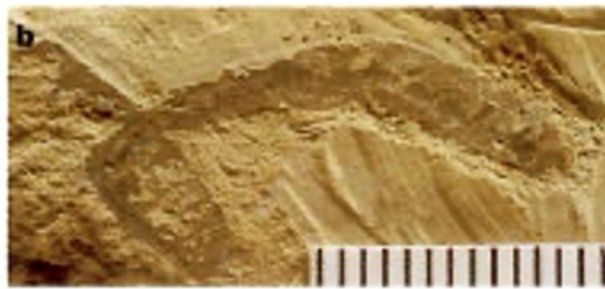


Chengjiang:

**diversifikace
tělních plánů
Chordata**

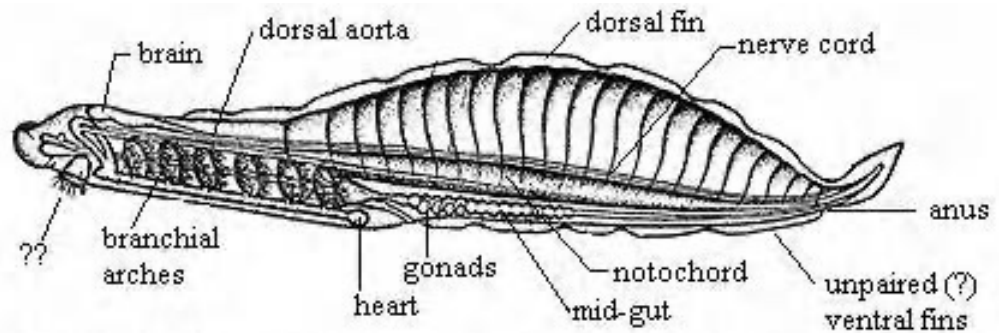
? individuace
žaberních košů –
podobné pláštěncům

Vetulicolia – sesterská skupina strunatců ?, basální Tunicata ?



Chengjiang, Yunnan, S-China, **530 mil.BP**

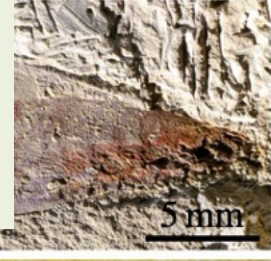
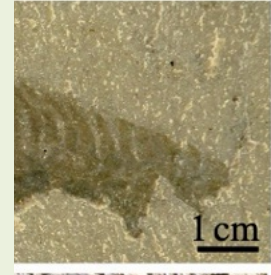
Yunnanozoon, *Haikouella* aj. - spodní Kambrium (starší než Burgess Shale),



Haikouella lanceolata: modified from Chen et al. (1999)

Dominantní fenotyp předků obratlovců/
Olfactores

ambria Severní Ameriky



Cite this article: Lerosey-Aubril R, Ortega-Hernández J. 2024 A long-headed Cambrian soft-bodied vertebrate from the American Great Basin region. *R. Soc. Open Sci.* 11: 240350. <https://doi.org/10.1098/rsos.240350>

Nejnověji: analogi

**společná podivnost:
redukce ocasu,
koncentrace svalstva kolem
příčné středové osy těla**

**proti centrální výhodě nejstarších
strunatců !**

**předpokládaný
LCA Craniata**

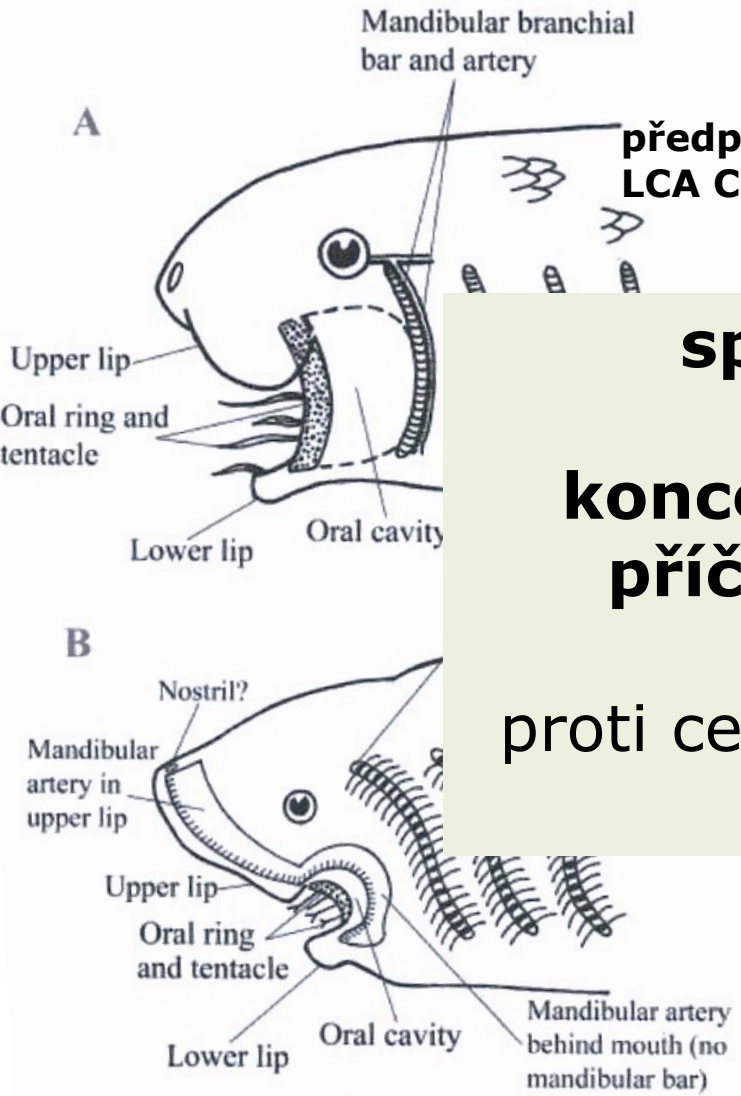
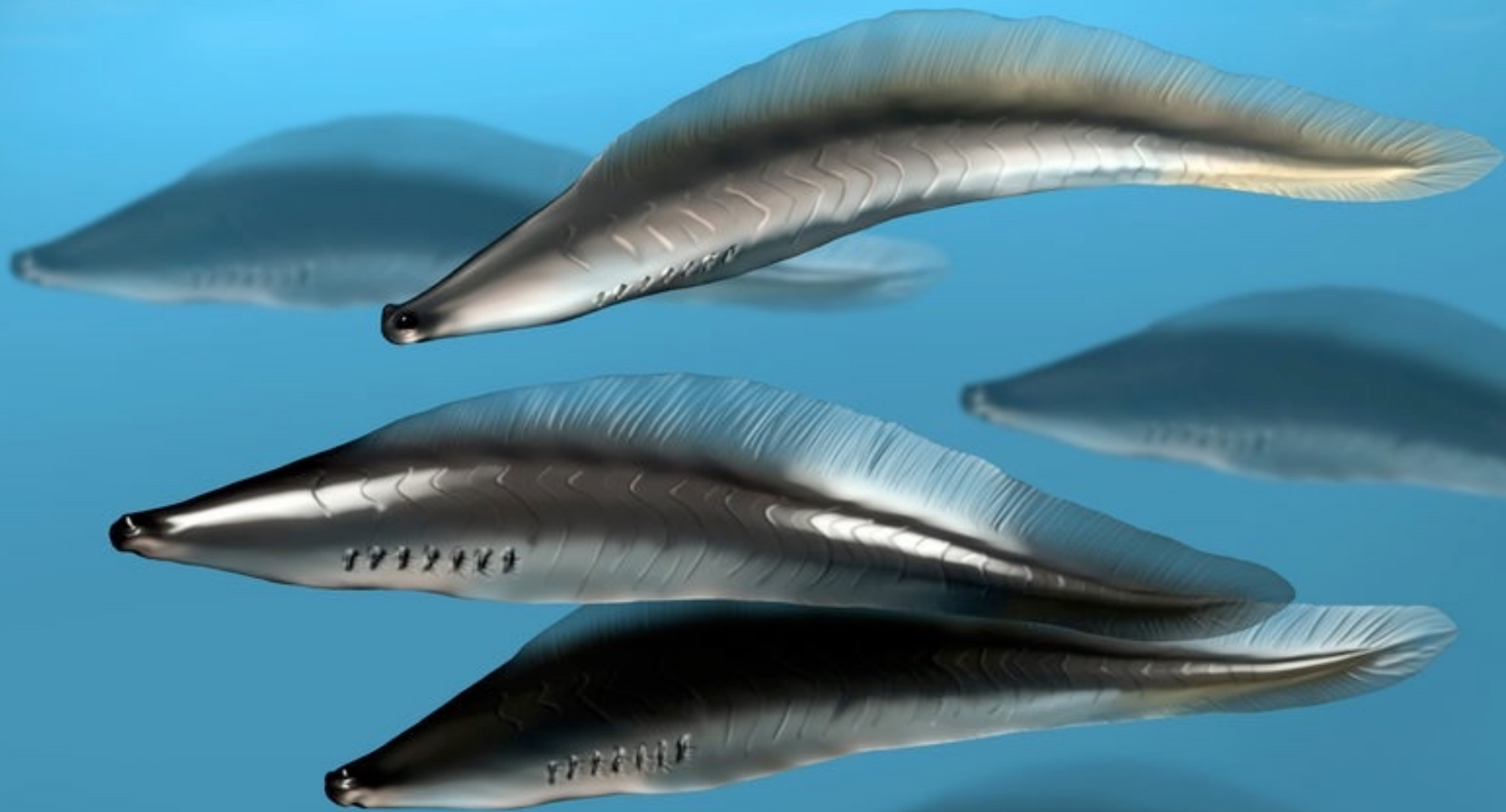


Fig. 16. Mallatt's (1996) reconstruction of the ancestor of all living craniates (A) resembles *Haikouella* (B). Part (A) is based on figures 2E and 26A in Mallatt (1996).

Fosilní záznam vzniku obratlovců 2.

**- *co ve fosilním
záznamu není, ale bez
něj bychom to netušili***



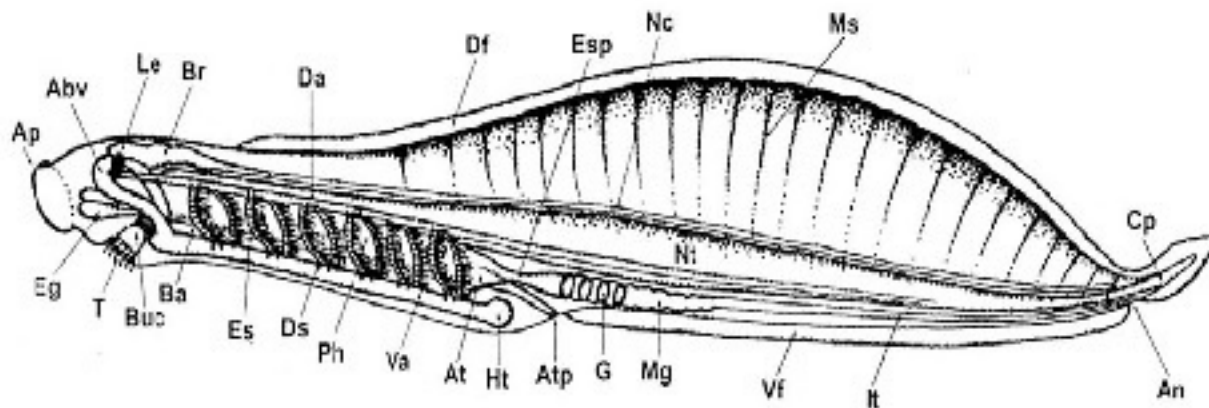
**Nejstarší předkové Olfactores
a
kontextuální výměr jejich evoluce**

Společný předek
Chordata / Olfactores
a první kroky obratlovců
ve fosilním záznamu:

Ekologický context:
konfigurace selekčního tlaku



Haikouella



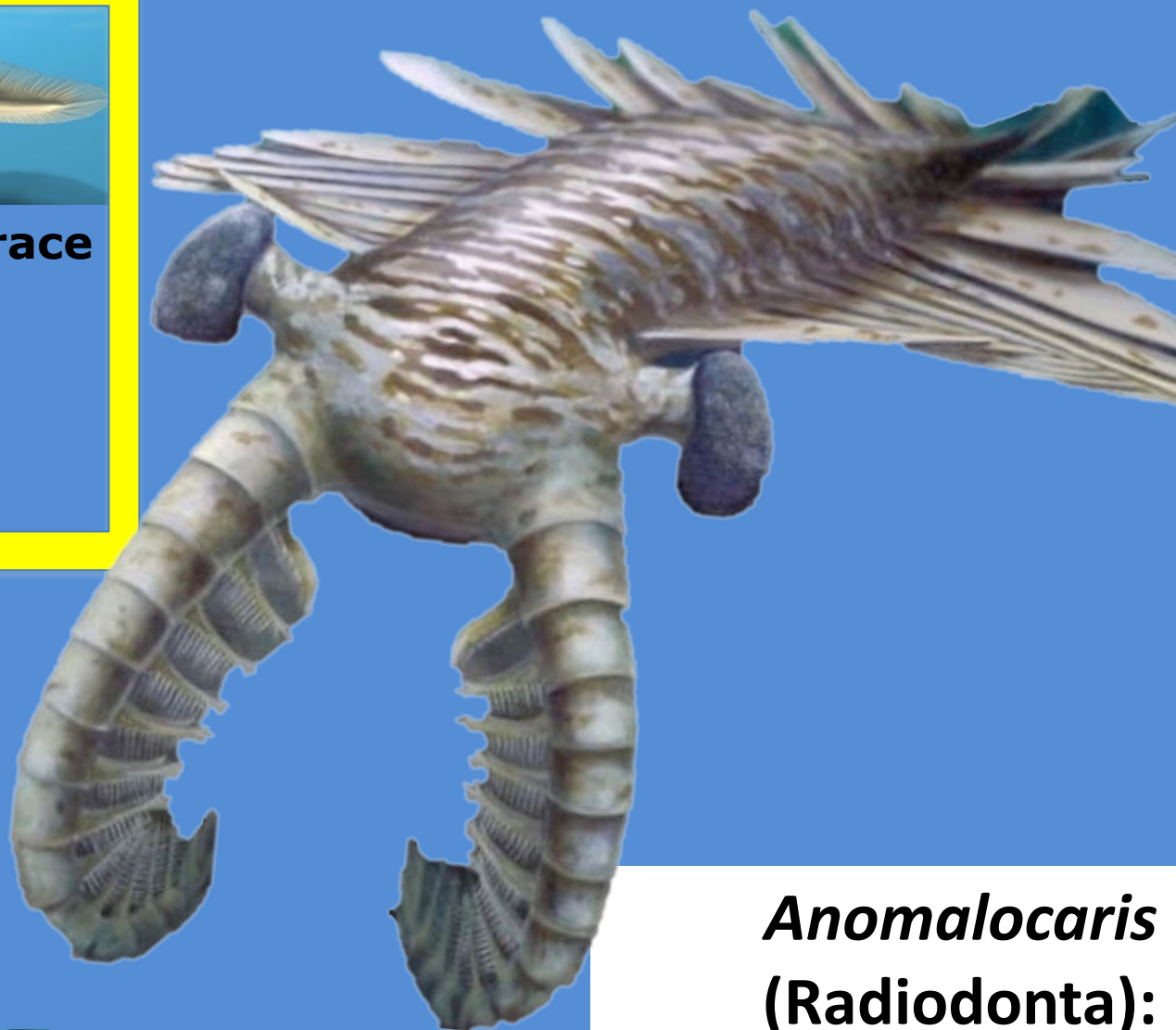


**LCA Olfactores: relatively large chordates (cms),
living in abundant groups**

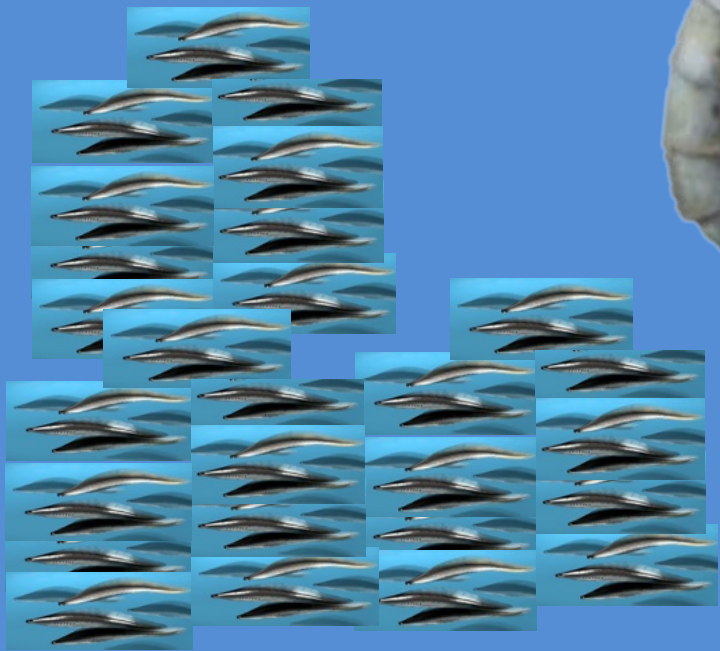


Jednoznačná konfigurace
selekčního tlaku:

**uniknout
monstru !**



Anomalocaris
(Radiodonta):
výkonný kombajn
na spásání našich
předků





**uniknout
monstru !**

pelagiál oceánu

brakické-sladké vody

Genomické
přestavby ?

NC, plakody,
hlava



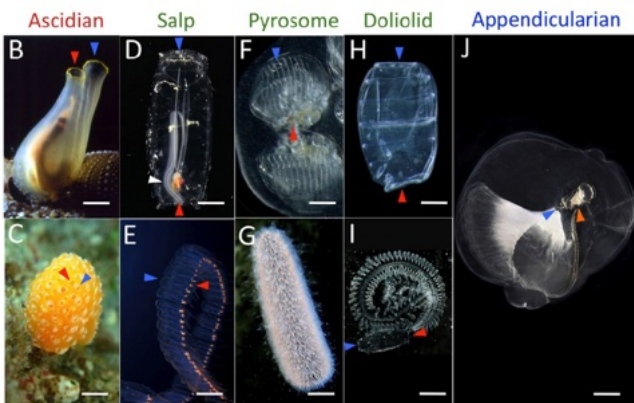
+





**uniknout
monstru !**

**Plášťenci -Tunicata:
Redukce tělesnosti,
celulosový plášť,
nepoživatelnost**



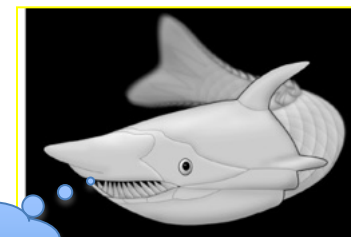
large
hungry
dangerous



in genomic, structural, life
history respects **the most
derived Bilateralia:**
dissolved in oceanic nirvana
disappeared from interest
of any predator
extensive simplifications,
integration via cellulose
tunica, escaping from
constraints of individuality



sorry, poor
vertebrate



plethora ways
of complexity
increase



- * **mineralisovaný krunýř**
- * **zvětšení těla**
- * zvýšení smyslové, pohybové a
potravní výkonnosti
- * mělkovodní prostředí

Tunicata

Craniata

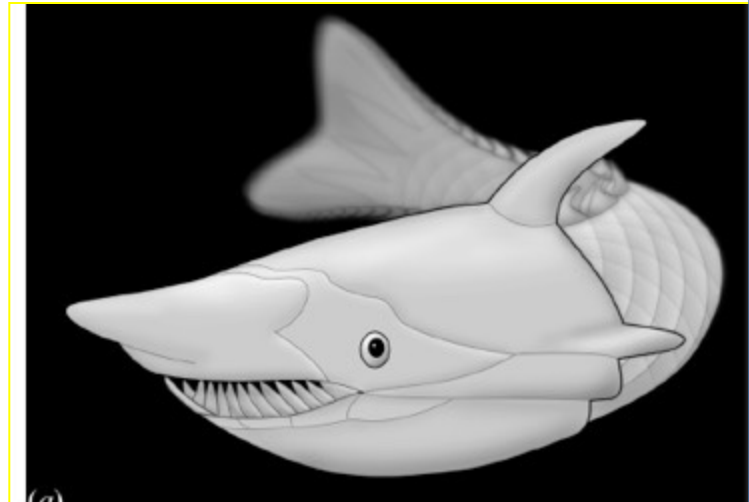
Anomalocaris



**Mineralisace
povrchu těla –
kostěný pancíř:
radikální
omezení
působení
predátorů**



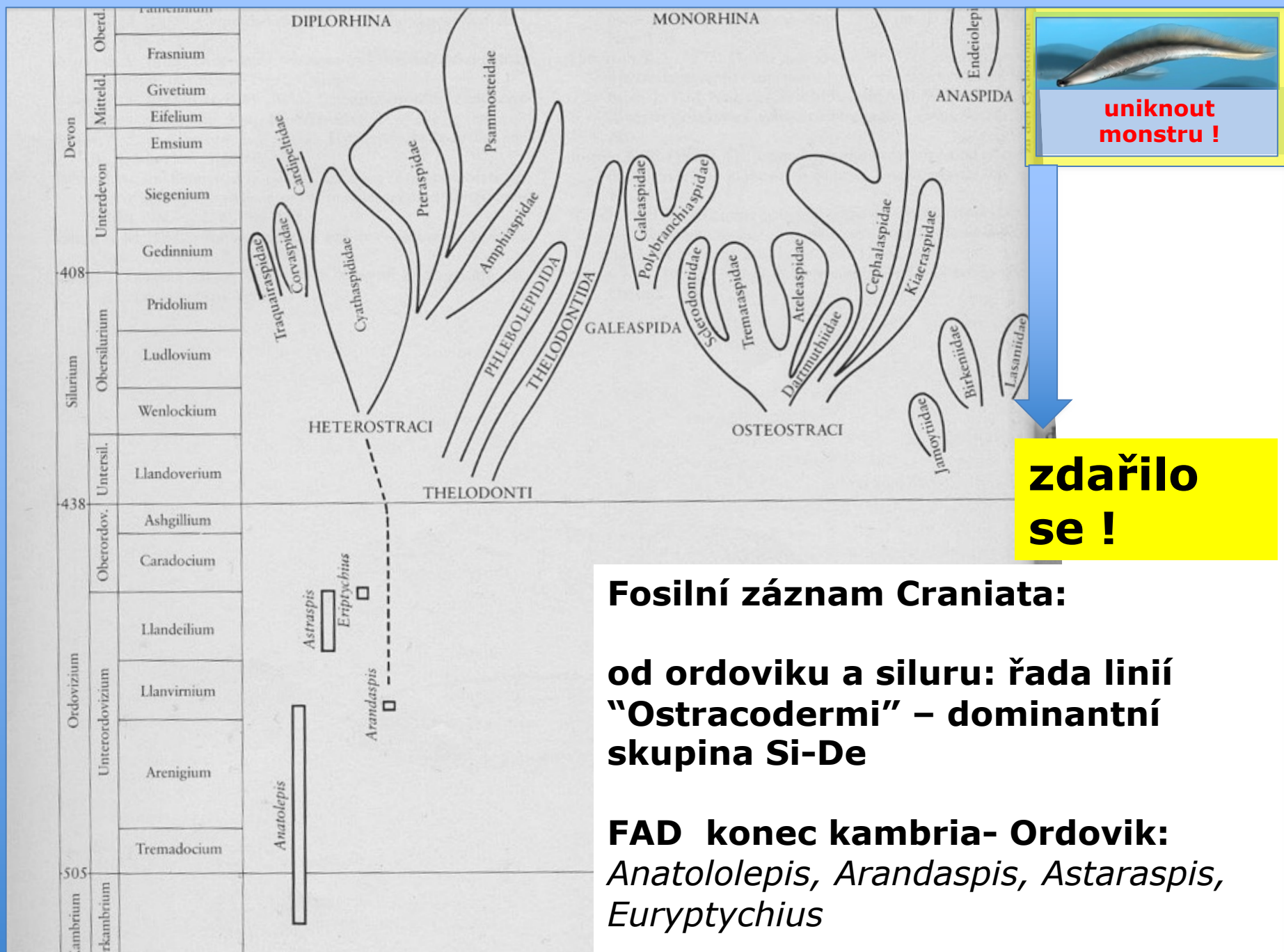
Opabinia





**uniknout
monstru !**

**Craniata:
Ochranný krunýř:
exoskelet**



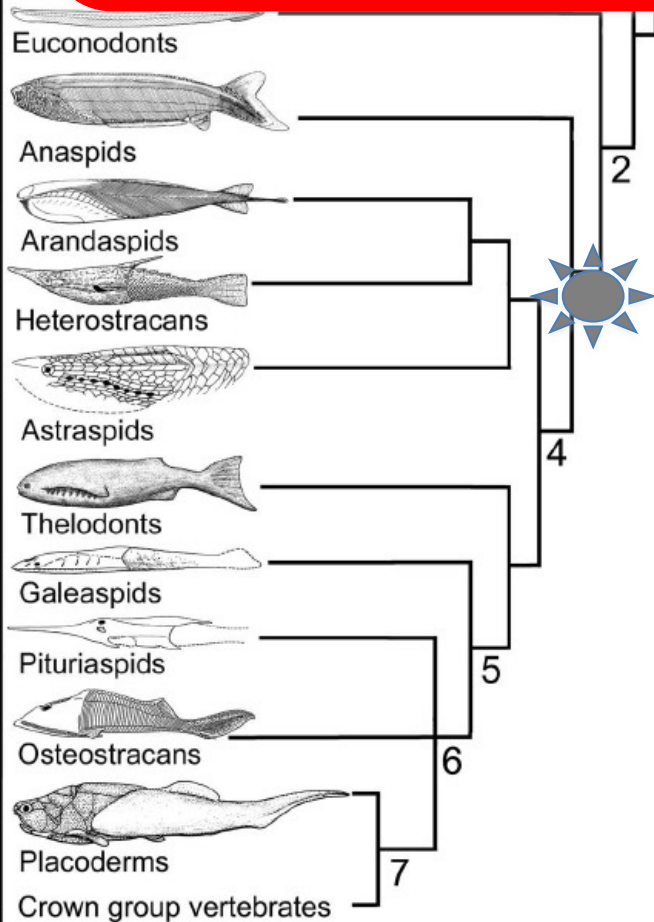
Fosilní záznam Craniata:

od ordoviku a siluru: řada linií
"Ostracodermi" – dominantní
skupina Si-De

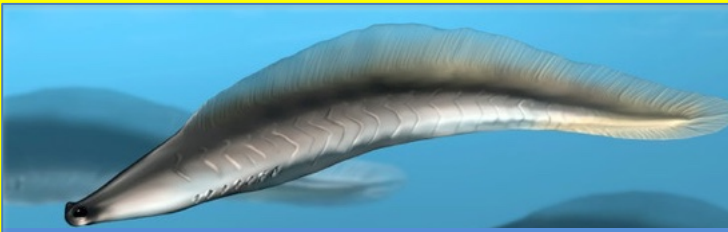
FAD konec kambria- Ordovik:
Anatolepis, Arandaspis, Astaraspis, Euryptychius



klíčový faktor, ale ..
až od konce ordoviku
→ ca. 80 My po
vzniku skupiny !



odontodová kaskáda,
HAP mineralisace
mineralisation
← **neurální lišta** s početnou
dermální populací,
genetický aparát mineralisace
(SCPP geny)



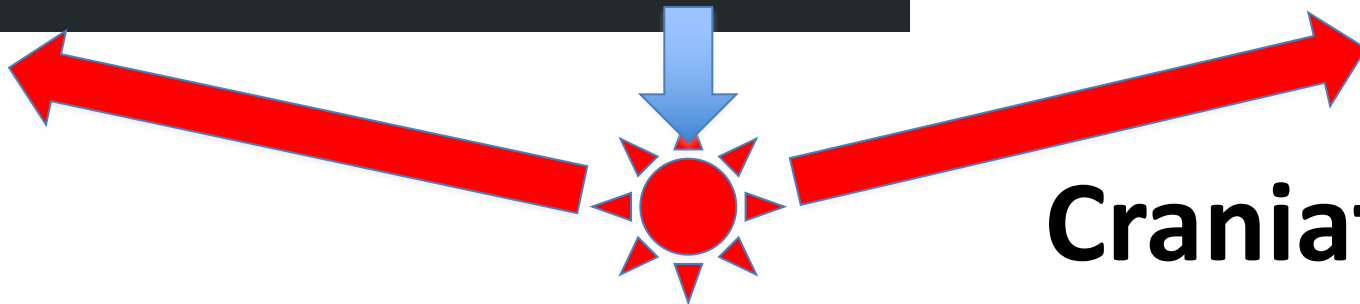
**uniknout
monstru !**



**Trvalo to 80 mil.
let !**

**Na počátku
muselo být něco
jiného ... !**

- *mineralised exoskeleton
- *enlarging body size and
- *vstupní smyslové a
pohybové schopnosti
shallow waters



Craniata



**uniknout
monstru !**

**Pohybové
disposice ?**



*paraxialní příčně
 žíhaná svalovina
 *post-anální ocas
 *posterior Hox
 gene(s)



LCA
Chordata



stupní možnosti



Jednoznačná konfigurace
selekčního tlaku:

**uniknout
monstru !**

vstupní smyslové a pohybové schopnosti

**(1) včasná registrace
nebezpečí**

(2) operativní zachovná akce

ad (1): Smysly
Nervový systém

(+/- hlava)



**uniknout
monstru !**

**(1) Dálková registrace
nebezpečí:
ZRAK**

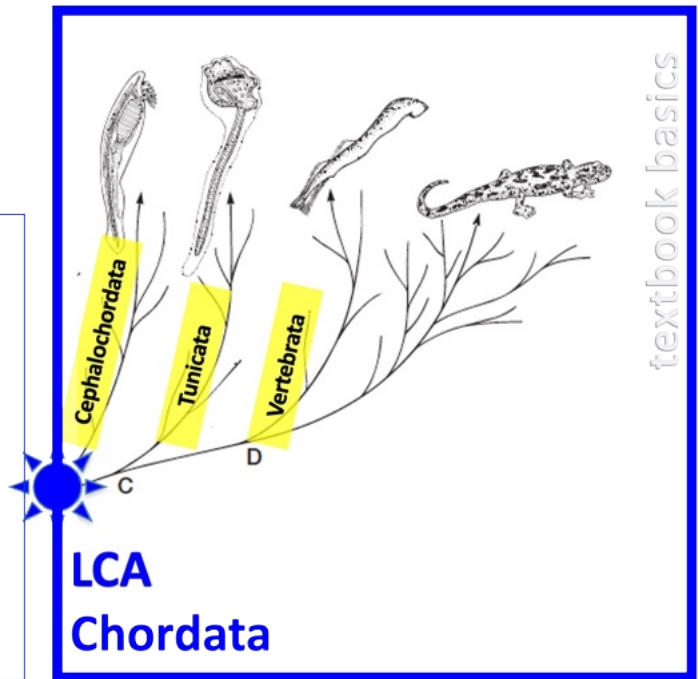


**Oko + zraková dráha →
základní smysl obratlovců
!**

(2) Efektivní zachovná akce ?

??

- *notochord (*Shh*)
- *neural tube
of rhombomeric organisation
- *metameric –
somitic
mesoderm
- *paraxial striated
muscles
- *post-anal tail
- *posterior Hox
gene(s)



**S tímto vstupním
vybavením ?**

A *convulsion-release* reaction: a shoot away of the group,
→ the way to survive

indicated by direct
fossil record !



eidetický posun
funkce notochordu

1 mm

Haikouella: reduced tail (!), largest muscles at
centre of body → disposition to lateral convulsion

A *convulsion-release* reaction: the way to escape

indicated by direct
fossil record !



a *rapid* convulsion should be started from a single
centre via the monosynaptic connection (beyond
control of segmental reflexes, cf. bipolar neurons in tunicate larve)

bylo to ve
vodě!



to act as antipredation cue the centre is to be directly (monosynaptically) connected with a **sensoric system** enabling distant predator recognition – **eye**

bylo to ve
vodě!

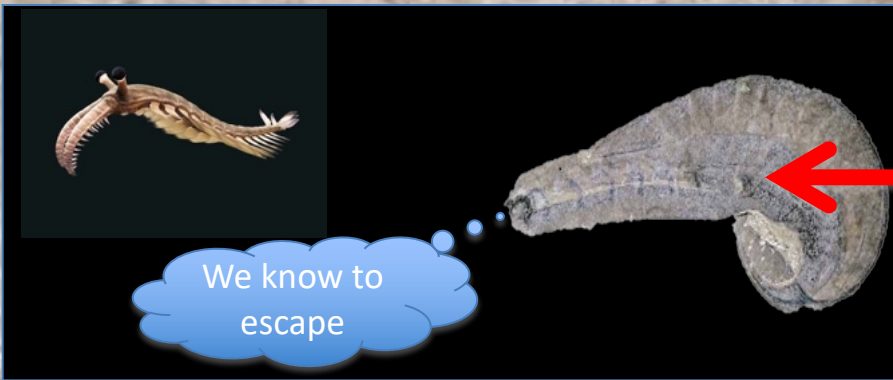


Chiasma opticum

(fixované jednoznačnou predací selekcí):

drobná topologická úprava, která spasila naše předky
a nastartovala jejich příští rozvoj

A



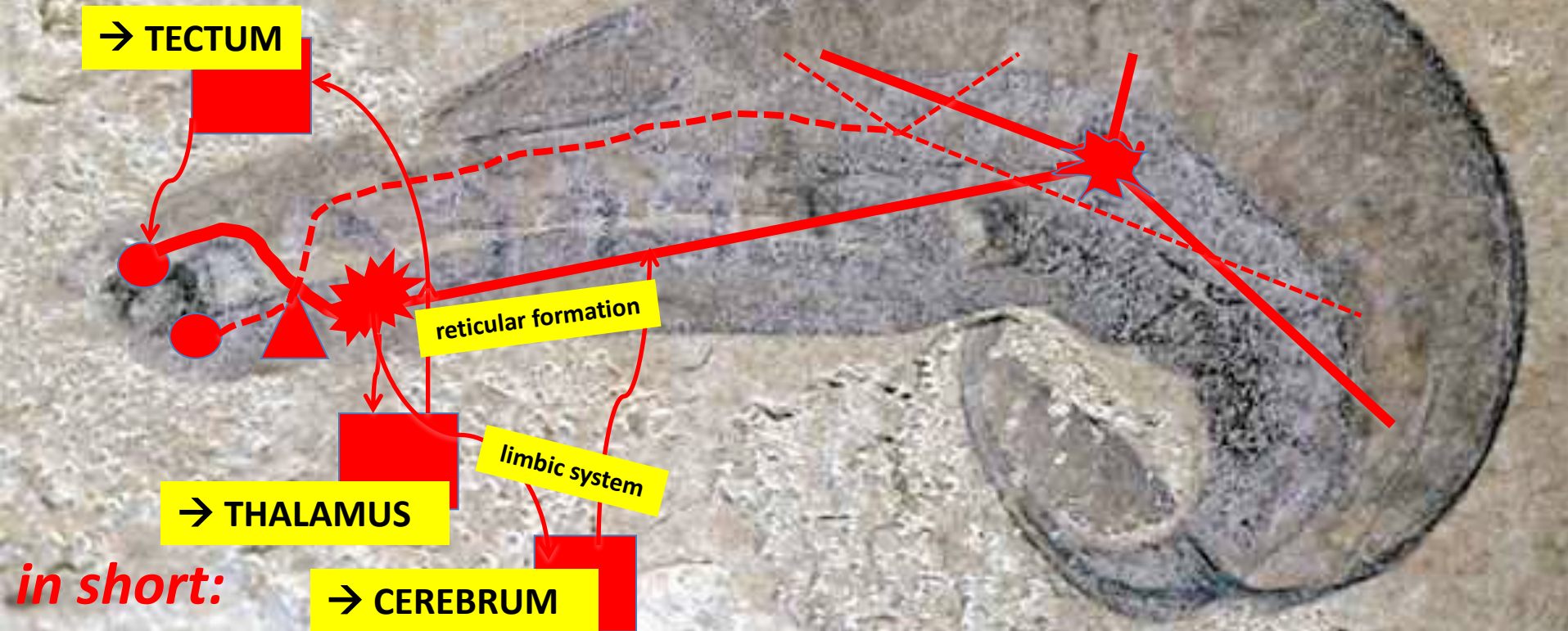
CSC "ecological aspect"

- * **eye** – distant sensing
- * a reduced number of segments (increased velocity of spinal neural integration)
- * faculty of lateral convulsion
- * its monosynaptic activation
- * monosynaptic connection with eye
- & * **optic chiasma**

Next step: To reduce enormous energetic costs related to performance of the reaction → Contextual control of visual input, prevention of improper release of the reaction

- semantic trigger between eye and the effector → *reticular formation*
- refining a control on visual sensing and its semantic signatures
- scalling the reaction (humoral forcing etc.) → *hypophysis*
- memory-based semantic analysis with neural matrix of divergent proper reactions → *cerebrum*

A



Organisační centra prechordálního mozku vznikají jako doplňující prvky vizuálně-motorického systému (se silnou selekční podporou funkčních výstupů). Ustavují se v prostorové doméně mimo vliv rhombomerické kontroly (Hox). Vsupním předpokladem je tu vznik prechordální vakuity.

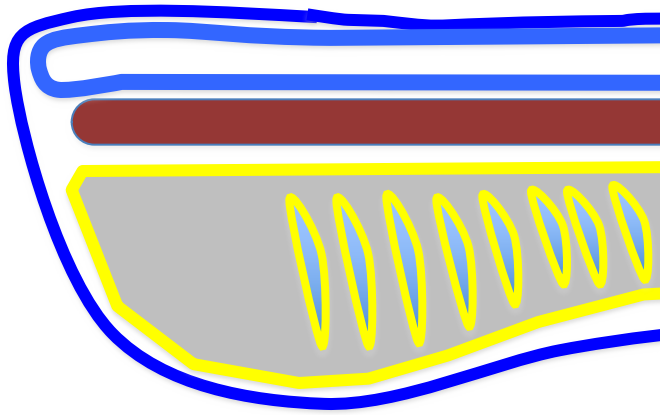
B



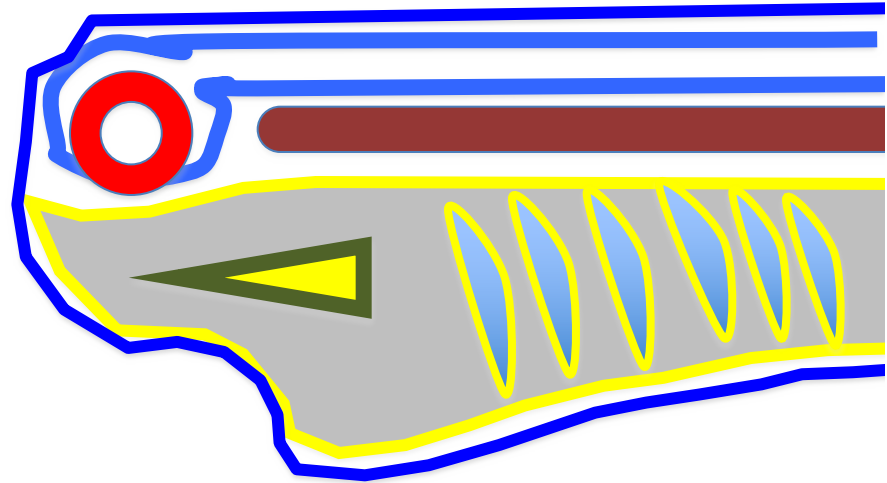
which was
developmental
drive of these
rearrangements?

a prechordal
vacuity?

Organisační centra prechordálního mozku vznikají jako doplňující prvky vizuálně-motorického systému (se silnou selekční podporou funkčních výstupů). Ustavují se v prostorové doméně mimo vliv rhombomerické kontroly (Hox). Vstupním předpokladem je tu vznik **prechordální vakuity**.



prima figura of
chordate LCA



prima figura of vertebrate
transformation

B



1 mm

→ **preoral endodermal expansion :**
key driving factor of
vertebrate head evolution

**Zvětšení ústního
prostoru**

feeding efficiency

**zvětšení žaberních
štěrbin**

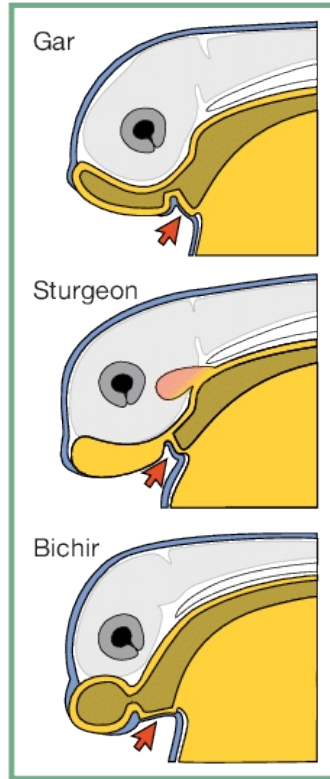
breathing efficiency

**emancipace prechordální
oblasti ze řádu metamerní
segmentace**

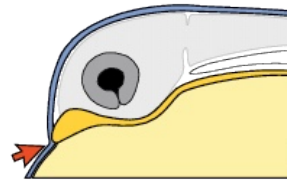
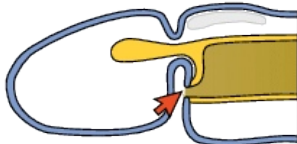
**a spatial domain for
anterior expansion of
neuroectoderm
→ (NC + brain)**

b

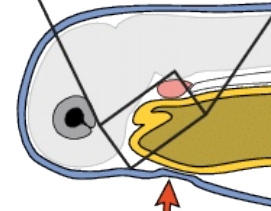
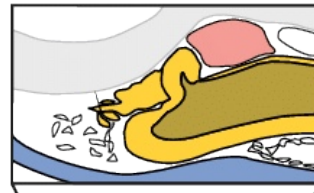
- Ectoderm
- Endoderm
- Foregut cavity
- Brain
- Notochord
- Head cavities
- Mouth



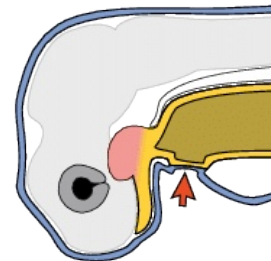
Acorn worm



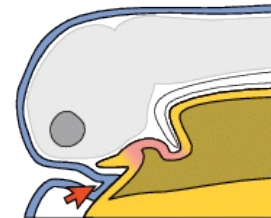
Teleosts



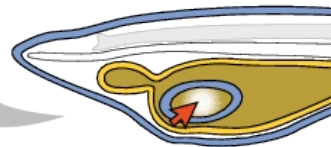
Amniotes



Shark



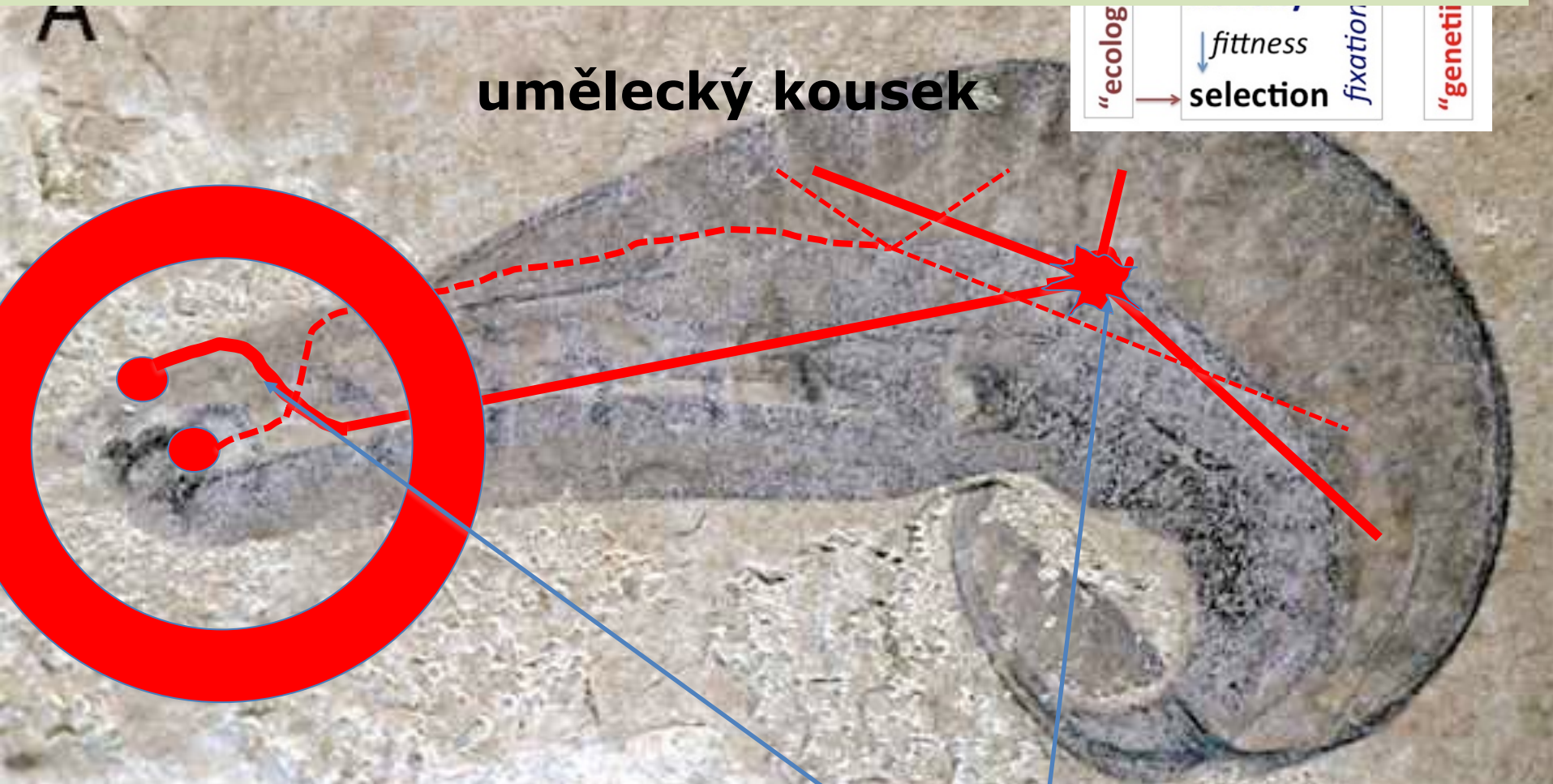
Hagfish



Amphioxus

The **preoral gut** discoveries by **Robert Černý lab** (comp. M.Minařík et al. 2017) demonstrated the vital heritage of the earliest driving dynamics in vertebrate development

Milník ... v historii obratlovců



*změna kontextu: (s chordou lze pracovat jinak)

*elementární topologická operace: (neurální spojení napříč)

M.Duchamp: Studánka / Fontána – nejvýznamnější umělecký počin 20. století



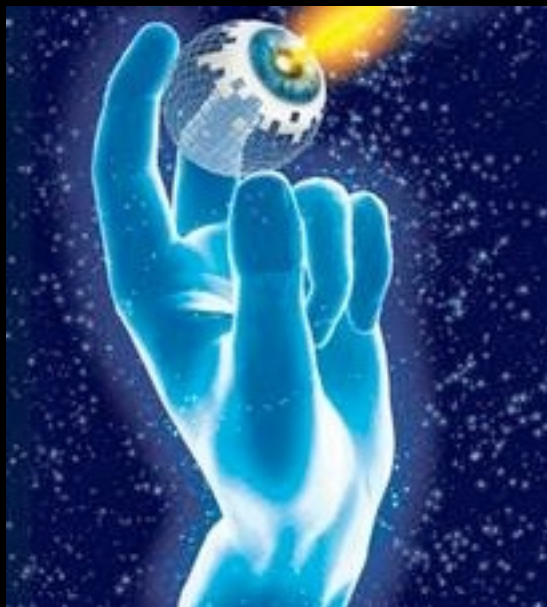
*změna kontextu

*elementární topologická operace



Vrabec v hrsti





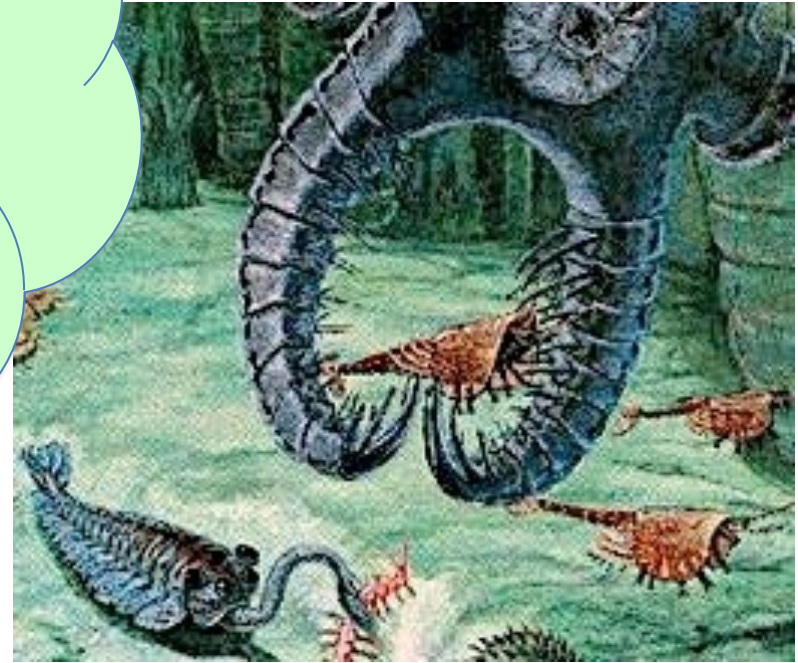
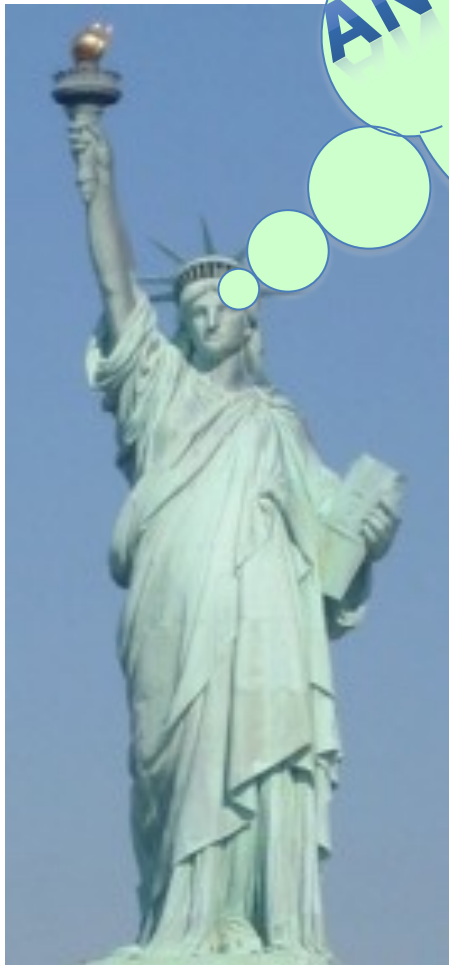
**mnohé podivnosti dneška
(zvláštnosti korunových
skupin apod. a jejich
vlastností) můžeme - bez
pohledu do minulosti
a odpoutání od pragmatiky
tvrdé vědy-
sotva pochopit**

Message:

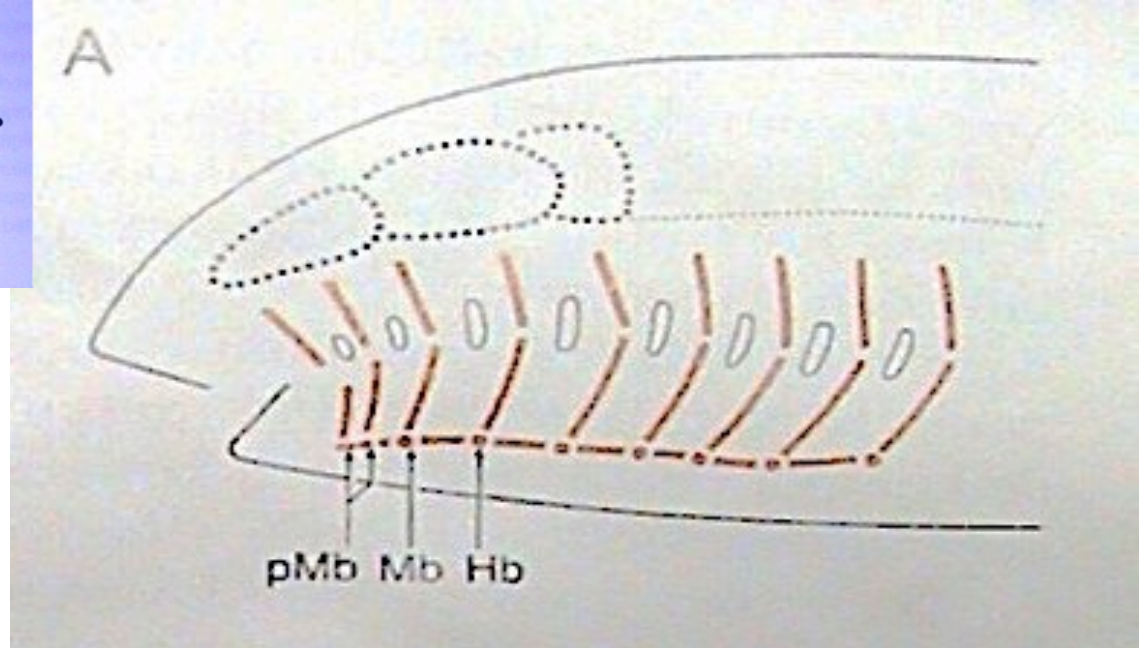
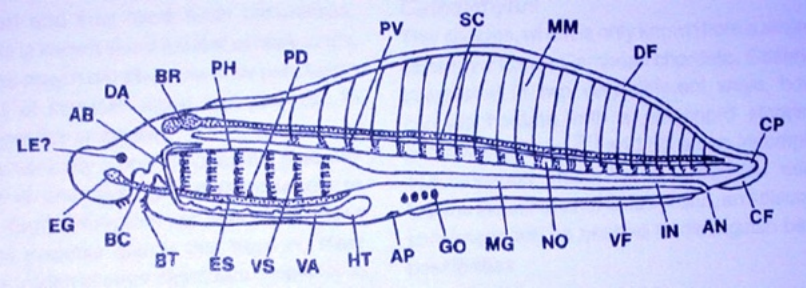
Fenomeny jako předústní střevo nebo chiasma opticum názorně dokládají, že leccos v biologii dává smysl pouze prismaticem operačních postupů eidetické biologie a starobylých analytických nástrojů typu *reductio ad primam figuram* či obskurních konceptů typu hlubinné homologie.

Nezájem mainstreamových bádání a čítankových výkladových rámců o podobné fenomeny, nemusí být pak příliš v souladu s jejich faktickým významem.

**ANOMALOCARISOVÉ
DĚKUJEME !**

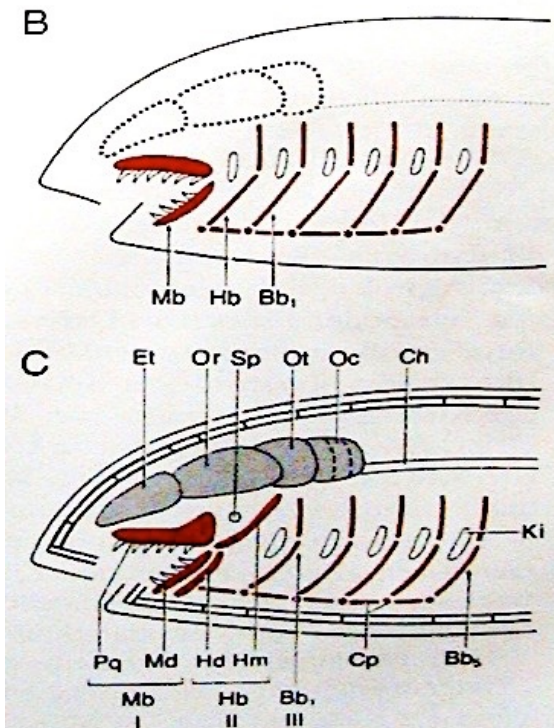


***Predace specialisovanými členovci
– klíčový faktor naší minulosti***



***Zvětšení žaberních štěrbin (větší plocha dýchacího epitelu) - nutnost flexibilní mechanické opory →**
***žaberní oblouky – chrupavka → svalstvo aktivně ovládající žaberní štěrbiny –**
branchiomernické svaly

čelistnatci: přestavba 1. a 2. páru na čelisti



Fosilní záznam



Dává smysl teprve v kontextu s výstupy
srovnávací a **ontogenetické**
metody a jejich funkčních interpretací

