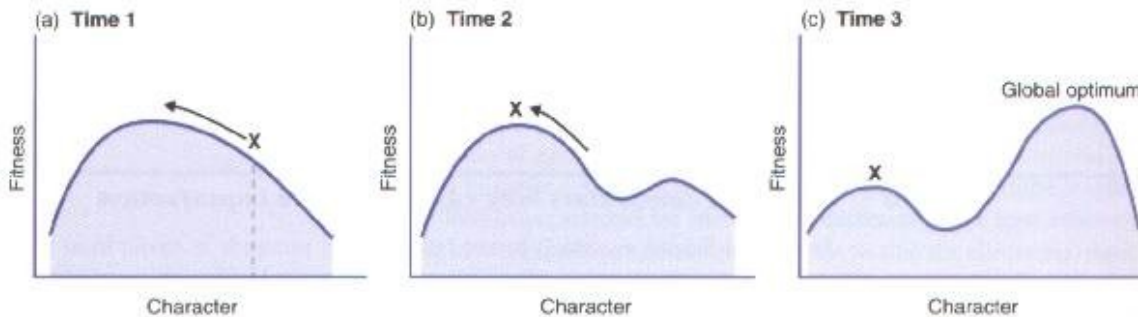
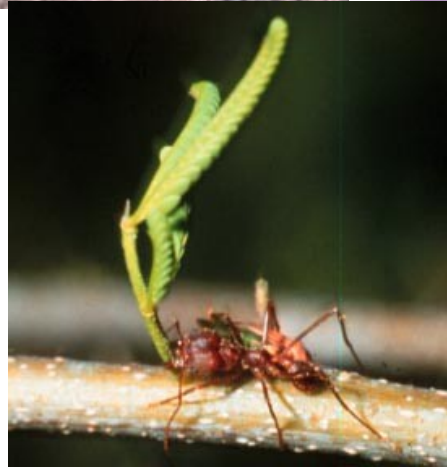
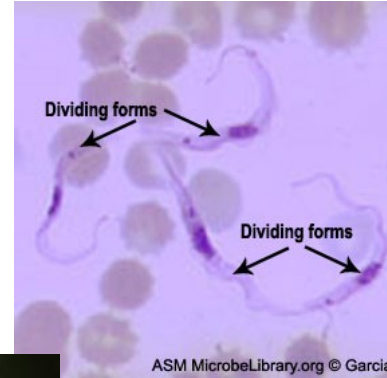
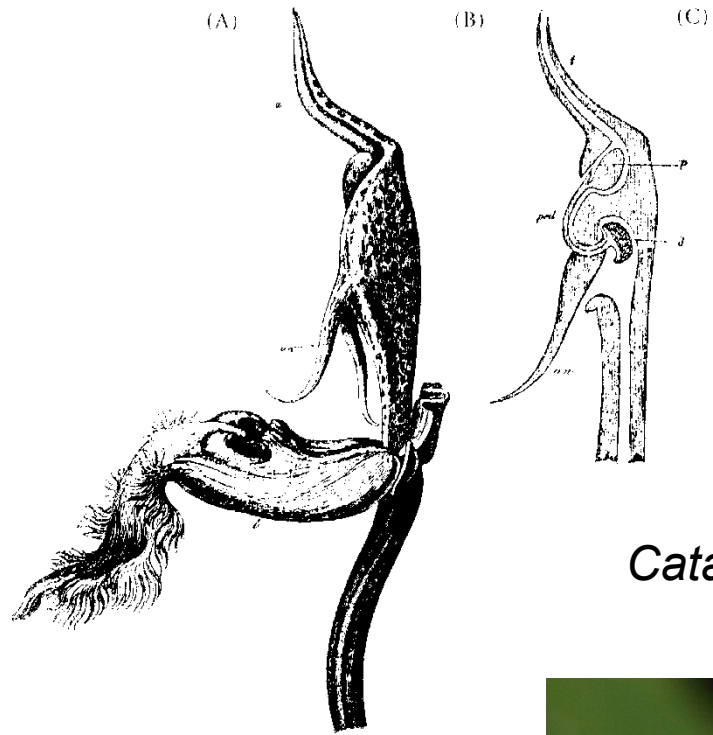


# ADAPTACE A PŘÍRODNÍ VÝBĚR



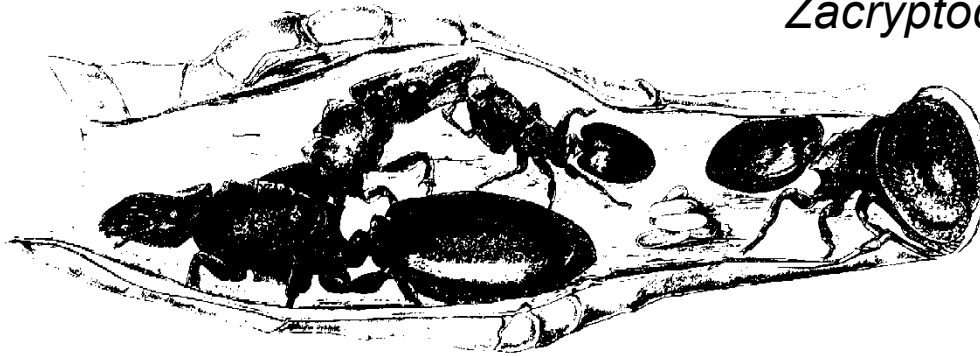
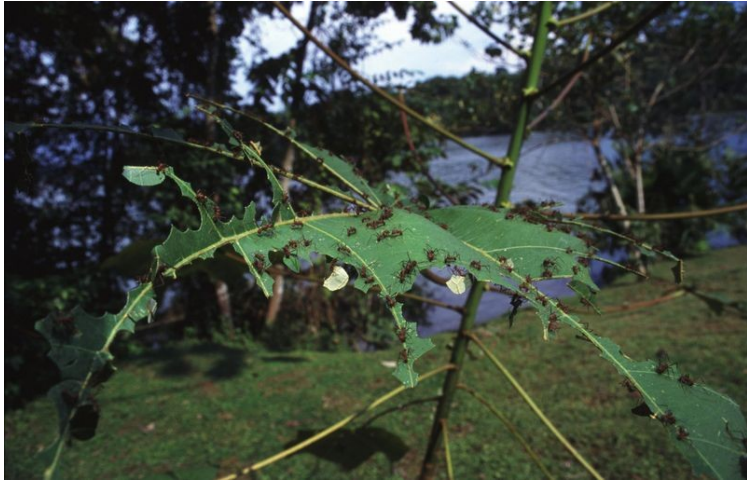


*Catasetum saccatum*



*Chiloglottis formicifera*

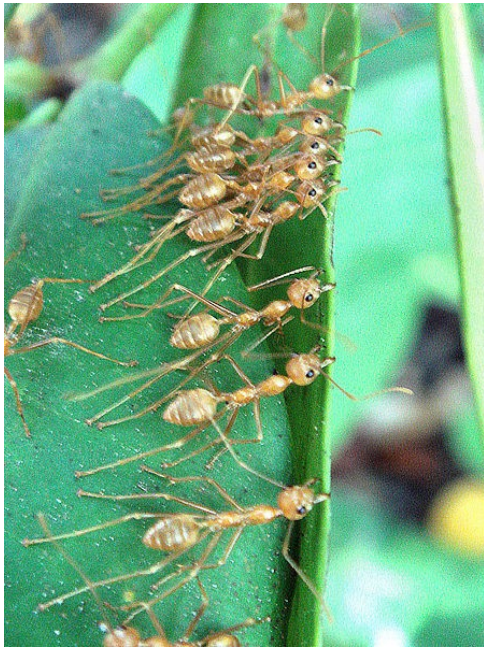
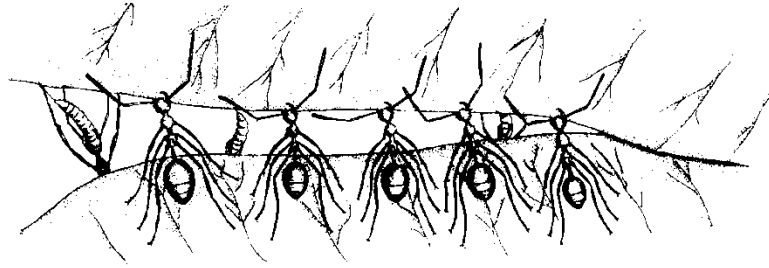
*Atta, Acromyrmex*: větší dělníci - krájení listů,  
vojáci - jejich ochrana,  
malí dělníci - žvýkání listů, pěstování hub



*Zacryptocerus varians*



*Oecophylla smaragdina*



parazité × hostitelé

**life-history strategie** = časování a způsob investování do přežití a reprodukce po celé období života jedince

např. načasování pohlavní dospělosti, zrání a stárnutí,  
počet a velikost potomstva,

reprodukce jedenkrát za život (*semelparity*) vs. opakovaně (*iteroparity*)

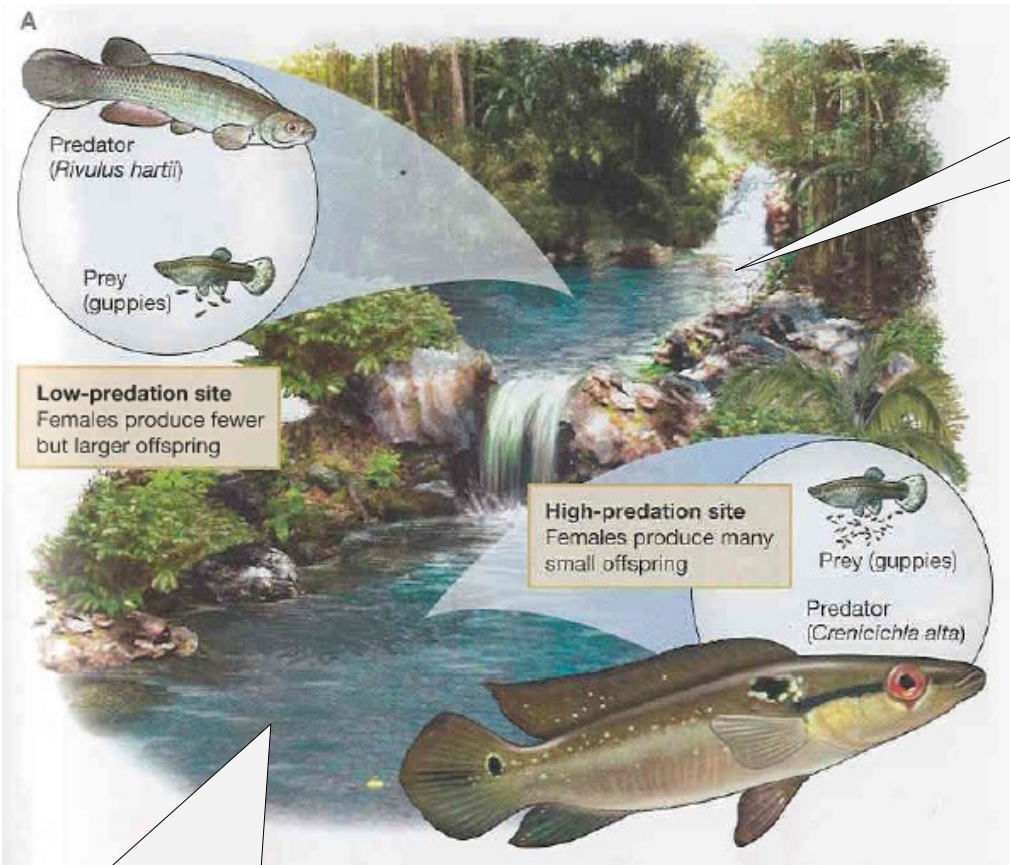
Př.: paví očka (gupky) na severu Trinidadu a Tobaga:

horní a dolní toky odděleny vodopády → bariéra pro gupky i predátory

horní: mírný predáčnický tlak (*Rivulus hartii*)

dolní: silný predáčnický tlak (např. *Crenicichla alta*)

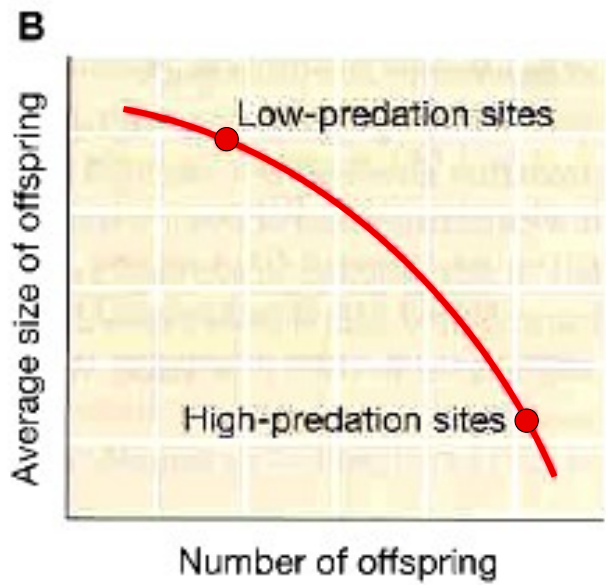
→ odlišné zbarvení, antipredáčnické chování, life-history parametry  
(odlišný počet a velikost potomstva, věk první reprodukce, časování senescence)



méně většího potomstva,  
pozdější reprodukce

více menšího potomstva,  
dřívější reprodukce

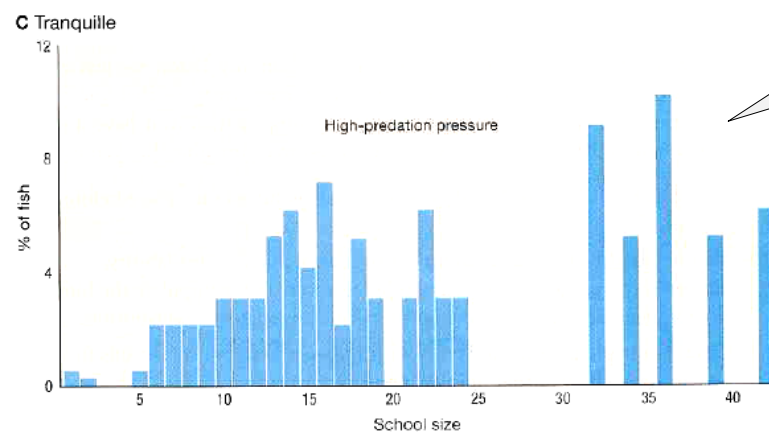
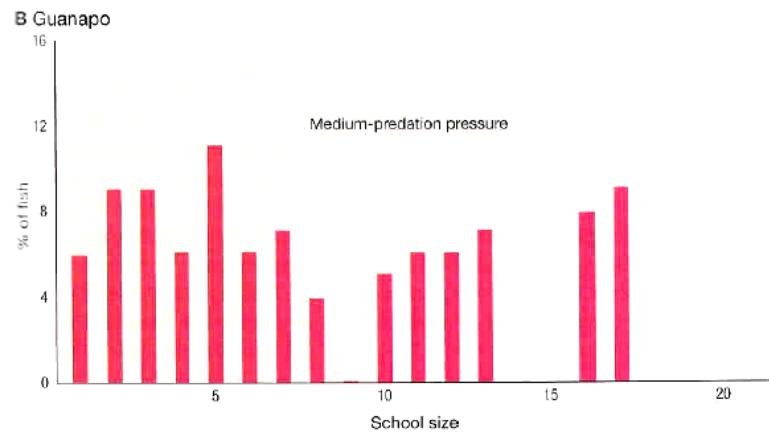
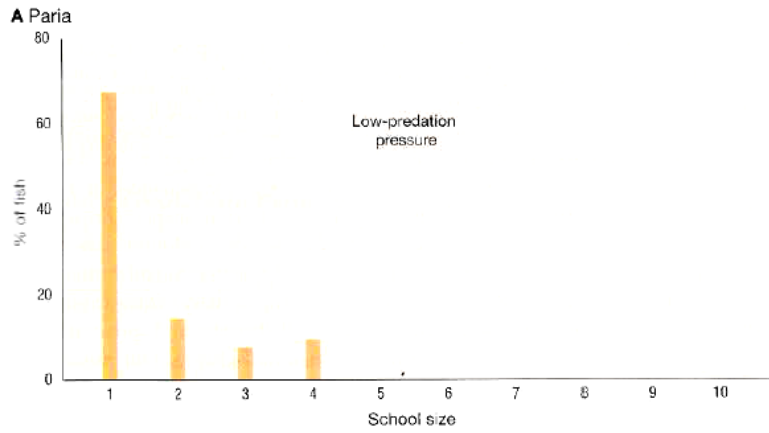
evoluční kompromis (*trade-off*)



David Reznick, John Endler et al. (1990):

transport 100 samců a 100 samic z dolního toku na horní →  
po 5 a 12 letech měly samice méně většího potomstva  
tato vlastnost dědičná





gupky ze silněji predovaných oblastí tvoří větší a těsnější hejna



## Co musí evoluční teorie vysvětlit:

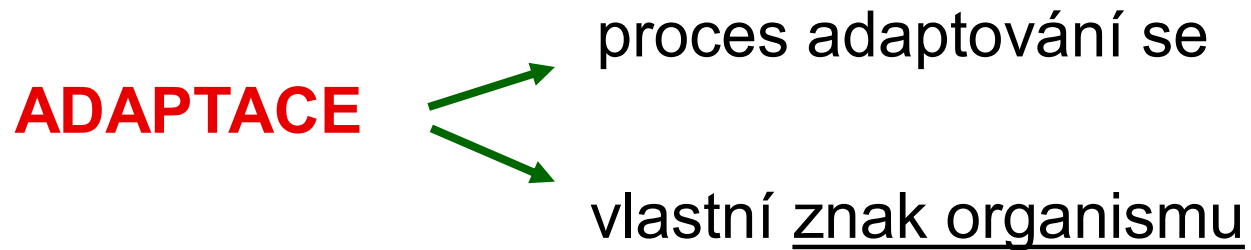
vznik složitých adaptací

vznik znaků, jako rekombinace, pohlavní rozmnožování, programovaná délka života včetně senescence a smrti, posunutí segregčního poměru, které nositeli nepřinášejí (nebo zdánlivě nepřinášejí) užitek

kooperace v rámci druhu a mezi druhy × antagonismus v rámci druhu (např. infanticida) a mezi druhy (např. kastrace hostitele parazitem)

„škodlivé“ adaptace (např. včelí žihadlo)

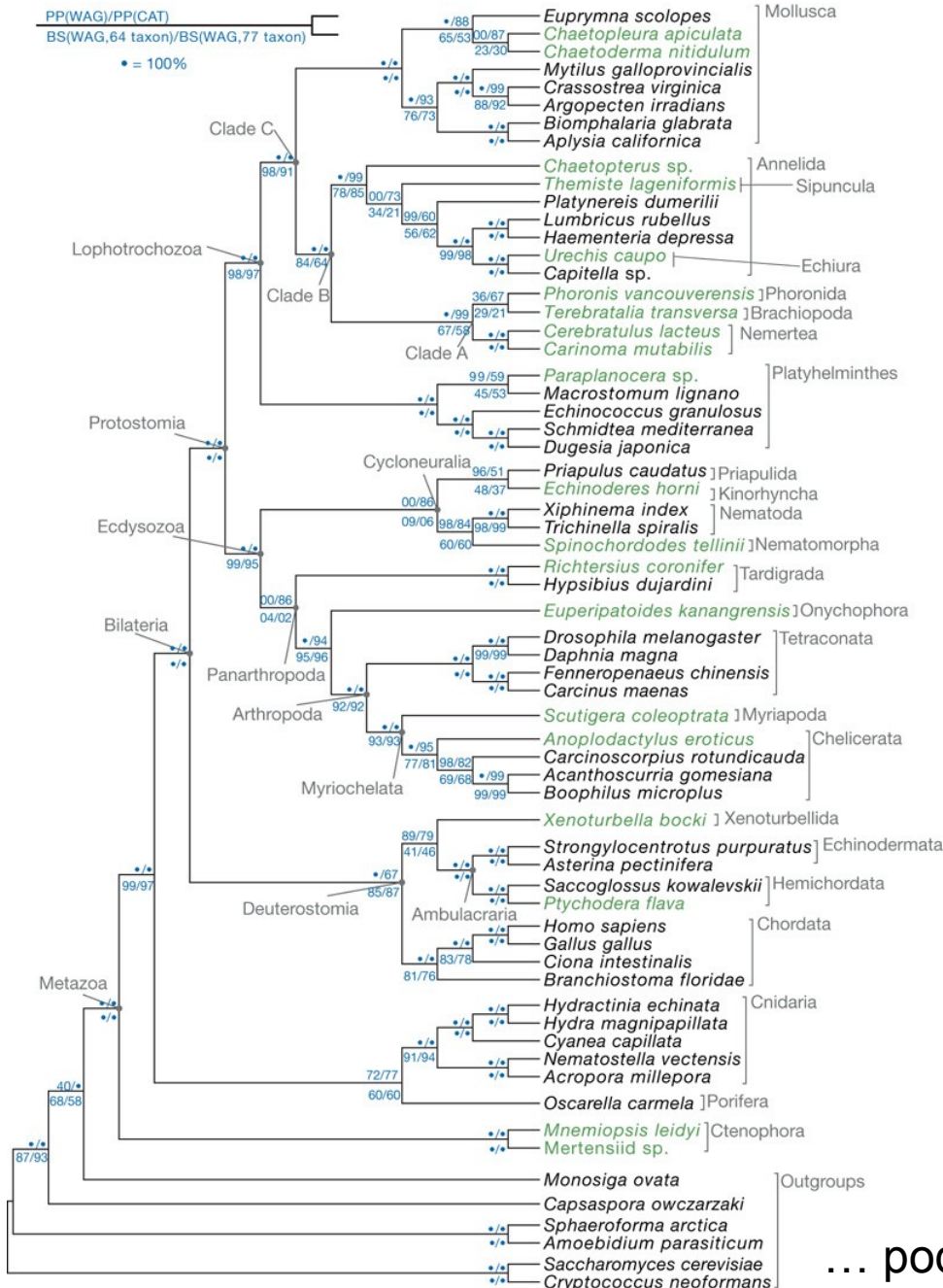
# ADAPTACE



znak, který svému nositeli umožňuje lépe přežít a rozmnožit se

podmínkou přírodní výběr, ohled na historii

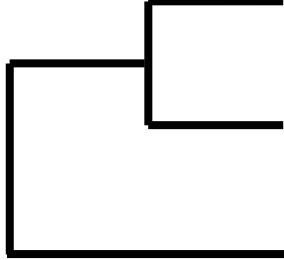
(bezkřídlost blech × Collembola)



chvostoskok nemá křídla, protože jeho předci je nikdy neměli



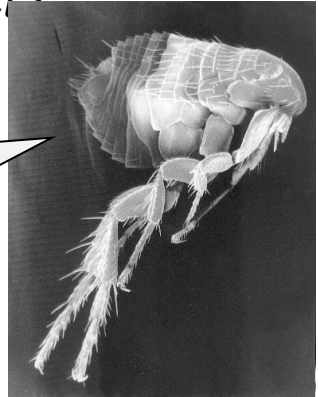
Collembola



Protura

Insecta

blecha křídla ztratila sekundárně



... podobně bezkřídle druhy octomilek atd.



*Heterocephalus glaber*



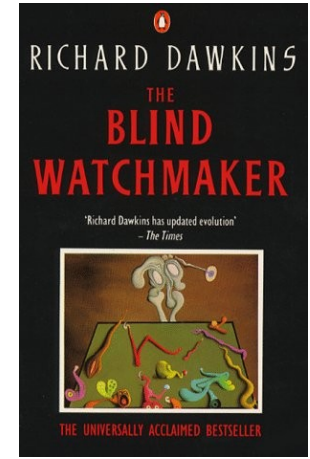
*Fukomys* sp.

adaptace známy již dříve - filozofové, přírodní teologové  
(sv. Augustin, sv. Tomáš Akvinský, William Paley)

přirovnání k hodináři, dnes „*argument from design*“

× David Hume

Richard Dawkins: „Slepý hodinář“ (*Blind Watchmaker*)



Vysvětlení adaptací:

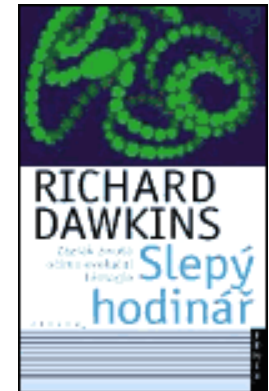
nadpřirozená bytost

lamarckismus, adaptivní mutace

zebra a lev: schopnost zesílení svalstva sama o sobě adaptivní

ortogeneze ... mechanismus?

přírodní výběr



# Koadaptace

= složité adaptace, vyžadující vzájemně koordinované změny více než 1 části

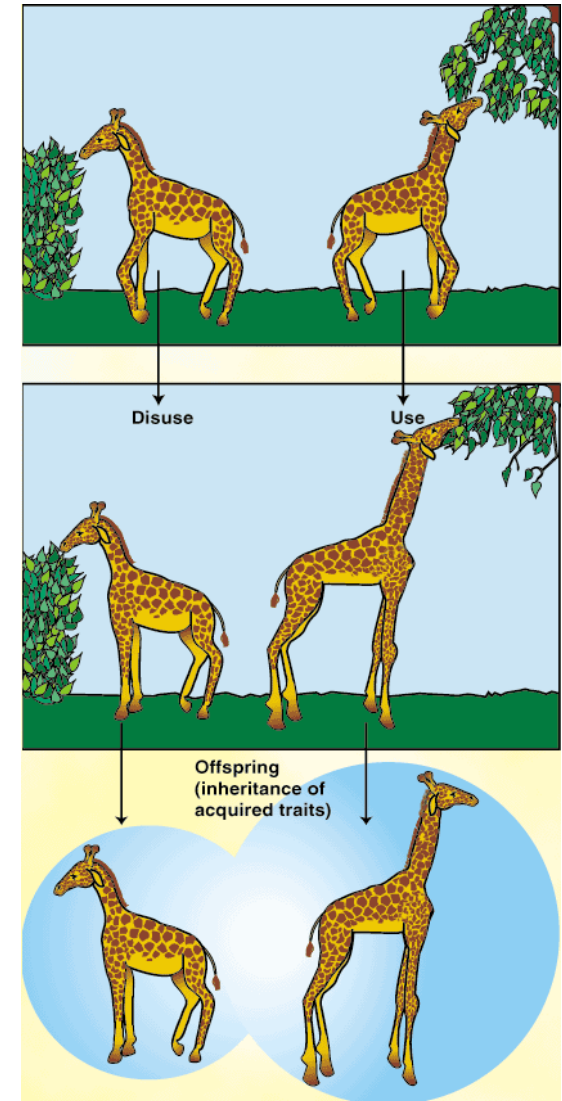
**Herbert Spencer:** krk žirafy – současné změny kostí, svalů a cév

× neovlivňují samostatné geny

úroveň **genů** (→ genové komplexy, „supergeny“)

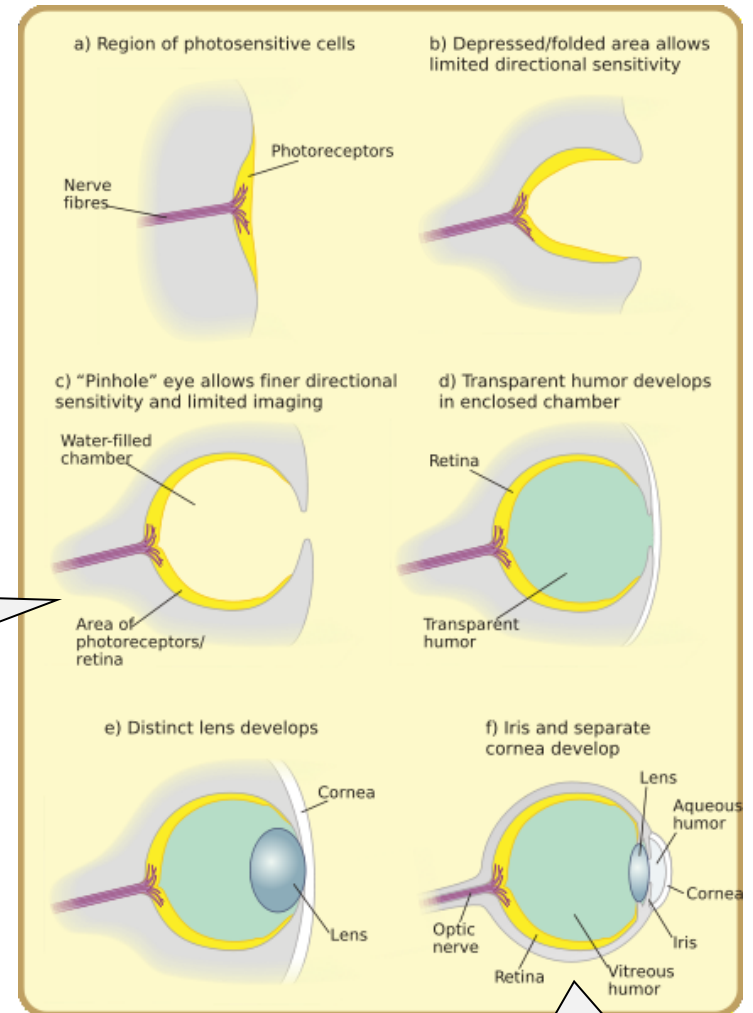
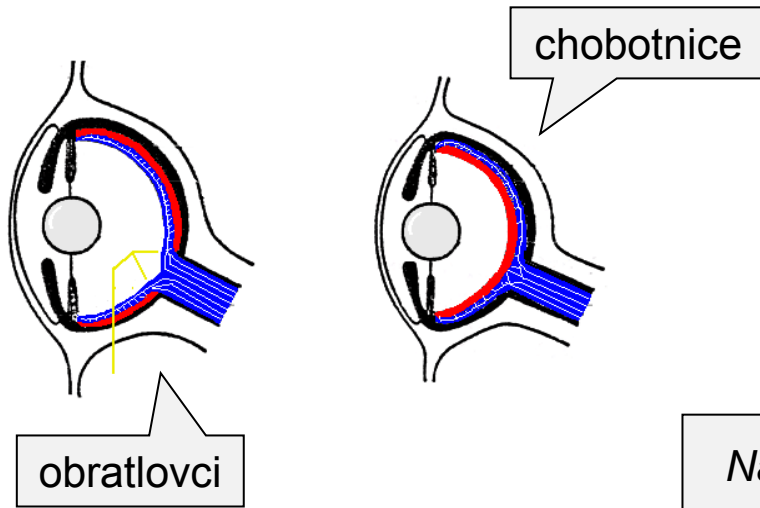
úroveň **orgánů**

úroveň **druhů** ... viz také Vznik pohlavního rozmnožování



# EVOLUCE SLOŽITÝCH ZNAKŮ

## 1. Funkční mezičlánky

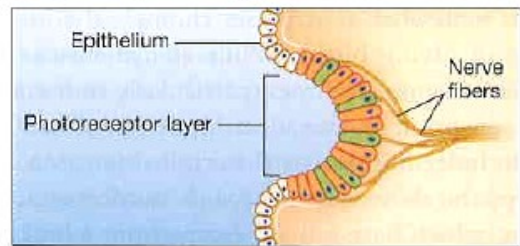
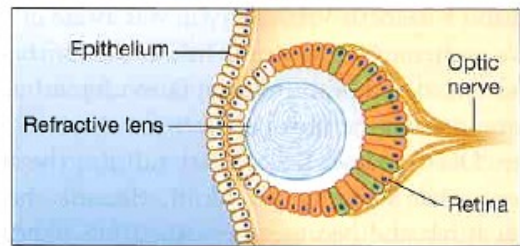
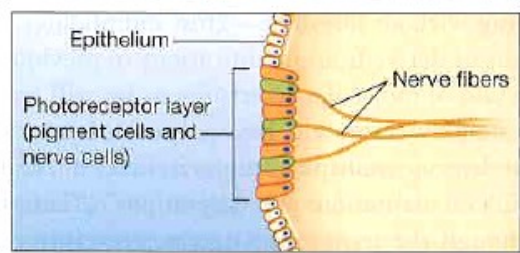
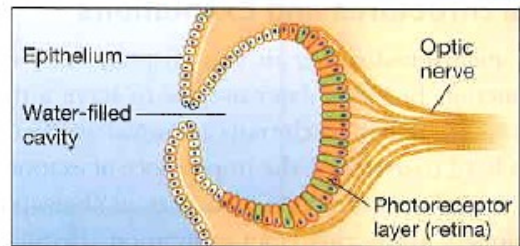
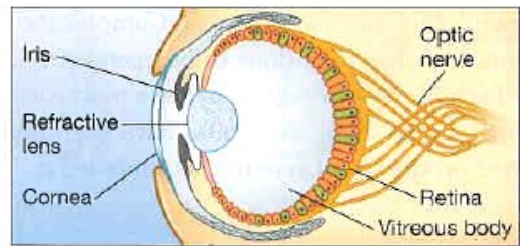
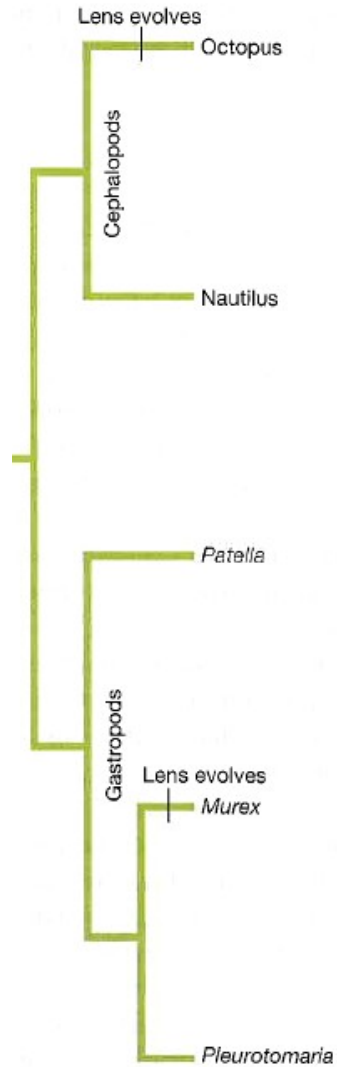


Evolve komorového oka:

Jak může být funkční poloviční oko?

hlavonožci,  
obratlovci

# hlavonožci:





## Evoluce komorového oka – počítačová simulace:

světločivné orgány → nezávislý vznik 50-100× u různých skupin bezobratlých

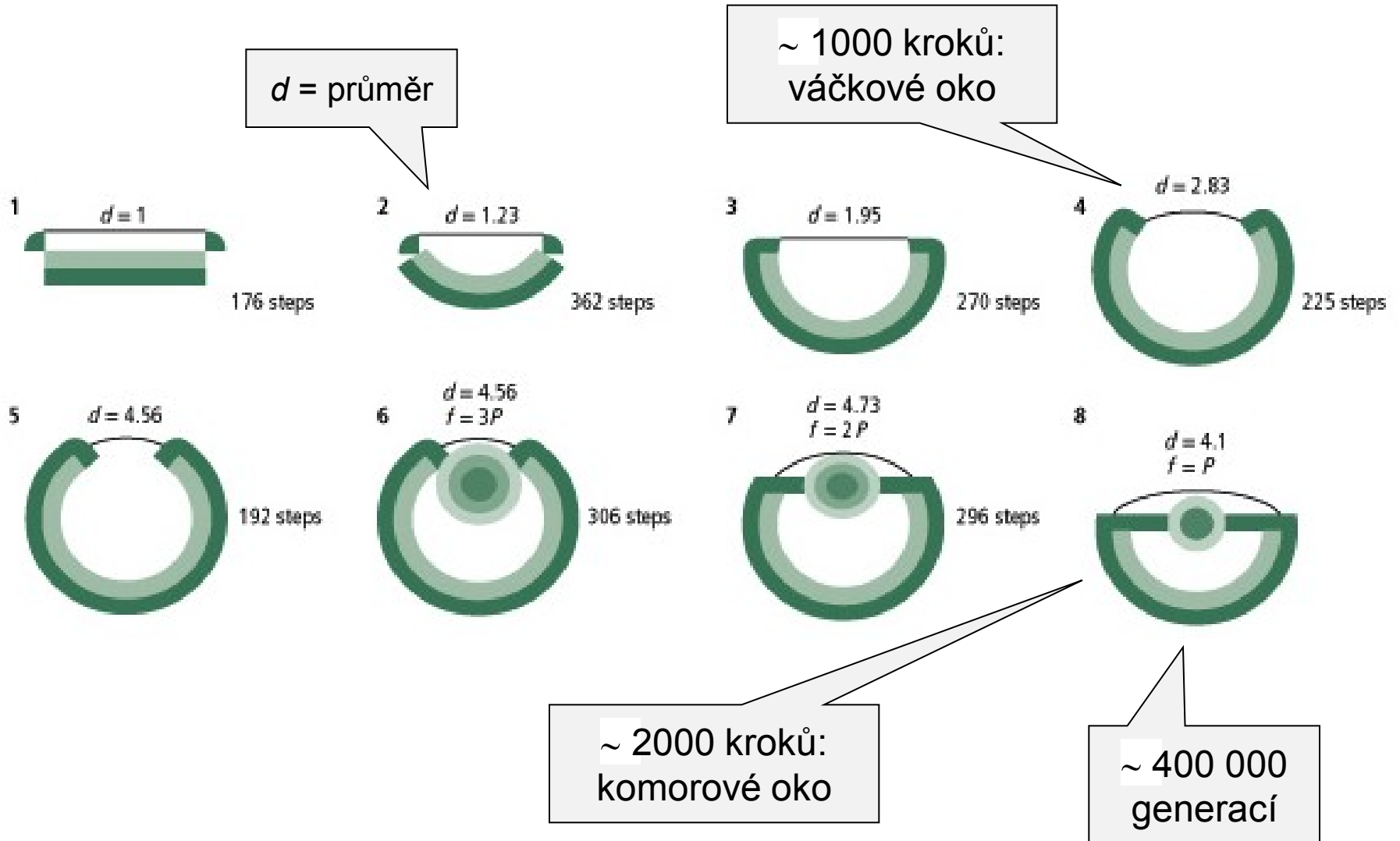
Nilsson & Pelger (1994):

vrstva světločivných buněk mezi tmavou vrstvou buněk dole a průhlednou ochrannou vrstvou nahoře

náhodné změny <1% → změny k horšímu zavrhnuty

kritérium = schopnost rozlišovat objekty v prostoru (optická fyzika → možnost kvantifikace)

# Evoluce komorového oka – počítačová simulace:



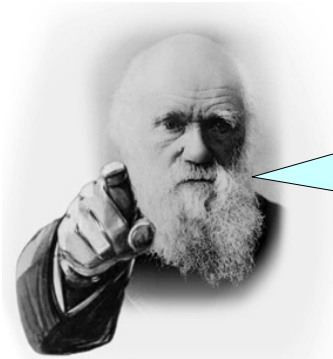
## 2. Preadaptace (exaptace)

Složité znaky zřídka vznikají *de novo*, spíše modifikace existujících struktur

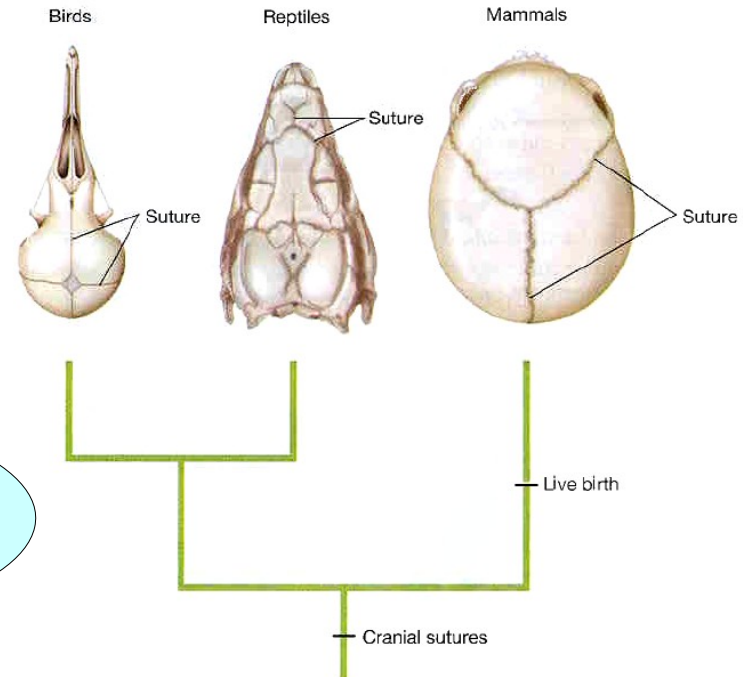
François Jacob (1977): evoluční dráteničina (fušeřina)  
= „*evolutionary tinkering*“

**preadaptace** = posun funkce,  
tj. použití znaku k jinému účelu

Př.: švy na lebce savců (pomoc při narození)



musel být jiný účel!



švy pravděpodobně umožňovaly růst mozku

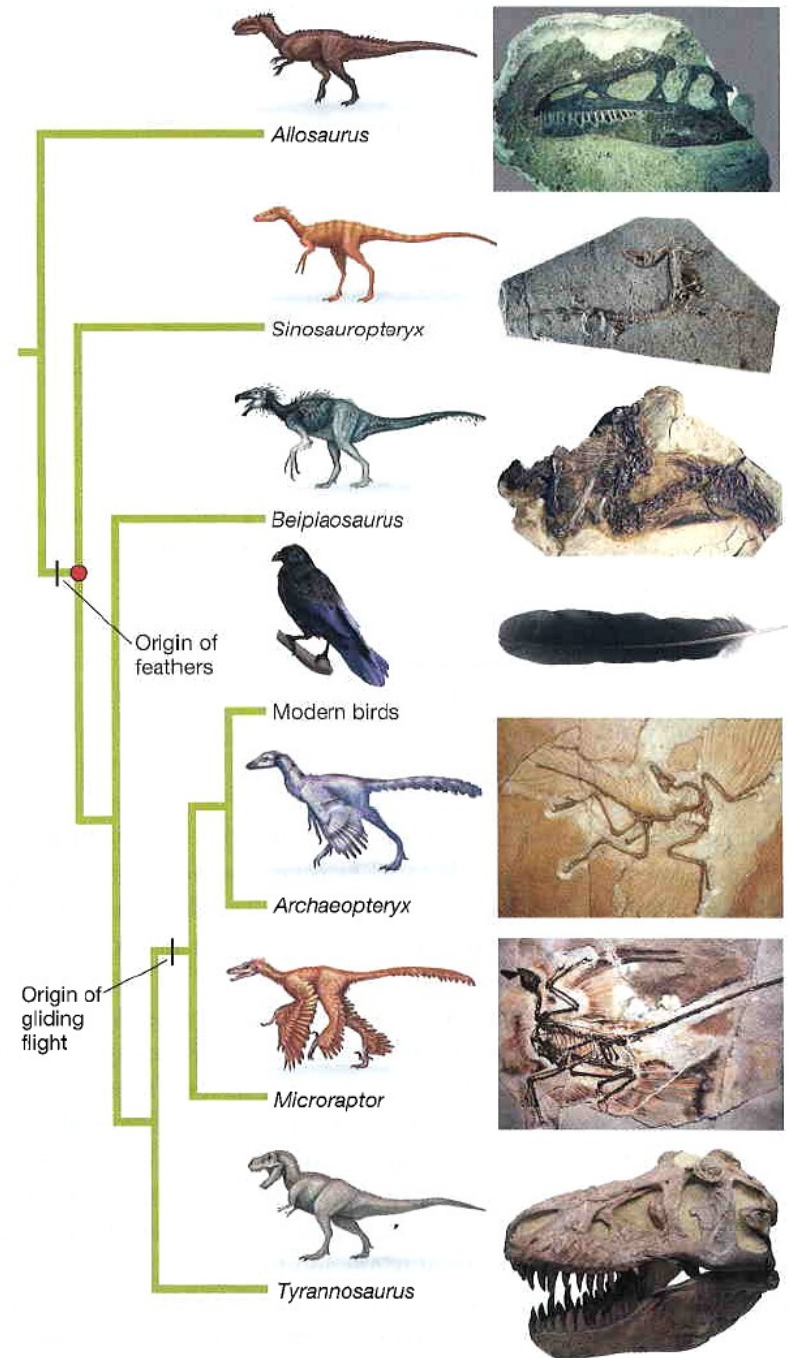
Př.: peří ptáků

jediný původ

teropodní dinosaurů

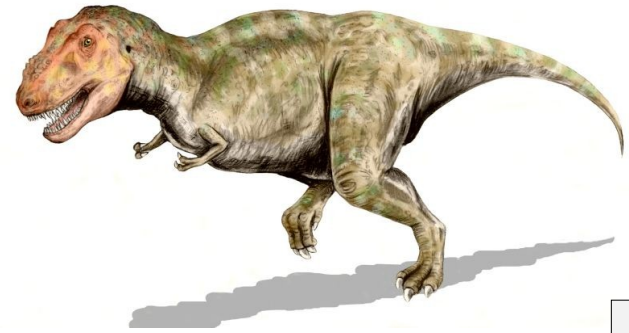
Prum and Brush (2002):

„Závěr, že peří vzniklo kvůli létání,  
je jako tvrdit, že prsty vznikly kvůli  
hře na piano.“

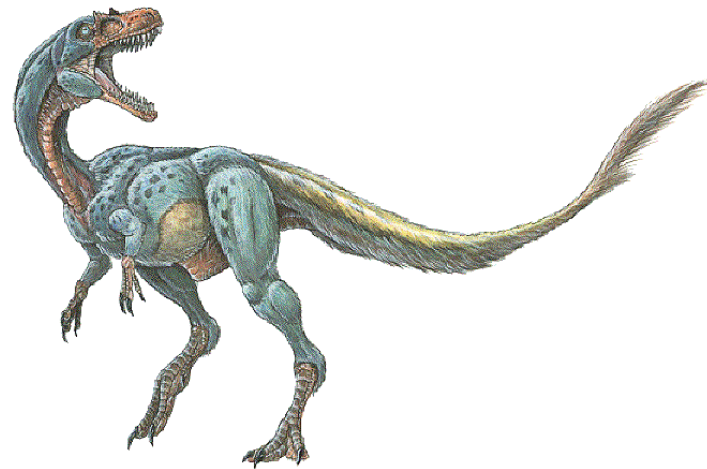


## Peří ptáků:

1. termoregulace
2. ochrana před slunečním zářením
3. signalizace
4. hmat (podobně jako vibrisy)
5. chytání kořisti
6. obrana
7. ochrana před vodou



*T. rex*



*Spinosaurus*  
termoregulace

*Microraptor gui*:  
klouzavý pohyb



ptáci:  
aktivní let

Př.: ploutve lalokoploutvých ryb - pohyb po dně → šplhání na břeh



*Panderichthys (Rhipidistia)*



*Tiktaalik*



*Acanthostega*

Př.: kutikula hmyzu (integument → kostra); mléčné žlázy savců (potní žl.)

Stephen J. Gould, Elizabeth Vrba (1982):

snaha vyhnout se teleologii termínu „preadaptace“ → pojem **exaptace**  
= širší smysl - včetně původně neutrálních znaků

podobně termín „kooptace“ (*co-option*)

## Evoluční omezení

Jsou adaptace vždy optimální?

**časové zpoždění** (*time lag*): „neotropické anachronismy“

**genetická omezení**: superdominance  
(letální systém chromozomu 1 u *Triturus cristatus*)

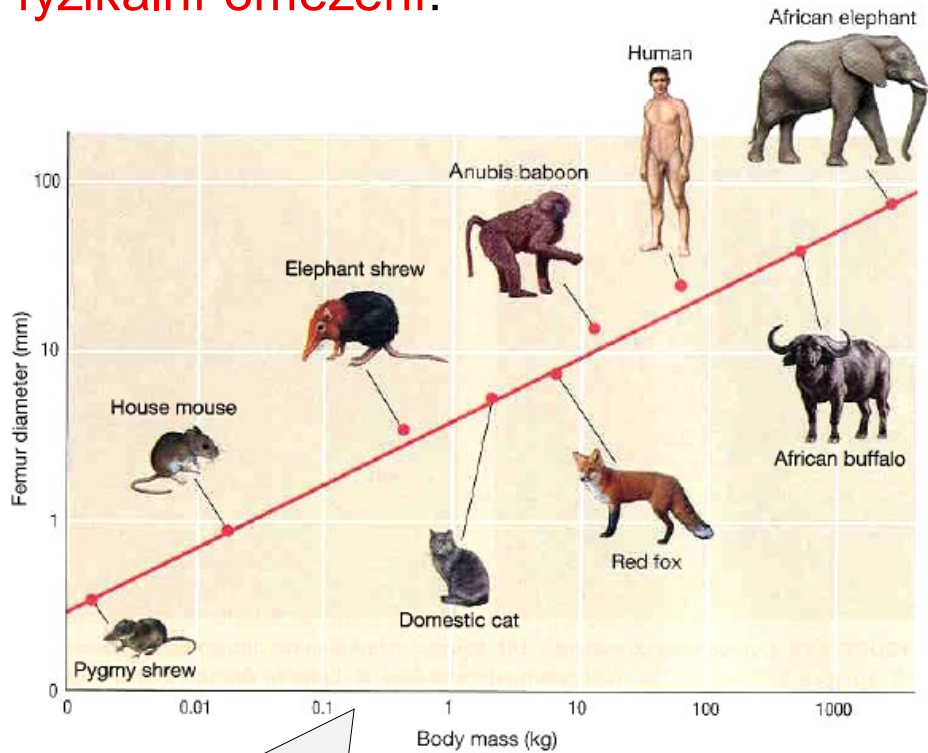


*Crescentia alata*



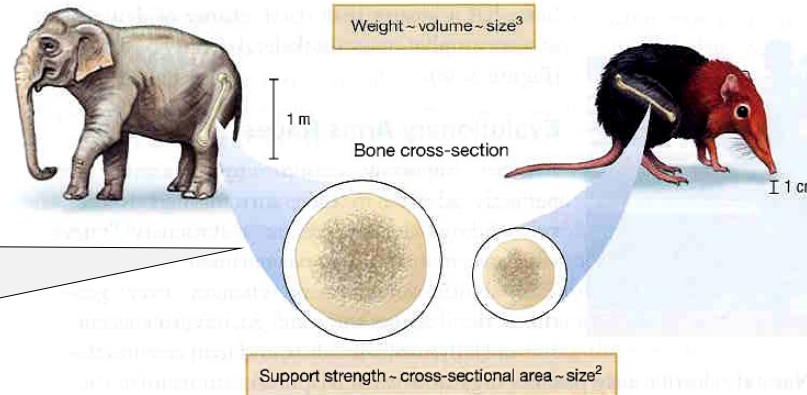
© Lubomír Hlasek  
www.hlasek.com  
*Triturus cristatus* ha7543

# fyzikální omezení:



hmotnost roste  
s 3. mocninou

pevnost kosti roste  
s druhou mocninou  
(průřez kosti)



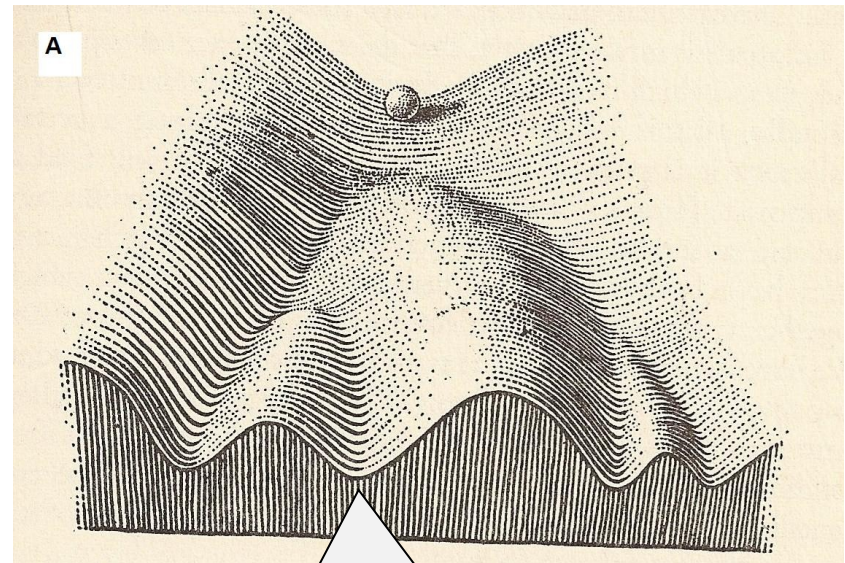


## ontogenetická omezení:

vychýlení produkce různých fenotypů, nebo omezení fenotypové variability způsobené strukturou, charakterem, složením nebo dynamikou vývojového systému



Pegasovi nemůžou vyrůst křídla *de novo*

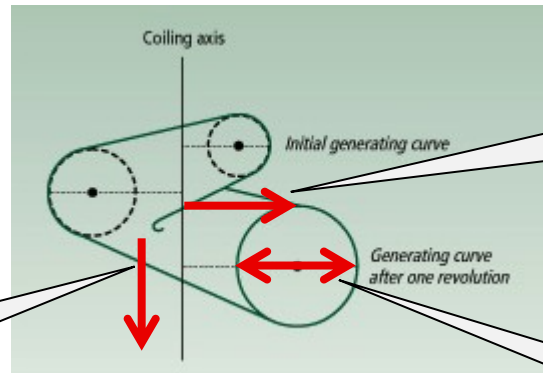


ontogenetický vývoj je „kanalizován“

David Raup (1966):

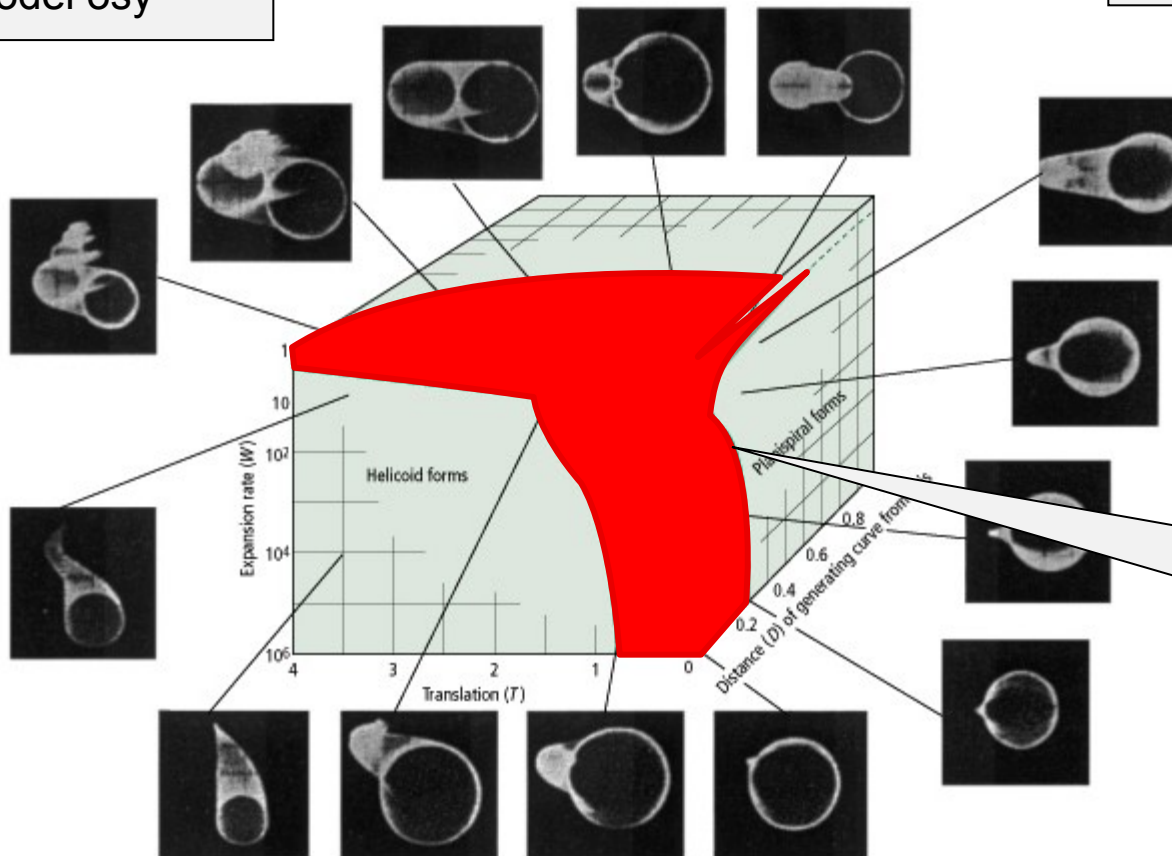
morfoпростор popsaný  
3 proměnnými

$T$  = translation rate  
rozsah pohybu  
podél osy



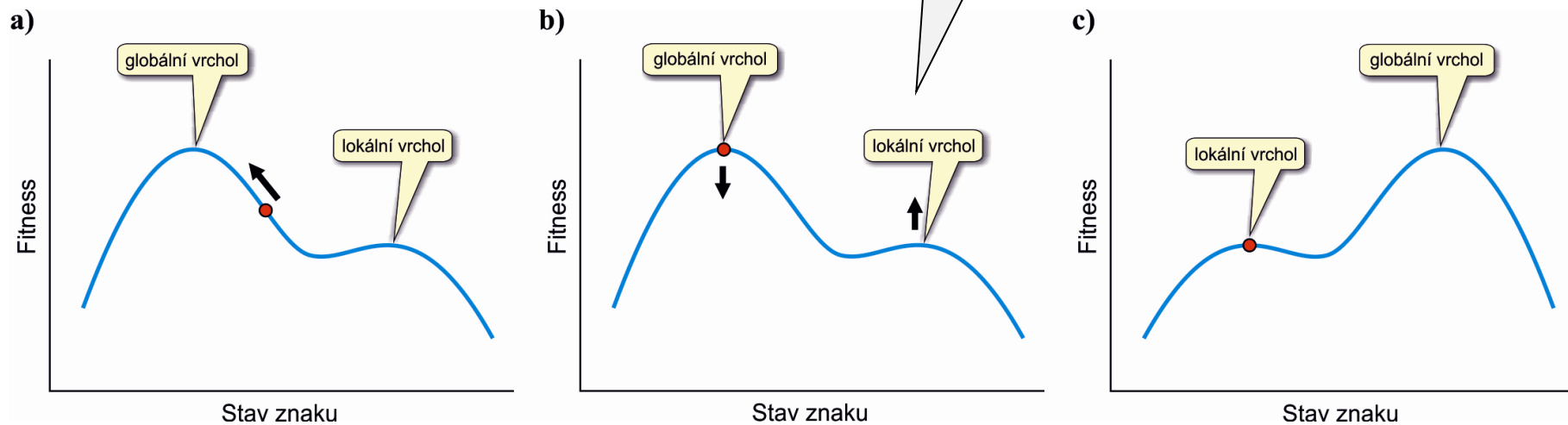
$D$  = tightness of the coil  
vzdálenost od osy

$W$  = expansion rate  
růst velikosti

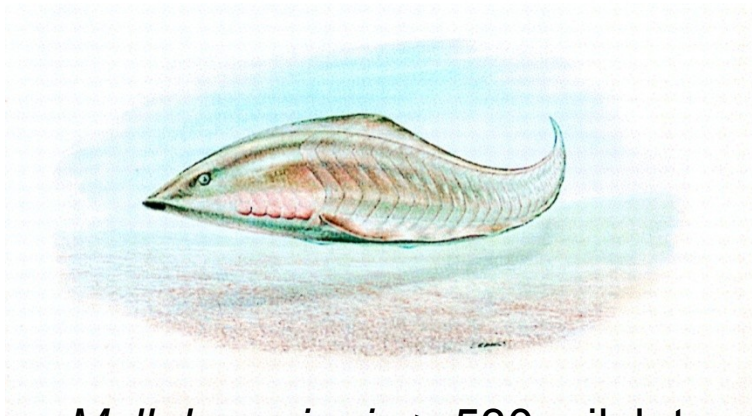


jen některé tvary  
skutečně  
realizovány

# historická omezení

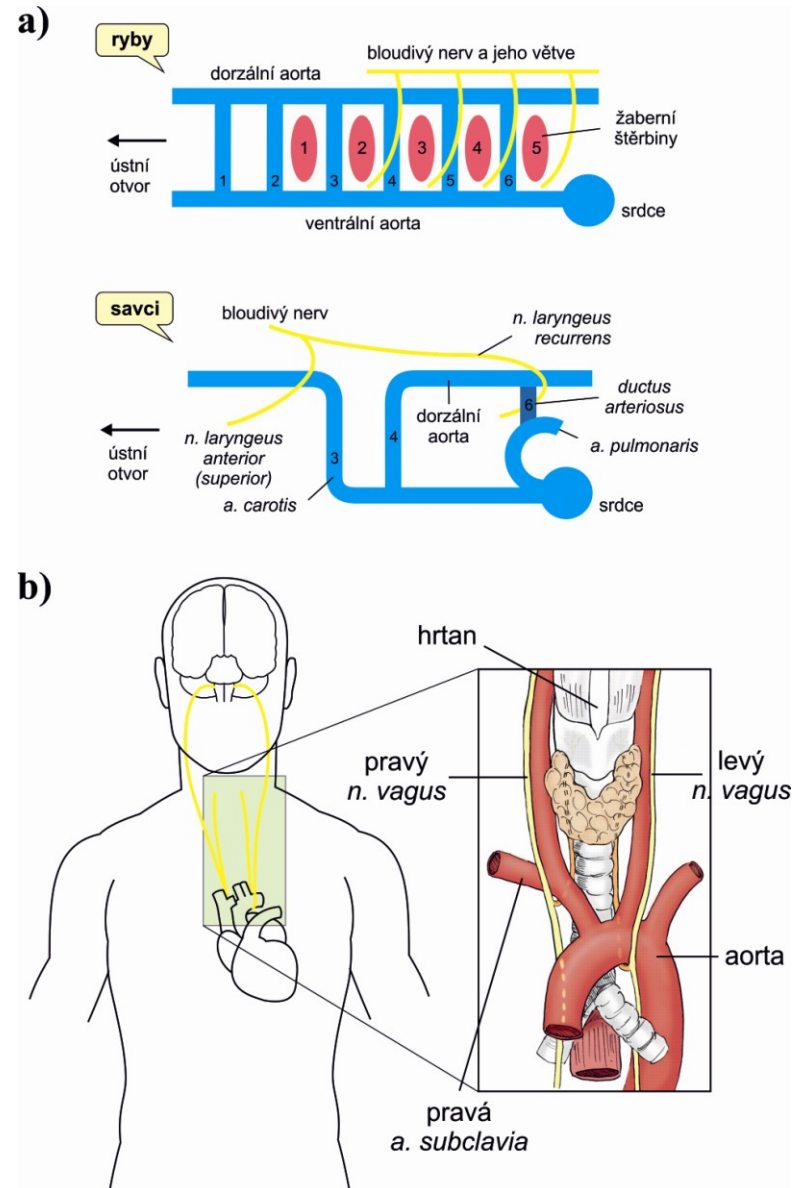
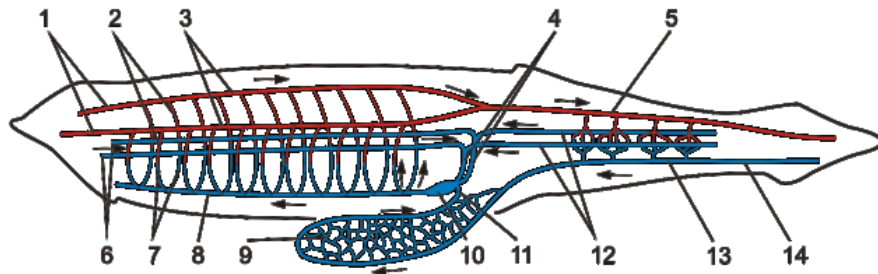
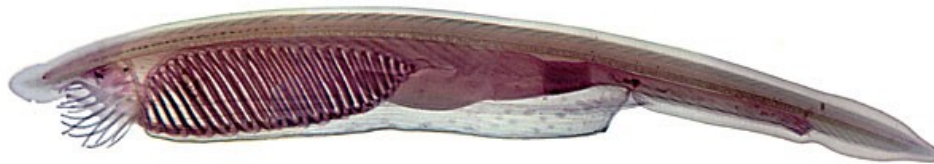


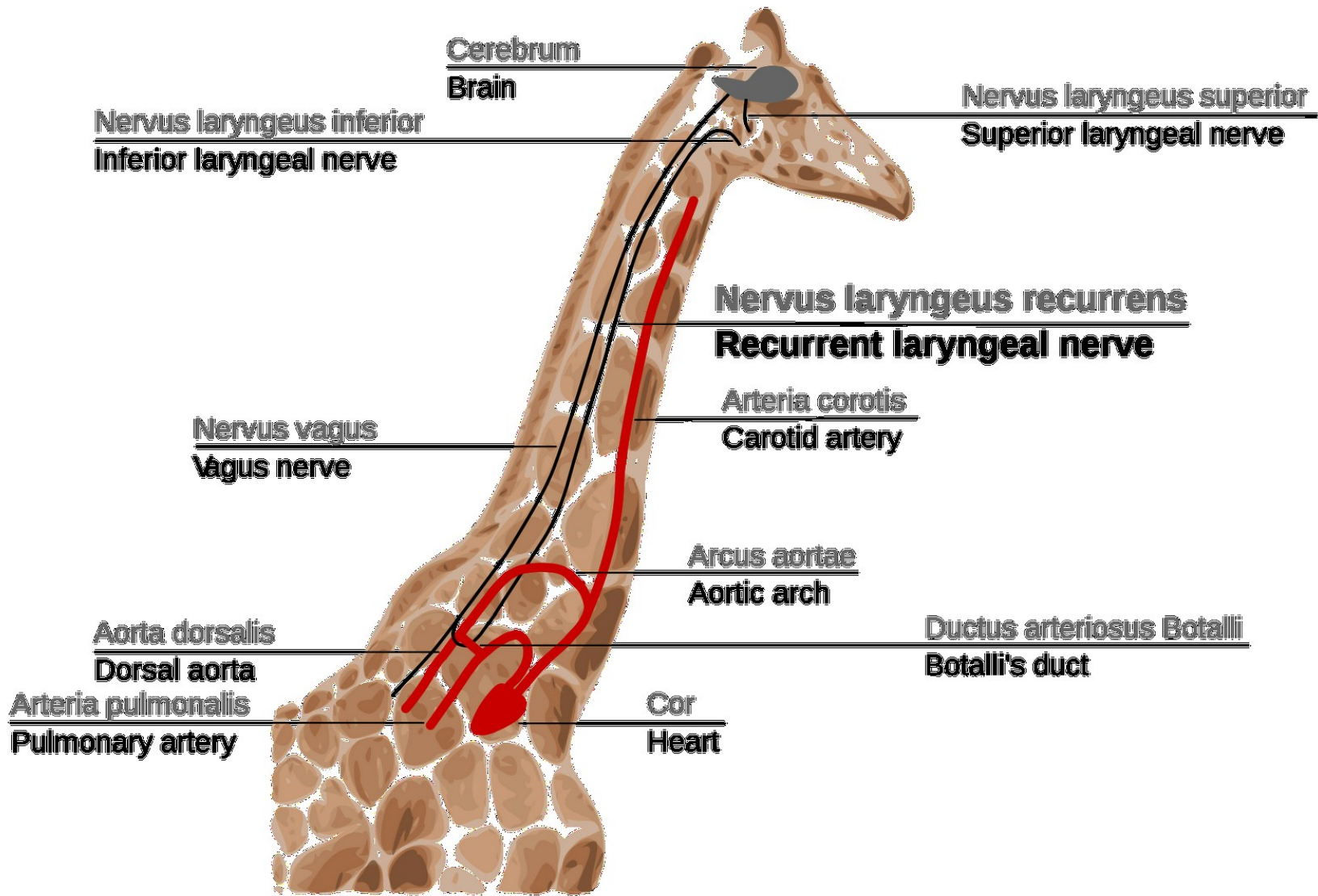
# Př.: hrtanový nerv - jedna z větví bloudivého nervu (*nervus vagus*)



*Myllokunmingia* > 530 mil. let

kopinátec





## konflikt na různých úrovních:

selekce na úrovni genu vs. selekce na úrovni organismu

## kompromis různých adaptivních potřeb:

současné dýchání a příjem potravy při absenci sekundárního patra

kompromis life-history parametrů (počet mláďat  $\times$  věk při první reprodukci)

rozdělení času mezi různé aktivity (příjem potravy, odpočinek, ...)

# Metody studia adaptací:

## strukturní složitost:

čím složitější, tím pravděpodobnější, že jde o adaptace



## účelnost, demonstrace funkce:

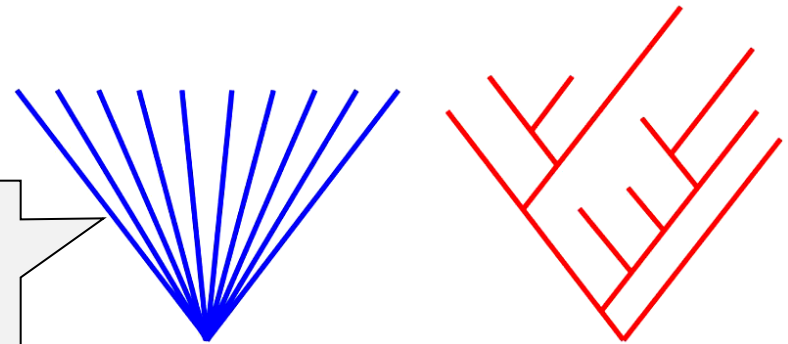
Bergmannovo a Allenovo pravidlo, křídlo sokola × krahujce atd.

## komparativní metoda:

spojení s fylogenetickou analýzou

## experiment

nefylogenetické statistické metody předpokládají, že srovnávané druhy jsou všechny stejně příbuzné ...



Někdy nelze ani experimentem jednoznačně určit, zda se daná vlastnost vyvinula k určitému cíli → nebezpečí záměny funkce a účinku:  
např. alkaloidy a terpeny u rostlin (odpuzování hmyzu × odpadní produkty metabolismu)

# Je každý znak adaptivní?

fyzikální a chemické zákony:

barva hemoglobinu, návrat létající ryby do vody

kulturní dědičnost některých vzorců chování

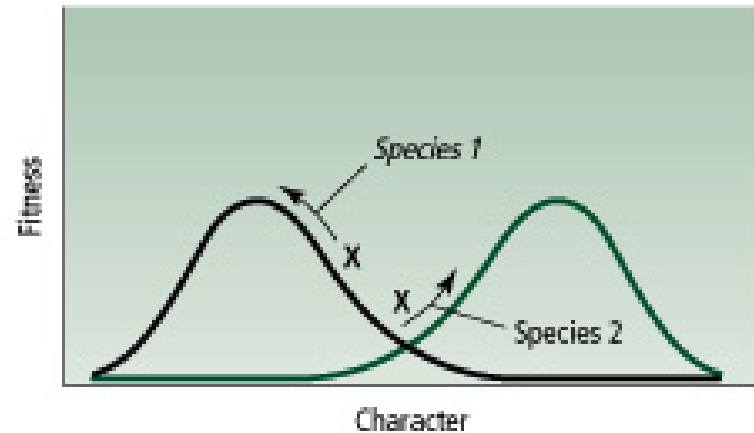
drift:

pseudogeny; přechod k partenogenezi u *D. mercatorum*;  
ztráta struktury v důsledku akumulace škodlivých mutací

korelace se selektovaným znakem:

hitchhiking, pleiotropie

v adaptivní krajině mnoho vrcholů:





# Je každý znak adaptivní?

v adaptivní krajině mnoho vrcholů:

kryptické nebo aposematické zbarvení;  
lokomoce klokana × zebry



skunk



zorila

antilopa



ARKive  
www.arkive.org



klokan

fylogeneze:

bezkřídlost,  
eusociální chování rypošů

Stephen Gould, Richard Lewontin (1979): The spandrels of San Marco and the Panglossian paradigm: A critique of the adaptationist programme. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B*, 205: 581-598.

