

Fyziologie živočichů

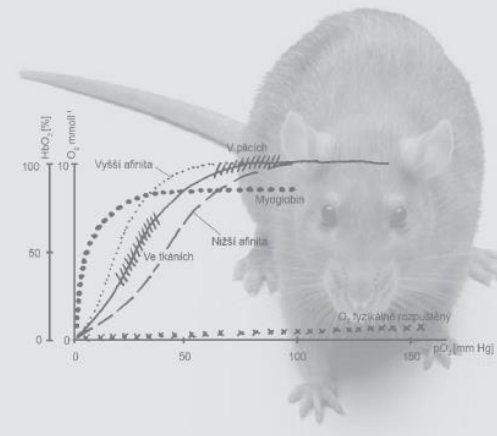
Bi3030

Doc. Martin Vácha
Doc. Pavel Hyršl
Dr. Jiří Pacherník

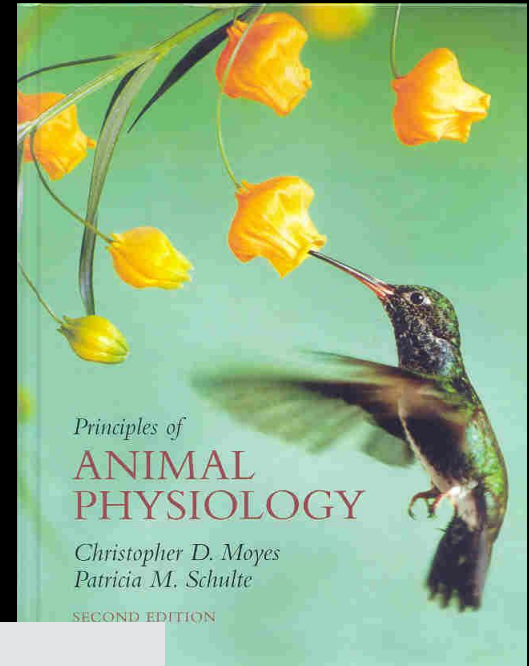
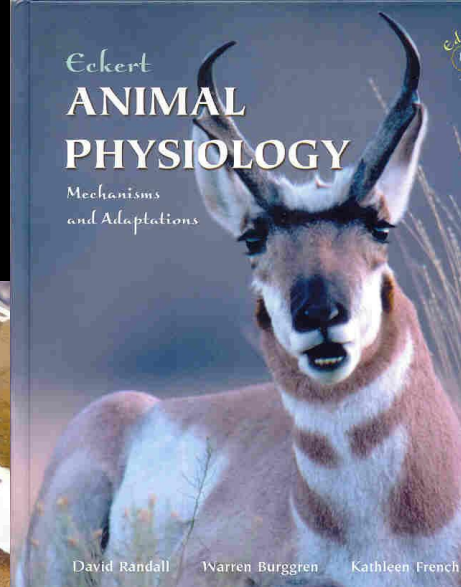
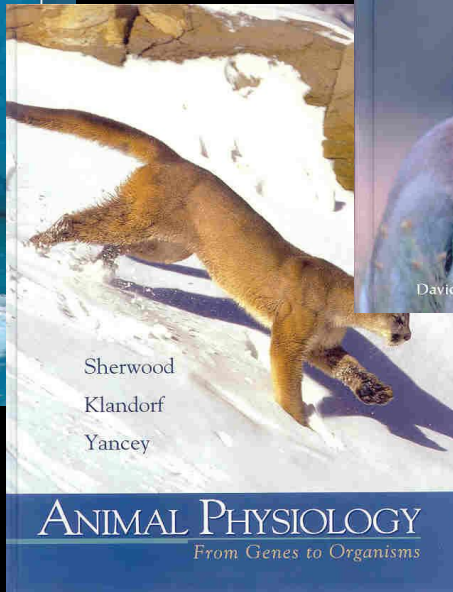
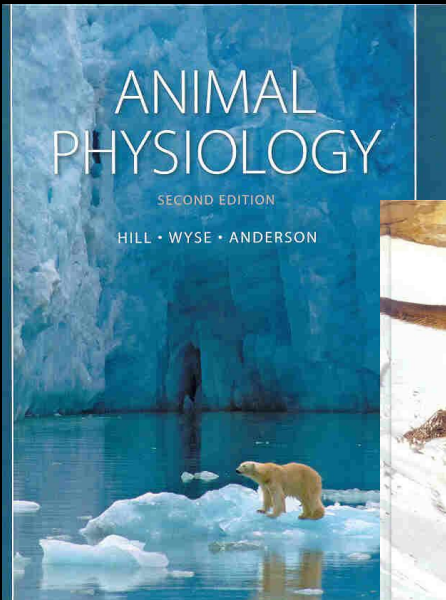
Masarykova univerzita
Přírodovědecká fakulta

Srovnávací fyziologie živočichů

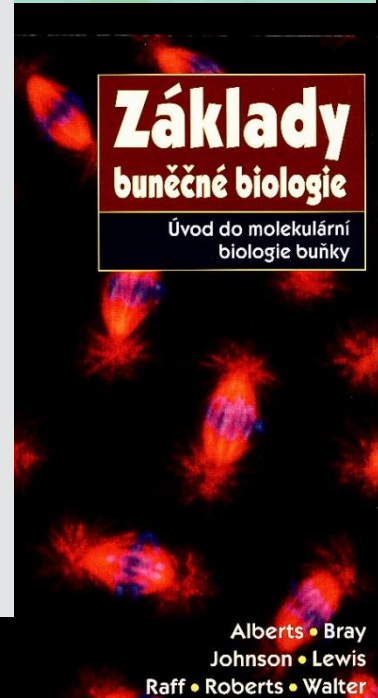
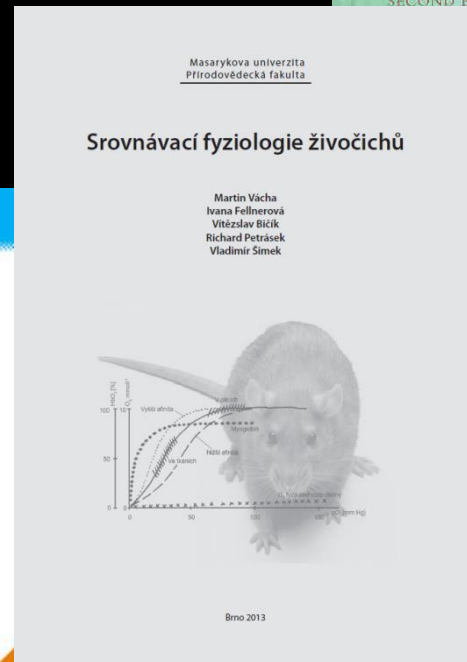
Martin Vácha
Ivana Fellnerová
Vítězslav Bičík
Richard Petrásek
Vladimír Šimek



Brno 2013



Z čeho studovat?
Poslouchat přednášky?



A vyhledání přepisu a doplnění

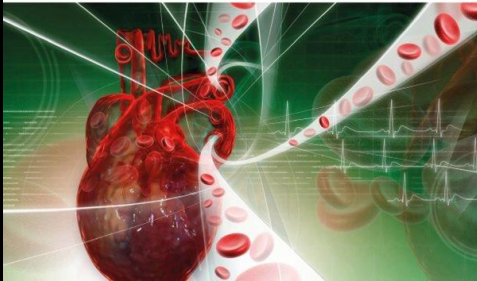
Alberts • Bray
Johnson • Lewis
Raff • Roberts • Walter

GRADA

Stefan Silbernagl, Agamemnon Despopoulos

Atlas fyziologie člověka

překlad 8. německého vydání



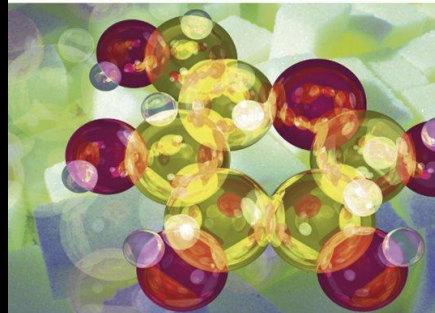
GRADA

Jan Koolman, Klaus-Heinrich Röhm

Barevný atlas biochemie

Překlad 4. vydání

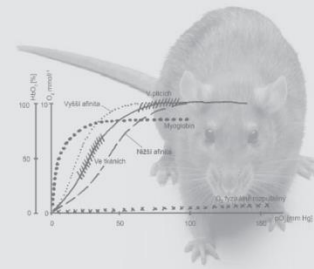
220 barevných tabulí od Jürgena Wirtha



Masarykova univerzita
Přirodovědecká fakulta

Srovnávací fyziologie živočichů


























Martin Vácha
Ivana Fellnerová
Vítězslav Bičík
Richard Petrášek
Vladimír Šimek



Brno 2013

Z čeho studovat?
Poslouchat přednášky?

Materiály v ISu

Učební materiály um /25		
<input checked="" type="checkbox"/>	 Videá z přednášek a Komentované prezentace videa_z_prednasek_a_kom...	Vácha, M.
<input type="checkbox"/>	 Testove_otazky_z_Fyziologie_zivocichu_zverejmeno_XII_2018.pdf	Vácha, M.
<input type="checkbox"/>	 12_Dychani_2018.pdf	Pacherník, J.
<input type="checkbox"/>	 11_Cirkulace_2018.pdf	Pacherník, J.
<input type="checkbox"/>	 5_Metabolismus_2018.pdf	Pacherník, J.
<input type="checkbox"/>	 10_Imunita.pdf	Hyršl, P.
<input type="checkbox"/>	 9_Funkce_telnich_tekutin.pdf	Hyršl, P.
<input type="checkbox"/>	 Smysly_a_rytmy_bile_pozadi.pdf	Vácha, M.
<input type="checkbox"/>	 Hormony_bile_pozadi.pdf	Vácha, M.
<input type="checkbox"/>	 Nervy_-_bile_pozadi.pdf	Vácha, M.
<input type="checkbox"/>	 Traveni_bile_pozadi.pdf	Vácha, M.
<input type="checkbox"/>	 Vylucovani_bile_pozadi.pdf	Vácha, M.
<input type="checkbox"/>	 Teplota_bile_pozadi.pdf	Vácha, M.
<input type="checkbox"/>	 Pohyb_a_svally_bile_pozadi.pdf	Vácha, M.
<input type="checkbox"/>	 Uvodni_kapitoly_bile_pozadi.pdf	Vácha, M.
<input type="checkbox"/>	 Vylucovani.pdf	Vácha, M.
<input type="checkbox"/>	 Traveni.pdf	Vácha, M.
<input type="checkbox"/>	 Teplota.pdf	Vácha, M.
<input type="checkbox"/>	 Smysly_a_rytmy.pdf	Vácha, M.
<input type="checkbox"/>	 Pohyb_a_svally.pdf	Vácha, M.
<input type="checkbox"/>	 Hormony.pdf	Vácha, M.
<input type="checkbox"/>	 Priklady_otazek.pdf	Vácha, M.
<input type="checkbox"/>	 Uvodni_kapitoly.pdf	Vácha, M.
<input type="checkbox"/>	 Srovnávací fyziologie živočichů - el. skripta https://is.muni.cz/auth/do/sci/UE...	Stehlík, M.
<input type="checkbox"/>	 skripta-2013_mensi.pdf	Vácha, M.

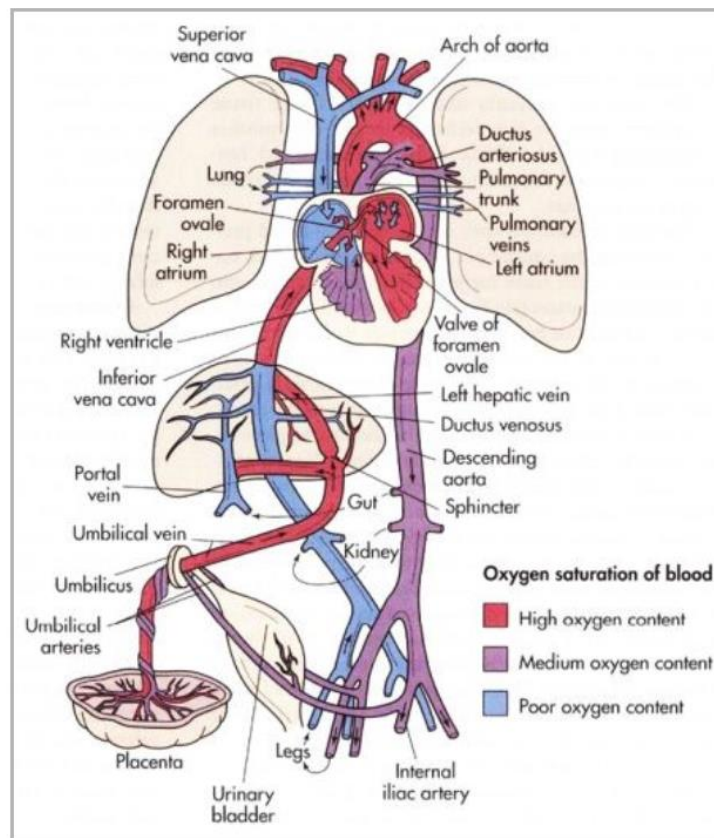
Elektronická verze skript

Činnost provázejí zvukové projevy, tzv. srdeční ozvy. Ozva systolická je silnější, hlubší a delší. Vzniká nárazem zavírajících se chlopní cípových při stahu komor a vibrací napínajících se stěny na začátku systoly. **Ozva diastolická** je kratší, slabší a vyšší. Je výsledkem uzavření poloměsíčitých chlopní na začátku diastoly a vibrací krevního sloupce ve velkých cévách.

11.3.2 Krevní oběh plodu (fetální oběh)

U obratlovců je závislý na způsobu vývoje jejich zárodků. U **anamnií**, vyvíjejících se převážně ve vodě, je fetální oběh jednodušší než u amniot, rozmnožujících se na souši. Je to v důsledku kontaktu plodu s vodním prostředím, které umožňuje také dýchání difúzí.

Fetální oběh savců (Obr. Fetální oběh internet) se vyznačuje především tím, že **plicní oběh nefunguje a tělní oběh není důsledně oddělen od plicního oběhu**.



Obr. 11.5: Fetální oběh internet.

V srdci plodu spolu předsíně navzájem komunikují otevřeným otvůrkem v předsíňové přepážce (*foramen ovale*). K obohacení krve plodu kyslíkem dochází v **placentě**. Odtud proudí krev obohacená kyslíkem a živinami pupeční žílou přes žilný kanálek (*ductus venosus*) do zadní části pravé srdeční předsíně (obchází tak játra). Přes otvor v předsíňové přepážce se dostává do levé předsíně, poté do levé komory a odtud tepnami do důležitější hlavové části plodu.

Test ke zkoušce

4. Které hormony mohou ovlivňovat energetický metabolismus. Jmenujte hlavní z nich, zmiňte místo sekrece a způsob působení.

Příklad správné odpovědi na plný počet bodů:

A) Trijodtyronin a Tyroxin ze štítné žlázy zvyšují oxidační děje v mitochondriích a tak i metabolismus, proteosyntézu, zrání, růst. B) Somatotropin (růstový h.) z adenohypofýzy zvyšuje využívání lipidů a růst. C) Somatostatin z D buněk pankreasu snižuje využívání živin (tlumí sekreci inzulínu a glukagonu, resorpci ve střevě). D) Katecholaminy ze dřeně nadledvin mobilizují energetické rezervy, zvyšují svalový výkon. Podobně E) kortizol z kůry nadledvin.

Statistika známek

PřF: **Bi3030** Fyziologie živočichů (podzim 2019) jiné předměty

Vypisovat známky ze všech pokusů
Včetně rozdělení dle vyučujících
Rozdělení dle dílčích známek z jednotlivých pokusů a vyučujících

 Zobrazit popisek: Rozdíly variant zobrazení

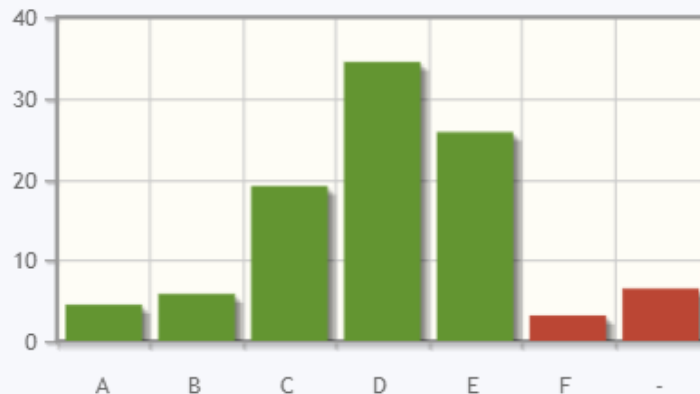
Výsledné známky

Předmět	Celkem studentů	Úspěšně	Průměr	A	B	C	D	E	F	-
Bi3030	151	96 %	2.45	7	9	29	52	39	5	10

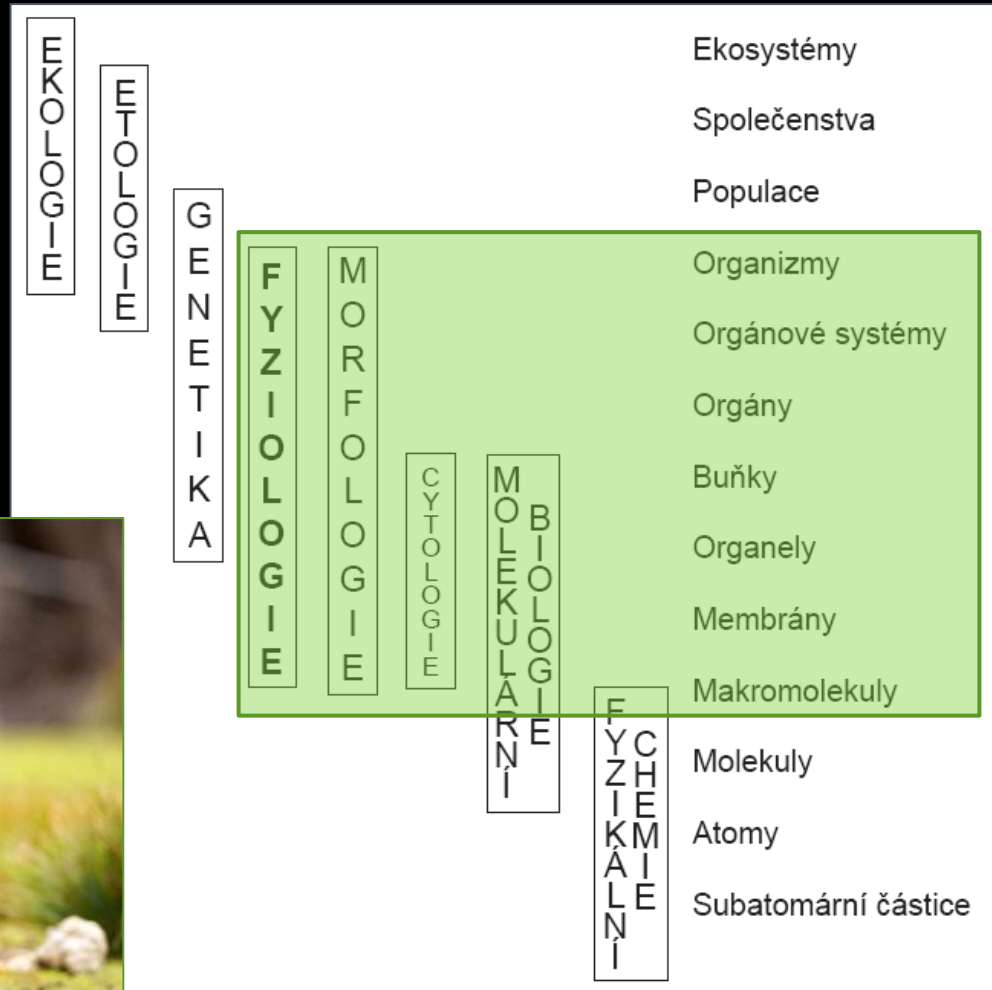
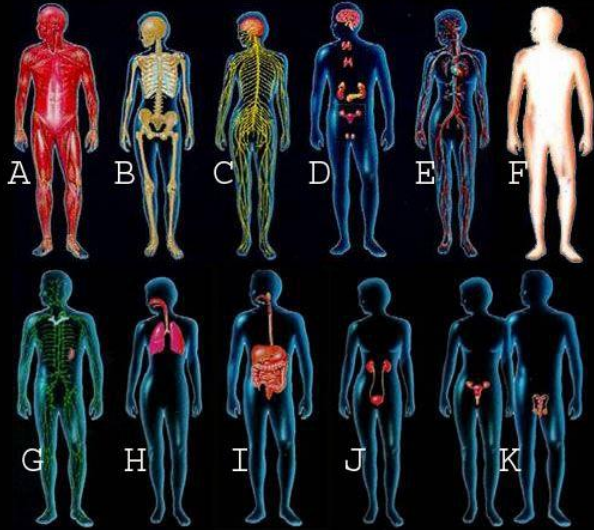
- Kliknutím na kód předmětu se vypíše srovnání výsledků předmětu **dle historie**.
- Do úspěšnosti se nezapočítává hodnocení '-' (nedostavil se).
- Co znamenají jednotlivá ukončení

Sloupečky v grafu znamenají **procentuální** zastoupení jednotlivých známek.

Bi3030 Fyziologie živočichů



Fyziologie - kontext



Přehled kapitol:

1. Postavení fyziologie mezi ostatními vědami
2. Fyziologické principy
3. Homeostáza, adaptace a regulace
4. Obecná neurofyziologie
5. Problém velikosti a proporcí těla
6. Teplota – její vliv a udržování
7. Přeměna látek a energií – metabolismus
8. Cirkulace
9. Fyziologie dýchacího systému
10. **Funkce tělních tekutin**
11. **Imunitní systém**
12. Fyziologie pohybu
13. Fyziologie trávení a vstřebávání
14. Exkrece a osmoregulace
15. Hormonální řízení
16. Nervová soustava
17. Speciální fyziologie smyslů
18. Biorytmy

Fyziologie živočichů

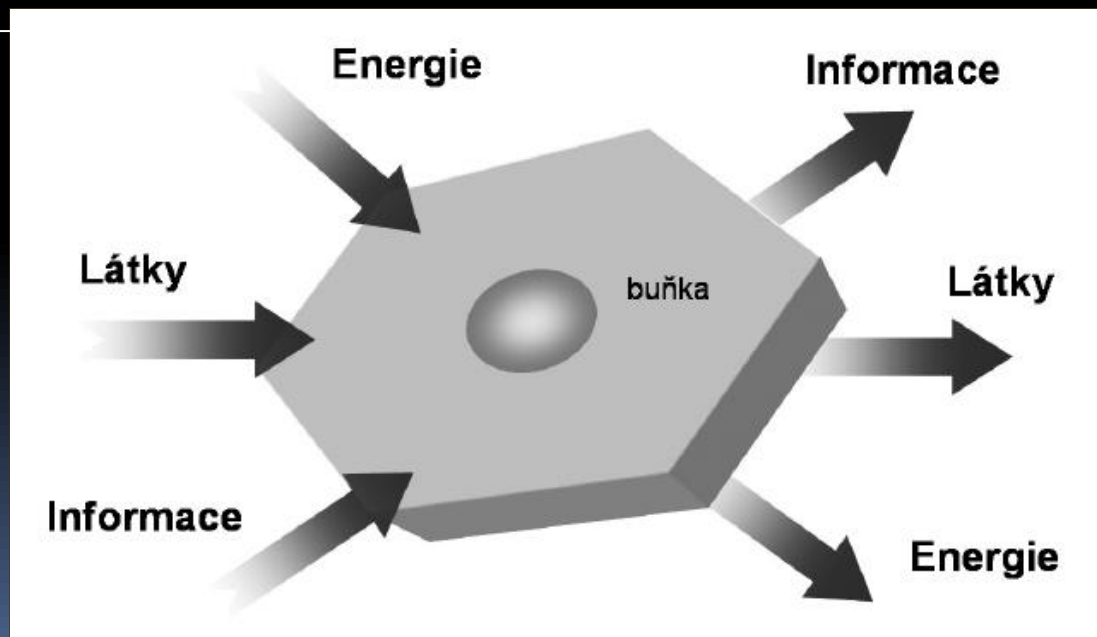
fýsis – živá příroda

Definice živého: odvodíme nejlépe z funkcí -
dynamických procesů, které
neživá příroda nemá

Definice živého: odvodíme nejlépe z funkcí -dynamických procesů, které neživá příroda nemá: Udržování organizovanosti a integrity.

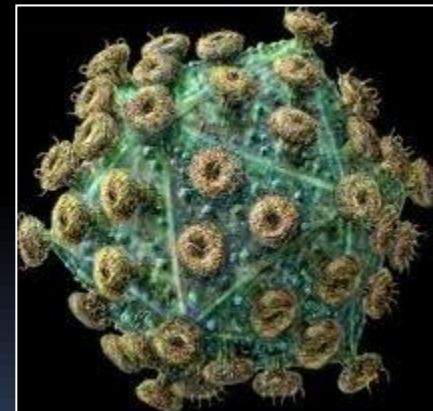
Využívání látek a energie z okolí (termodynamické procesy).

Studium funkcí – úkol pro fyziologii



Definice živého: výjimky z pravidla ?

Larvu pakomára lze zmrazit v tekutém N₂ a pak zase oživit. Viry „spoléhají“ na cizí život.





Spontánní proces



Vyžadující energii



Na sluneční pohon.

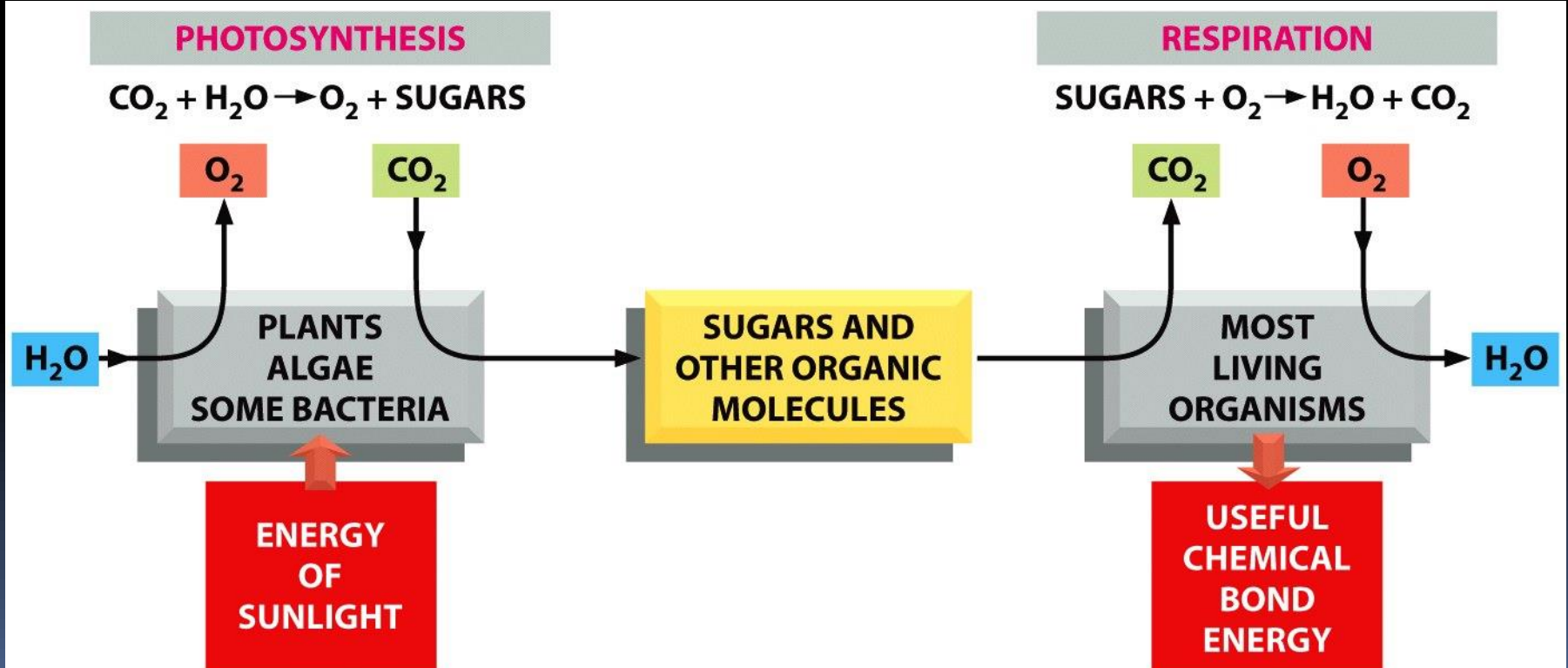
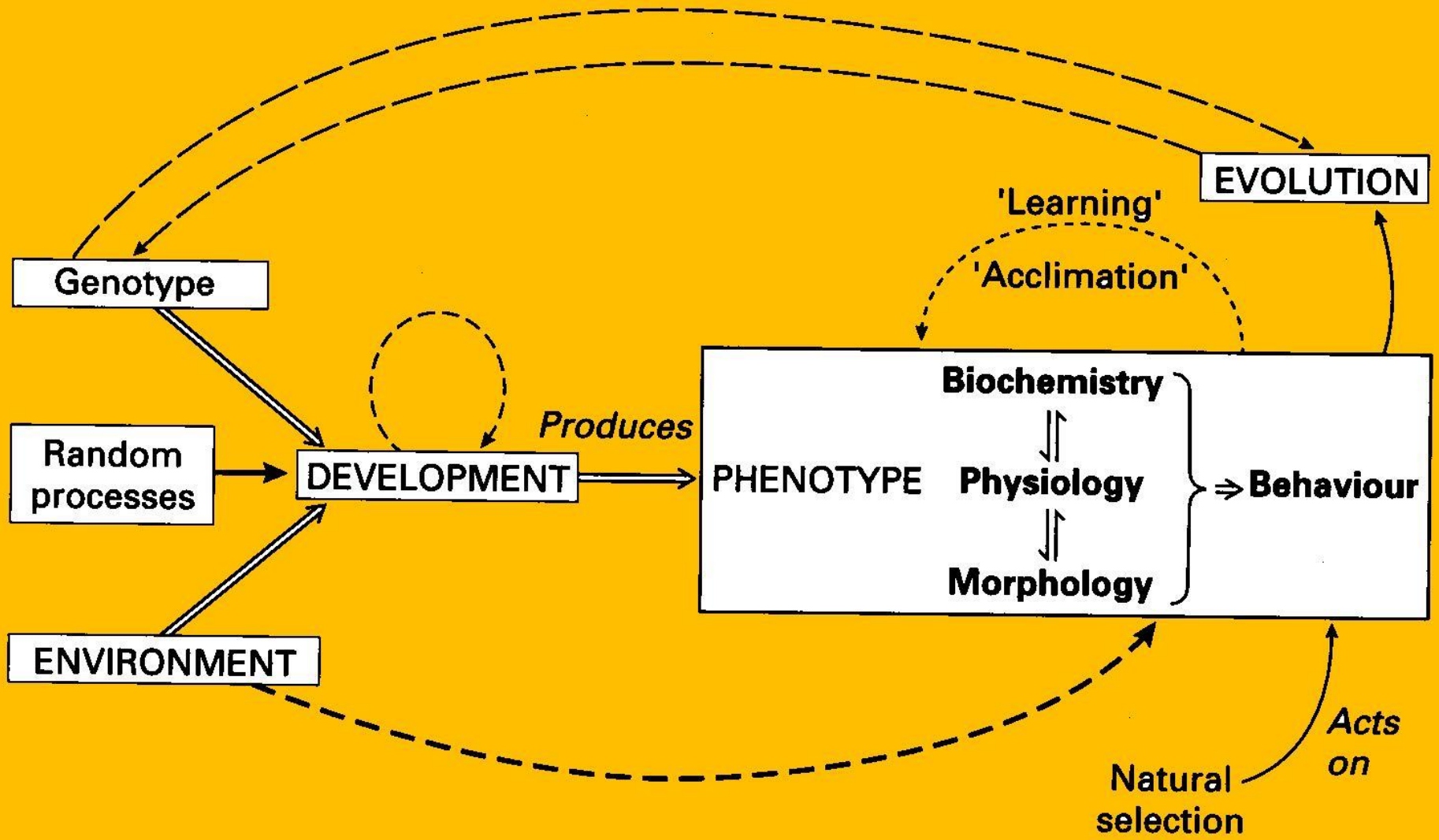
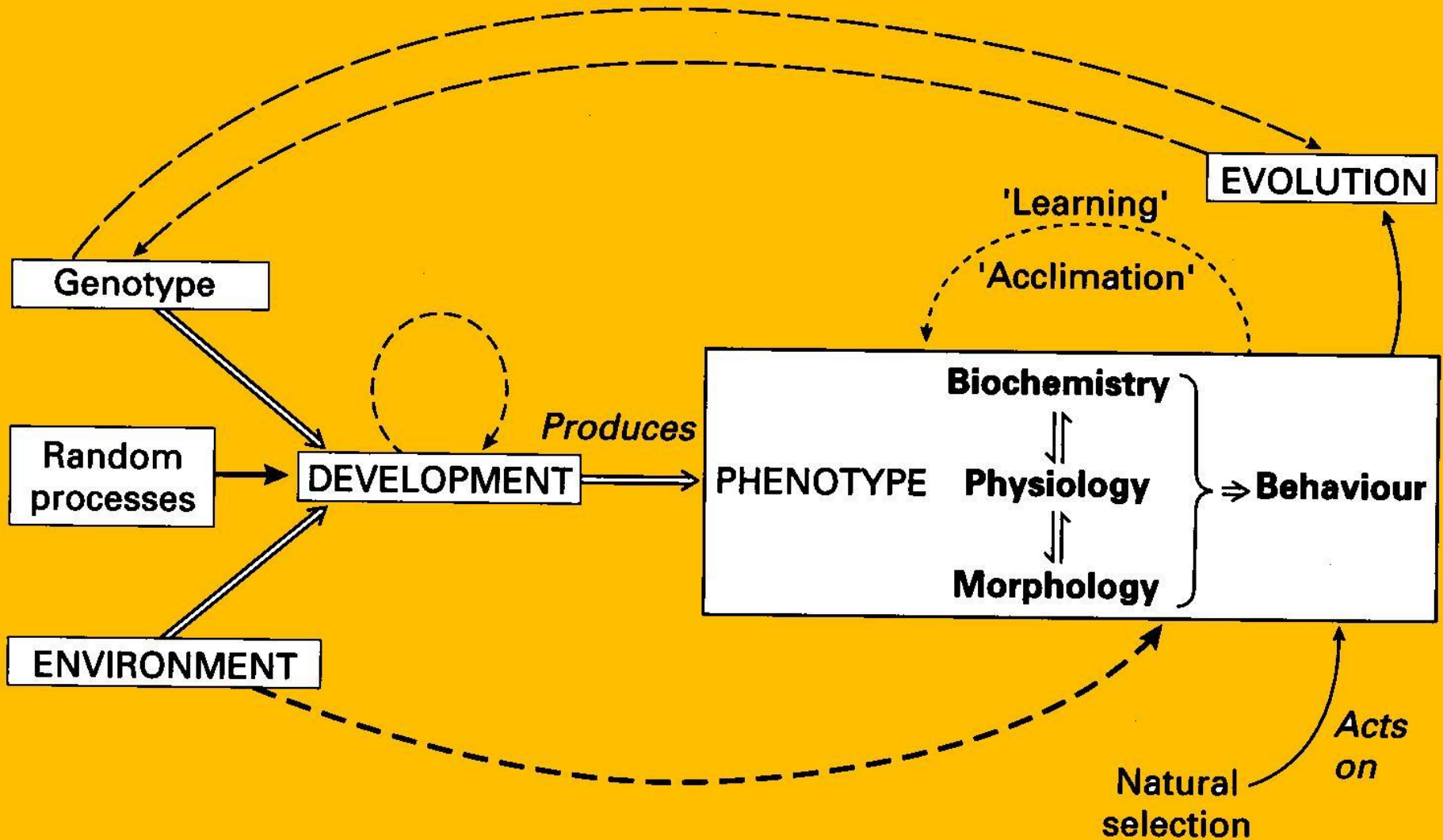


Figure 2-41 Molecular Biology of the Cell 5/e (© Garland Science 2008)

Fenotyp je obraz současné stavby a funkce.
Je vyjádřením genotypu.



Co rozhoduje o fenotypu? Živý organismus má svou historii: je výsledkem milionů let evoluce pod vlivem prostředí.



Na biologické vlastnosti se lze dívat ze dvou hledisek:

- mechanistické vysvětlení – jak to funguje,
proximální, praktický biomedicínský přístup
- evoluční vysvětlení – proč se to vyvinulo,
teleologické hledání smyslu

Např. svalový třes, pocení, zvracení, trávení atd., atd.

Na biologické vlastnosti se lze dívat ze dvou hledisek:

- mechanistické vysvětlení – jak to funguje, proximální, praktický biomedicínský přístup
- evoluční vysvětlení – proč se to vyvinulo, teleologické hledání smyslu

Např. svalový třes, pocení, zvracení, trávení atd., atd.

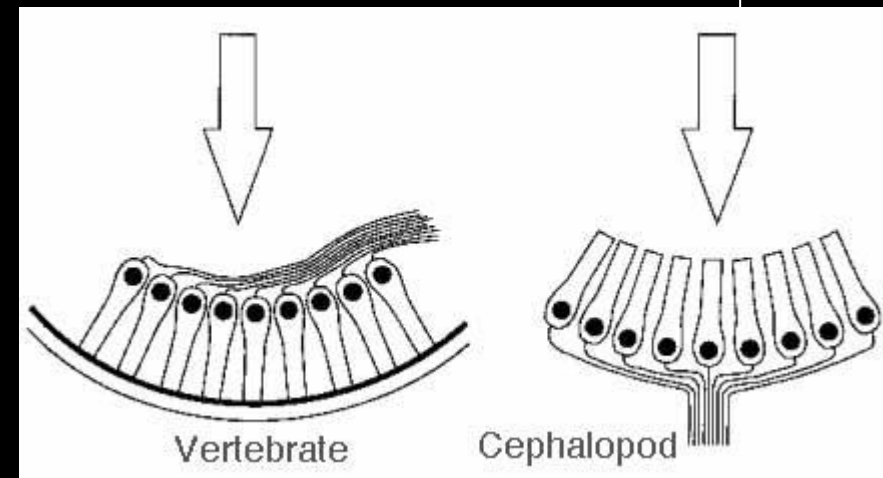
Znaky vznikají náhodně (?) a ty, které překáží, selekcí mizí. Mluví se tedy o nich jako o adaptacích – pomáhají zvýšit životaschopnost.

Evoluční pohled nabízí teleologická vysvětlení – hledání logiky věcí. Odpověď na otázku proč? K čemu dobré?

Živý organismus má svou historii: je výsledkem miliard let evoluce.

Má svou minulost, která jej limituje. Znaky tedy nemusí být nejlogičtější.

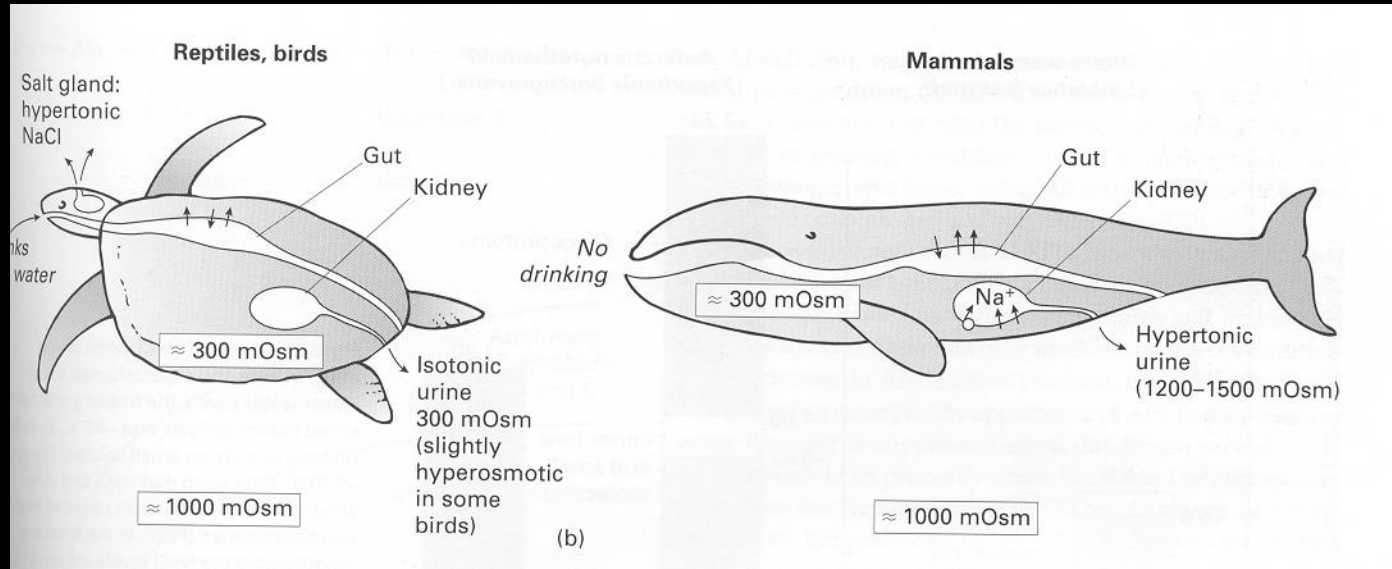
- Páteř – suboptimální design.
- Inverzní sítnice obratlovců



•Lidský genom je zaneřáděn dříve funkčními geny a většina zřejmě nic nekóduje. Některé úseky DNA máme po virech a bakteriích!

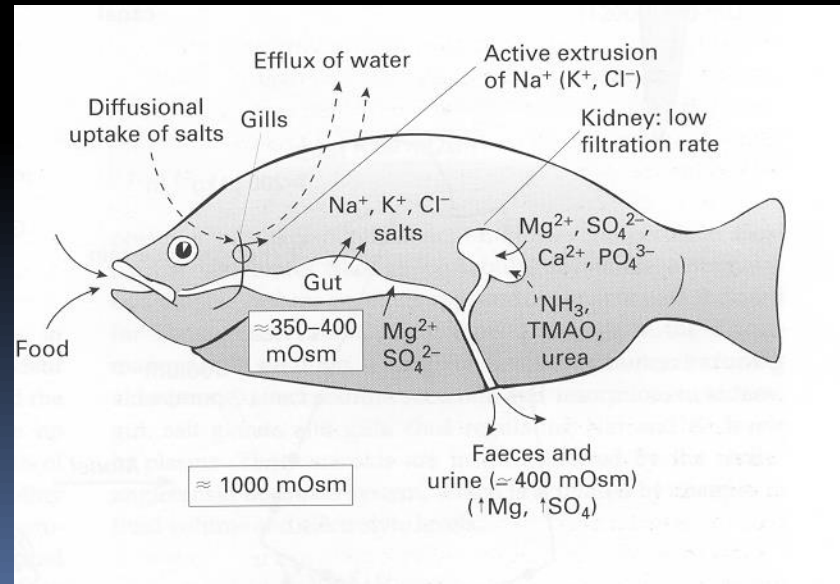
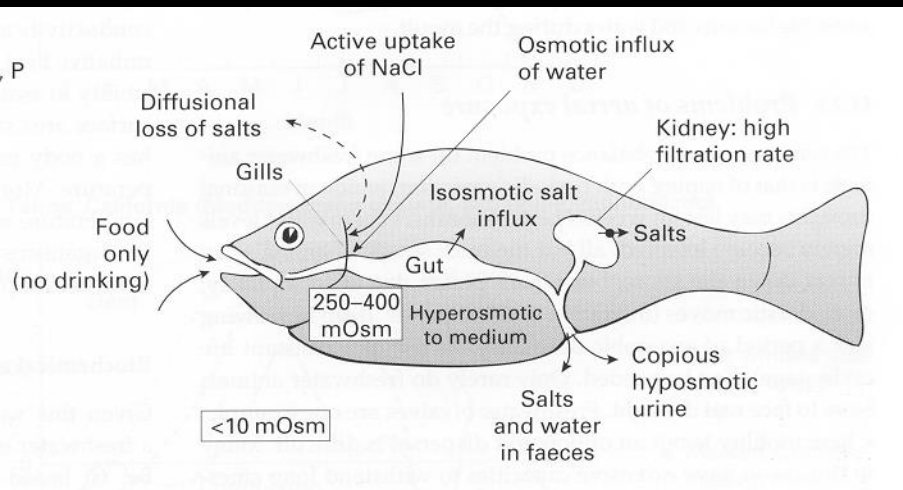
•Někdy musíme i říct, že prostě nevíme, proč je to právě takto.

Prostředí a historie určují funkční i stavební znaky



ve sladké vodě

v moři

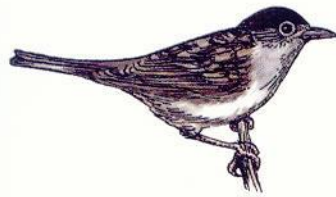




Morfologie a funkce
Allenovo a Bergmanovo pravidlo



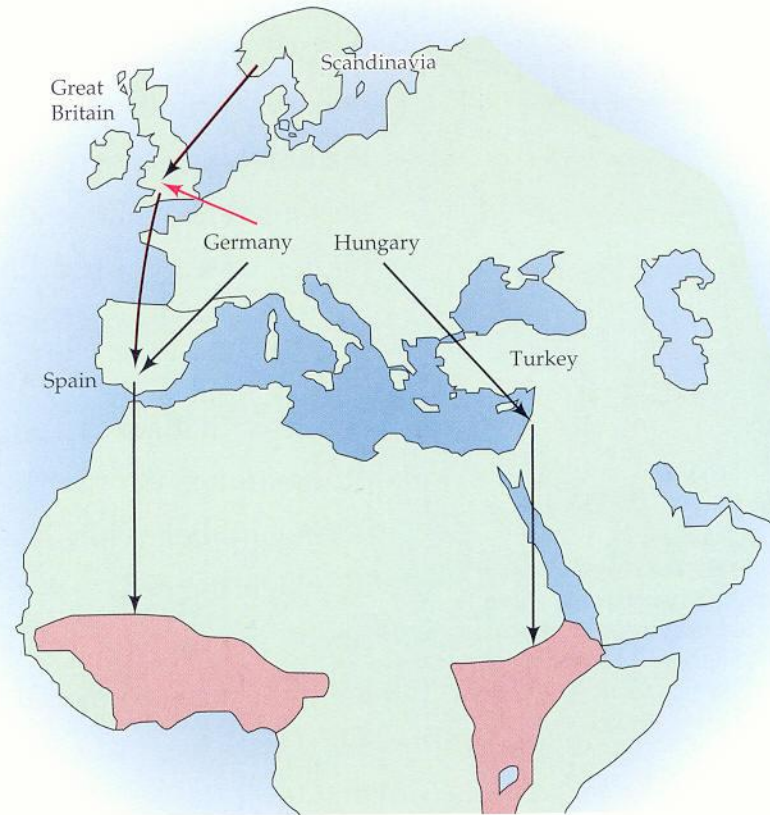
Morfologie a funkce
Allenovo a Bergmanovo pravidlo

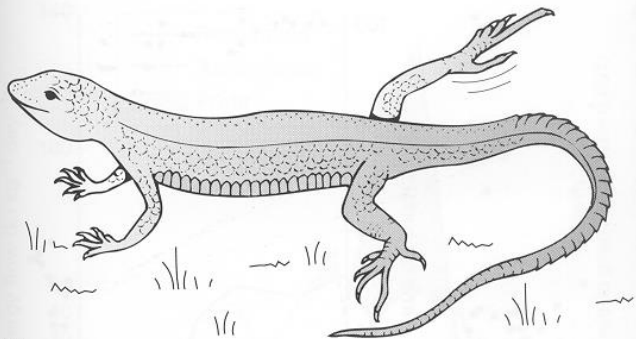


Blackcap warbler

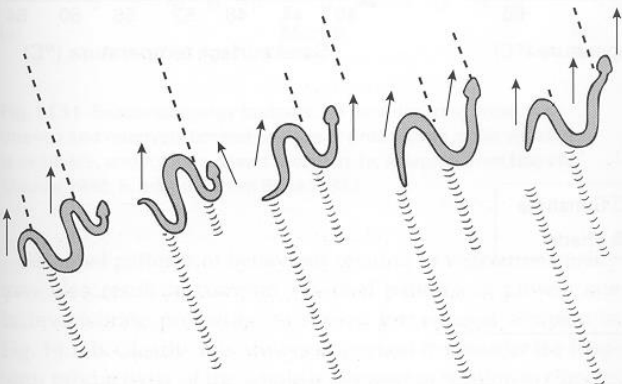
Chování jako adaptace

1 Different migratory routes of blackcap warblers. Blackcaps living in southern Germany and Scandinavia first go southwest to Spain before turning south to western Africa. Blackcaps living in eastern Europe go southeast before turning south to fly to eastern Africa. Other members of the species that breed in central Germany fly in a westerly direction to southern Britain, where they remain for the winter.

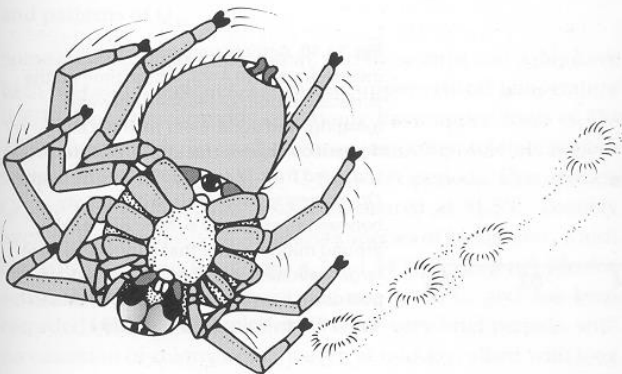




(a)



(b)



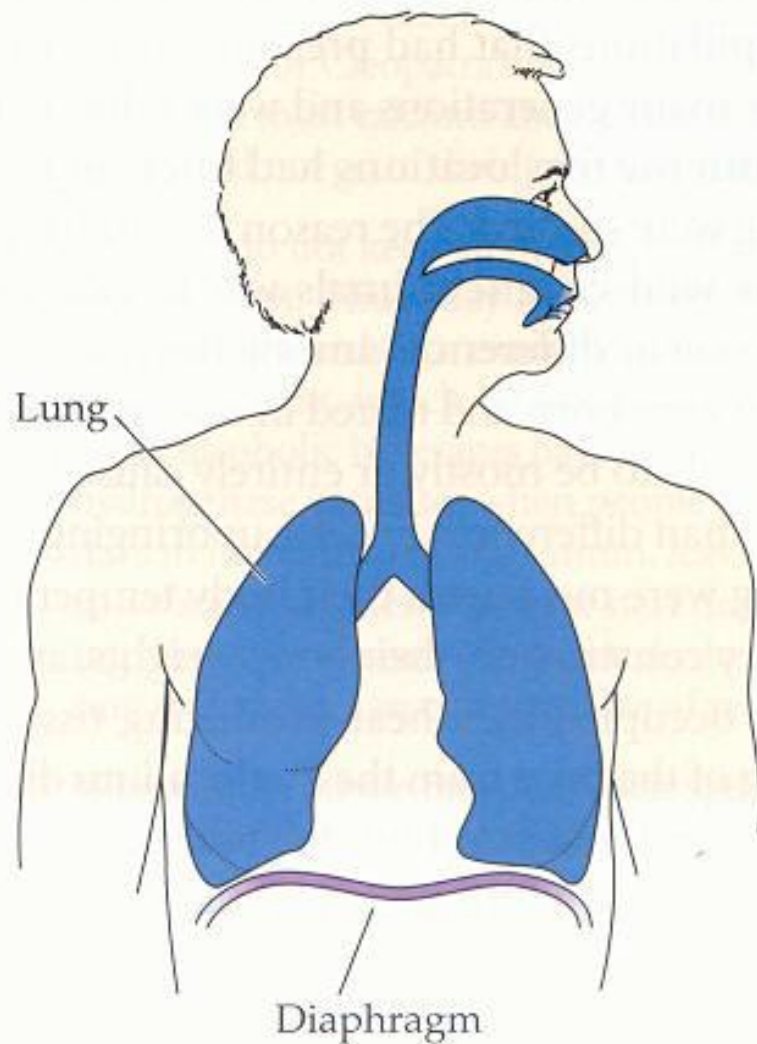
(c)



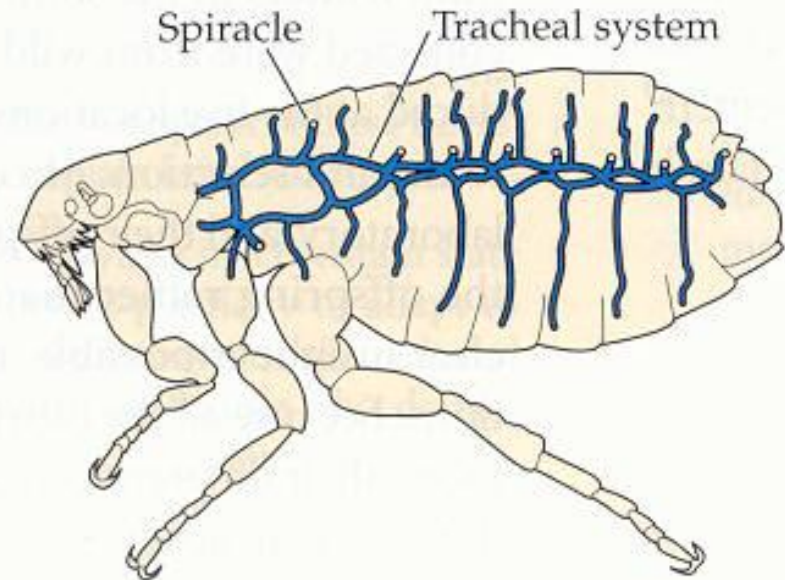
Chování jako adaptace

Různá řešení téhož problému

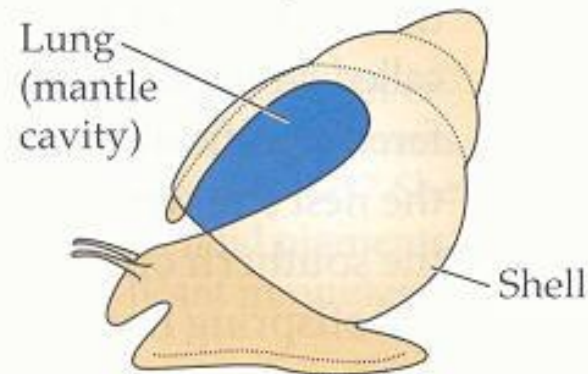
(a) Human (Phylum Chordata)



(b) Insect (Phylum Arthropoda)

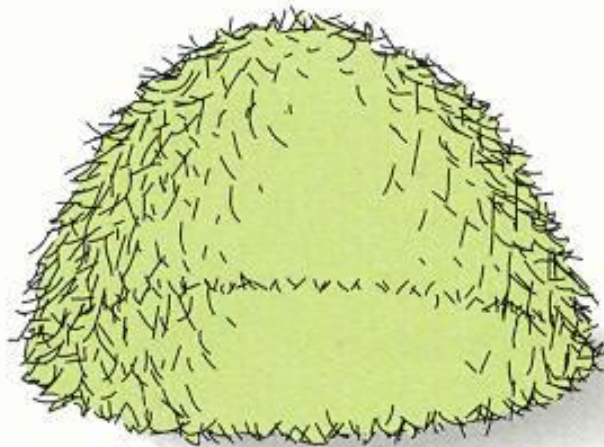


(c) Land snail (Phylum Mollusca)



Velikost určuje stavbu těla a funkce

(a) Meadow vole



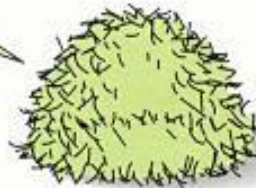
175 g

In 1 week, the vole eats about six times its body weight to meet its energy needs.



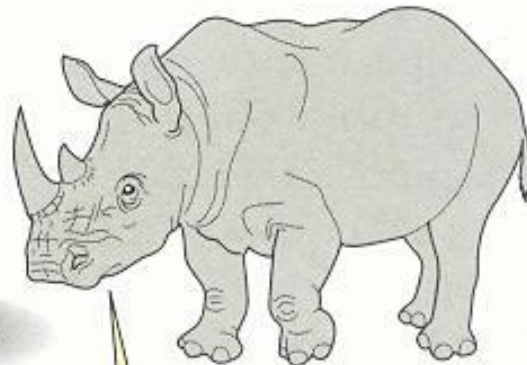
30 g

(b) White rhino



650 kg

These piles of tightly packed forage are sized correctly relative to the sizes of the animals.



1900 kg

The rhino, on the other hand, eats only a third of its body weight in 1 week to meet its energy needs.

Čím větší tím úspornější

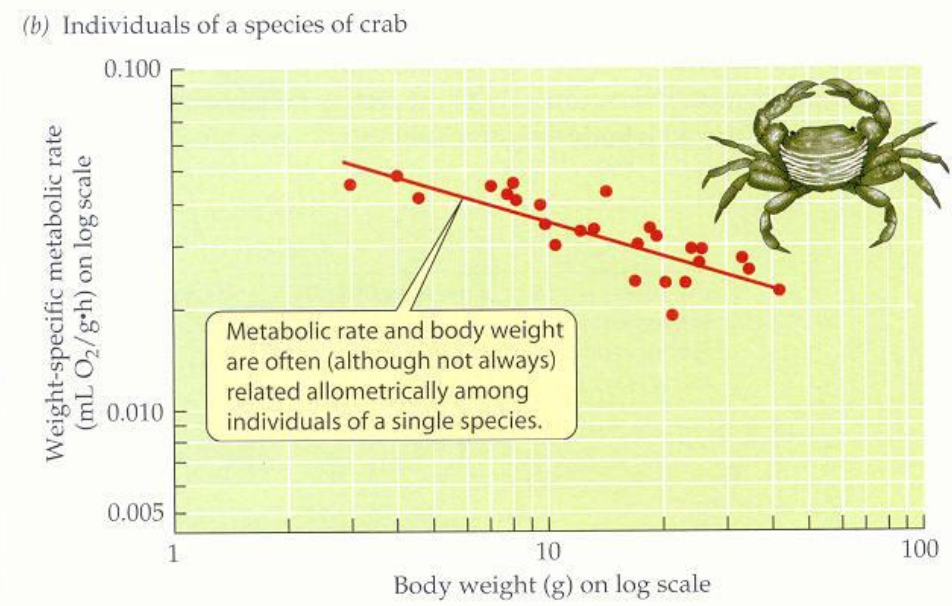
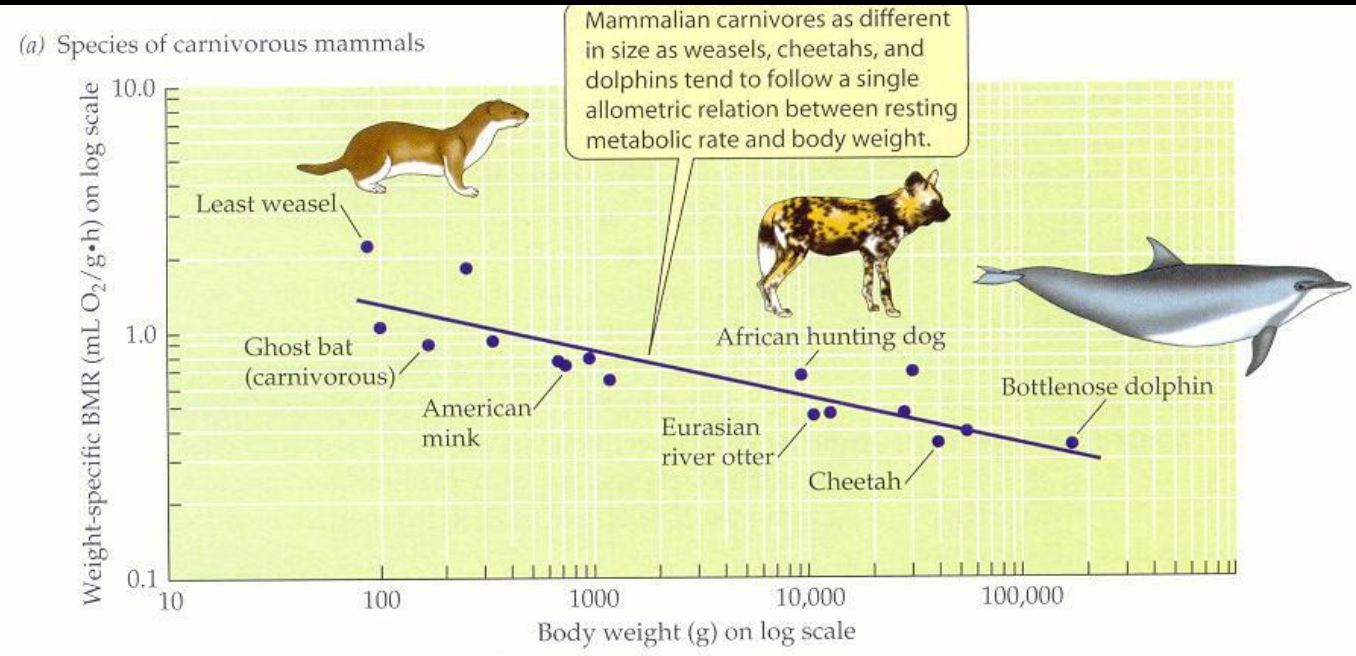
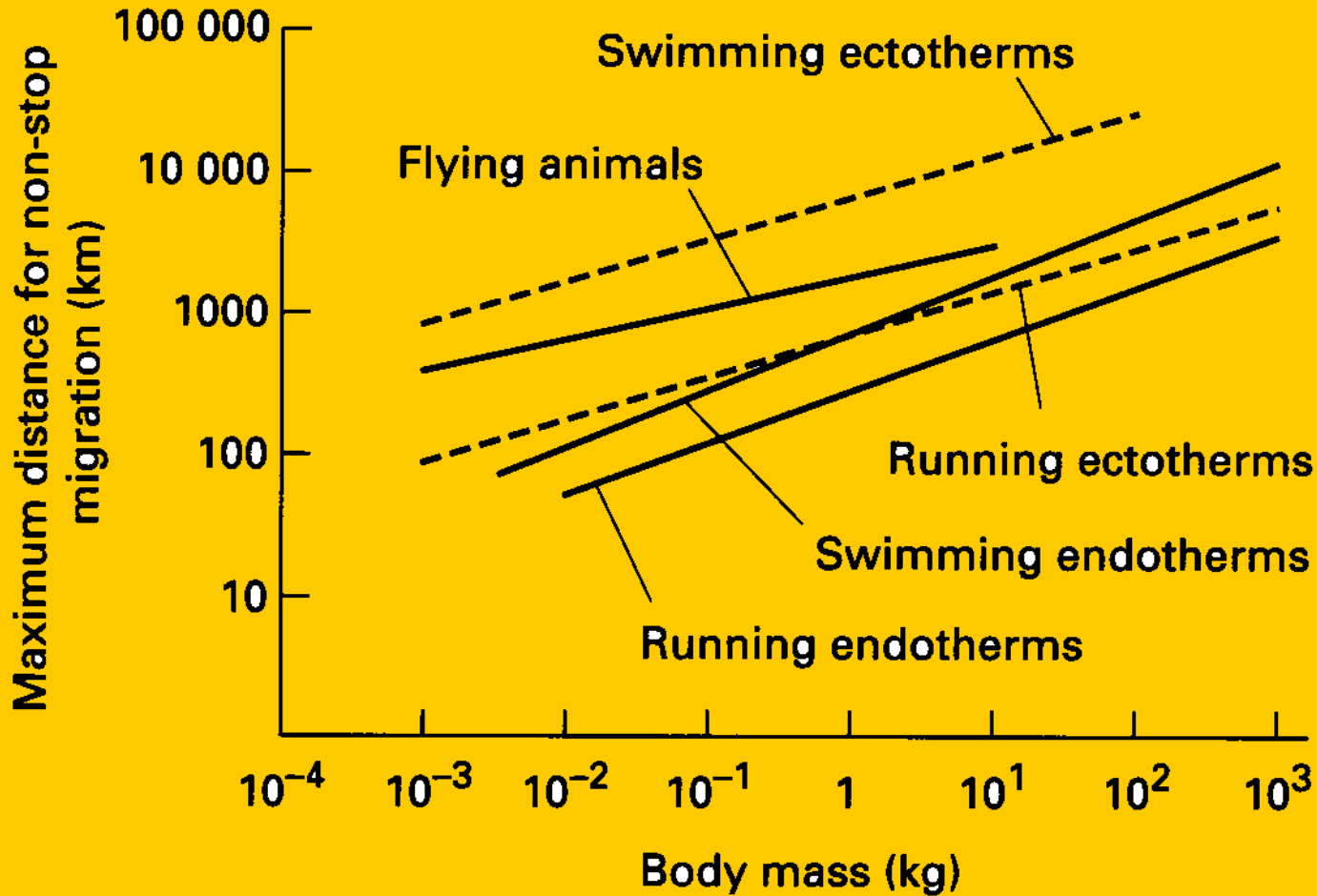
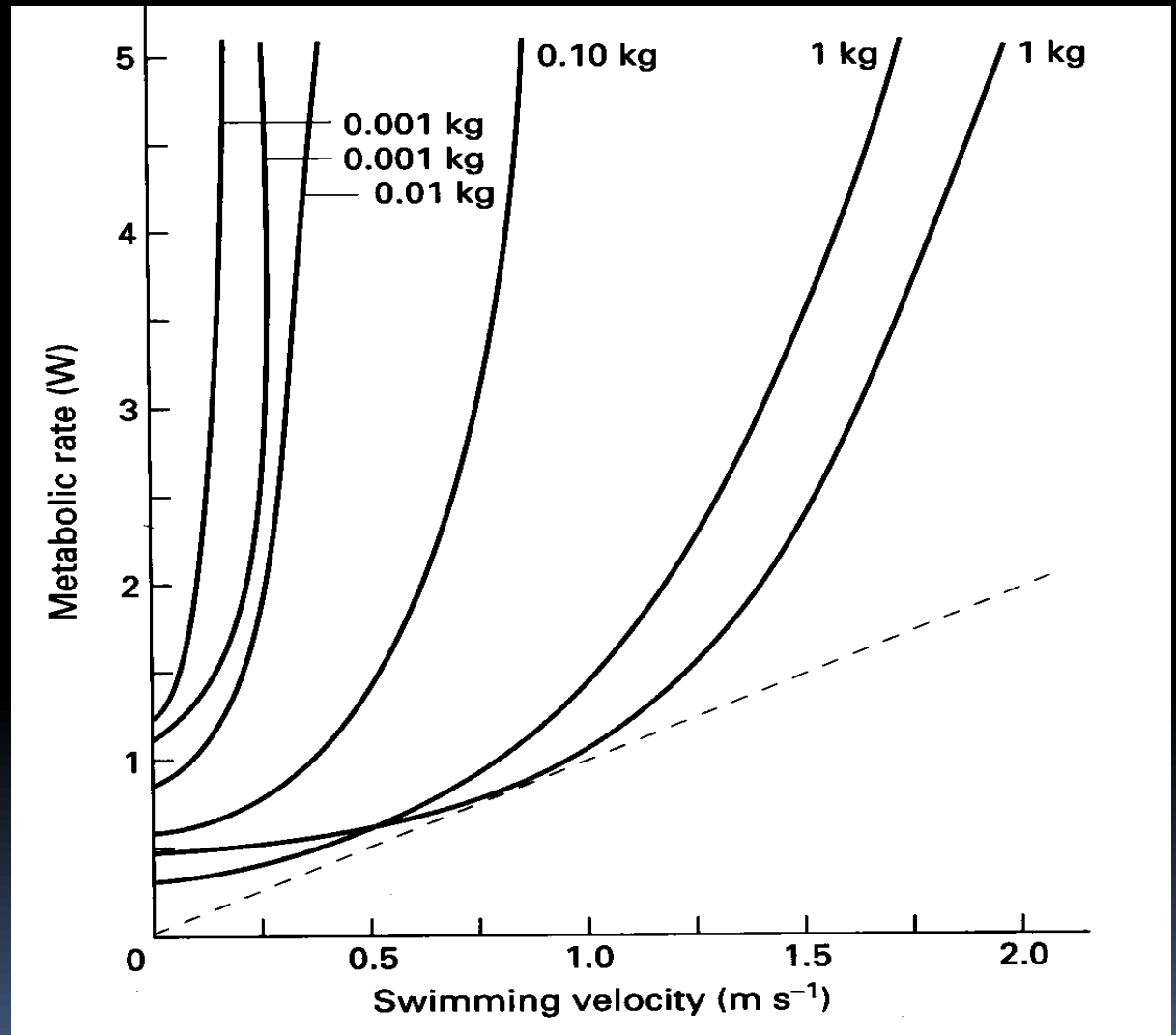


Figure 5.10 Metabolic rate and body weight are linearly on log-log coordinates: (a) A log-log plot of resting metabolic rate as a function of body weight for mammals that eat primarily vertebrate flesh, plotted on log-log coordinates. The points represent individual species, and the line is a regression line fitted to them. (b) A log-log plot of weight-specific metabolic rate as a function of body weight in a crab (*Pachygrapsus crassipes*) at a body temperature of 20°C. Each point represents a particular individual, and the line is a regression line fitted to the points. See Appendix 1 for more details on log-log layouts. (a after McNab 1986; b after

Nejtěžší se při non-stop migracích dostanou nejdál

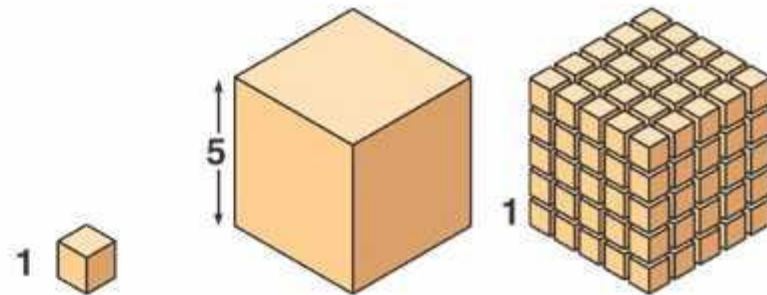


Těžkého plavce stojí rychlost méně



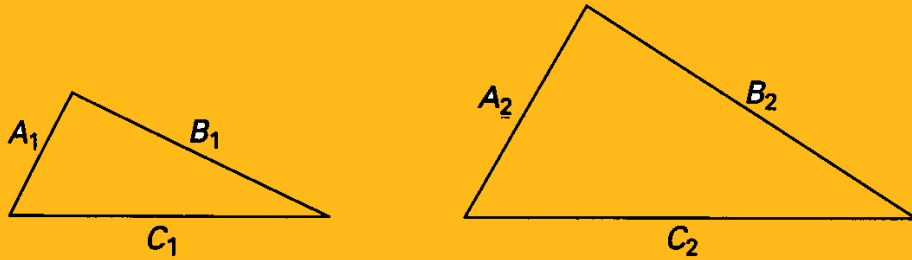
Poměr Povrch/Objem a maximalizace povrchu

Surface area increases while total volume remains constant



Total surface area (height × width × number of sides × number of boxes)	6	150	750
Total volume (height × width × length × number of boxes)	1	125	125
Surface-to-volume ratio (surface area / volume)	6	12	6

Tělesné proporce a nelineární – allometrické vztahy.
Velký živočich nemůže být zvětšeninou malého.



$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{B_1}{B_2} = \frac{C_1}{C_2} = k$$

izometrické trojúhelníky



Tělesné proporce a nelineární – allometrické vztahy.
Velký živočich nemůže být zvětšeninou malého.



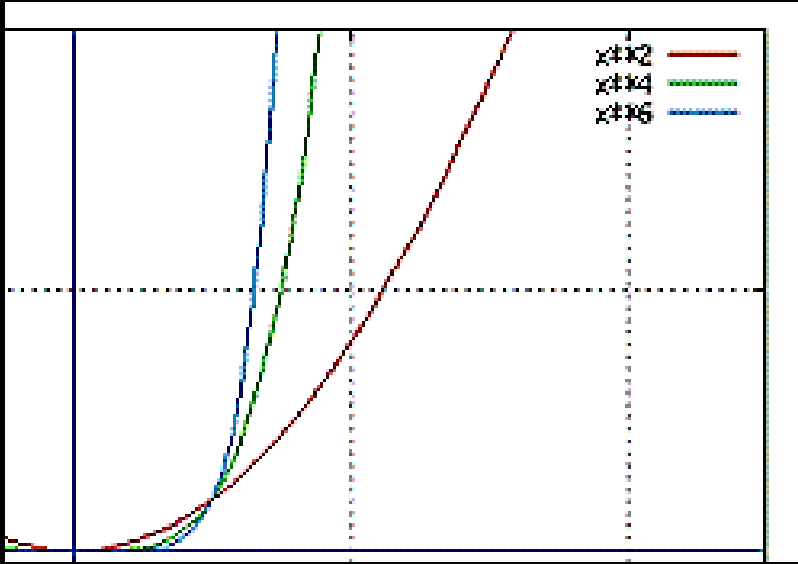
allometrické vztahy



Velikost limituje funkcje



Tělesné proporce nelineární – allometrické vztahy.
Velký živočich nemůže být zvětšeninou malého.



allometrické vztahy

Velikost těla je limitem pro:

svalový výkon – pohyb a opora těla

udržování stálosti uvnitř těla – energetiku

termoregulaci

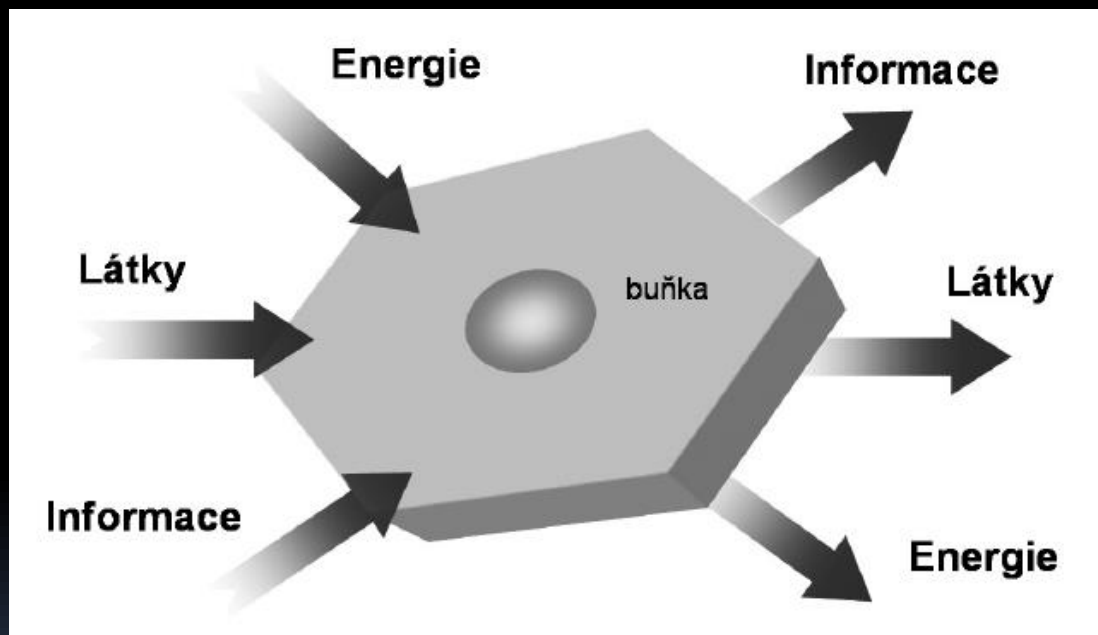
transport difúzí – složitost stavby

Udržení organizovanosti navzdory chaosu

- základní vlastnost živých organizmů.

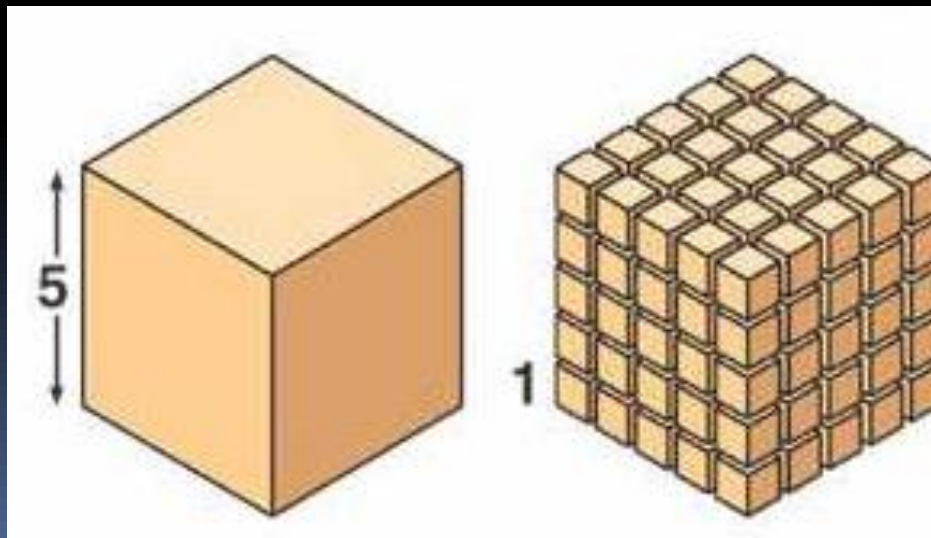
Udržení stálosti vnitřního prostředí - **homeostázy**.

Od jednobuněčných k mnohobuněčným.



Podmínky vnitřního a vnějšího prostředí se liší.
Vnější navíc kolísají, vnitřní musejí být stále
Homeostáza, adaptace, regulace

- Mnohobuněčnost – živočich si nese „pramoře“ s sebou
- možnost života v dalších volných nikách, větší nezávislost.
 - nutnost vzniku infrastruktury organismu
 - nutnost údržby vnitřního prostředí



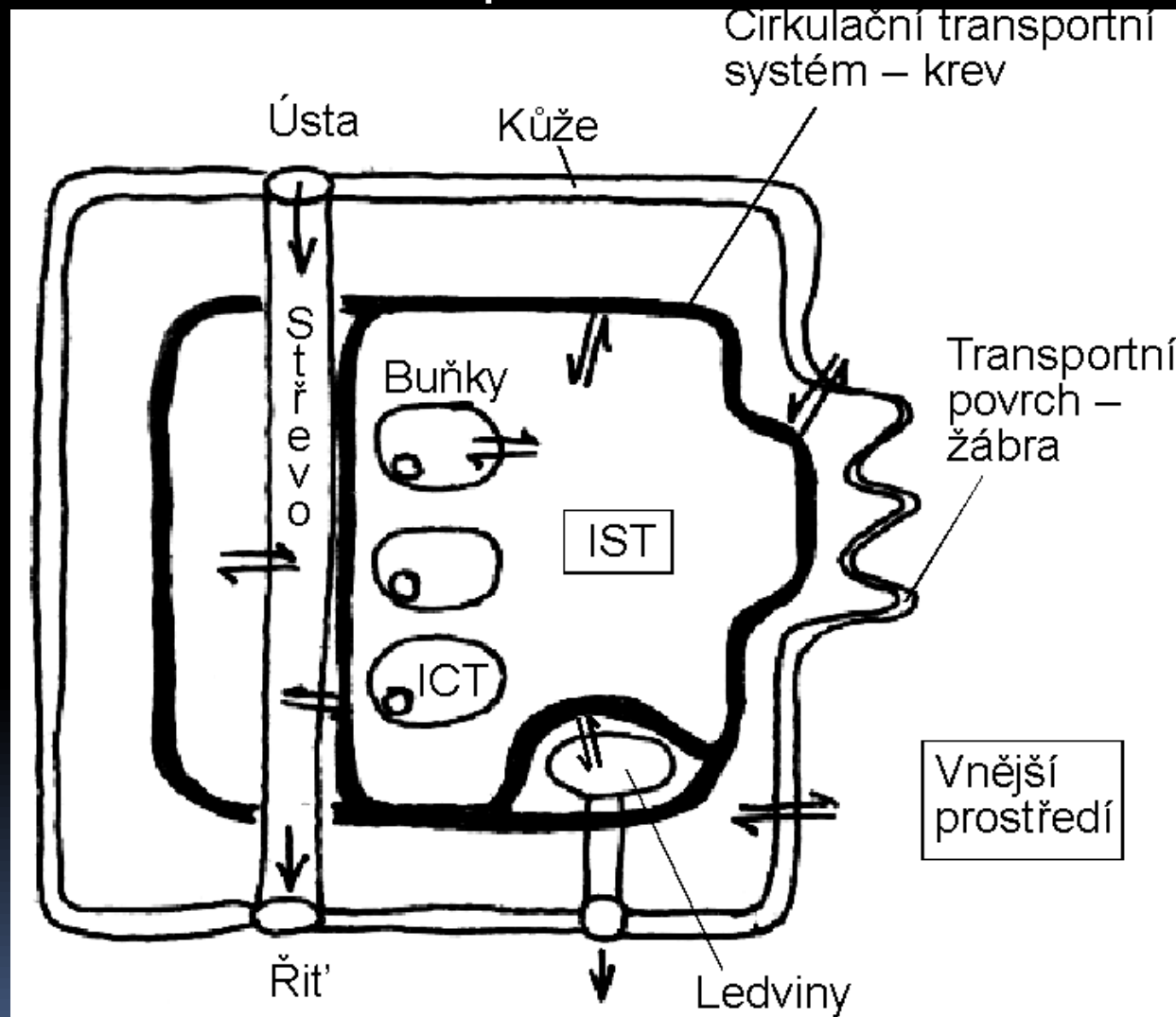
Homeostáza, adaptace, regulace

Podmínky vnějšího prostředí kolísají, vnitřní musí být stálé.

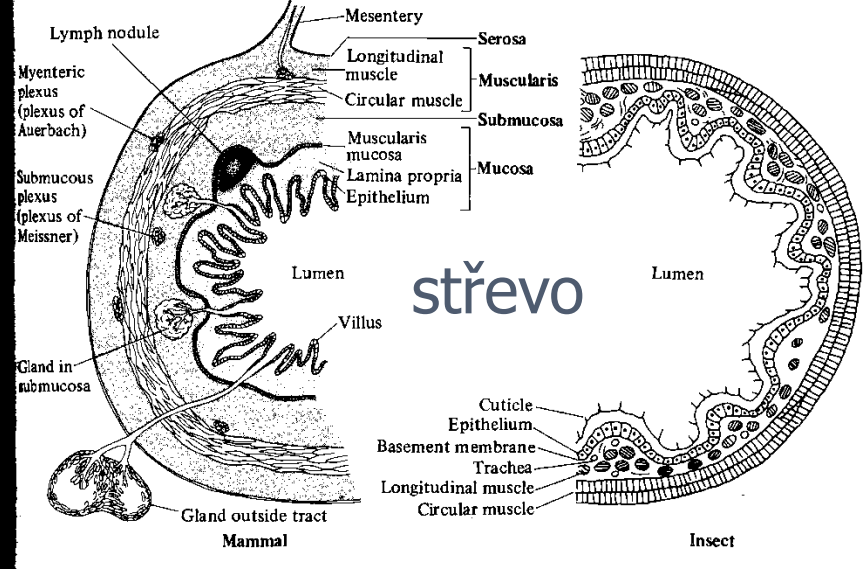
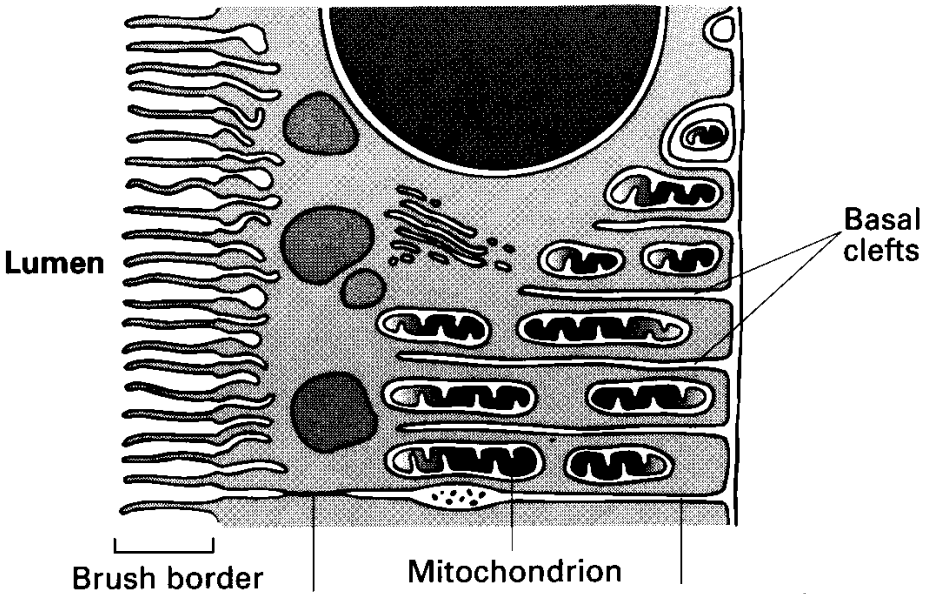
Co je potřeba hlídat pro udržení homeostázy?

- Zdroje energie
- Dýchací plyny
- Odpadní produkty
- pH
- Vodu, soli a elektrolyty
- Objem a tlak
- Teplotu
- Sociální parametry ve skupinách

Vznik orgánových soustav u mnohobuněčných - péče o stálost vnitřního prostředí



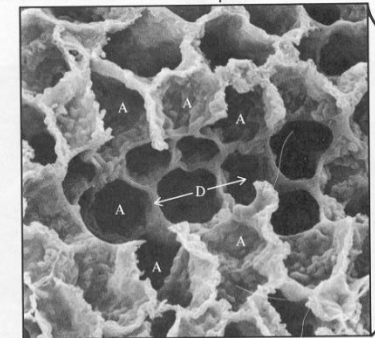
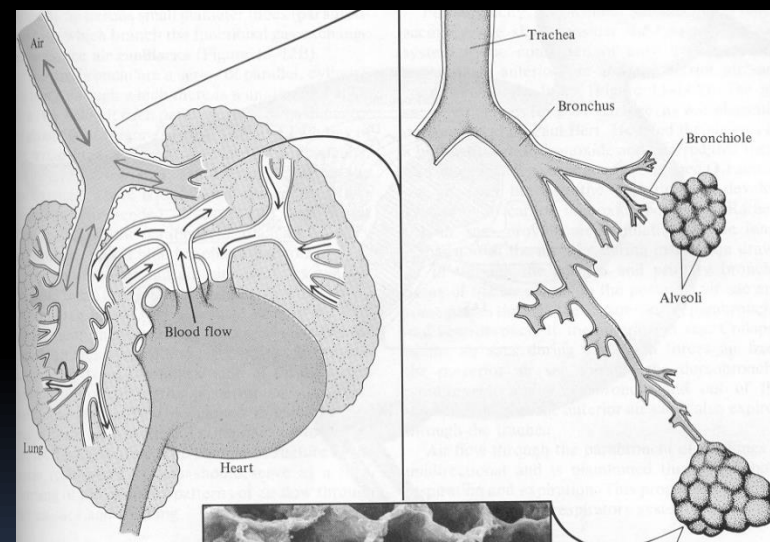
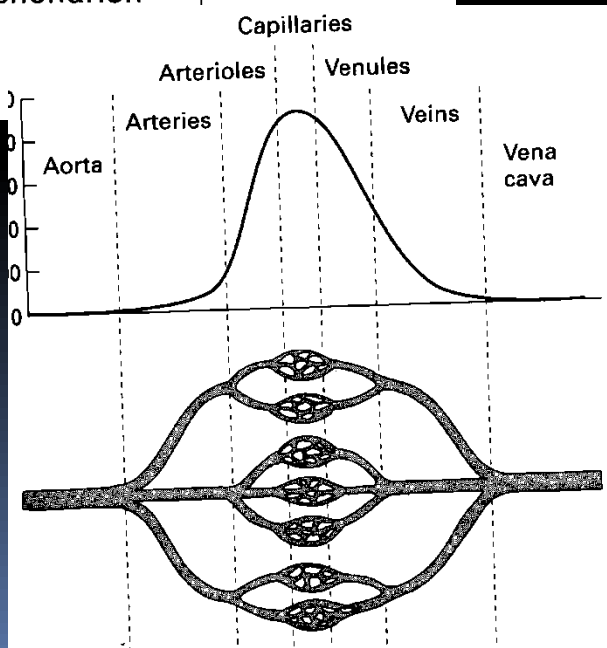
**Kontaktní rozhraní
musí mít velkou plochu**



střevo

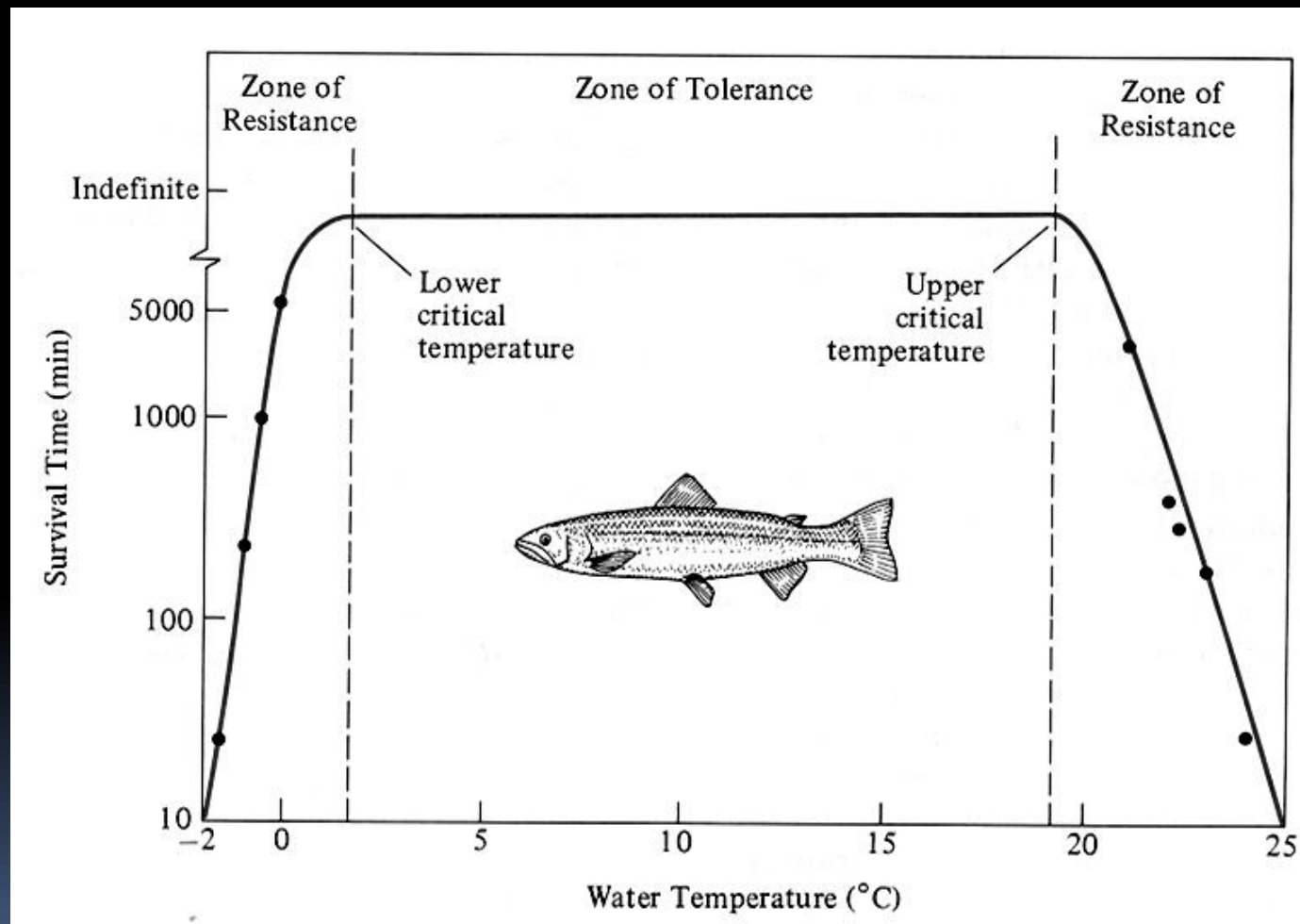
ledvinný tubulus

kapiláry



plíce

Podmínky vnějšího prostředí kolísají:



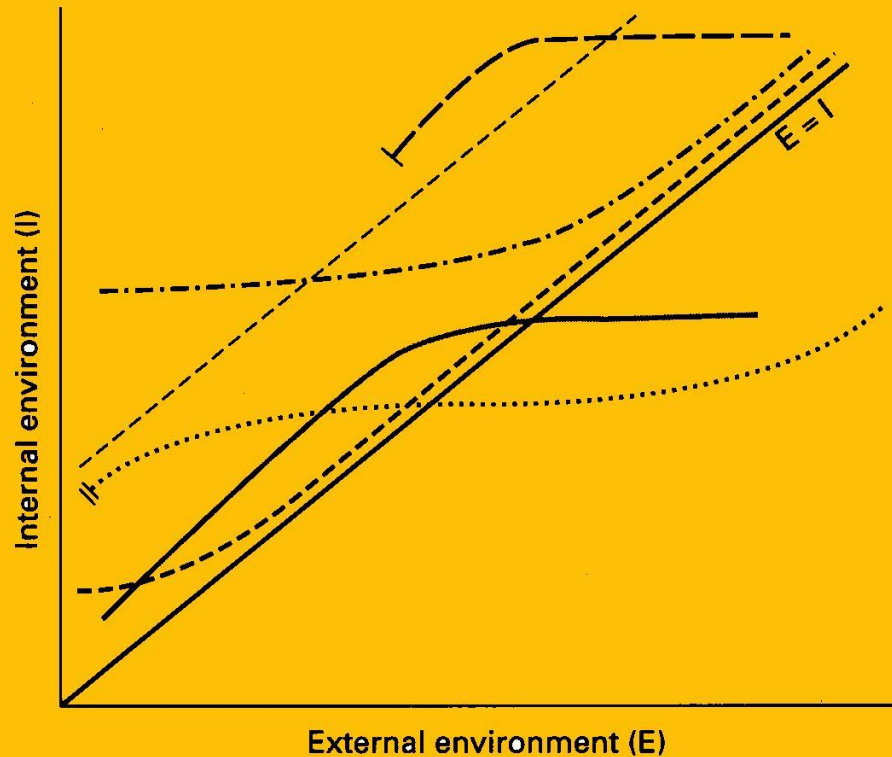
Optimum a jeho hranice

Ne všem se ale homeostáza vyplatí
Různé adaptační strategie na změnu životních podmínek

- a) Uteč – „Vyhýbači“
- b) Akceptuj - Konforméři
- c) Vyreguluj - Regulátoři

Volba strategie souvisí s tělní stavbou a velikostí těla.

„Konformeri“ a regulátoři.

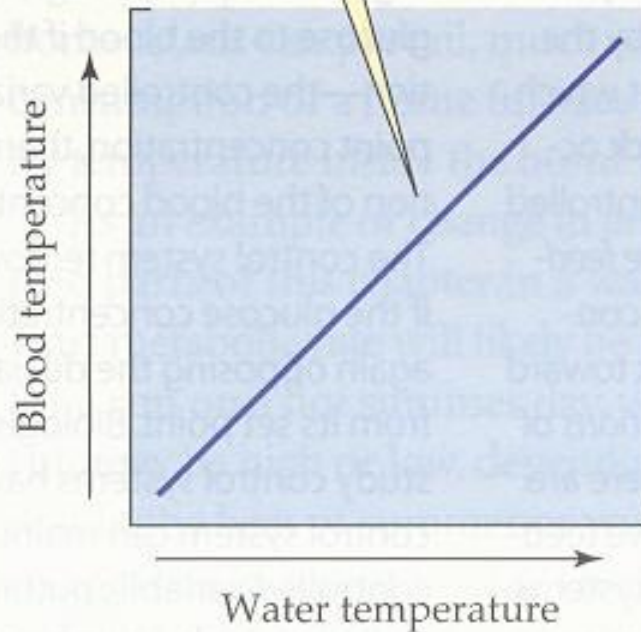


- 'Conformer', but some regulation at extreme low E
- 'Regulator', but less efficient at extremes
- . - . - . Typical 'partial' regulator, conforming in relatively normal conditions but regulating as conditions get more difficult
- Essentially a conformer (parallel to $E = I$ line), but internal environment has constant excess of measured variable
- - - - - Regulator but unable to survive too much change (starts to conform and then dies)
- Mixed conformer/regulator: regulates (approximately) above some species-specific level

„Konforméři“ a regulátoři.

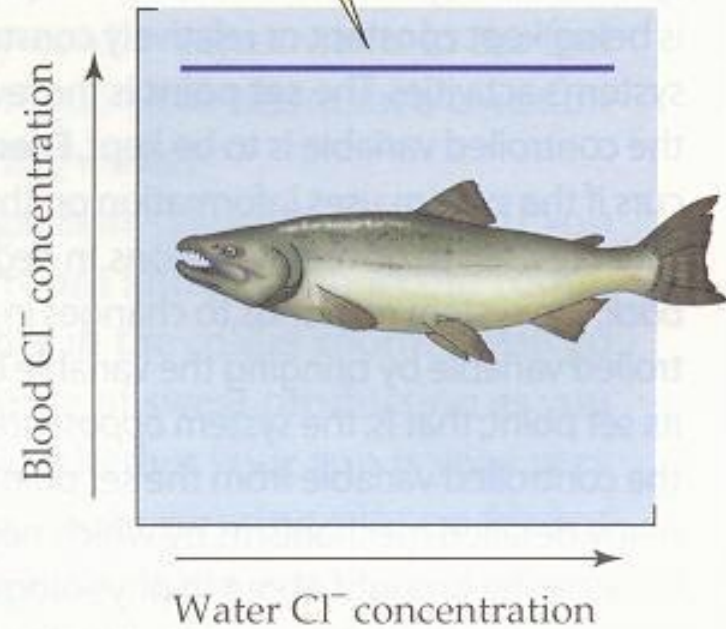
(a) Temperature conformity

When a salmon enters a river from the sea, its body temperature (including blood temperature) changes if the river water is warmer or cooler than the ocean water...



(b) Chloride regulation

...but its blood Cl^- concentration remains almost constant, even though river water is very dilute in Cl^- and seawater is very concentrated in Cl^- .



Celková životní strategie zahrnuje mnoho faktorů – Neexistuje jediné univerzální, ideální řešení

Characteristics of r- and K-selected organisms

r-organisms

short-lived
small
weak
waste a lot of energy
less intelligent
have large litters
reproduce at an early age
fast maturation
little care for offspring
strong sex drive
small size at birth

K-organisms

long-lived
large
strong or well-protected
energy efficient
more intelligent
have small litters
reproduce at a late age
slow maturation
much care for offspring
weak sex drive
large size at birth

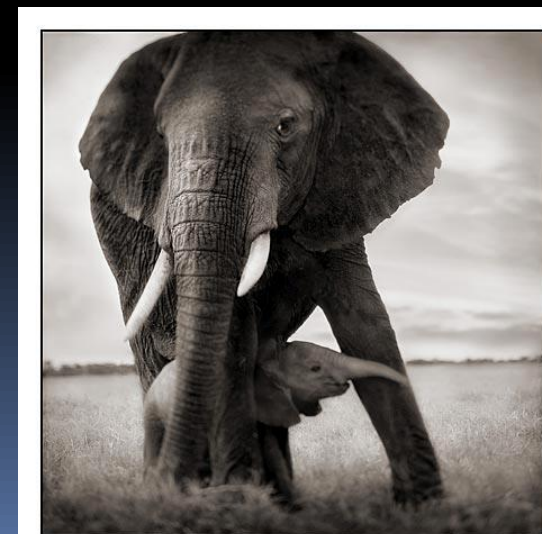
Note: *Not all characteristics apply to all organisms. It is not suggested, for example, that some bacteria have a stronger sex drive or are more intelligent than others. From Principia Cybernetica, <http://pespmc1.vub.ac.be/DEFAULT.html>*

Celková životní strategie zahrnuje mnoho faktorů – Neexistuje jediné univerzální, ideální řešení

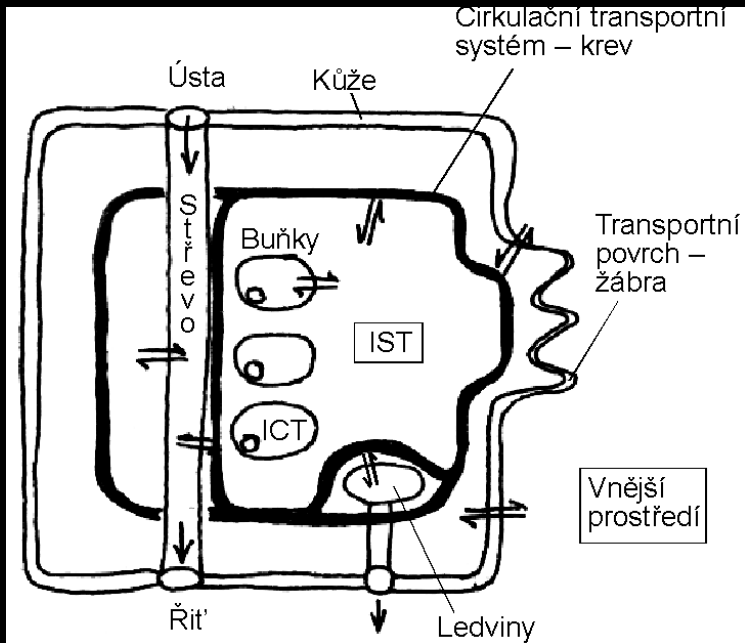
R- stratég: vyšší důraz na rozmnožování a mobilitu potomstva, přičemž kvalita a konkurenceschopnost je odsunuta do pozadí. Rychle roste, rychle se množí, jsou malí, bez péče o potomstvo. Mnoho potomků, velká mortalita. Výhodné v ranných stádiích osidlování.



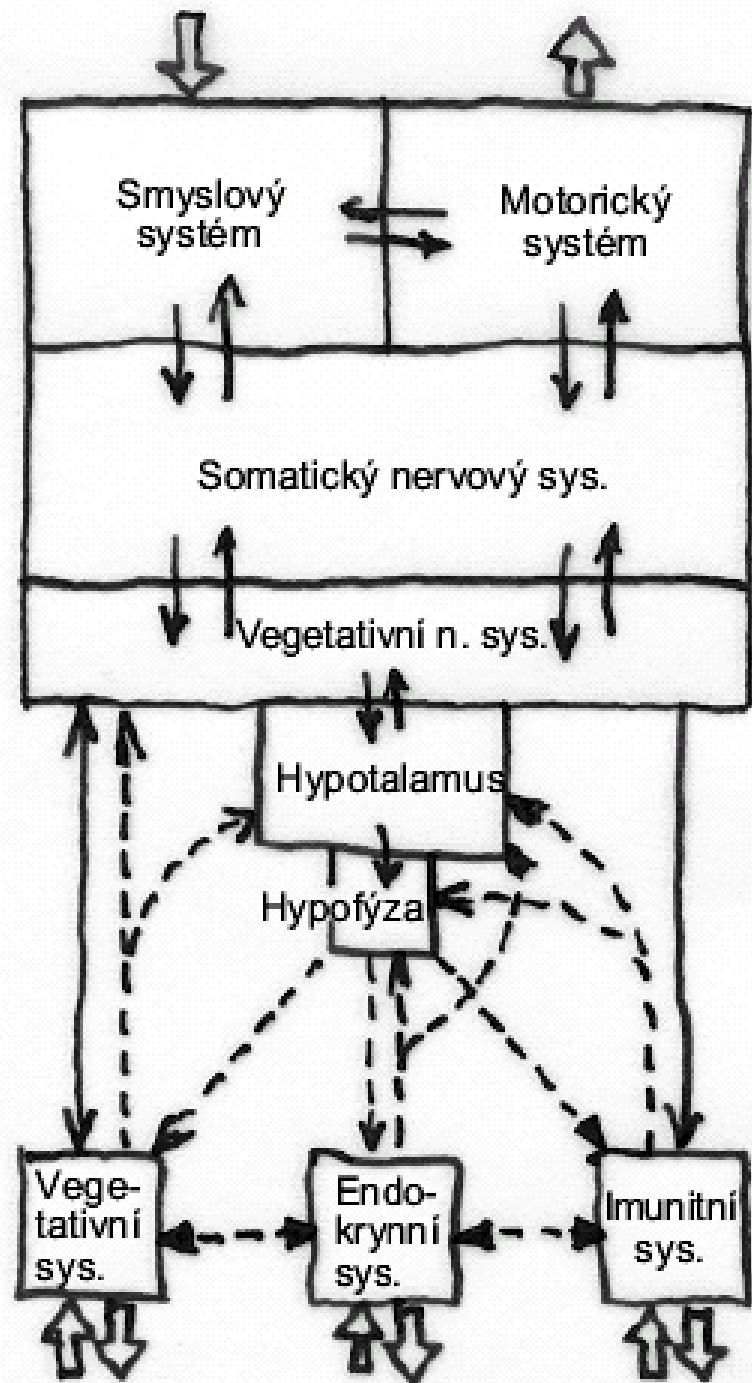
K-stratég je organismus, který ve své životní strategii uplatňuje vyšší důraz na kvalitu a konkurenceschopnost potomstva, přičemž jeho kvantita a mobilita je odsunuta do pozadí. Maximálně využívají stabilní prostředí.



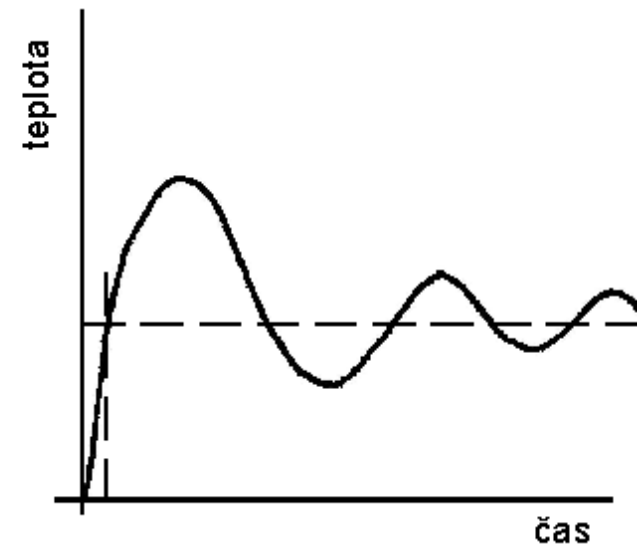
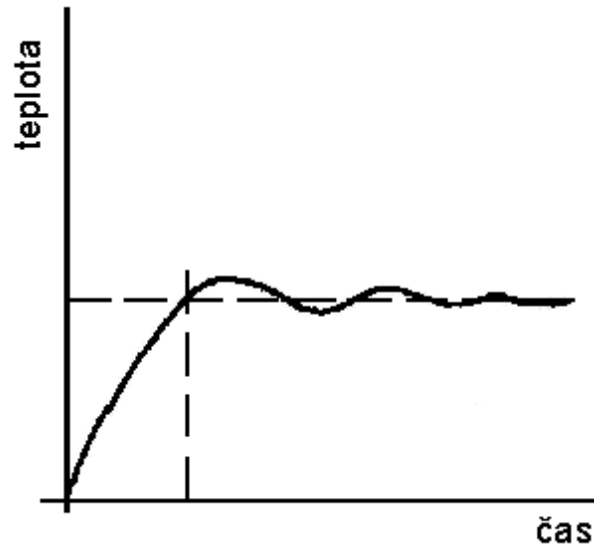
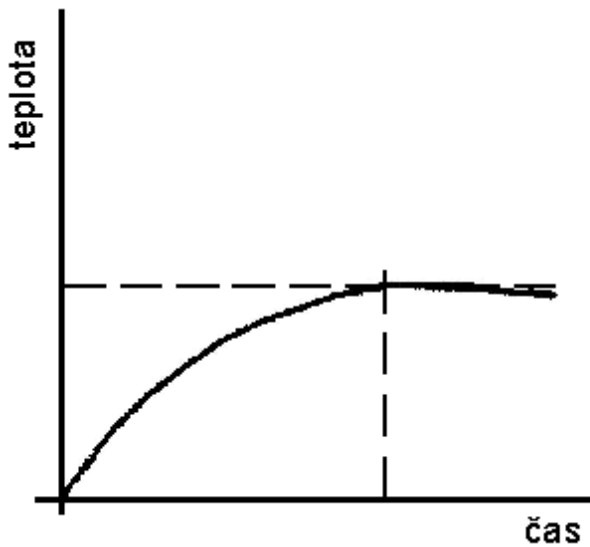
Regulace



Řídící a obslužné systémy

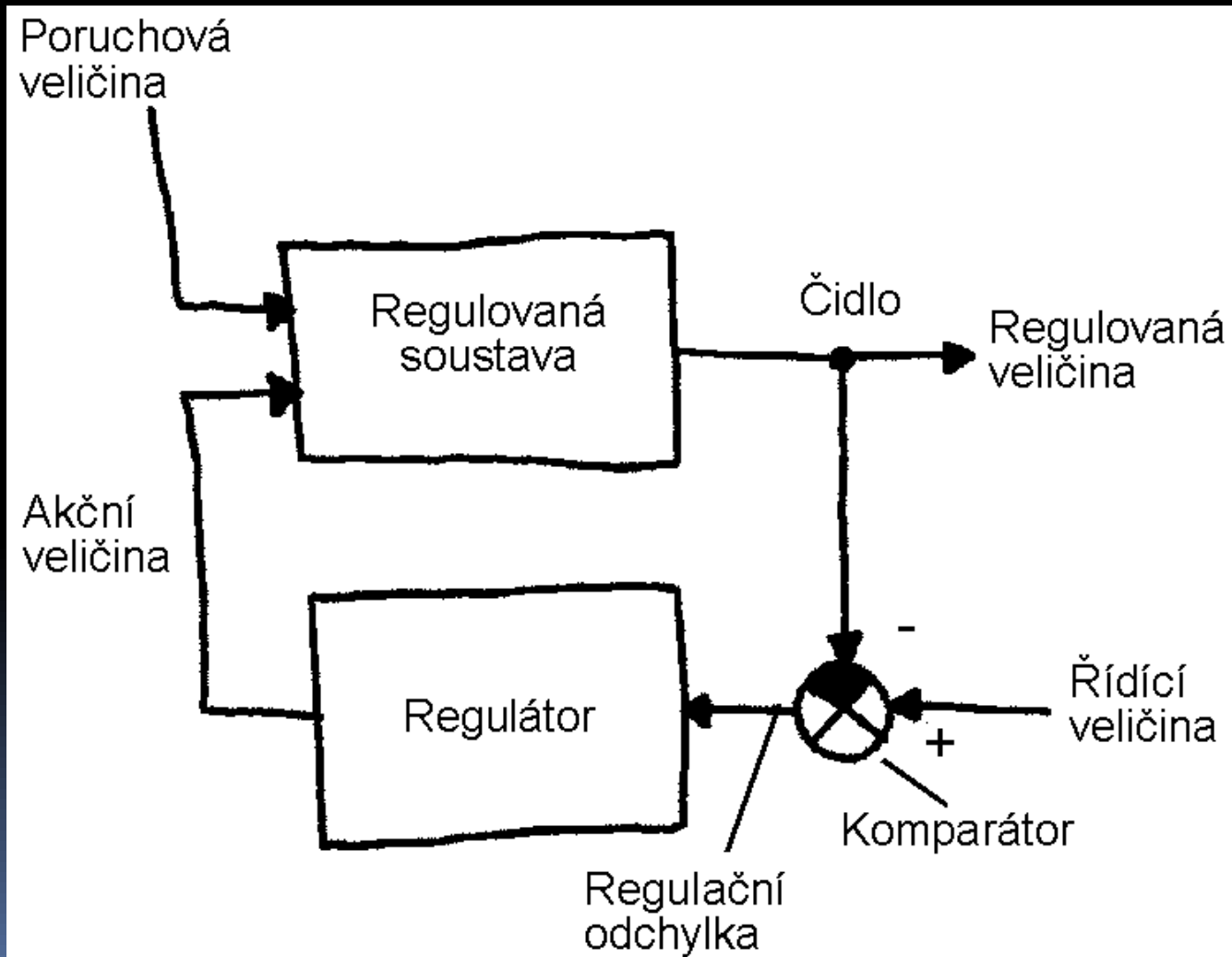


Regulace



Kompromis mezi rychlostí a přesností

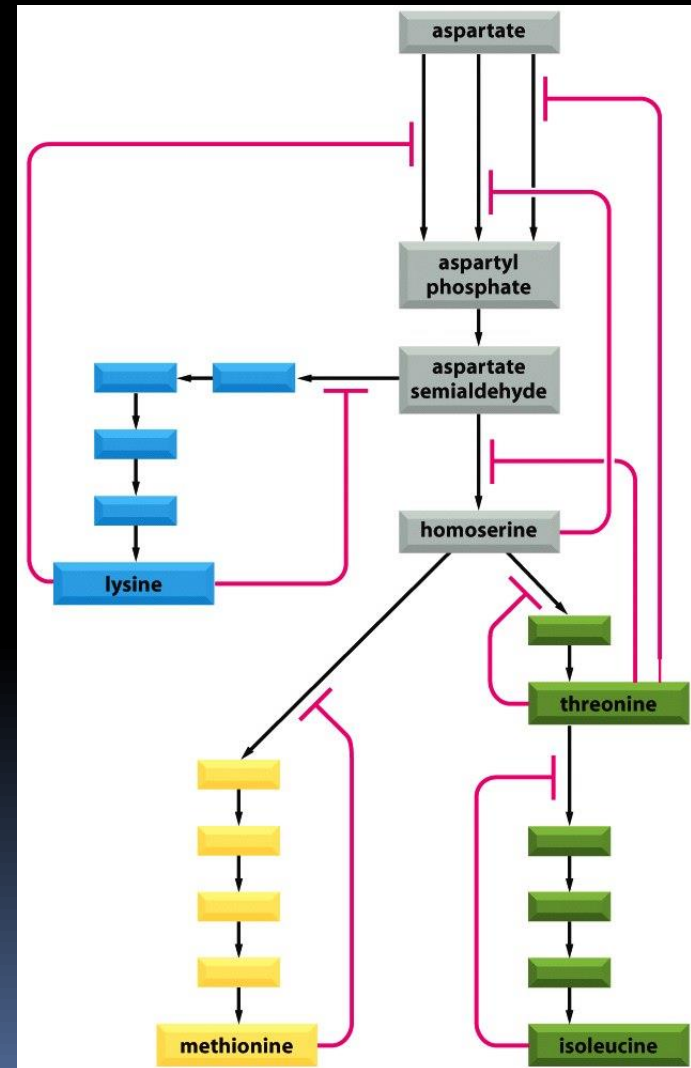
Negativní zpětná vazba jako základní nástroj udržení homeostázy



Negativní zpětná vazba jako základní nástroj udržení homeostázy

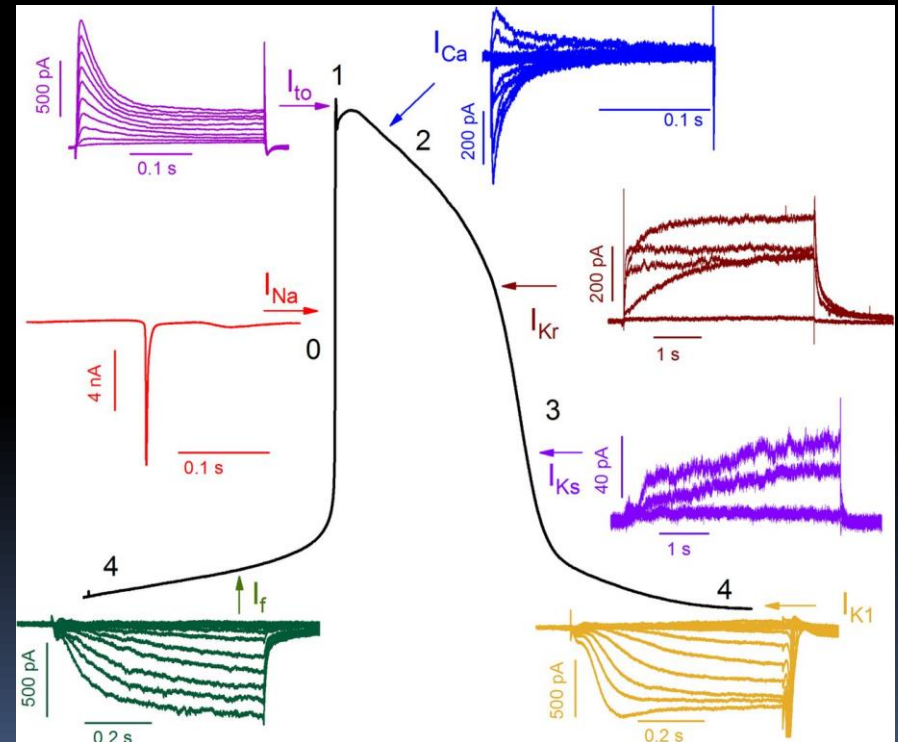
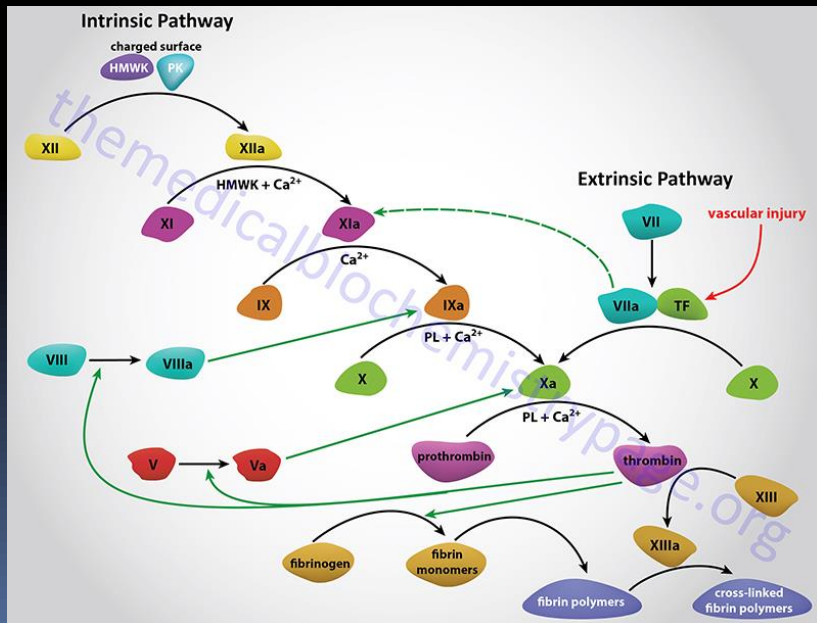
Přesnost regulace:

- ON-OFF
- Proporcionální
- Anticipační



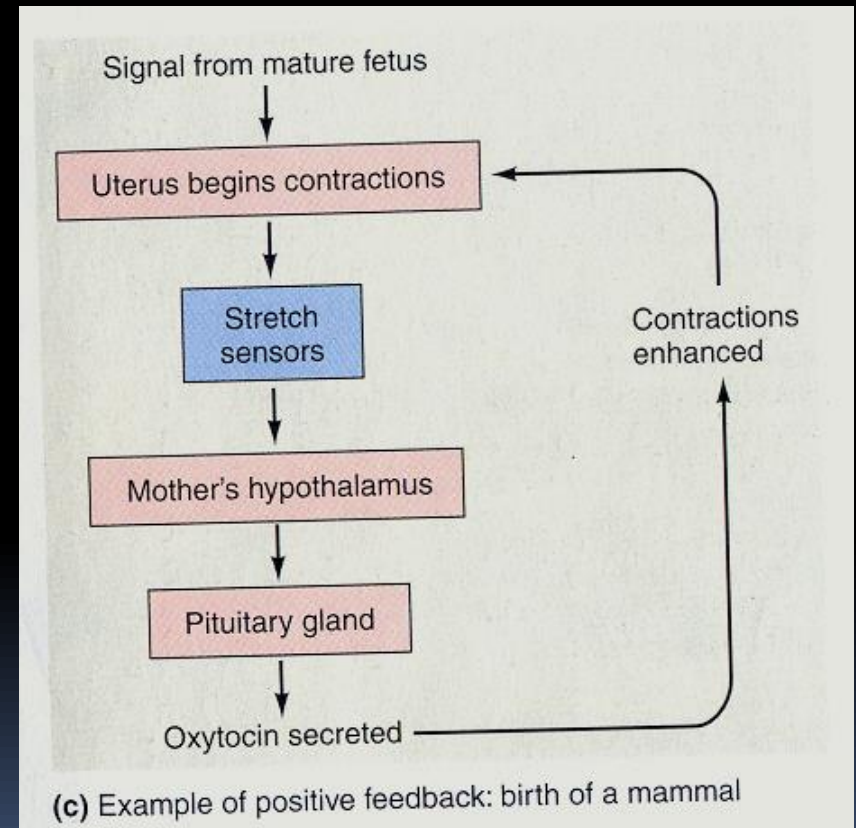
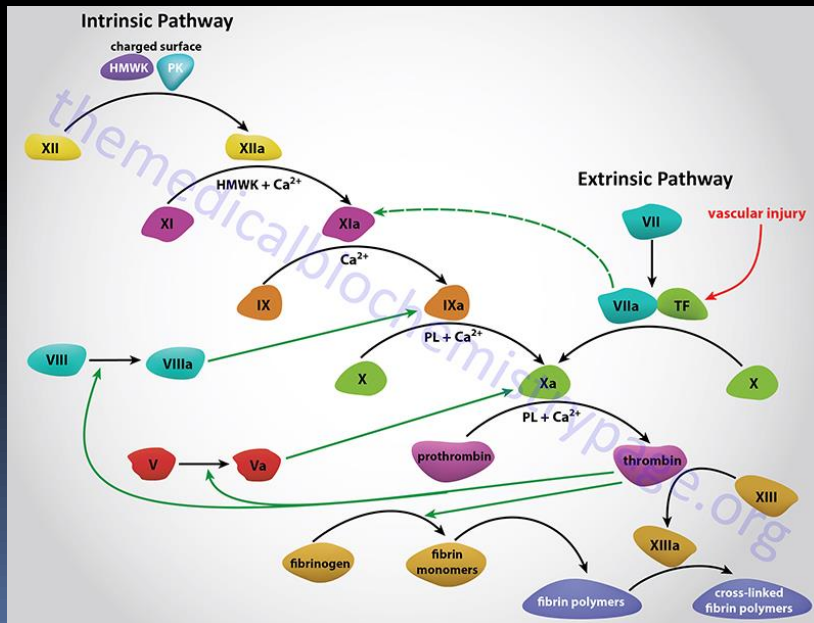
Pozitivní zpětná vazba

Když je rychlá změna potřeba:
 Akční potenciál, tvorba krevní zátky,
 ovulace, porod, orgasmus



Pozitivní zpětná vazba

Když je rychlá změna potřeba:
Akční potenciál, tvorba krevní zátky,
ovulace, porod, orgasmus



Metody fyziologie: od genetických po behaviorální.

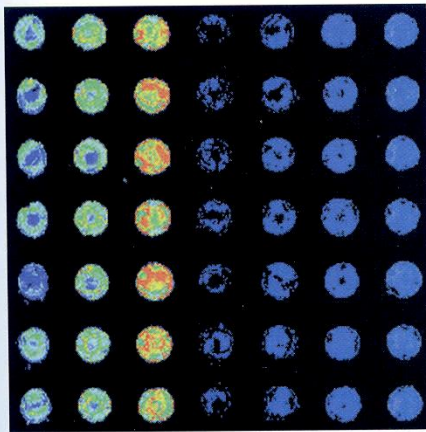
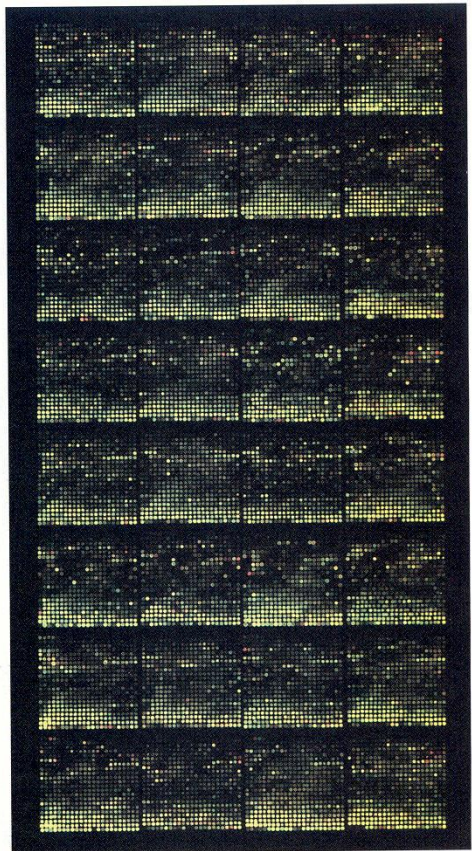


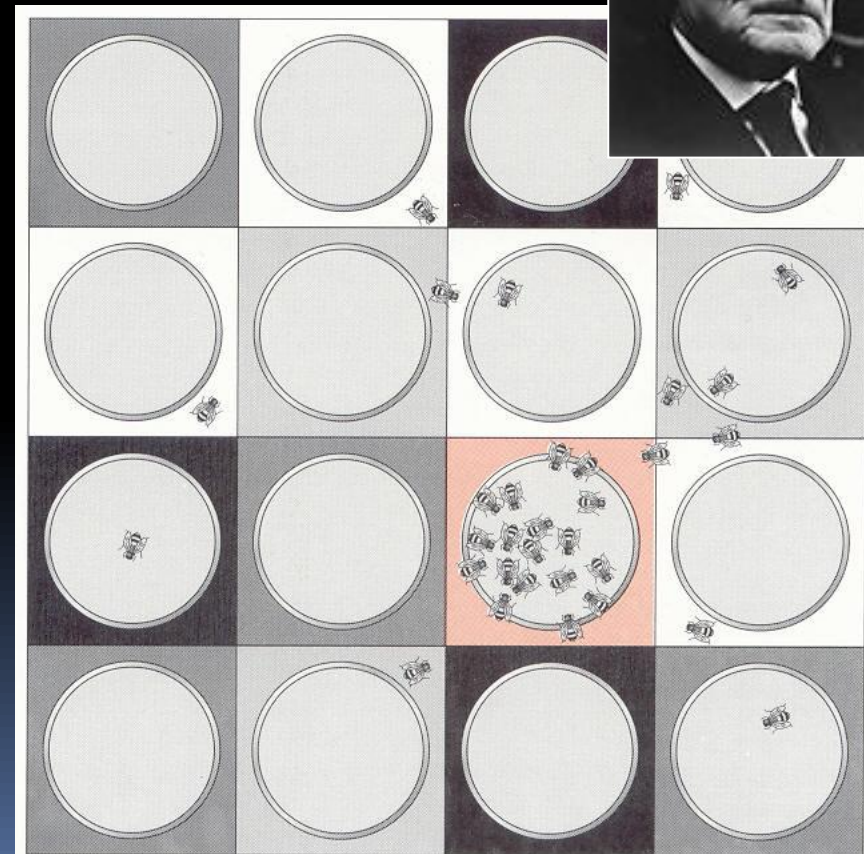
Photo: Courtesy of Affymetrix, Inc.

Figure 2-6 • (a) A microarray chip. Thousands of DNA samples are placed on a 1-cm square slide by robotics. These slides are then bound by complementary DNA or RNA and visualized using fluorescent markers. The location and intensity of the fluorescent signal is analyzed by computer to establish which genes are currently being transcribed and to what extent. (b) A DNA microarray from DNA of a carp, hybridized with liver cDNAs from control animals (labeled green) and from animals subjected to cold temperatures (red). Yellow spots indicate genes with expressions equal in the two groups; green spots are genes expressed more strongly in control animals and red spots are those expressed more strongly in cooled animals.

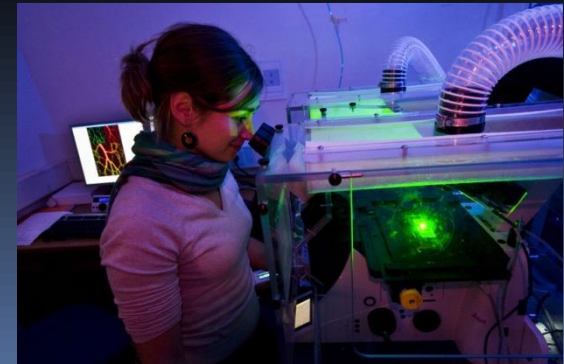
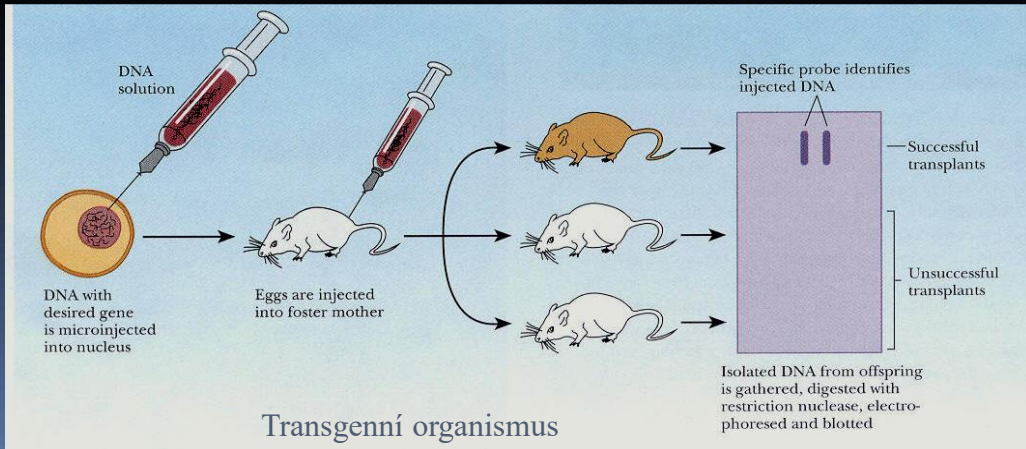
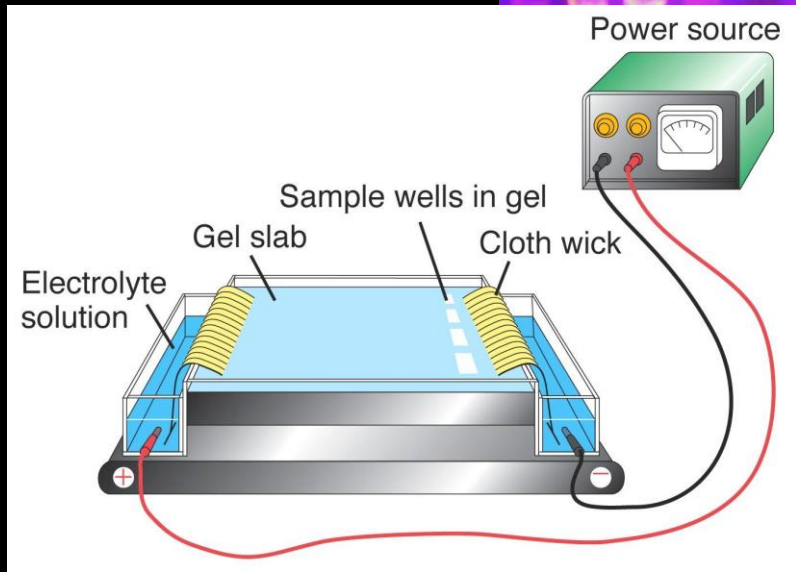
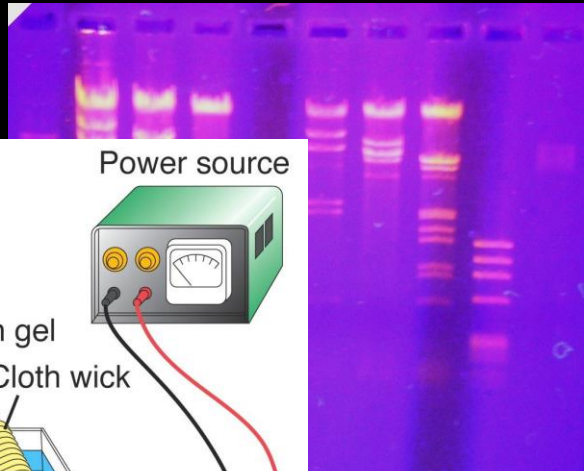


application is that of *gene therapy*, in which a defect arising from a mutated gene is corrected by inserting a normal gene (• Figure 2-7a). This can be done in a fertilized egg, or in an adult tissue. For example, researchers recently found that one form of canine blindness—Leber congenital amaurosis—can

von Frish



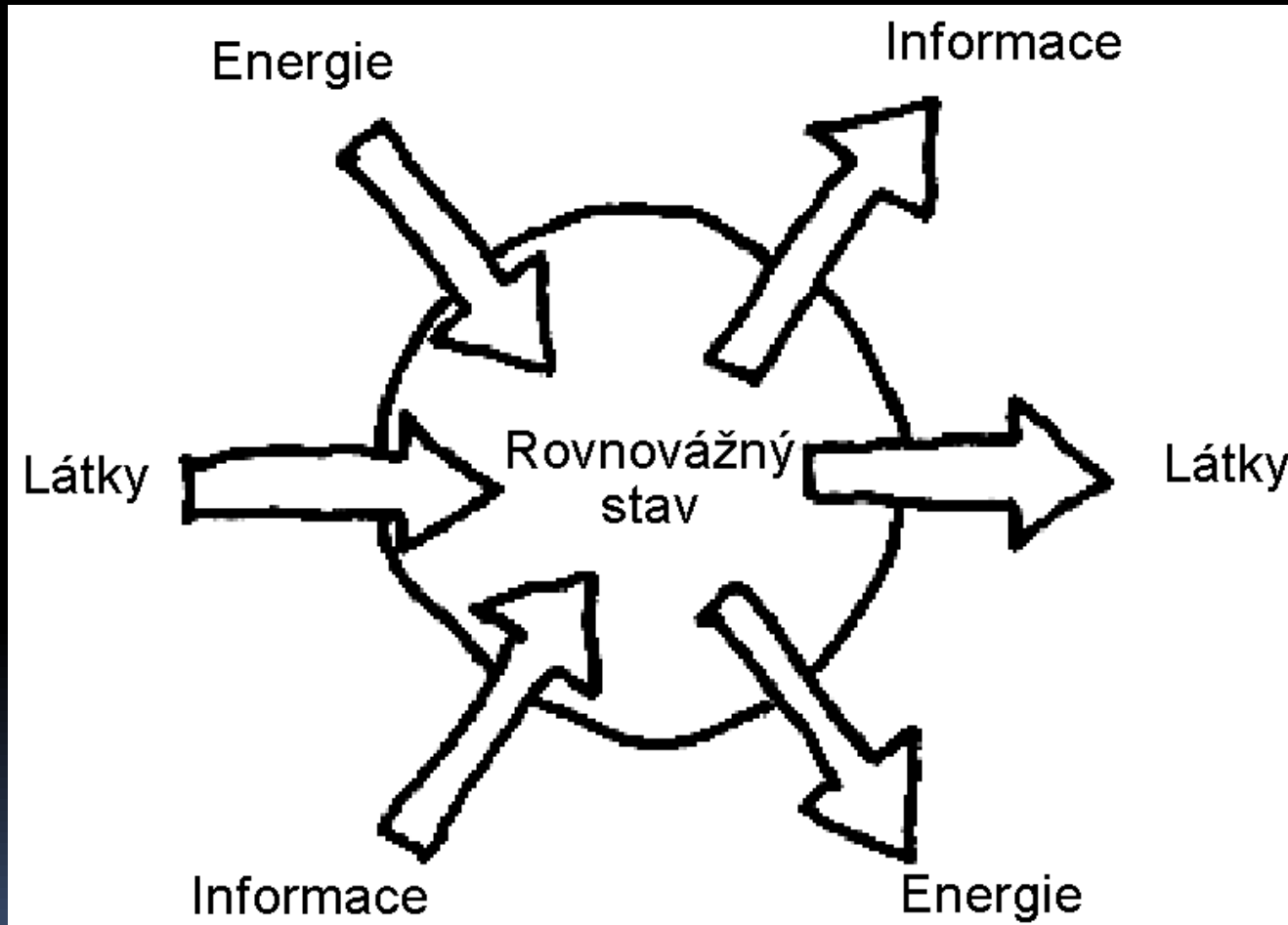
Metody fyziologie: od genetických po behaviorální.



Molekulární „klasika“



Život je postaven na (samo)udržování organizovanosti navzdory chaosu



Shrnutí

Živý organismus je výsledkem:
konkrétního vývoje
v konkrétním prostředí
Určité velikosti těla
Určité životní strategie
např. chování, počtu potomků ...

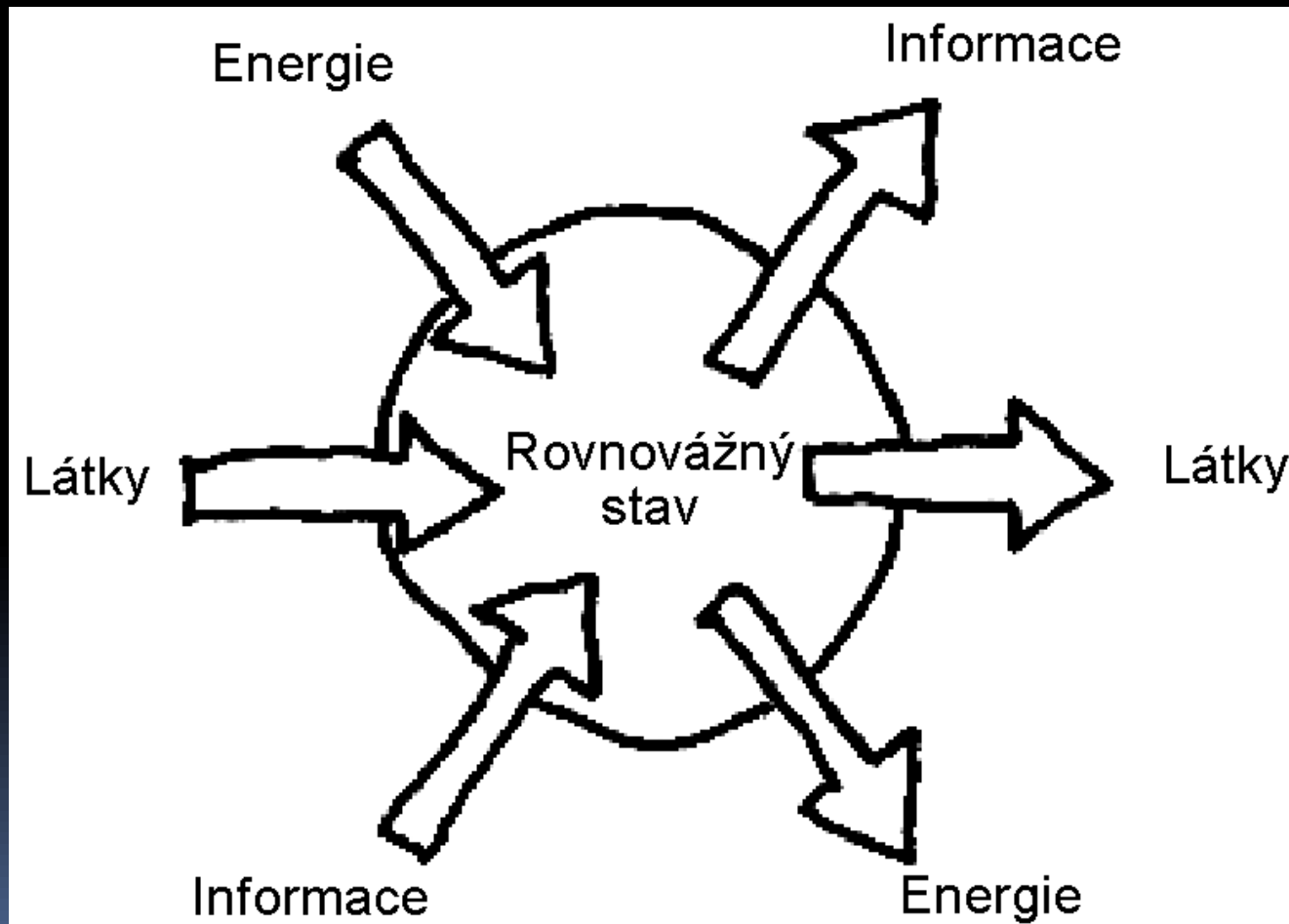
Shrnutí

Živé organismy pracují na své „údržbě“.
Koncept homeostázy umožňuje pochopit smysl práce orgánových soustav mnohobuněčných.

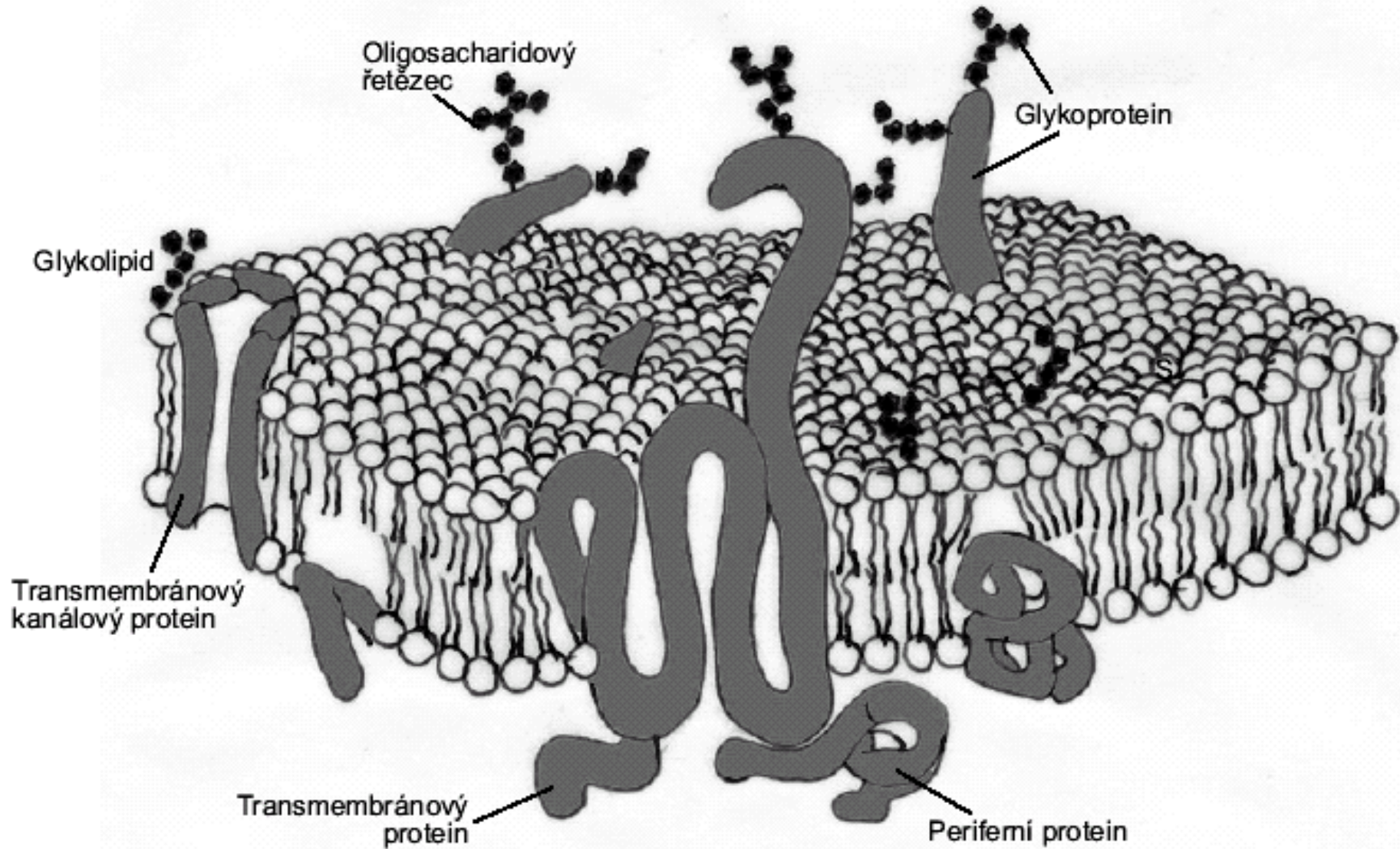
Shrnutí

Negativní zpětná vazba je základním typem homeostatické regulace

Udržení organizovanosti navzdory chaosu
-základní vlastnost živých organizmů-
Nutná kontrola nad toky látek



Bariéra a brány



Membrána z nepropustného materiálu. Fluidní mozaika.

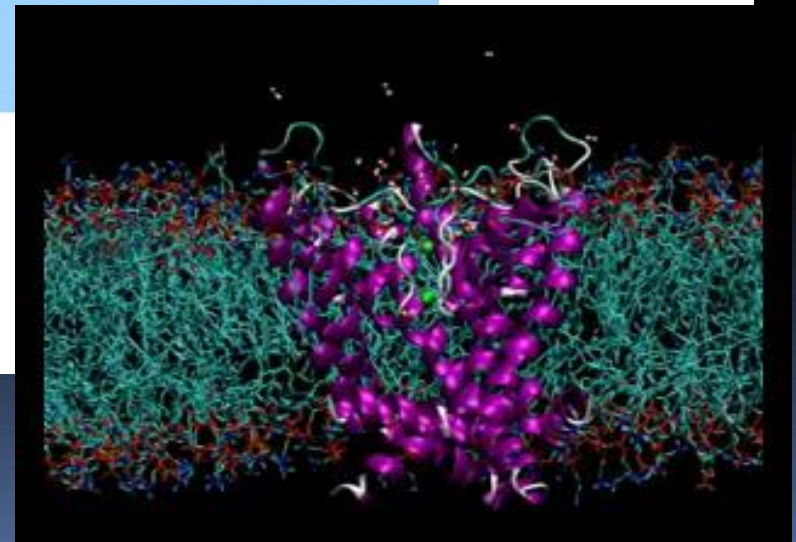
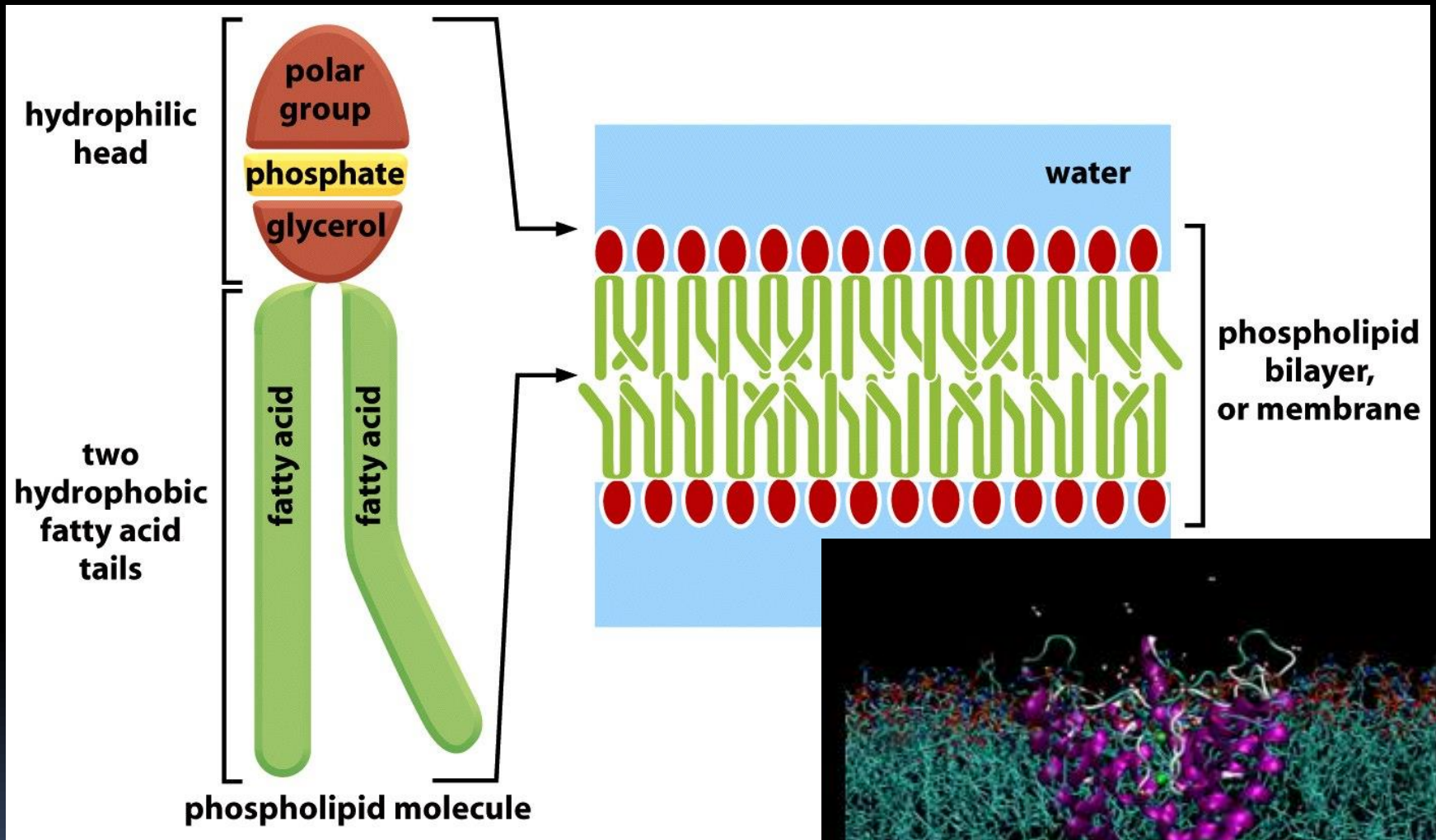
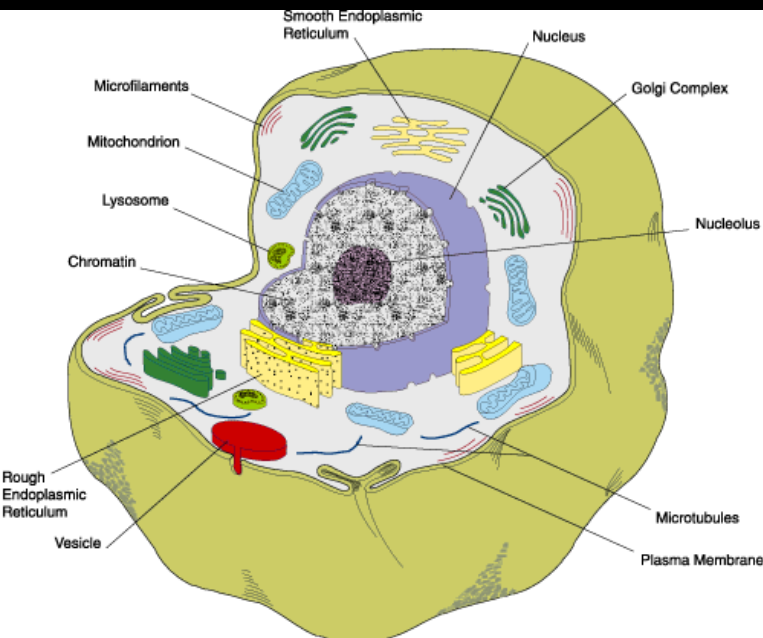


Figure 2-22 *Molecular Biology of the Cell* (© Garland Science 2008)

Hlavní membránové struktury buňky



Plazmatická membrána	Bariéra mezi intra a extracelulárními roztoky, určuje pasivní a aktivní transport rozpuštěných látek (solutů). Přijímá, předává a vede chemické nebo elektrické signály .
Jaderná membrána	Bariéra oddělující jaderný obsah od cytoplazmy, perforovaná velkými póry umožňujícími komunikaci difúzí.
Mitochondrie	Organely mající kromě ohraničující membrány ještě vnitřní membránové prostory. Jde o „generátory“ využitelné energie – probíhá zde štěpení živin za uvolňování H^+ iontů. Koncentračního gradientu H^+ na vnitřních membránách je využito k tvorbě ATP. Mitochondrie mají svou vlastní DNA.
Drsné endoplazmatické retikulum (ER)	Systém propojených váčků a kanálků s ribozómy na povrchu. Jsou místem syntézy proteinů.
Hladké endoplazmatické retikulum	Navazuje na drsné ER, ale je bez ribozómů. Je místem metabolismu steroidů, transportuje proteiny z drsného ER do Golgiho komplexu.
Golgiho komplex	Tvořen naskládanými plochými cisternami. Přijímá produkty hladkého a drsného ER, modifikuje je, koncentruje a obaluje membránami. Vzniklé vezikuly pak mohou být sekretovány z buňky ven exocytózou.
Lyzozómy	Vezikuly obsahující hydrolytické enzymy pro intracelulární rozklad poškozených organel nebo fagocytovaných částic.

Bariéra a brány

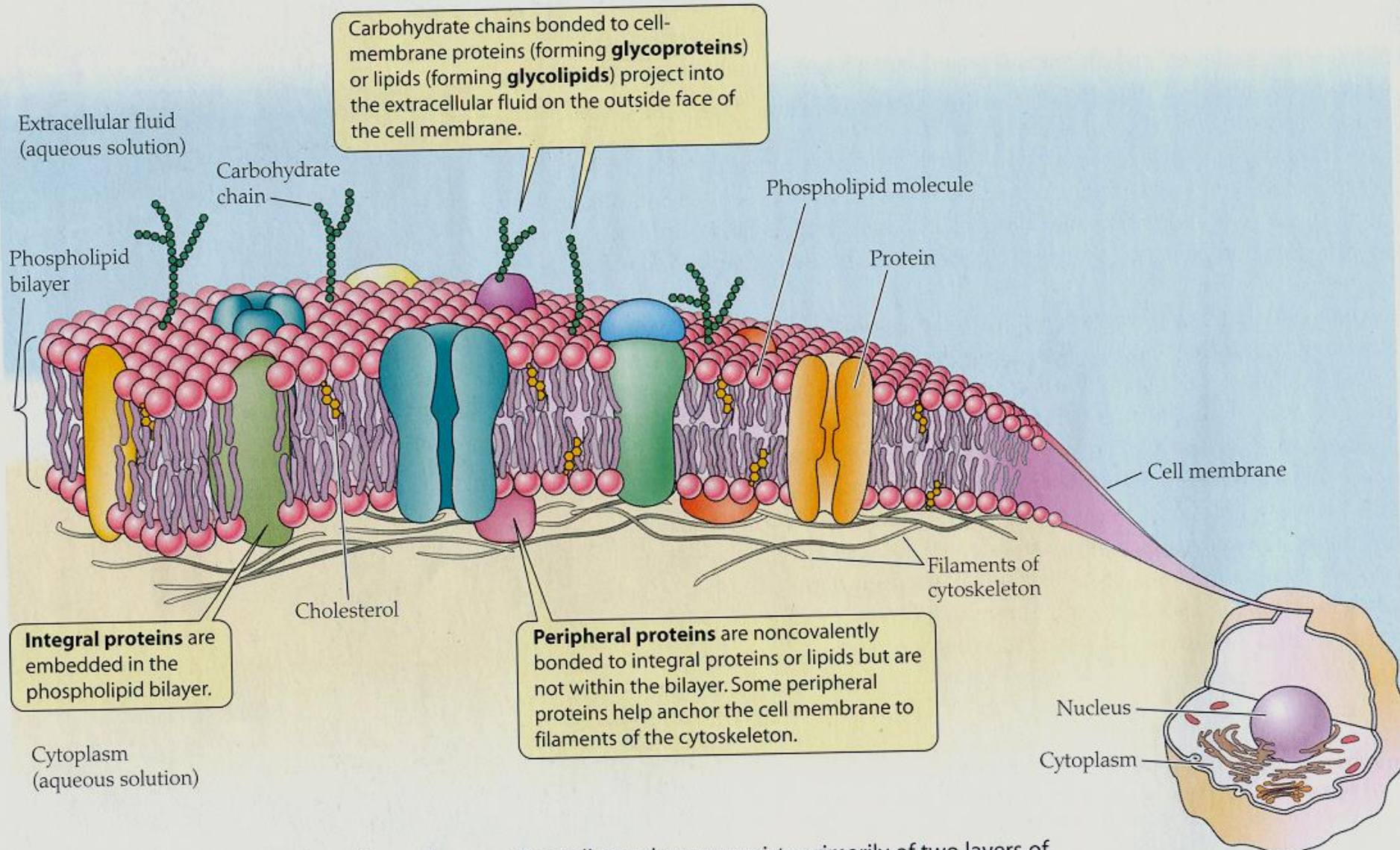
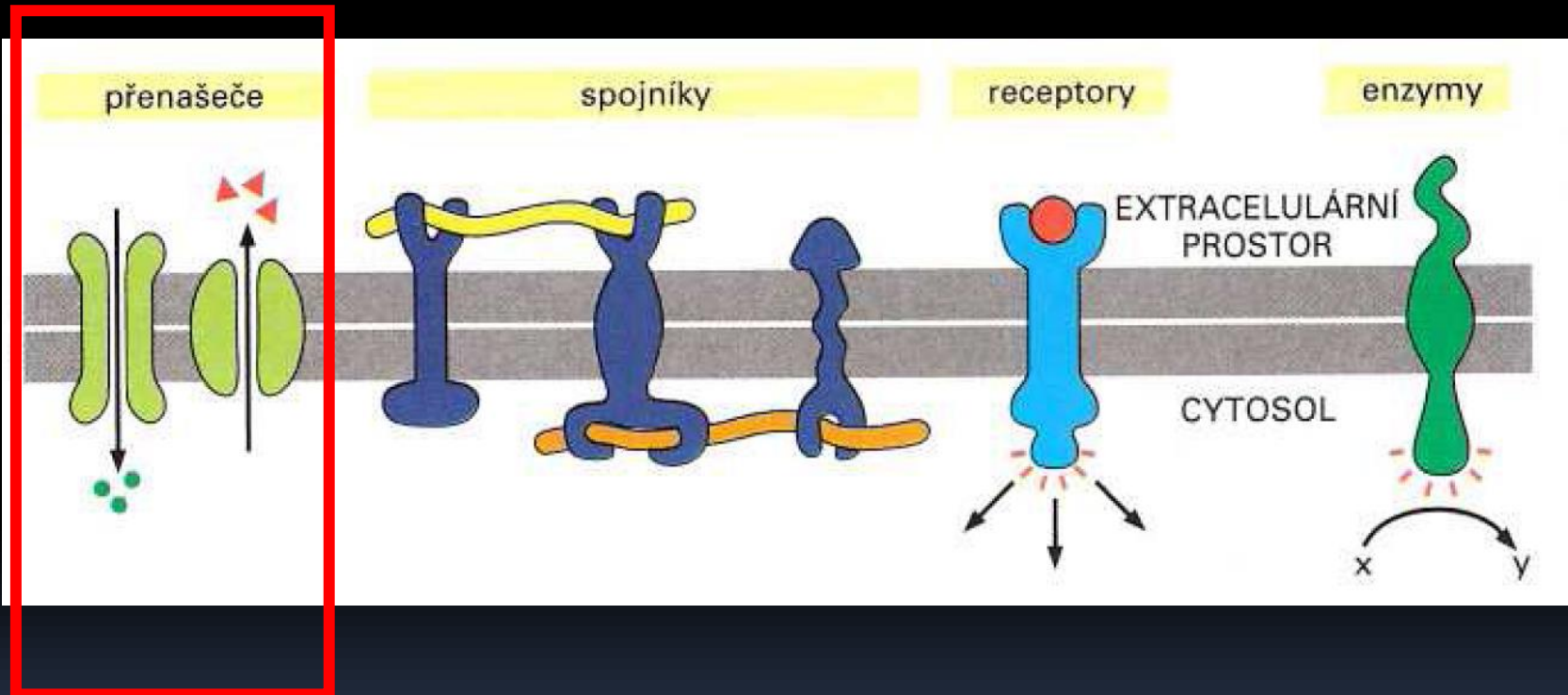
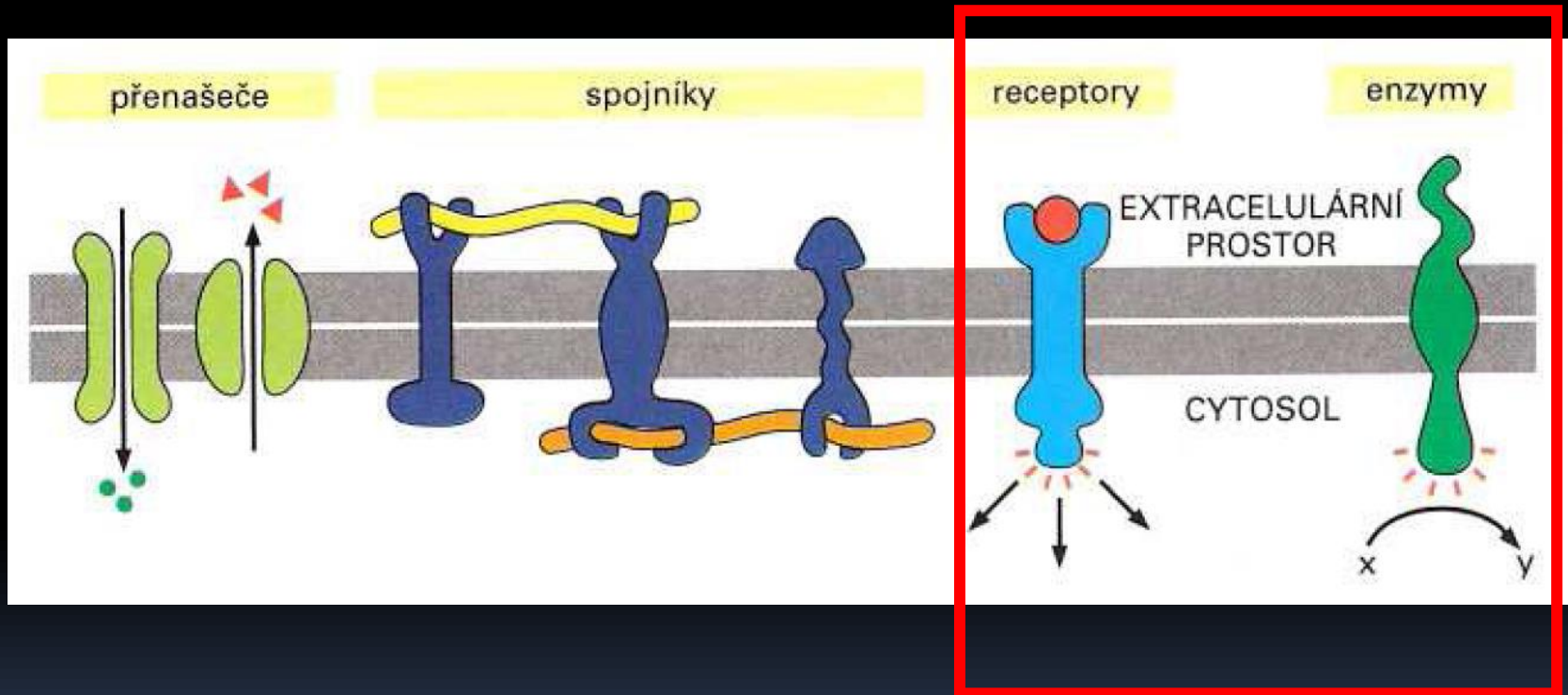


Figure 2.1 The structure of a cell membrane The cell membrane consists primarily of two layers of phospholipid molecules with protein molecules embedded and attached. Intracellular membranes also have a structure based on proteins embedded in a phospholipid bilayer.

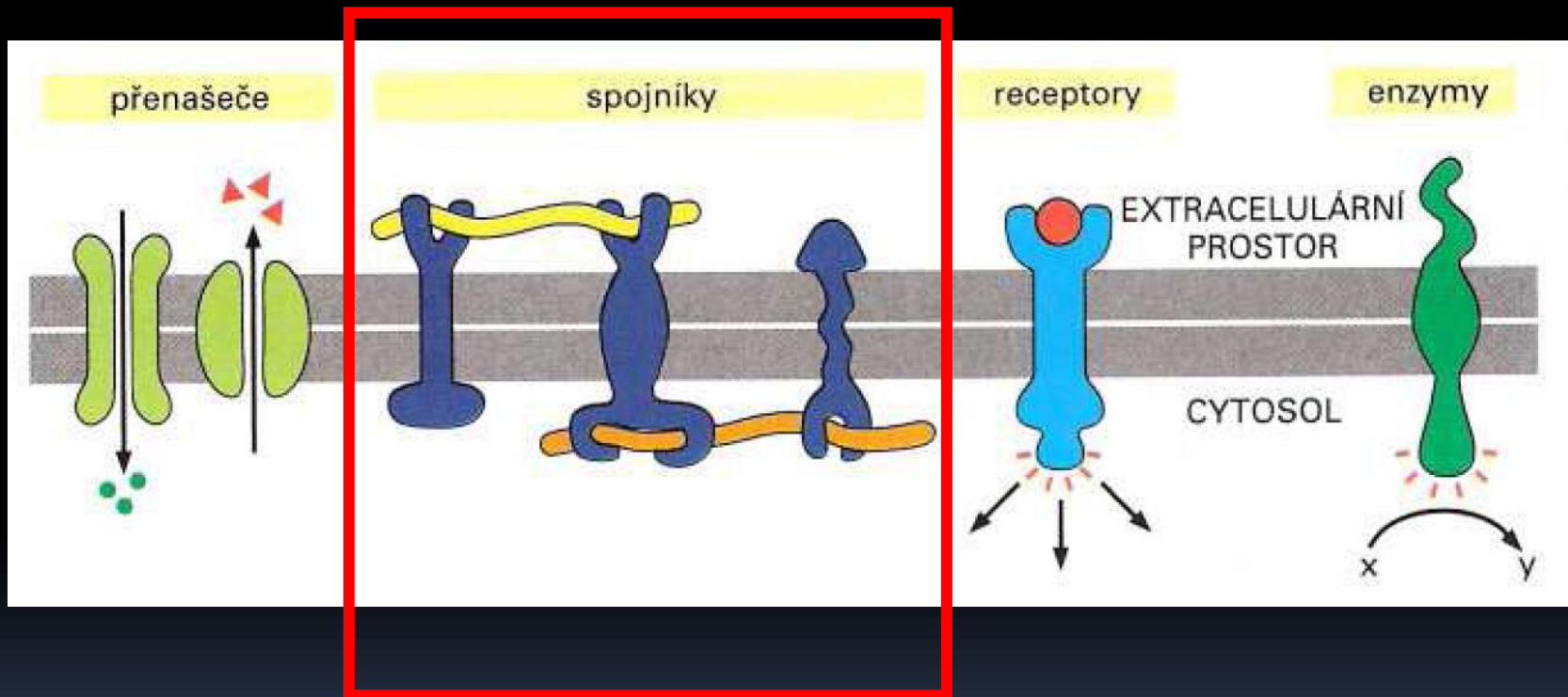
Funkce membránových bílkovin – přenos látek



Funkce membránových bílkovin – přenos signálů



Funkce membránových bílkovin – fixace na extra a intracelulární struktury.

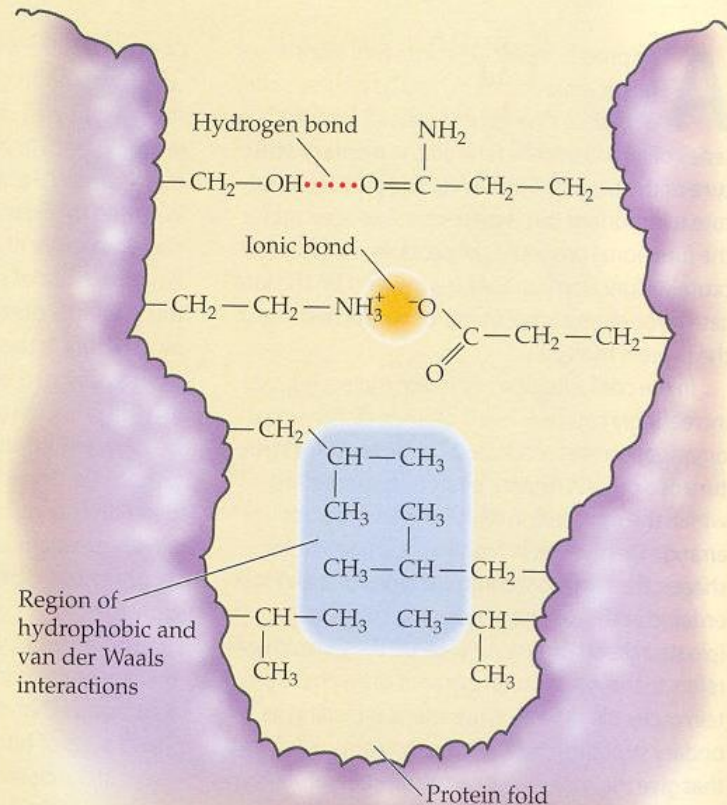


Bílkoviny jako brány a další jejich nezastupitelné funkce

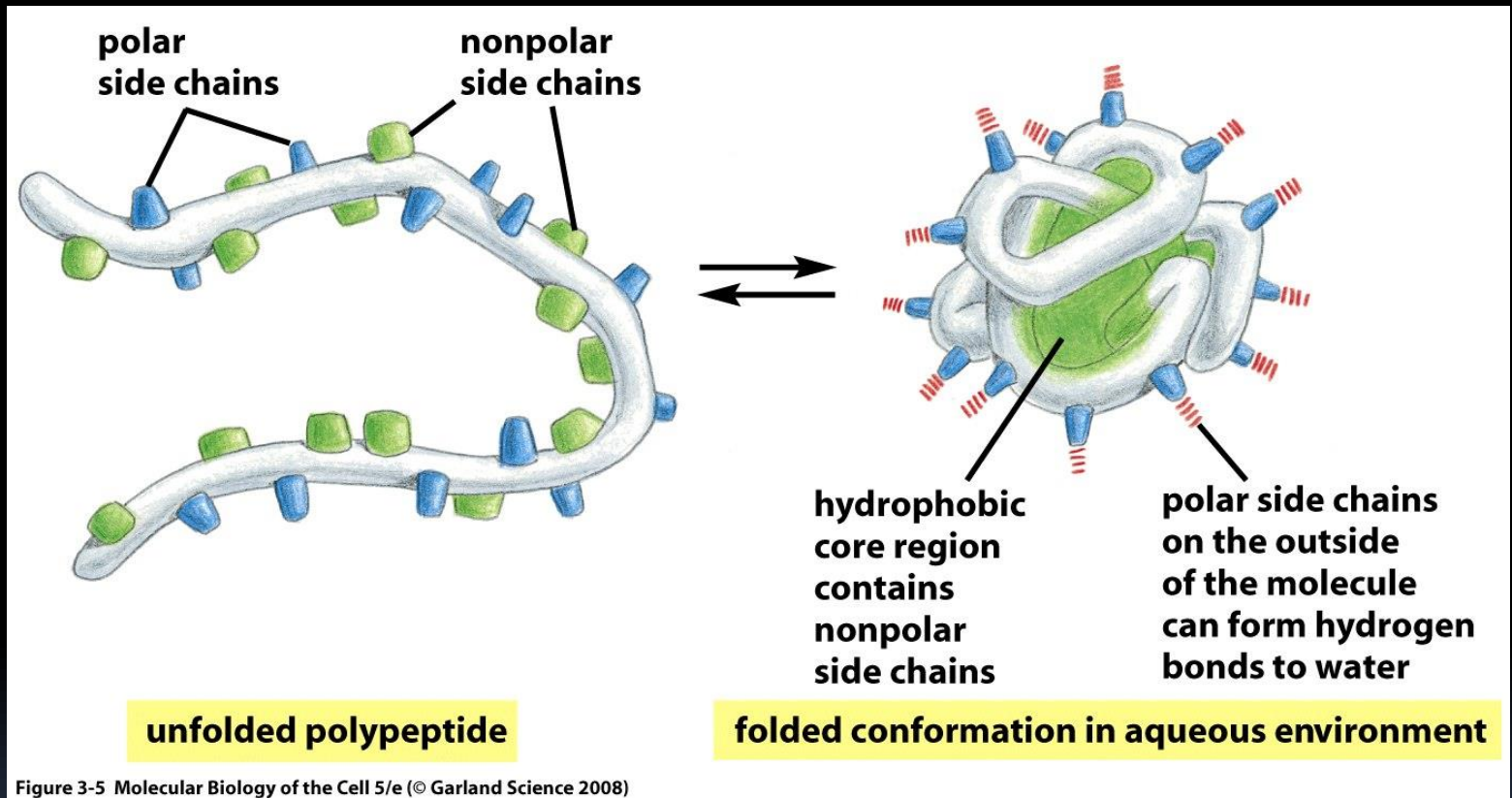
Bílkoviny – flexibilní molekuly:

- přenašeči signálů
a látek
- generátory pohybu
- regulační enzymatická aktivita
- jedinečnost vazby

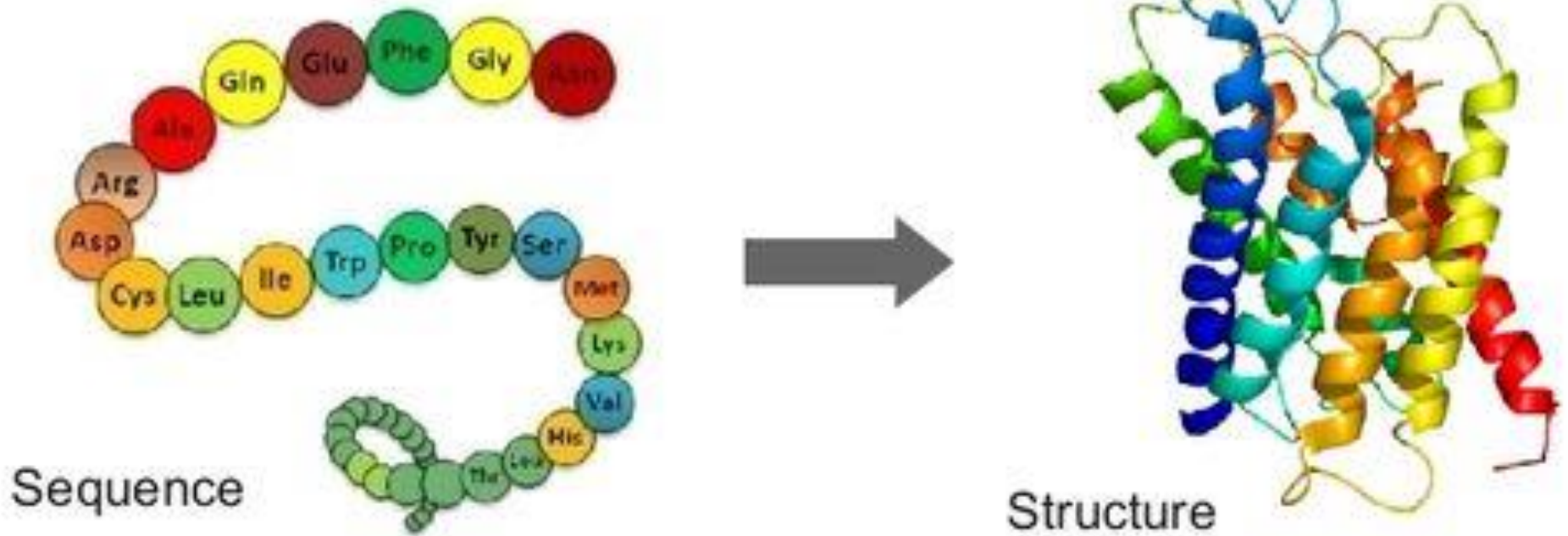
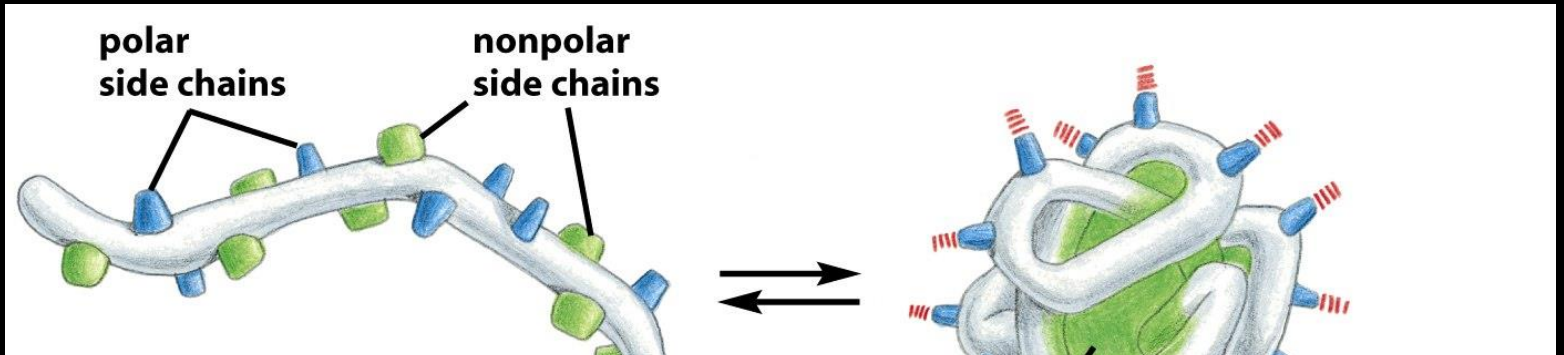
Figure C Types of weak, noncovalent bonds that are important in protein structure The bonds are illustrated where they stabilize a hairpin fold in a protein molecule.



Protein se skládá do kompaktní konformace určené pořadím AK.



Protein se skládá do kompaktní konformace určené pořadím AK.



Vazba proteinu k jiné molekule je selektivní – jedinečnost vazby
Protilátka-antigen, vůně-receptor

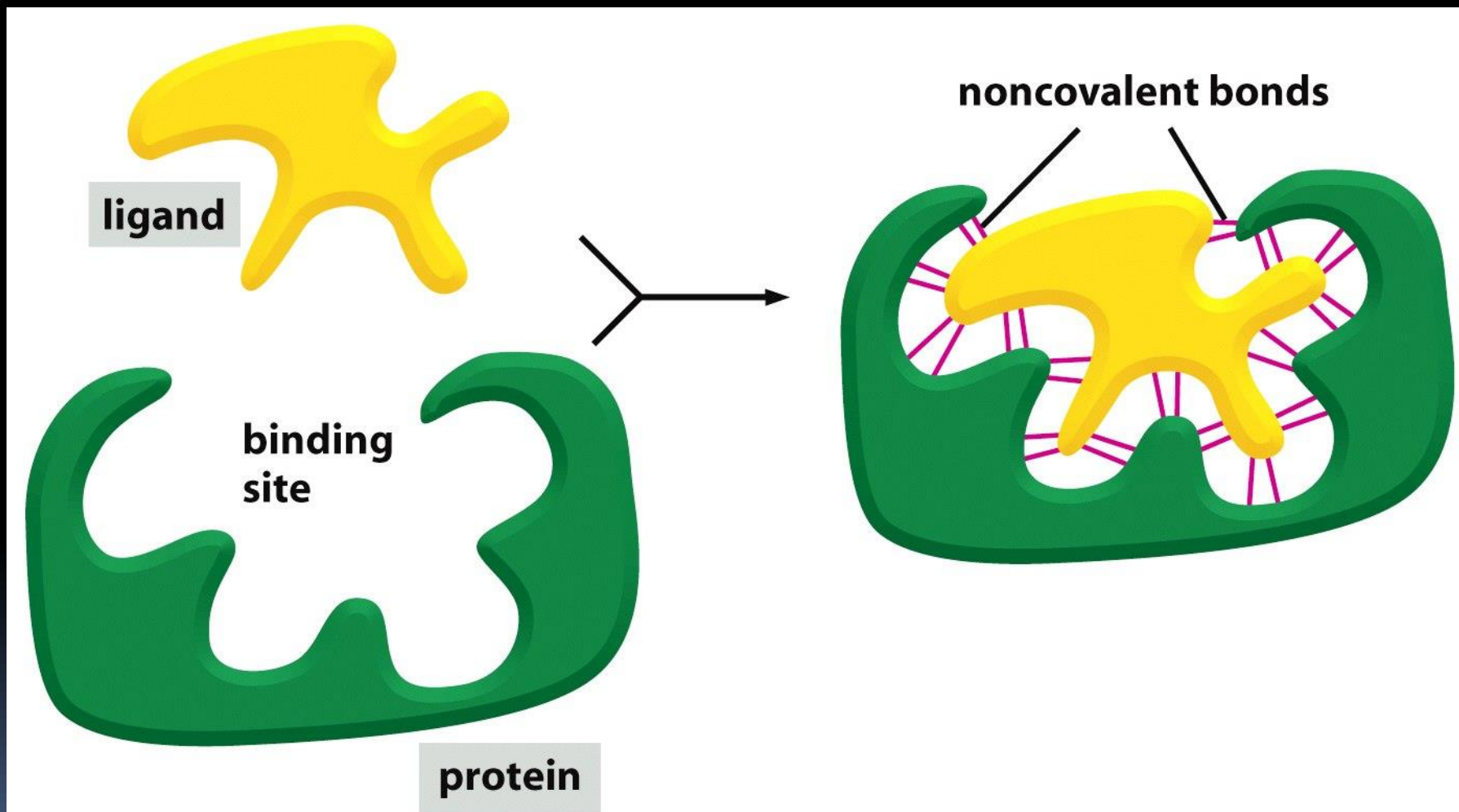
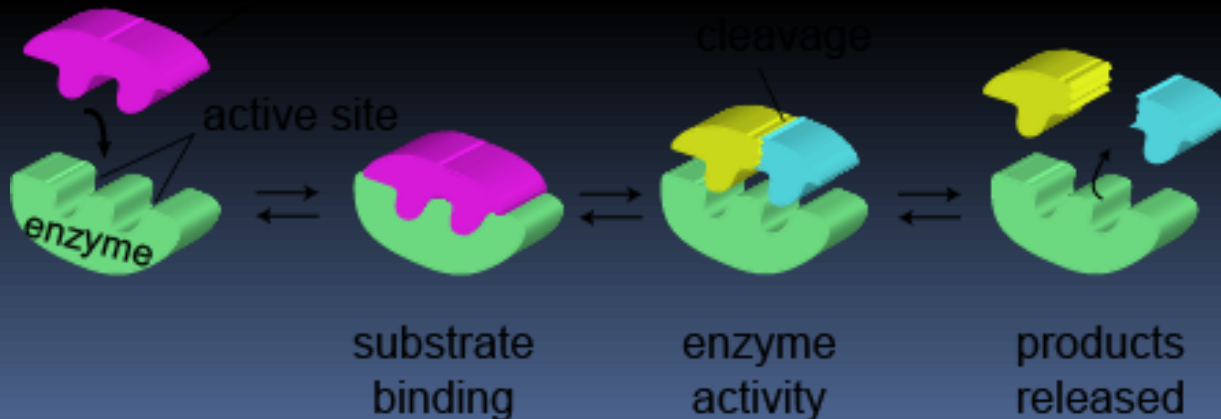
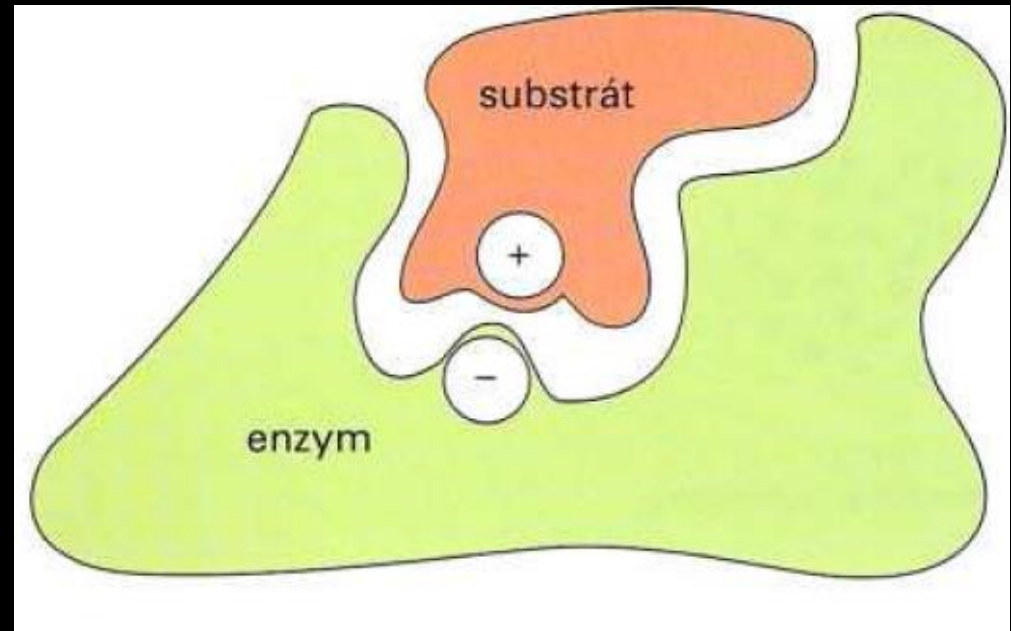


Figure 3-36 Molecular Biology of the Cell 5/e (© Garland Science 2008)

Vazba proteinu (enzymu) k jiné molekule je selektivní a umožní spustit reakci.

Enzym – substrát

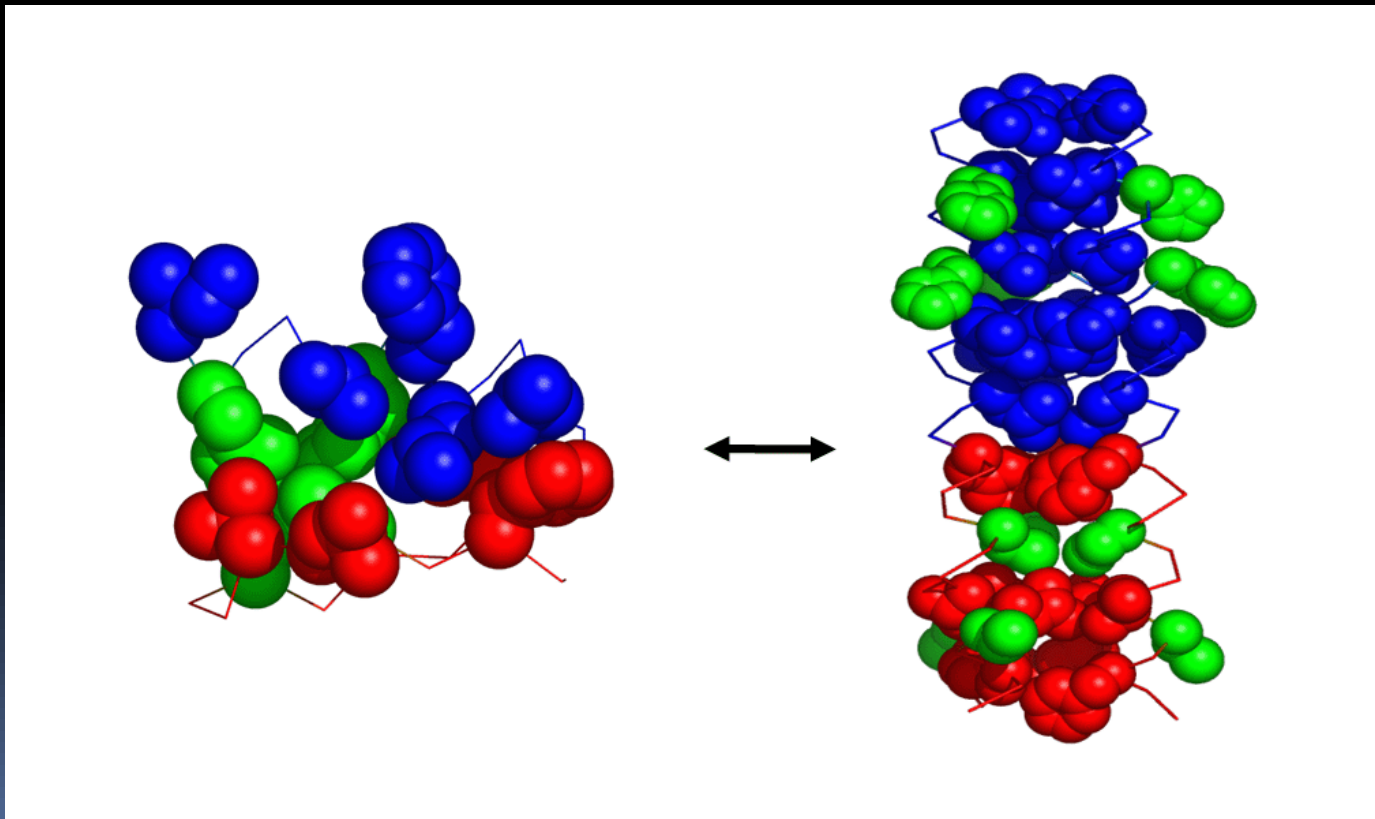
Enzymy jsou spouštěči a regulátory buněčných dějů



Díky slabým vazbám je možné překlápění alosterické struktury po aktivaci

- Po vazbě ligandu na receptorové místo
- Změnou elektrického napětí
- Mechanickou deformací
- Enzymatickou fosforilací (kinázou) nebo defosforilací (fosfatázou)

(Základ proteinových strojů).



Fosforylace proteinu.
Fosforylová skupina modifikuje strukturu -
Zapíná nebo vypíná funkci.

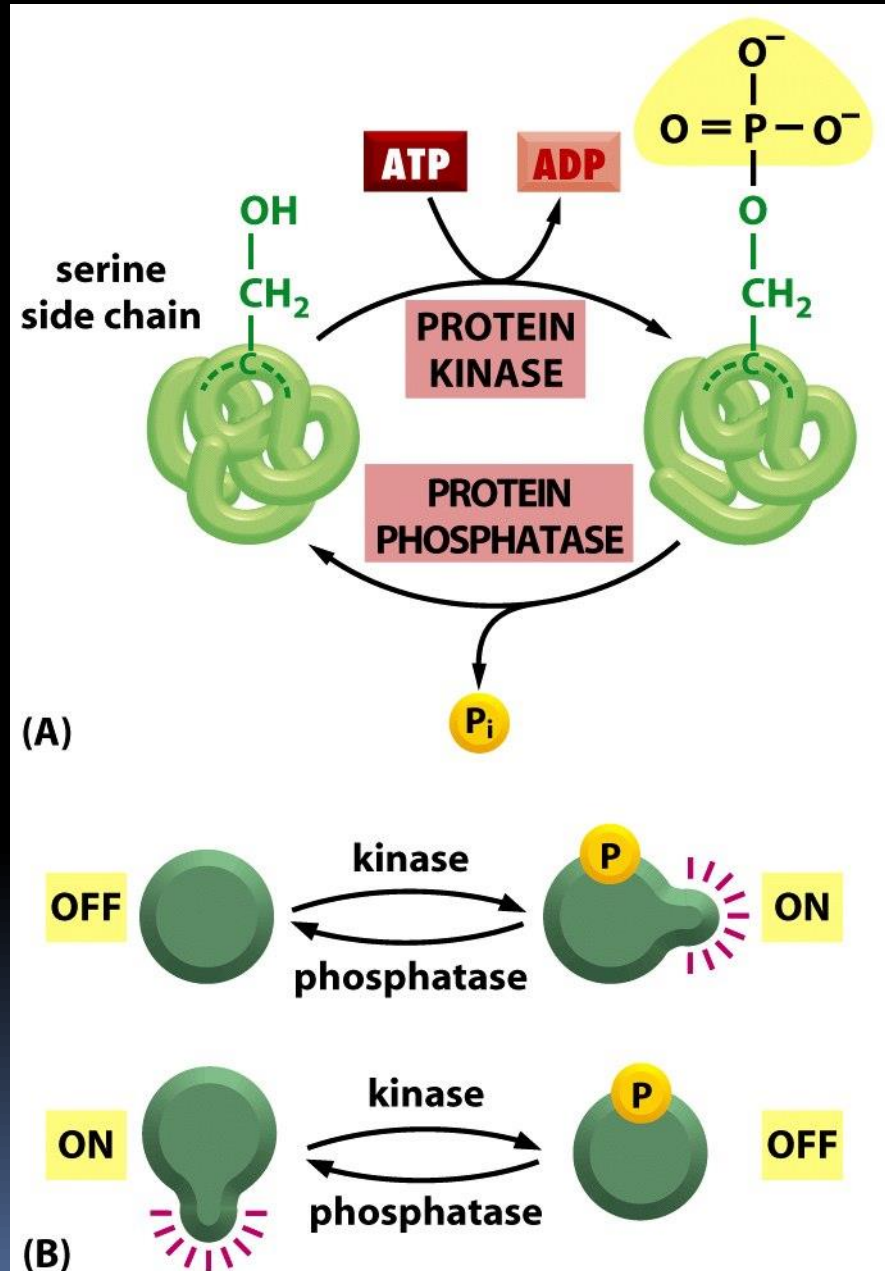
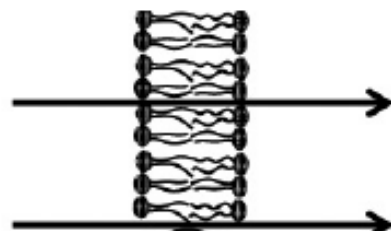


Figure 3-64 Molecular Biology of the Cell 5/e (© Garland Science 2008)

a) Prostá difuze



b) Usnadněná difuze



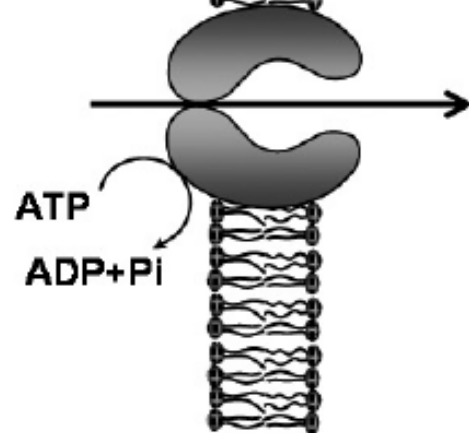
c) Prostup iontovými kanály



d) Sekundární aktivní transport



e) Primární aktivní transport



Transport látek přes membrány

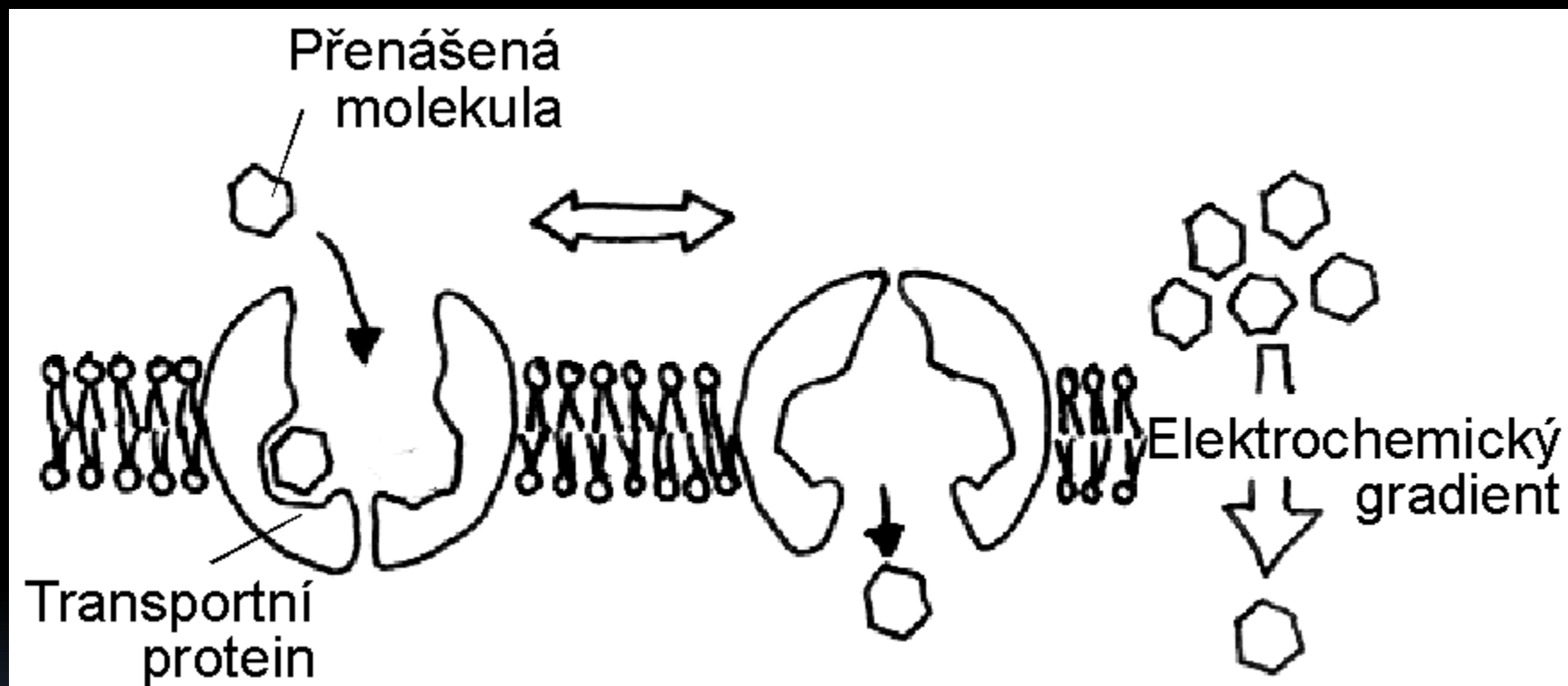
Typy transportu

Tabulka 12–2 Některé příklady přenašečových proteinů

Přenašečový protein	Umístění	Zdroj energie	Funkce
Přenašeč glukosy	plasmatická membrána většiny živočišných buněk	žádný	pasivní přenos glukosy do buňky
Přenašeč glukosy poháněný spádem Na^+	apikální plasmatická membrána buněk ledvin a střeva	gradient Na^+	aktivní přenos glukosy do buňky
Antiport Na^+ a H^+	plasmatická membrána živočišných buněk	gradient Na^+	aktivní export iontů H^+ , regulace pH
Sodno-draselná ATPáza	plasmatická membrána většiny živočišných buněk	hydrolýza ATP	aktivní export Na^+ a import K^+
Vápenatá ATPáza	plasmatická membrána eukaryontních buněk	hydrolýza ATP	aktivní export Ca^{2+}
Protonová ATPáza	plasmatická membrána buněk, rostlin, hub a některých bakterií	hydrolýza ATP	aktivní export H^+ z buňky
Protonová ATPáza	membrány lyzosomů v živočišných buňkách a vakuol v buňkách rostlin a hub	hydrolýza ATP	aktivní čerpání H^+ z cytosolu
Bakteriorhodopsin	plasmatická membrána některých bakterií	světlo	aktivní čerpání H^+ ven z buňky

Pasívní

Usnadněná difuze – změna konformace transportní bílkoviny (brány)



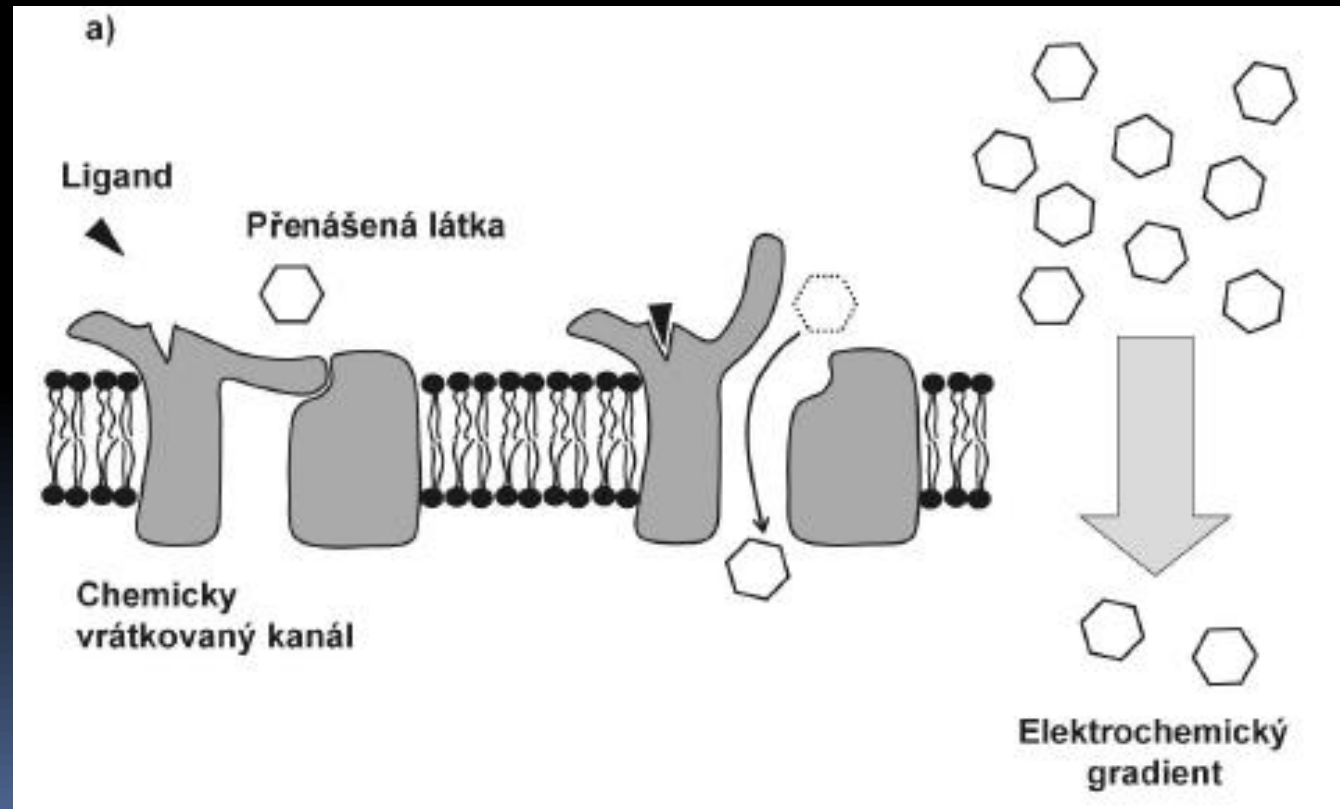
Pasívní

Kanály mohou regulovat pasivní transport.

Jsou mnohem rychlejší než transportéry

Mohou být velmi selektivní a řízené různými podněty

Řízené (vrátkované) ligandem



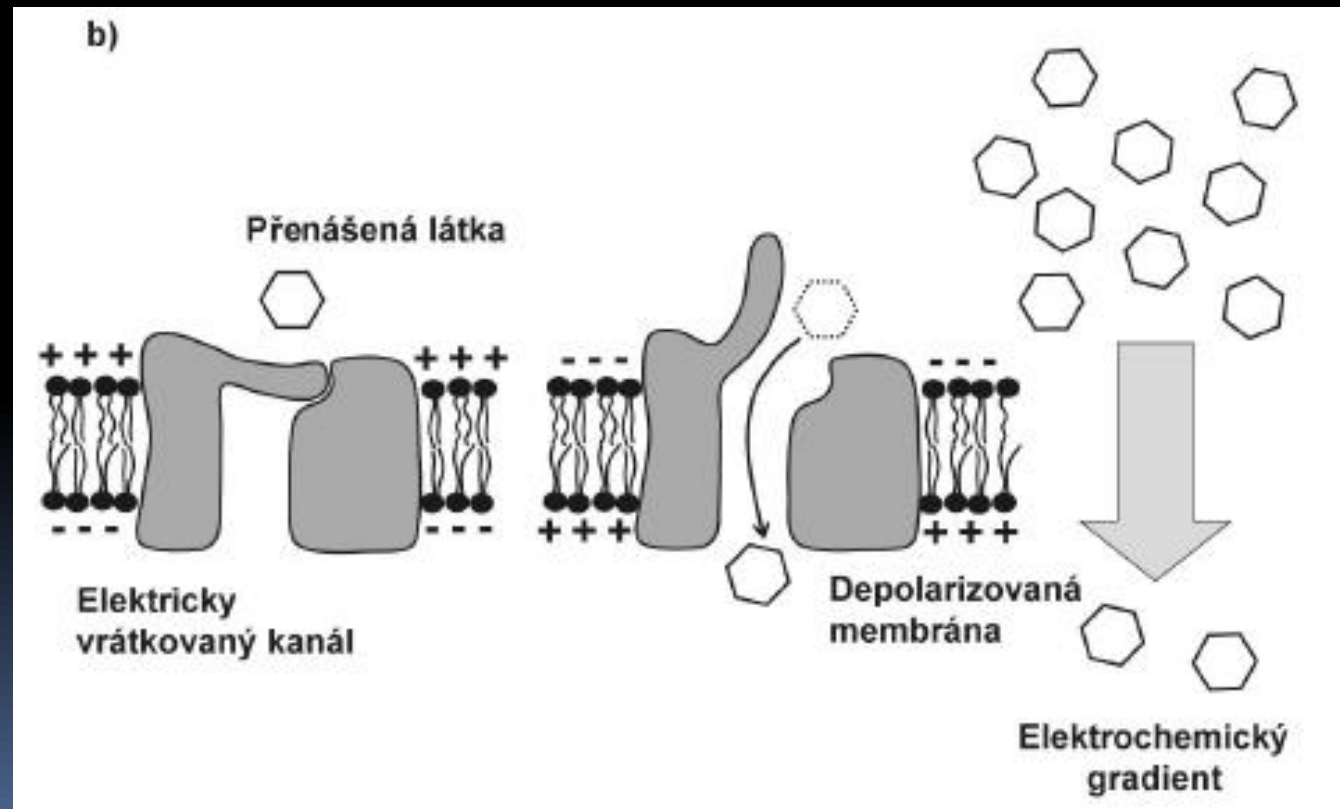
Pasívní

Kanály mohou regulovat pasivní transport.

Jsou mnohem rychlejší než transportéry

Mohou být velmi selektivní a řízené různými podněty

Řízené (vrátkované) elektricky



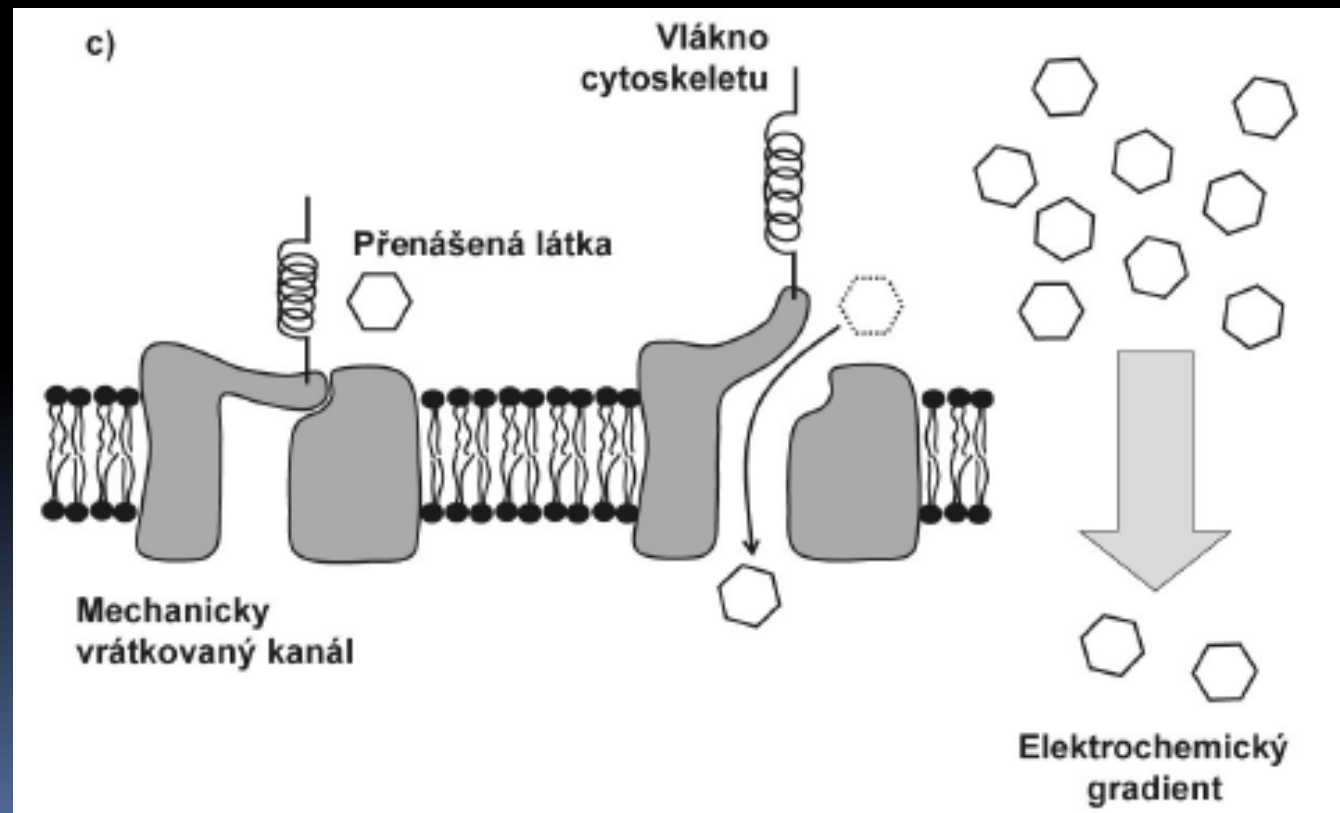
Pasívní

Kanály mohou regulovat pasívní transport.

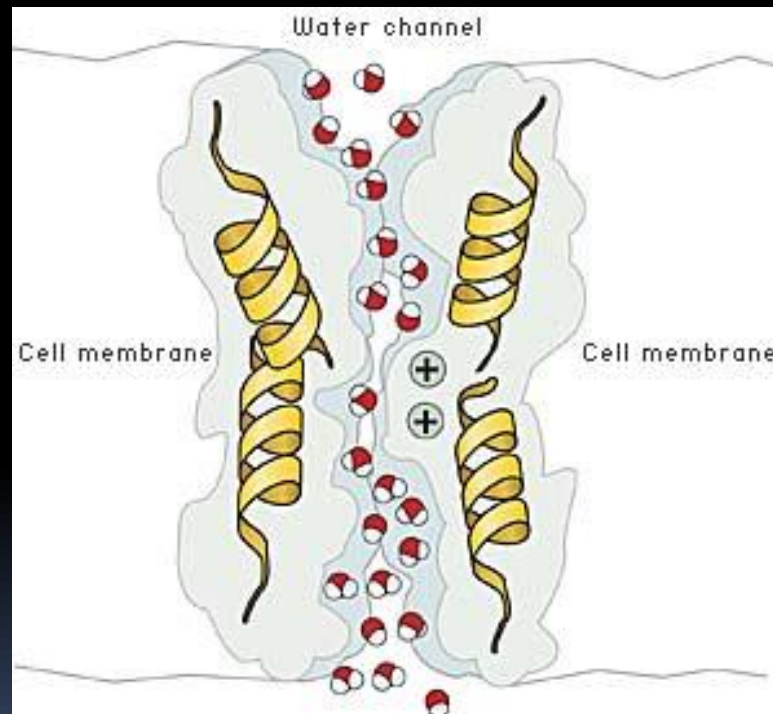
Jsou mnohem rychlejší než transportéry

Mohou být velmi selektivní a řízené různými podněty

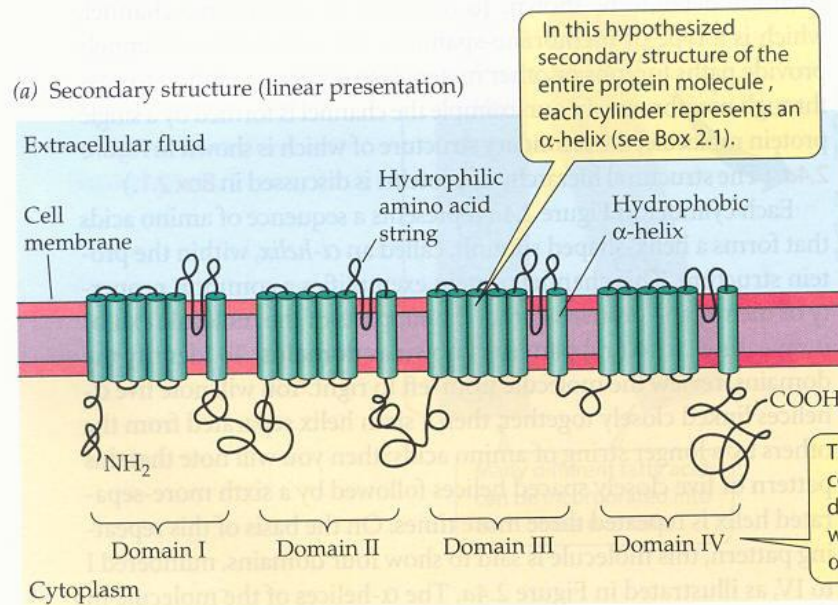
Řízené (vrátkované) mechanicky



Aquaporin umožňující tok vody přes membránu.
Tam, kde nejsou, voda přes membránu neprotéká



Strukturu kanálů lze znázornit různě



Carbohydrate groups always project from the outer face, not the inner, cytoplasmic face (see Figure 2.1). Carbohydrate groups are thought to serve as attachment sites for cellular proteins and as cell recognition sites.

¹ The word fragment *glyco* refers to carbohydrates (after the Greek word *glykys*, meaning sweet).

Figure 2.4 The structure of a transmembrane protein—illustrating several modes of presentation

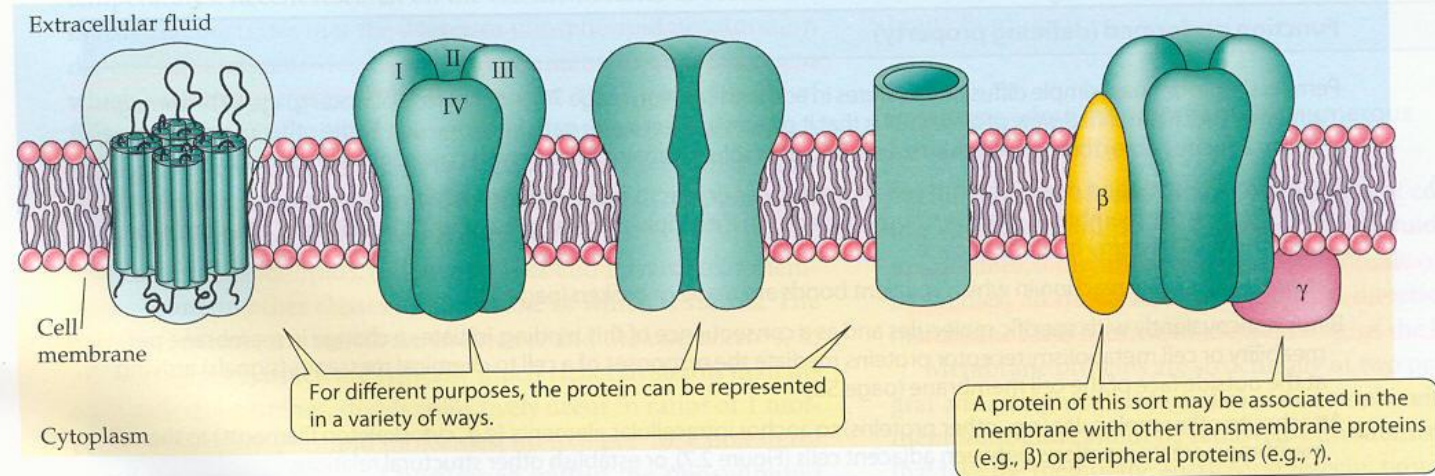
(b) Simplified three-dimensional structure enclosed in a sketch of the envelope of the molecule

(c) Stylized version of chemical structure showing subunits

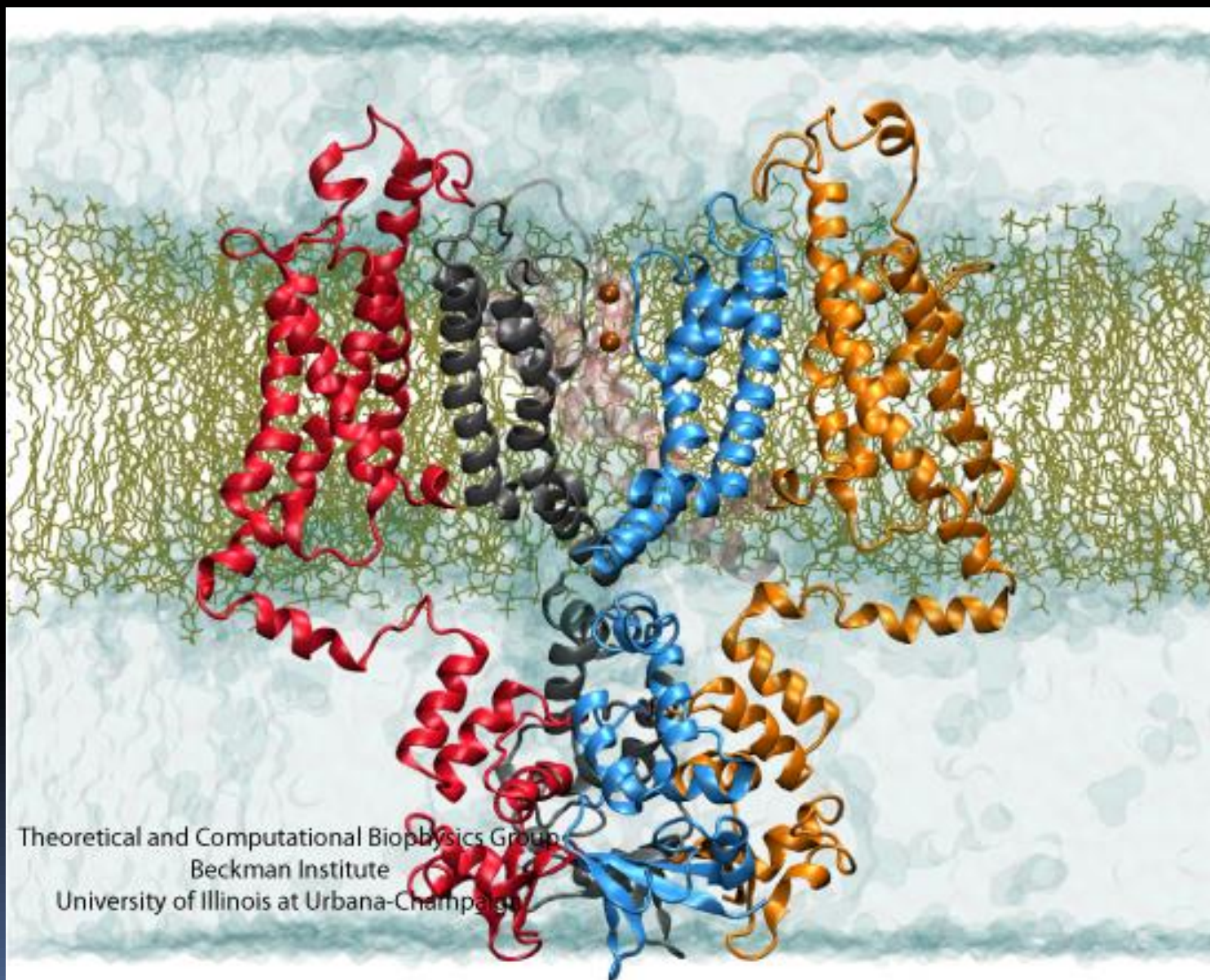
(d) Semirealistic symbol

(e) Schematic symbol

(f) Stylized version of chemical structure showing associated protein molecules

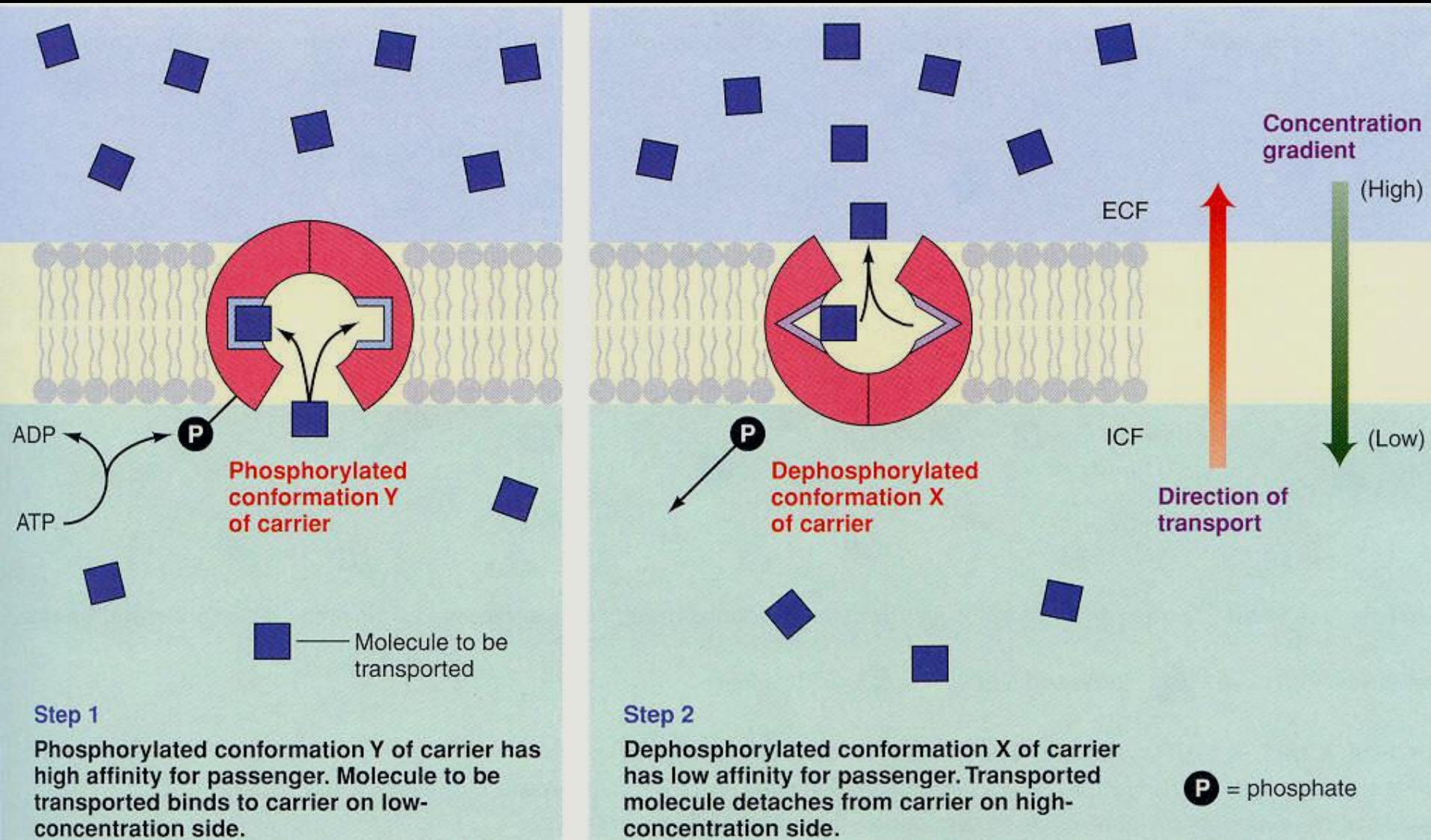


Draslíkový kanál



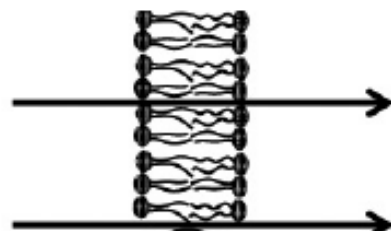
Ligandem řízený kanál pro kationty a receptor pro glutamát v jedné struktuře –
video.

Aktivní transport – poháněn energií nesenou ATP



Animation – Na/K pumpa

a) Prostá difuze



b) Usnadněná difuze



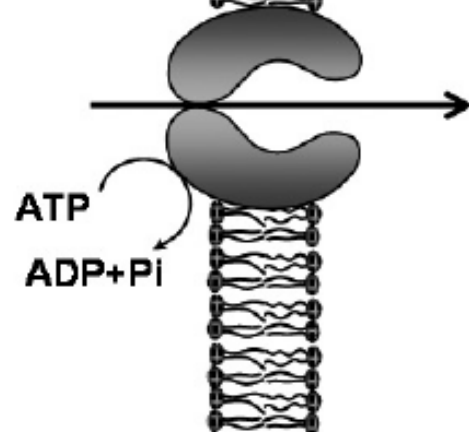
c) Prostup iontovými kanály



d) Sekundární aktivní transport



e) Primární aktivní transport



Transport látek přes membrány

Typy transportu

Tabulka 12–2 Některé příklady přenašečových proteinů

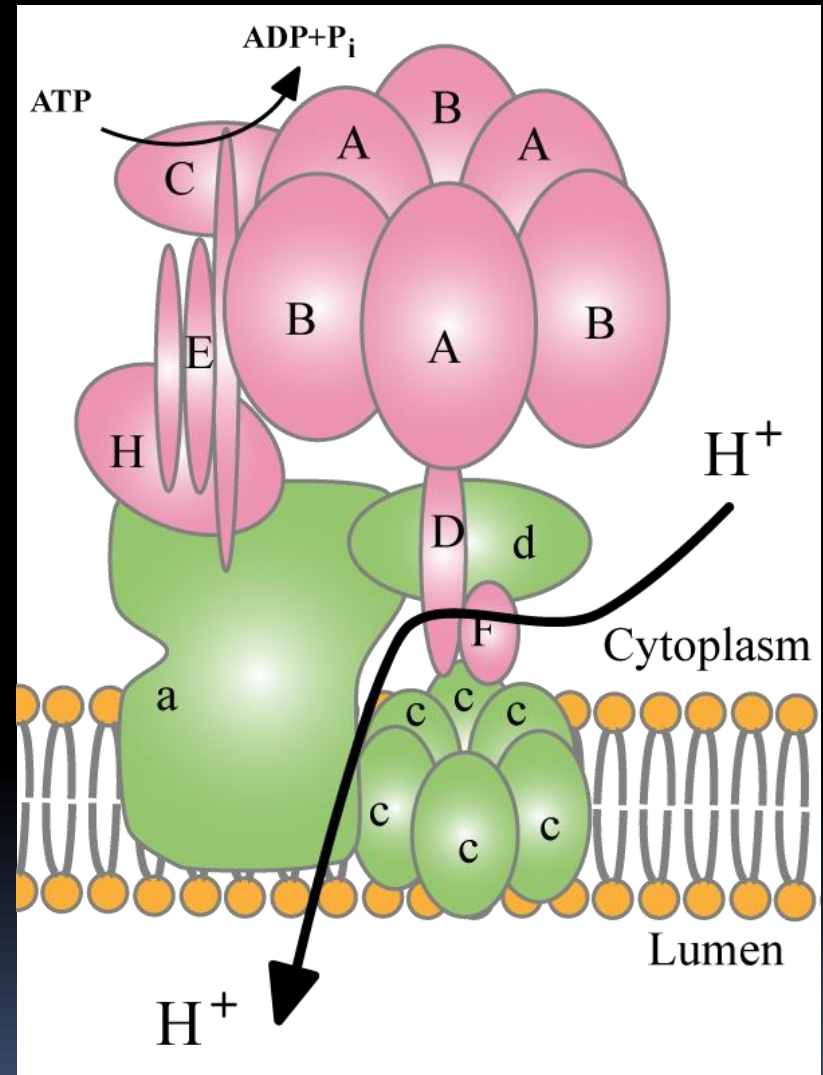
Přenašečový protein	Umístění	Zdroj energie	Funkce
Přenašeč glukosy	plasmatická membrána většiny živočišných buněk	žádný	pasivní přenos glukosy do buňky
Přenašeč glukosy poháněný spádem Na^+	apikální plasmatická membrána buněk ledvin a střeva	gradient Na^+	aktivní přenos glukosy do buňky
Antiport Na^+ a H^+	plasmatická membrána živočišných buněk	gradient Na^+	aktivní export iontů H^+ , regulace pH
Sodno-draselná ATPáza	plasmatická membrána většiny živočišných buněk	hydrolýza ATP	aktivní export Na^+ a import K^+
Vápenatá ATPáza	plasmatická membrána eukaryontních buněk	hydrolýza ATP	aktivní export Ca^{2+}
Protonová ATPáza	plasmatická membrána buněk, rostlin, hub a některých bakterií	hydrolýza ATP	aktivní export H^+ z buňky
Protonová ATPáza	membrány lyzosomů v živočišných buňkách a vakuol v buňkách rostlin a hub	hydrolýza ATP	aktivní čerpání H^+ z cytosolu
Bakteriorhodopsin	plasmatická membrána některých bakterií	světlo	aktivní čerpání H^+ ven z buňky

Aktivní transport

Například ATP- H⁺ pumpa – (protonová)

Žaludek, lyzozóm, ledvinný tubulus

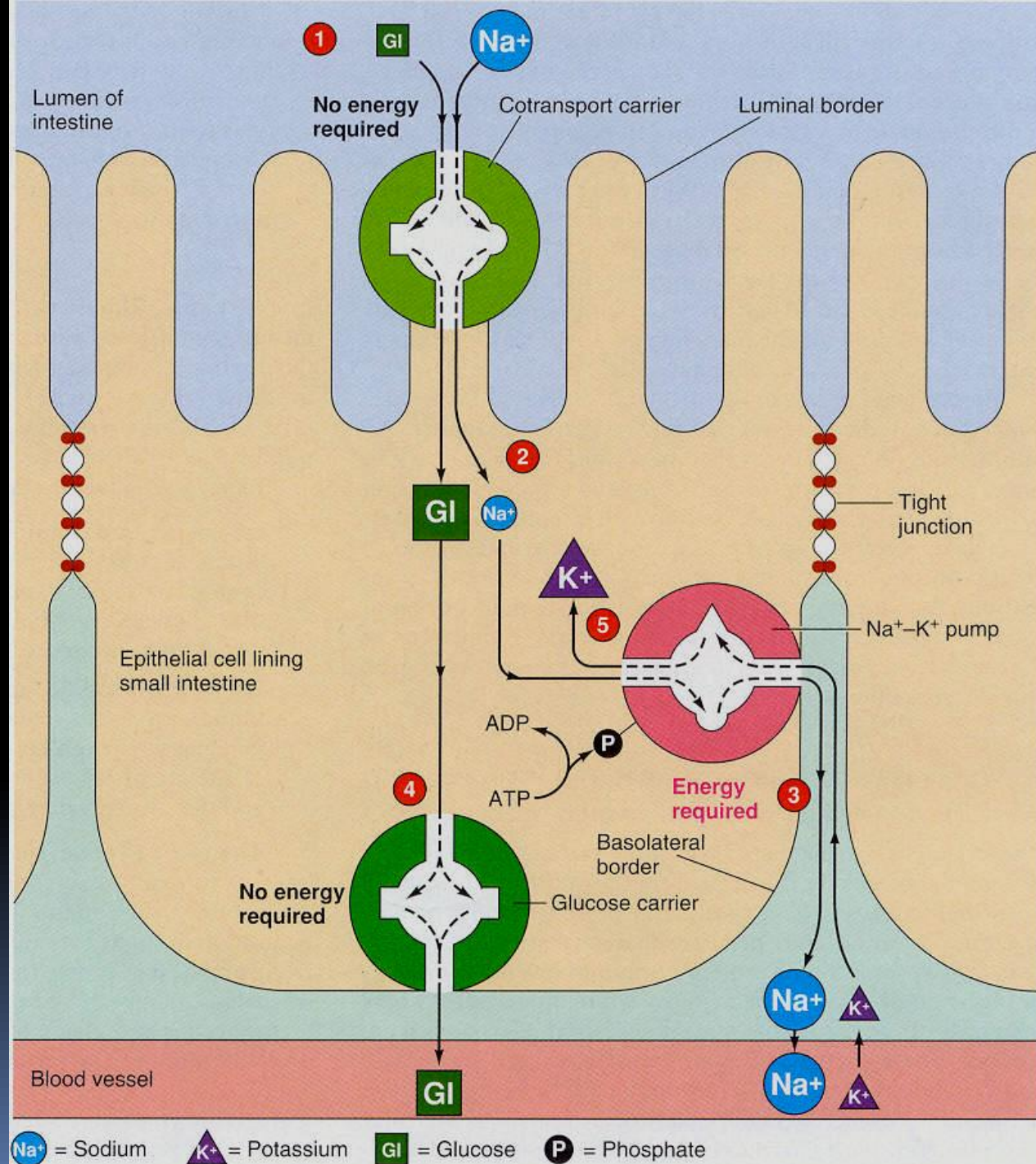
<http://highered.mcgraw-hill.com/olc/dl/120068/bio05.swf>



Sekundární aktivní Transport –

Můžeš projít, ale vezmi náklad

<http://highered.mcgraw-hill.com/olc/dl/120068/bio04.swf>



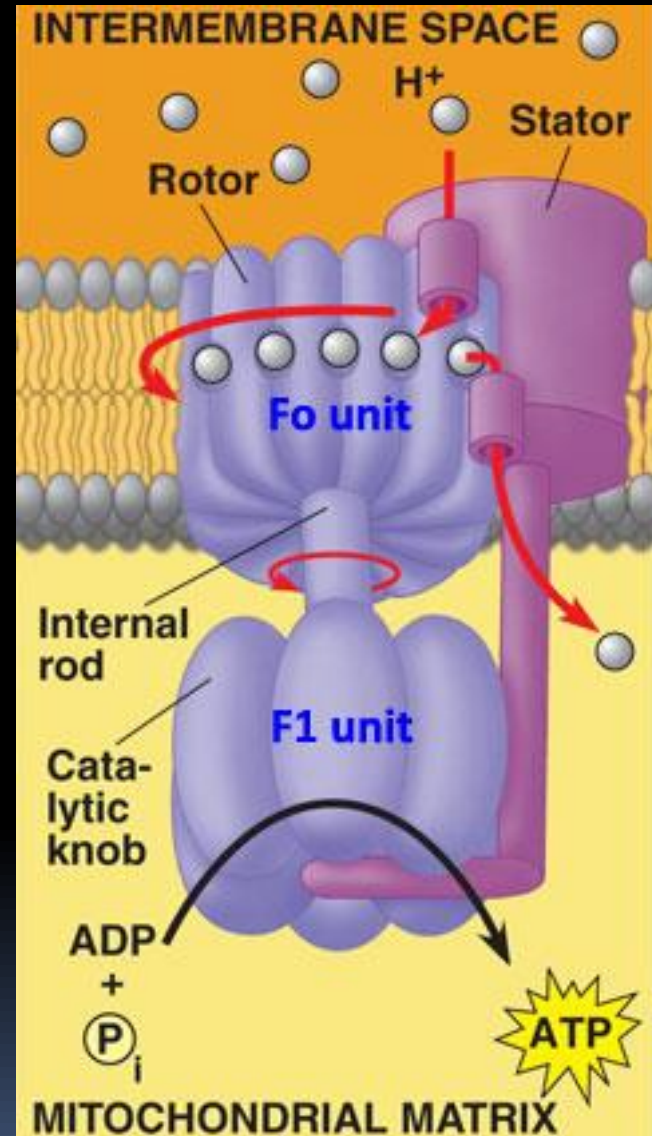
Sekundární aktivní Transport – Můžeš projít, ale vezmi náklad

Tabulka 12–2 Některé příklady přenašečových proteinů

Přenašečový protein	Umístění	Zdroj energie	Funkce
Přenašeč glukosy	plasmatická membrána většiny živočišných buněk	žádný	pasivní přenos glukosy do buňky
Přenašeč glukosy poháněný spádem Na^+	apikální plasmatická membrána buněk ledvin a střeva	gradient Na^+	aktivní přenos glukosy do buňky
Antiport Na^+ a H^+	plasmatická membrána živočišných buněk	gradient Na^+	aktivní export iontů H^+ , regulace pH
Sodno-draselná ATPáza	plasmatická membrána většiny živočišných buněk	hydrolýza ATP	aktivní export Na^+ a import K^+
Vápenatá ATPáza	plasmatická membrána eukaryontních buněk	hydrolýza ATP	aktivní export Ca^{2+}
Protonová ATPáza	plasmatická membrána buněk, rostlin, hub a některých bakterií	hydrolýza ATP	aktivní export H^+ z buňky
Protonová ATPáza	membrány lyzosomů v živočišných buňkách a vakuol v buňkách rostlin a hub	hydrolýza ATP	aktivní čerpání H^+ z cytosolu
Bakteriorhodopsin	plasmatická membrána některých bakterií	světlo	aktivní čerpání H^+ ven z buňky

ATP syntetáza na vnitřní membráně mitochondrie se točí obráceně –

Můžeš projít, ale vyrob ATP

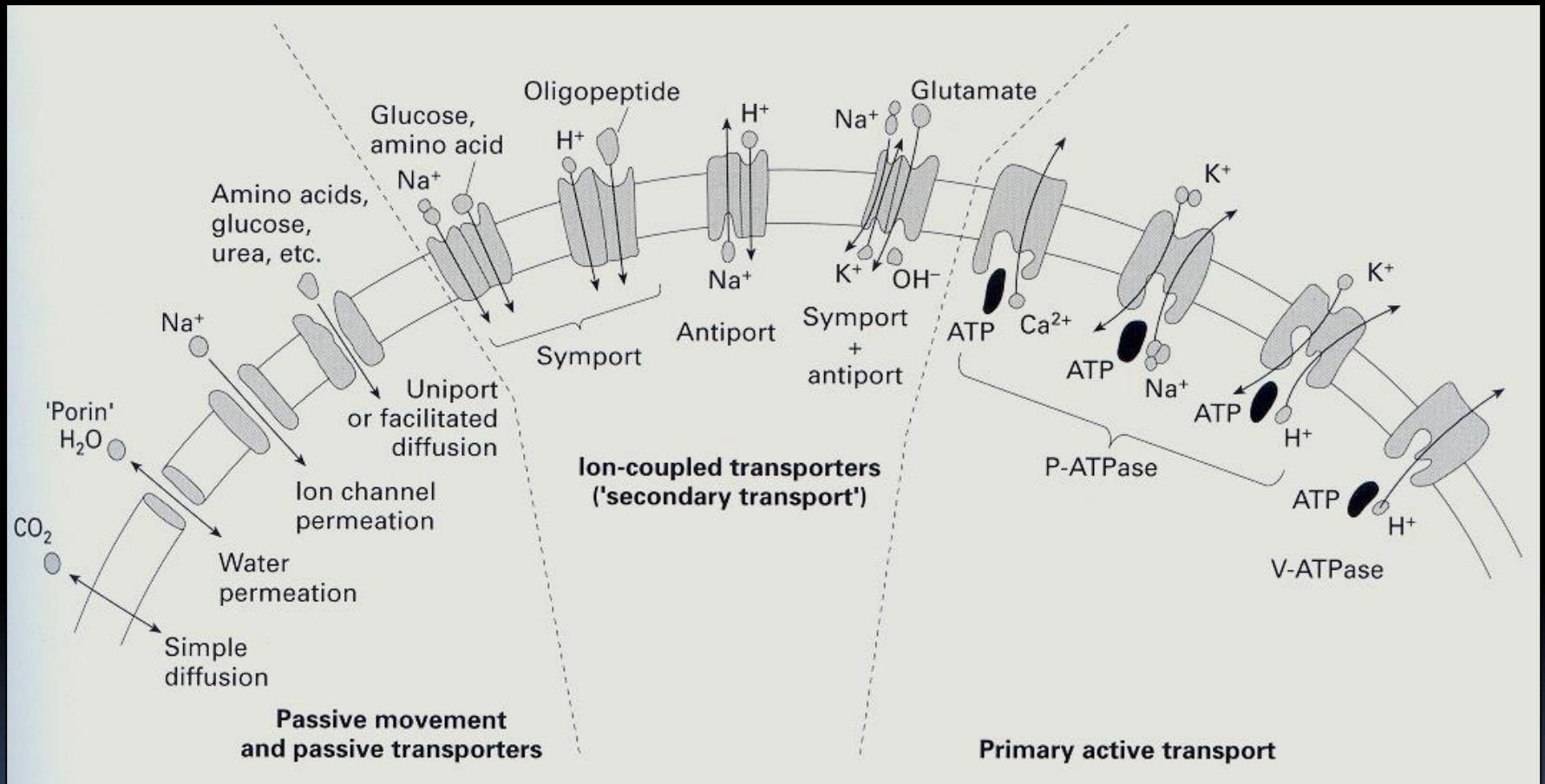


<http://highered.mcgraw-hill.com/olc/dl/120071/bio11.swf>

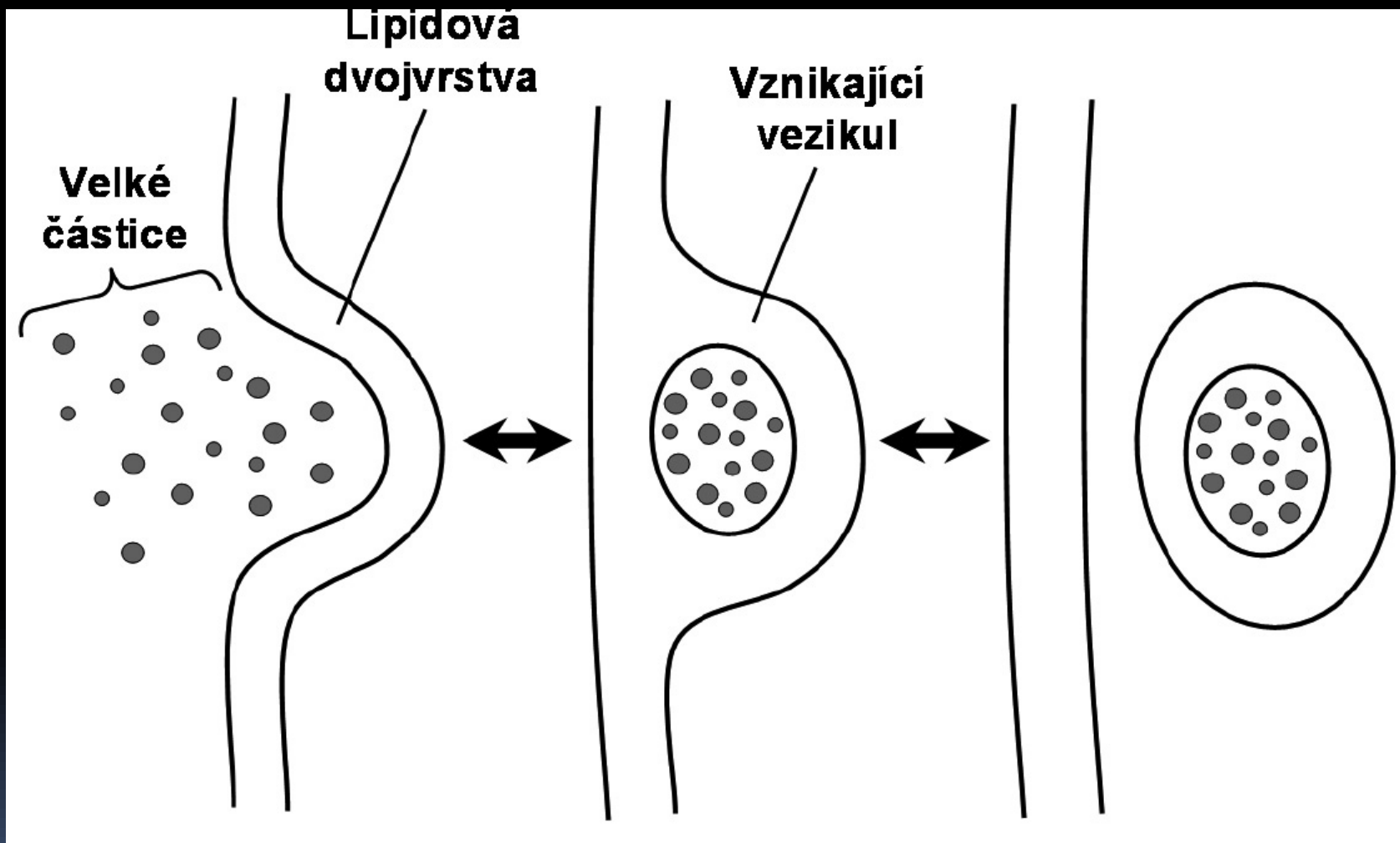
<https://www.youtube.com/watch?v=xbJ0nbzt5Kw>

<https://www.youtube.com/watch?v=OT5AXGS1aL8>

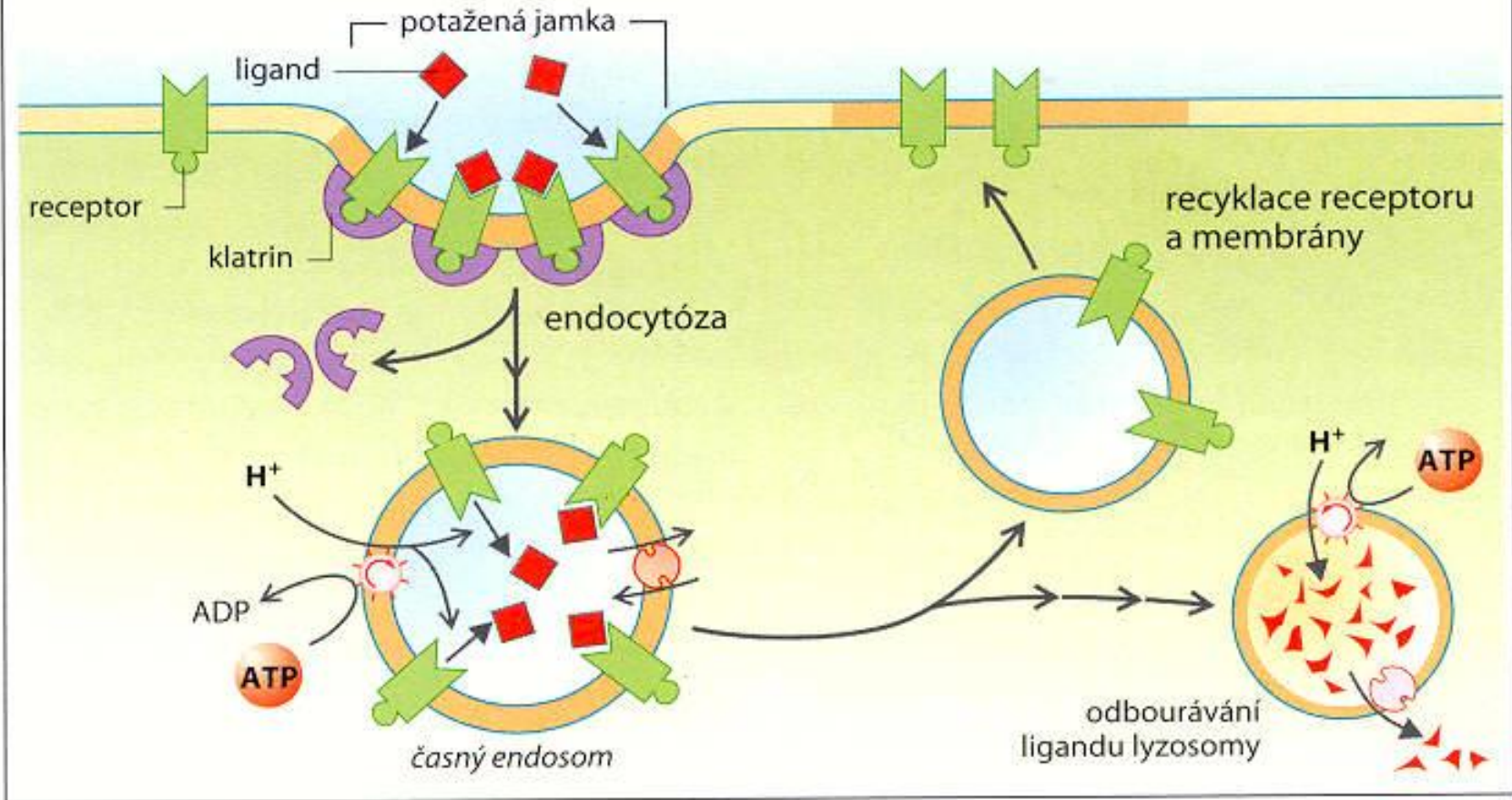
Přehled transportů ještě jednou



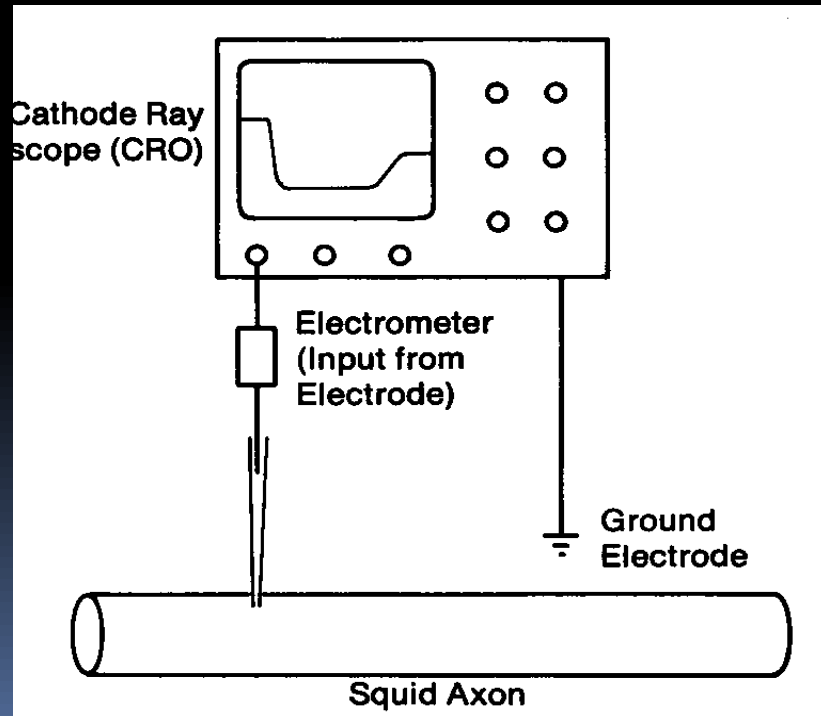
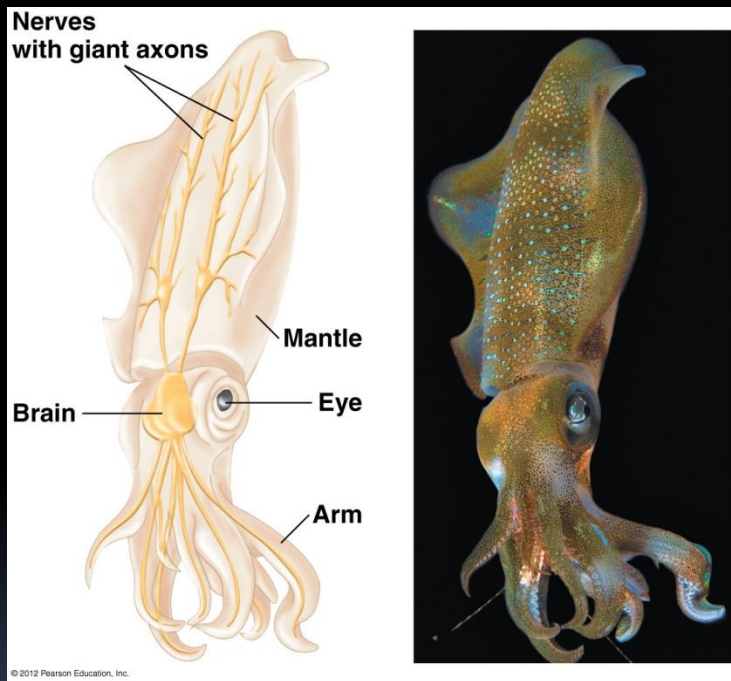
Cytóza – aktivní transport velkých množství



C. Receptory zprostředkovaná endocytóza



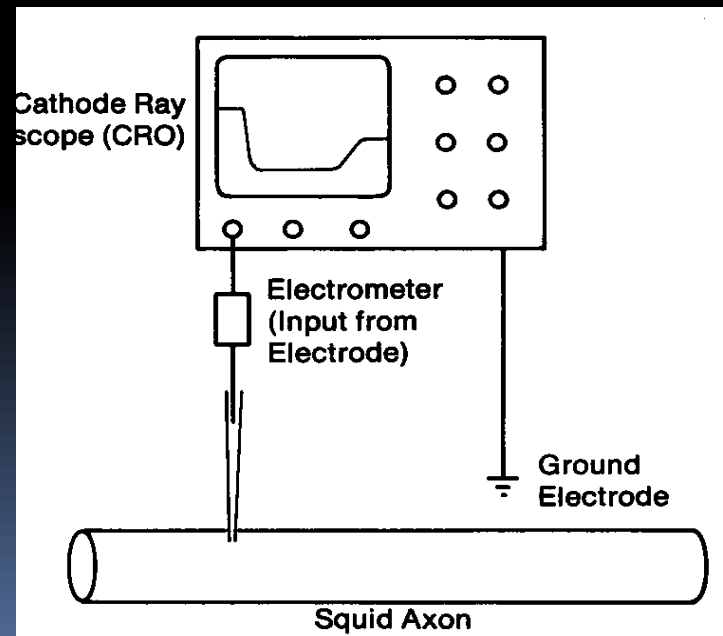
Membrána se selektivním aktivním transportem iontů elektricky nabíjí. Nabitá membrána - Klidový potenciál



Elektrické napětí na membráně:
Membrána se selektivním aktivním transportem
iontů elektricky nabíjí.
Nabitá membrána - Klidový potenciál

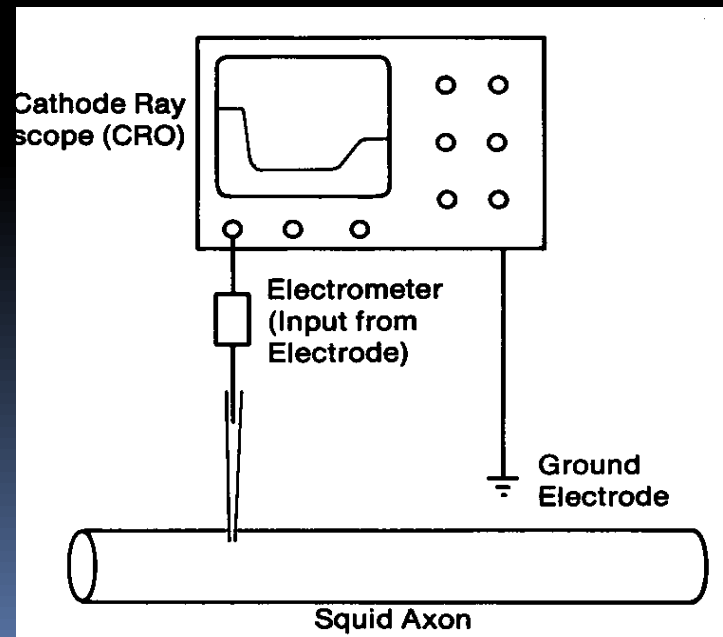
Využitelný pro:

- sekundární transport
- tvorbu a přenášení signálů

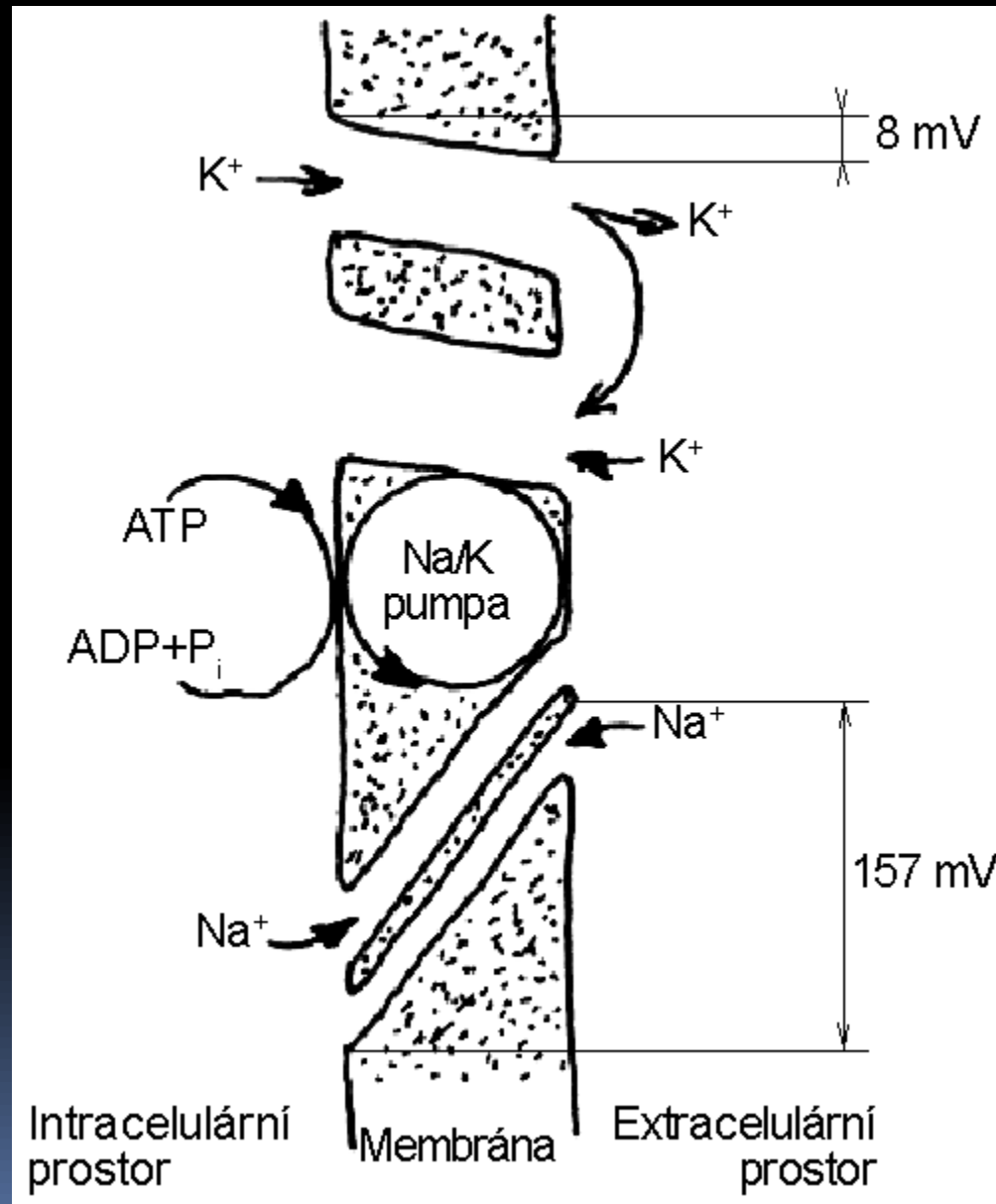


Nabitá membrána - Klidový potenciál

Iont	Koncentrace		Gradient Intra/Extra
	Intracelulární	Extracelulární	
Na ⁺	12 mmol/l	145 mmol/l	1:12
K ⁺	155 mmol/l	4 mmol/l	39:1
Cl ⁻	4 mmol/l	123 mmol/l	1:31
volný Ca ²⁺	10 ⁻⁴ mmol/l	1,5 mmol/l	1:15.000
fixní anionty	155 mmol/l		

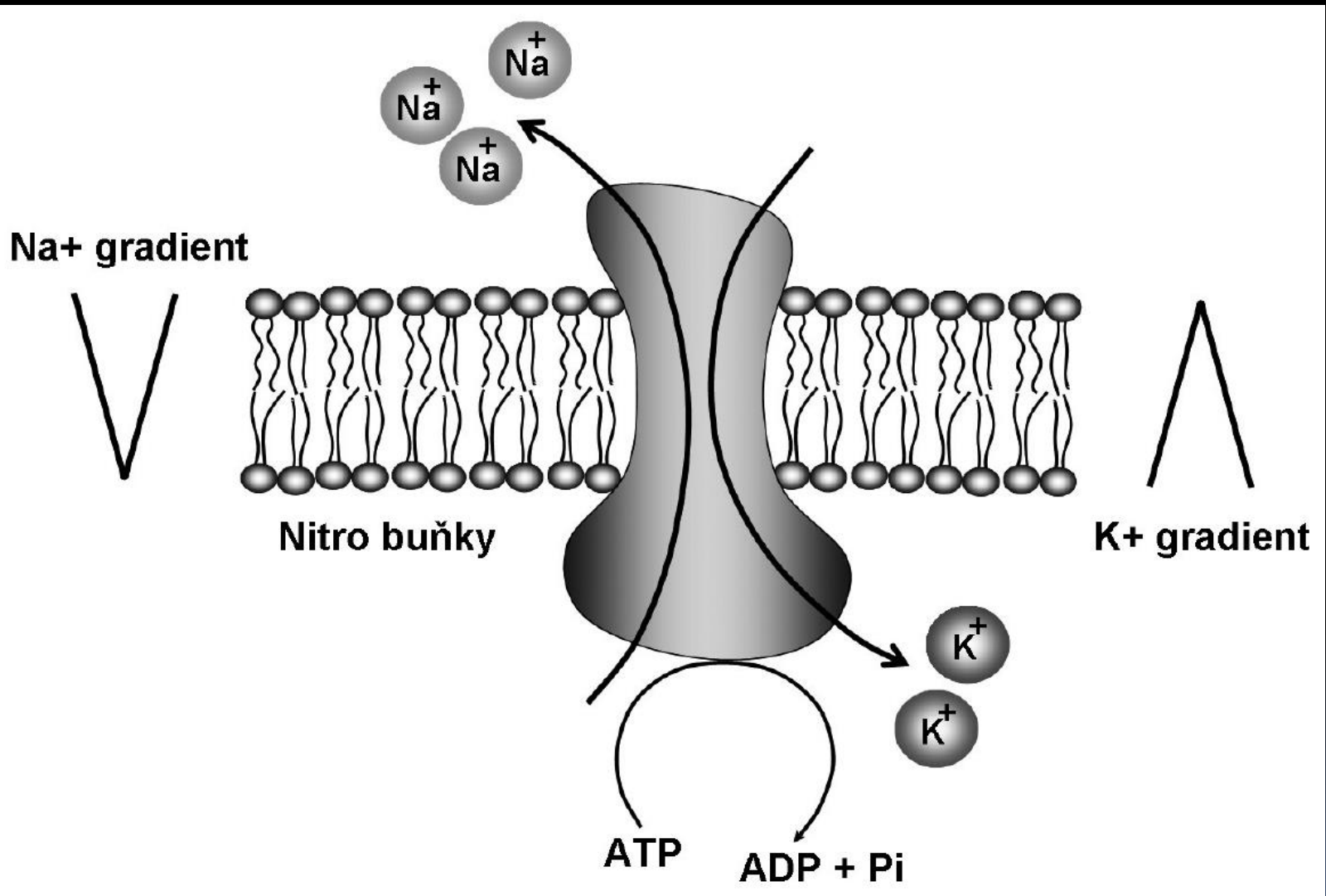


Je to hlavně Na/K pumpa, která nabíjí membránu



Na/K pumpa

Animace



Na/K pumpa

When open to the ECF, the carrier drops off Na^+ on its high-concentration side and picks up K^+ from its low-concentration side

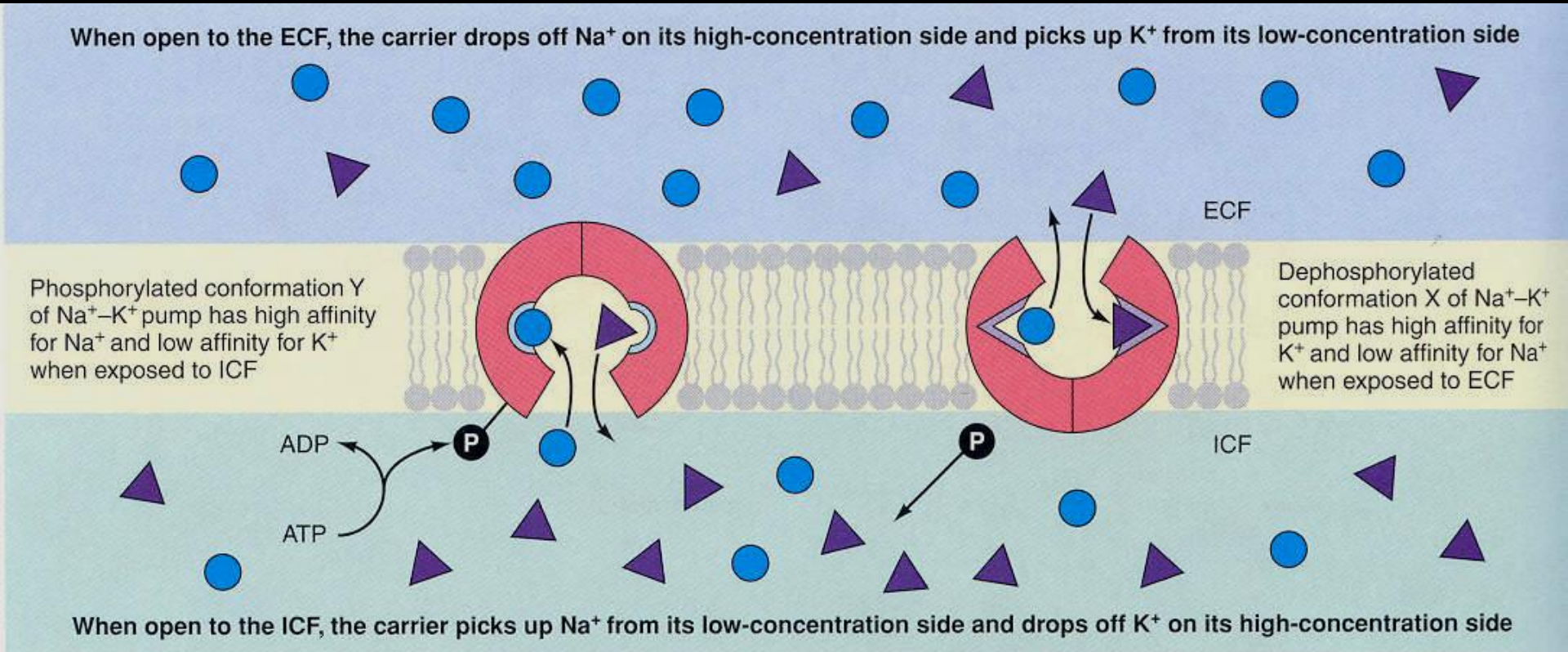
Phosphorylated conformation Y of Na^+-K^+ pump has high affinity for Na^+ and low affinity for K^+ when exposed to ICF

Dephosphorylated conformation X of Na^+-K^+ pump has high affinity for K^+ and low affinity for Na^+ when exposed to ECF

ADP
ATP

When open to the ICF, the carrier picks up Na^+ from its low-concentration side and drops off K^+ on its high-concentration side

● = Sodium (Na^+) ▲ = Potassium (K^+) ● P = Phosphate



Na – daleko od rovnováhy

K – v rovnováze

K⁺:



KONCENTRACE

Na⁺:

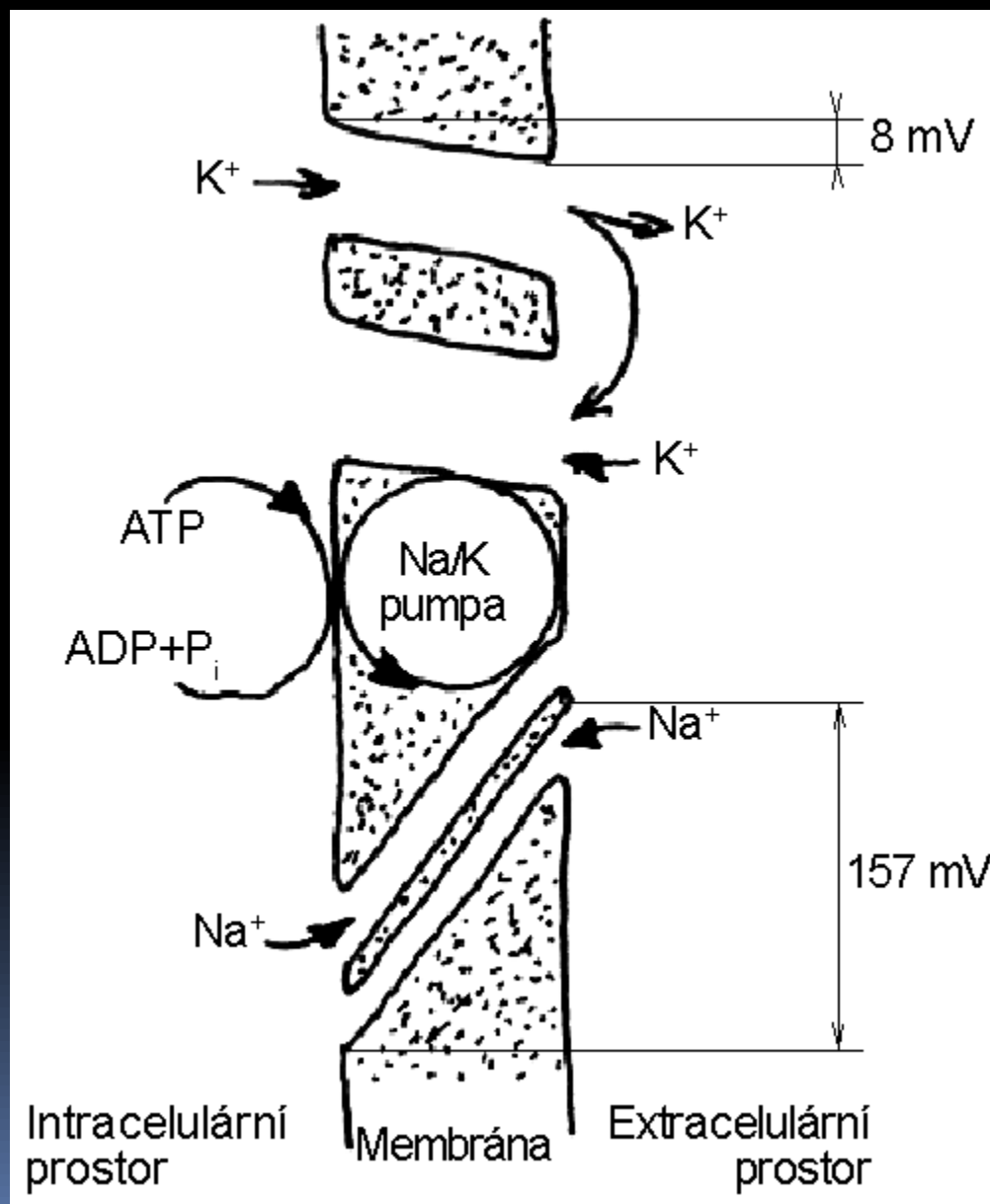


NÁBOJ

INTRA (-)

EXTRA (+)

Ještě jednou: K^+ volně protéká přes malý rozdíl hladin (8mV)
 Na^+ má mnohem větší snahu vtékat (157mV)

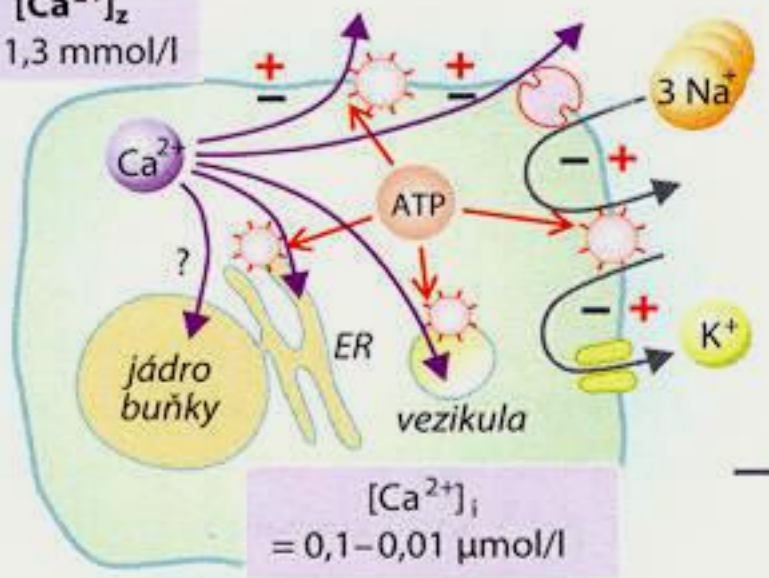


Vápník – extracelulární iont, nositel signálů

A. Regulace buňky ionty Ca^{2+}

$[\text{Ca}^{2+}]_z$
= 1,3 mmol/l

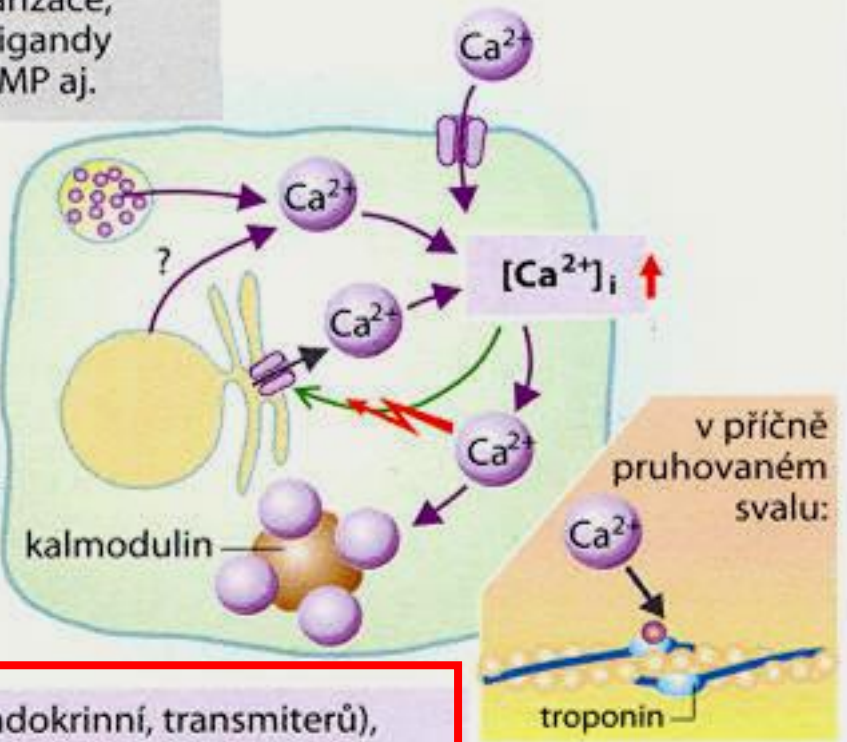
1



$[\text{Ca}^{2+}]_i$
= 0,1-0,01 μmol/l

depolarizace,
zevní ligandy
 IP_3 , cAMP aj.

2



v příčně
pruhovaném
svalu:

troponin

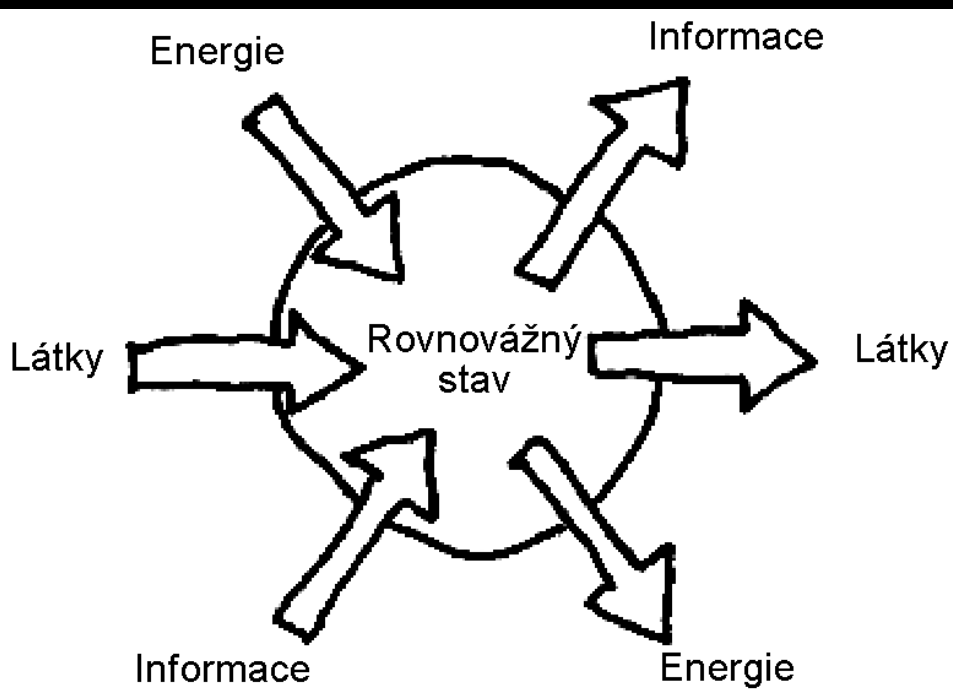
svalová kontrakce, podráždění čidla, otvírání/zavírání jiných iontových kanálů **exocytóza (exokrinní, endokrinní, transmitterů), uzavírání gap junctions, migrace buněk aj.**

Mechanismy udržující nízkou hladinu Ca v buňce

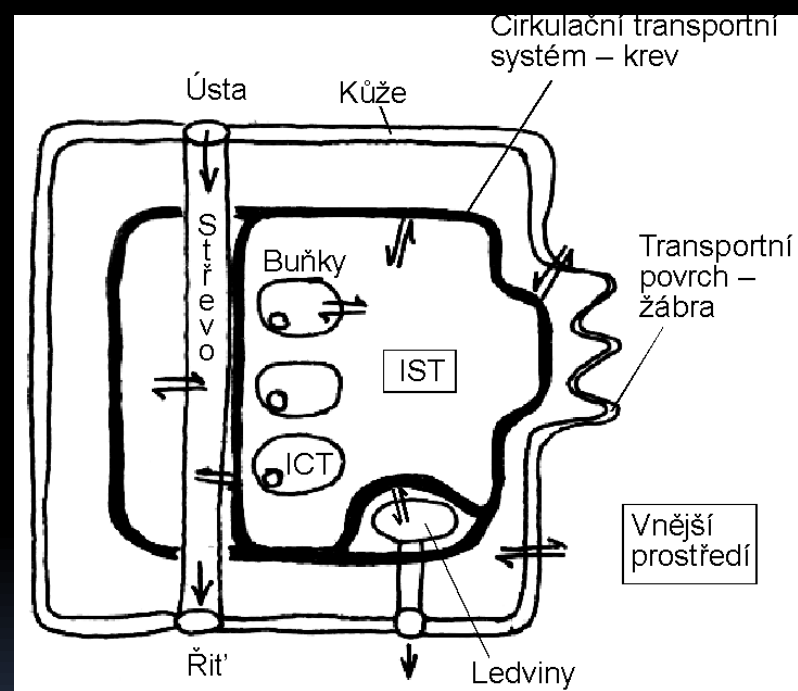
Stačí malé podráždění a Ca proudí do buňky

Bariéry a brány

Jednobuněčný

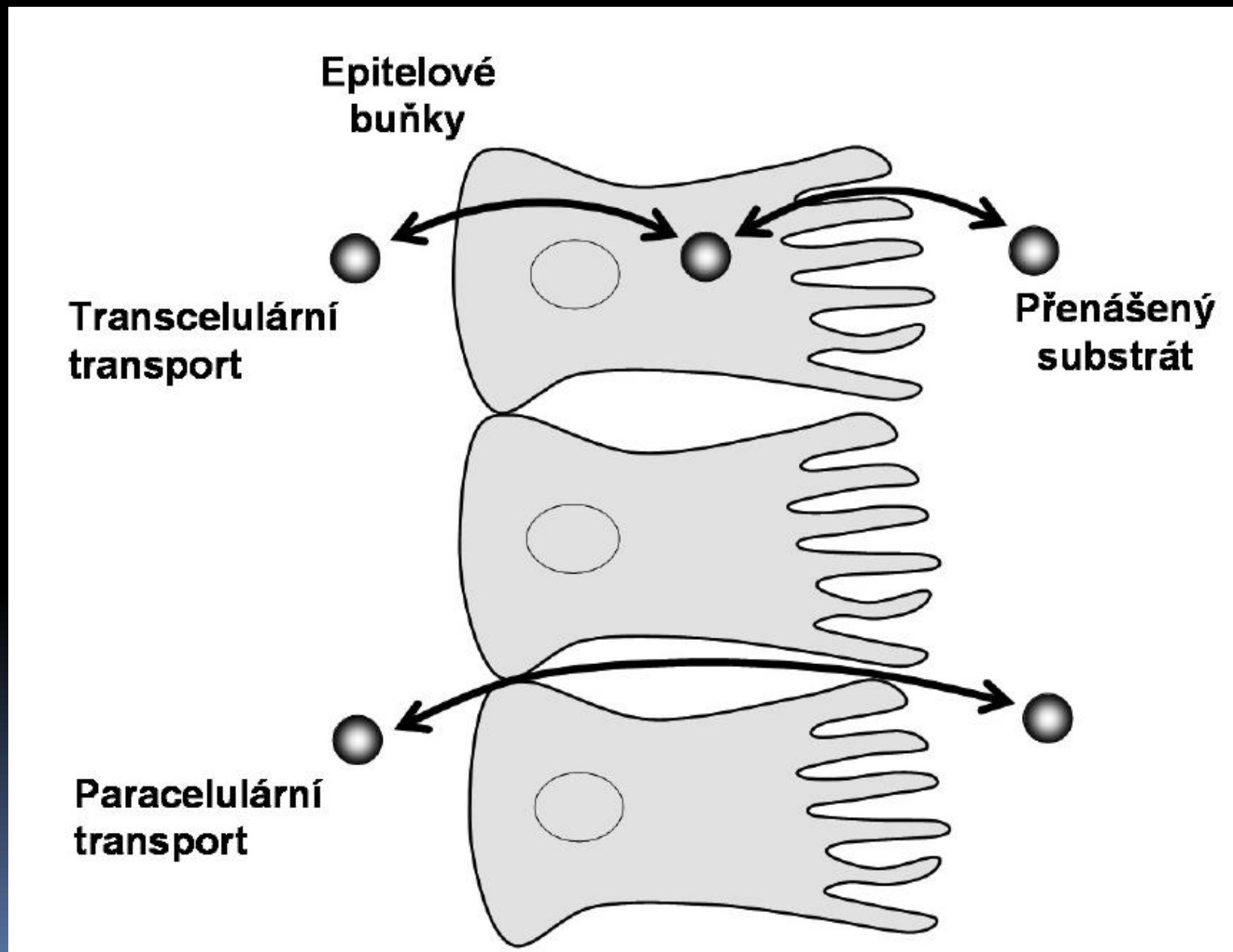


Mnohobuněčný

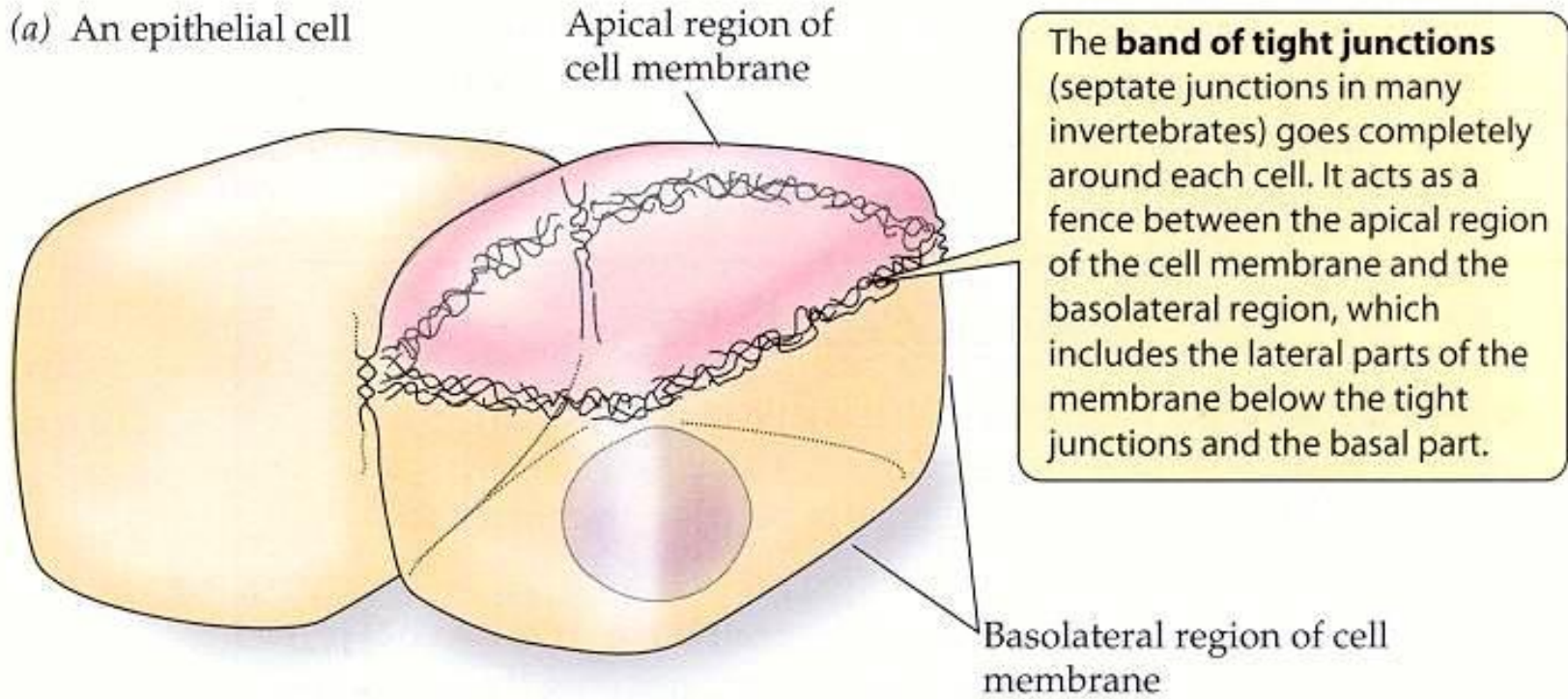


Paracelulární transport – určuje „děravost“ epitelu

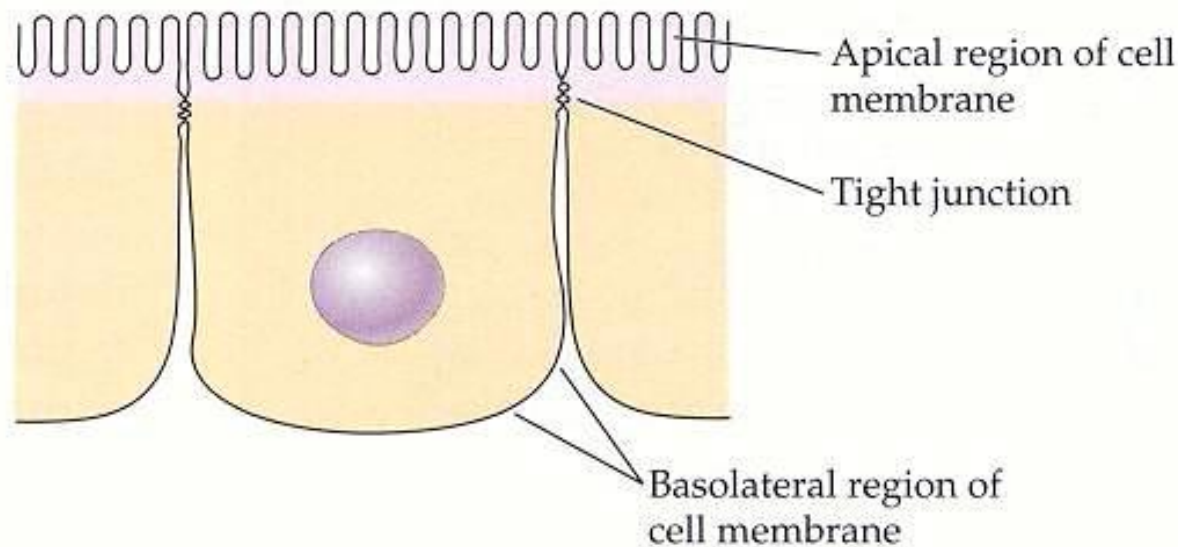
Těsný (kapiláry mozku) versus děravý (fenestrovaný) epitel (k. glomerulu)



(a) An epithelial cell

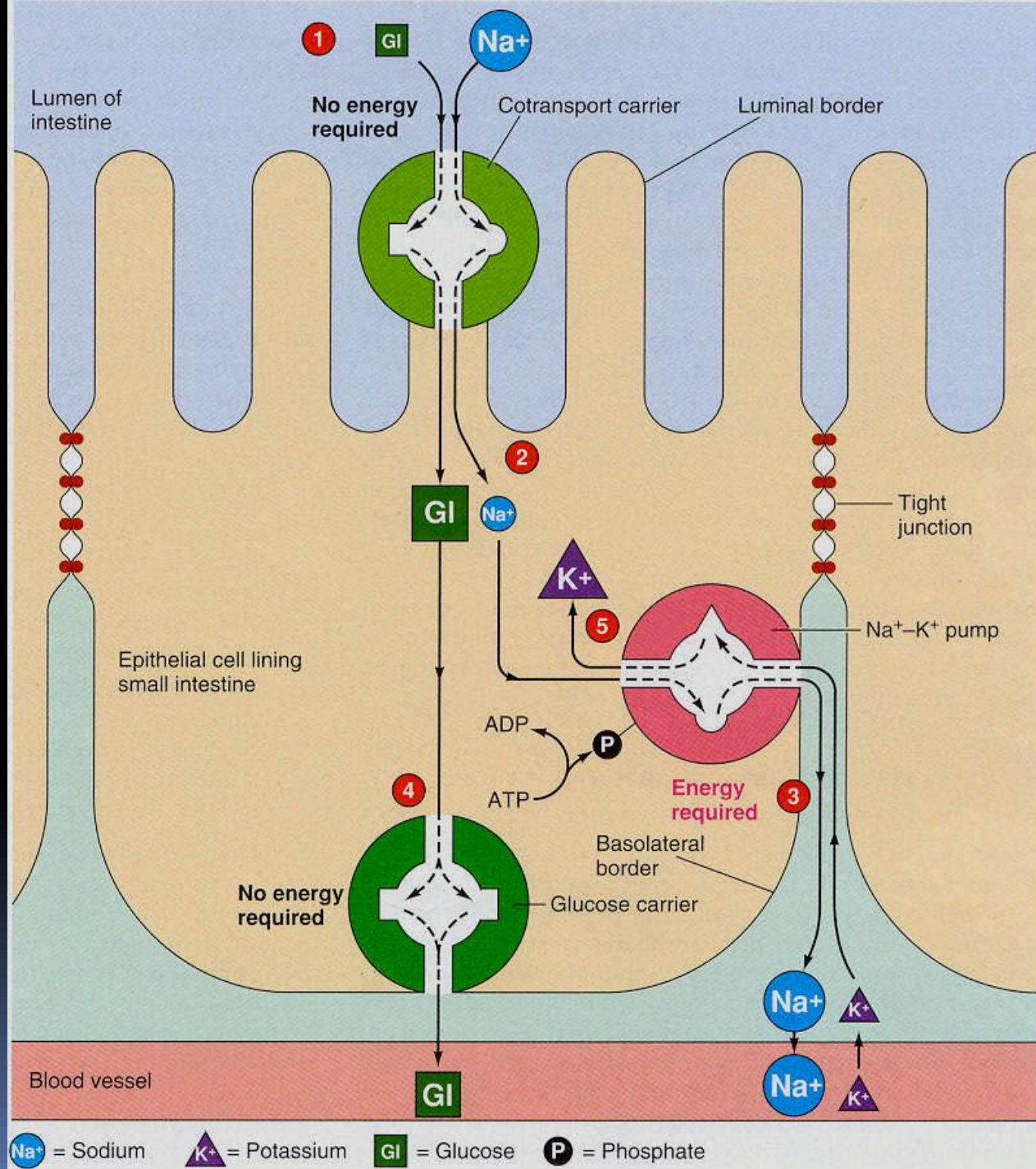


(b) Schematic representation of an epithelial cell



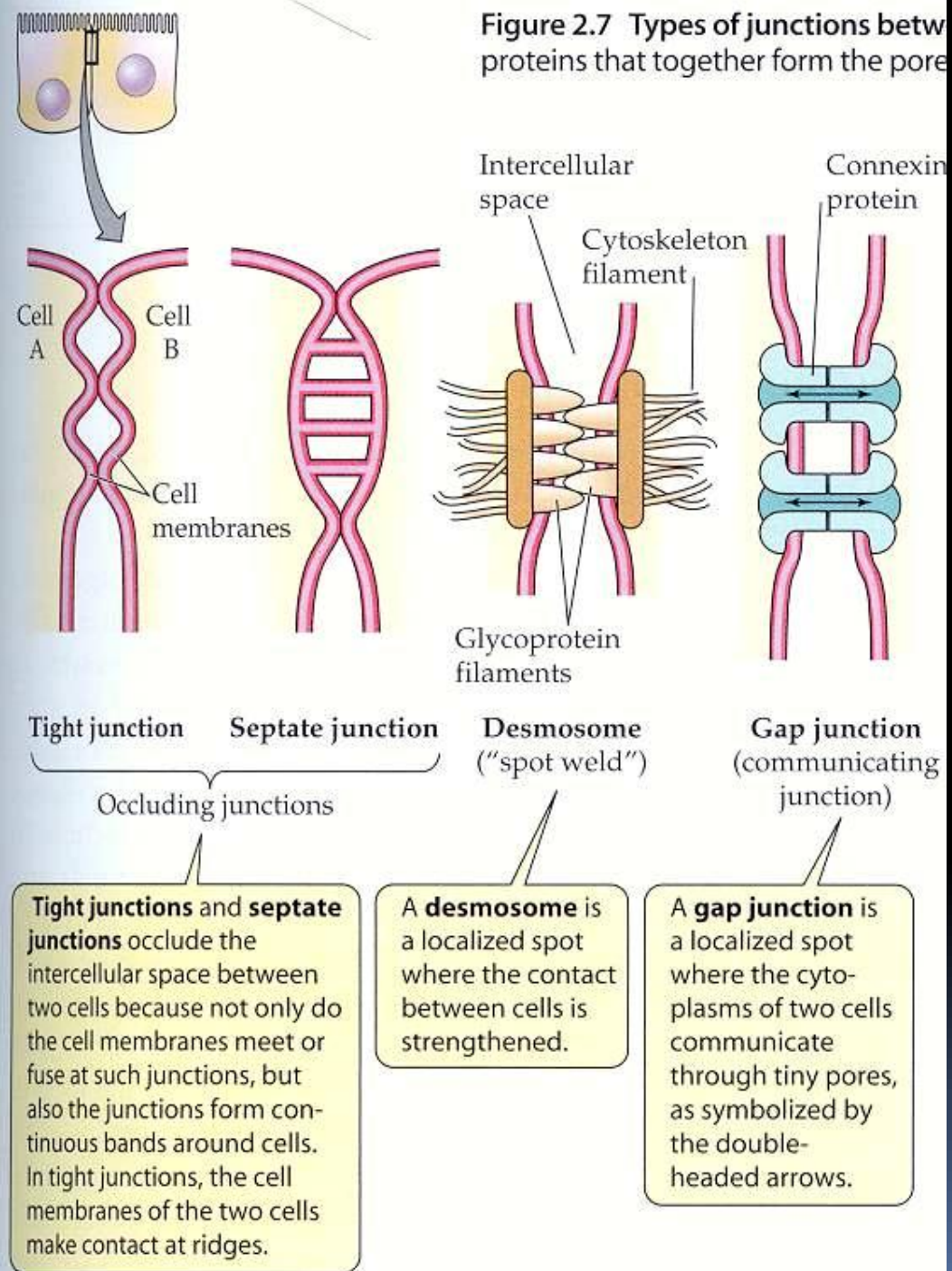
Tight junction v epitelu střeva

Toky látek přes bariéru
epitelu jsou pod kontrolou.

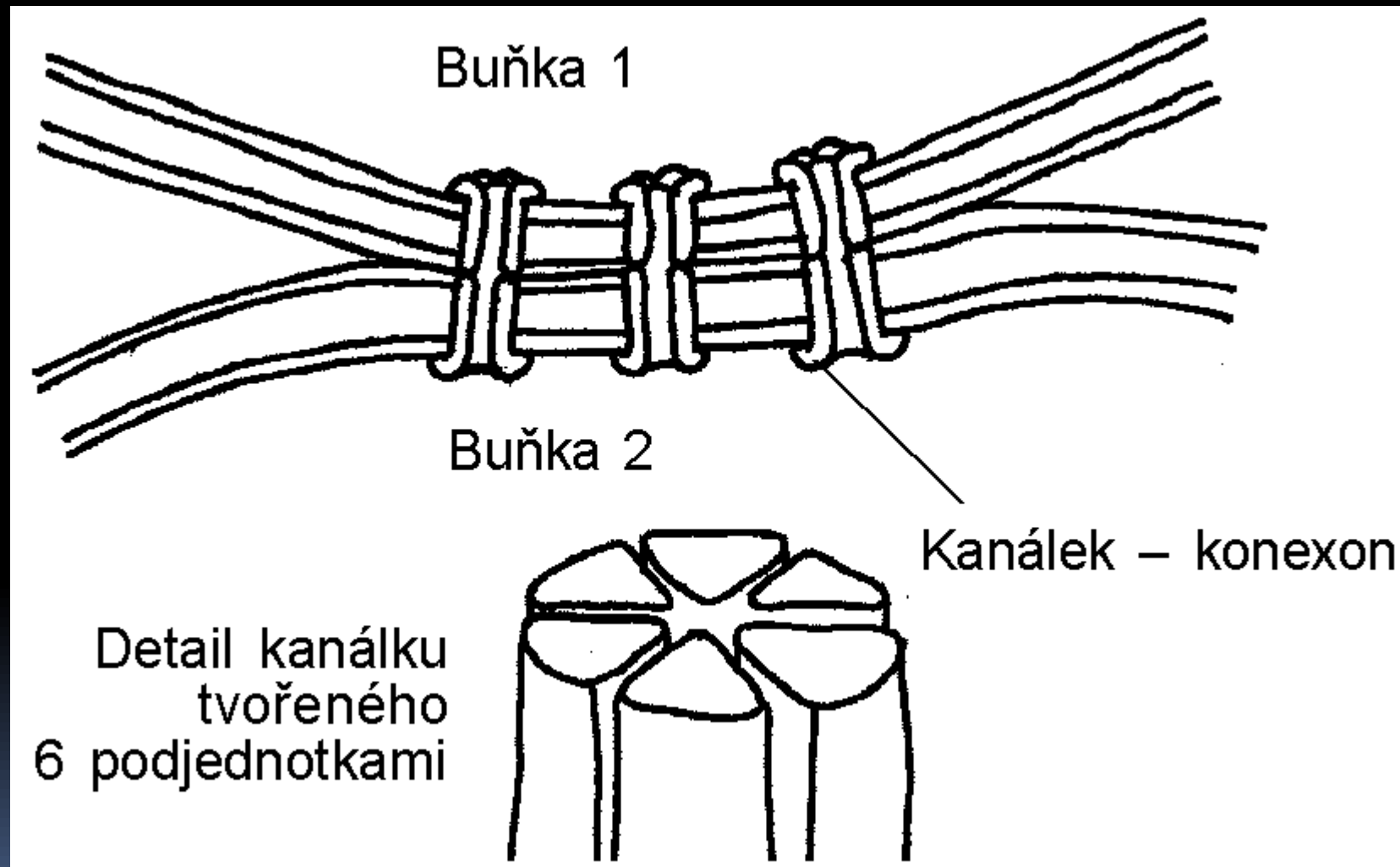


Spolupráce – buněčná spojení

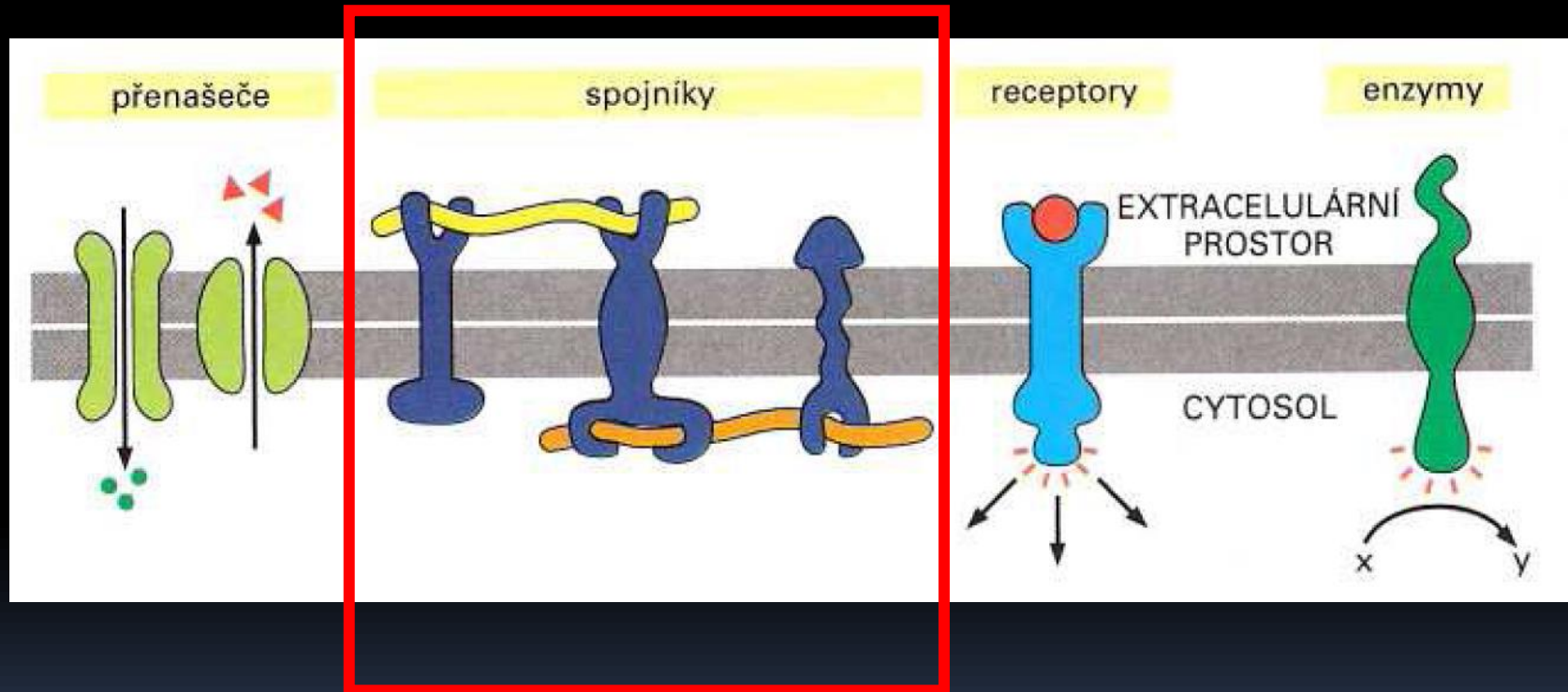
Gap junction propojuje
buňky do funkčních celků.



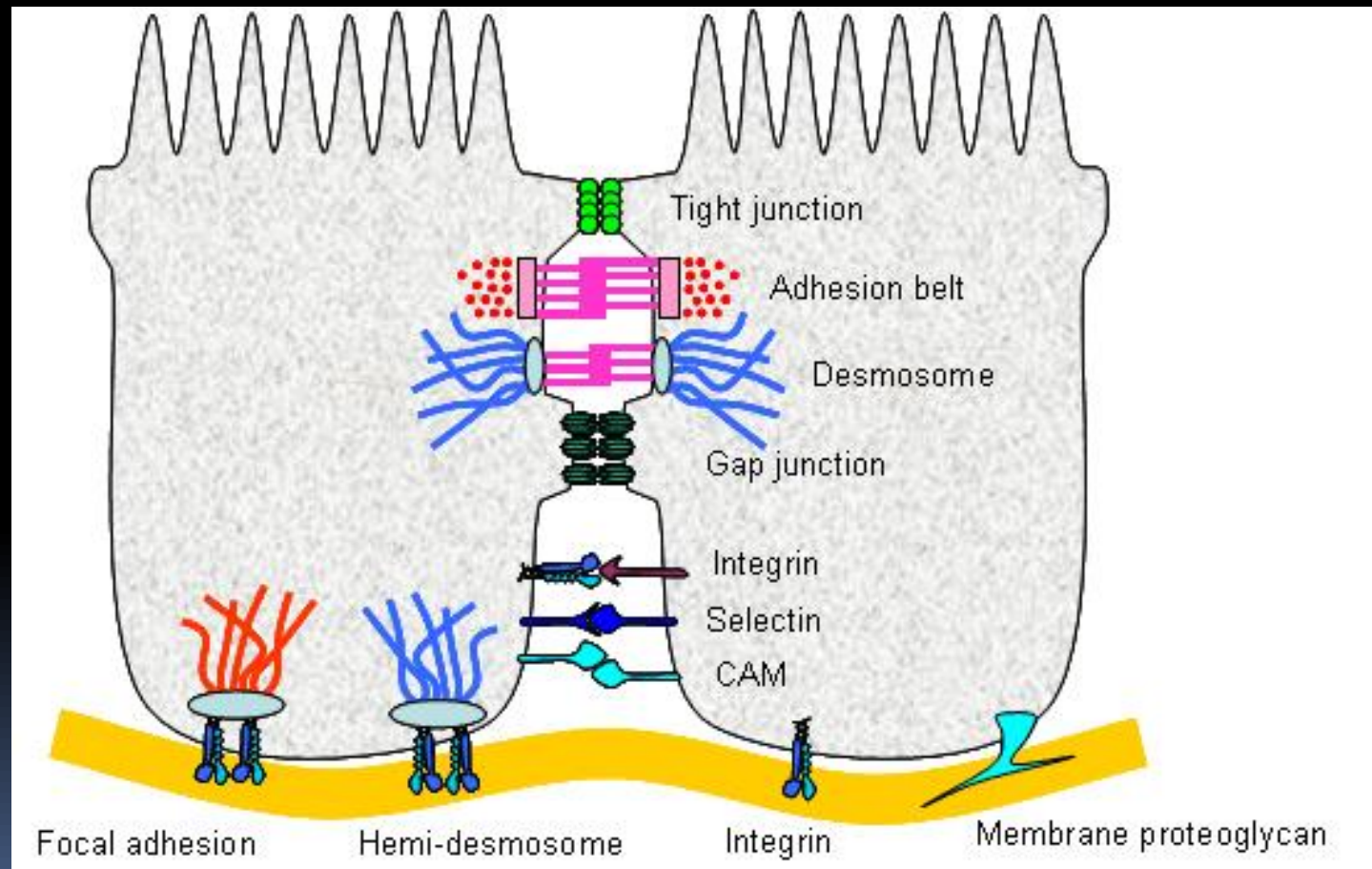
Konexon a „gap junction“



Funkce membránových bílkovin – přenos látek, signálů, ale i **fixace buněk na extra a intracelulární struktury.**



Spolupráce ve tkáních – buněčná spojení



Extracelulární matrix :

- Tvoří tmel mezi buňkami (hlavní složka je kolagen)
- Tvoří basální membránu epitelů
- Je mechanicky napojena na cytoskelet uvnitř buněk

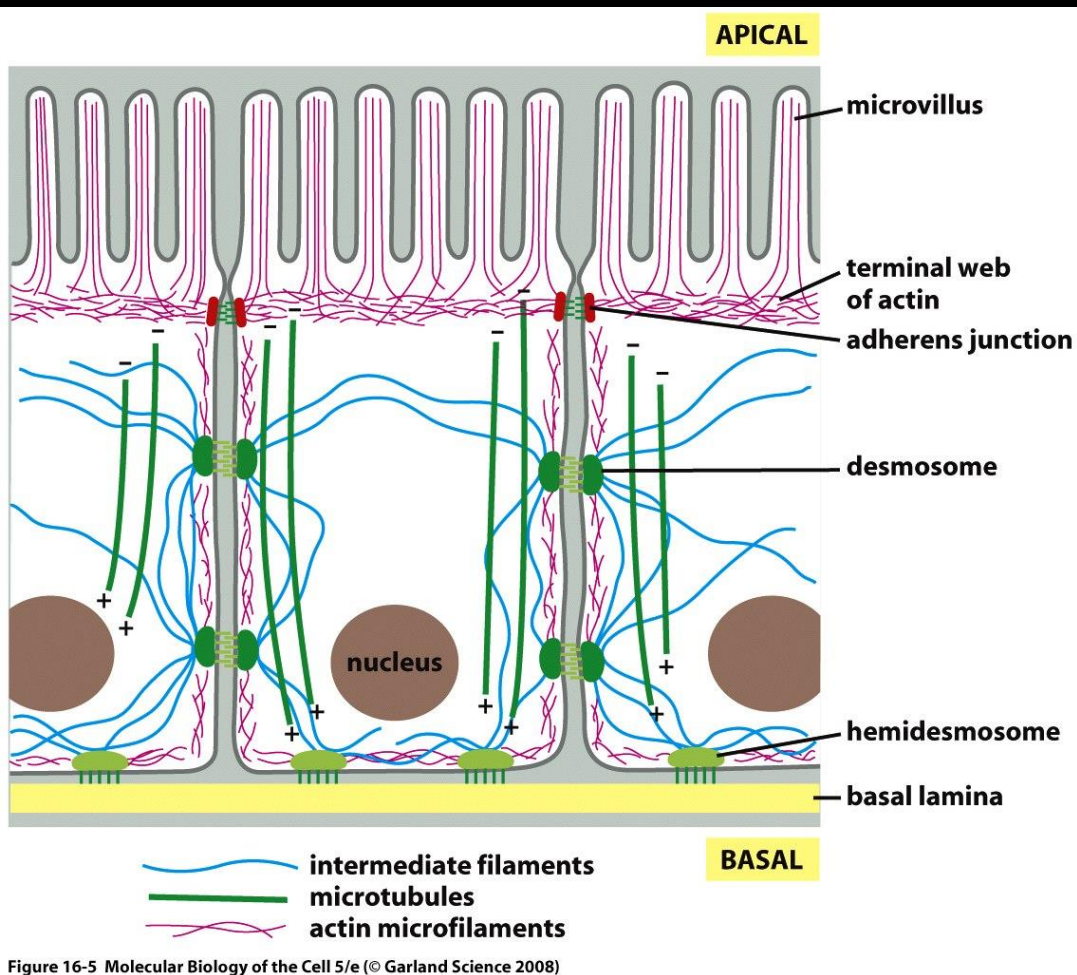
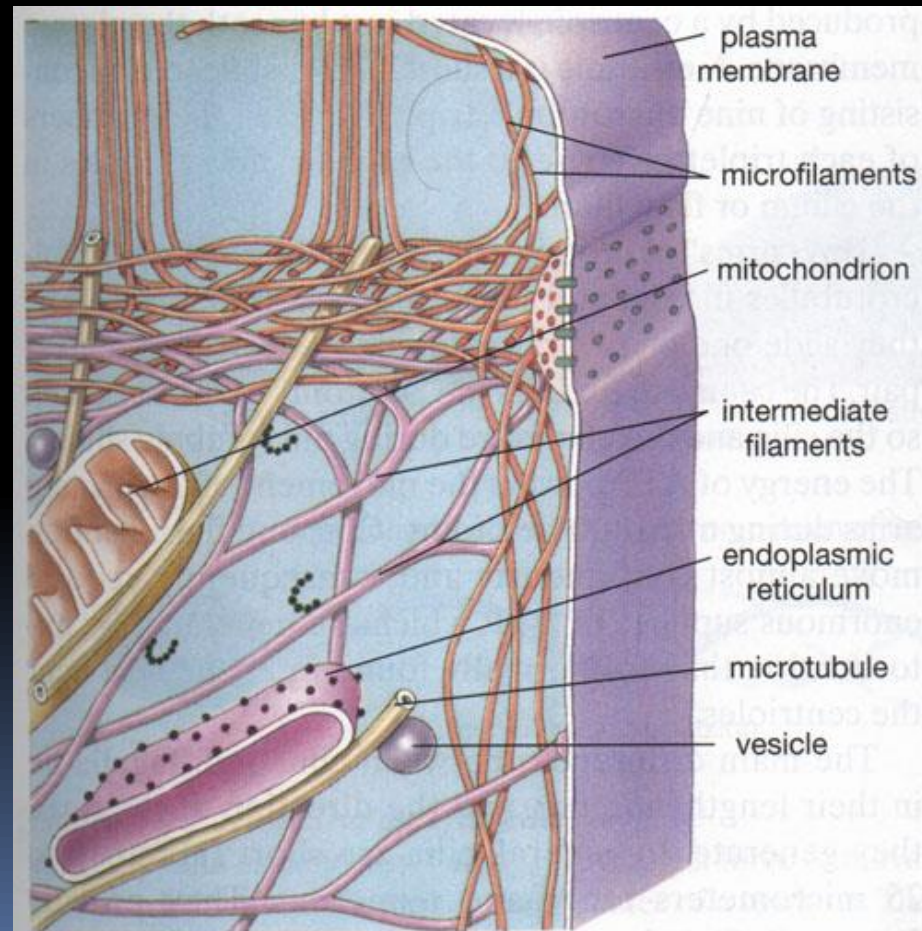
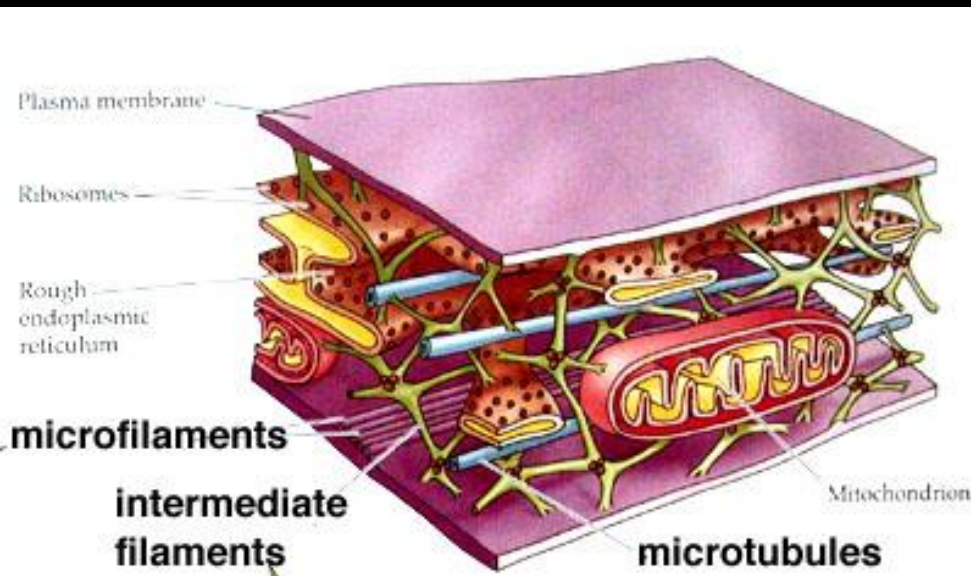


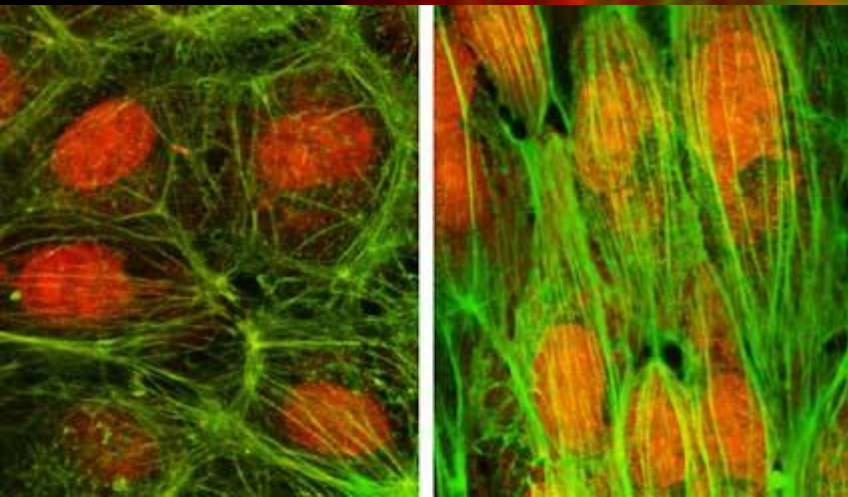
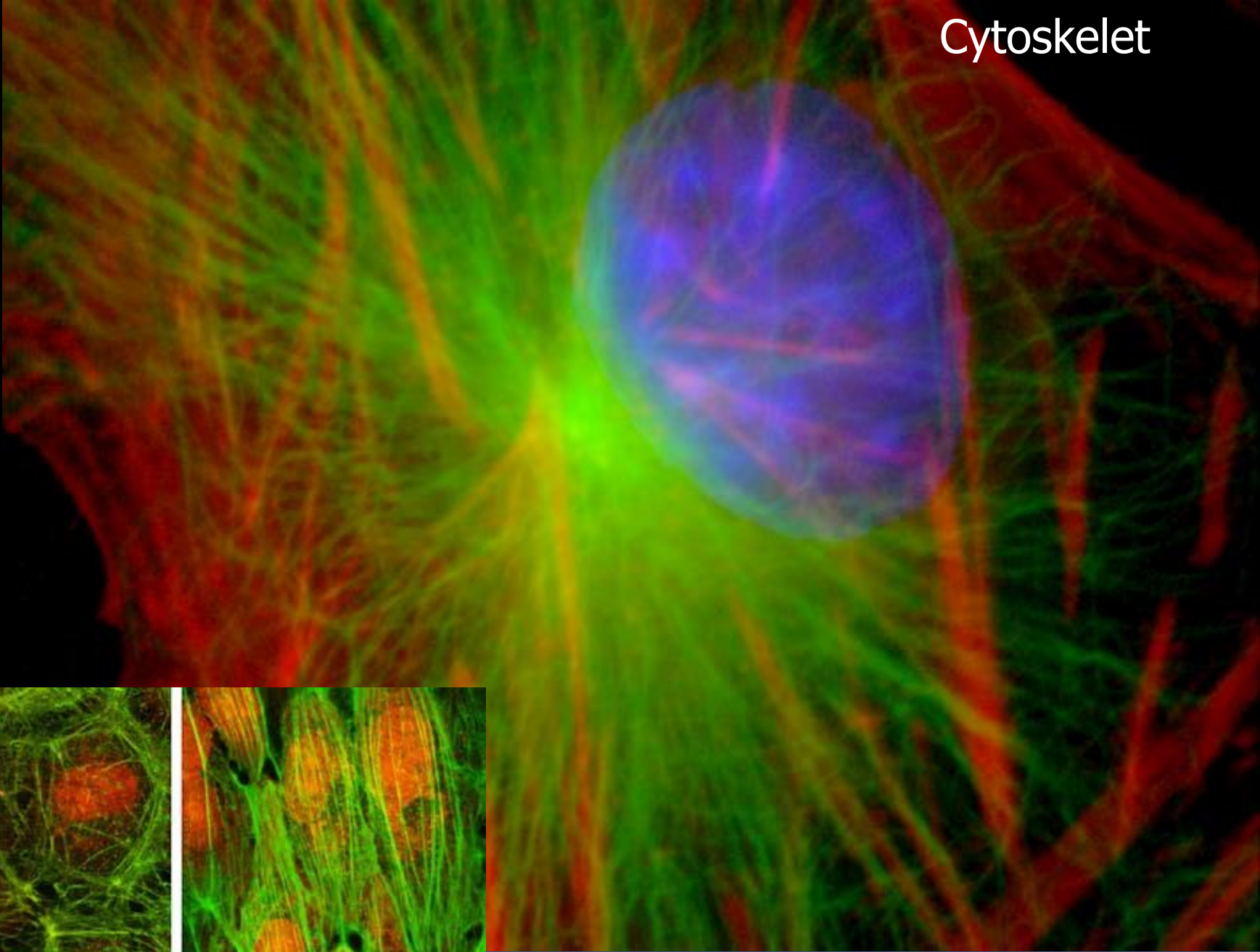
Figure 16-5 Molecular Biology of the Cell 5/e (© Garland Science 2008)



Cytoskelet



Cytoskelet

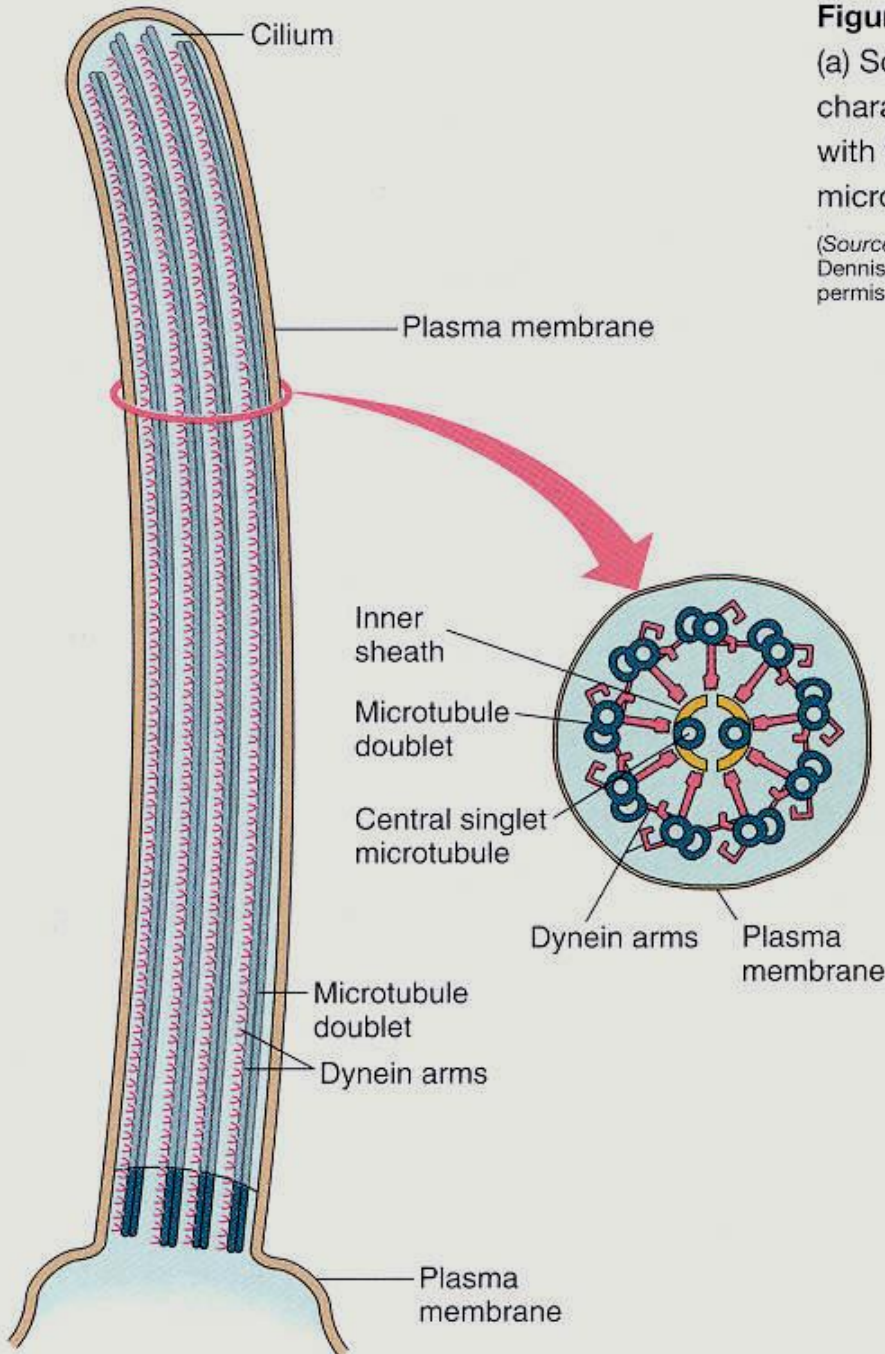


Cytoskeleton

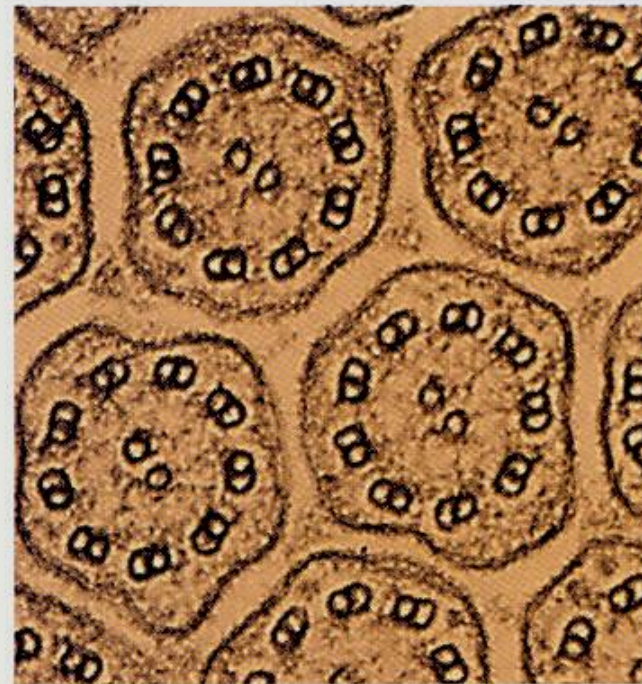
Figure 2-27 • Internal structure of cilia and flagella.

(a) Schematic diagram of a cilium in cross-section showing characteristic “nine plus two” arrangement of microtubules with the dynein arms and other accessory proteins. (b) Electron micrograph of numerous cilia in cross-section.

(Source: Adapted from *Molecular Biology of the Cell*, Fig. 10-27, p. 565 by Bruce Alberts, Dennis Bray, Julian Lewis, Martin Raff, Keith Roberts, and James D. Watson. Reprinted with permission of Garland Science/Taylor & Francis Books, Inc.)



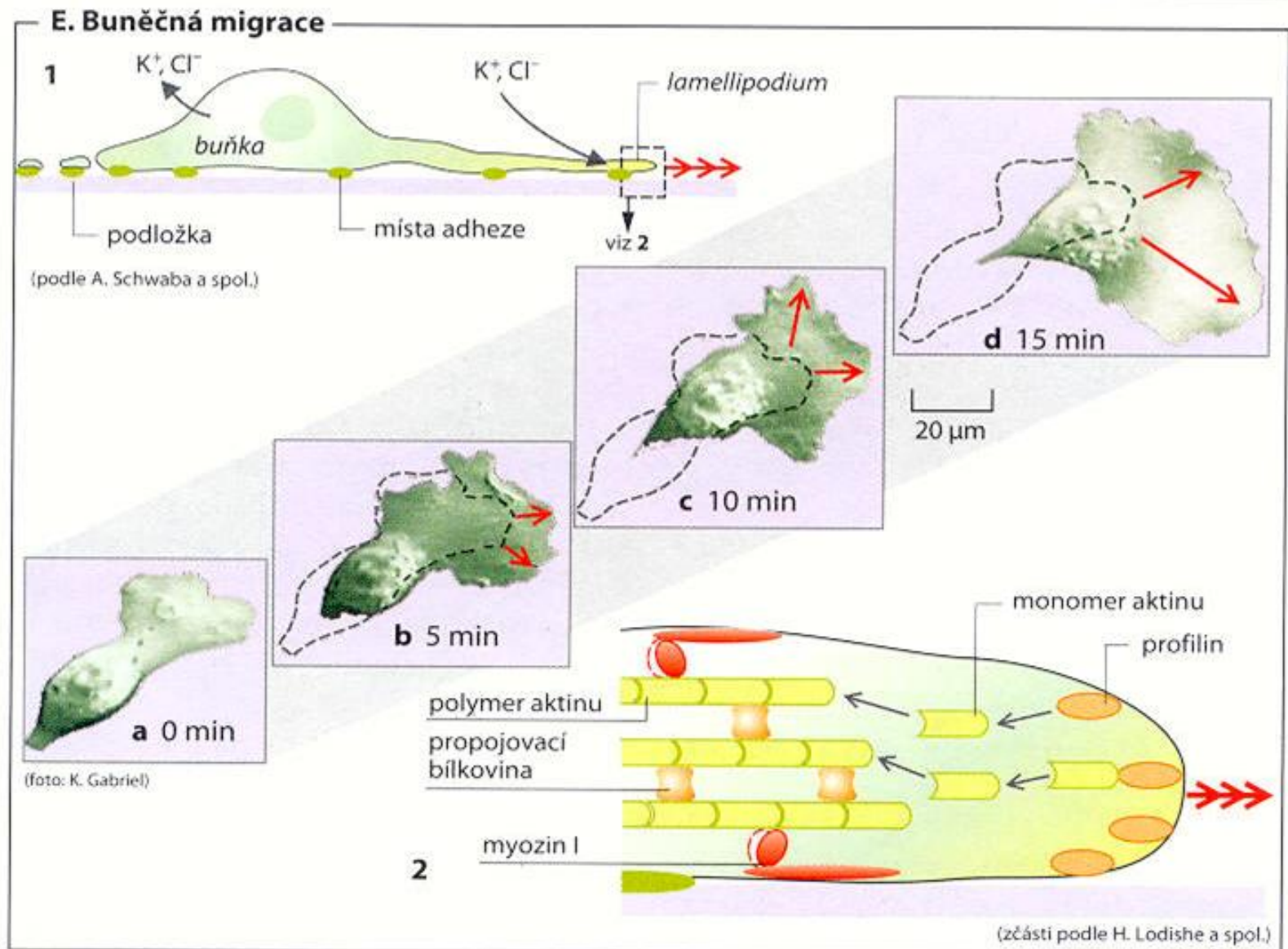
(a)



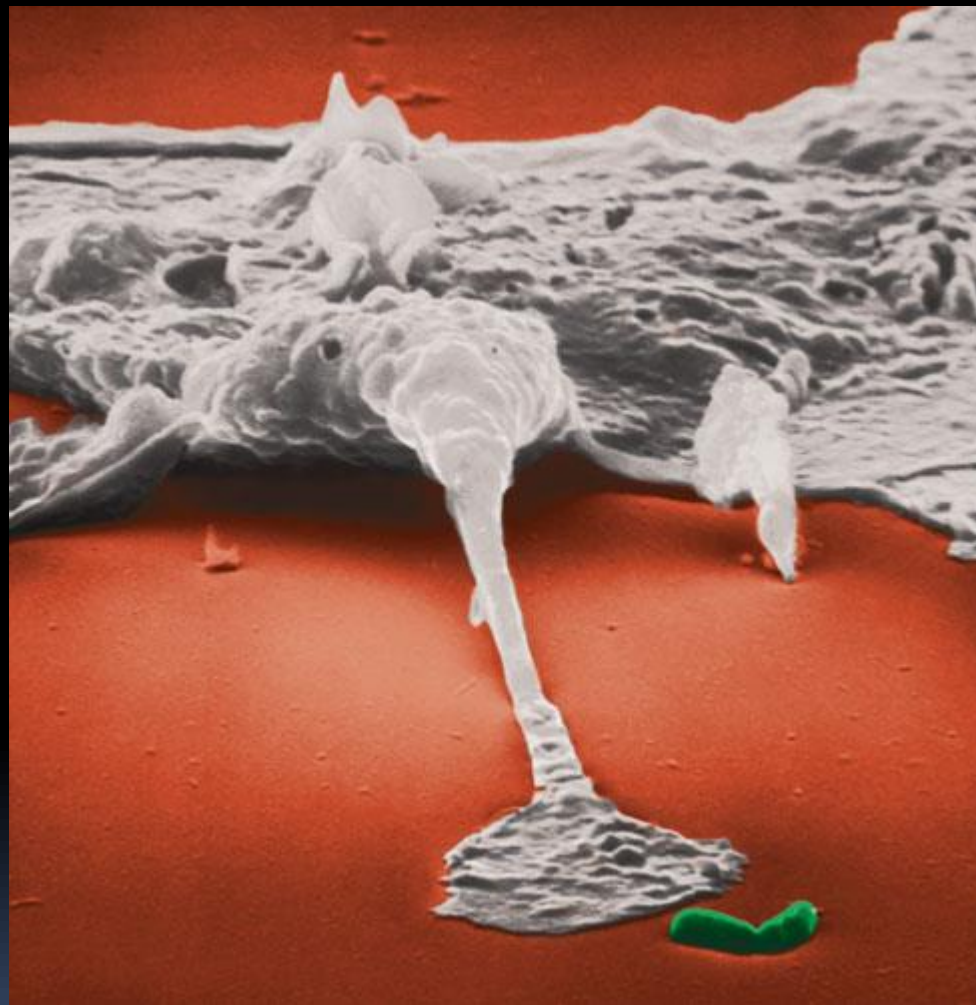
(b)

Photo: © David M. Phillips/Visuals Unlimited

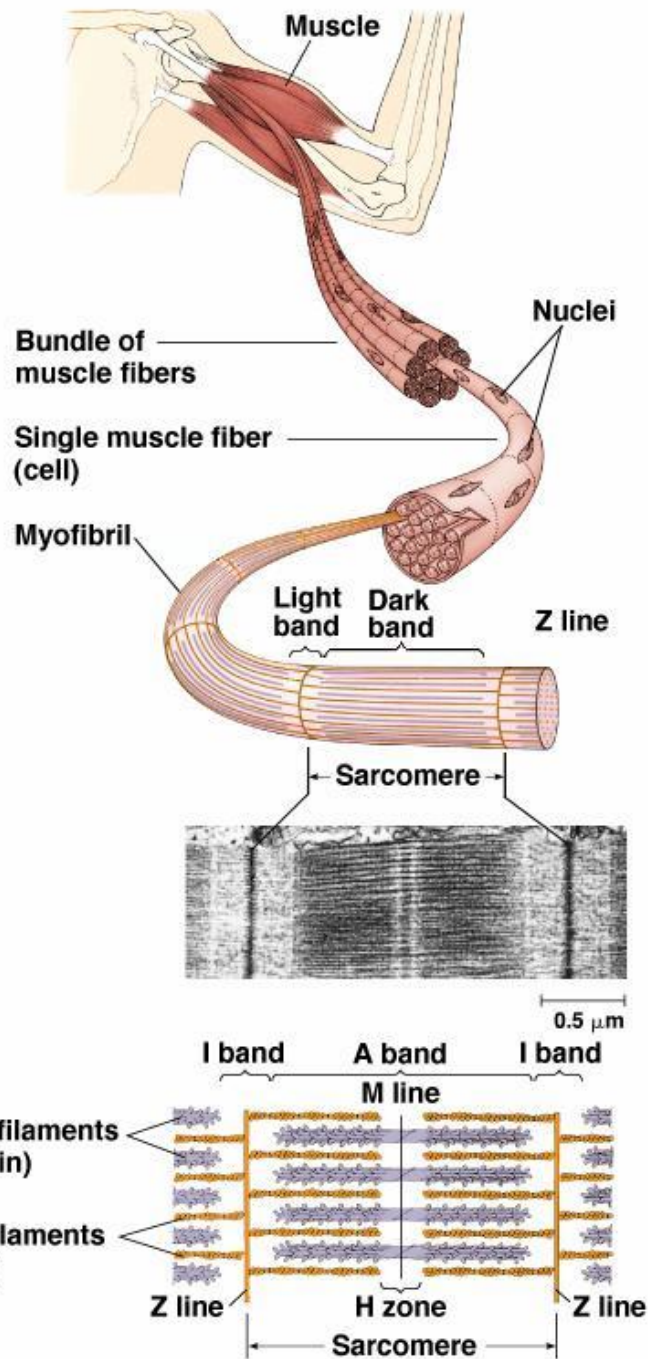
Améboidní pohyb a úloha cytoskeletu



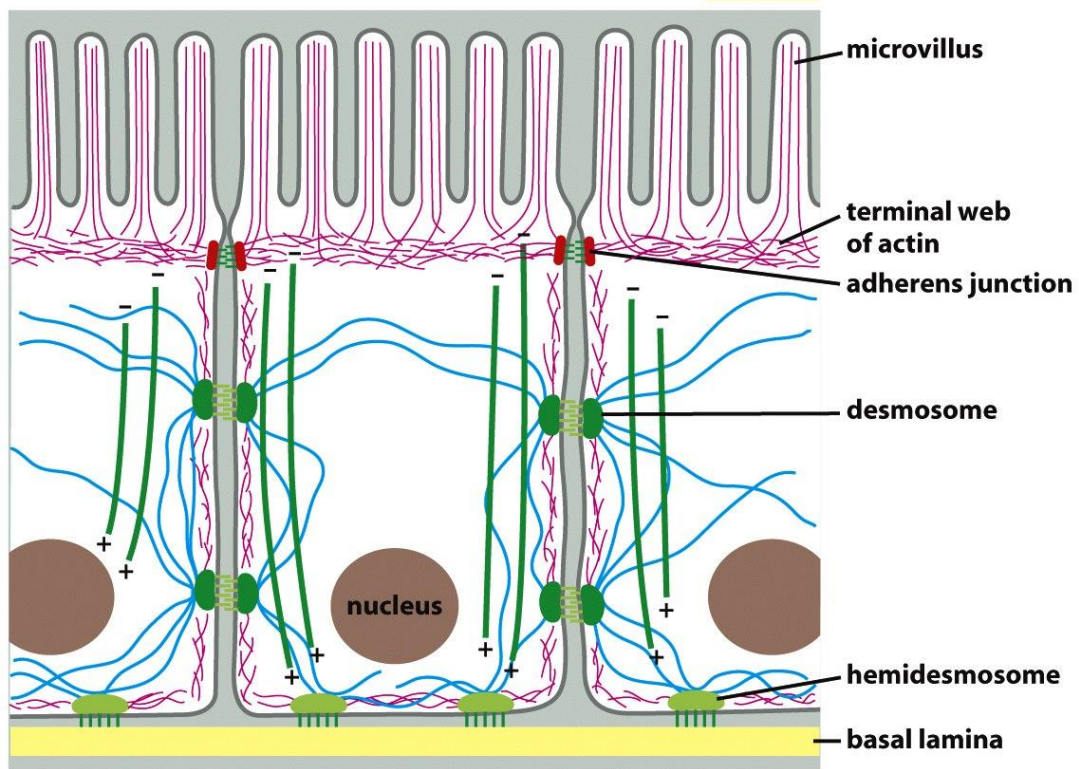
Makrofág a
bakterie



Bez cytoskeletu by nebyl aktivní pohyb.
Ani buněčný ani orgánový.

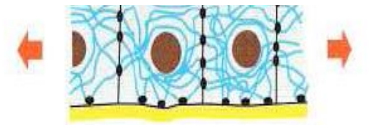


APICAL



-  intermediate filaments
-  microtubules
-  actin microfilaments

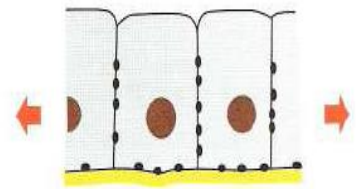
BASAL



napínání vrstvy buněk se středními filamenty



buňky zůstávají netknuté a pohromadě



napínání vrstvy buněk bez středních filament



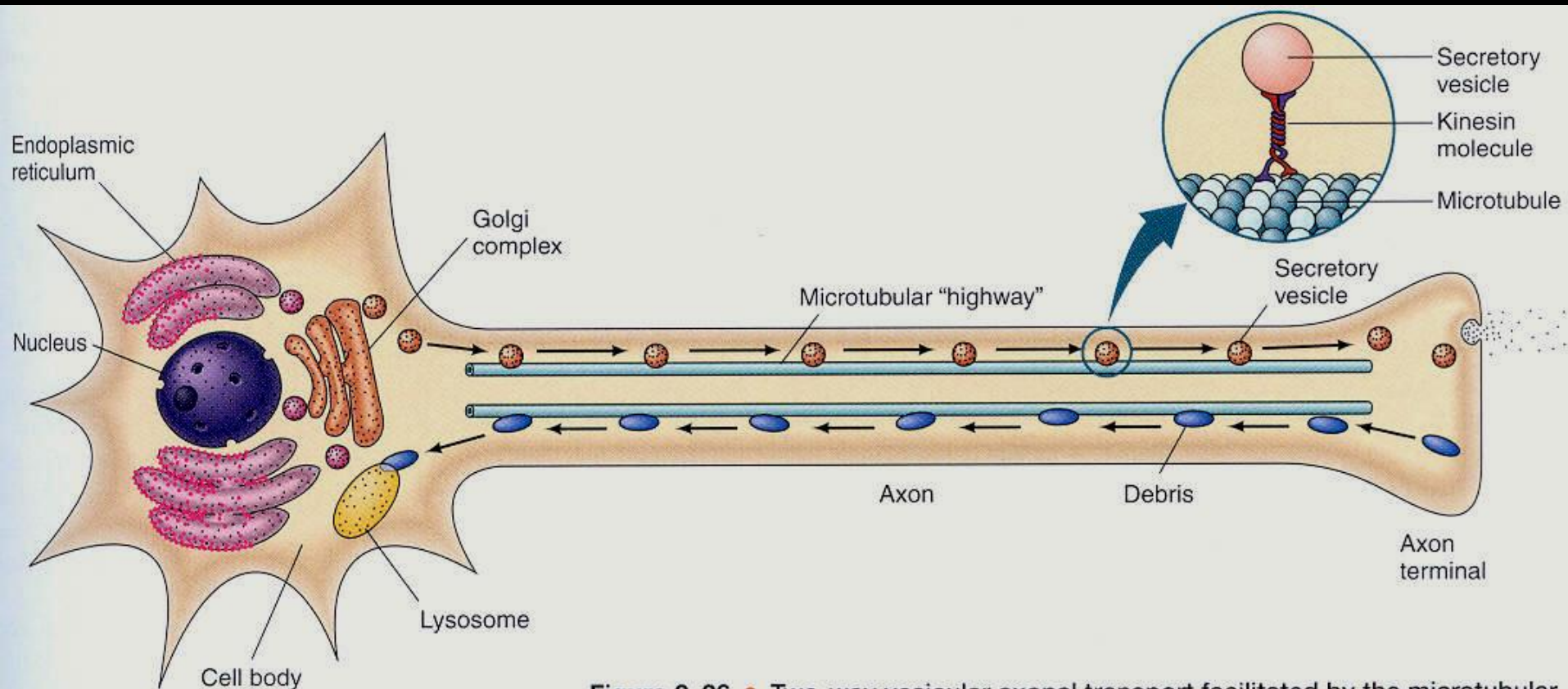
buňky praskají

Typy filament
Úloha středních

Figure 16-5 Molecular Biology of the Cell 5/e (© Garland Science 2008)

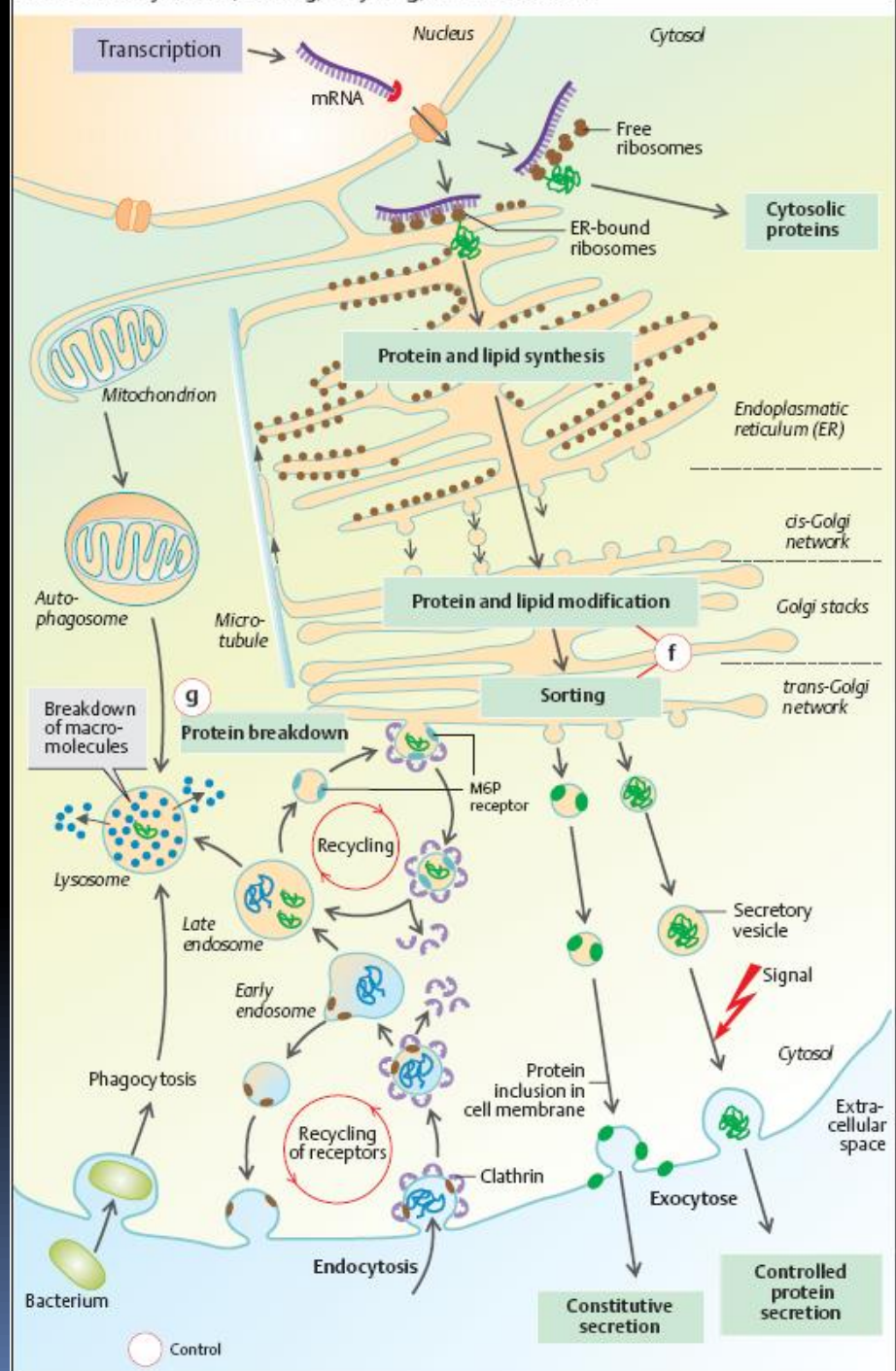
Život v buňce – Animace komentovaná

<http://sparkleberrysprings.com/innerlifeofcell.html>



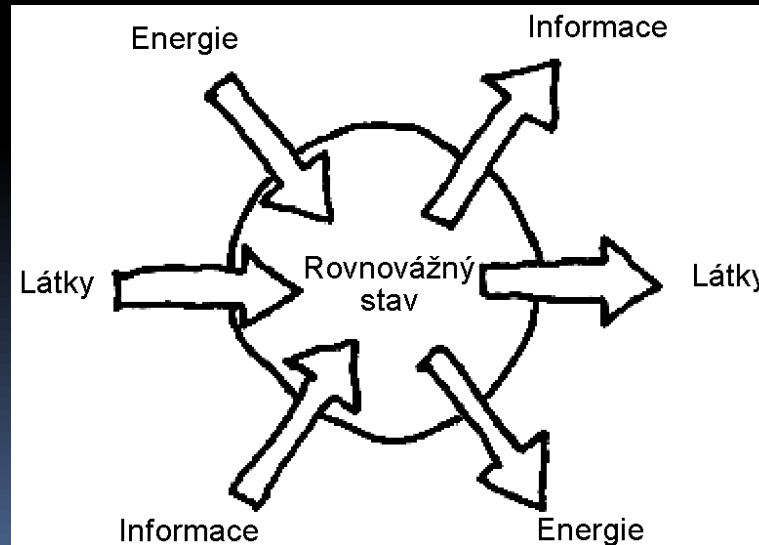
Život v buňce - Animace

f Protein synthesis, sorting, recycling, and breakdown



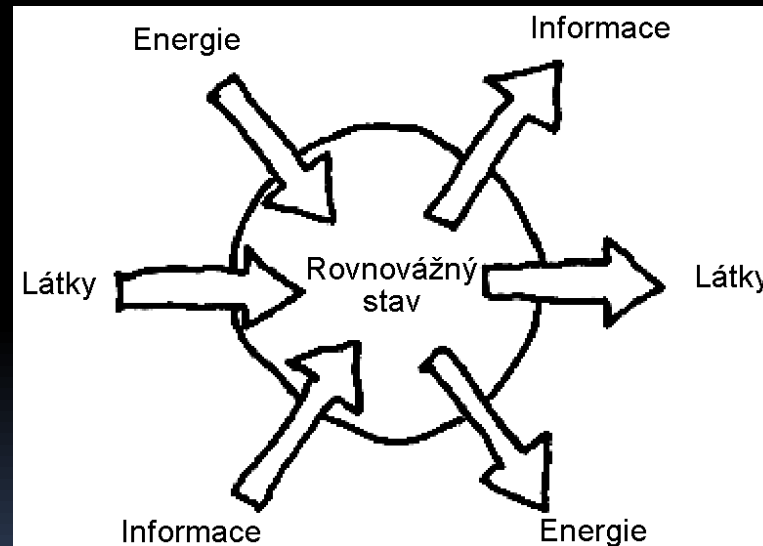
Shrnutí

Řízený transport splňuje základní podmínku udržení stálosti.
Bílkoviny mají zásadní úlohu v přenosu látek i signálů.
Nabitá membrána se hodí.
Cytoskelet umožňuje pohyb i oporu – pro buňku zásadní.

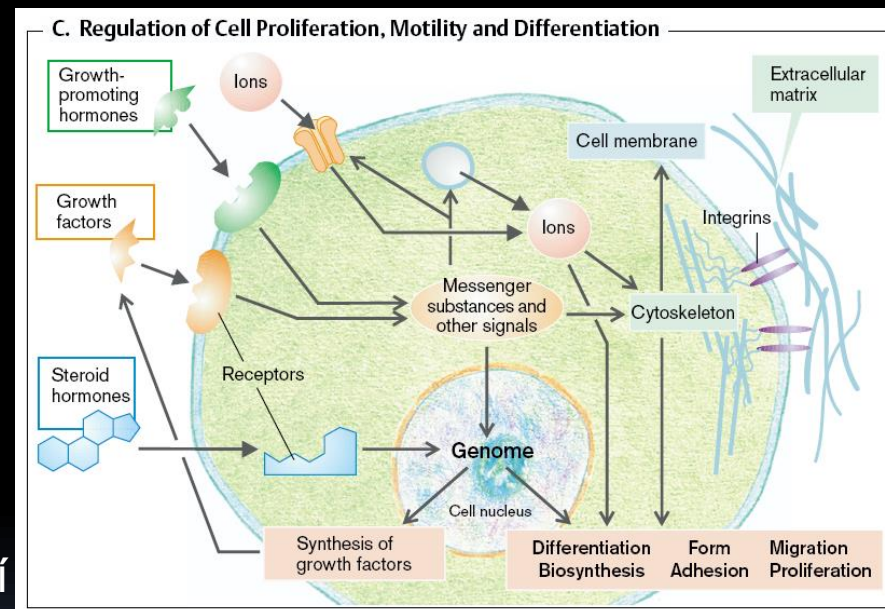


Přenos informací

Mezibuněčná komunikace a signálová transdukce

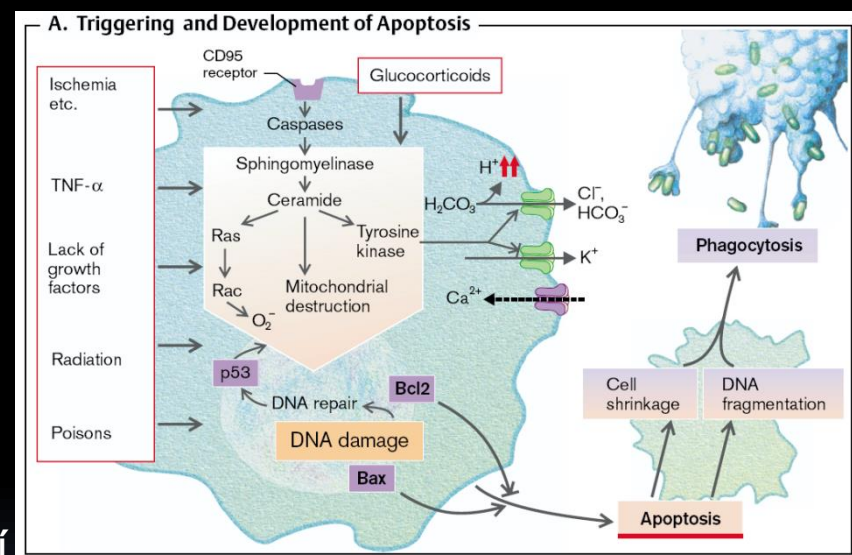


Mezibuněčná komunikace a signálová transdukce



Obecná chemorecepční schopnost buněk
Komunikace ve společenství buněk, rozeznání
poškozené nebo cizí buňky
Signály: diferencuj, proliferuj, syntetizuj, zemři...
Porozumění = klíč k podstatě

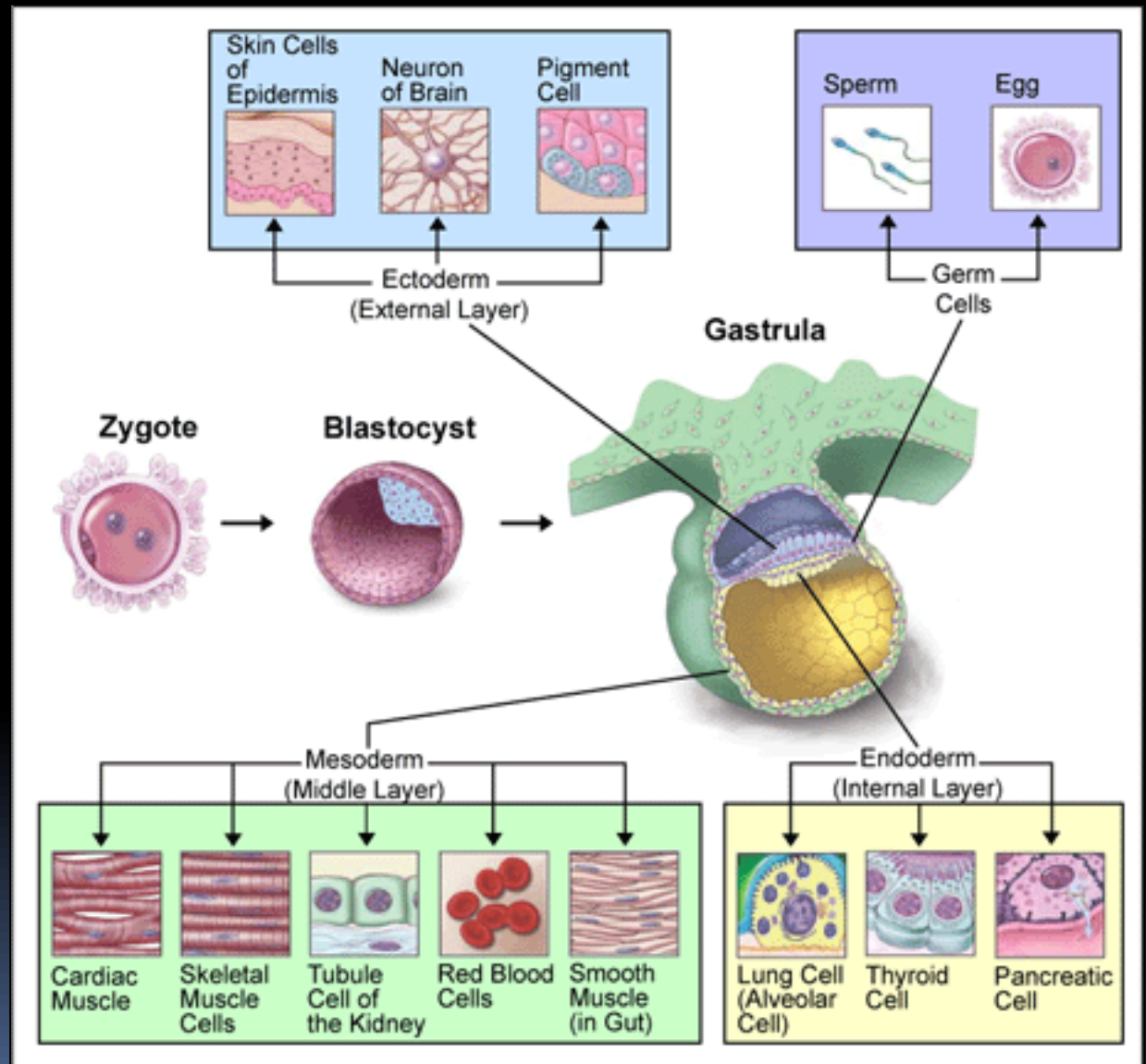
Mezibuněčná komunikace a signálová transdukce



Obecná chemorecepční schopnost buněk
Komunikace ve společenství buněk, rozeznání
poškozené nebo cizí buňky
Signály: diferencuj, proliferuj, syntetizuj, zemři...
Porozumění = klíč k podstatě

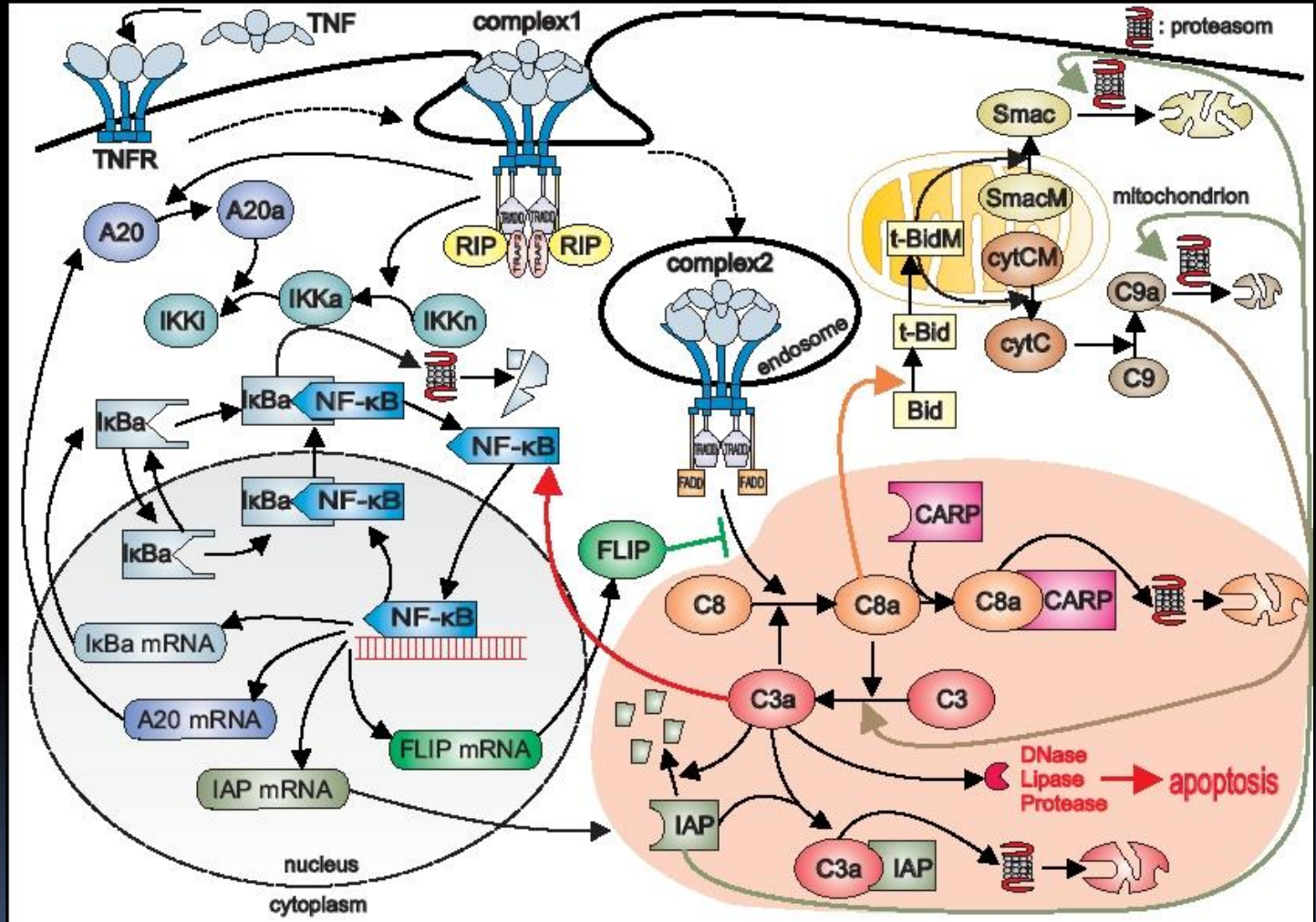
Chemické signály přijímá buňka od svého vzniku...

Embryonální diferenciace



...po svou smrt

Apoptóza

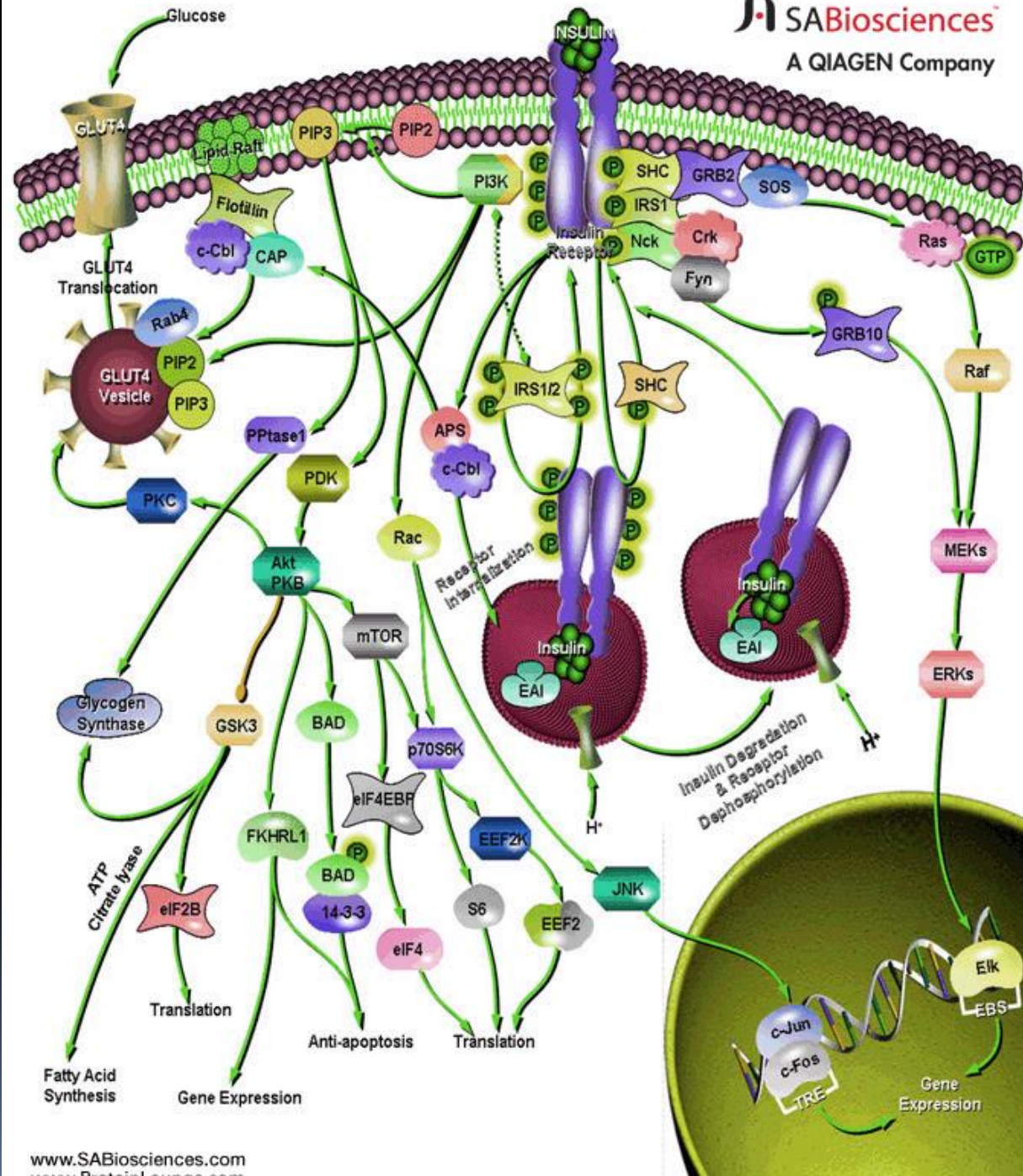


Mezibuněčná komunikace a signálová transdukce



Ovariální teratom

Obecná chemorecepční schopnost buněk
Komunikace ve společenství buněk, rozeznání
poškozené nebo cizí buňky
Signály: diferencuj, proliferuj, syntetizuj, zemři...
Porozumění = klíč k podstatě
Regenerativní medicína a onkologie
Na jednu stranu chceme aby už nerostly (novotvary) na druhou aby zase rostly (náhrady)



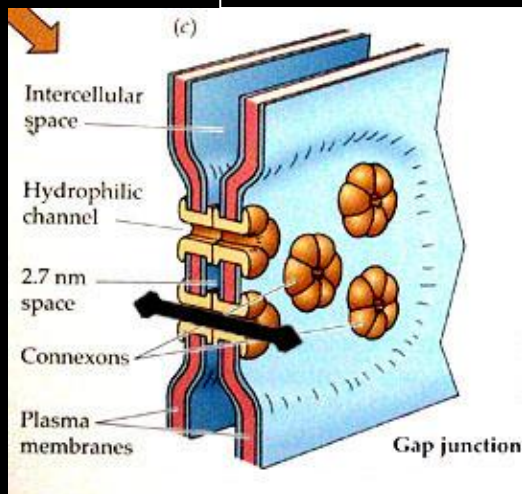
Úkol biomedicíny: rozplétání
signálních drah
Inzulínová dráha jako příklad

Chemická struktura signálních látek.

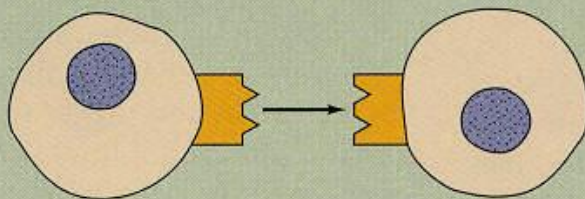
- Peptidy a proteiny – mnoho hormonů a neurohormonů
- Steroidy – hormony a feromony
- Aminy – od tyrozinu (adrenalin, par. histamin)
- Retinoidy – od vit A
- Plyny – (NO, CO)
- Puriny – ATP, cAMP
- Eikosanoidy – (prostaglandiny)

Způsob předání signálu – jeden klíč, ale různé dveře

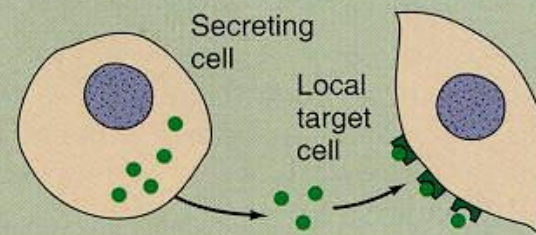
Způsob předání signálu – mezi buňkami



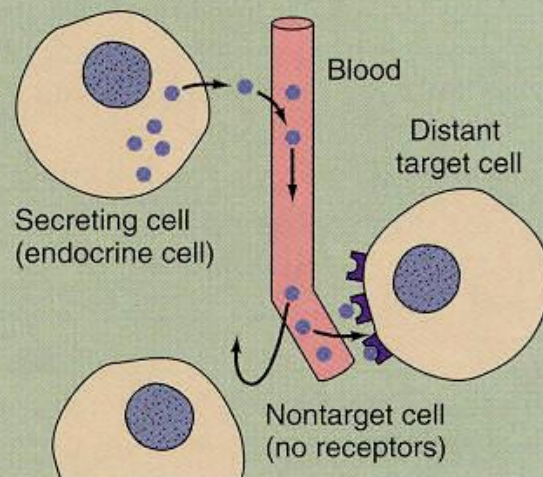
Transient direct linkup of cells



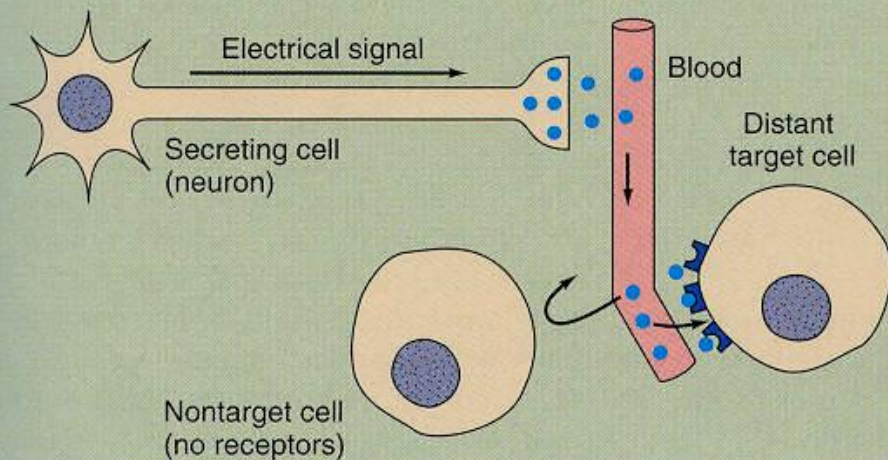
Paracrine secretion



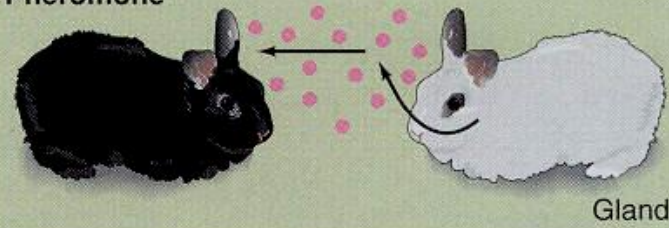
Hormonal secretion



Neurohormone secretion

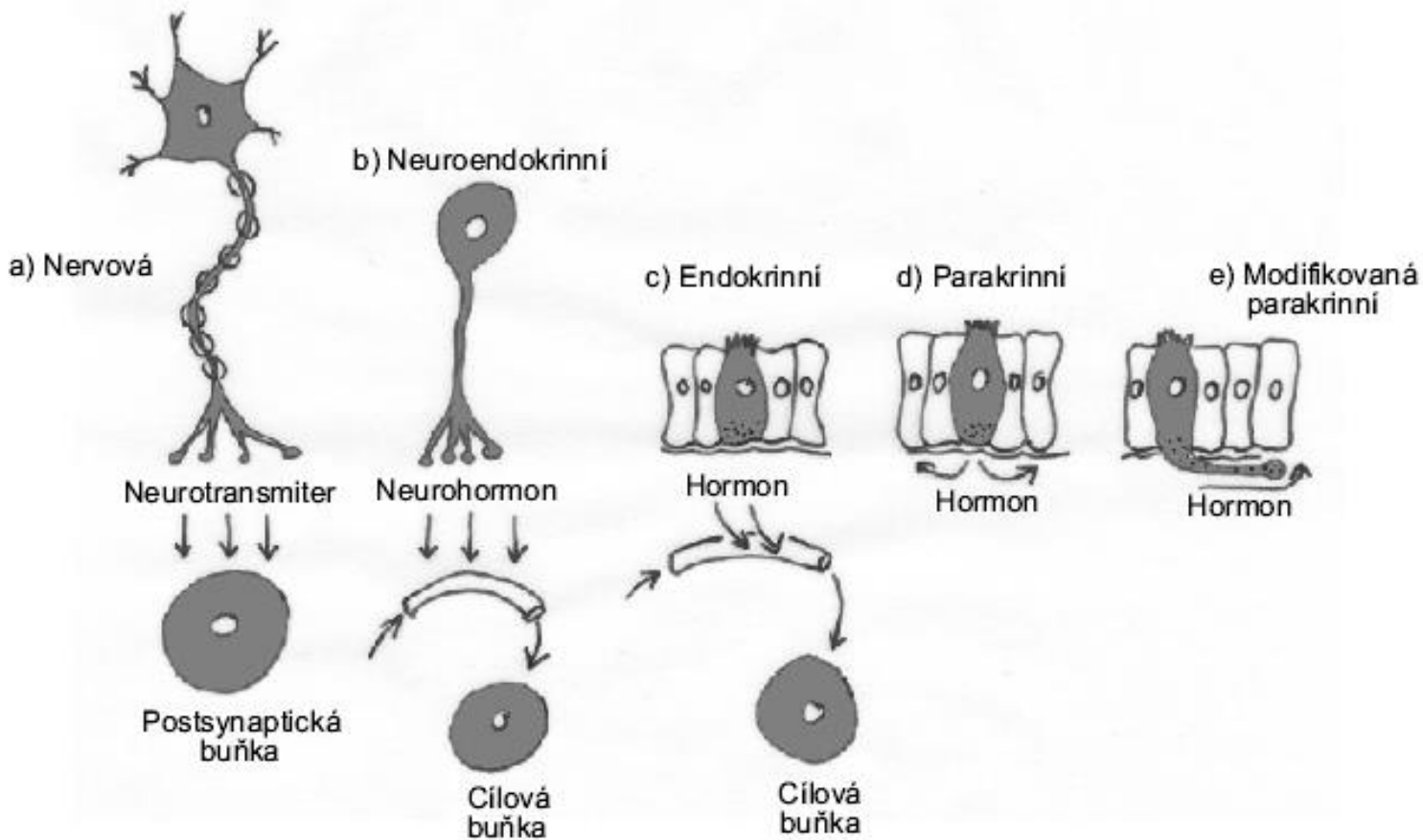


Pheromone

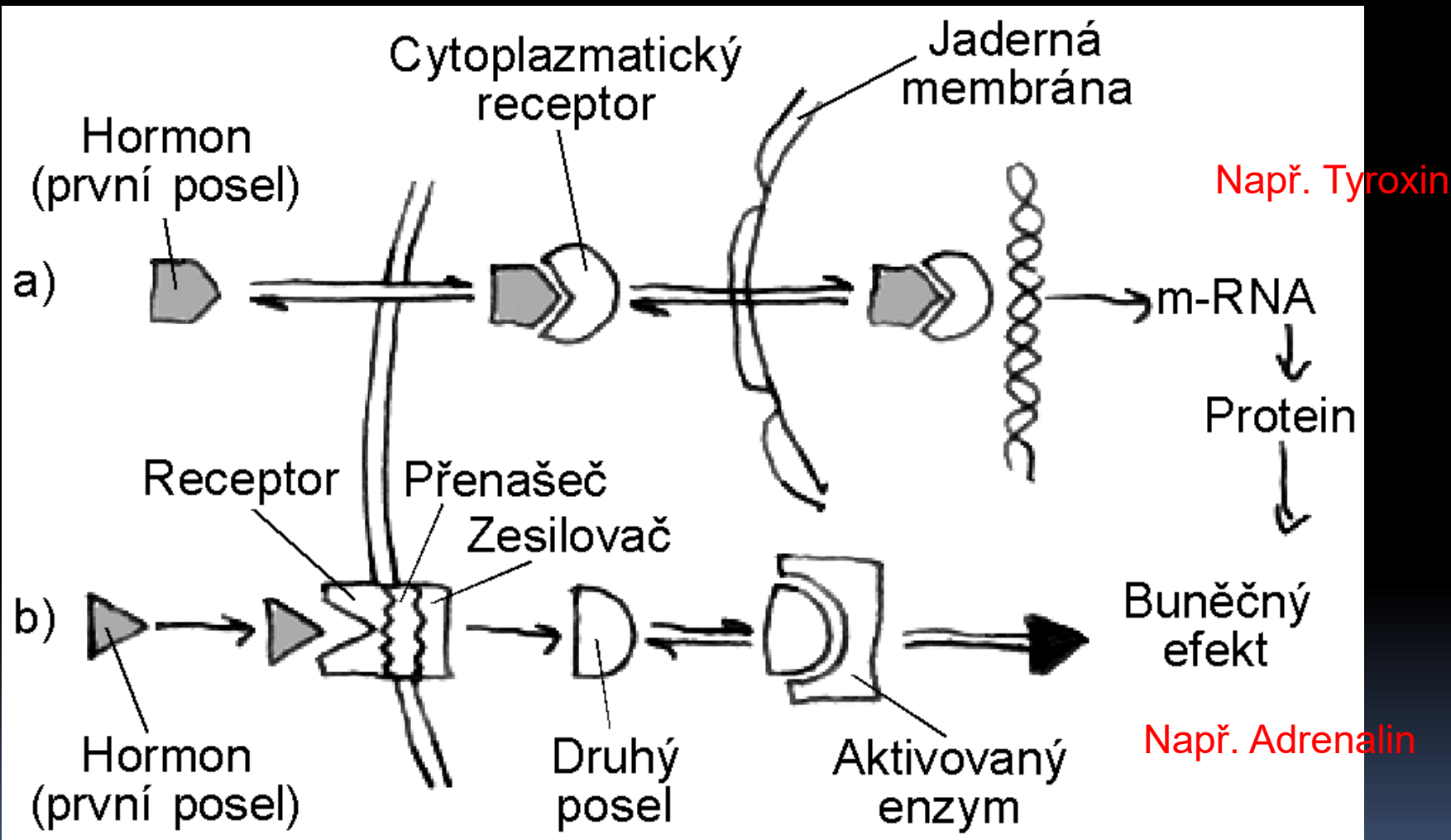


• Small molecules and ions • Paracrine • Neurotransmitter • Hormone • Neurohormone • Pheromone

Způsob předání signálu – mezi buňkami

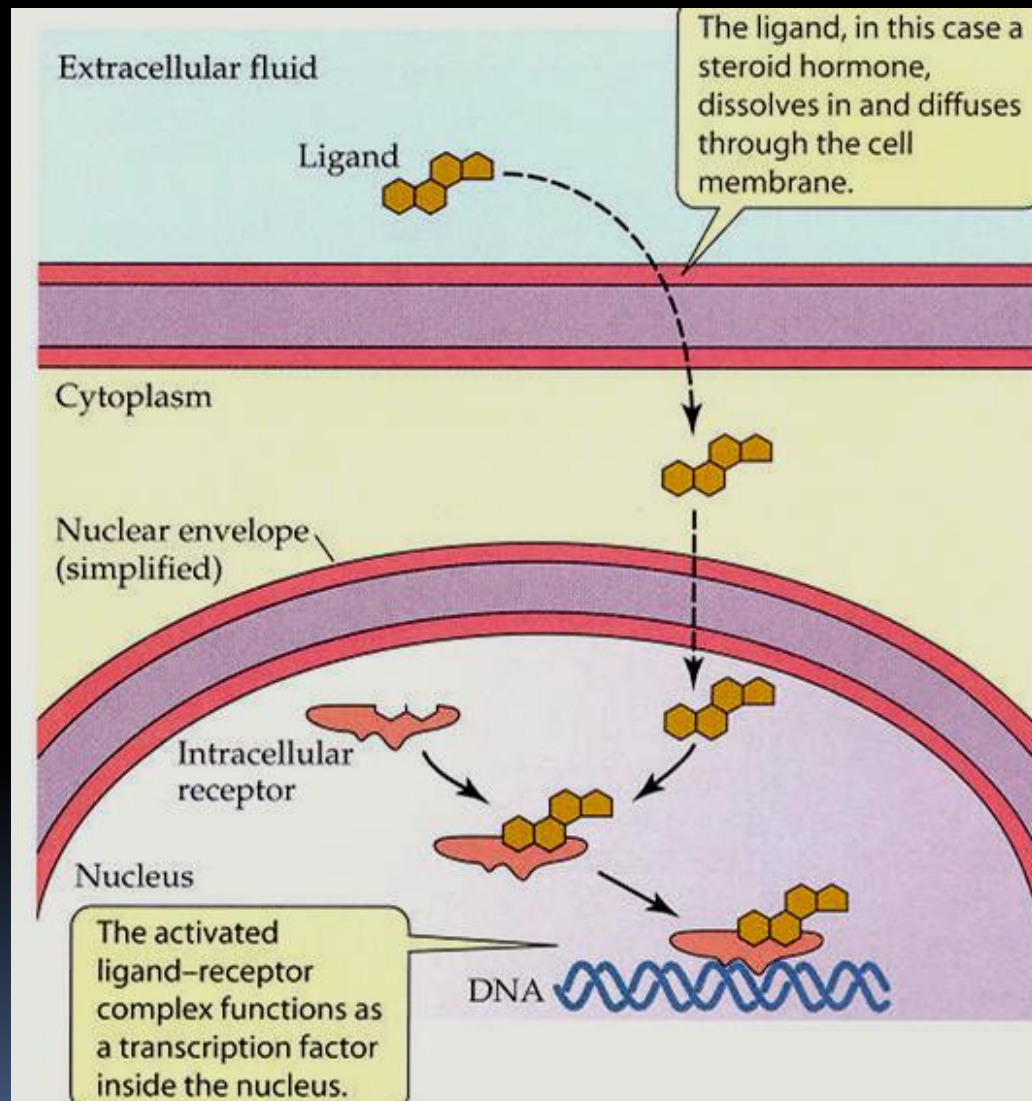


Způsob předání signálu – přes membránu



Způsob předání signálu – přes membránu

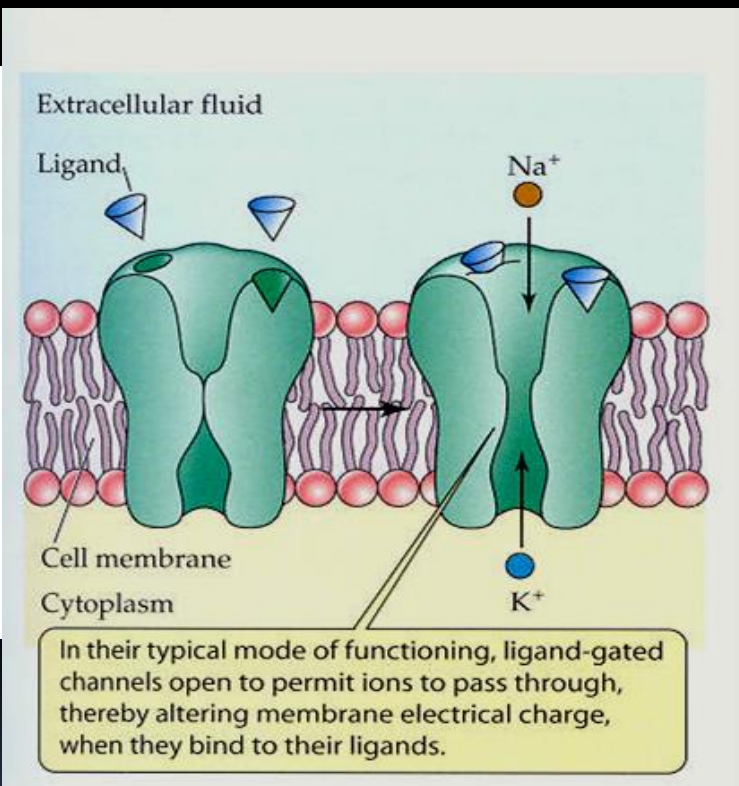
Varianta nepolární hormon



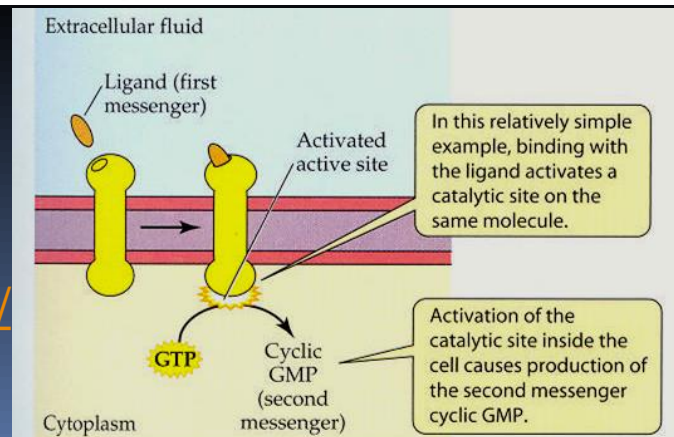
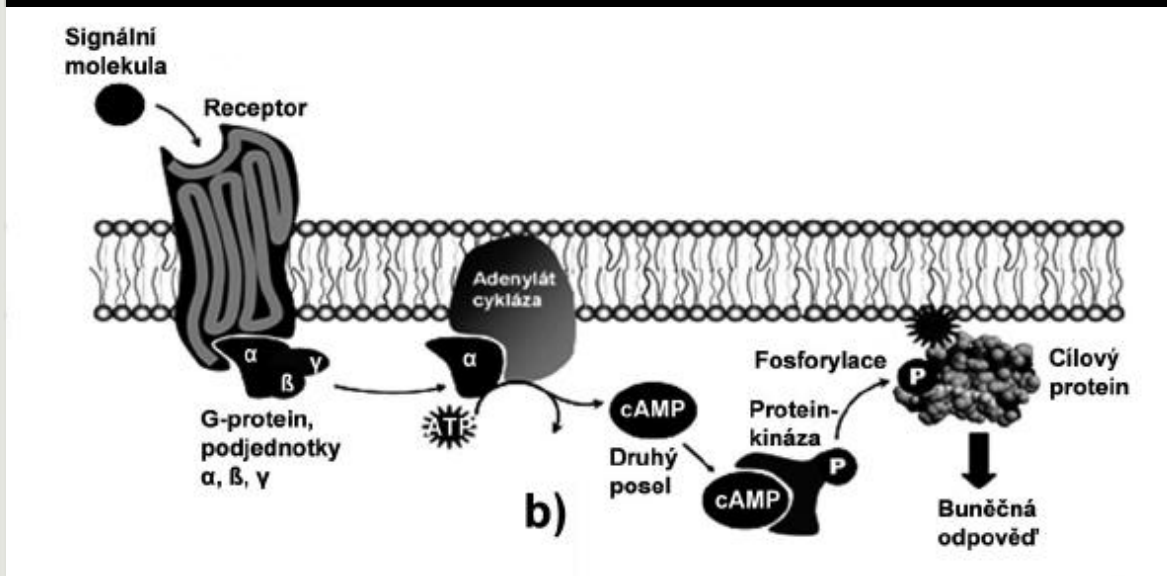
Nepolární hormon - účinek

Způsob předání signálu – přes membránu

Varianta polární hormon



Ligandem řízený kanál



Ligandem aktivovaný enzym

Více např. zde: <http://www.physiome.cz/atlas/bunka/01/>

Ligandem aktivovaný enzym

Tyrozín kinázový receptor – např. pro inzulín

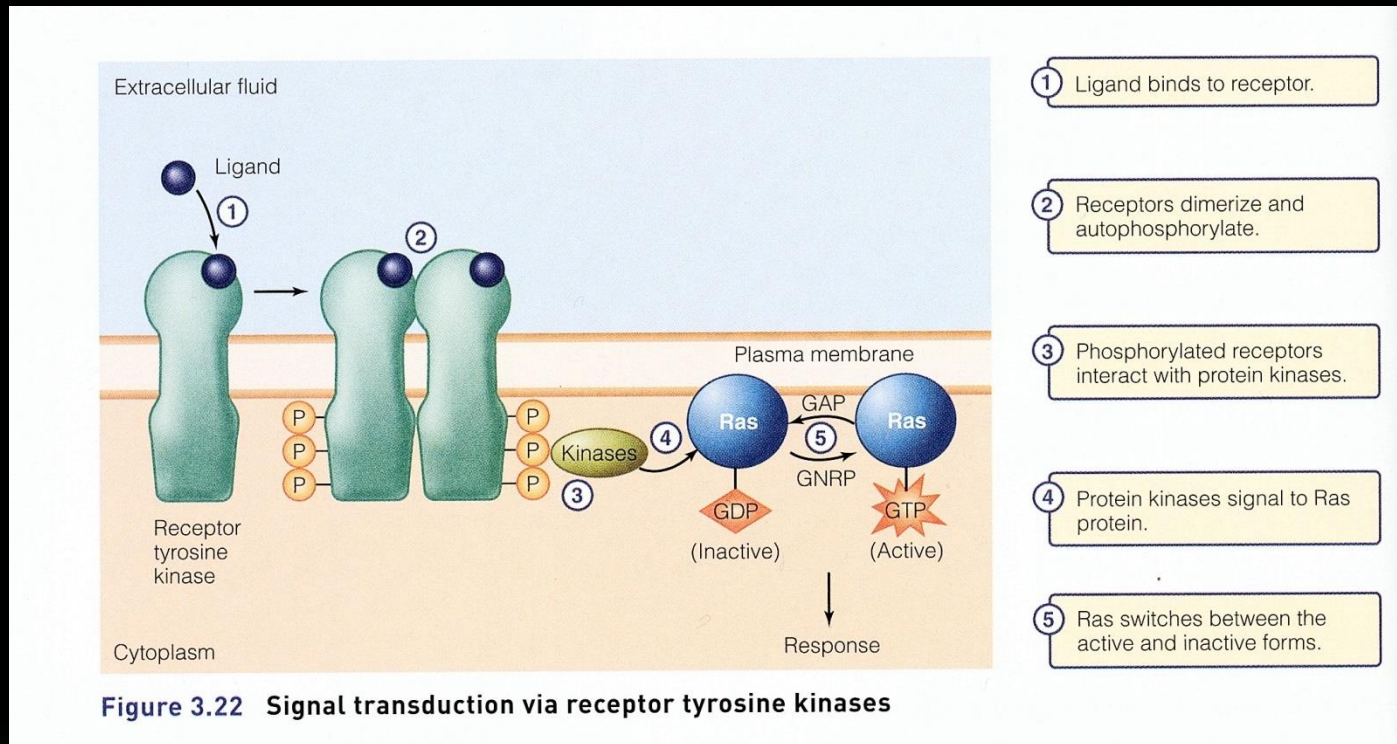
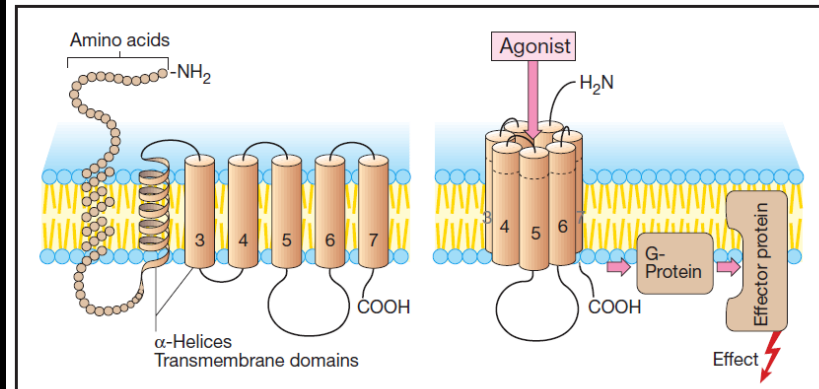


Figure 3.22 Signal transduction via receptor tyrosine kinases

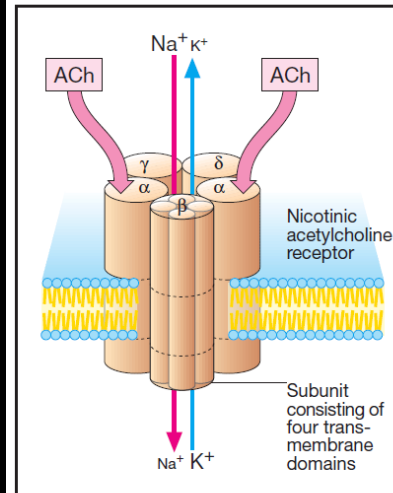
- 1 – ligand se navazuje na receptor
- 2 – receptor dimerizuje a autofosforyluje
- 3 – Fosforylovaný receptor interaguje s proteinkinázami
- 4 – Ty aktivují Ras proteiny
- 5 – Ras přepíná mezi aktivní a inaktivní formou

Ještě jednou: 4 způsoby předání signálu přes membránu

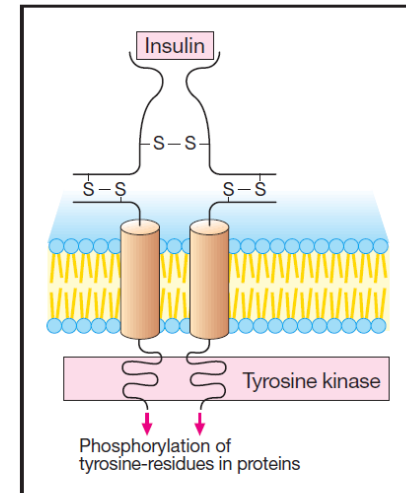
- A – GPCR (G protein coupled receptor)
- B – Ligandem řízený kanál
- C – Ligandem řízený enzym
- D – Proteosyntézu řídící receptor



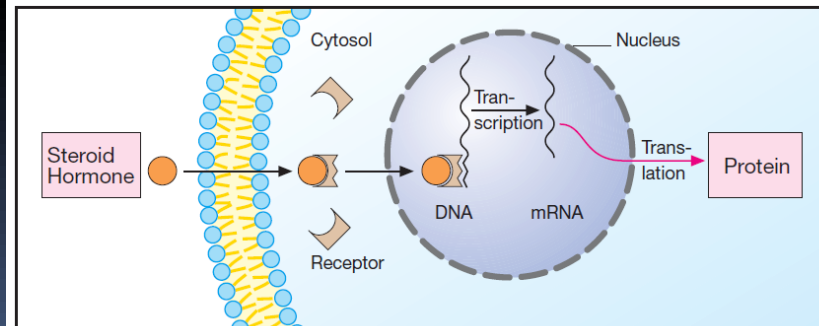
A. G-Protein-coupled receptor



B. Ligand-gated ion channel



C. Ligand-regulated enzyme

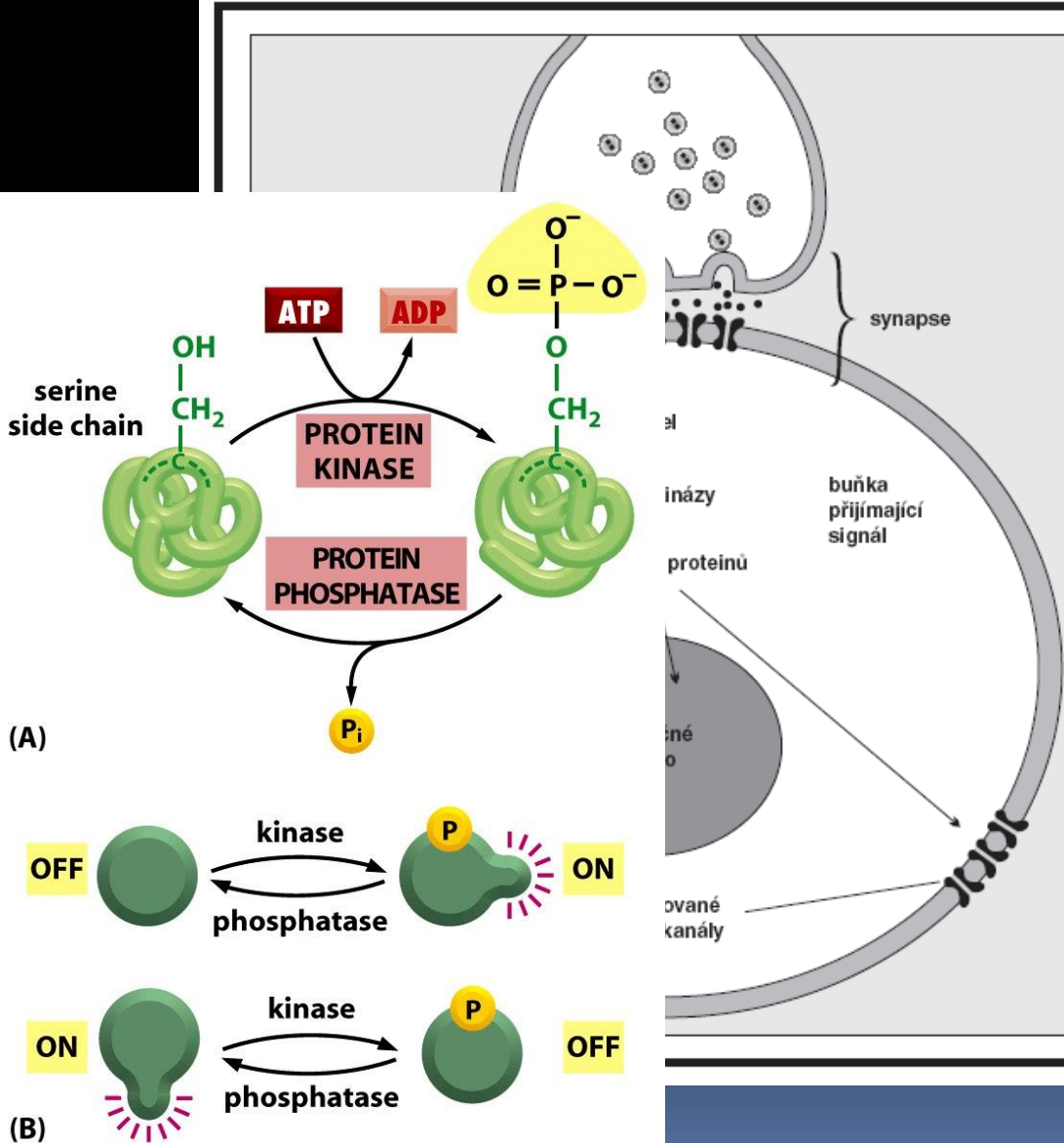


D. Protein synthesis-regulating receptor

Proteinkinázy – zprostředkují „nabití“, fosforilaci

Pomalý synaptický přenos a fosforylace bílkovin

nálů. Na četnosti a výkonnosti jednotlivých typů ion-



PRINCIP PROTEINOVÉ FOSFORYLACE

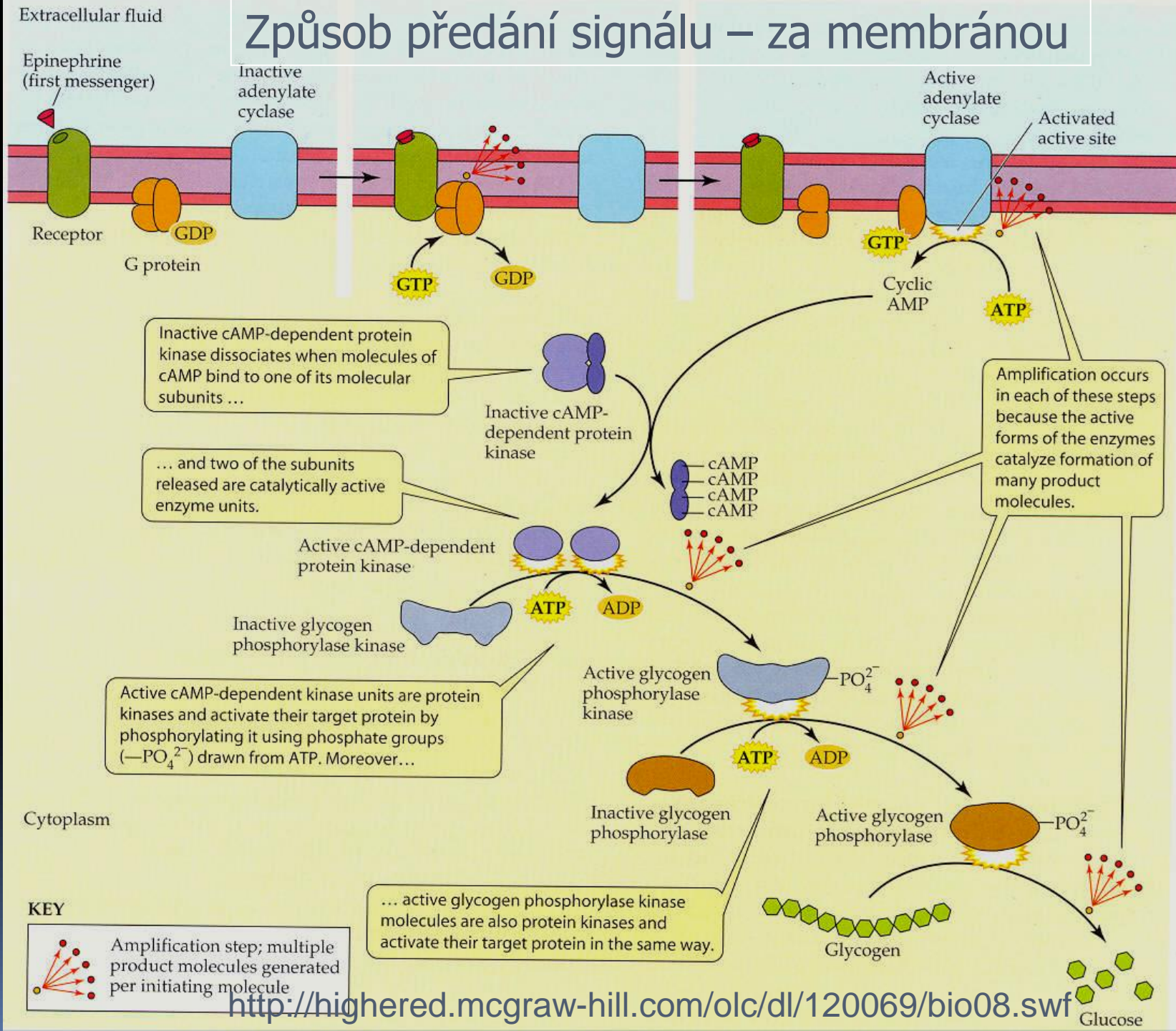
Fosfátová skupina, předaná např. adenosintrifosfátem nebo guanosenitřifosfátem, je navázána na protein prostřednictvím enzymů proteinkináz, jichž známe řadu. Proteinové šroubovice či „skládané lístky“ jsou tvořeny aminokyselinami, z nichž tři (serin, tyrozin, treonin) jsou pro fosforylaci významné. Mají volnou hydroxylovou skupinu OH, na níž se prostřednictvím proteinkinázy navazuje fosfát. Výrazný záporný náboj nesený touto fosfátovou skupinou pozmění elektrické pole v prostorovém uspořádání bílkovinného „klubíčka“ či „válečku“, a tím změní i strukturu a funkci proteinu. Jestliže jde o iontový kanál, může se na delší dobu částečně uzavřít nebo otevřít. Jde-li o enzym, zrychlí se nebo zpomalí ta biochemická reakce, kterou enzym katalyzuje.

„Cestou zpátky“ je defosforylace, o níž se starají enzymy fosfatázy (jsou-li poblíž). O významu fosforylaci a defosforylaci bílkovin svědčí i to, že za obecný výzkum proteinkináz a proteinfosfatáz byla už udělena Nobelova cena r. 1992 Edwino G. Krebsovi a Edmundu H. Fisherovi (viz Vesmír 72, 13, 1993/1).

F. V.

3. P. Greengard zjistil, že poté, co neuroprůběhač (dopamin) stimuluje receptor umístěný v membráně nervové buňky, vzroste v cytoplasmě této buňky koncentrace molekul druhého posla, např. cyklického adenosinmonofosfátu (cAMP). Jím aktivované proteinkinázy (klíčové proteiny fosforylace) pak modifikují nejrůznější proteiny, a fosforylované proteiny mění funkci buňky. Mimo jiné mají vliv na činnost iontových kanálů v buněčné membráně (rychlý přenos).

Způsob předání signálu – za membránou



Proč tolik úrovní?

- Zesílení
- Propojení

Inactive cAMP-dependent protein kinase dissociates when molecules of cAMP bind to one of its molecular subunits ...

... and two of the subunits released are catalytically active enzyme units.

Amplification occurs in each of these steps because the active forms of the enzymes catalyze formation of many product molecules.

Active cAMP-dependent kinase units are protein kinases and activate their target protein by phosphorylating it using phosphate groups ($-PO_4^{2-}$) drawn from ATP. Moreover...

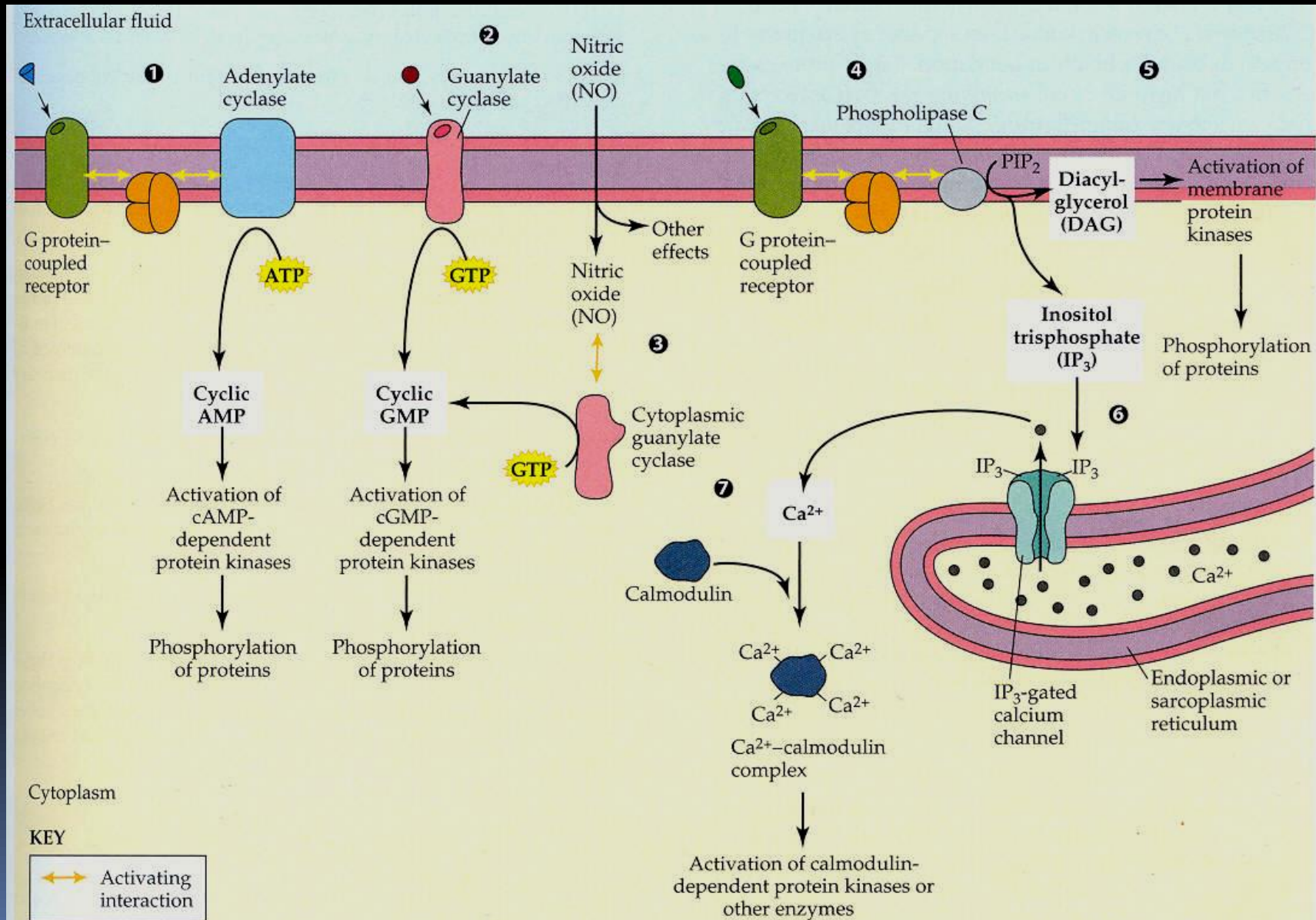
... active glycogen phosphorylase kinase molecules are also protein kinases and activate their target protein in the same way.

KEY

Amplification step; multiple product molecules generated per initiating molecule

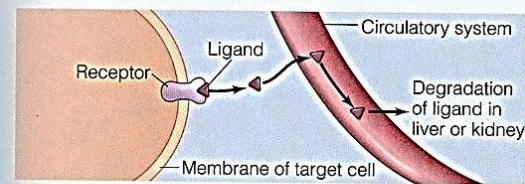
Druzí poslové

Animace

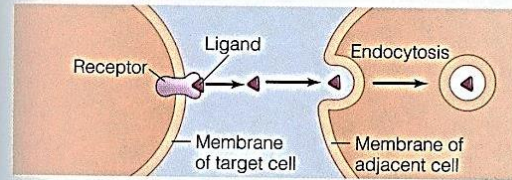


Terminace přenosu – stejně důležitá jako iniciace

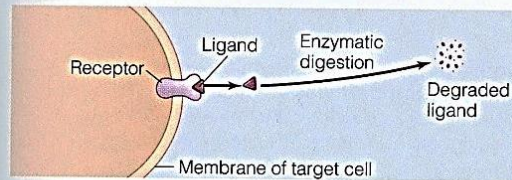
- a – ligand degradován v těle
- b – odstraněn okolními buňkami
- c – ligand degradován v okolí buňky
- d – ligand receptor internalizován
- e – receptor inaktivován
- f – transdukční dráha inaktivována



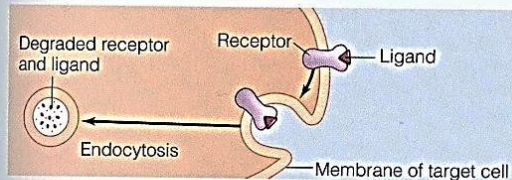
(a) Ligand removed by distant tissues



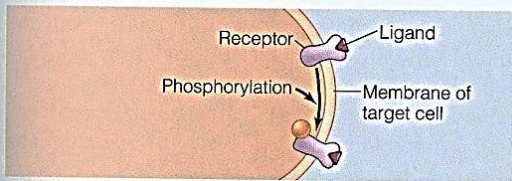
(b) Ligand taken up by adjacent cells



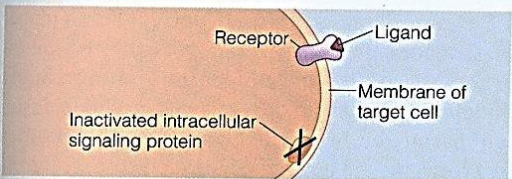
(c) Ligand degraded by extracellular enzymes



(d) Ligand-receptor complex removed by endocytosis



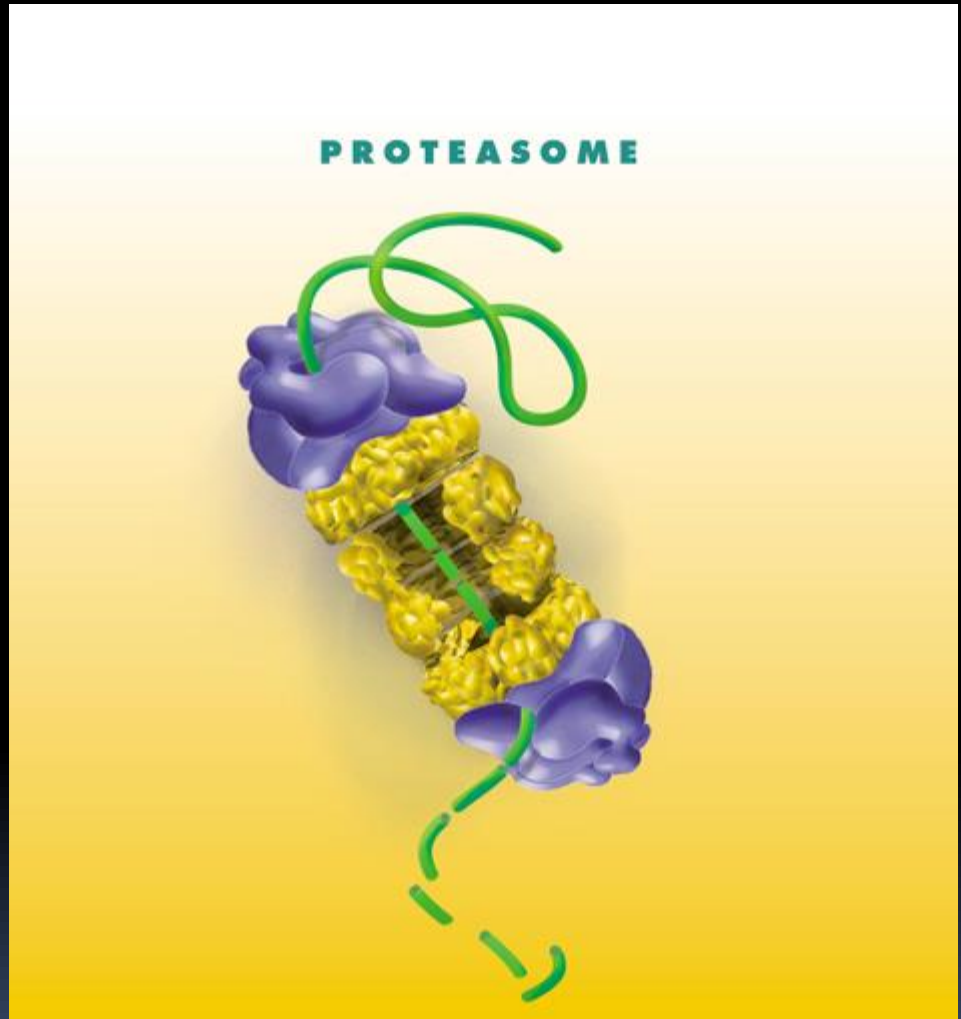
(e) Receptor inactivation



(f) Inactivation of signal transduction pathway

Použité bílkoviny musí být degradovány Proteazómy

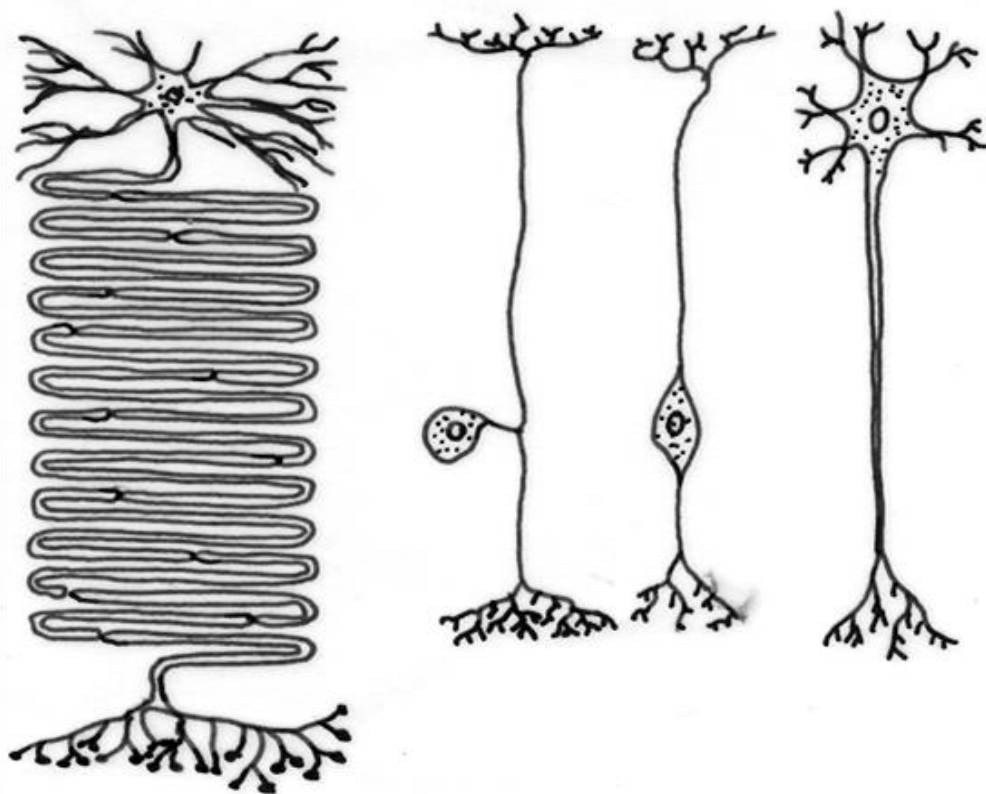
Úklid signálů – transkripčních faktorů
a enzymů
Příprava volných AK



Obečná neurofyzilogie - signály přenášené vzrušivými membránami



Elektrický přenos vhodný pro cílené a rychlé signály. Smysly a pohyb. Řeč elektrických změn je pro neurony typická, ale citlivost na chemické signály zůstává a je bohatě využita.



Neuron je
základní stavební jednotka
nervového řízení.

Spolupráce s gliovými buňkami.

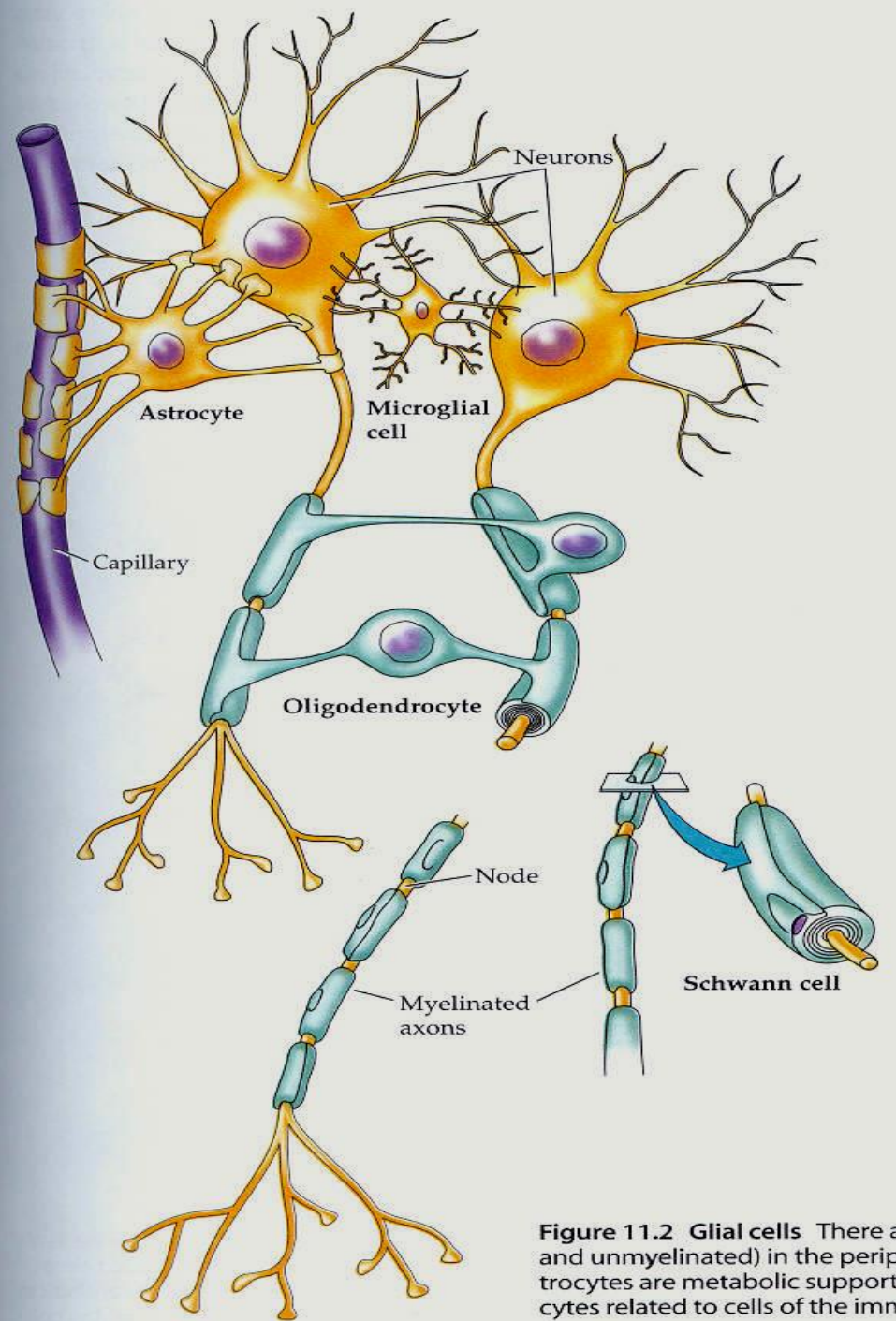
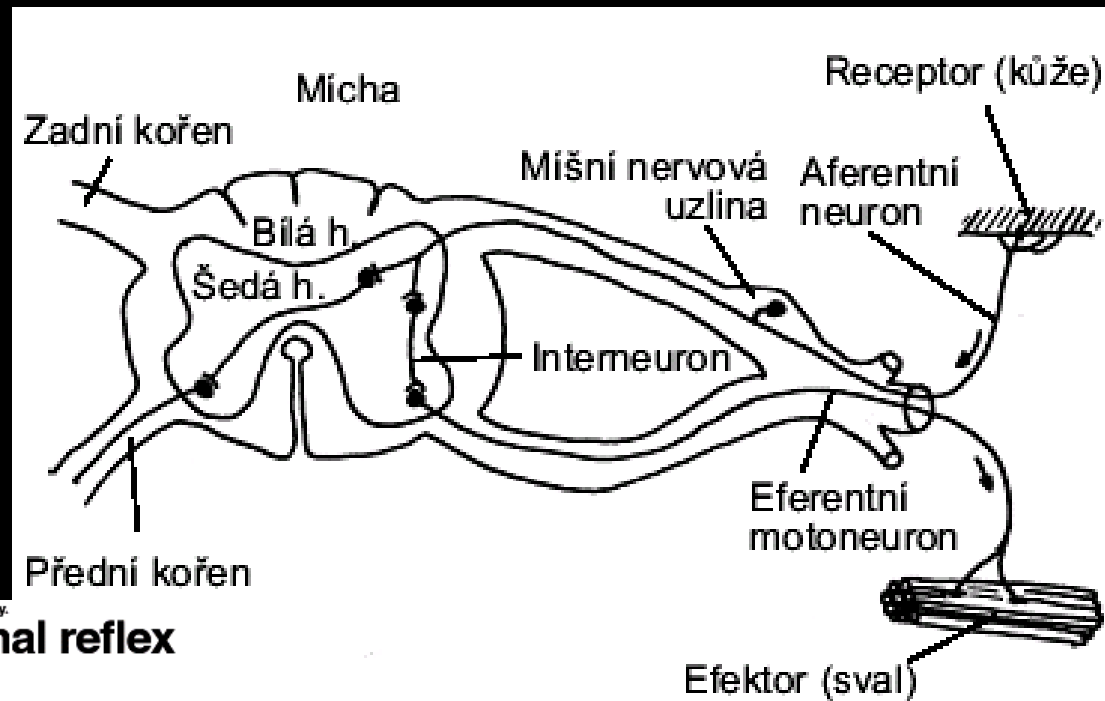


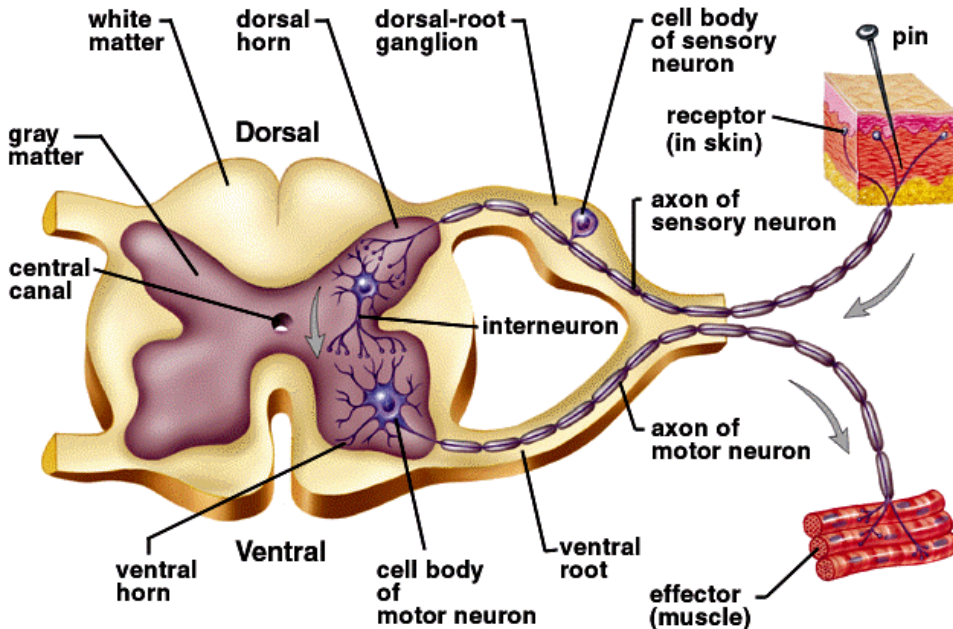
Figure 11.2 Glial cells There are (myelinated and unmyelinated) in the peripheral nervous system. Astrocytes are metabolic support cells related to cells of the immune system.

Reflexní oblouk je základní funkční jednotka nervové soustavy.



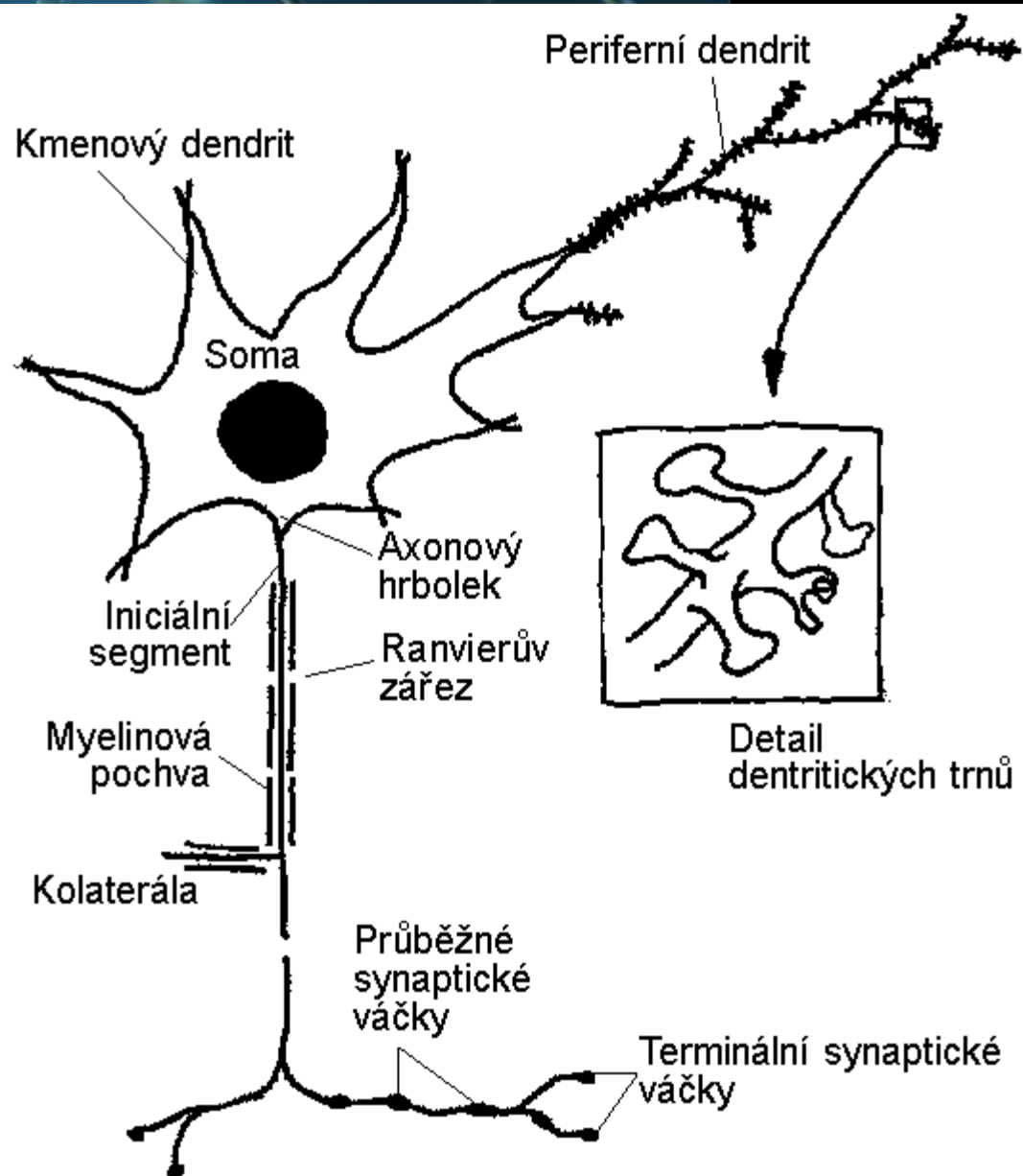
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

A reflex arc showing the path of a spinal reflex



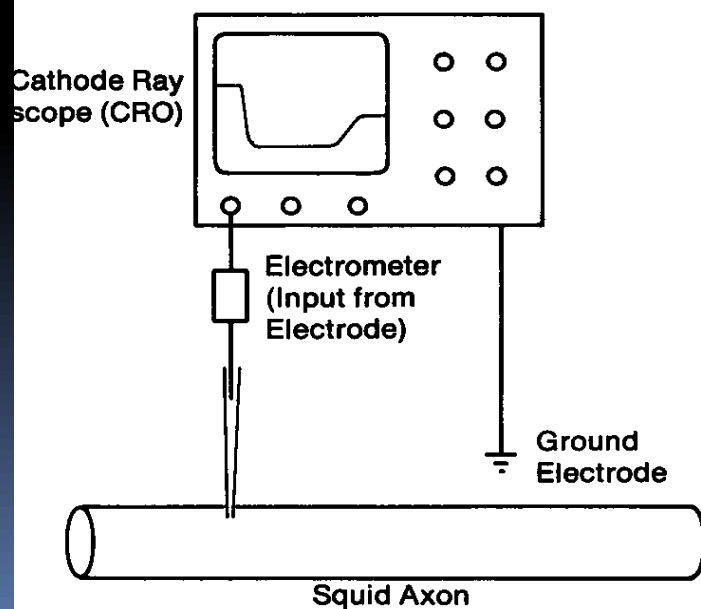


Neuron a jeho součásti

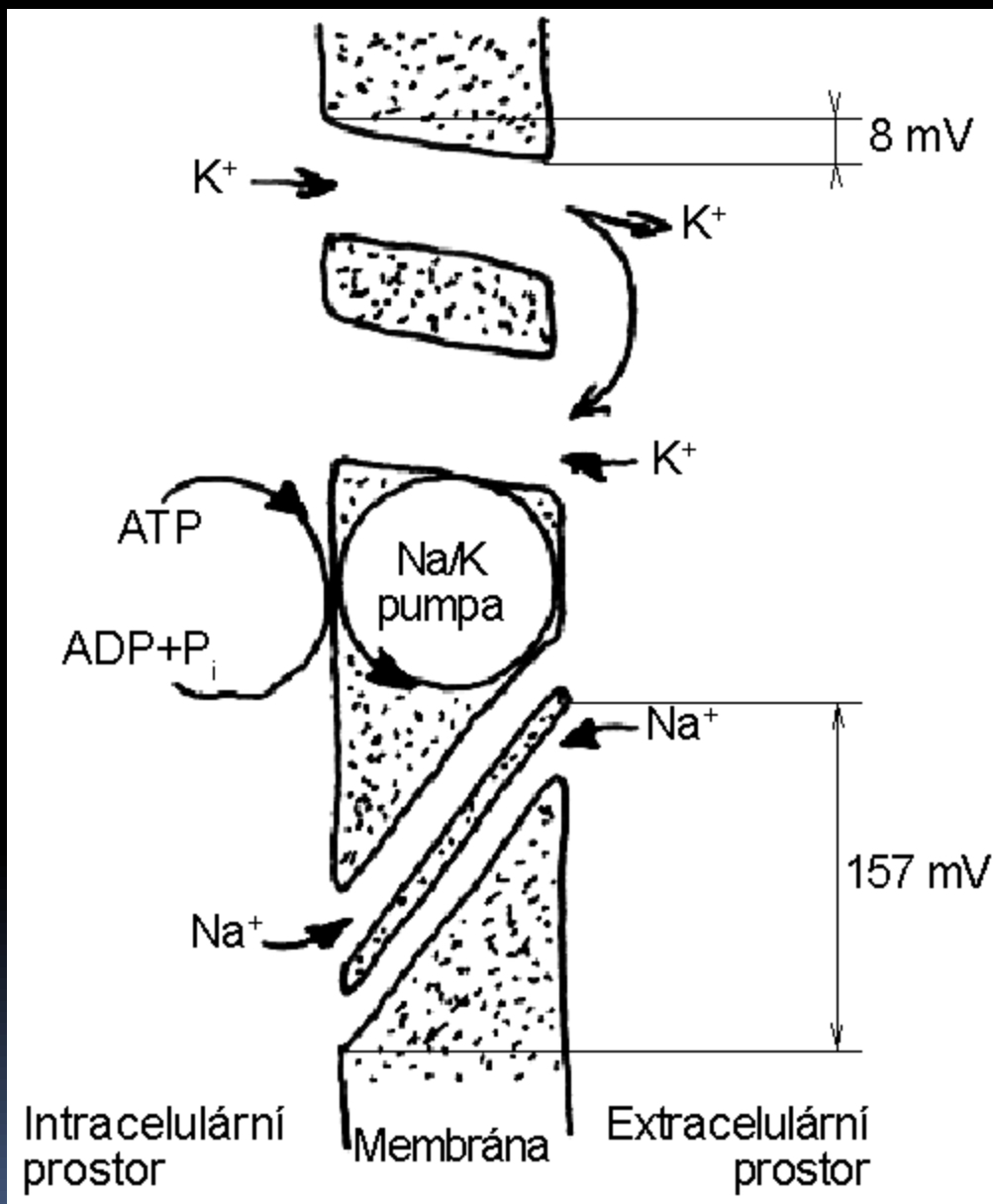


Koncentrace hlavních iontů na membráně v klidu.

Iont	Koncentrace		Gradient Intra/Extra	Rovnovážný potenciál
	Intracelulární	Extracelulární		
Na ⁺	12 mmol/l	145 mmol/l	1:12	+67 mV
K ⁺	155 mmol/l	4 mmol/l	39:1	-98 mV
Cl ⁻	4 mmol/l	123 mmol/l	1:31	-90 mV
volný Ca ²⁺	10 ⁻⁴ mmol/l	1,5 mmol/l	1:15.000	+129 mV
fixní anionty	155 mmol/l			



Rozdílné postavení Na a K iontů



Na – daleko od rovnováhy

K – v rovnováze

K⁺:



KONCENTRACE

Na⁺:



NÁBOJ

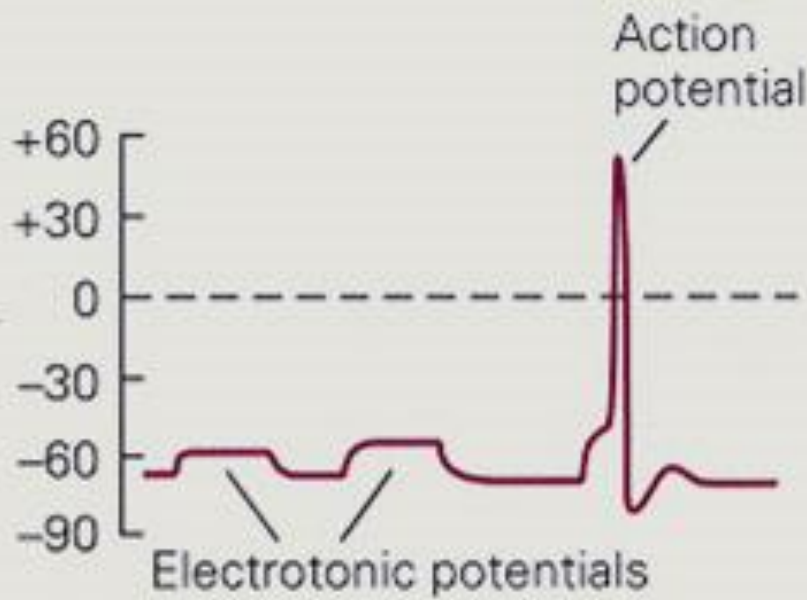
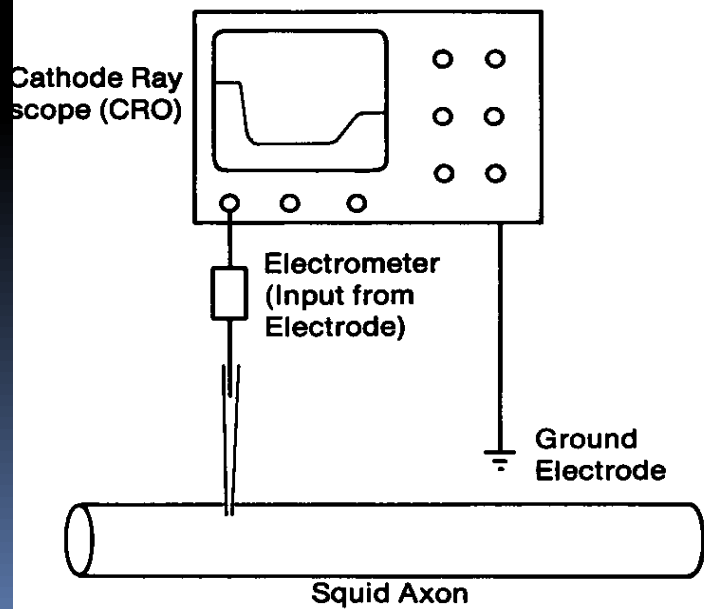
INTRA (-)

EXTRA (+)

Koncentrace hlavních iontů na membráně.

Ion, který nejlépe prochází membránou určuje její celkové napětí (vnucuje svůj rovnovážný potenciál)

Ion	Koncentrace		Gradient Intra/Extra	Rovnovážný potenciál
	Intracelulární	Extracelulární		
Na ⁺	12 mmol/l	145 mmol/l	1:12	+67 mV
K ⁺	155 mmol/l	4 mmol/l	39:1	-98 mV
Cl ⁻	4 mmol/l	123 mmol/l	1:31	-90 mV
volný Ca ²⁺	10 ⁻⁴ mmol/l	1,5 mmol/l	1:15.000	+129 mV
fixní anionty	155 mmol/l			



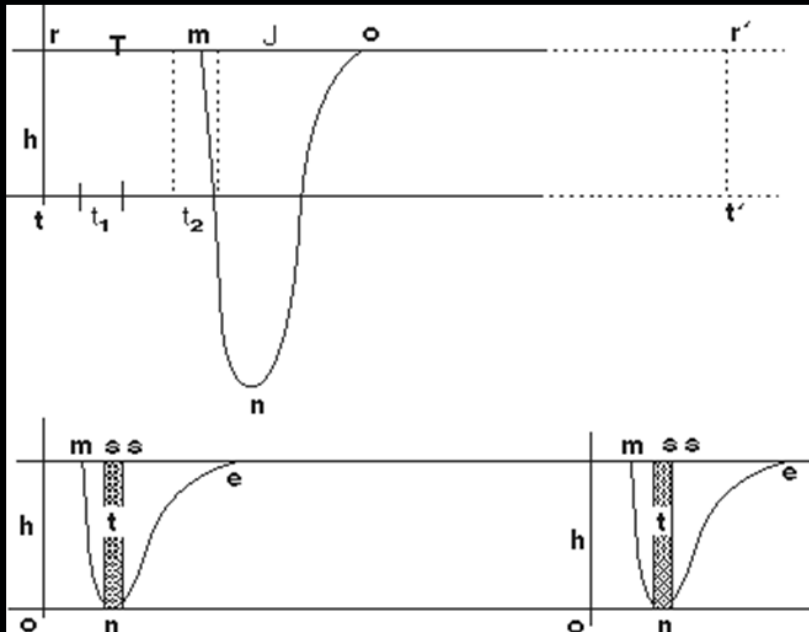
Goldmanova rovnice

$$E = \frac{RT}{F} \ln \frac{P_{Na^+} [Na_o^+] + P_{K^+} [K_o^+] + P_{Cl^-} [Cl_i^-]}{P_{Na^+} [Na_i^+] + P_{K^+} [K_i^+] + P_{Cl^-} [Cl_o^-]}$$

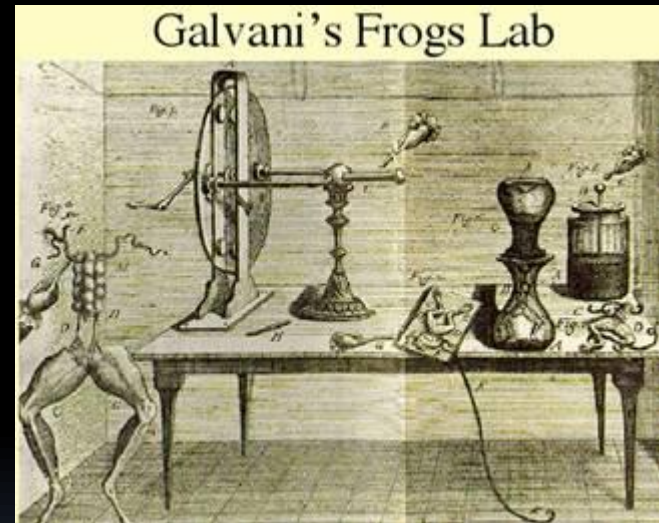
Iont, který nejlépe prochází membránou (P – permeability) určuje její celkové napětí (vnucuje svůj rovnovážný potenciál)

Při akčním potenciálu přejde membrána z převažující K⁺ propustnosti na dominantní Na⁺ propustnost a zpět.

Akční potenciál



Horní záznam odpovídá průběhu "nervového akčního proudu", tak jak jej Bernstein naměřil r. 1868 a publikoval r. 1871. Na spodním záznamu, který Bernstein publikoval v Elektrobiologii r. 1913, chybí překmit "akčního proudu" do kladných hodnot (průběhy jsou zaznamenány s opačnou polaritou, než na jakou jsme dnes zvyklí).



Akční potenciál

Bud' nevznikne vůbec,
nebo vzniká stále stejně velký.

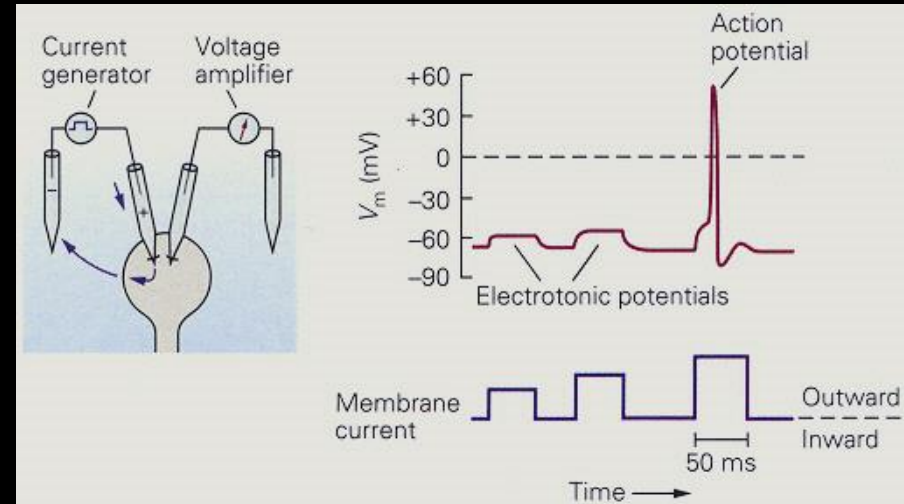
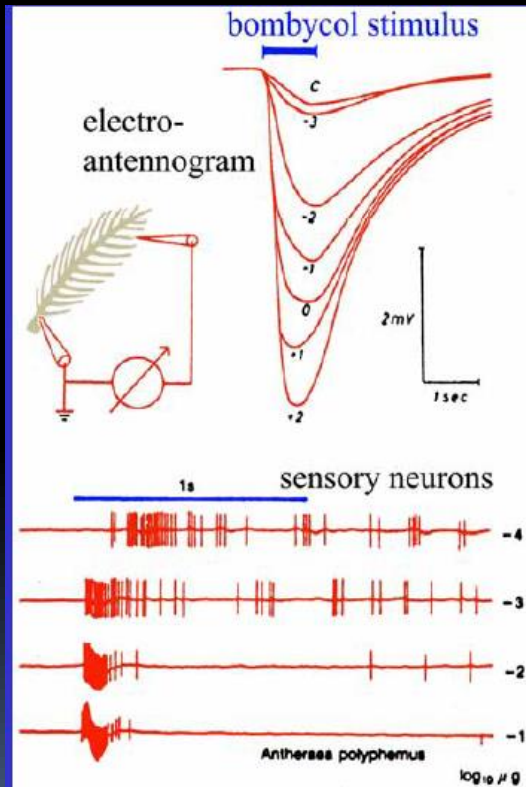


Figure 7-2C Depolarization.

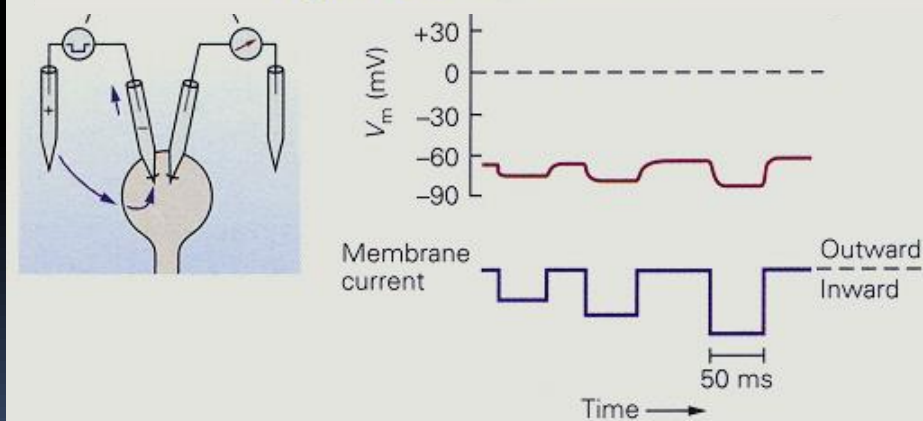
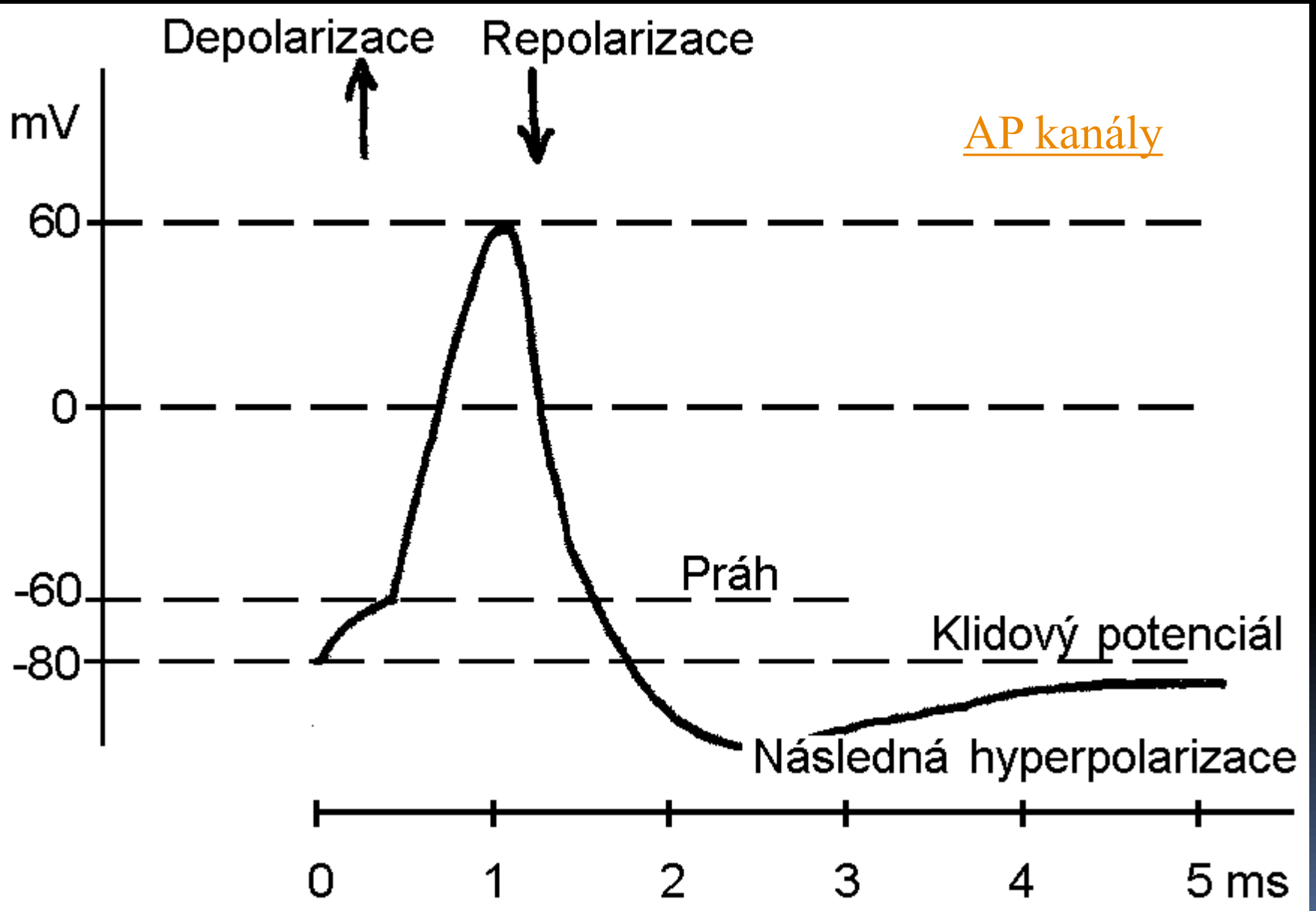


Figure 7-2D Hyperpolarization.

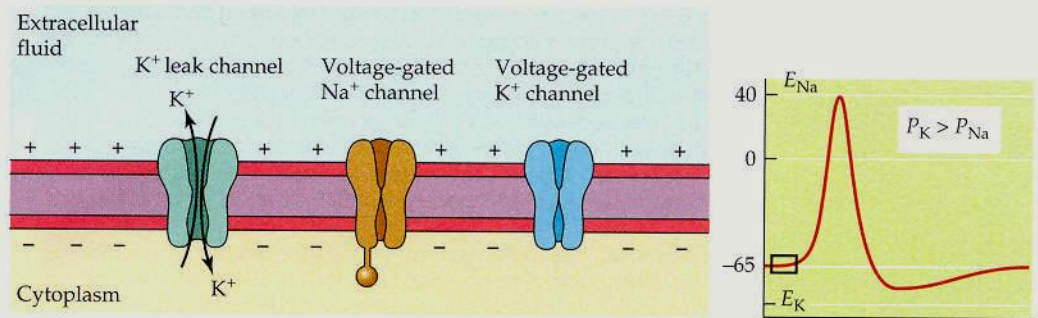
Informace, kterou přenáší, je zapsána do frekvence.

Časový záznam AP

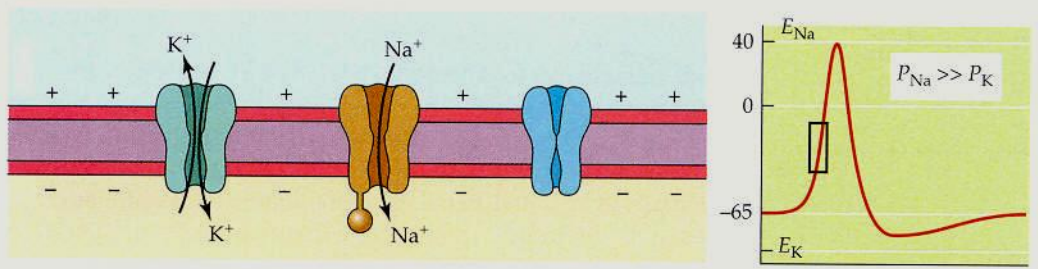


Mechanismus vzniku: Spolupráce kanálů při vzniku AP

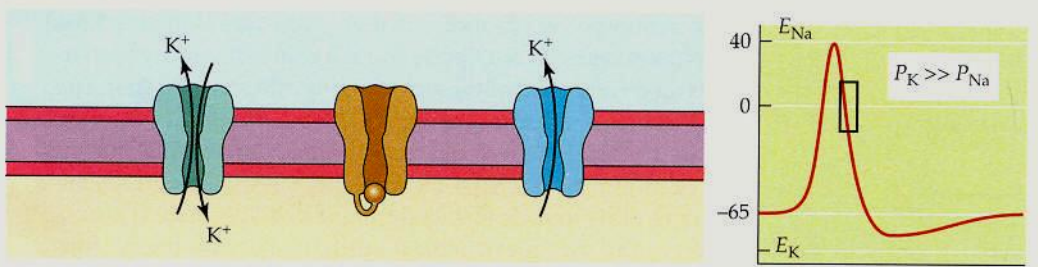
(a) Resting membrane potential



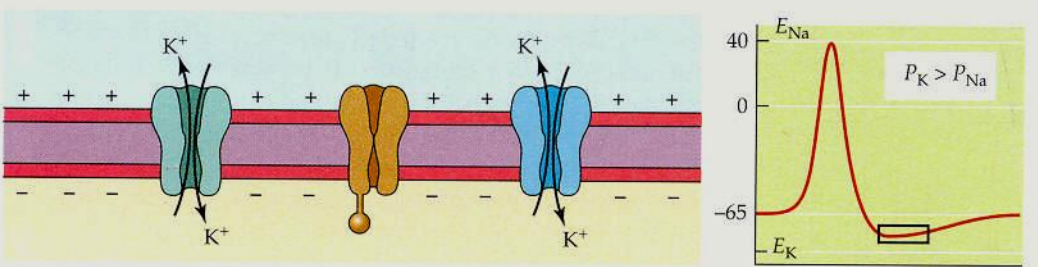
(b) Rising phase



(c) Falling phase



(d) Recovery



Na – daleko od rovnováhy
K – v rovnováze

K⁺:



KONCENTRACE

Na⁺:

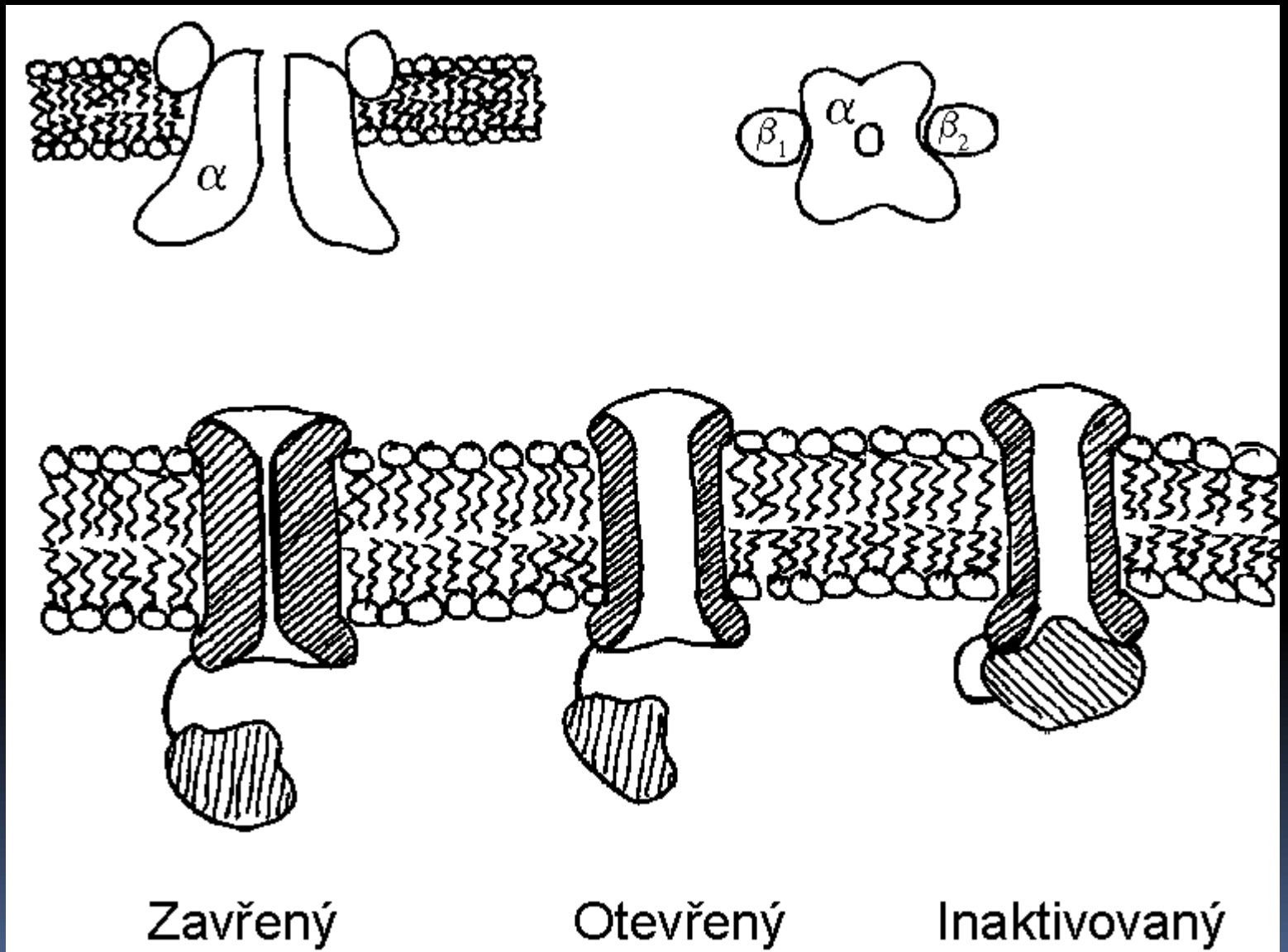


NÁBOJ

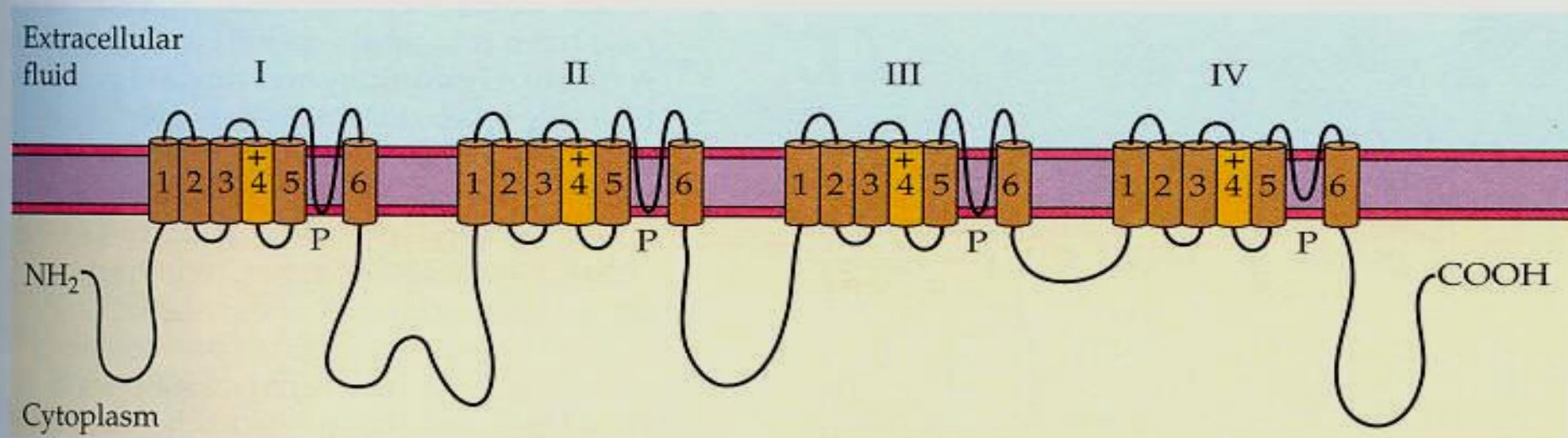
INTRA (-)

EXTRA (+)

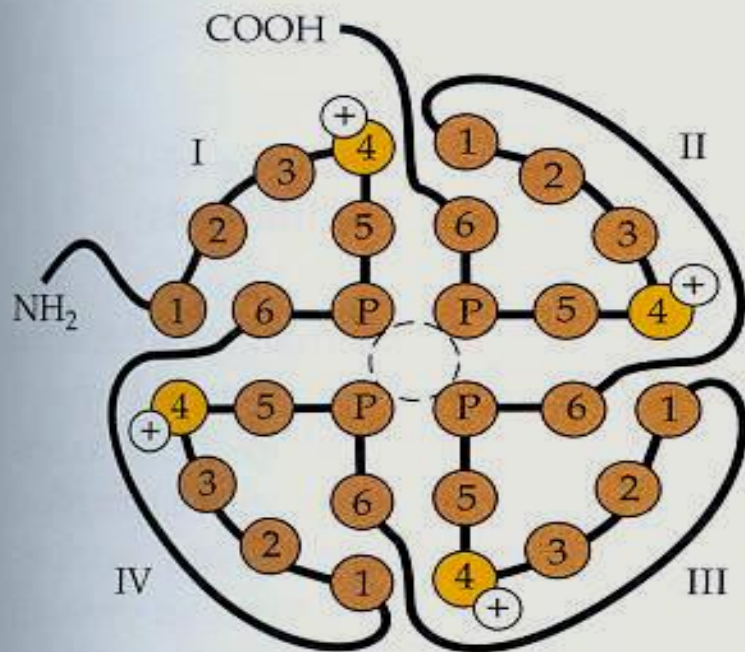
Napětově řízený Na kanál – podmínka pro depolarizaci při vzniku AP
3 stavy



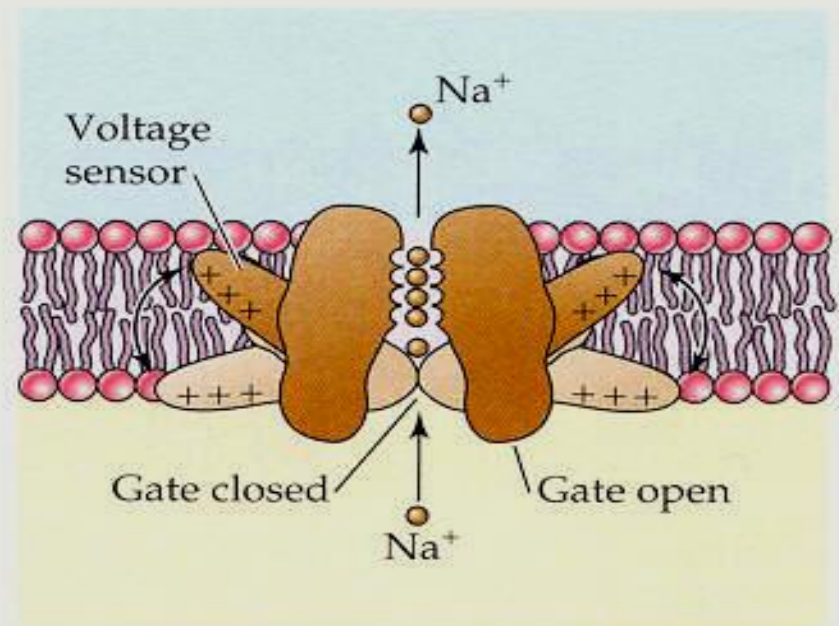
(a) Topology of voltage-gated Na^+ channels



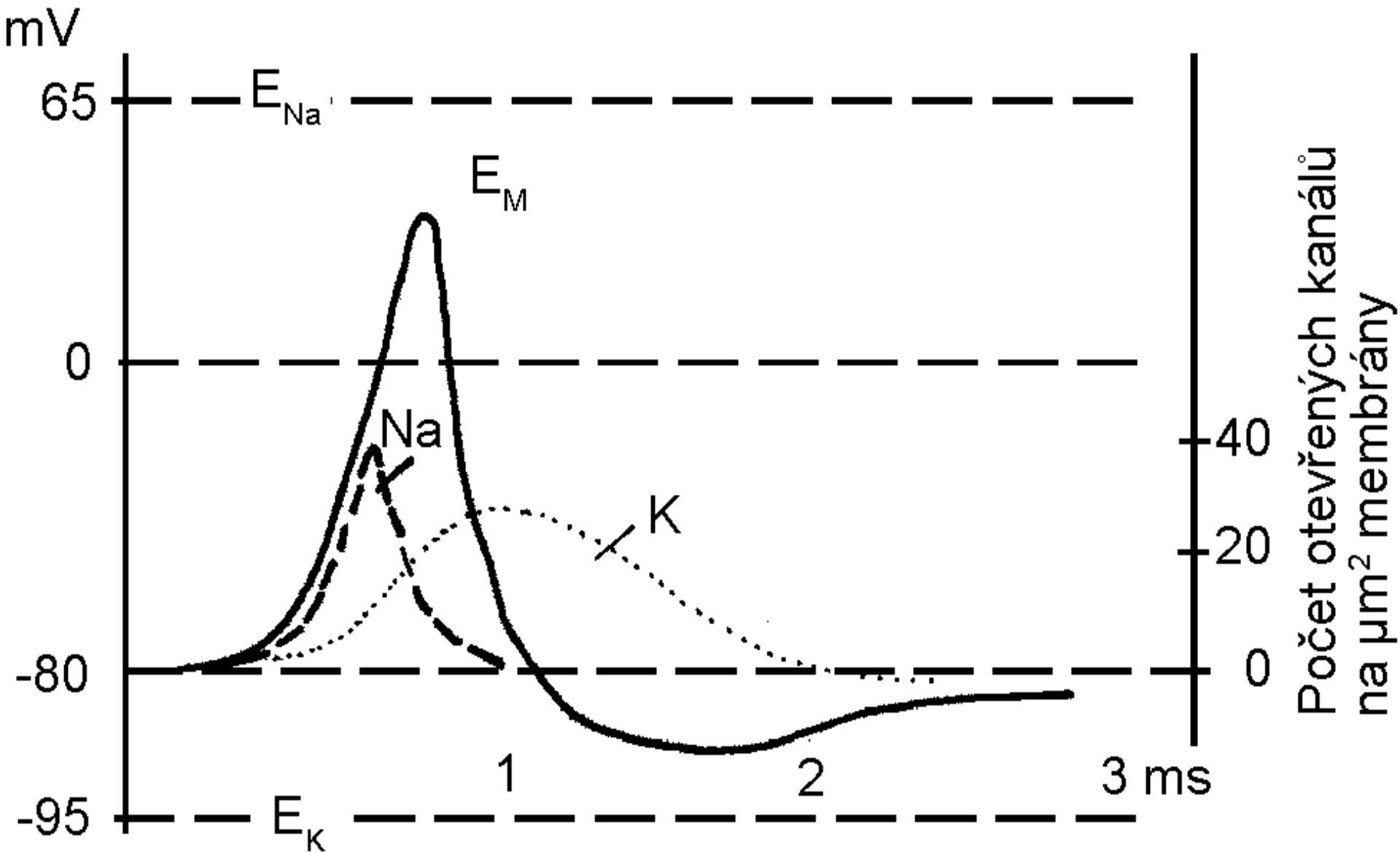
(b) Surface view of a Na^+ channel



(c) Voltage-dependent conformational change

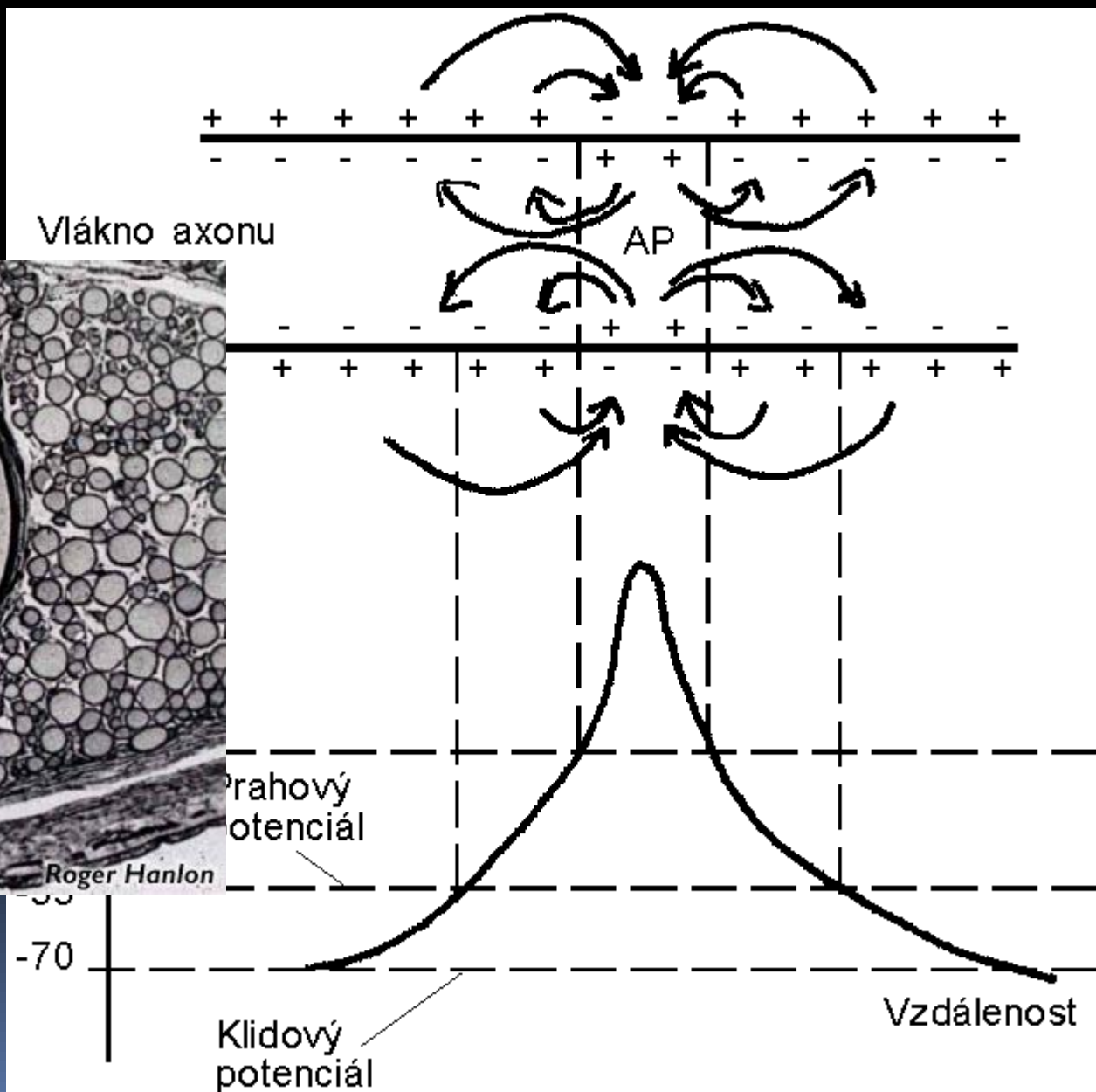
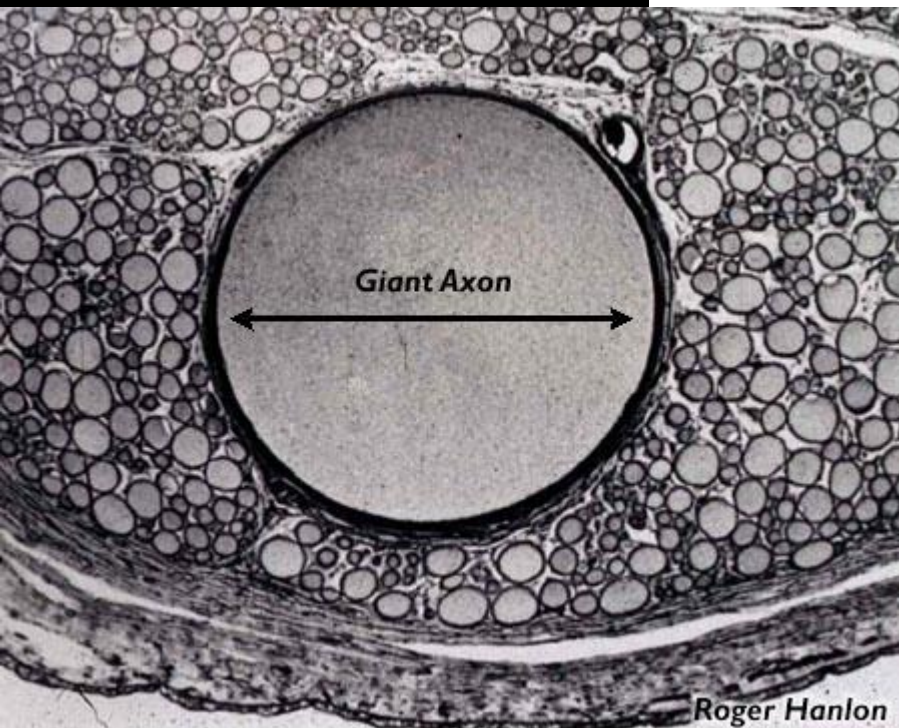


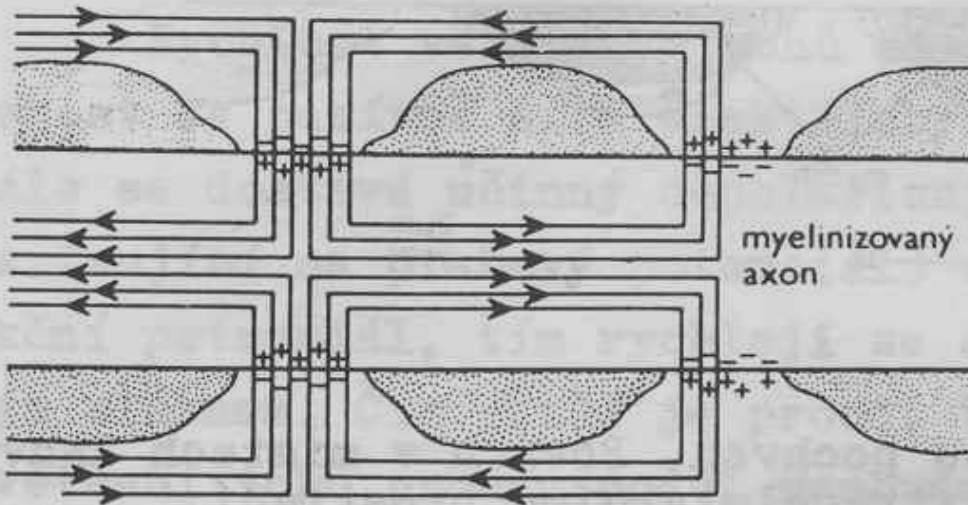
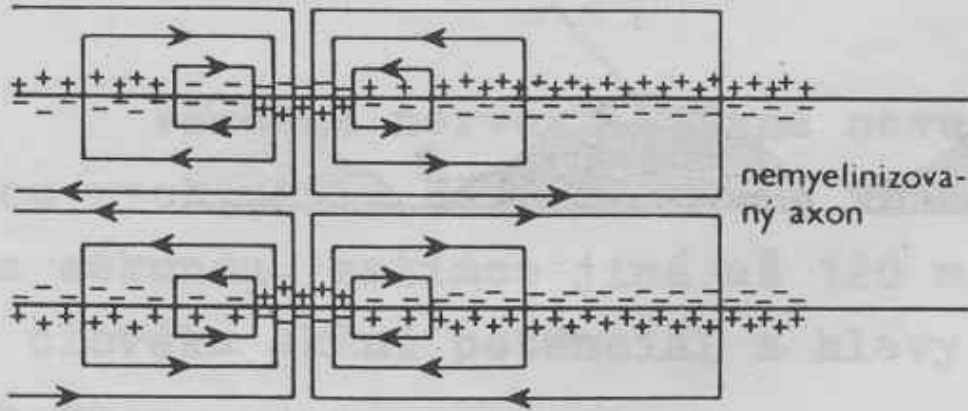
Převažující Na propustnost vystřídá K propustnost – propustnější má větší slovo a táhne membránu ke svému rovnovážnému napětí.



Šíření podél membrány.
Kromě příčného i podélný
tok iontů.

Záleží na průměru.





Šíření podél membrány.
Záleží také na myelinizaci.

Šíření AP1
Šíření AP2

Obr. 17
Tok iontového proudu v průběhu akčního potenciálu v myelinizovaném a nemyelinizovaném axonu.

Synapse

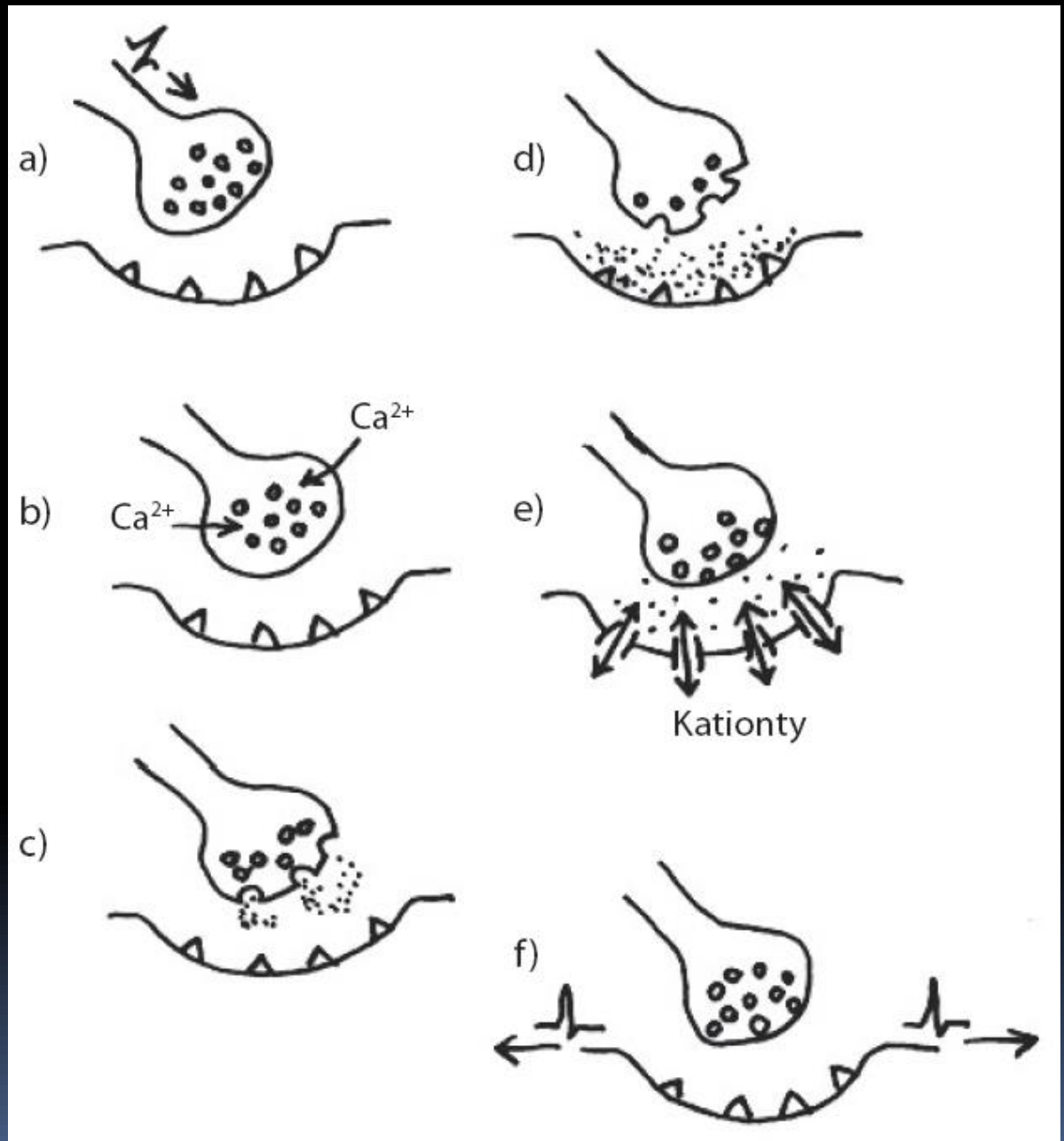
Přerušení elektrického vedení po membráně.

Proč taková komplikace?

A) Zpracování informací

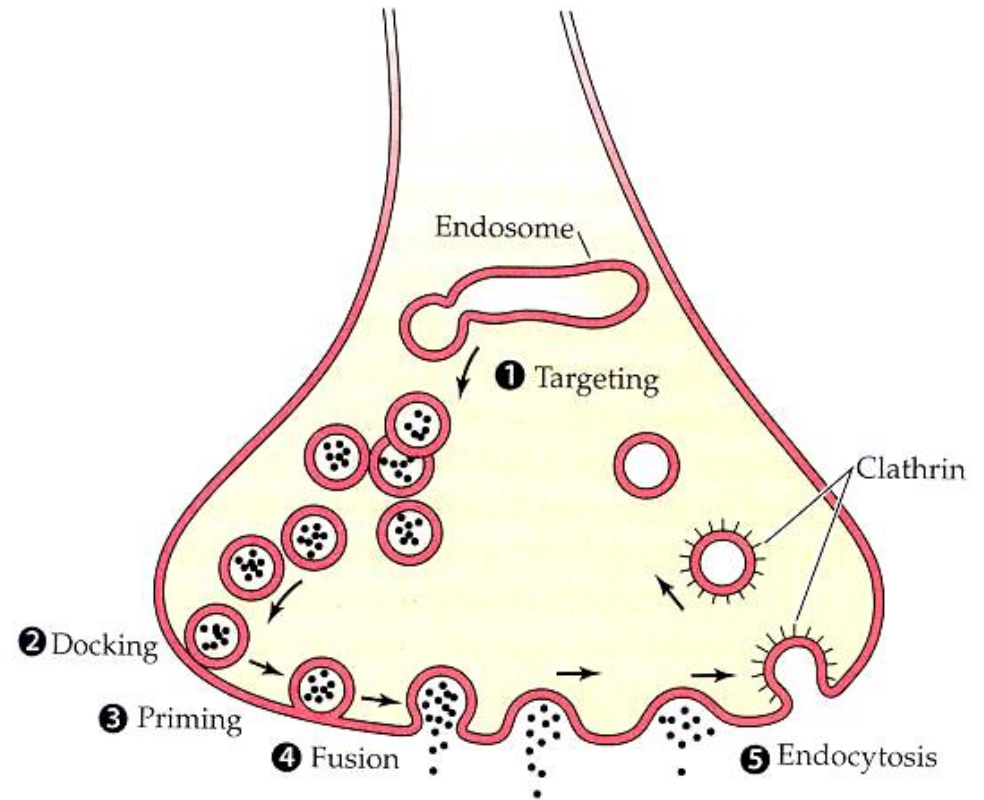
B) Plasticita NS -
ukládání informací

Chemický prostředník

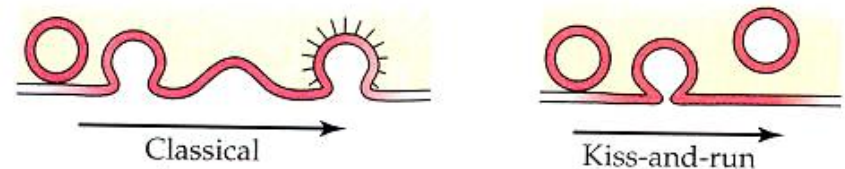


Chemický prostředník: Exocytóza mediátoru

(a) Overview of vesicle recycling



(b) Retrieval of the vesicular membrane

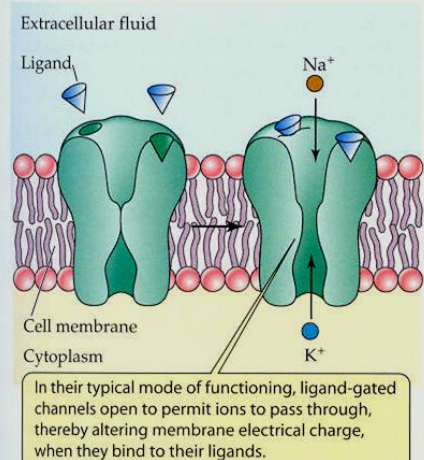


In the classical pathway, the vesicular membrane completely fuses with the presynaptic membrane, then is retrieved by endocytosis.

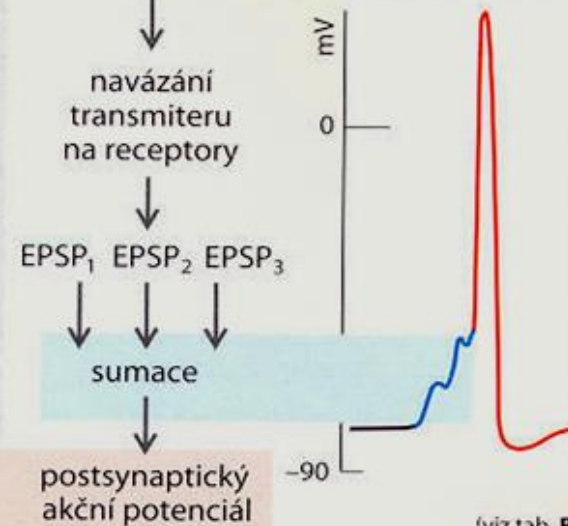
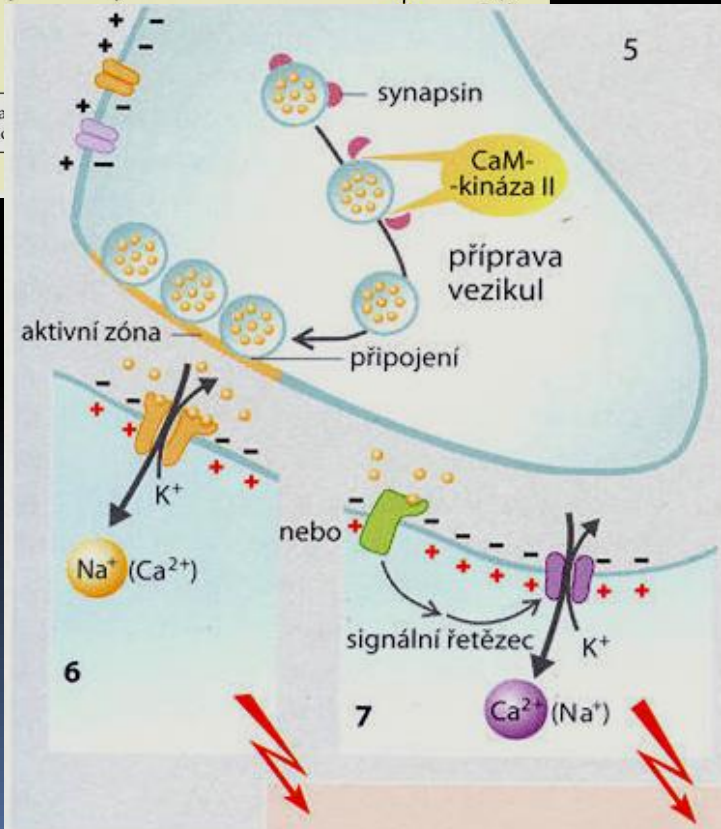
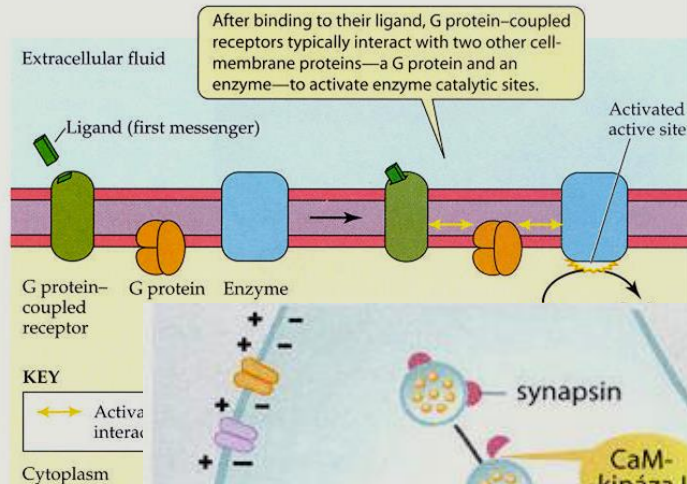
In the kiss-and-run pathway, synaptic vesicles fuse to the membrane only at a narrow fusion pore.

Receptor na postsynaptické straně je součástí kanálu – ionotropní signalizace nebo spojen s kanálem kaskádou signálů – metabotropní signalizace

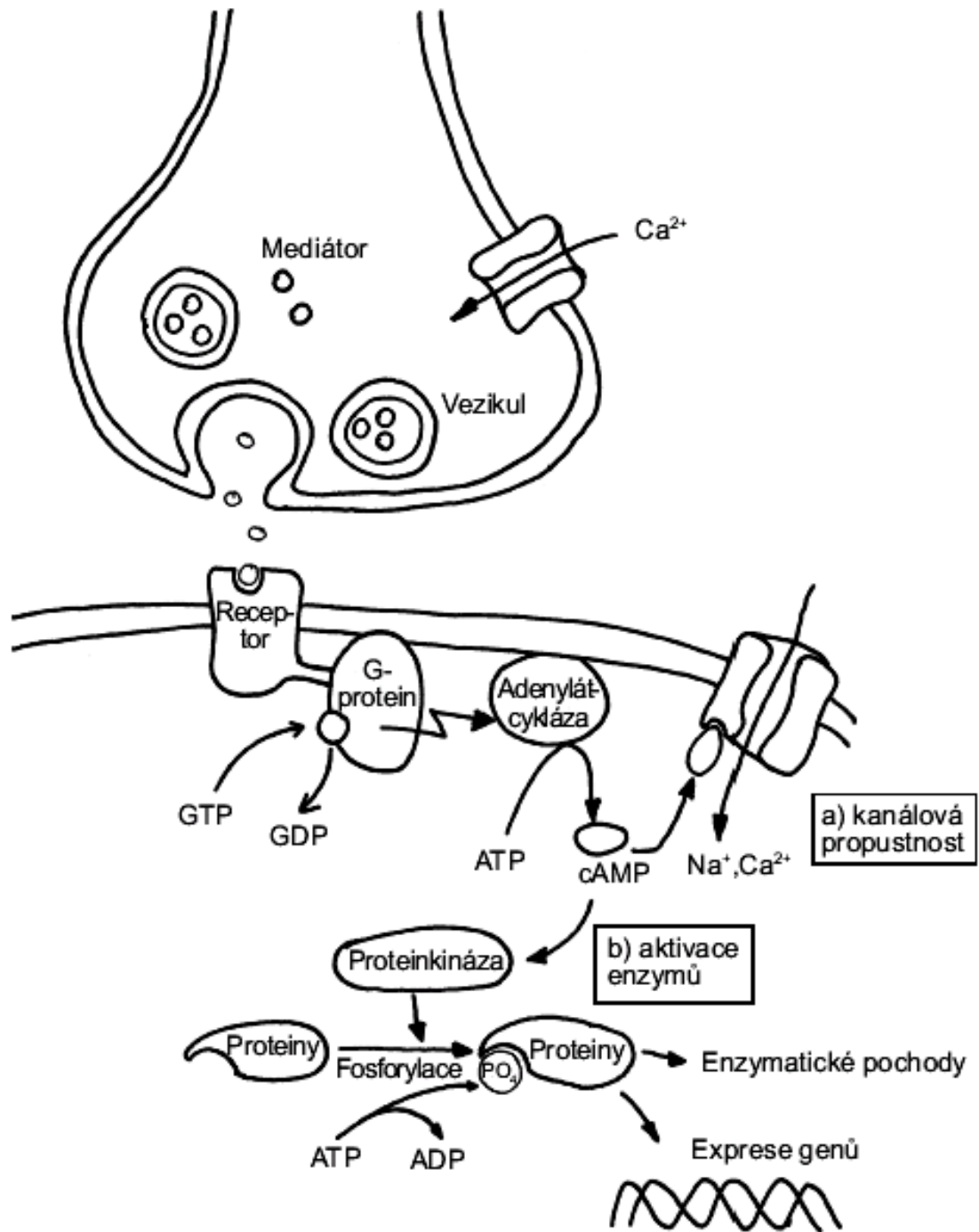
(a) Ligand-gated channel



(b) G protein-coupled receptor and associated G protein system



Metabotropní signál:
Intracelulární předání
signálu jde vyzkoušenou
cestou G proteinové
signalizace – univerzální
mechanismus



Látková signalizace na synapsi

Metabotropní:

Látková signalizace1

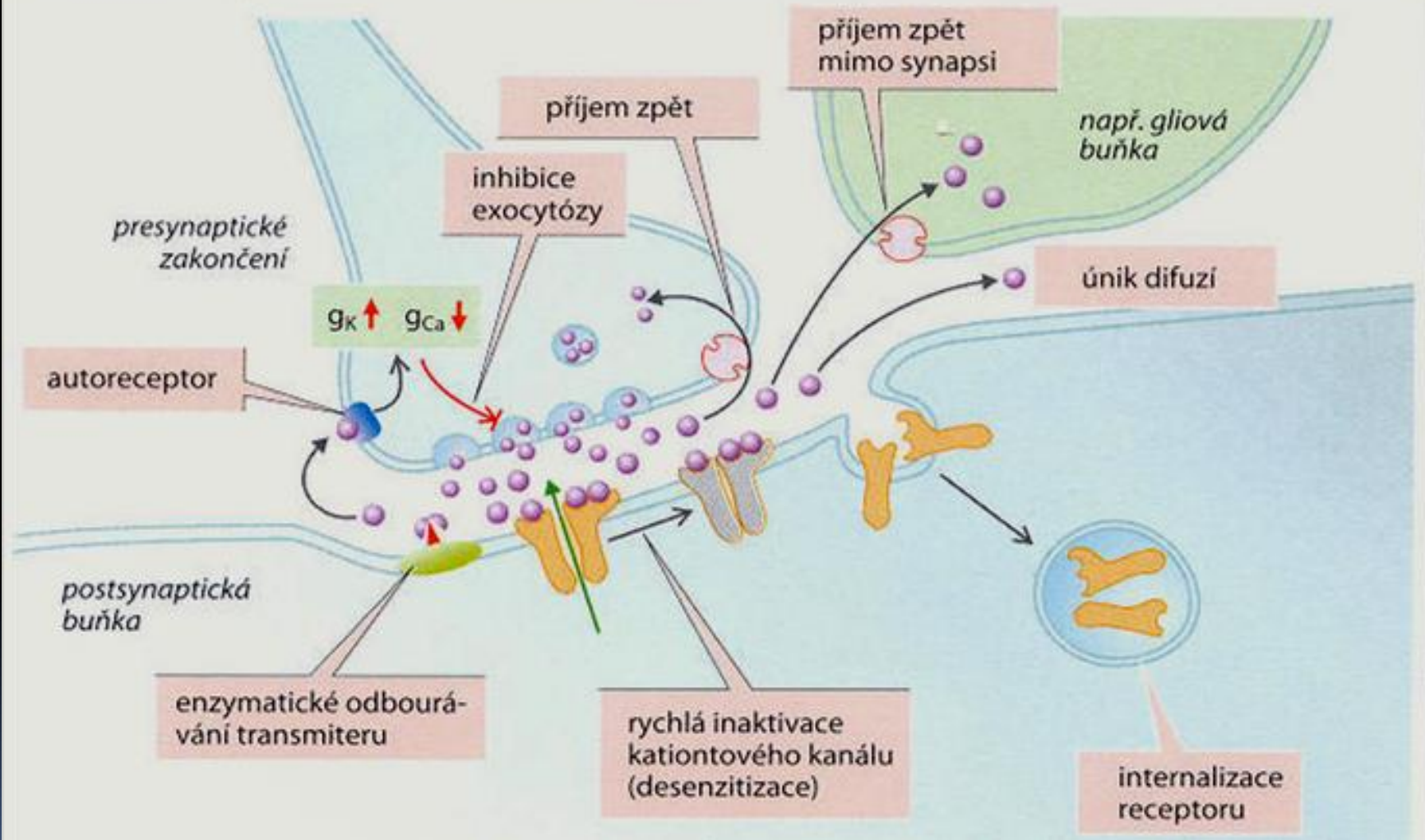
Látková signalizace2

Látková signalizace3

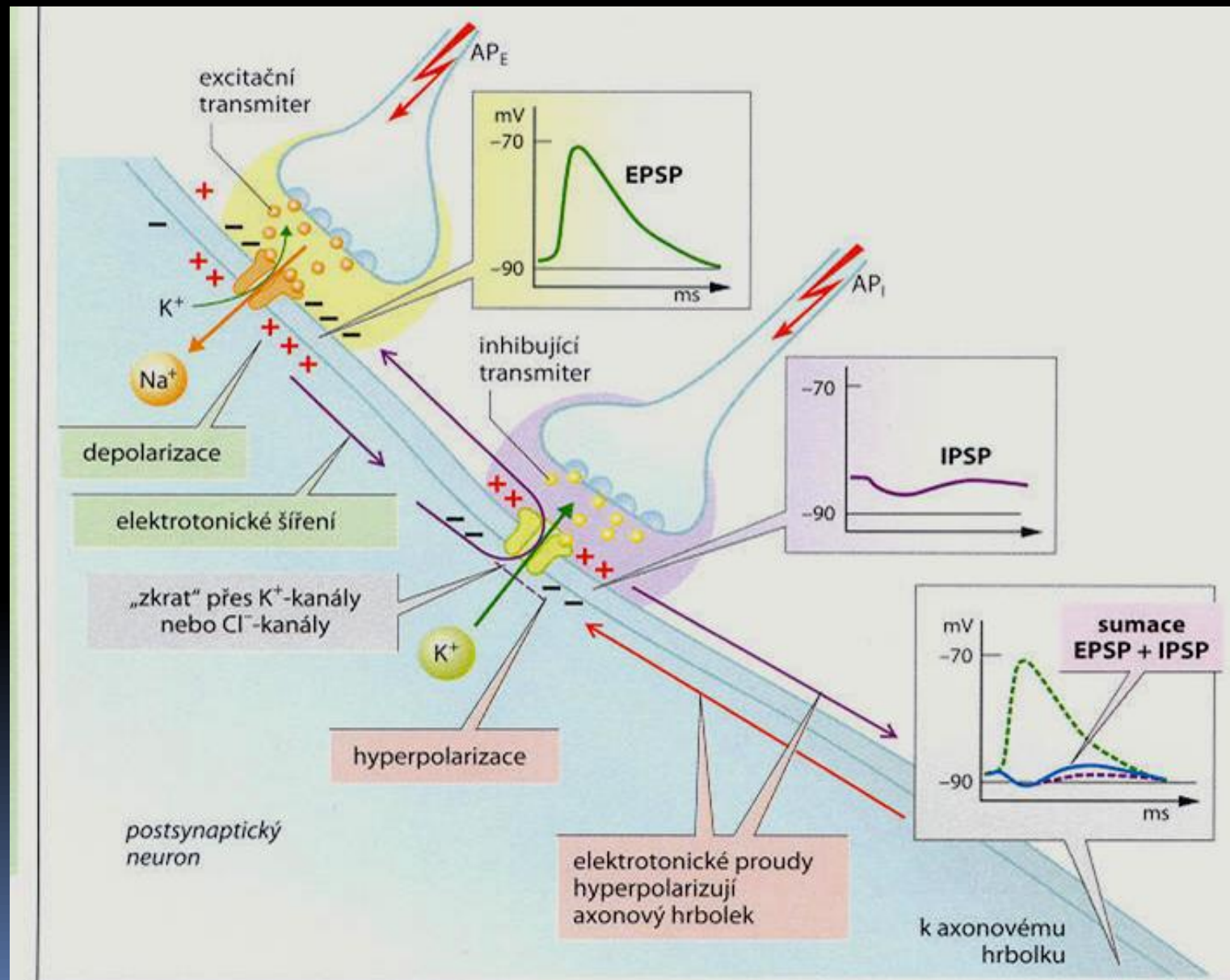
Ionotropní:

Nervosvalová ploténka

E. Ukončení působení transmiteru



Nemusí být jen excitační, jsou i inhibiční transmitery.



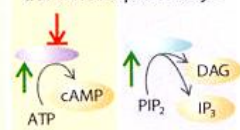
Mediátory - neurotransmittery

transmitter	typy receptorů	druh receptoru	vodivost pro ionty				druhý posel	
			Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	cAMP	IP ₃ /DAG
acetylcholin	nikotinový muskarinový: M1, M2, M3	●	↑	↑	↑			↑
ADH (= vazopresin)	V1 V2	●					↑	↑
CCK (= cholecystokinin)	CCK _{A-B}	●						↑
dopamin	D1, D5 D2	●		↑	↓		↓	↑
GABA (= γ-aminomáselná kys.)	GABA _A , GABA _C GABA _B	●		↑	↓		↓	
glutamát (aspartát)	AMPA kainat NMDA m-GLU	●	↑	↑	↑		↓	↑
glycin	-	●					↑	
histamin	H ₁ H ₂	●					↑	↑
neurotenzin	-	●					↓	↑
noradrenalin, adrenalin	α ₁ (A-D) α ₂ (A-C) β ₁₋₃	●		↑	↓		↓	↑
NPY (= neuropeptid Y)	Y 1-2	●		↑	↓		↓	
opioidní peptidy	μ, δ, κ	●		↑	↓		↓	
oxytocin	-	●						↑
puriny	P ₁ : A ₁ A _{2a} P _{2X} P _{2Y}	●		↑	↓		↓	↑
serotonin (= 5-hydroxytryptamin)	5-HT ₁ 5-HT ₂ 5-HT ₃ 5-HT ₄₋₇	●		↑	↑		↓	↑
somatostatin (= SIH)	SRIF	●		↑	↓		↓	
tachykinin	NK 1-3	●						↑

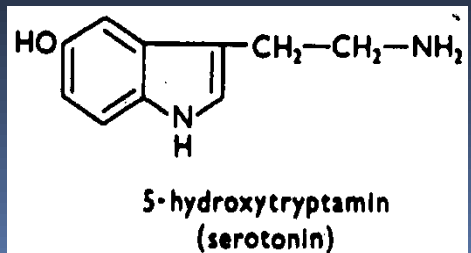
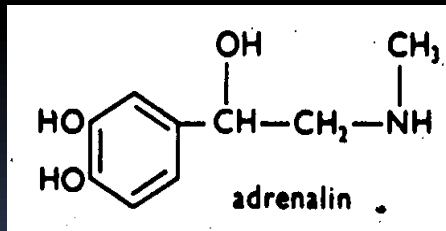
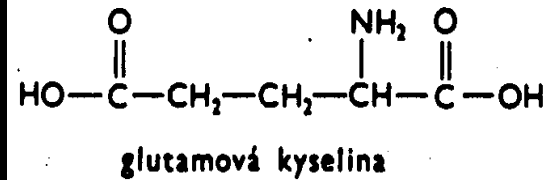
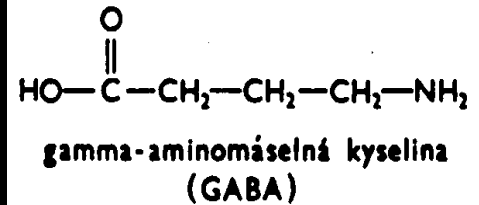
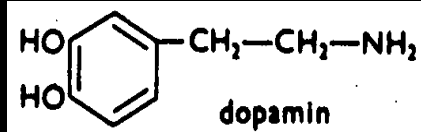
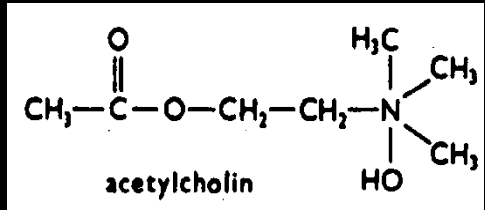
- aminokyseliny
- katecholaminy
- peptidy
- ostatní



tlumí nebo podněcuje

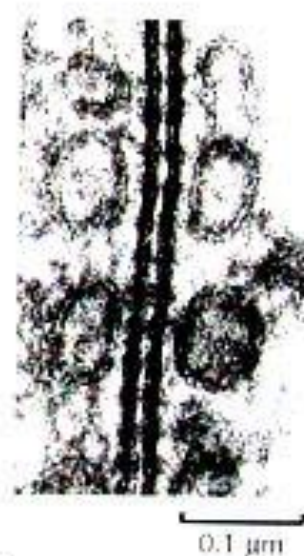
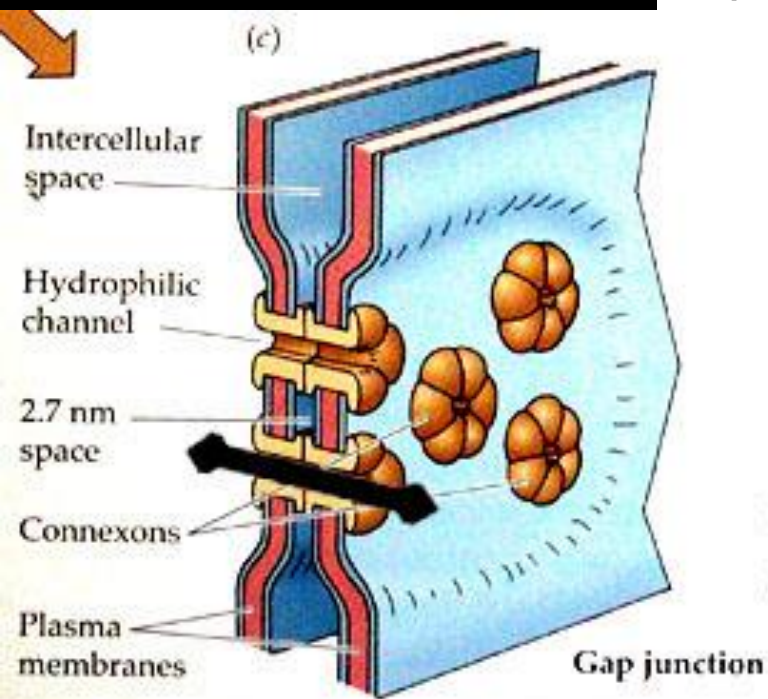
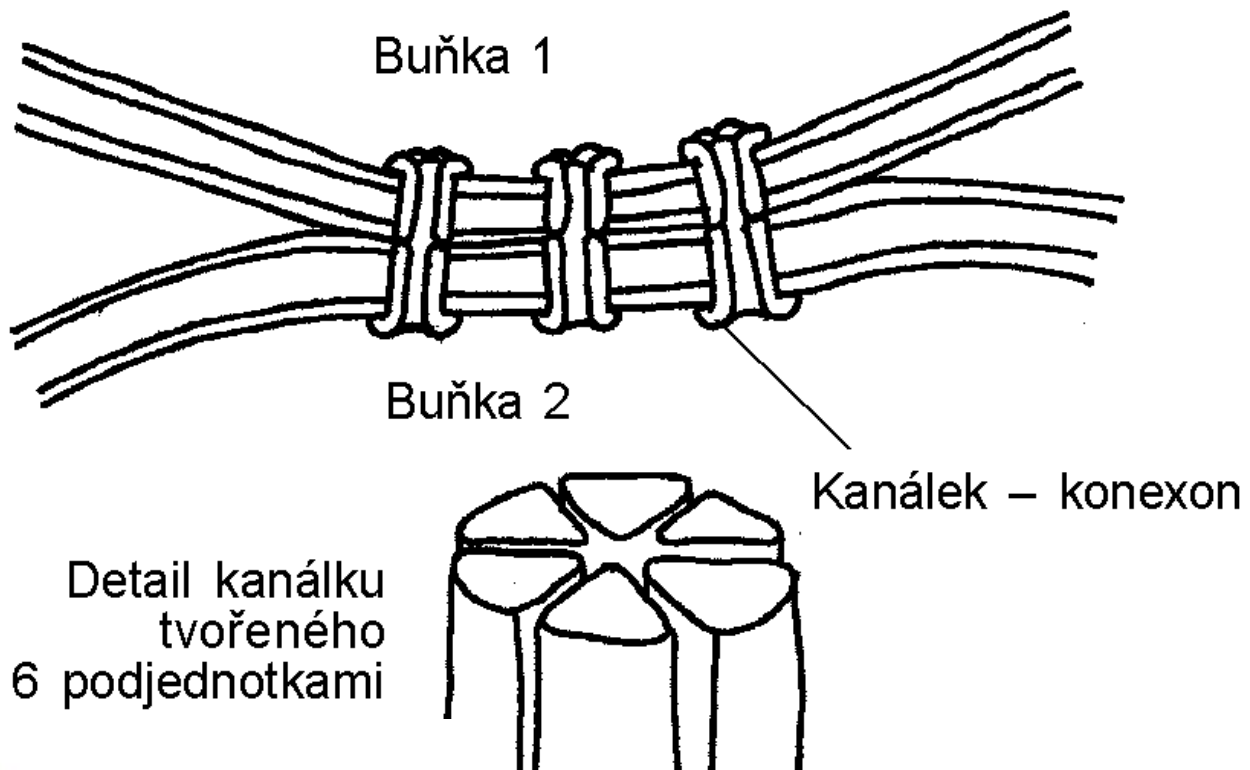


Tab. 2.7 a 2.8 Synaptický přenos III a IV



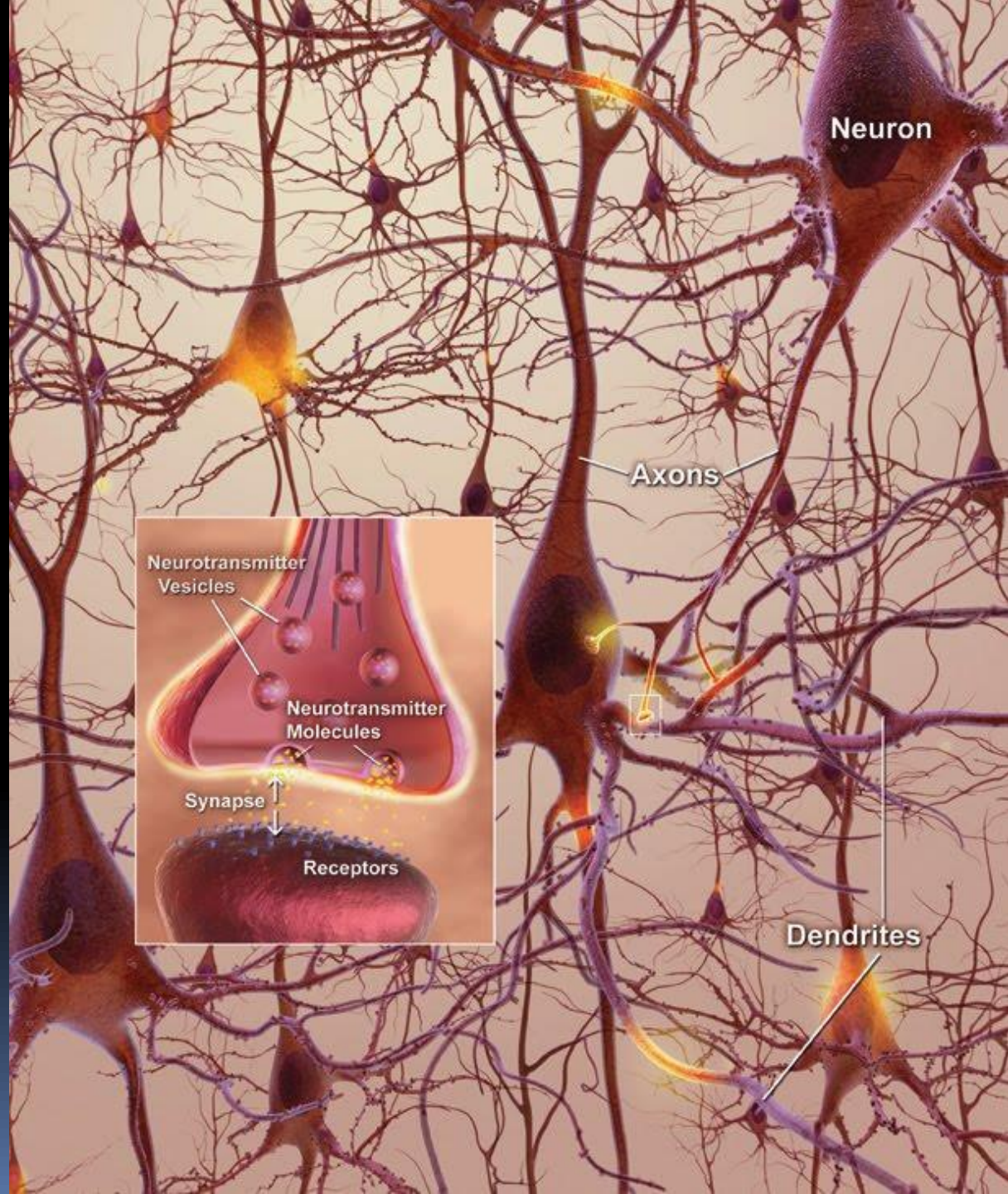
Vzácně i
elektrická synapse.

Rychlé, obousměrně
vedoucí

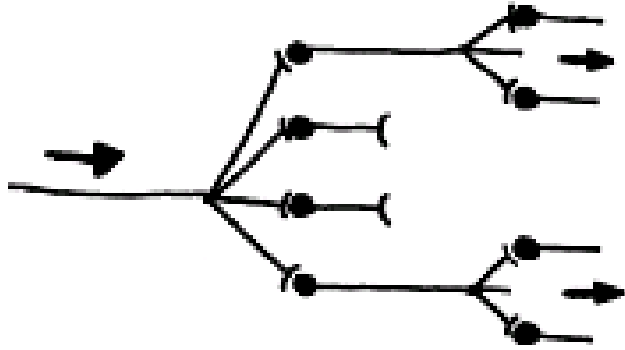


Jak spolu neurony komunikují.

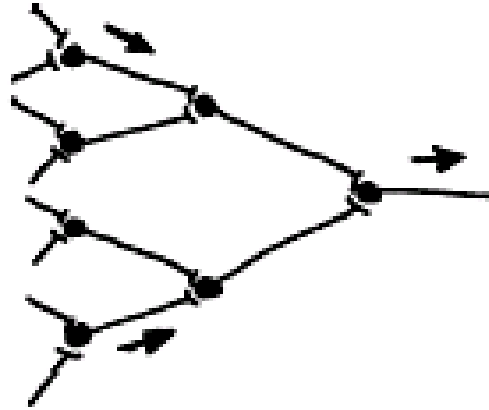
C. elegans 302 neuronů
Drosophila 100k
Člověk 15-25 G



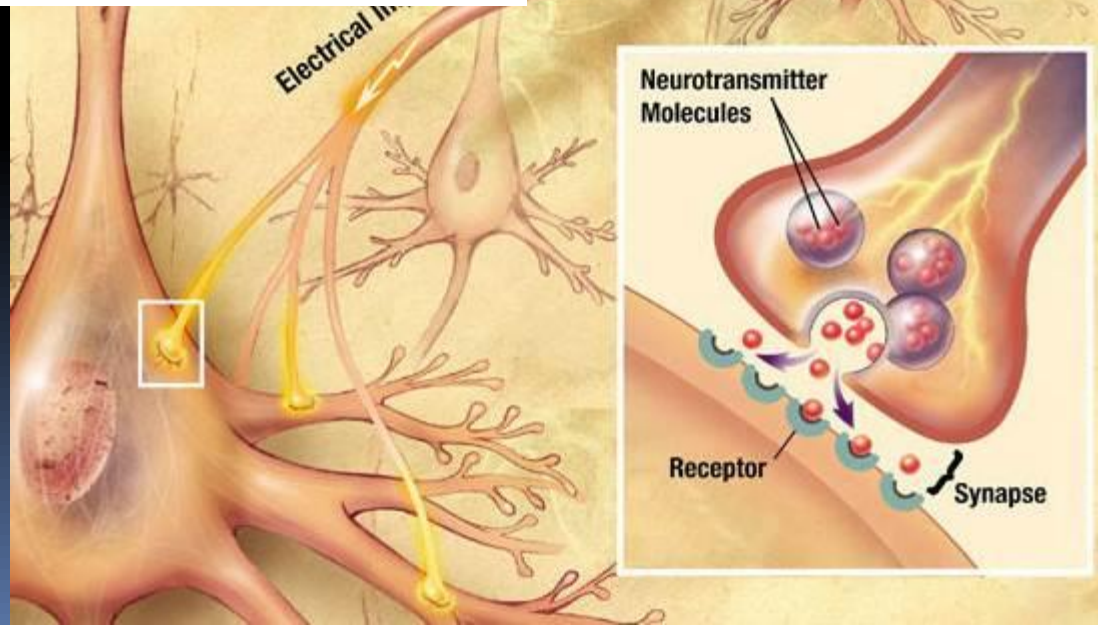
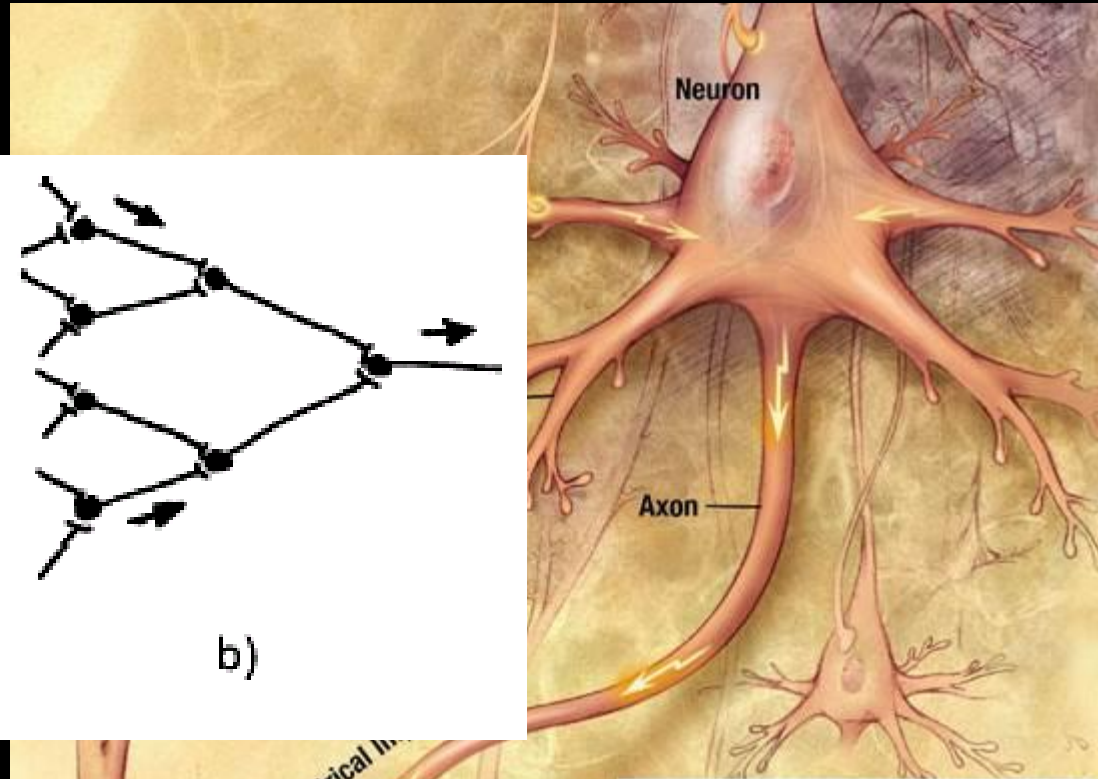
Divergence, konvergence



a)



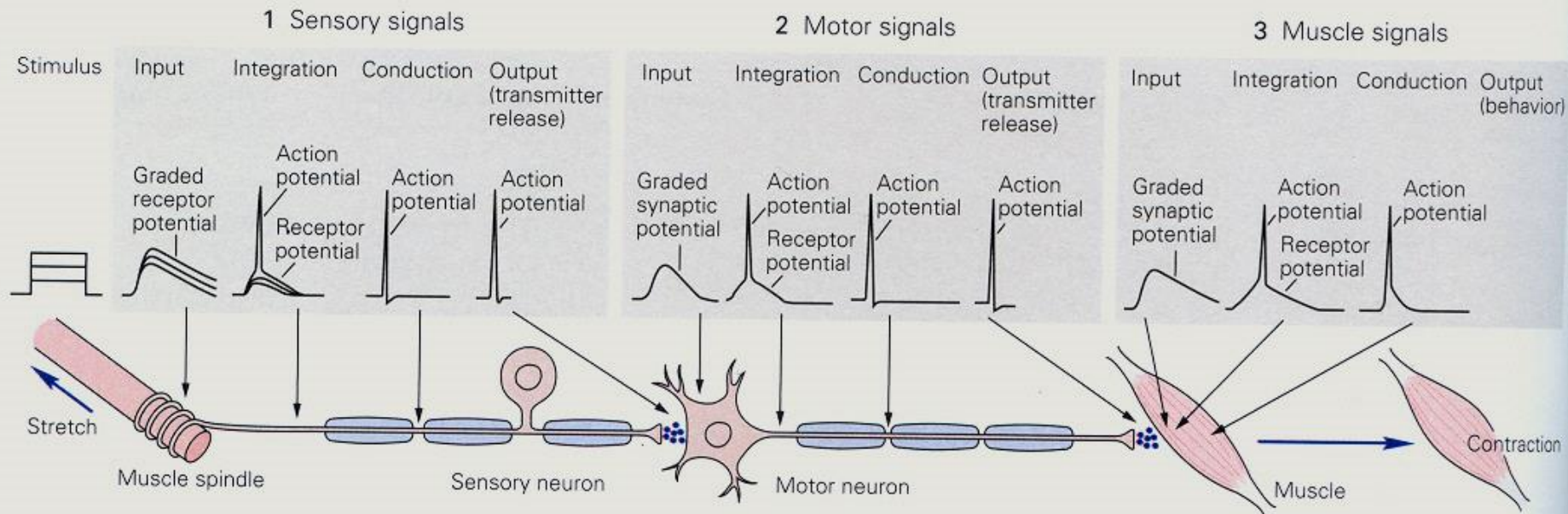
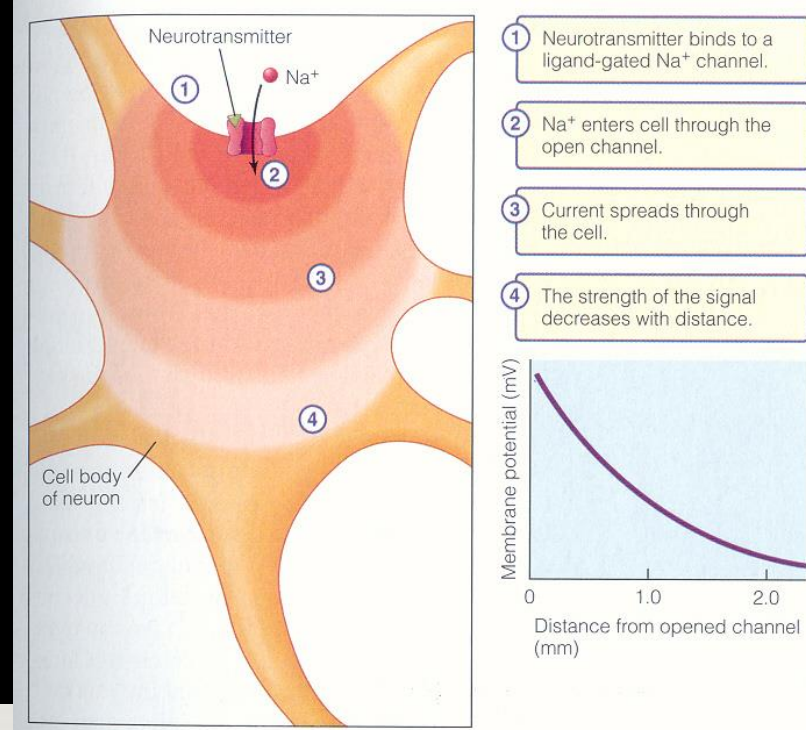
b)



Dva druhy kódování informace

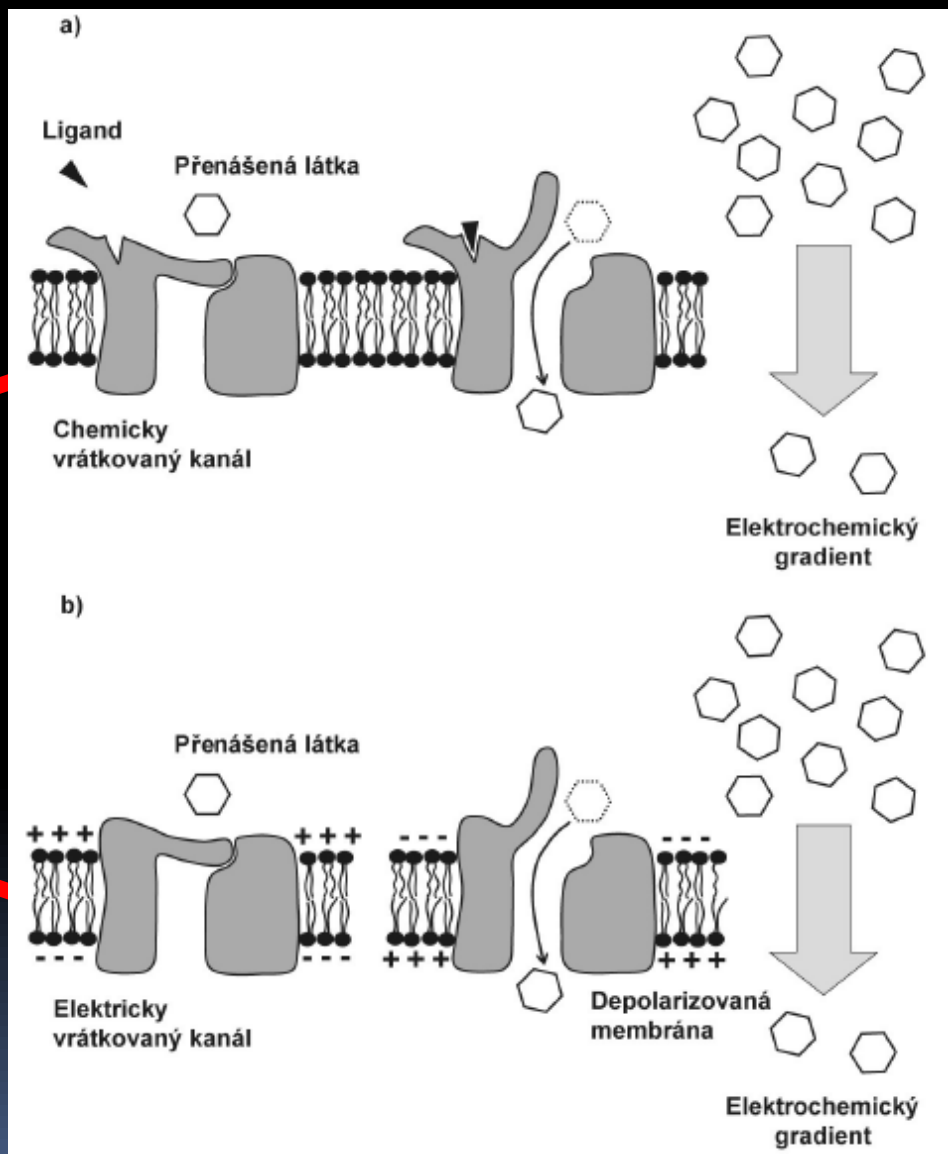
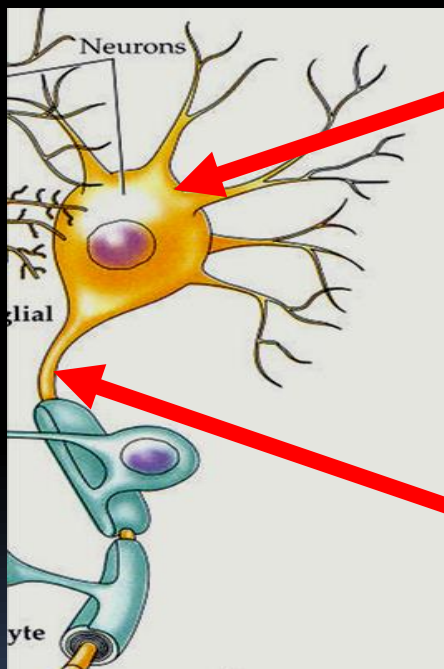
Dálkové šíření – digitálně

Zpracování – analogově na synapsích



Dva druhy kanálů – dva druhy kódování

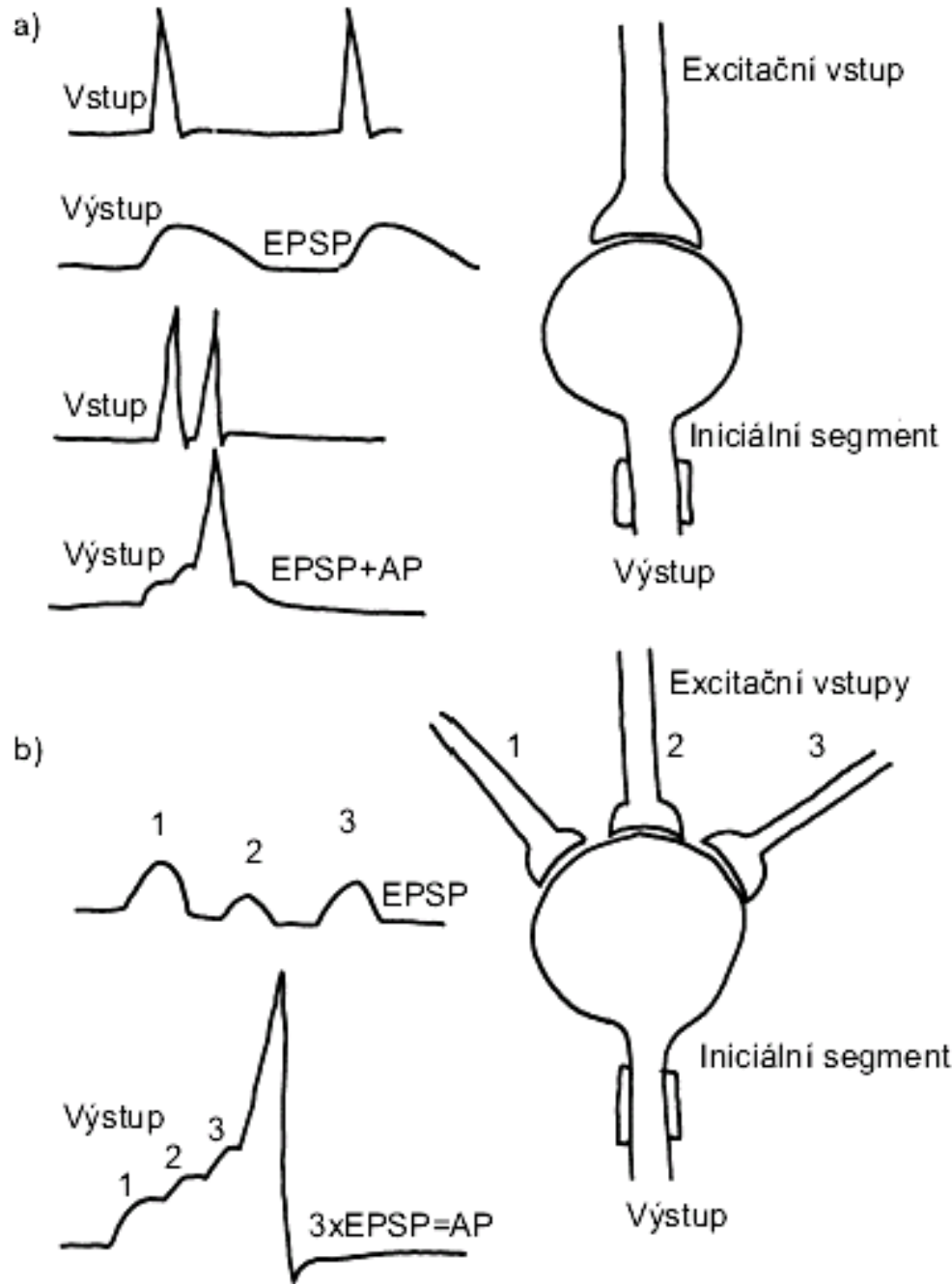
Elektricky a chemicky



Smysl synapsí:

A) Zpracování: sčítání, syntéza, porovnávání signálů. Integrace vstupů.
Časová a prostorová sumace

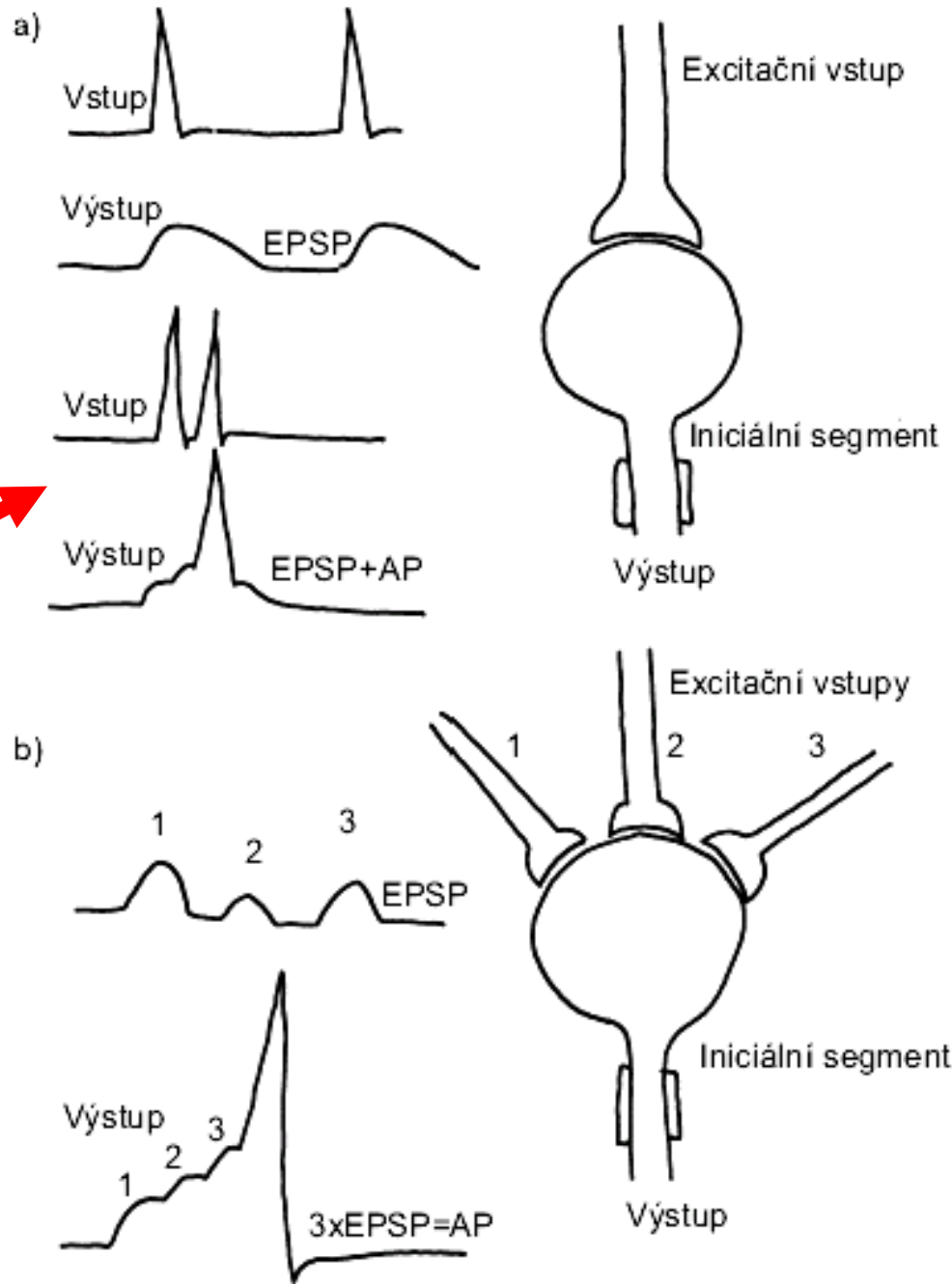
B) Plasticita NS – základ paměti



Smysl:

Zpracování - analogově

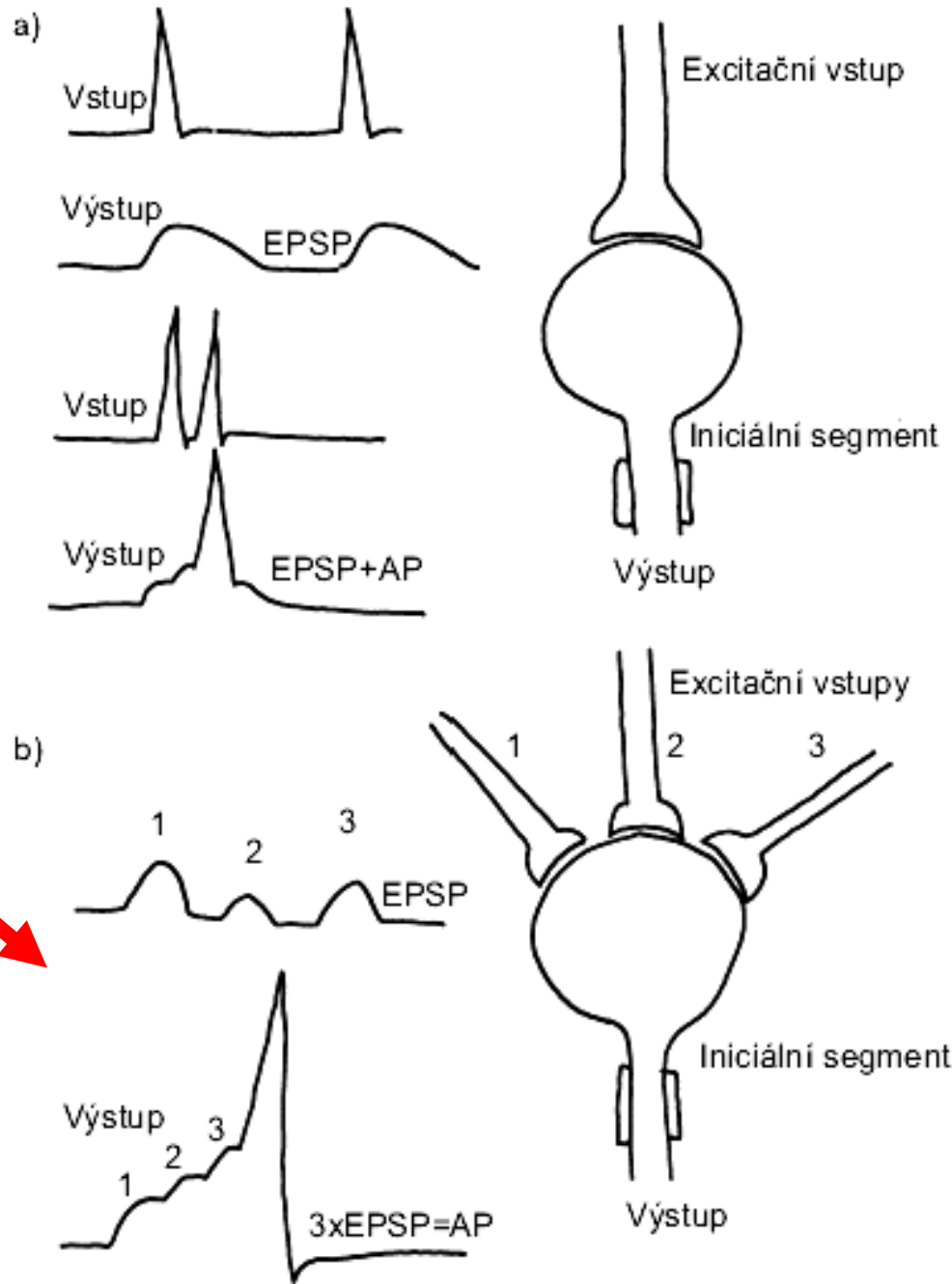
Časová sumace



Smysl:

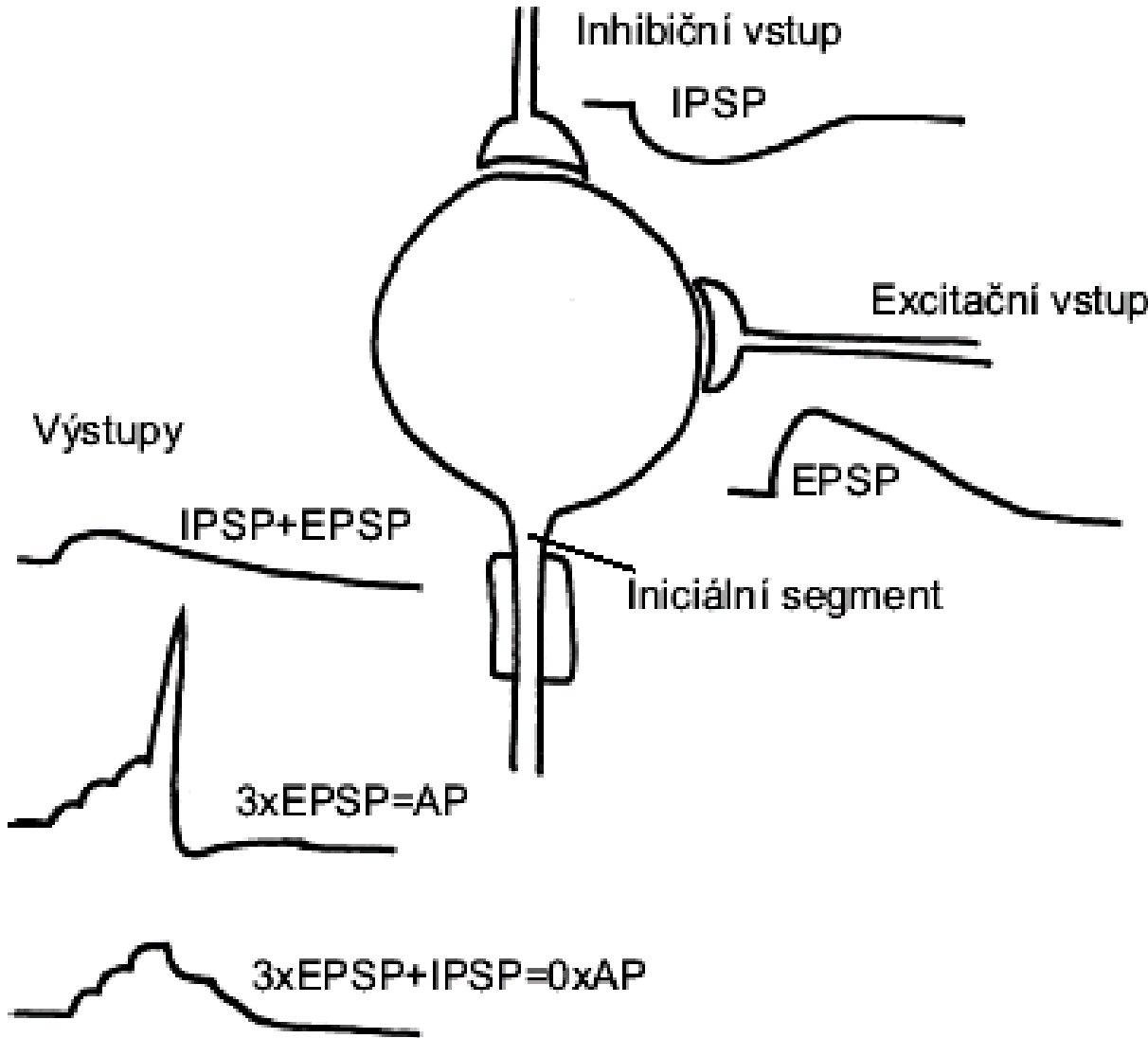
Zpracování - analogově

Časová sumace
Prostorová sumace



Některé synapse inhibiční
Některé excitační

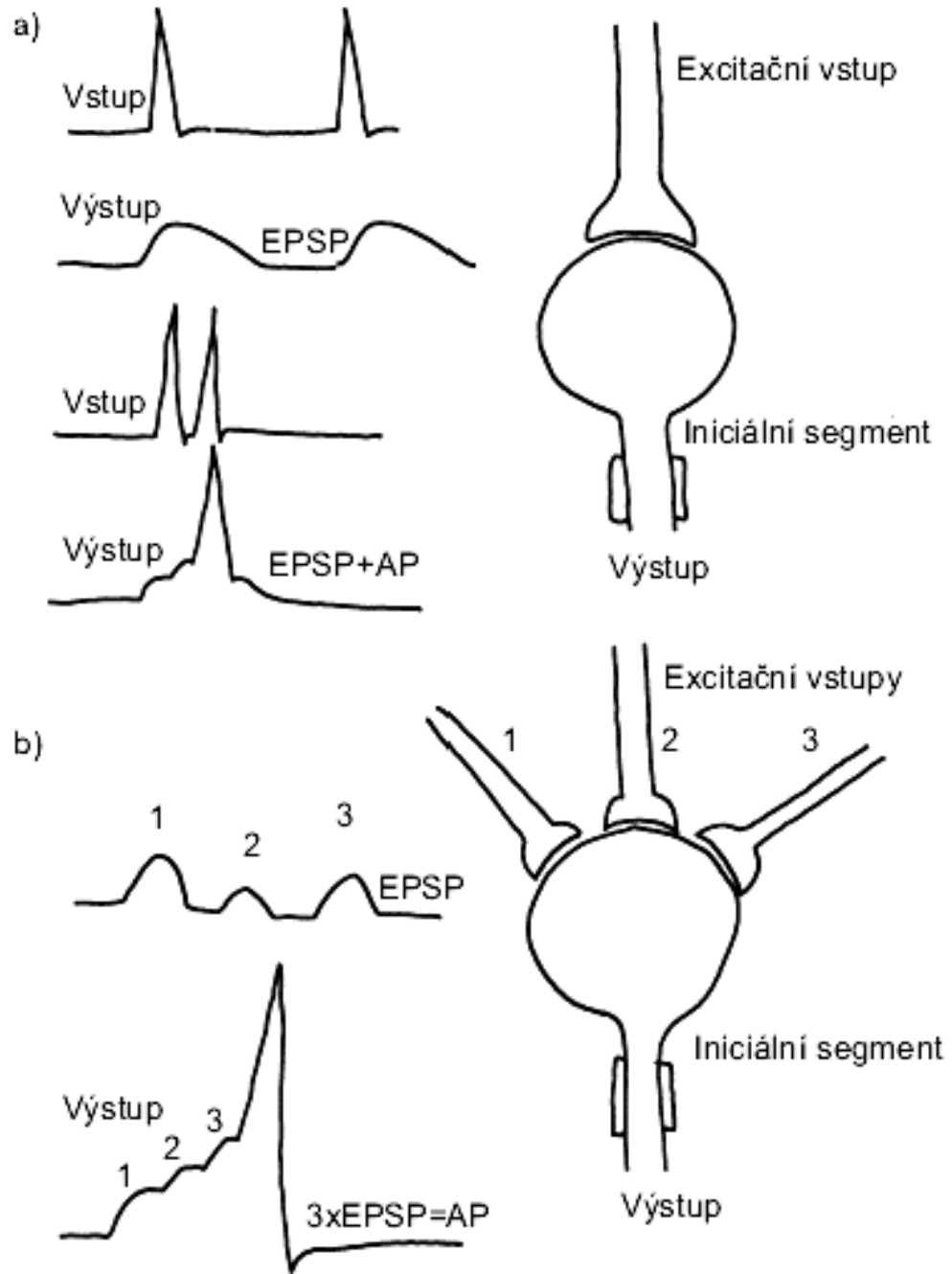
Facilitace
Inhibice



Smysl:

A) Zpracování: sčítání, syntéza, porovnávání signálů. Integrace vstupů.
Časová a prostorová sumace

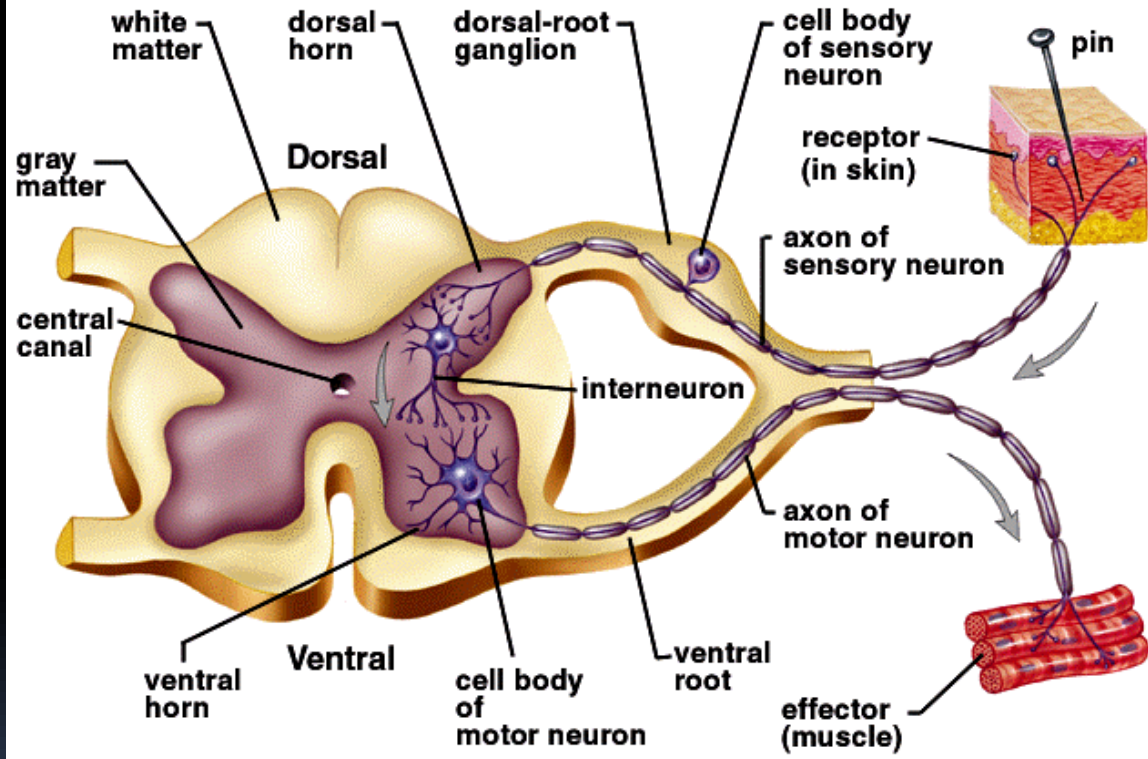
B) Plasticita NS – základ paměti



Synapse vytvářejí dynamickou síť spojů, základem reflexů – funkčních jednotek NS.
Monosynaptické x Polysynaptické reflexy – jednoduché a komplexní pohyby
Nepodmíněné x Podmíněné reflexy – základ paměti

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

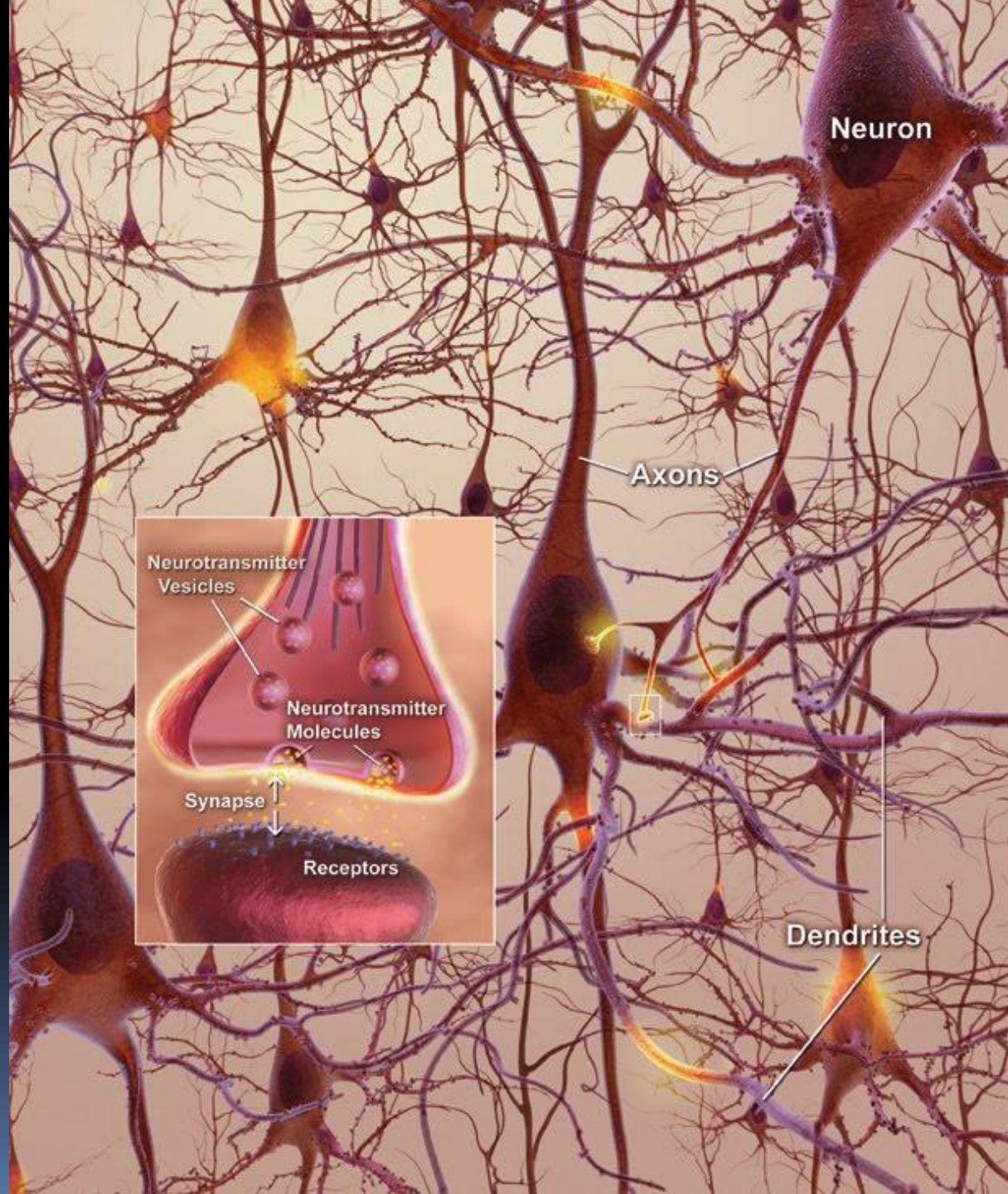
A reflex arc showing the path of a spinal reflex



http://www.southtexascollege.edu/nilsson/4_GB_Lecture_figs/f/4_GB_16_Homeostasis_Fig_f/ReflexArc_fig46_8.GIF

Jak spolu neurony komunikují.

C. elegans 302 neuronů
Drosophila 100k
Člověk 15-25 G

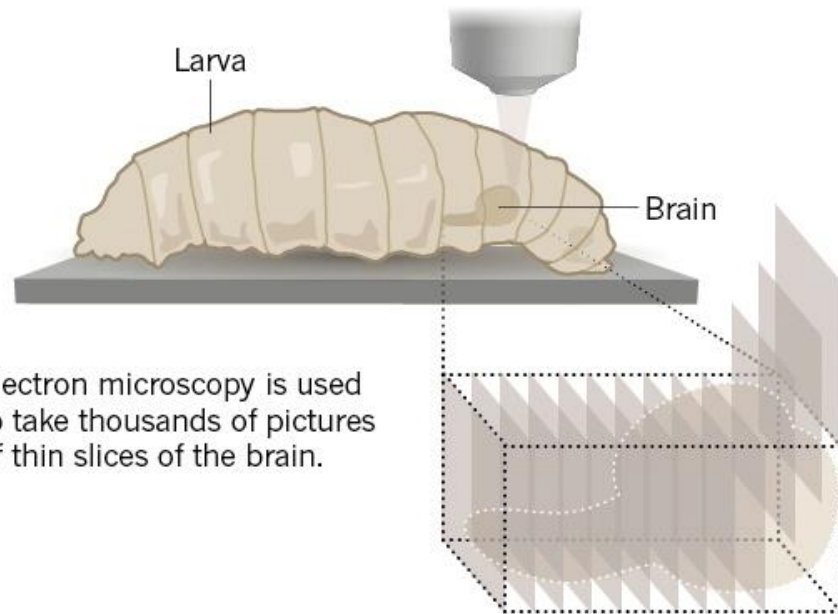


Jak spolu neurony komunikují a jak zprostředkují chování.

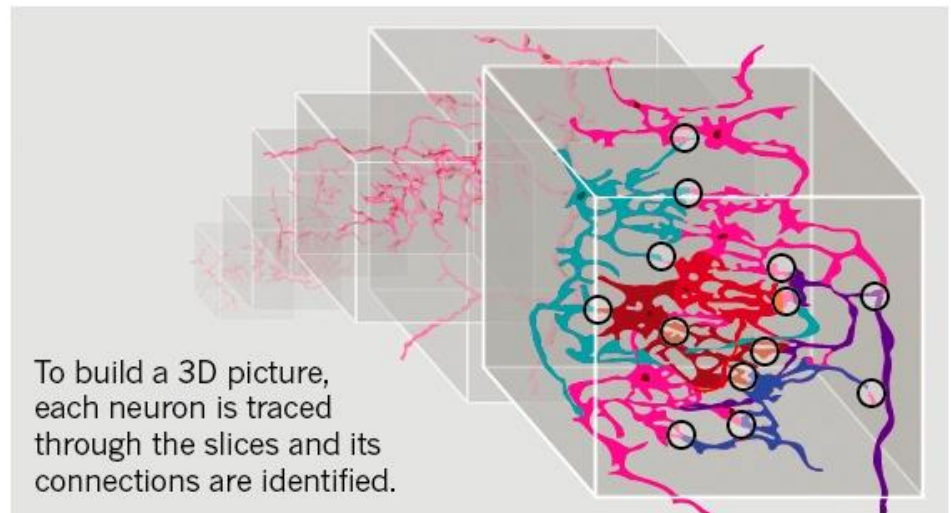
Larva octomilky jako model.

CONNECTING THE DOTS

To find out how the brain creates behaviour, researchers follow a multistep process, combining a neural wiring diagram with data on behaviour. Working with the simple brains of fruit-fly larvae makes the process manageable.



Electron microscopy is used to take thousands of pictures of thin slices of the brain.



To build a 3D picture, each neuron is traced through the slices and its connections are identified.

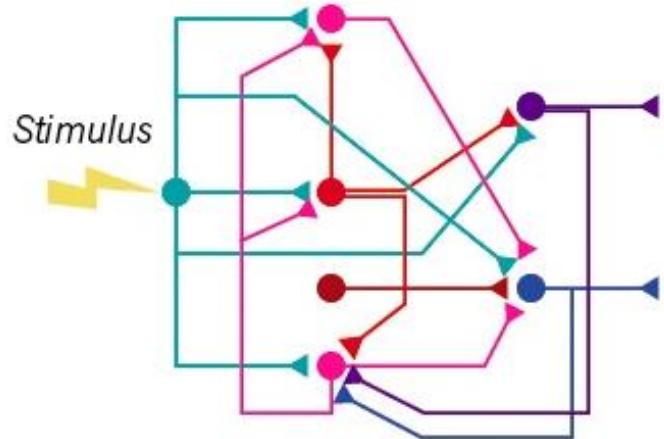
Jak spolu neurony komunikují.

Larva octomilky jako model.

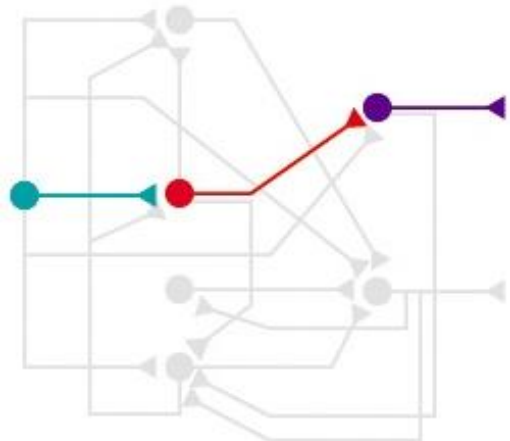
Aktivace různých drah pro různé typy chování.

Neurony integrují vstupy a výstup je výsledkem časové a prostorové souhry excitačních a inhibičních vstupů.

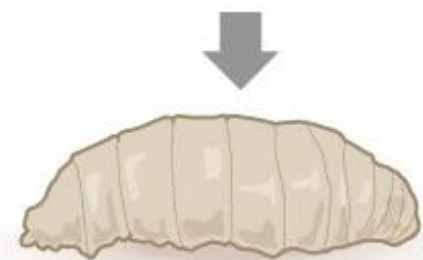
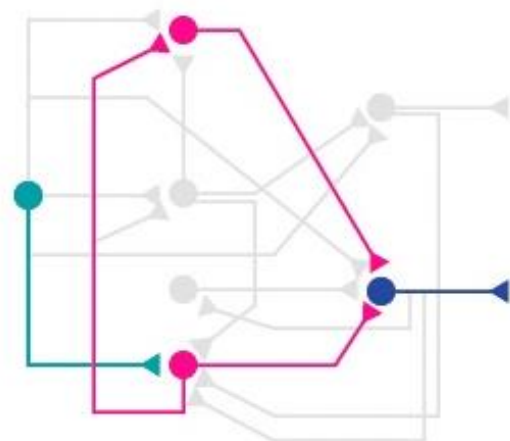
One neuron in a circuit is activated with a pulse of light. A signal passes through the network and the resulting behaviour is studied.



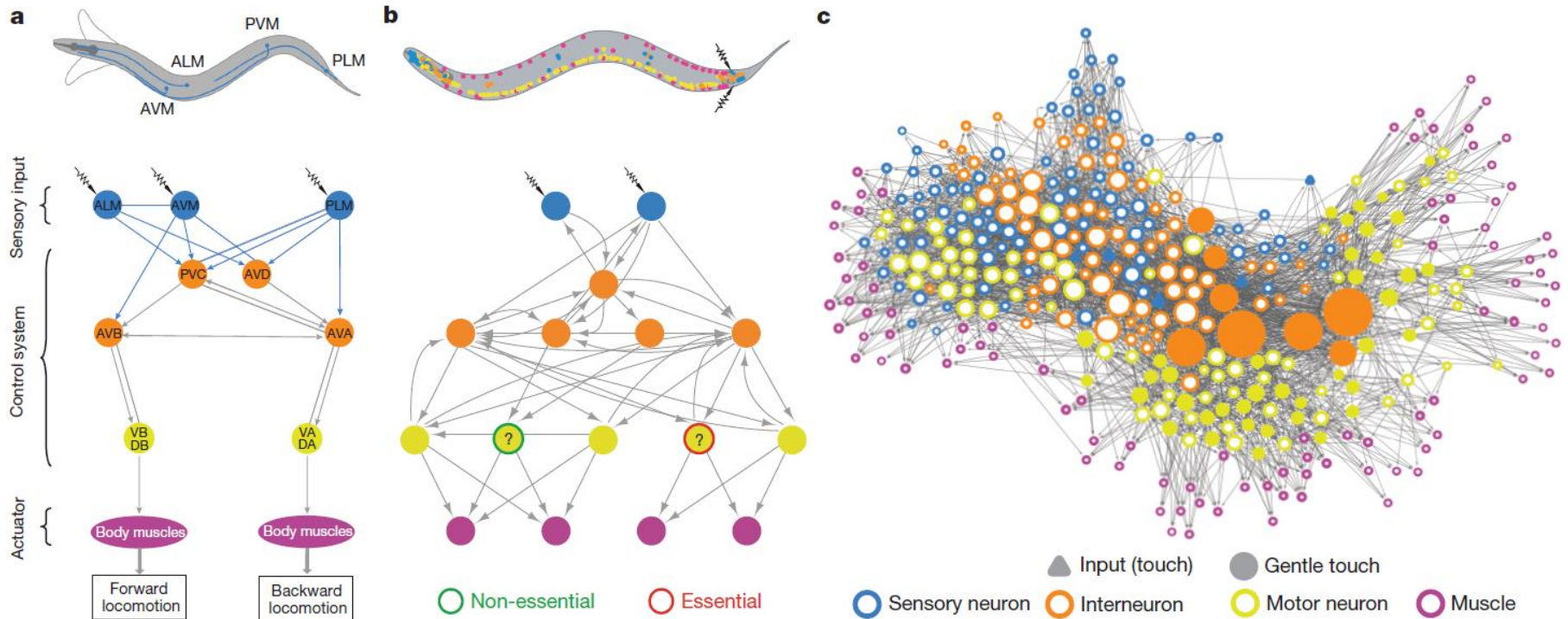
Behaviour 1: Turn head



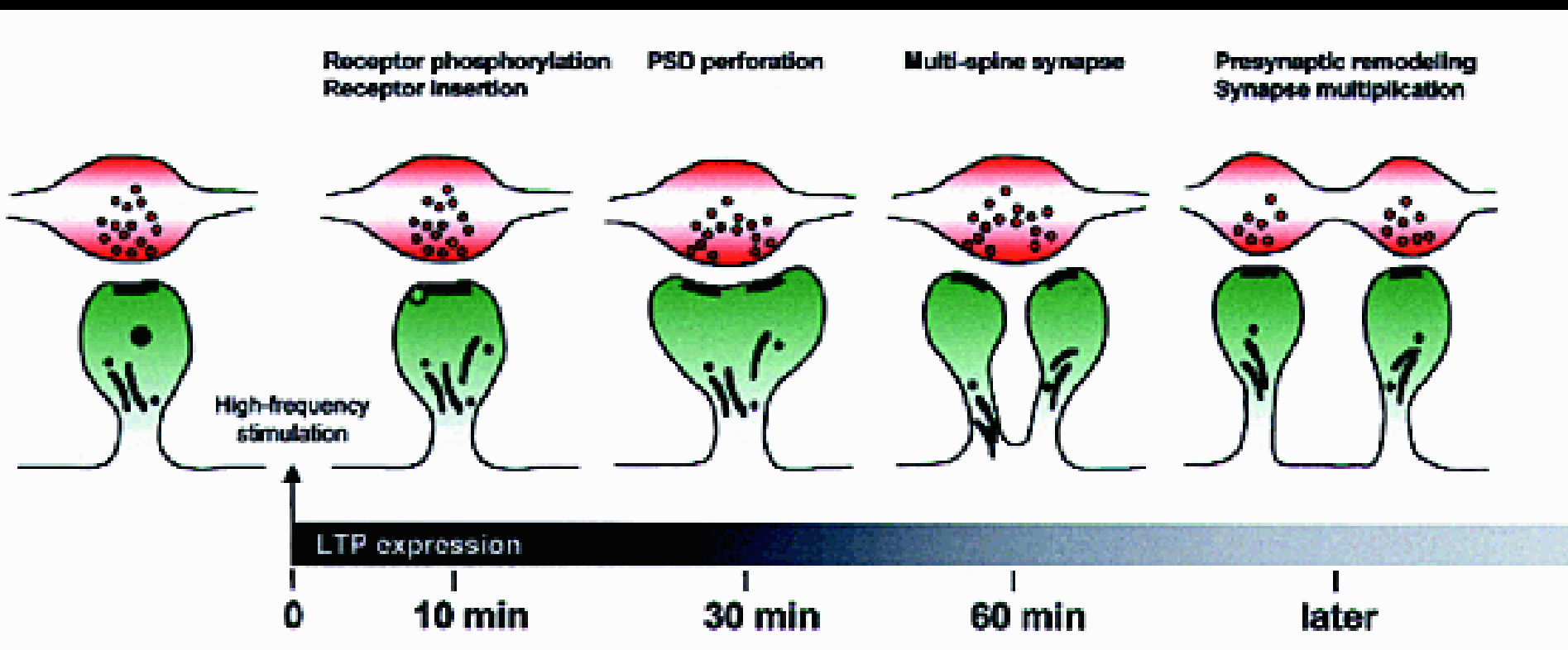
Behaviour 2: Retract head

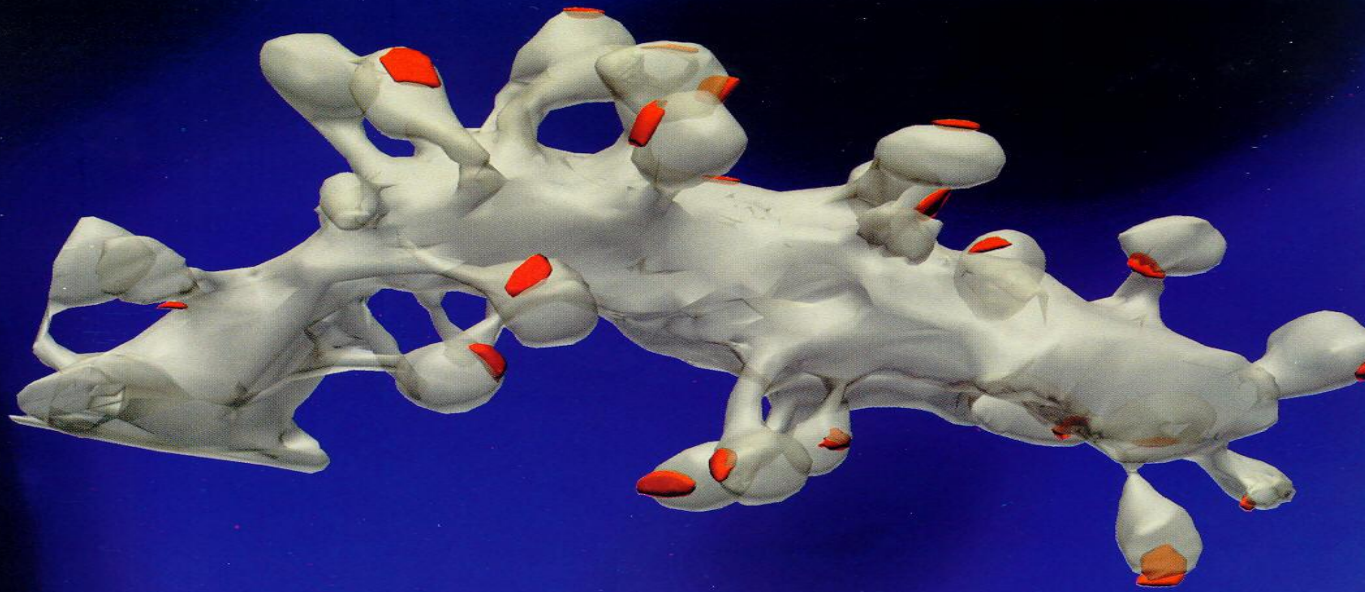


Model háďátko: Sensorický vstup – řídicí sst. – motorická reakce



Synaptická plasticita základem paměti. Rychlá – potenciace. Pomalá – přestavba.





Přestavba dentritických trnů



Shrnutí

Látkové signály doprovázejí buňky po celý život a určují jejich funkci a osud.

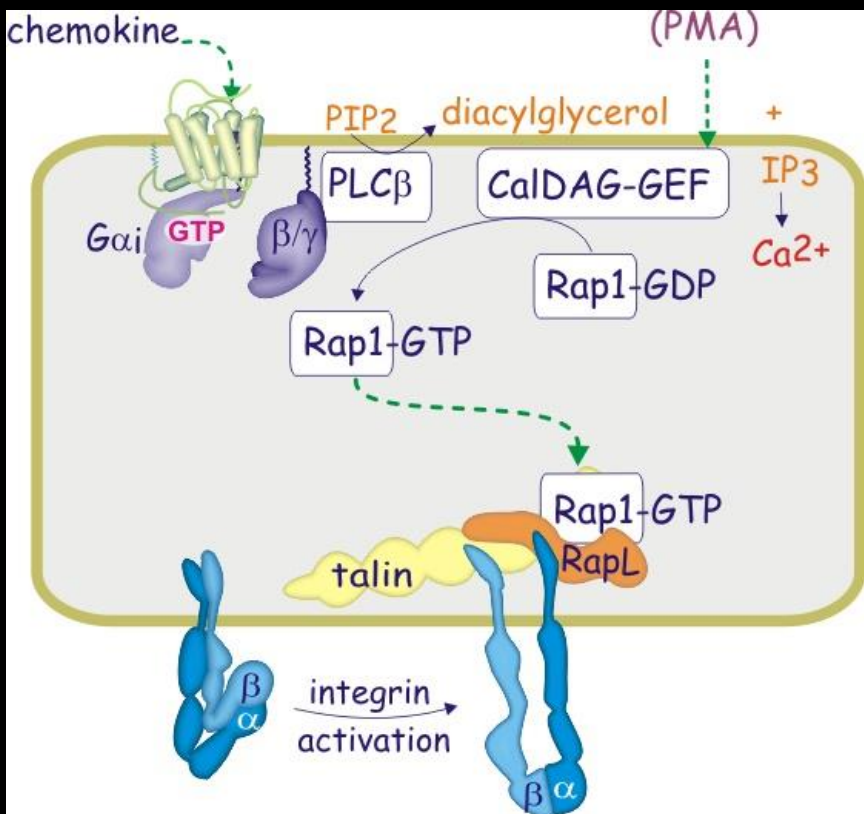
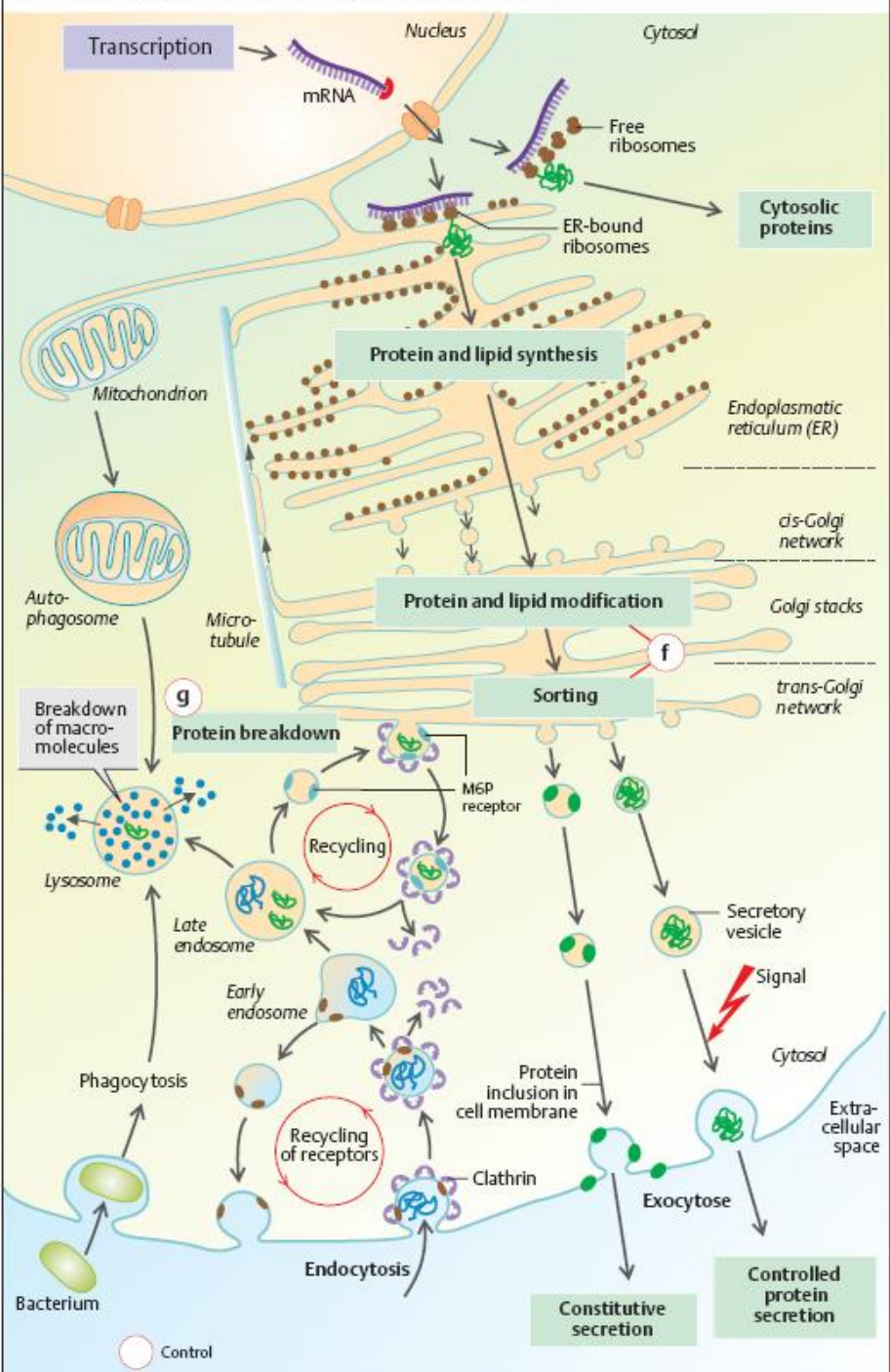
Nervové buňky kromě látkových signálů používají i elektrické.

Akční potenciál je vhodnou řečí na dálkové digitální vysílání.

Místní potenciály umožňují zpracování signálu.

Synaptická spojení umožňují plasticitu a paměť

f. Protein synthesis, sorting, recycling, and breakdown



Život v buňce

Život v buňce – Animace komentovaná

Obecná fyziologie smyslů

Co se děje na membránách.

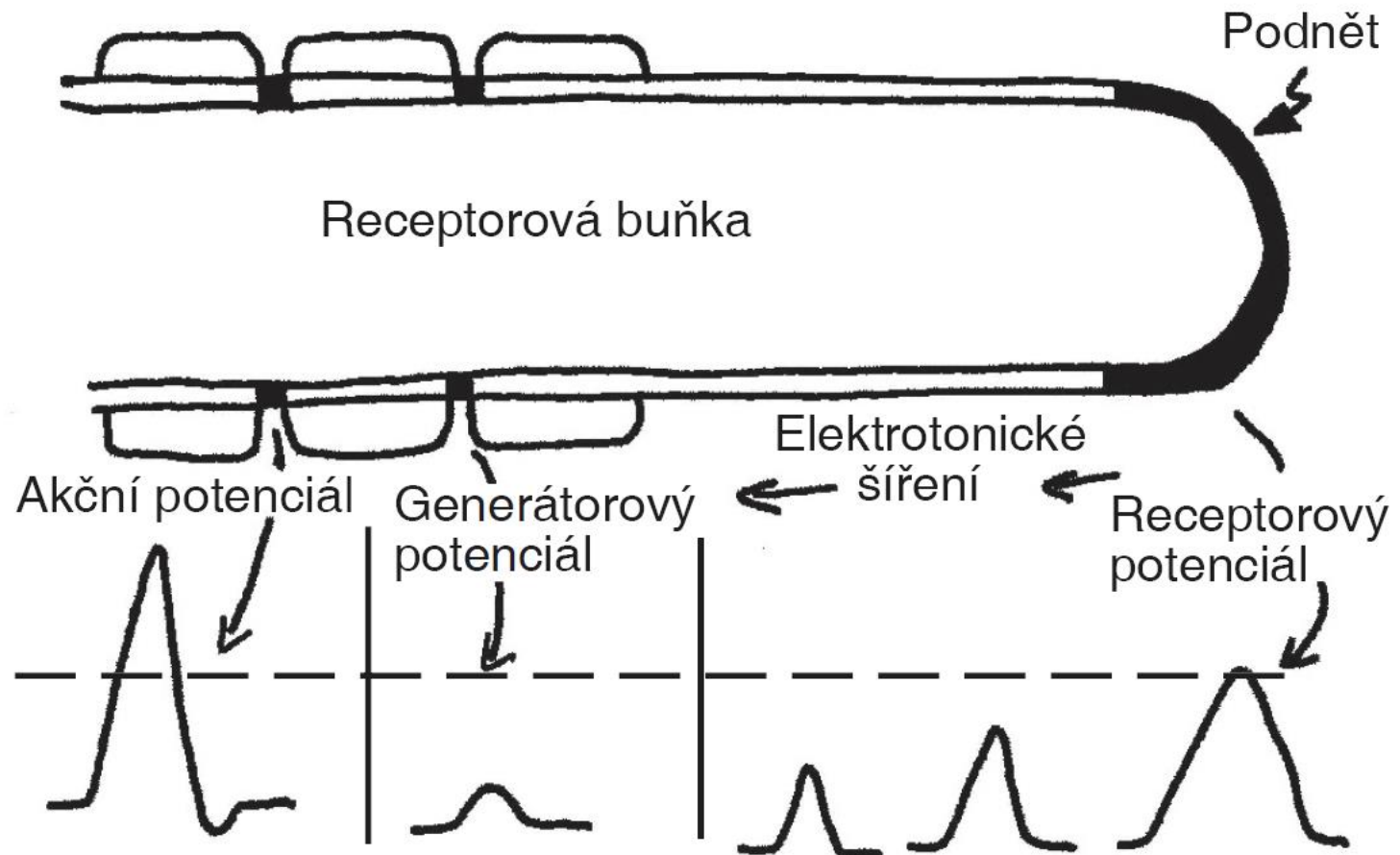
Receptorové buňky jsou brány,
kterými vstupují signály do NS

Exteroreceptory x interoreceptory



Svět smyslů – úloha mozku.

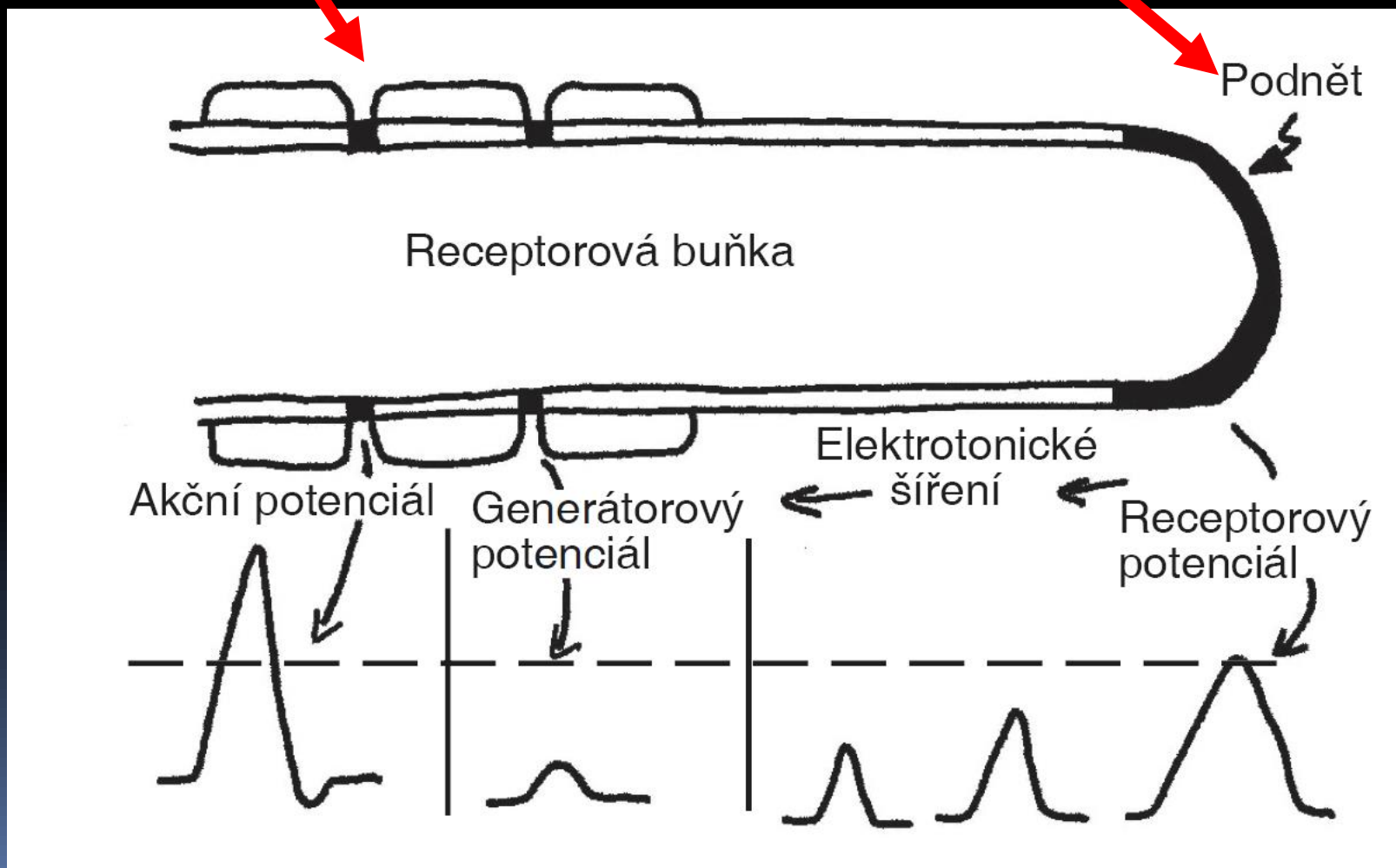
Paralelní dráhy specializované na určitou vlastnost (kvalitu – pohyb odděleně od tvaru).
V rámci dráhy ještě specializace na konkrétní hodnotu (výšku tónu, chuť) .



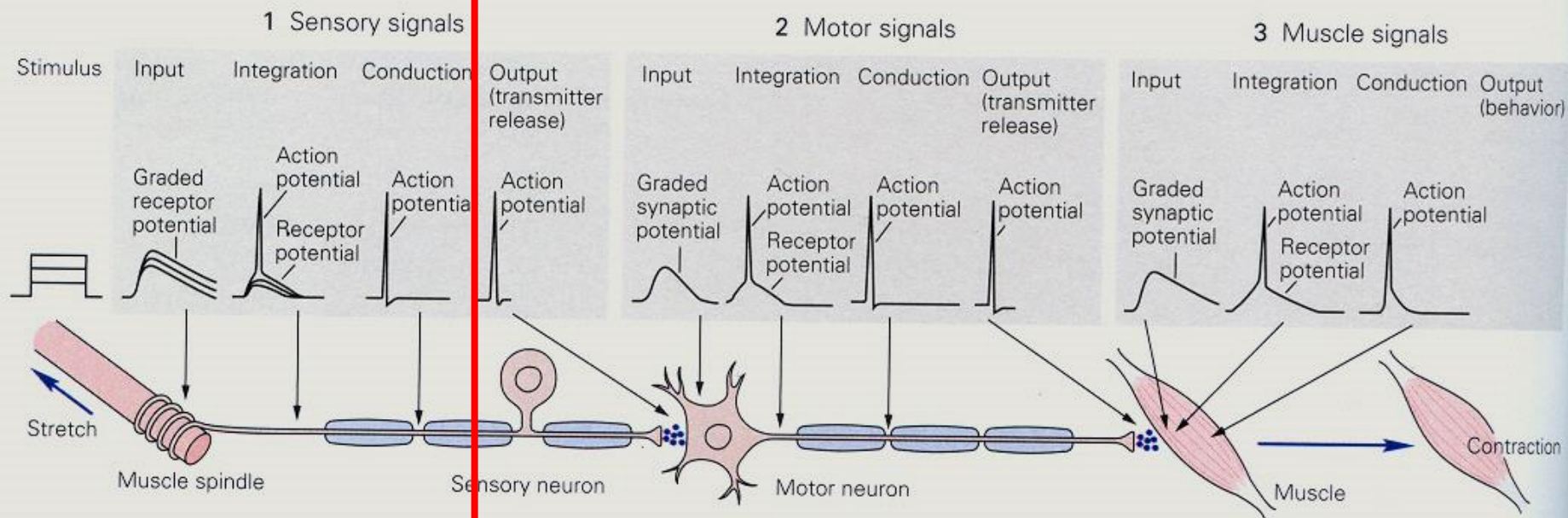
Receptorová buňka převádí energii podnětu na změnu iontové propustnosti.

Transformace

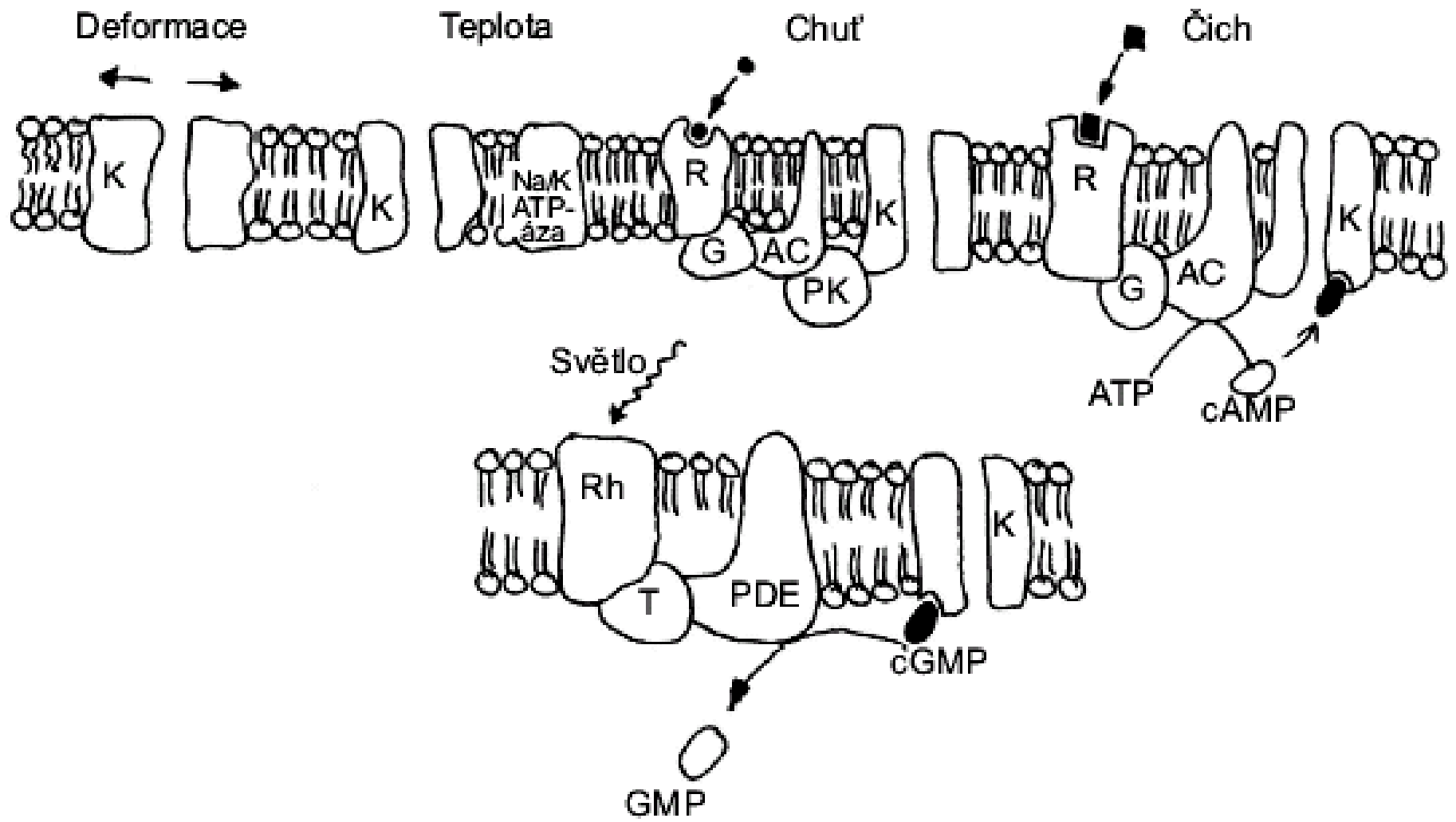
Transdukce



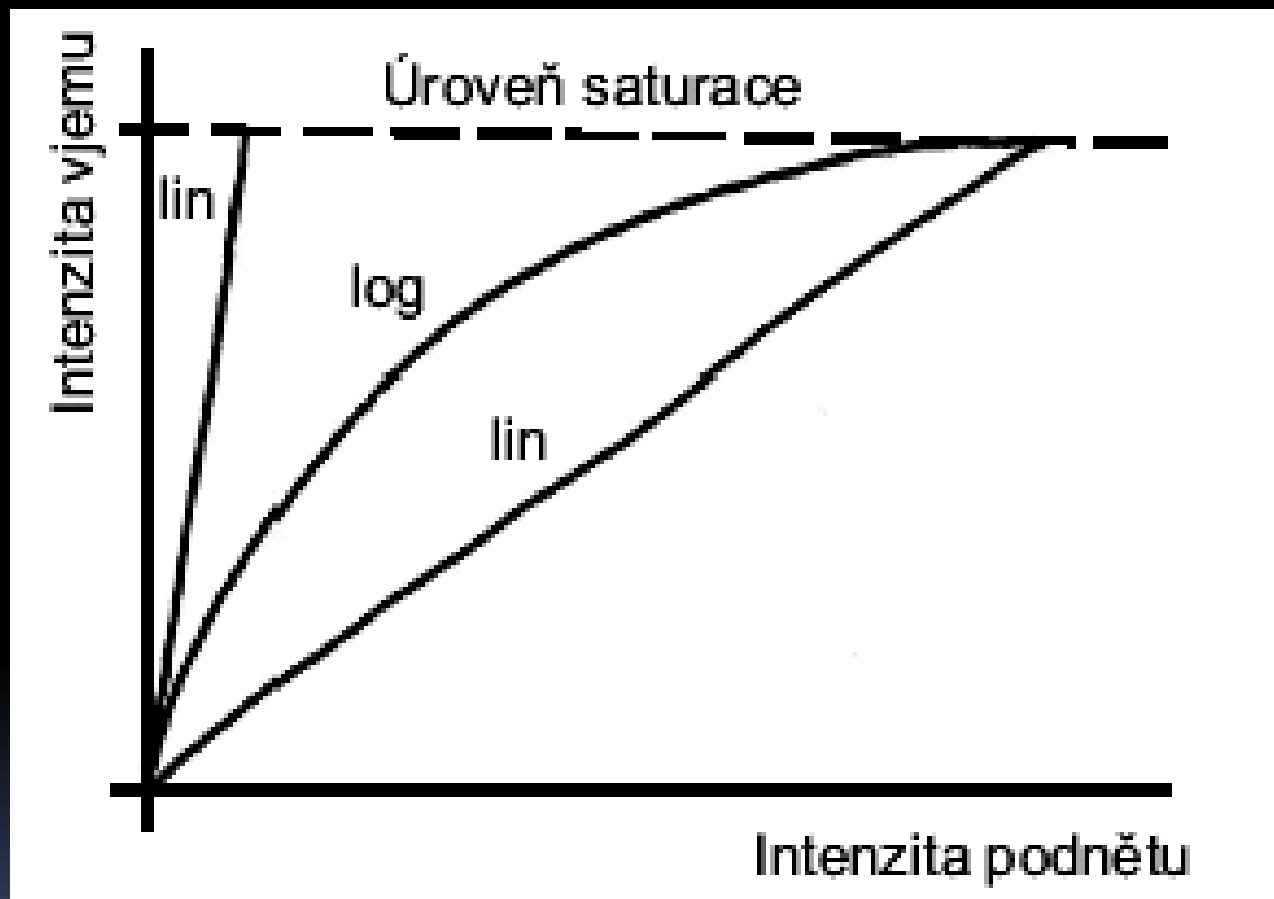
Receptorová buňka převádí energii podnětu na změnu iontové propustnosti.



Vlastnosti membrány jsou klíčem pro transdukcí.

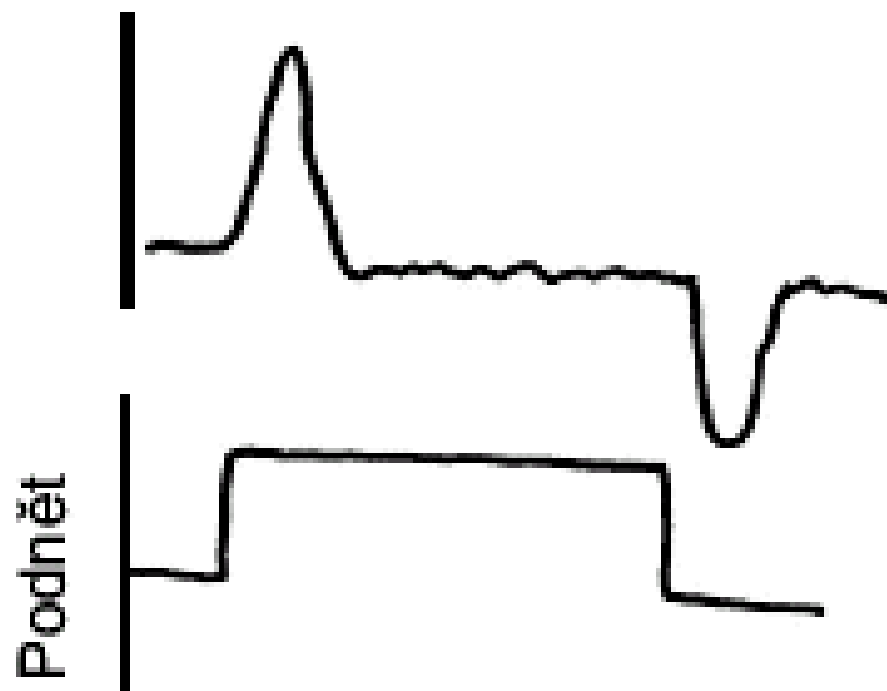


Intenzita podnětu a intenzita odpovědi.
Weber-Fechnerův zákon

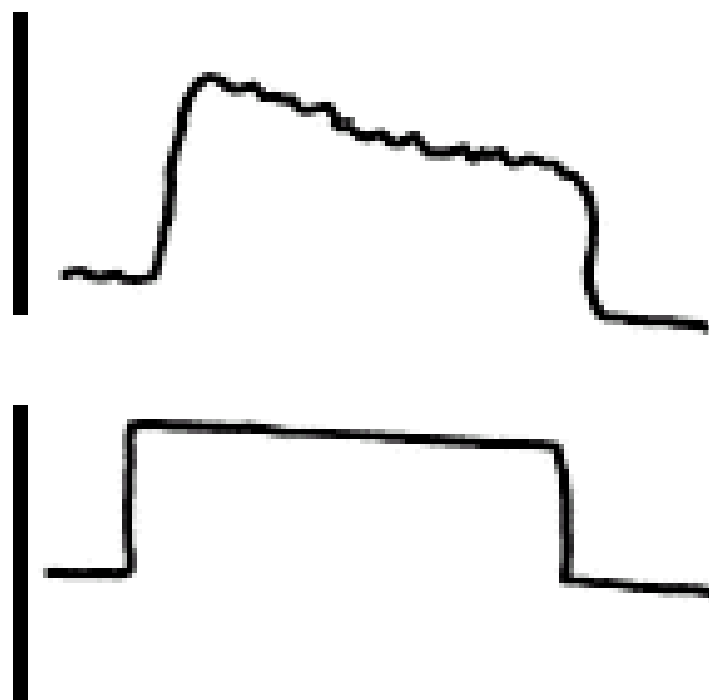


Trvání podnětu a trvání odpovědi.
Většina receptorů pracuje jako diferenční

Diferenční receptor



Proporcionální receptor



Laterální inhibice: vyšší rozlišovací schopnost zesílení kontrastů

