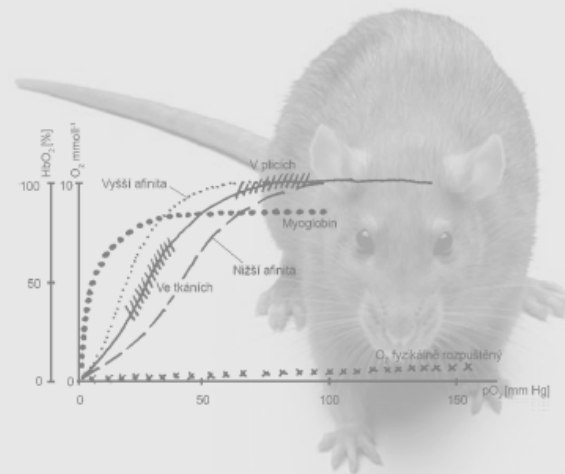


Přírodovědecká fakulta MU Brno

Srovnávací fyziologie živočichů

Martin Vácha
Ivana Fellnerová
Vítězslav Bičík
Richard Petrášek
Vladimír Šimek

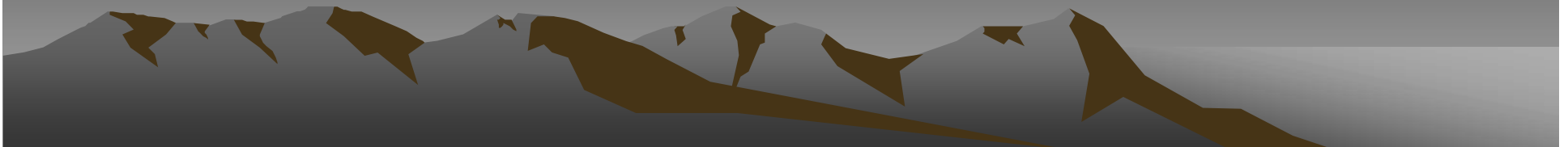
Prof. Vladimír Šimek
Doc. Martin Vácha



Brno 2008

Biologie živočichů

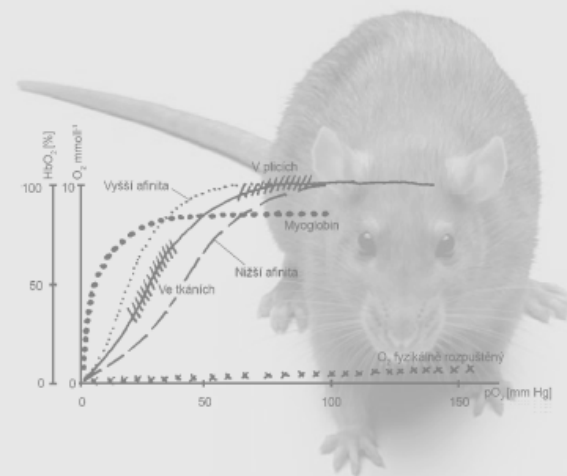
- Anatomie a morfologie
- Fyziologie
- Ekologie
- Etologie
- Genetika
- Taxonomie
- Vývojová biologie atd.



Přírodovědecká fakulta MU Brno

Srovnávací fyziologie živočichů

Martin Vácha
Ivana Fellnerová
Vítězslav Bičík
Richard Petrášek
Vladimír Šimek



Brno 2008

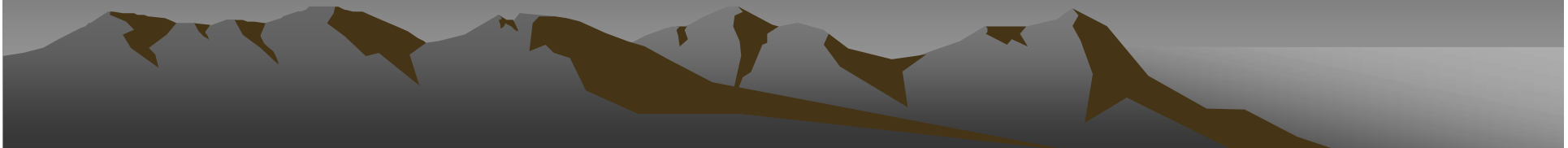
Z čeho studovat?
Chodit na přednášky?

Test ke zkoušce

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

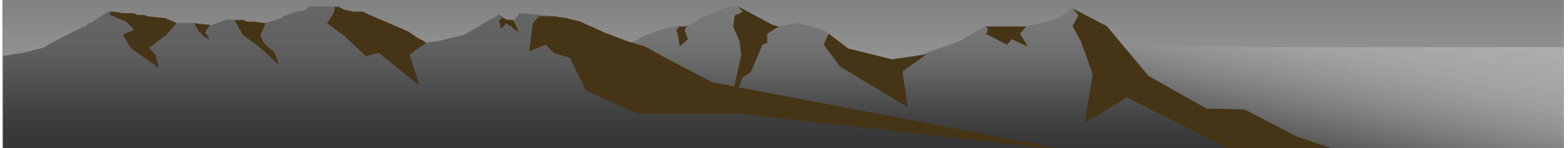
Příklad správné odpovědi na plný počet bodů:

A) Trijodtyronin a Tyroxin ze štítné žlázy zvyšují oxidační děje v mitochondriích a tak i metabolismus, proteosyntézu, zrání, růst. B) Somatotropin (růstový h.) z adenohipofýzy zvyšuje využívání lipidů a růst. C) Somatostatin z D buněk pankreatu 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.



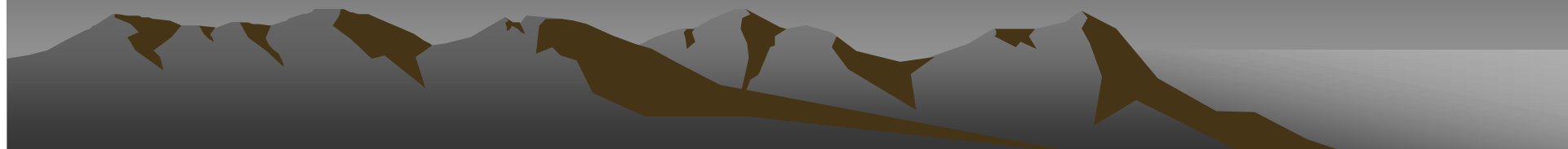
Přehled kapitol:

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



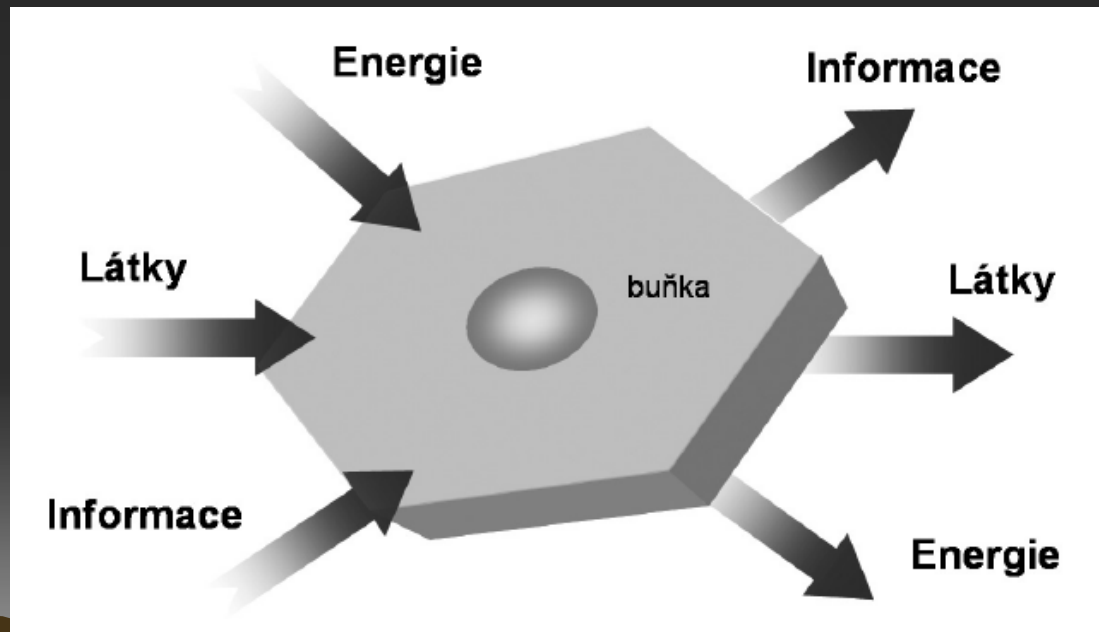
Biologie živočichů

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

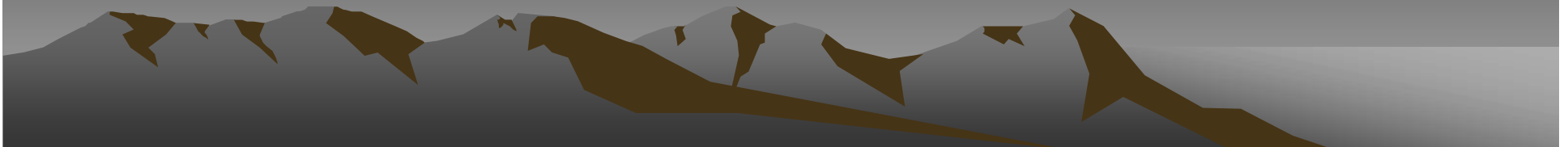


Definice živého: odvodíme nejlépe z funkcí -
dynamických procesů, které neživá
příroda nemá:

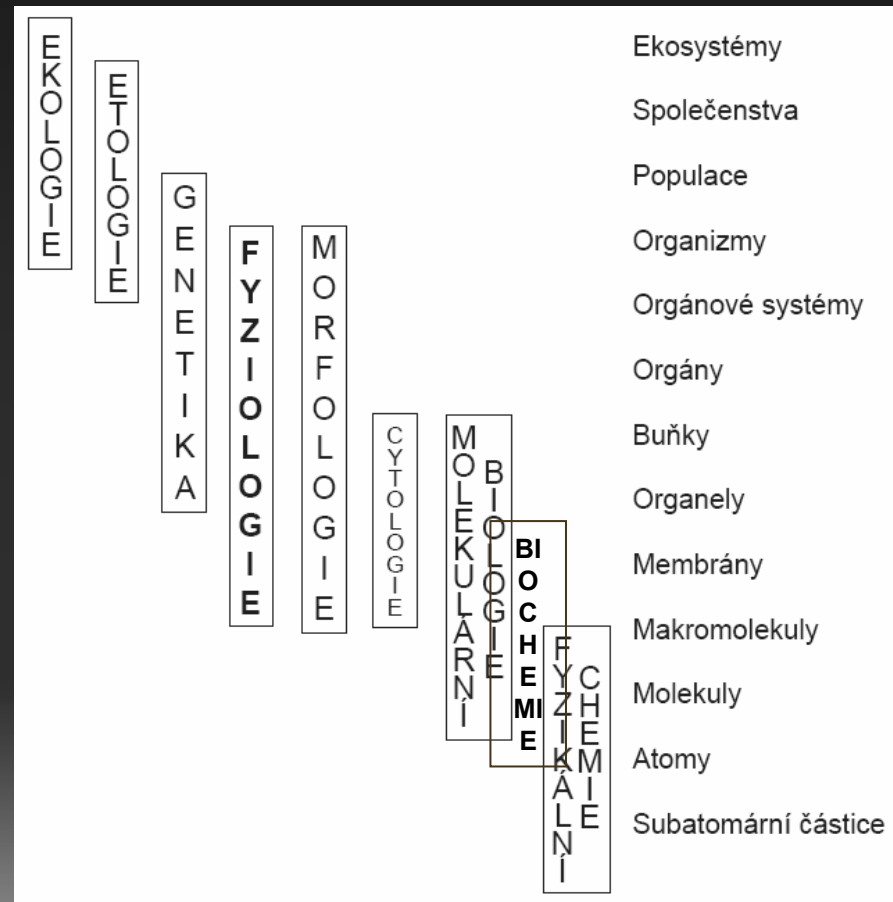
Udržování organizovanosti a integrity, rozmnožování.
Využívání látek a energie z okolí.



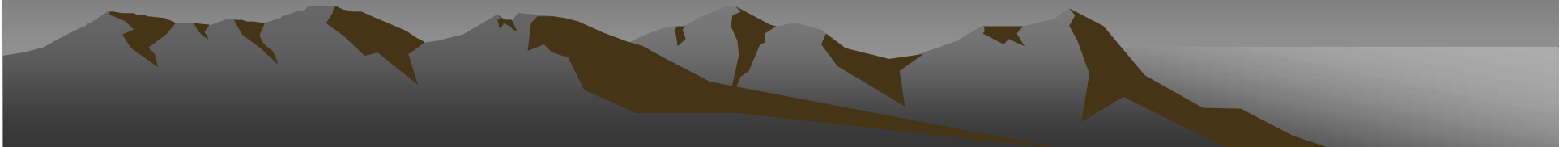
Je to fyziologie, která studuje funkce organismů, tedy projevy života.



Fyziologie živočichů - kontext



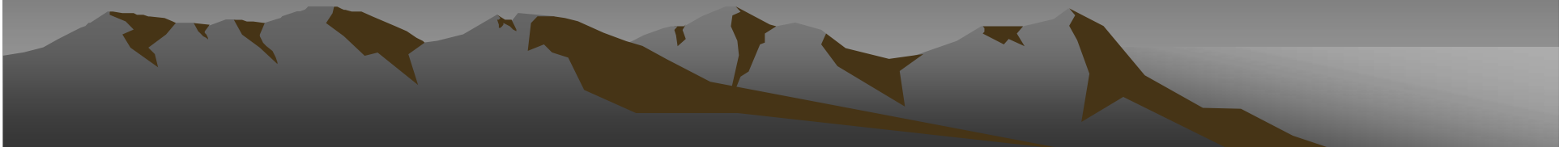
Srovnávací přístup – vidí vývojové a environmentální souvislosti



Na biologické vlastnosti se lze dívat ze dvou hledisek:

- mechanistické vysvětlení – jak to funguje (proximální, tradiční fyziologický přístup)
- evoluční vysvětlení – jak se to vyvinulo, teleologické hledání „smyslu“

Např. svalový třes



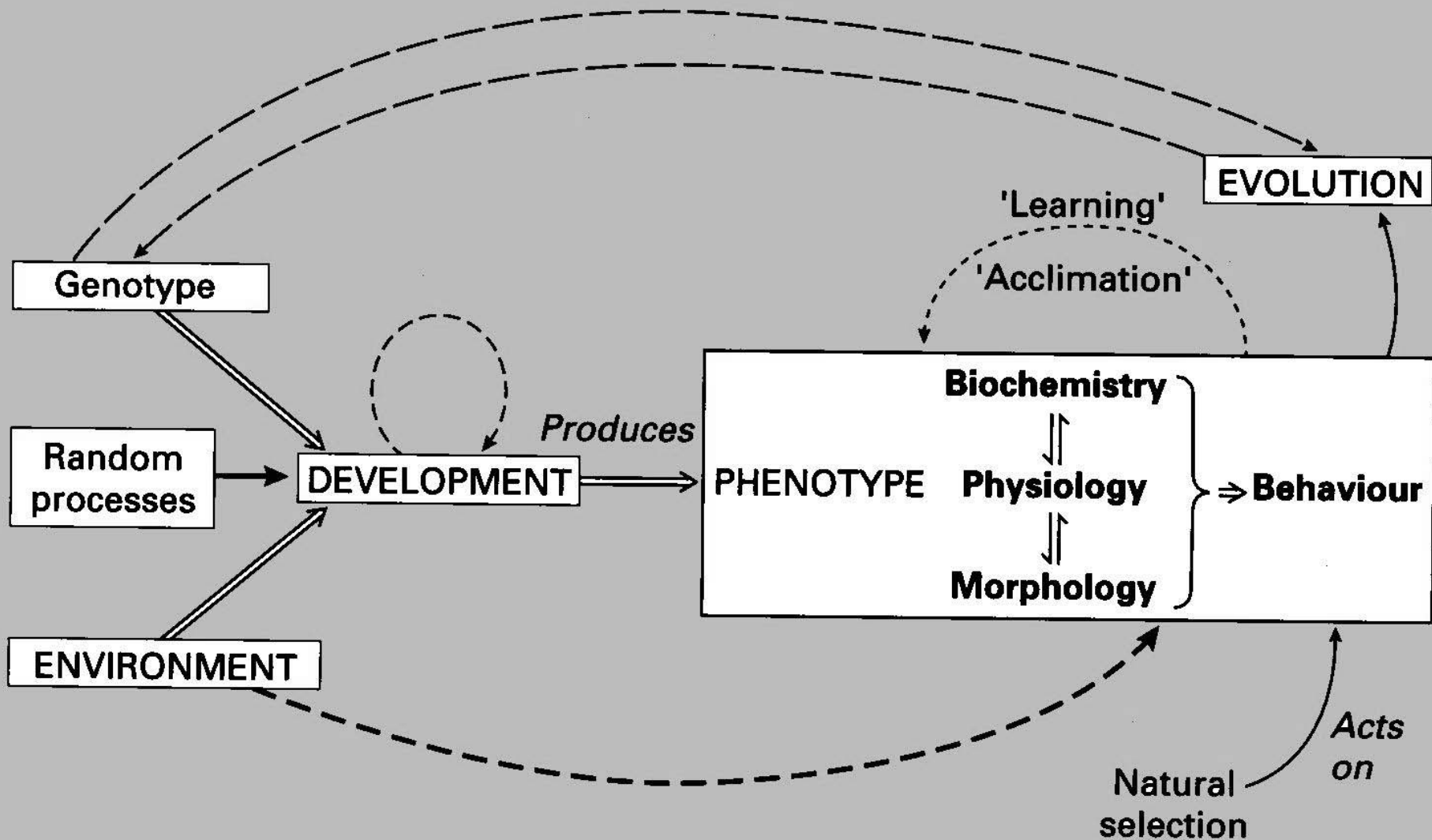
Na biologické vlastnosti se lze dívat ze dvou hledisek:
mechanistické vysvětlení – jak to funguje (proximátní,
tradiční fyziologický přístup)
evoluční vysvětlení – jak se to vyvinulo, teleologické
hledání „smyslu“

Např. svalový třes

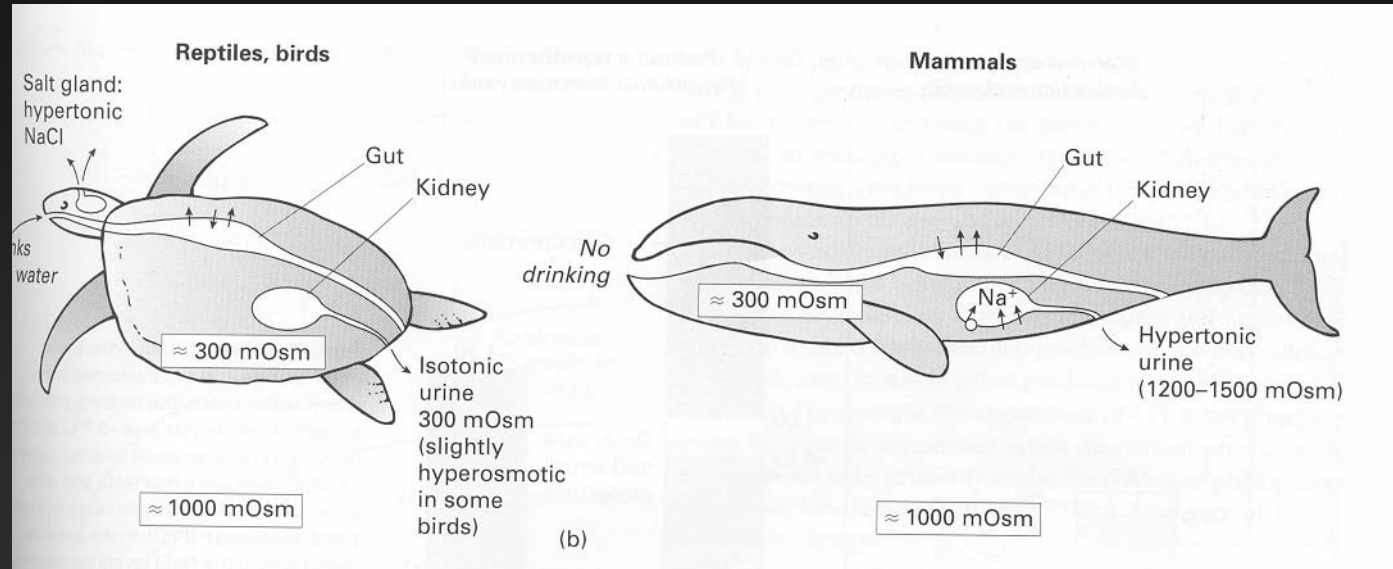
Protože znaky pravděpodobně vznikají selekcí, mluví se o nich jako o adaptacích – ty pomáhají zvýšit životaschopnost.

Evoluční pohled nabízí teleologická vysvětlení – hledání „logiky“ věcí. Odpověď na otázku proč?
Vždy ale mají nějakou minulost, která je limituje. Není vždy nejlogičtější. Páteř – suboptimální design.

Živé organismus má svou historii: je výsledkem milionů let evoluce díky variabilitě a přírodní selekci.

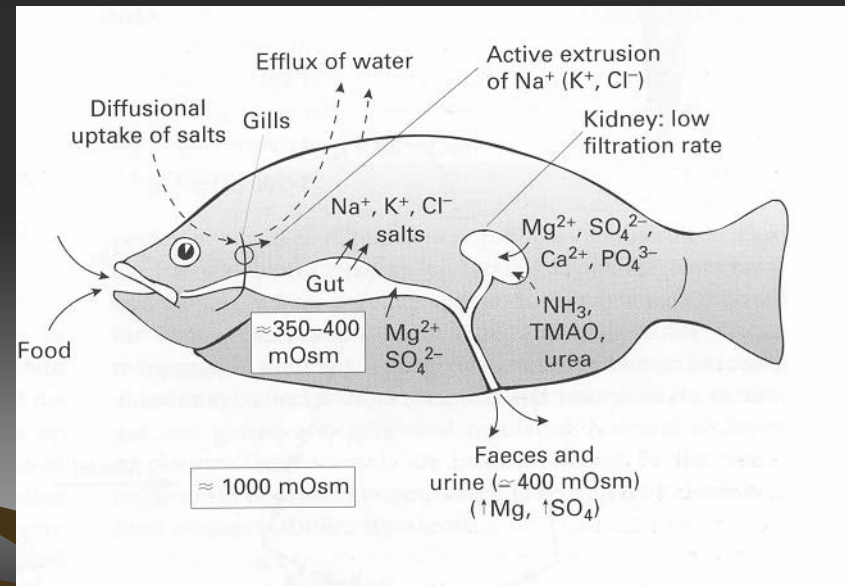
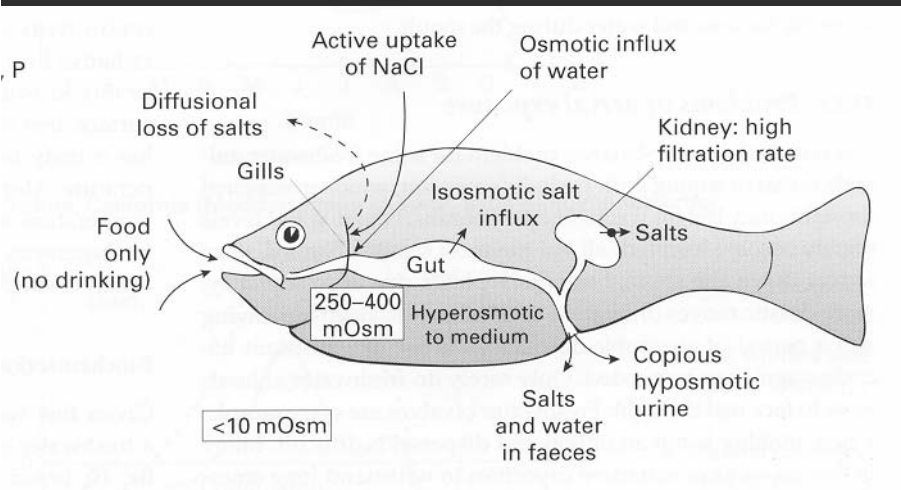


Prostředí určuje funkce



ve sladké vodě

v moři



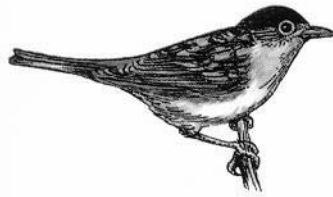


Morfologie a funkce

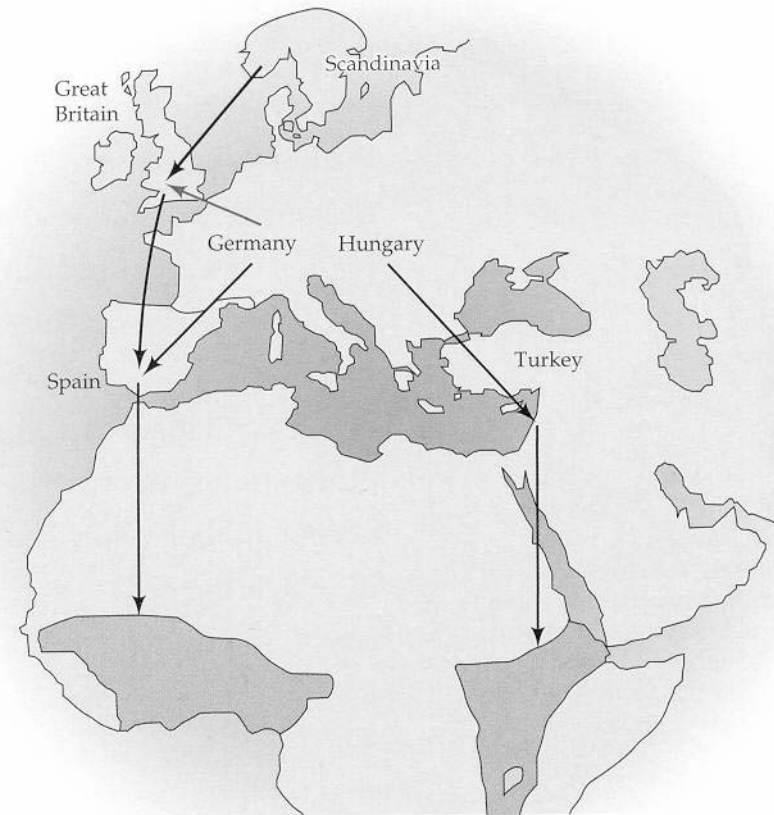


Morfologie a funkce

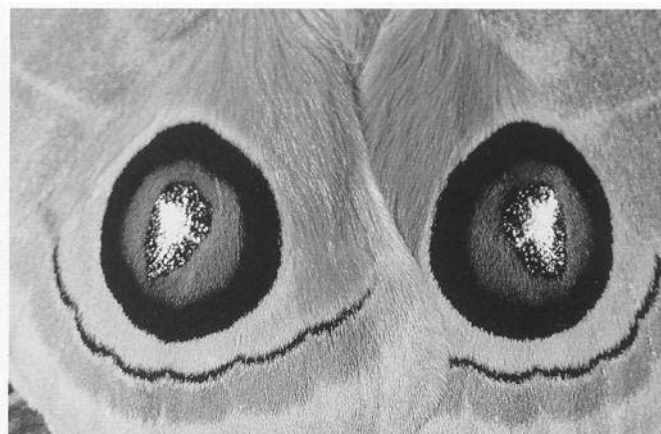
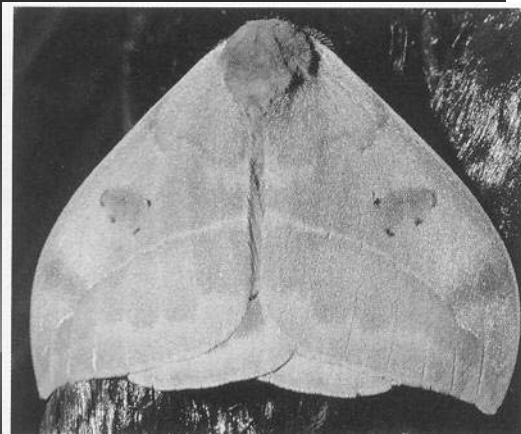
Chování jako adaptace

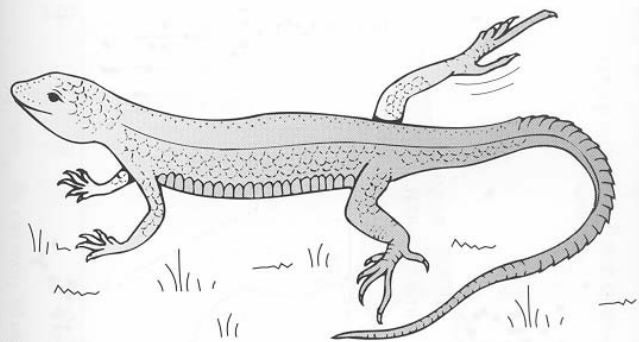


Blackcap warbler

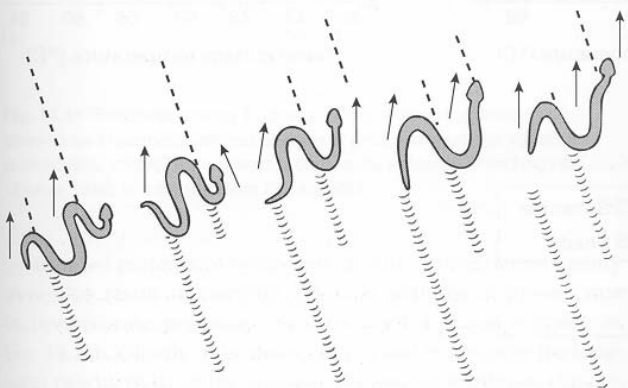


1 Different migratory routes of blackcap warblers. Blackcaps living in southern Germany and Scandinavia first go southwest to Spain before turning south to western Africa. Blackcaps living in eastern Europe go southeast before turning south to fly to eastern Africa. Other members of the species that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

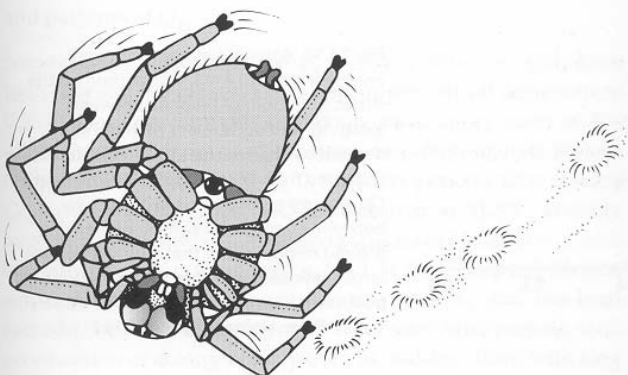




(a)



(b)



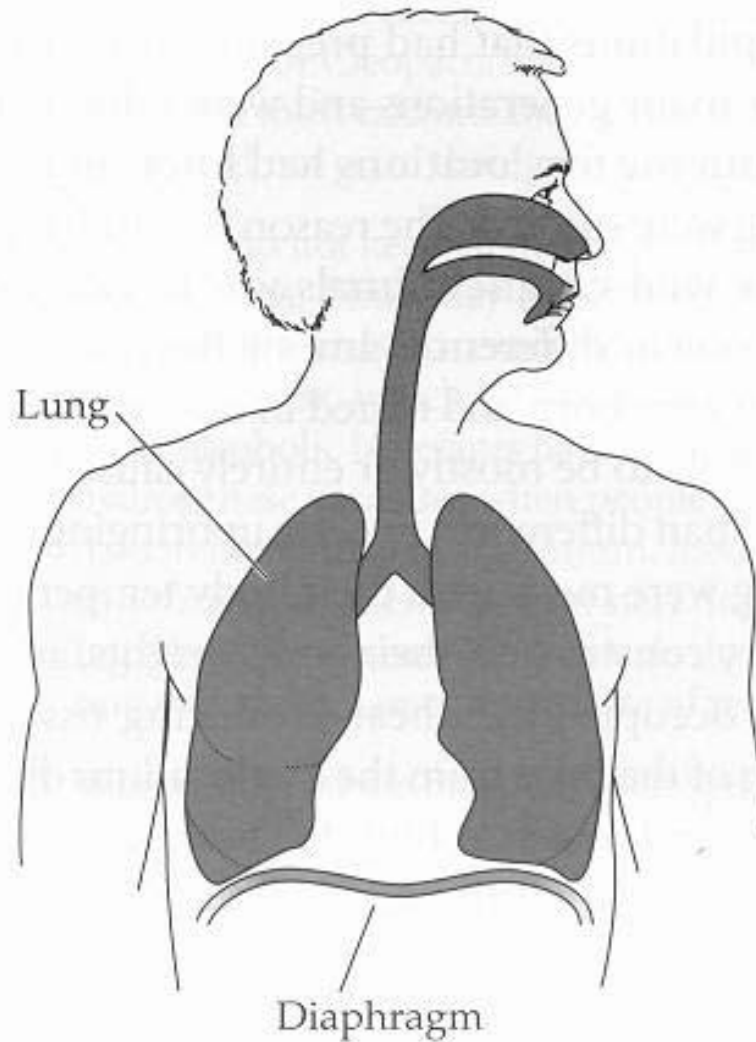
(c)



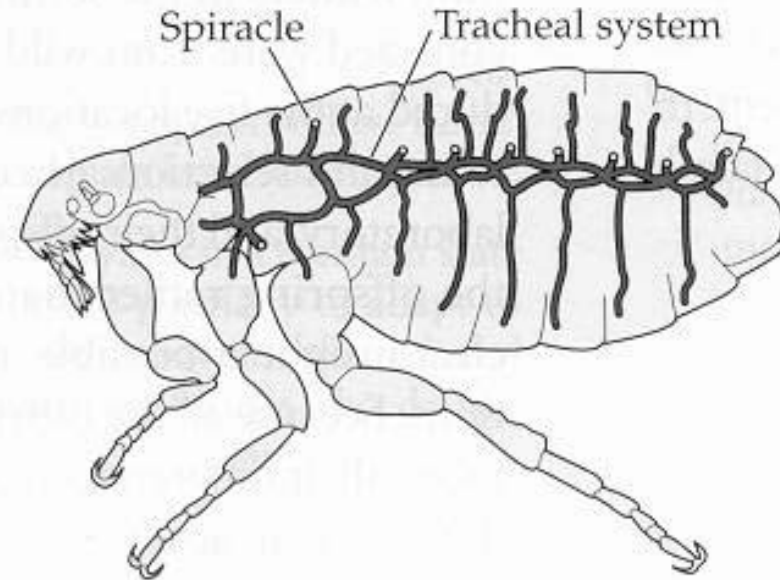
Chování jako adaptace

Různá řešení téhož problému

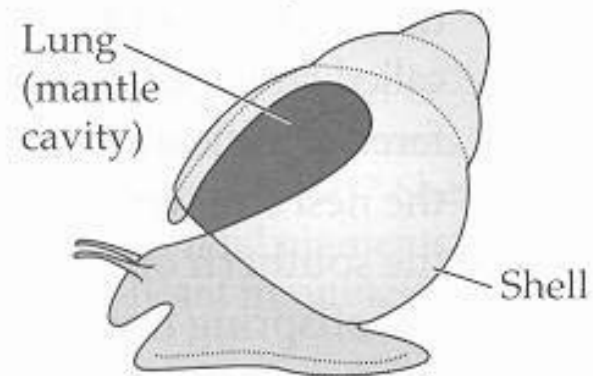
(a) Human (Phylum Chordata)



(b) Insect (Phylum Arthropoda)

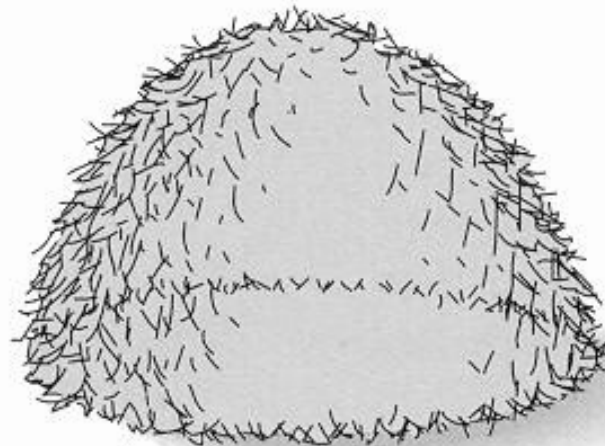


(c) Land snail (Phylum Mollusca)



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.



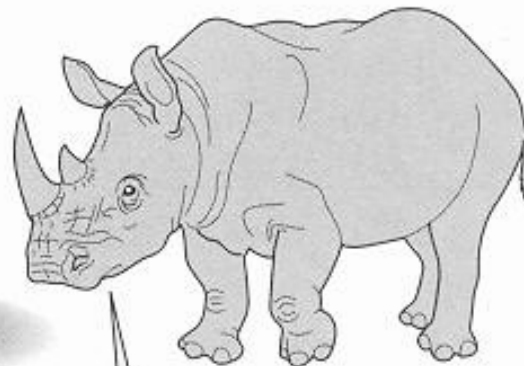
30 g

(b) White rhino



650 kg

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

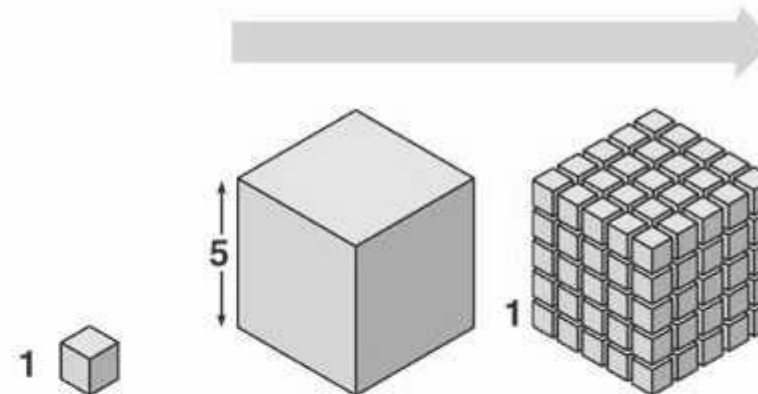


1900 kg

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

Poměr Povrch/Objem a maximalizace povrchu

Surface area increases while total volume remains constant

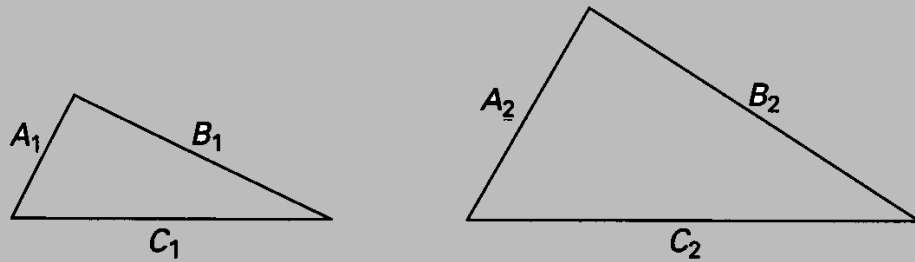


Total surface area (height × width × number of sides × number of boxes)	6	150	750
Total volume (height × width × length × number of boxes)	1	125	125
Surface-to-volume ratio (surface area / volume)	6	1.2	6

Velikost limituje
funkce



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



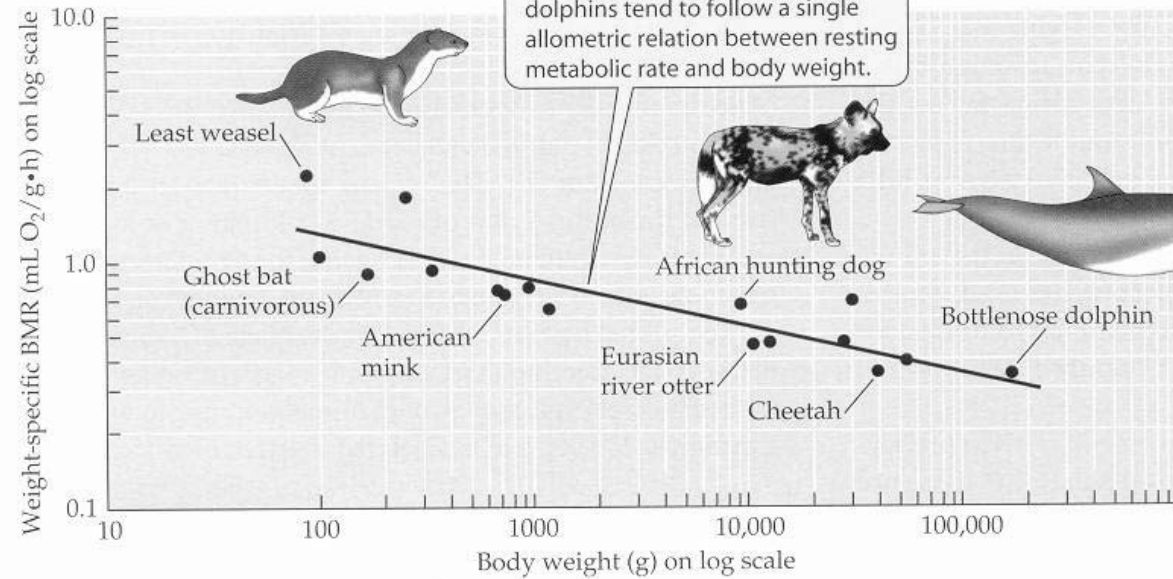
$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{B_1}{B_2} = \frac{C_1}{C_2} = k$$

izometrické trojúhelníky



Čím větší tím
úspornější

(a) Species of carnivorous mammals



(b) Individuals of a species of crab

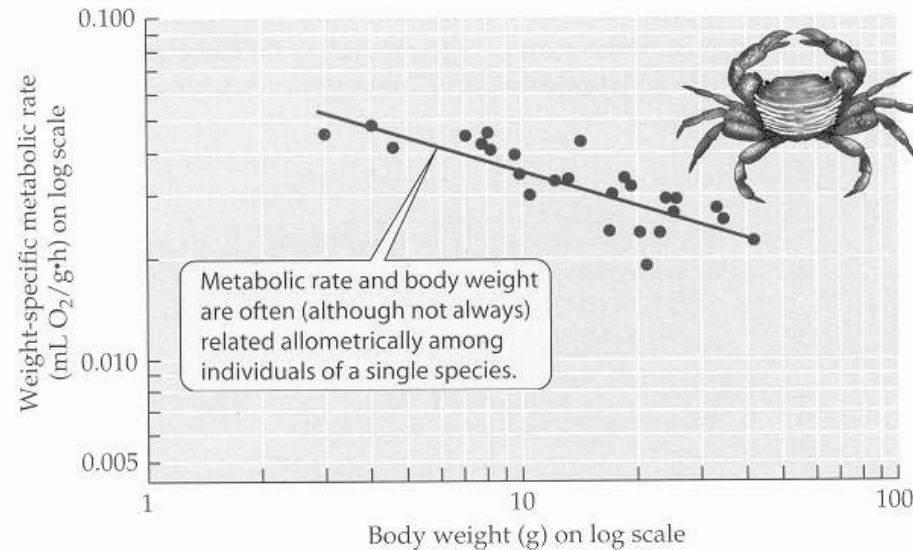
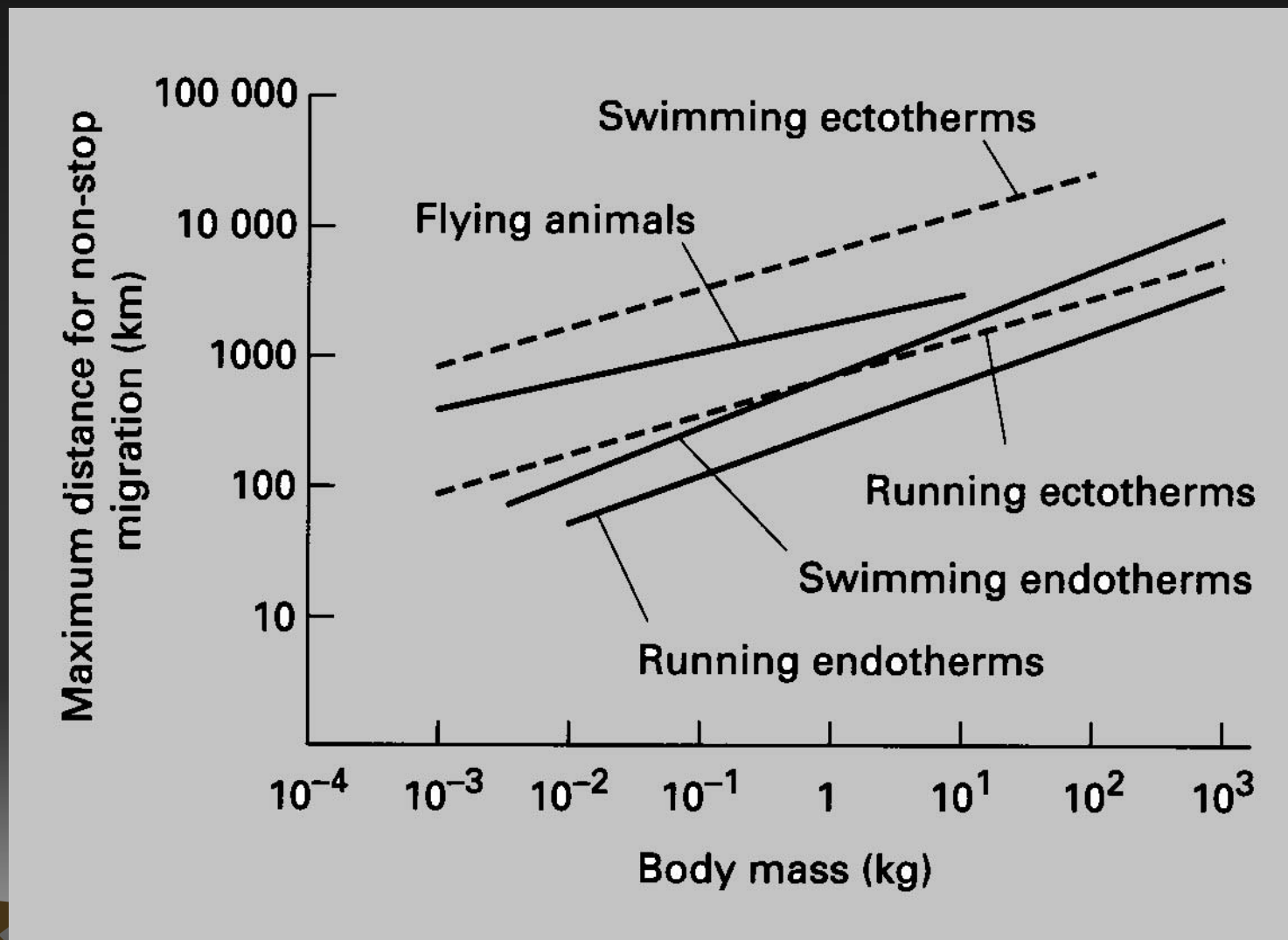
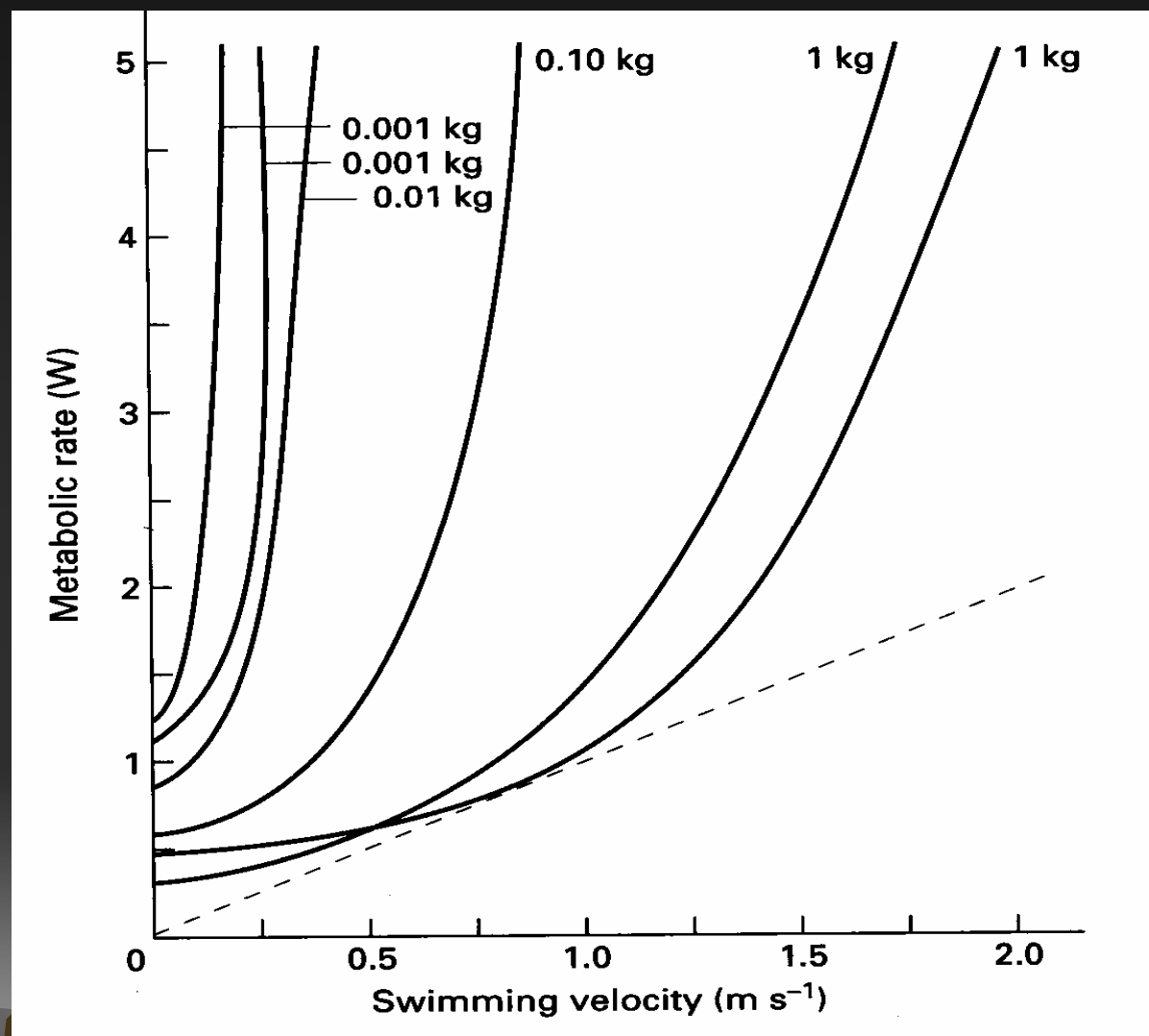


Figure 5.10 Metabolic rate and linearly on log-log coordinate: a function of body weight for mammals and birds, plotted on a log-log coordinate system. (a) Data points represent individual species of mammals and birds. (b) A log-log plot of weight-specific metabolic rate as a function of body weight in a crab (*Pachygrapsus crassipes*) at a particular body weight. A straight line is fitted to the points. See Appendix 1 for more details. (a after McNab 1986; b after

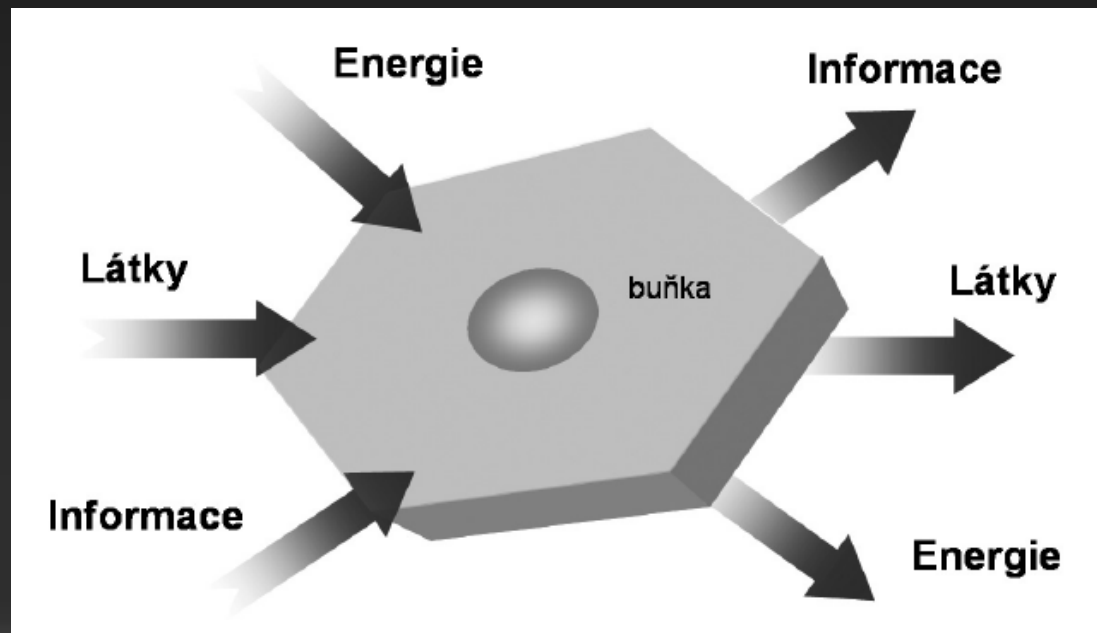
Nejtěžší se dostanou nejdál



Těžkého plavce stojí rychlost méně

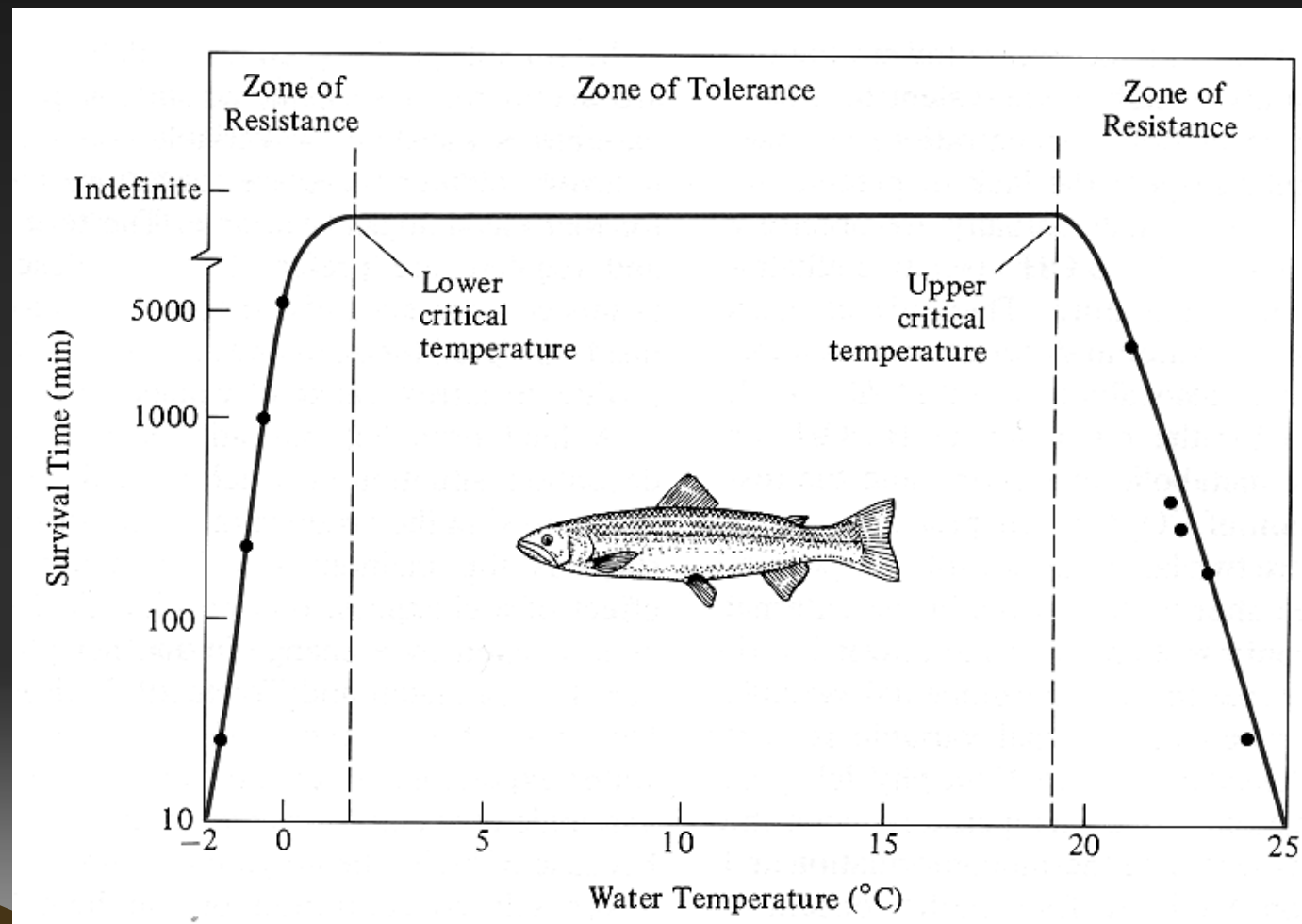


Udržení organizovanosti navzdory chaosu
-základní vlastnost živých organismů.
Udržení stálosti vnitřního prostředí.

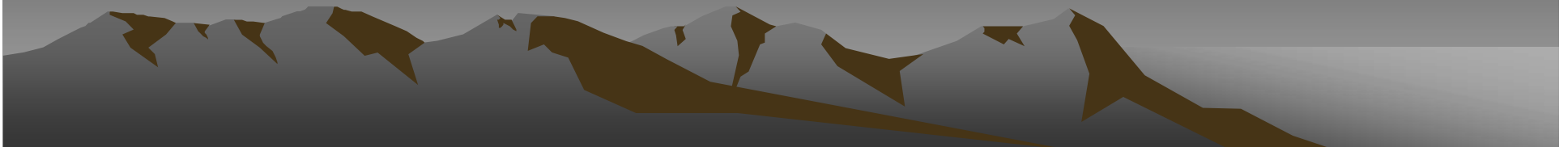


Homeostáza, adaptace, regulace

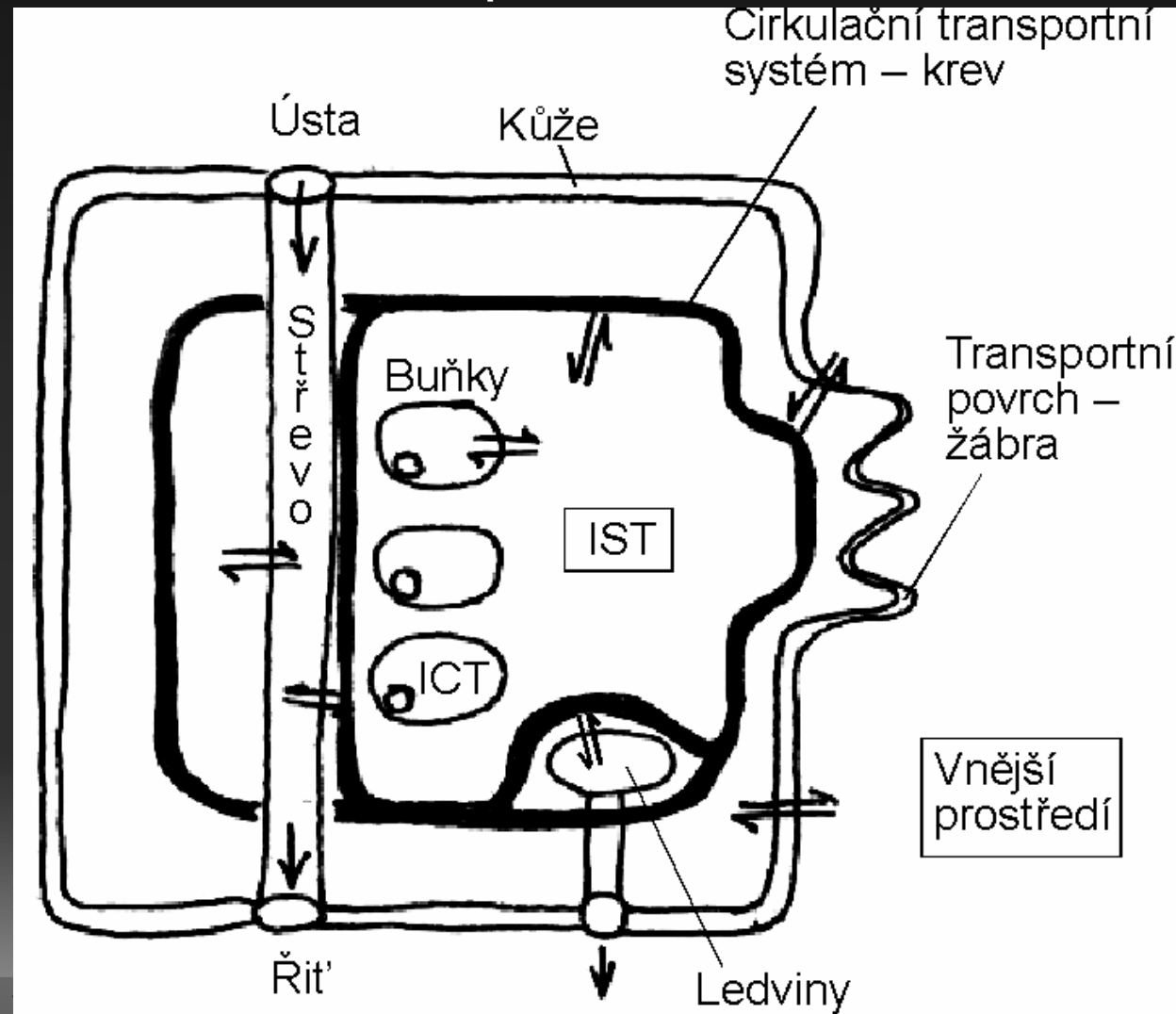
Optimum a jeho hranice



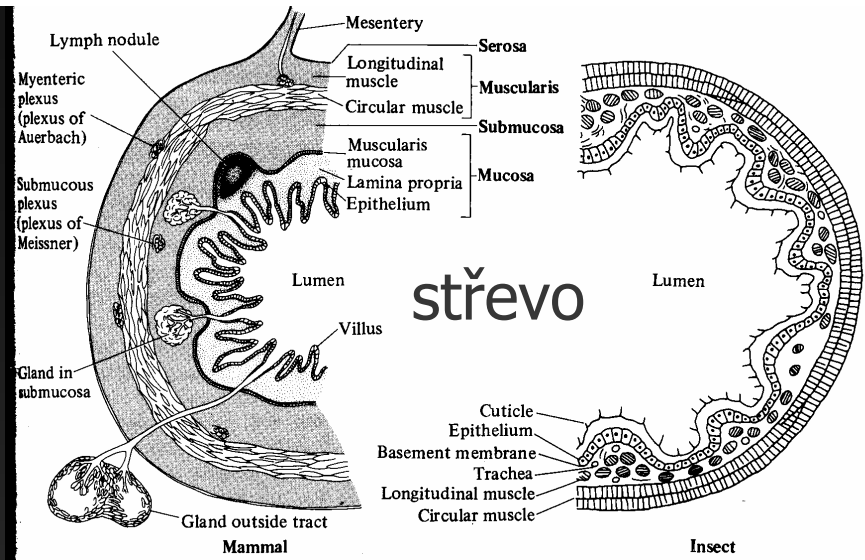
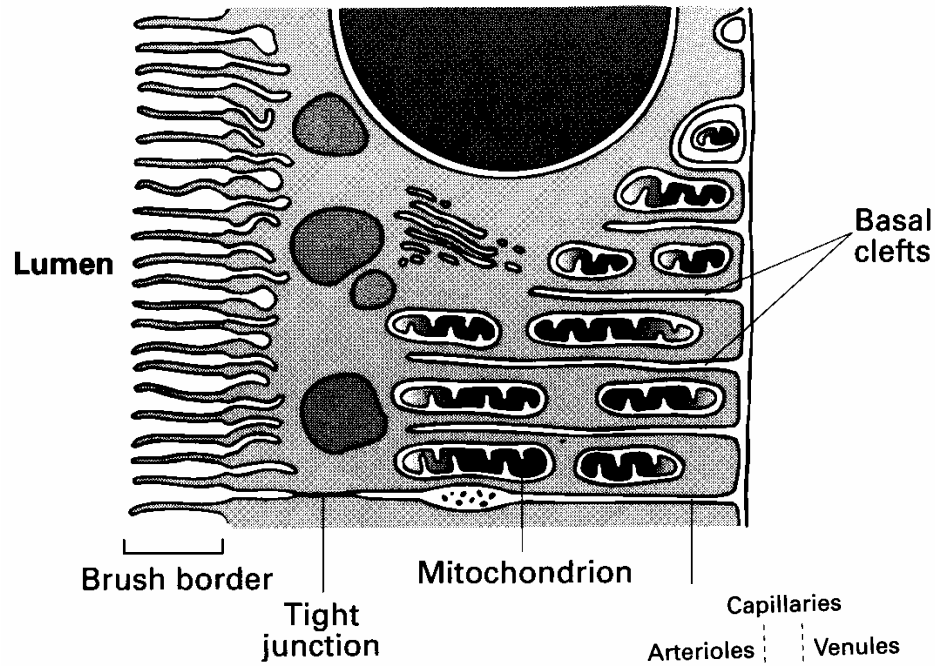
- Mnohobuněčnost – živočich si nese „pramoře“ s sebou
- možnost života v dalších volných nikách, větší nezávislost.
 - nutnost vzniku infrastruktury organismu
 - nutnost údržby vnitřního prostředí



Vznik orgánových soustav u mnohobuněčných - péče o stálost vnitřního prostředí



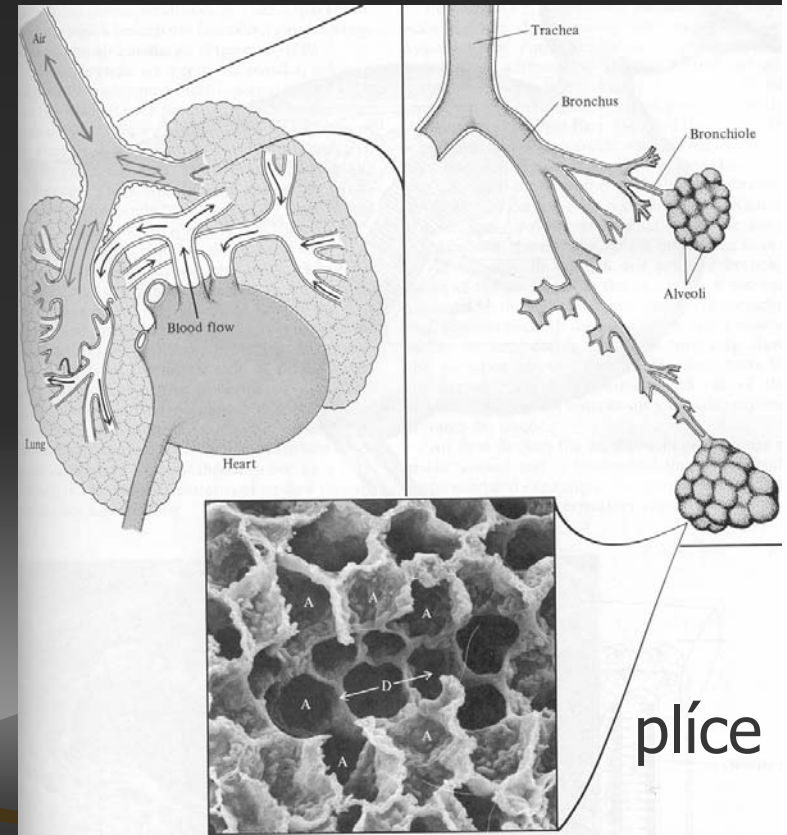
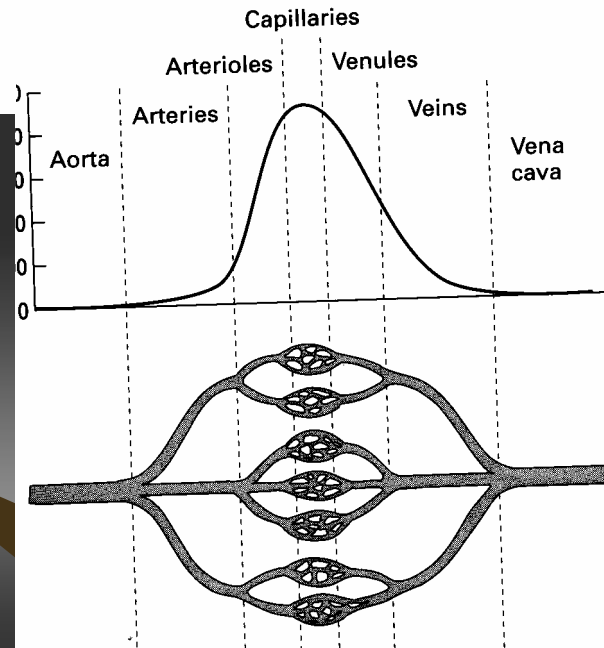
Kontaktní rozhraní
musí mít velkou plochu



střevo

ledvinný tubulus

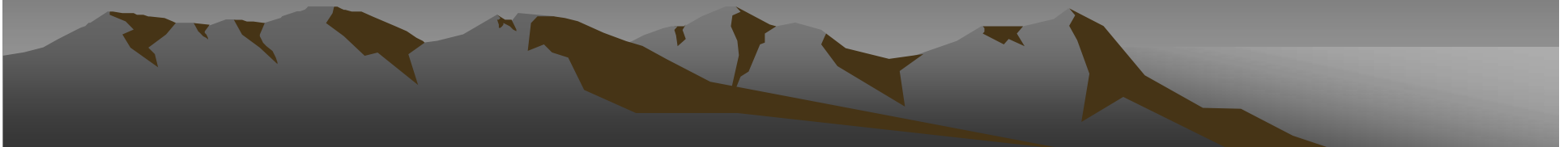
kapiláry



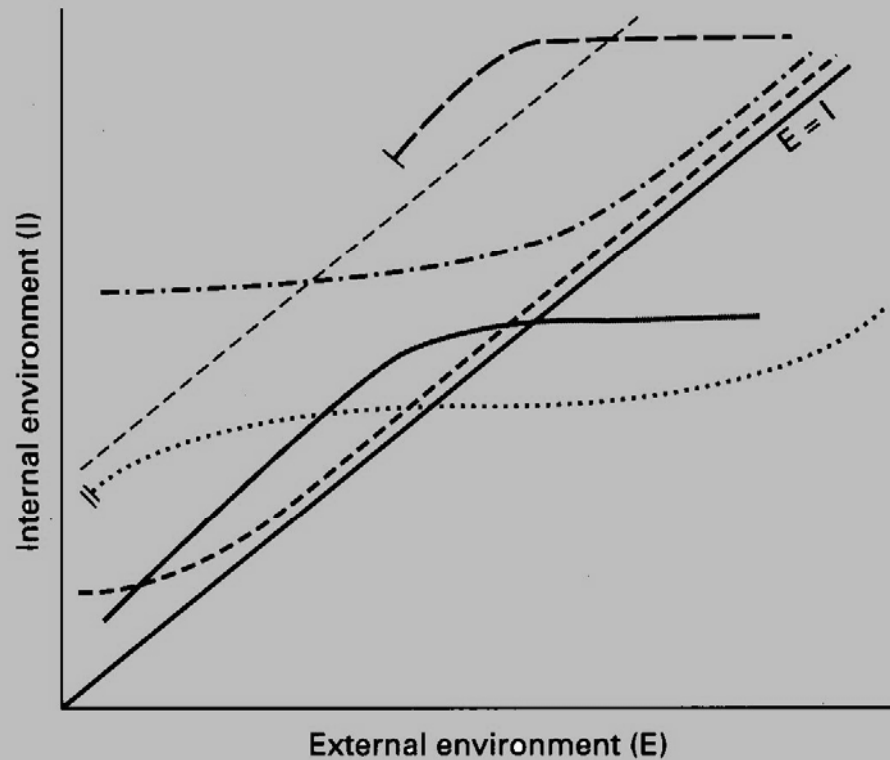
Různé adaptační strategie na změnu životních podmínek

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

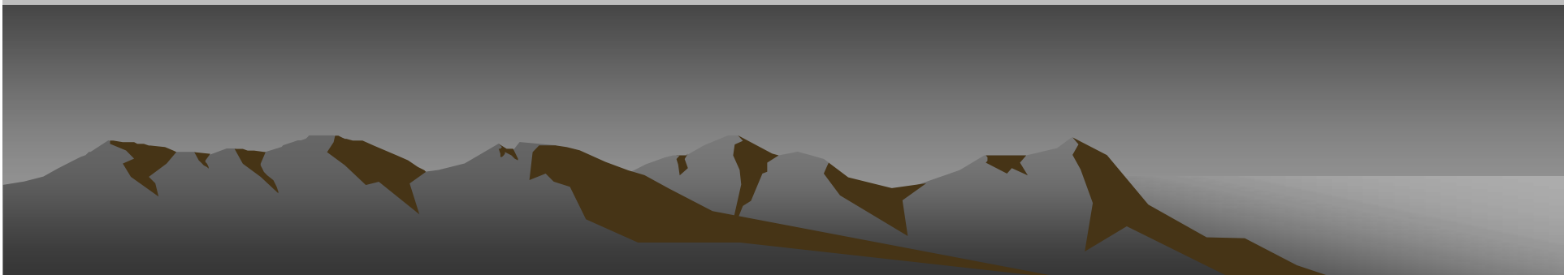
Volba strategie souvisí s tělní stavbou a velikostí těla.



„Konformeri“ a regulátoři.



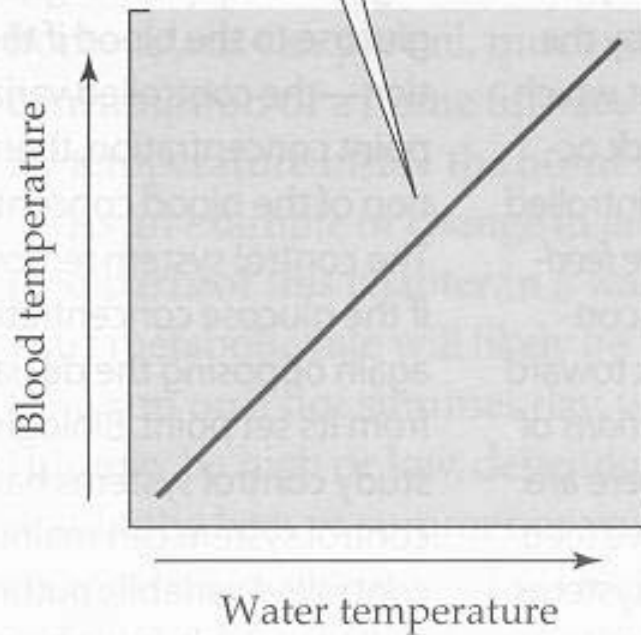
- 'Conformer', but some regulation at extreme low E
- 'Regulator', but less efficient at extremes
- . - . - Typical 'partial' regulator, conforming in relatively normal conditions but regulating as conditions get more difficult
- Essentially a conformer (parallel to $E = I$ line), but internal environment 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



„Konformeri“ a regulátoři.

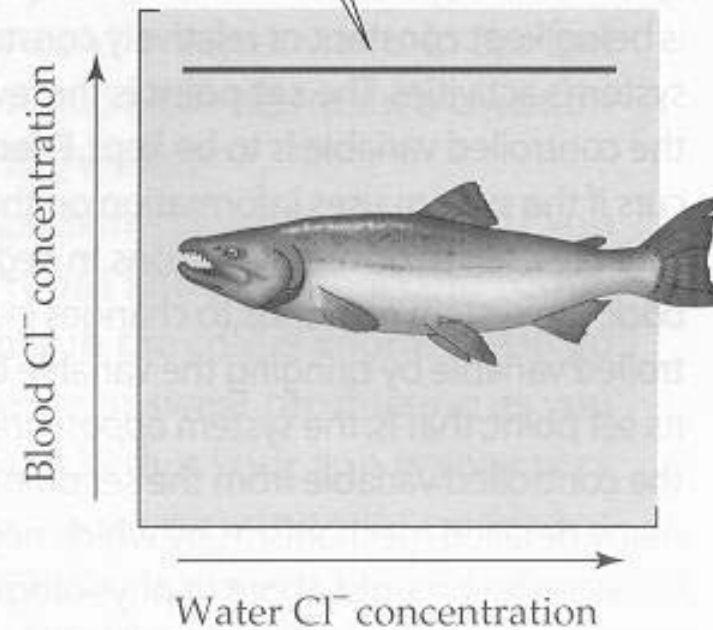
(a) Temperature conformity

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^- .



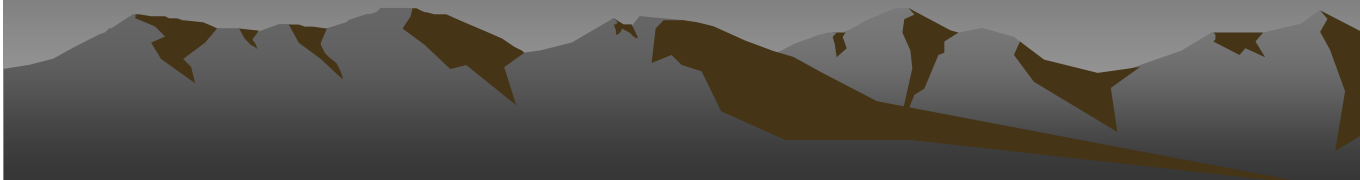
Celková životní strategie zahrnuje mnoho faktorů –
Neexistuje jediné univerzální, ideální řešení

	<i>r</i> -selection	<i>K</i> -selection	<i>A</i> -selection
<i>Environment</i>			
Stability	Low	High	High
Abiotic stress	High	Low	High
Energy	Low	High	Low
<i>Individuals</i>			
Body size	Small	Large	Small or large
Lifespan	Short	Long	Long
Maturity	Early	Late	Late
<i>Reproduction</i>			
Pattern	Semelparous	Iteroparous	Either
Generation time	Short	Long	Either
Fecundity	High	Low	Low
Offspring	Many, small	Few, large	Either
Parental care	Absent	Common	Possible
<i>Populations</i>			
Density	Fluctuating	High	Low, or fluctuating
Stability	Fluctuating	Steady	Fluctuating
Range	High	Low	Either
Competition	Low	High	Low
Biotic interactions	Few, simple	Many, complex	Few, simple
<i>Overview</i>			
	Small	Large	Very varied
	Rapid reproductive output	Slow reproductive output	Usually slow
	Colonists	Climax communities	Simple climax
	Generalists	Specialists	Specialists

R- stratég: vyšší důraz na rozmnožování a mobilitu potomstva, přičemž kvalita a konkurenceschopnost je odsunuta do pozadí



K-stratég je organismus, který ve své životní strategii uplatňuje vyšší důraz na kvalitu a konkurenceschopnost potomstva (semen nebo mlád'at), přičemž jeho kvantita a mobilita je odsunuta do pozadí.



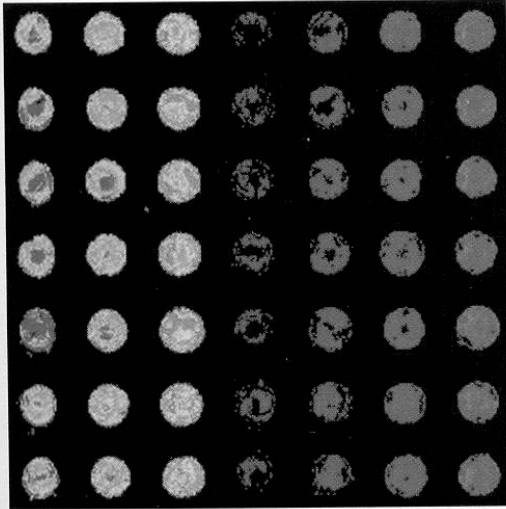


Photo: Courtesy of Affymetrix, Inc.

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.

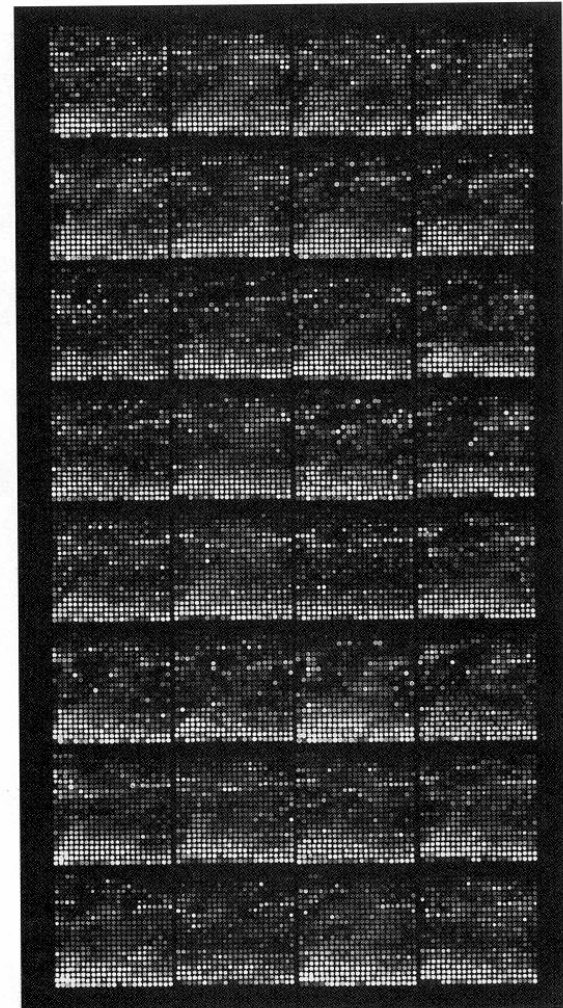
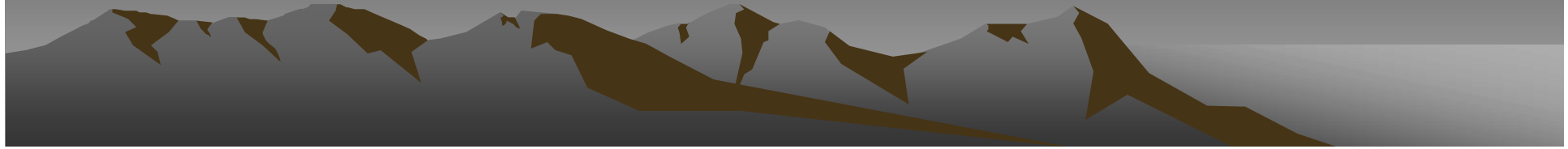
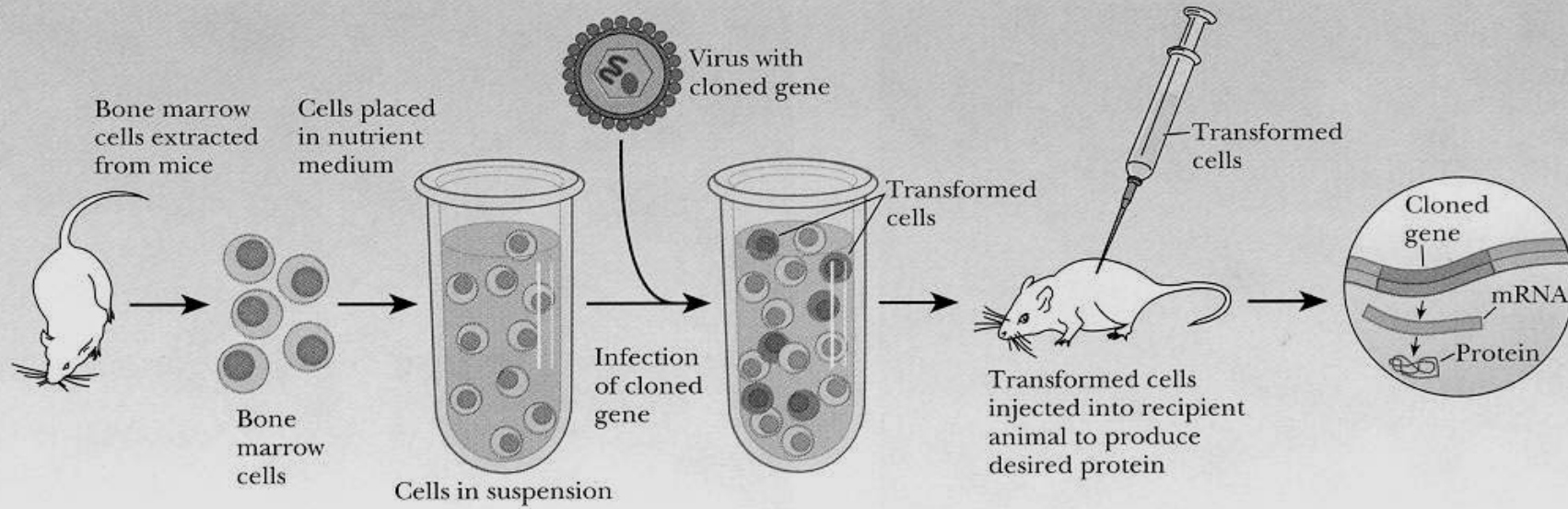


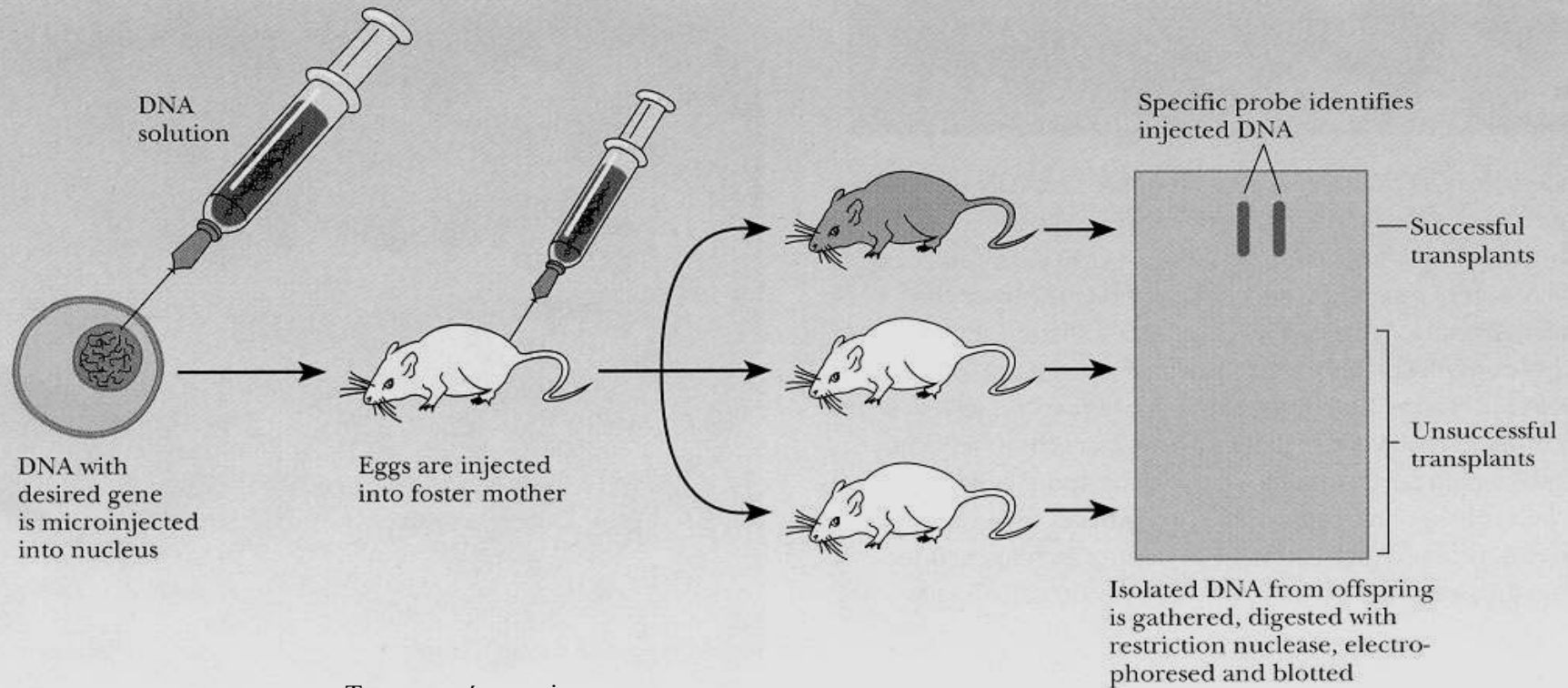
Photo: Andrew Chen, CNRS, Institut Pasteur

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



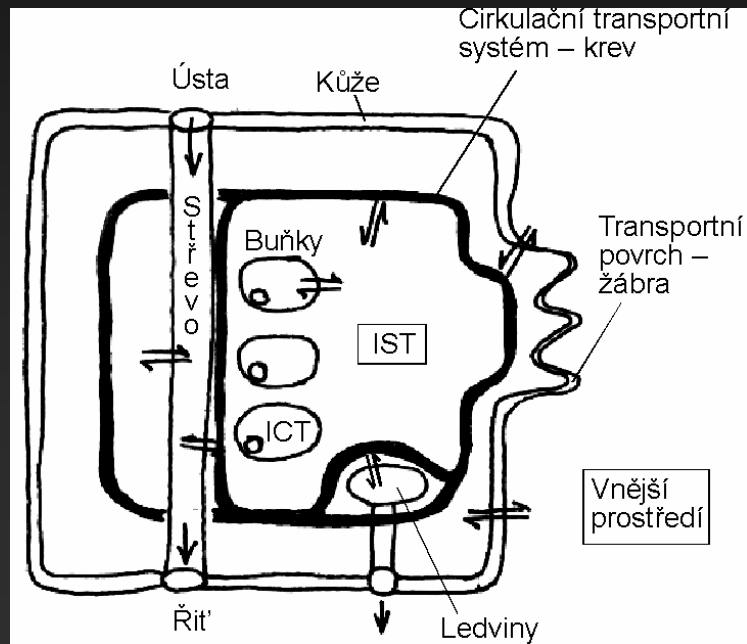


Genová terapie

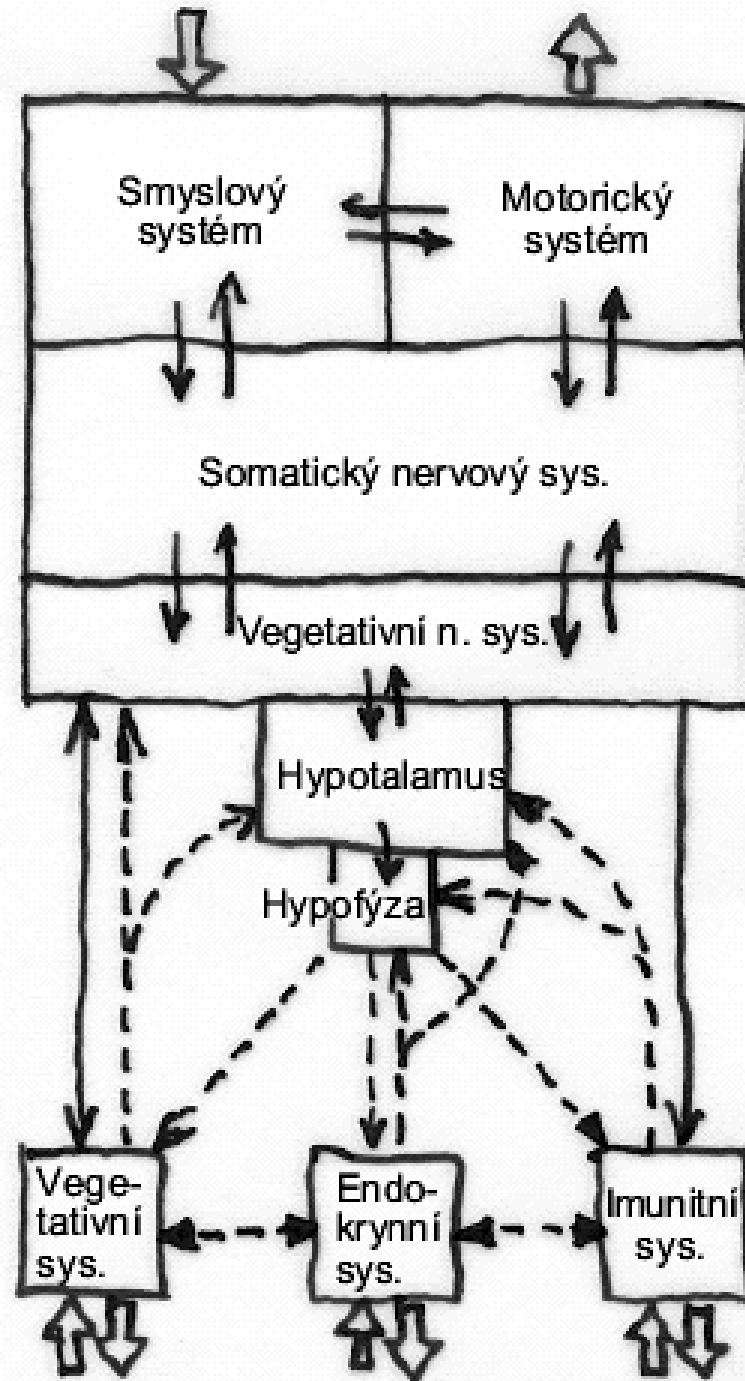


Transgenní organismus

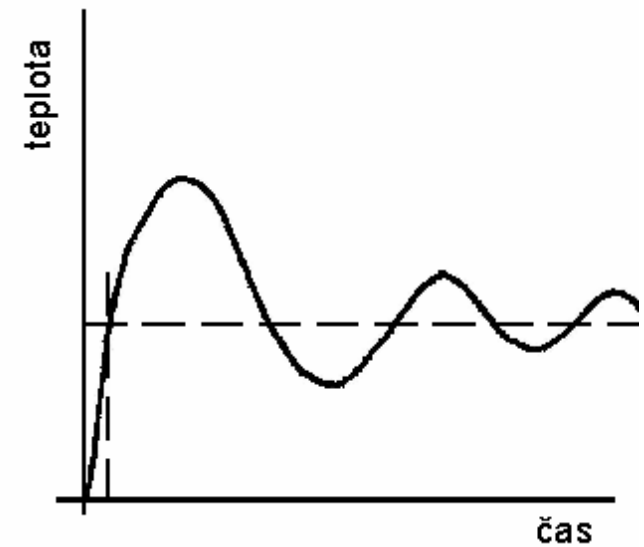
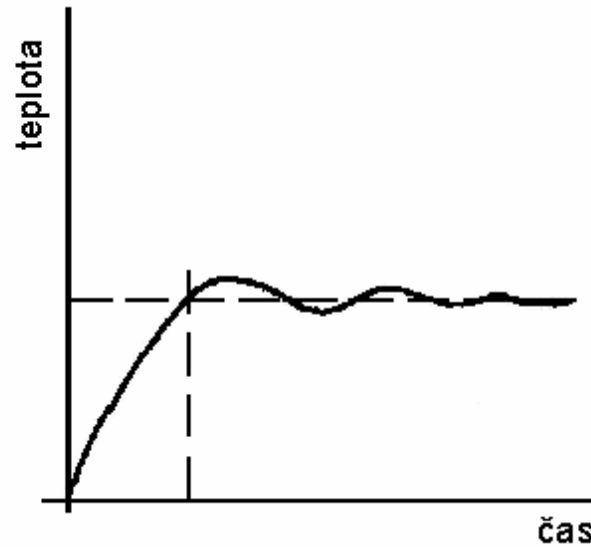
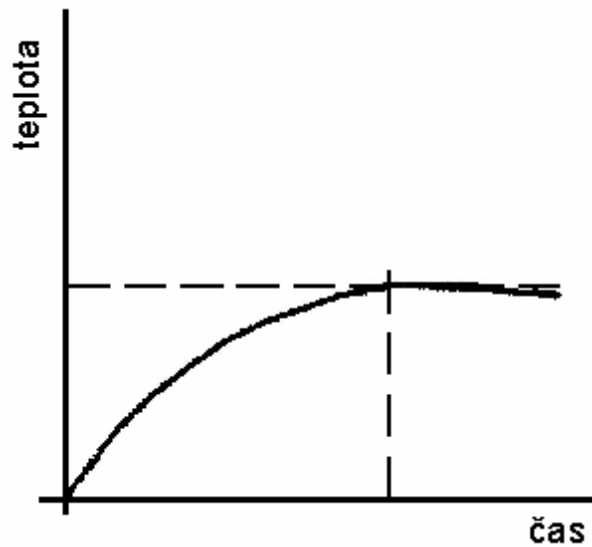
Regulace



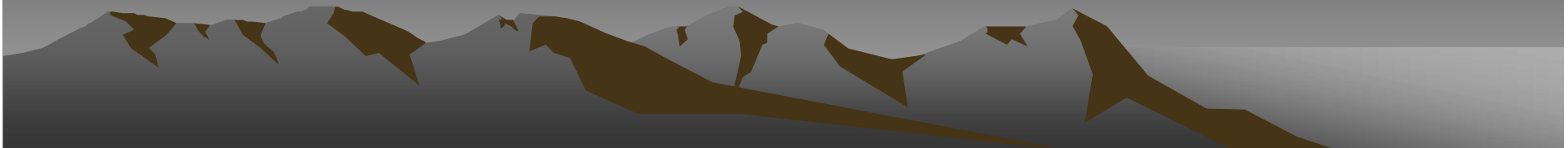
Řídící a obslužné systémy



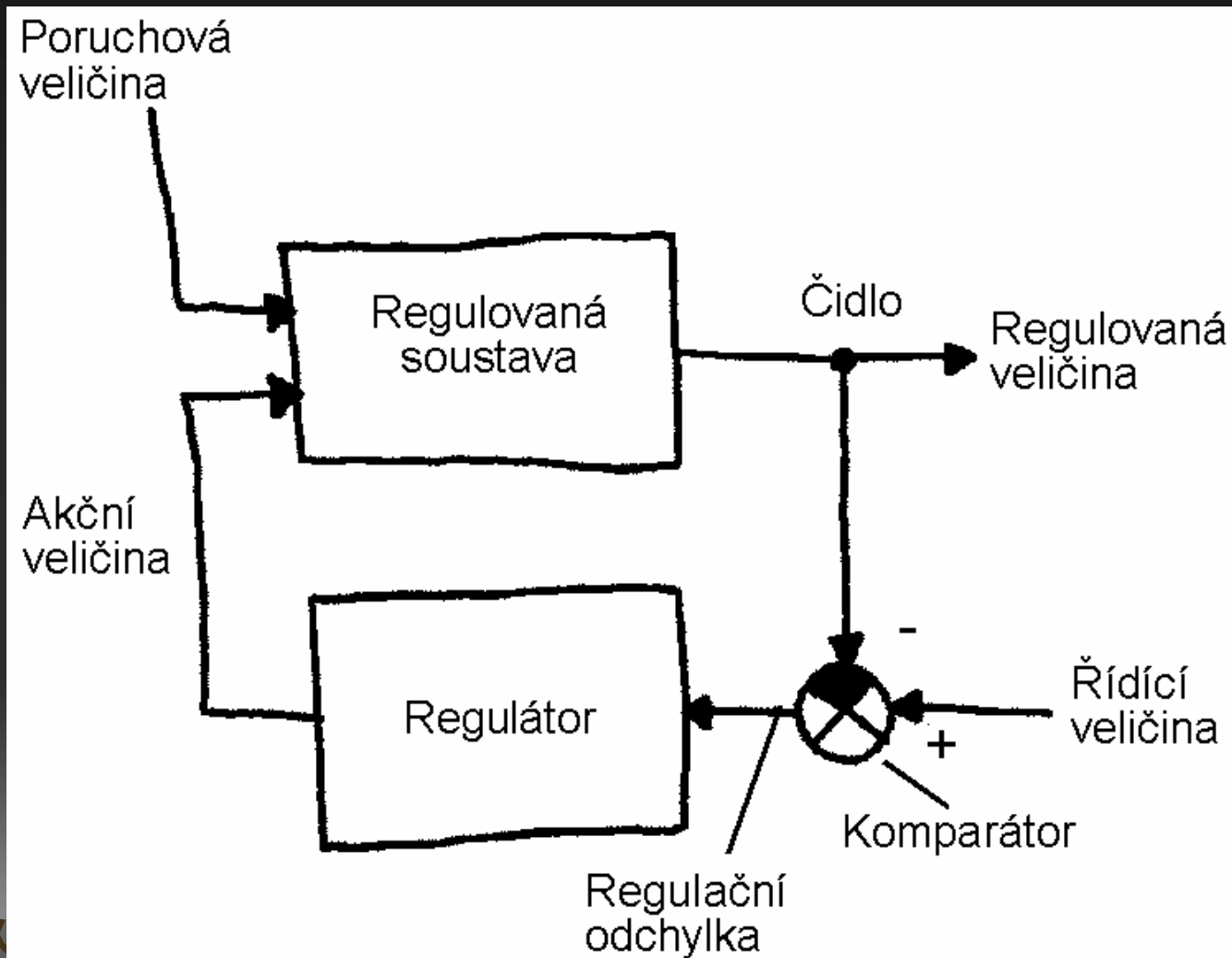
Regulace



Kompromis mezi rychlostí a přesností



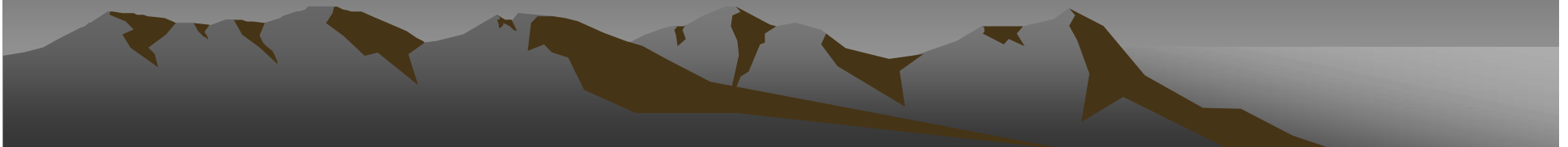
Negativní zpětná vazba jako základní nástroj udržení homeostázy



Negativní zpětná vazba jako základní nástroj udržení homeostázy

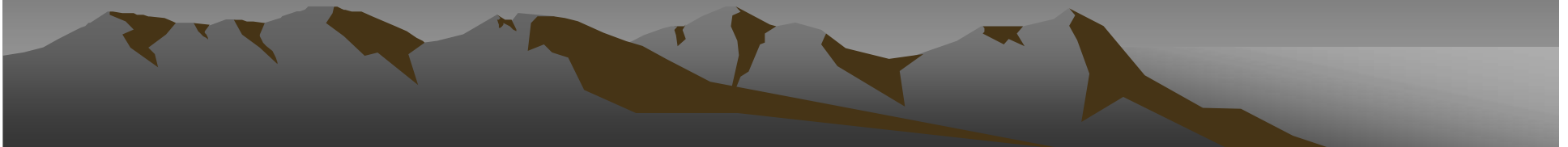
Přesnost regulace:

- ON-OFF
- Proporcionální
- Anticipační



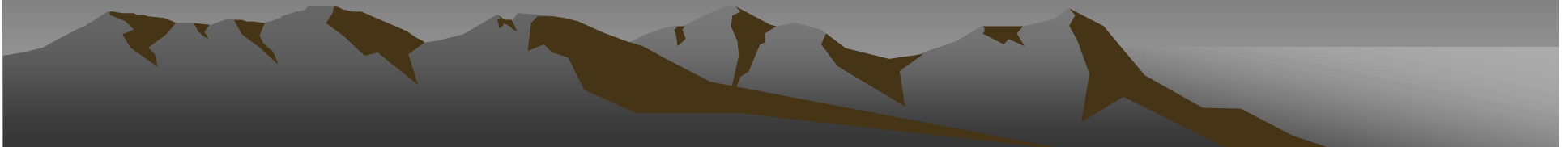
Shrnutí

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



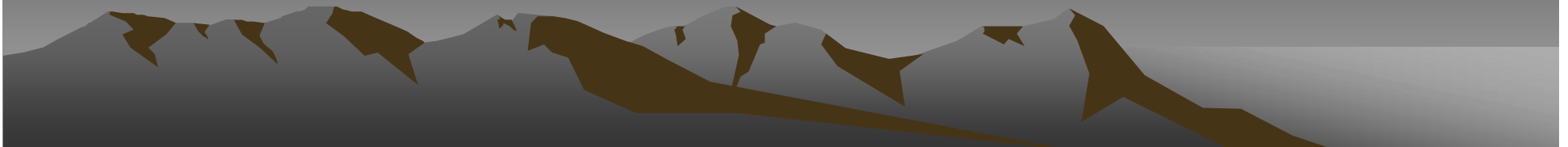
Shrnutí

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

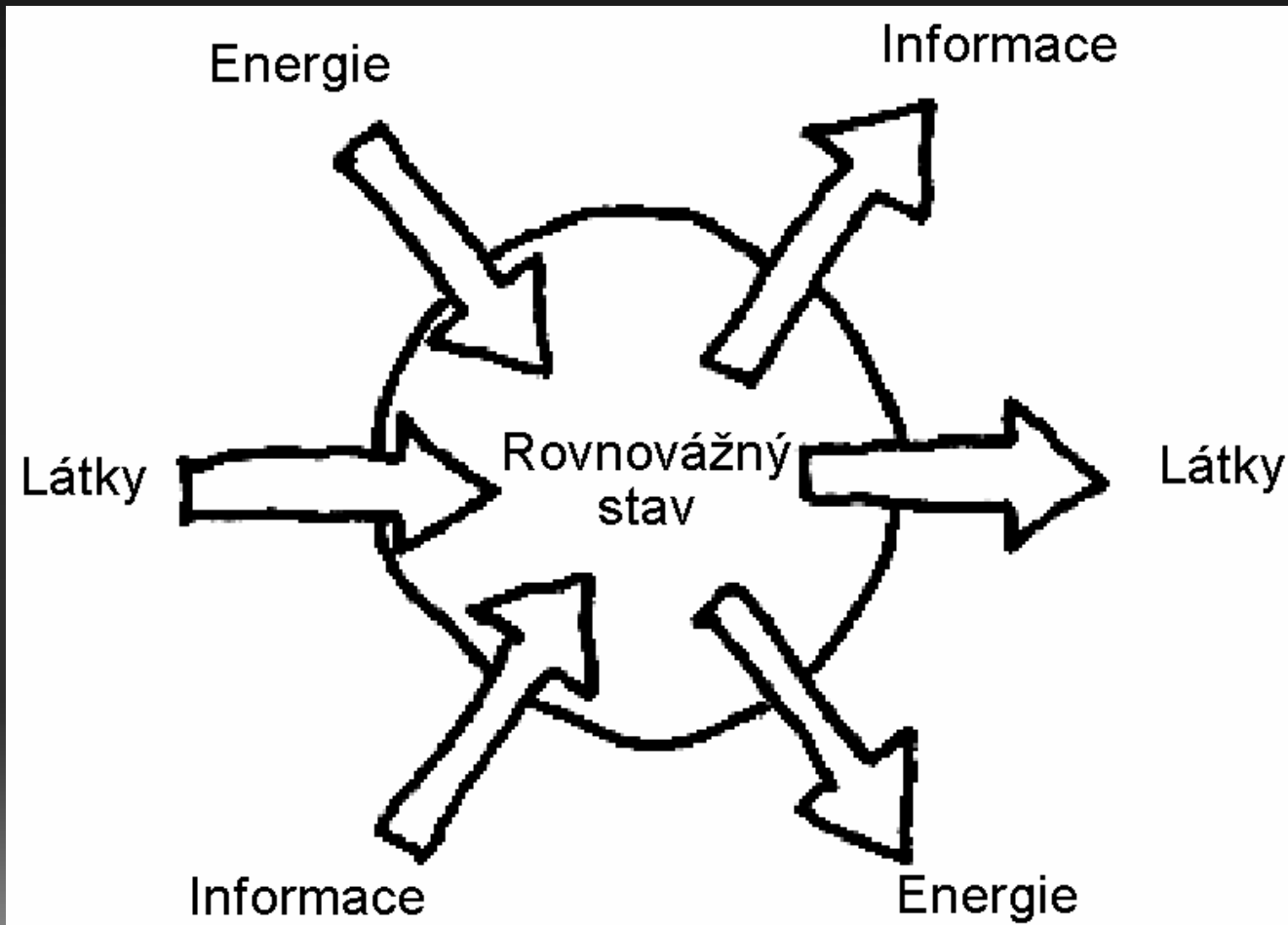


Shrnutí

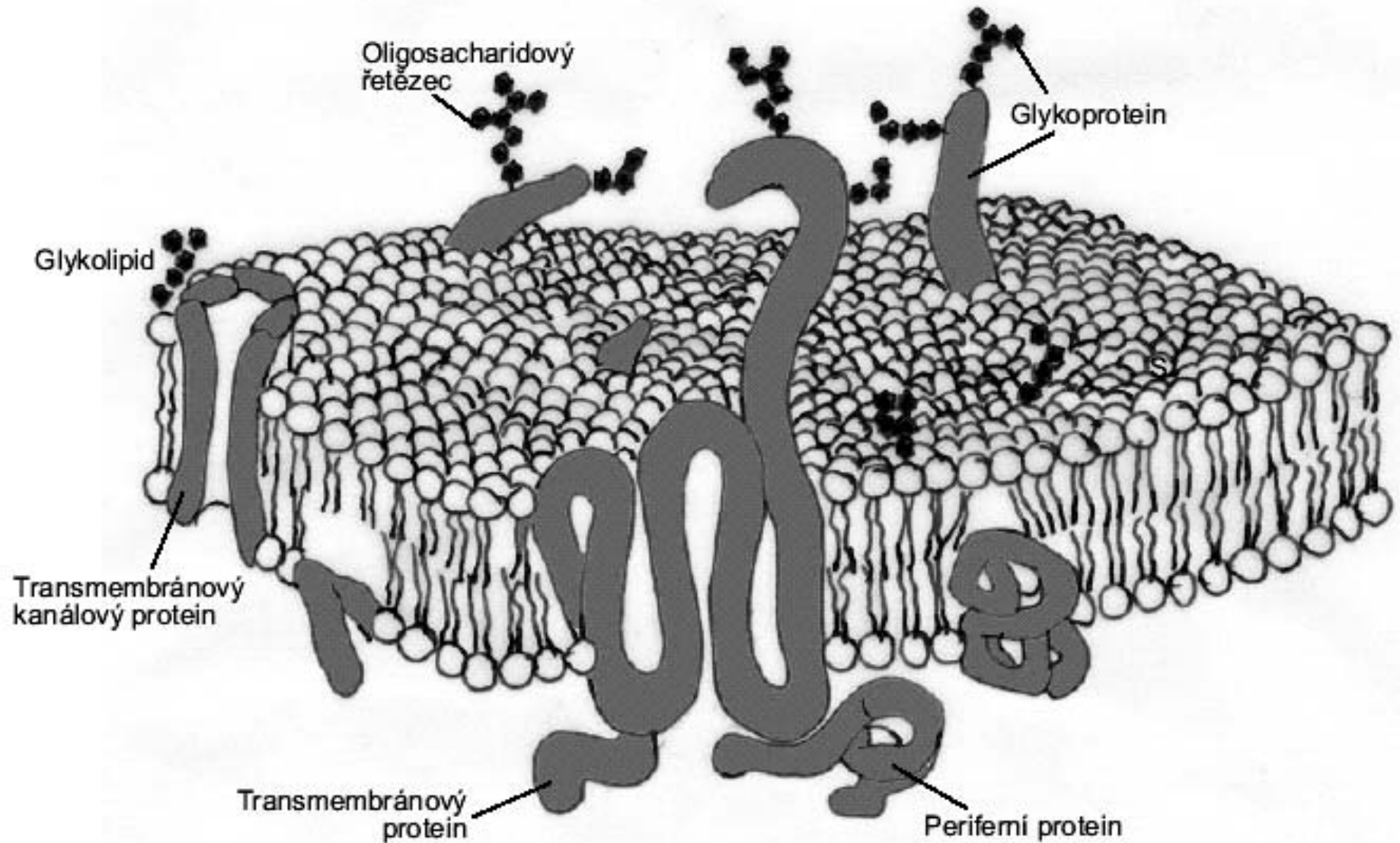
Negativní zpětná vazba je základním typem homeostatické regulace



Udržení organizovanosti navzdory chaosu - základní vlastnost živých organismů



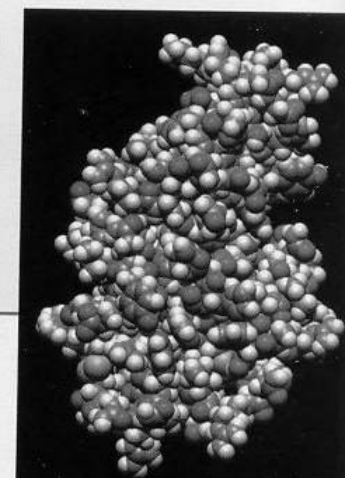
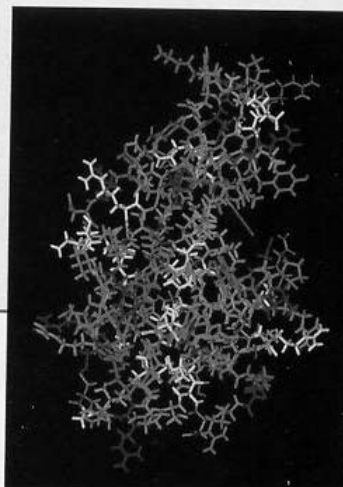
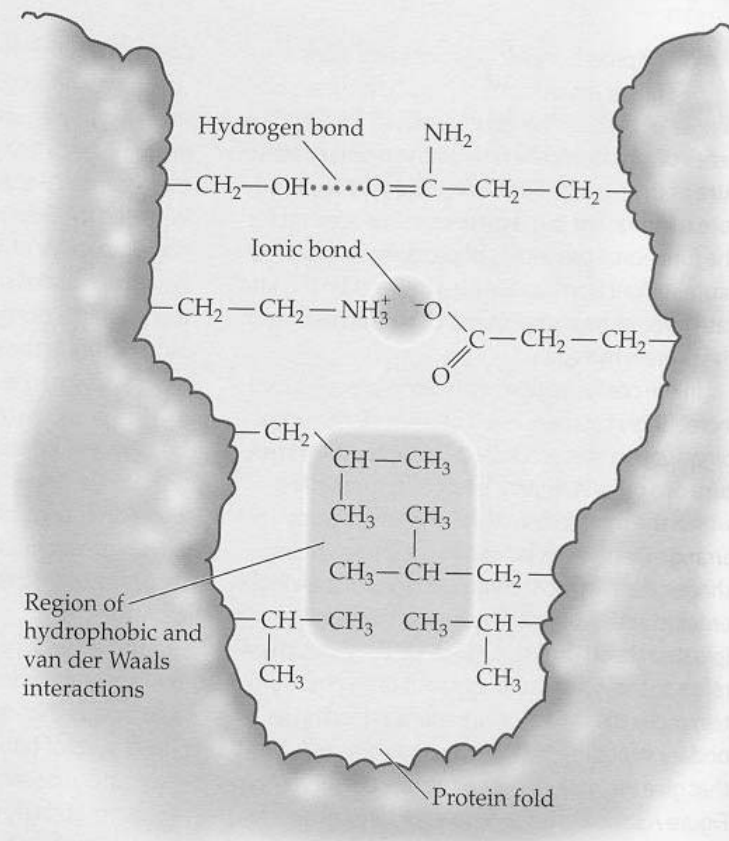
Bariéra a brány



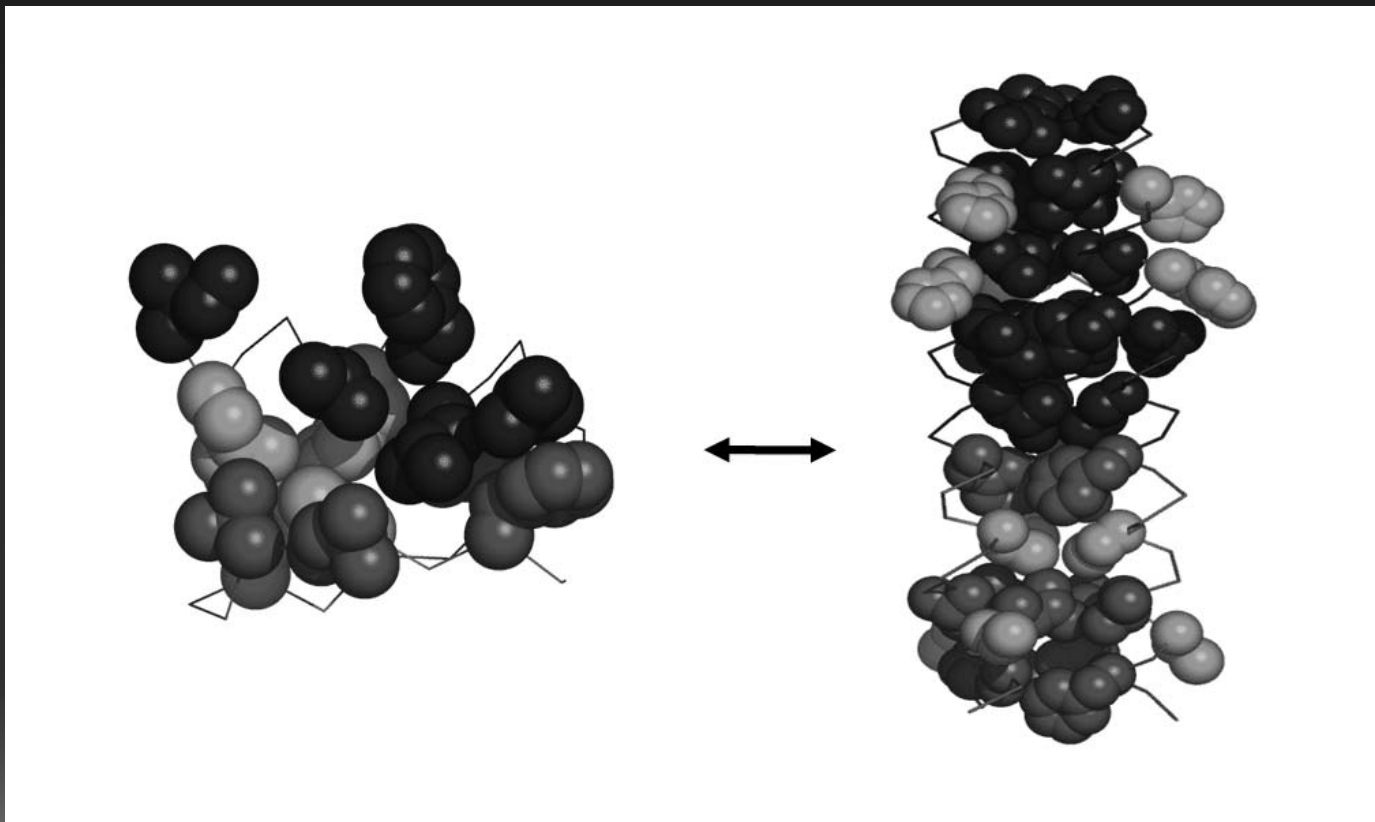
Bílkoviny – flexibilní molekuly:

- 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.



Překlápění alosterické struktury po aktivaci, vazbě ligandu.



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.

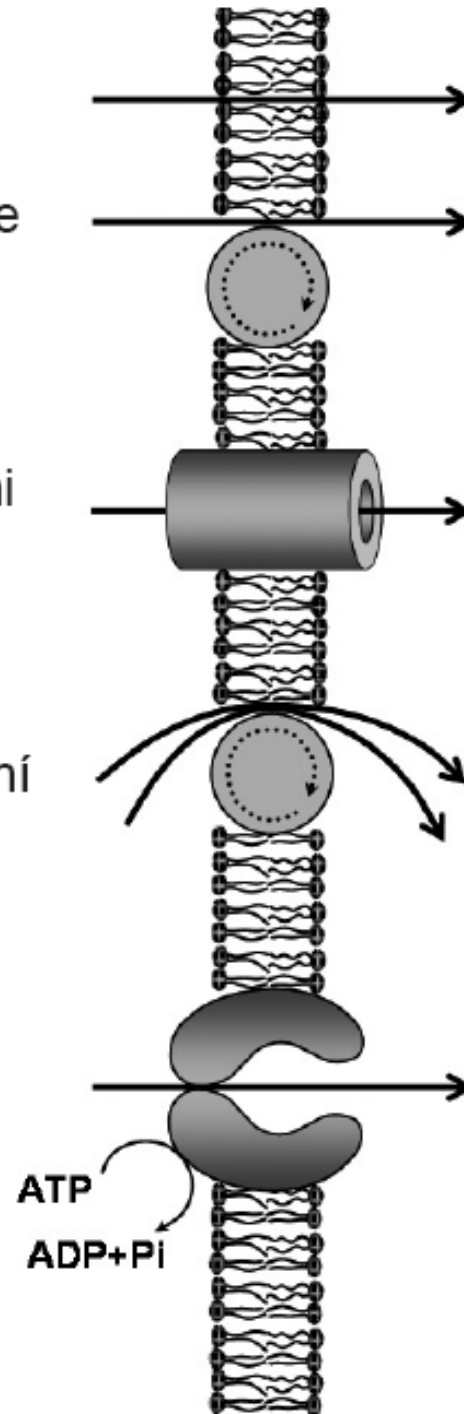
a) Prostá difuze

b) Usnadněná difuze

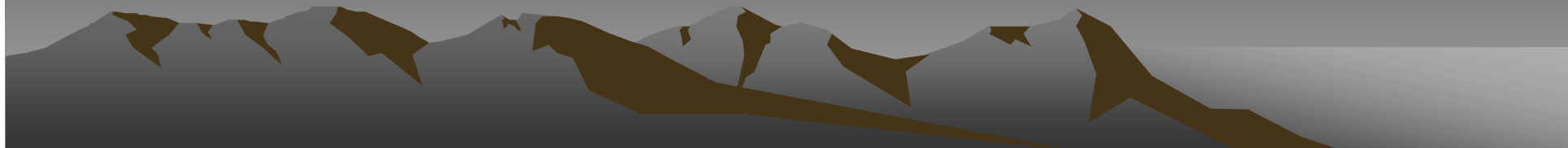
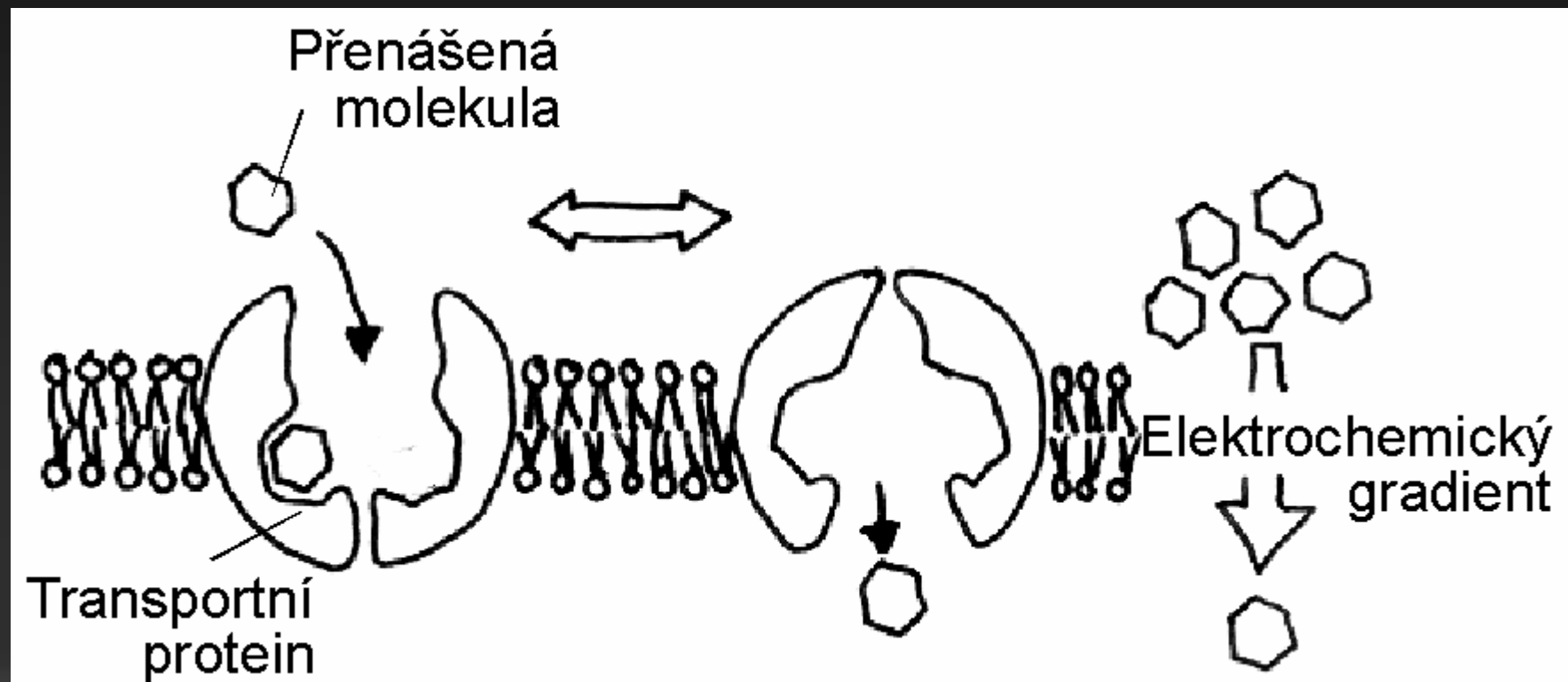
c) Prostup iontovými kanály

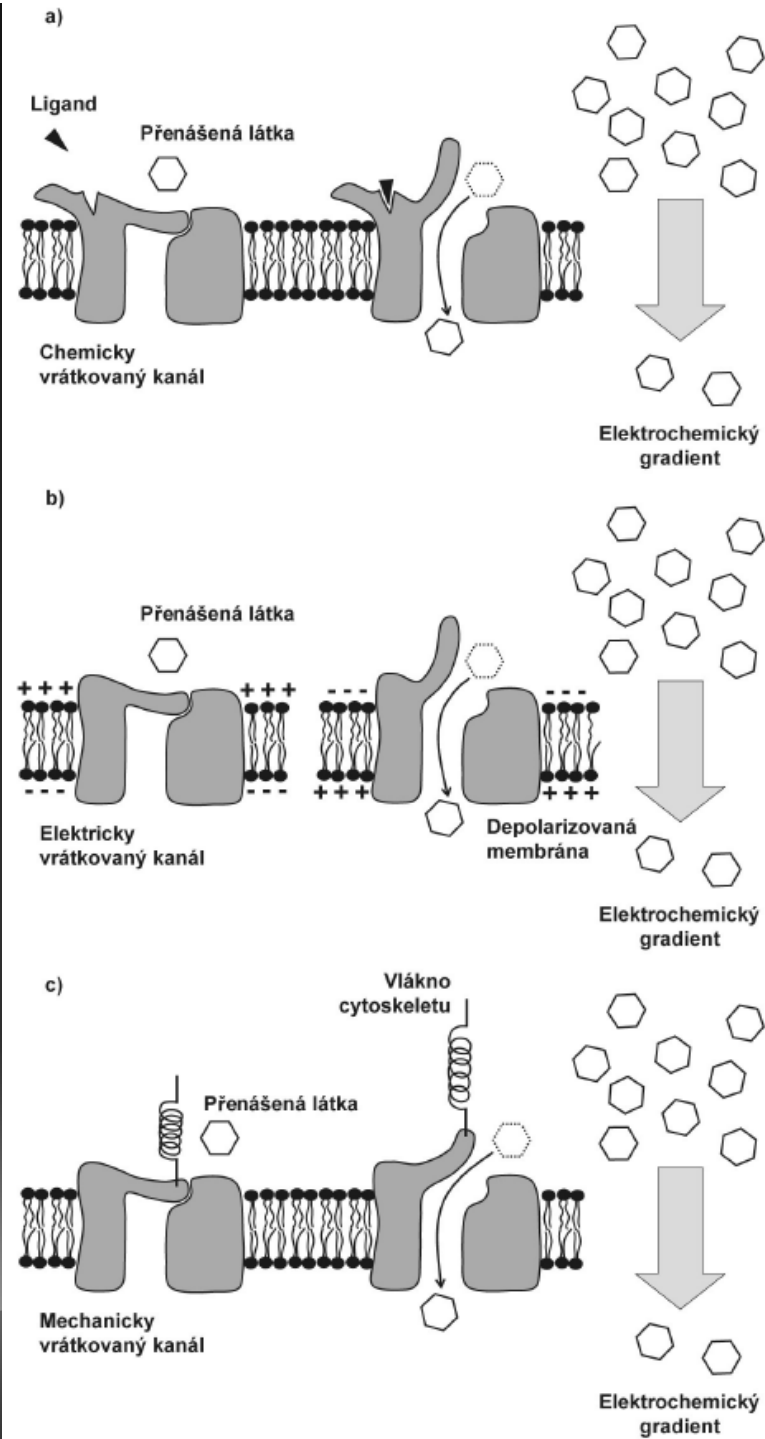
d) Sekundární aktivní transport

e) Primární aktivní transport

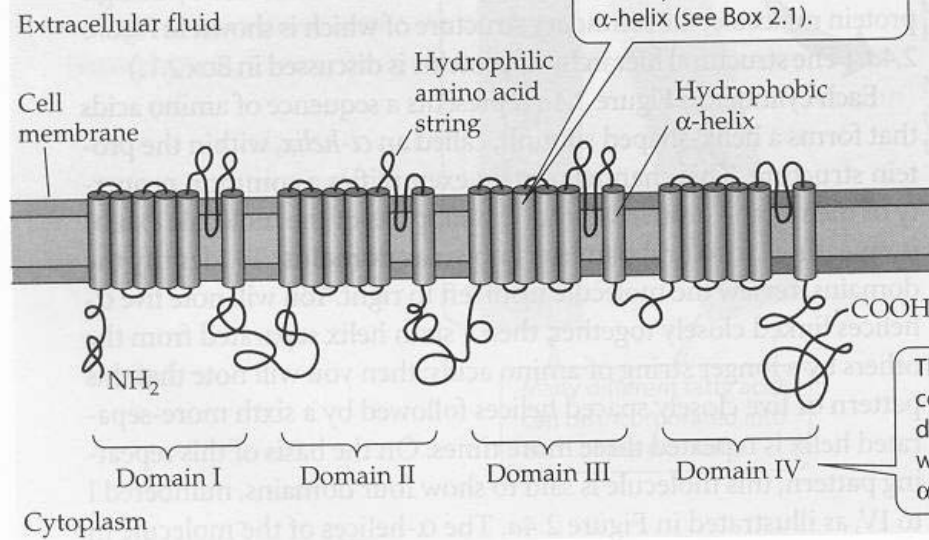


Video





(a) Secondary structure (linear presentation)



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

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

Figure 2.4 The structure of a transmembrane protein—a voltage-gated Na^+ channel—illustrating several modes of presentation

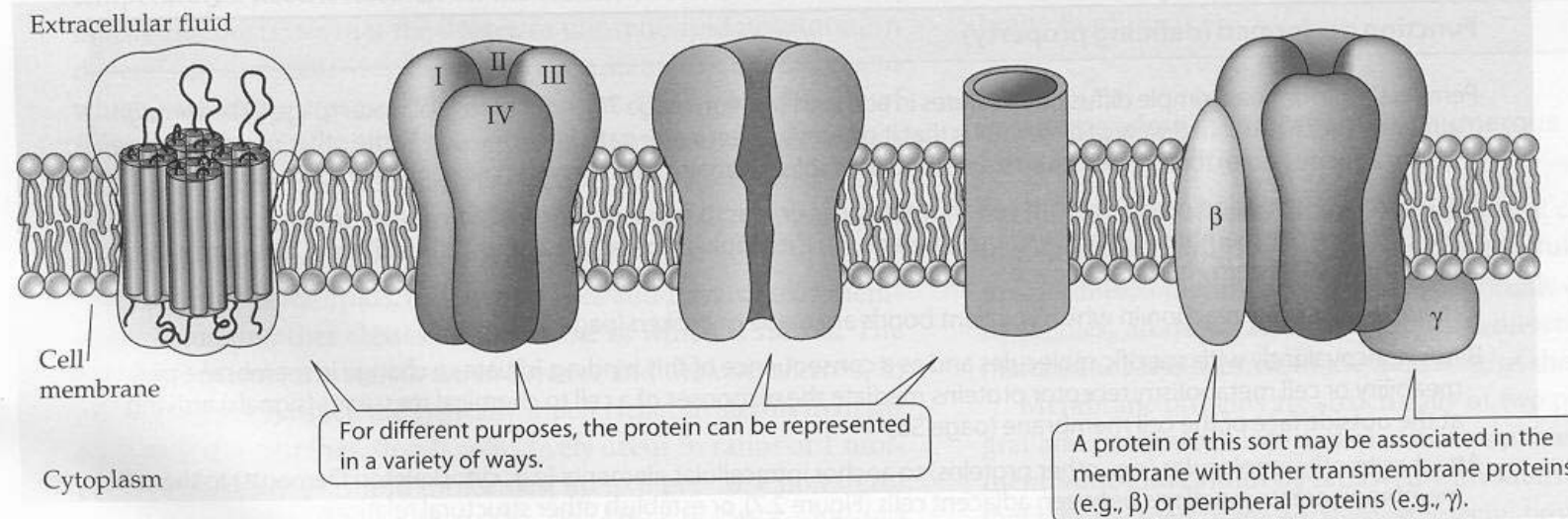
(b) Simplified three-dimensional structure enclosed in a sketch of the envelope of the molecule

(c) Stylized version of chemical structure showing subunits

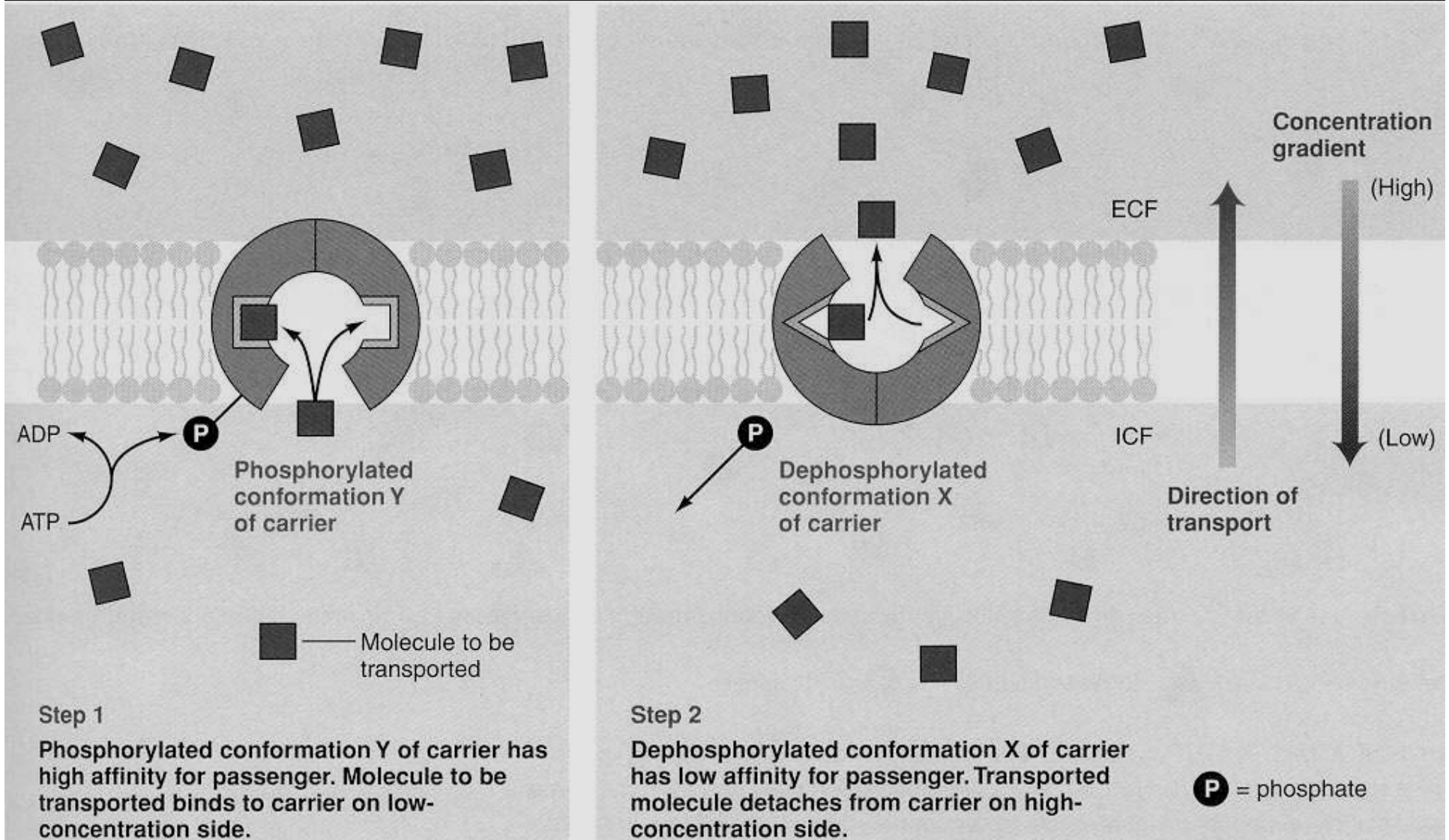
(d) Semirealistic symbol

(e) Schematic symbol

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



Aktivní transport



Step 1

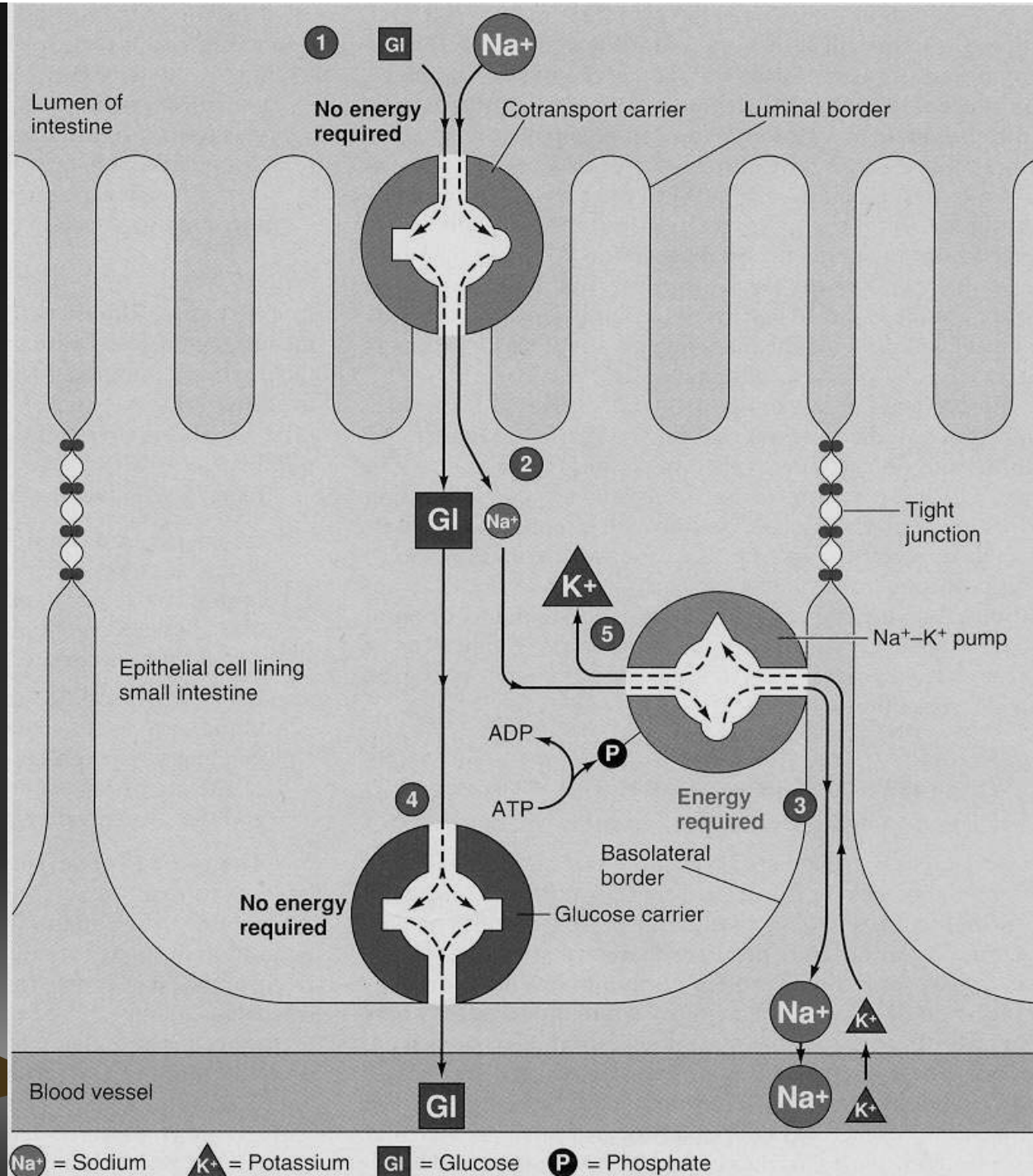
Phosphorylated conformation Y of carrier has high affinity for passenger. Molecule to be transported binds to carrier on low-concentration side.

Step 2

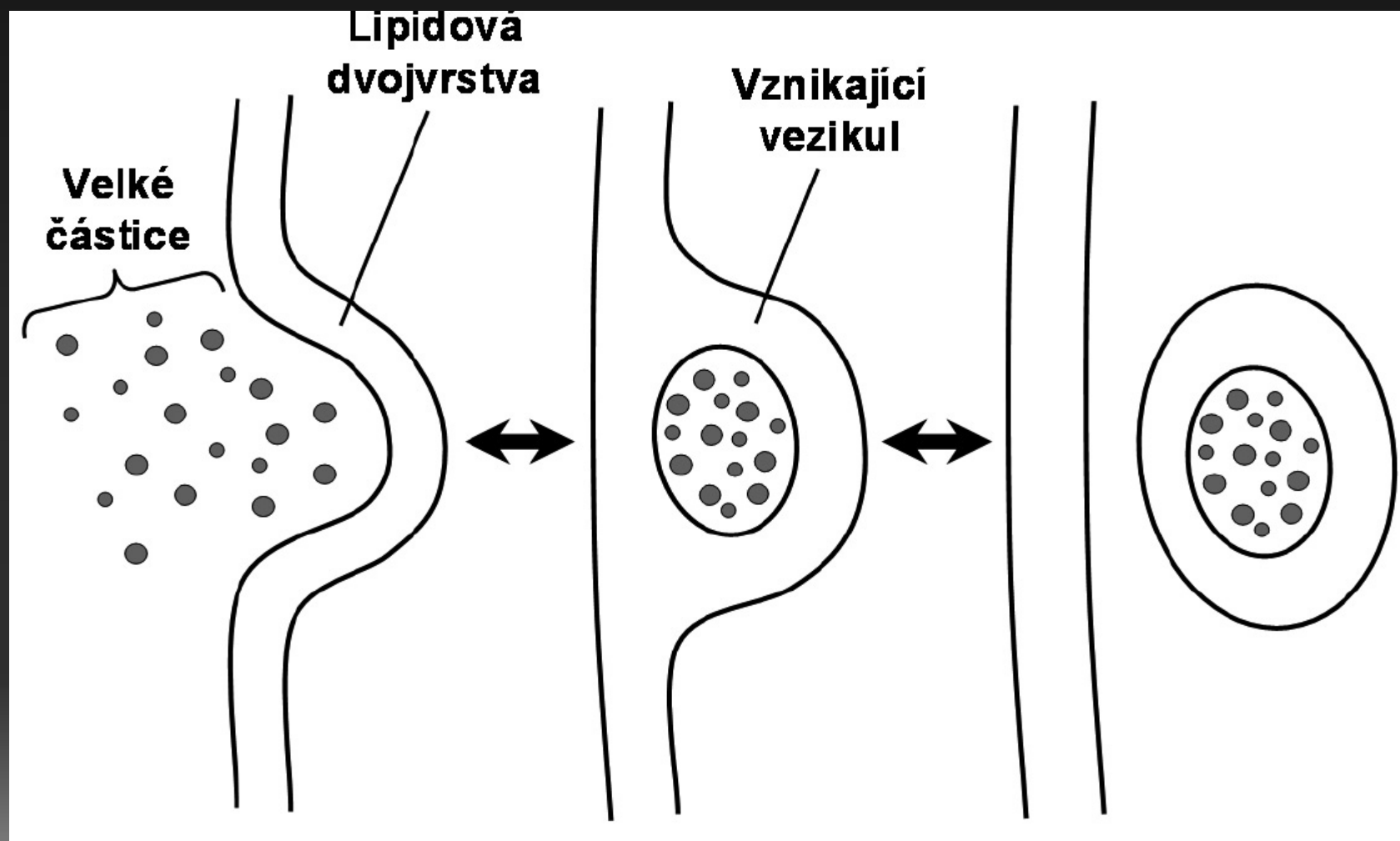
Dephosphorylated conformation X of carrier has low affinity for passenger. Transported molecule detaches from carrier on high-concentration side.

P = phosphate

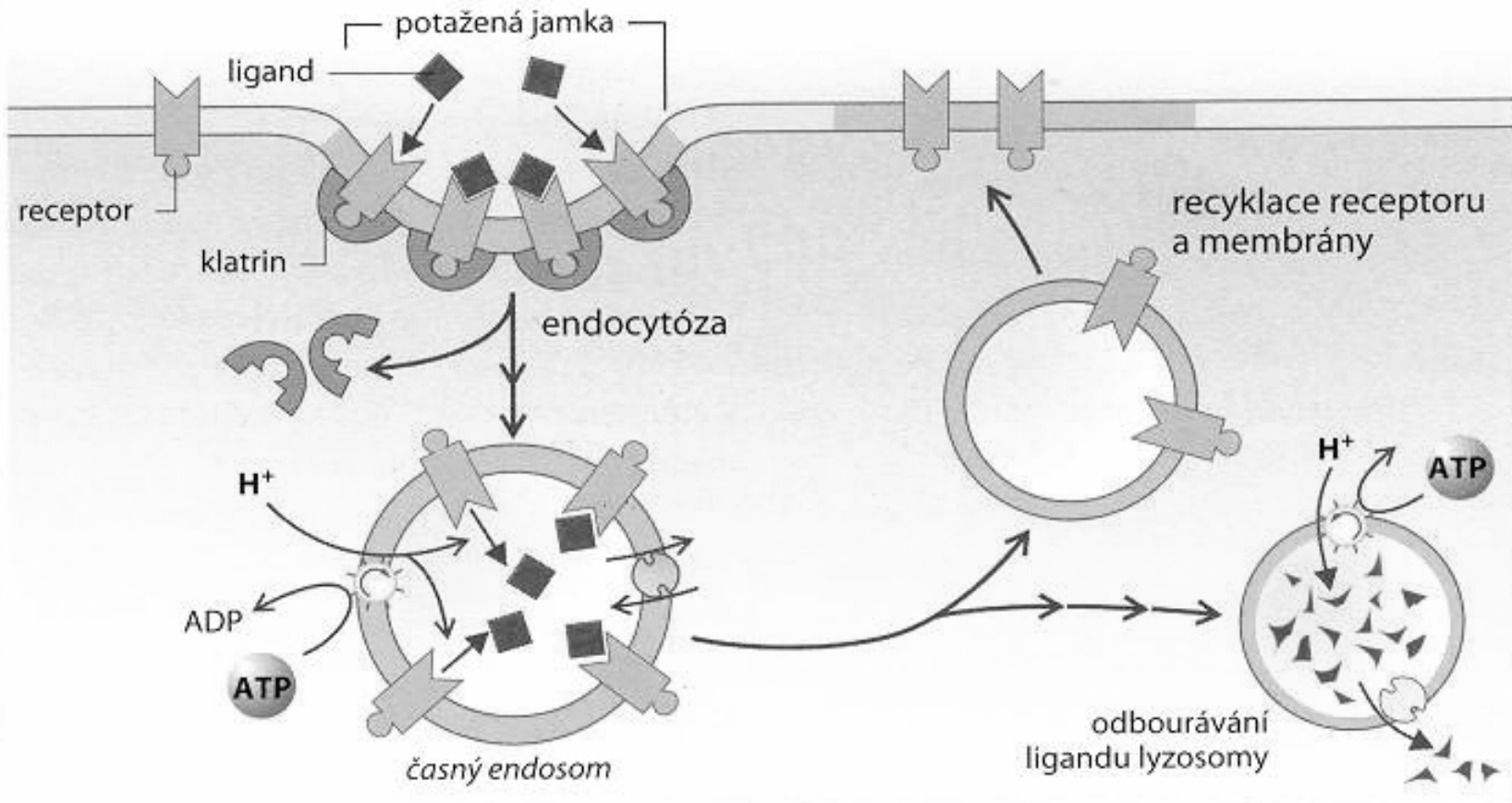
Sekundární aktivní transport



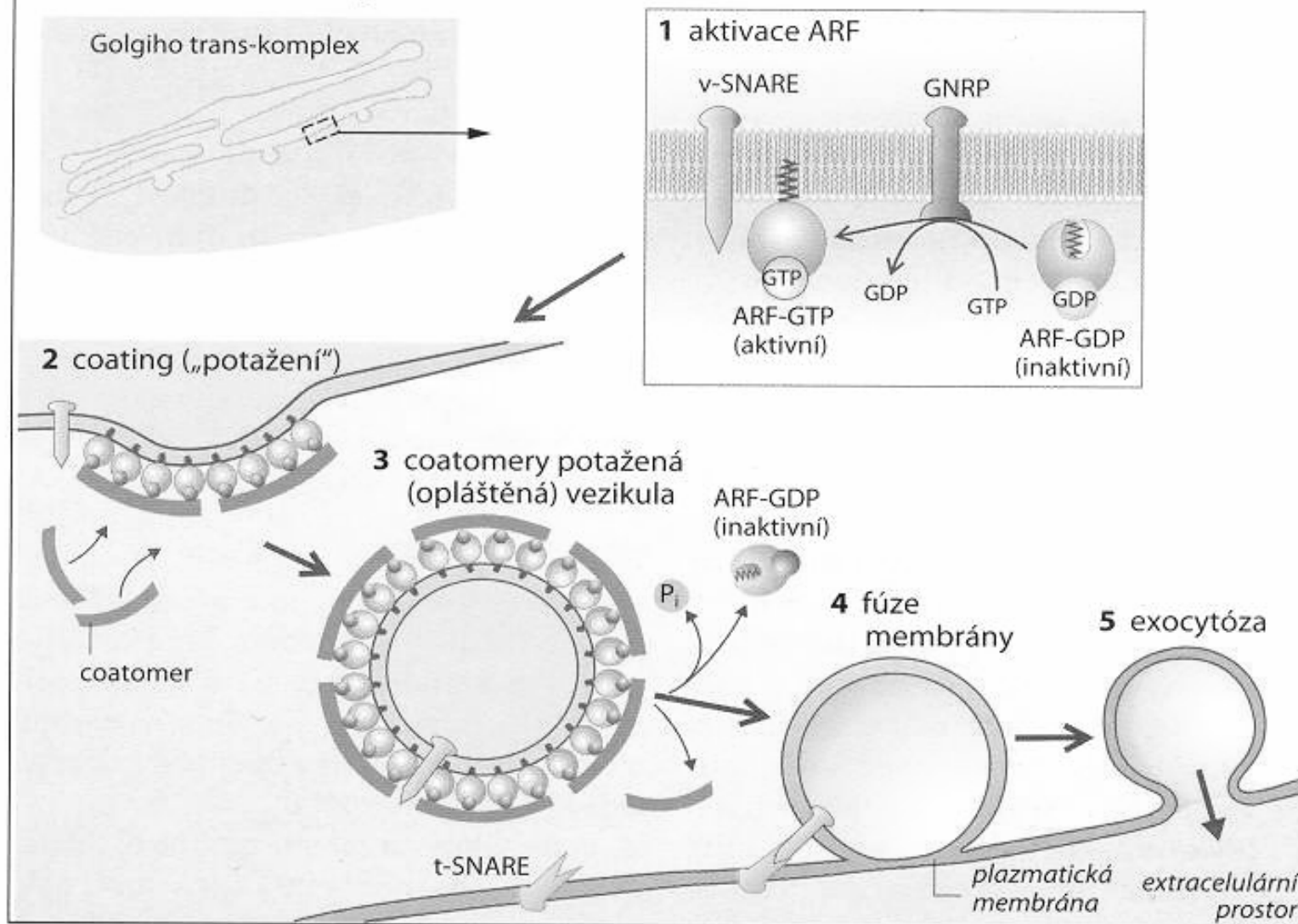
Cytóza



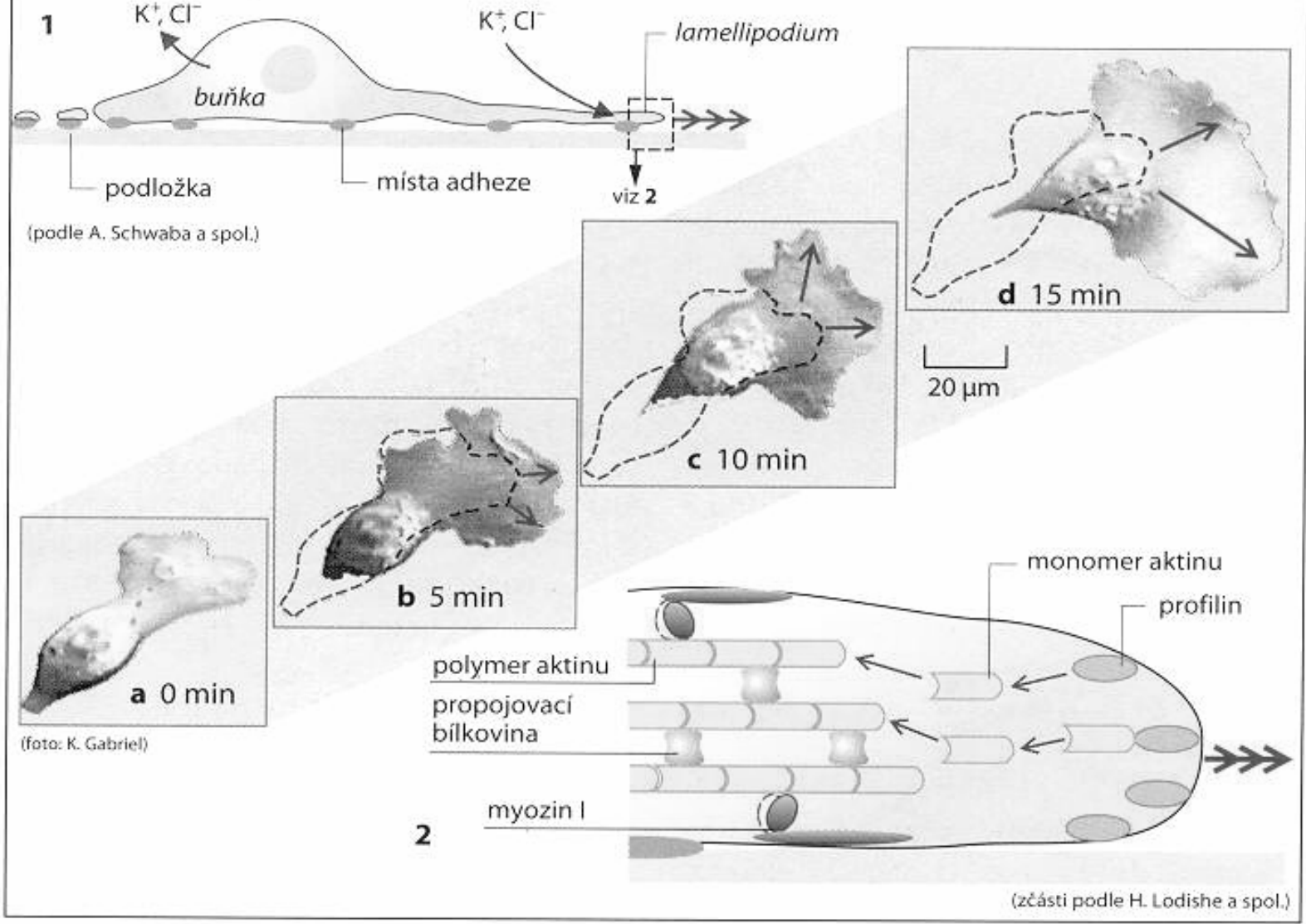
C. Receptory zprostředkovaná endocytóza



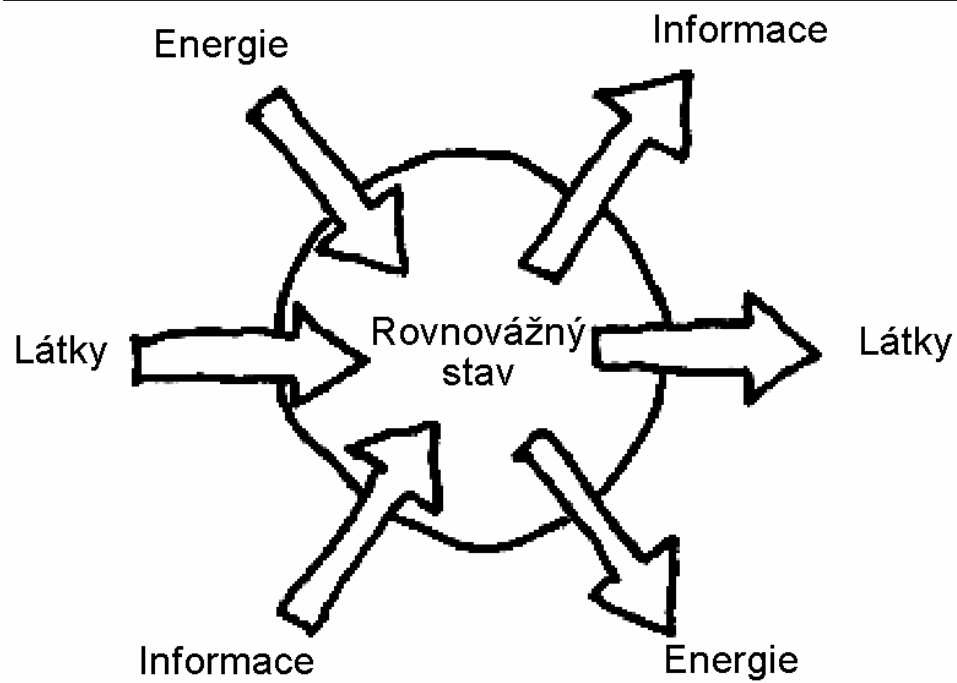
D. Konstitutivní exocytóza



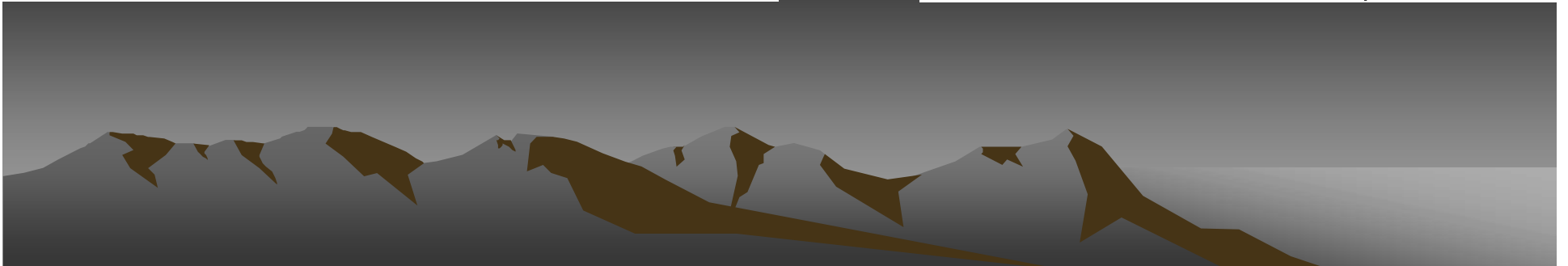
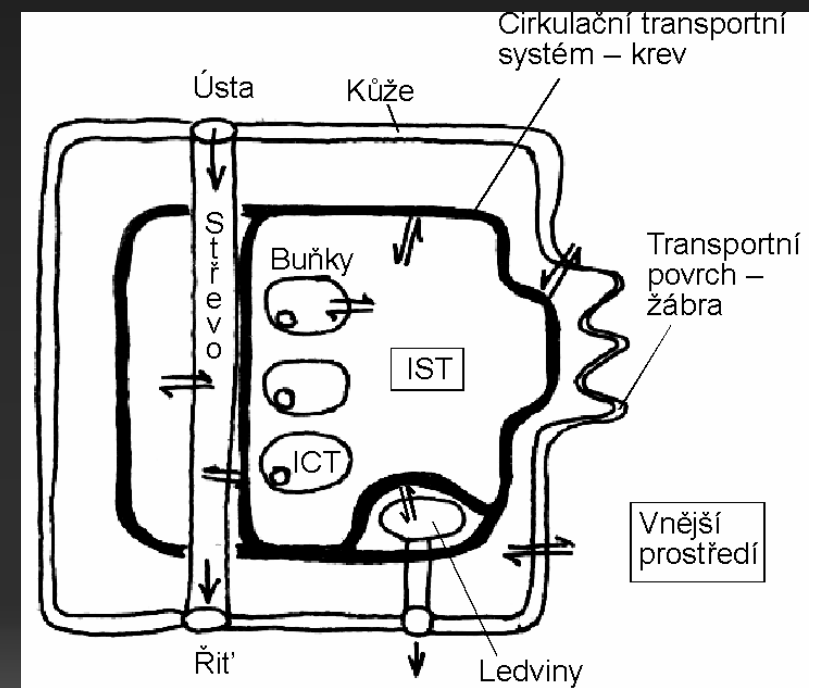
E. Buněčná migrace



Jednobuněčný



Mnohobuněčný



Spolupráce – buněčná spojení

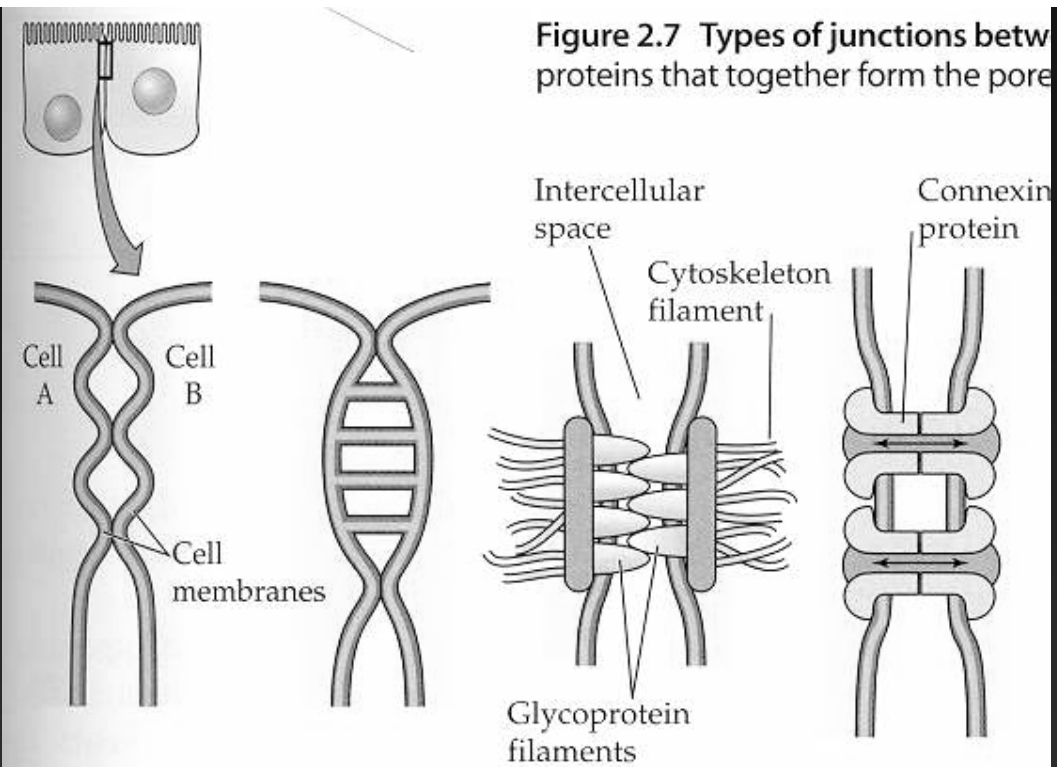


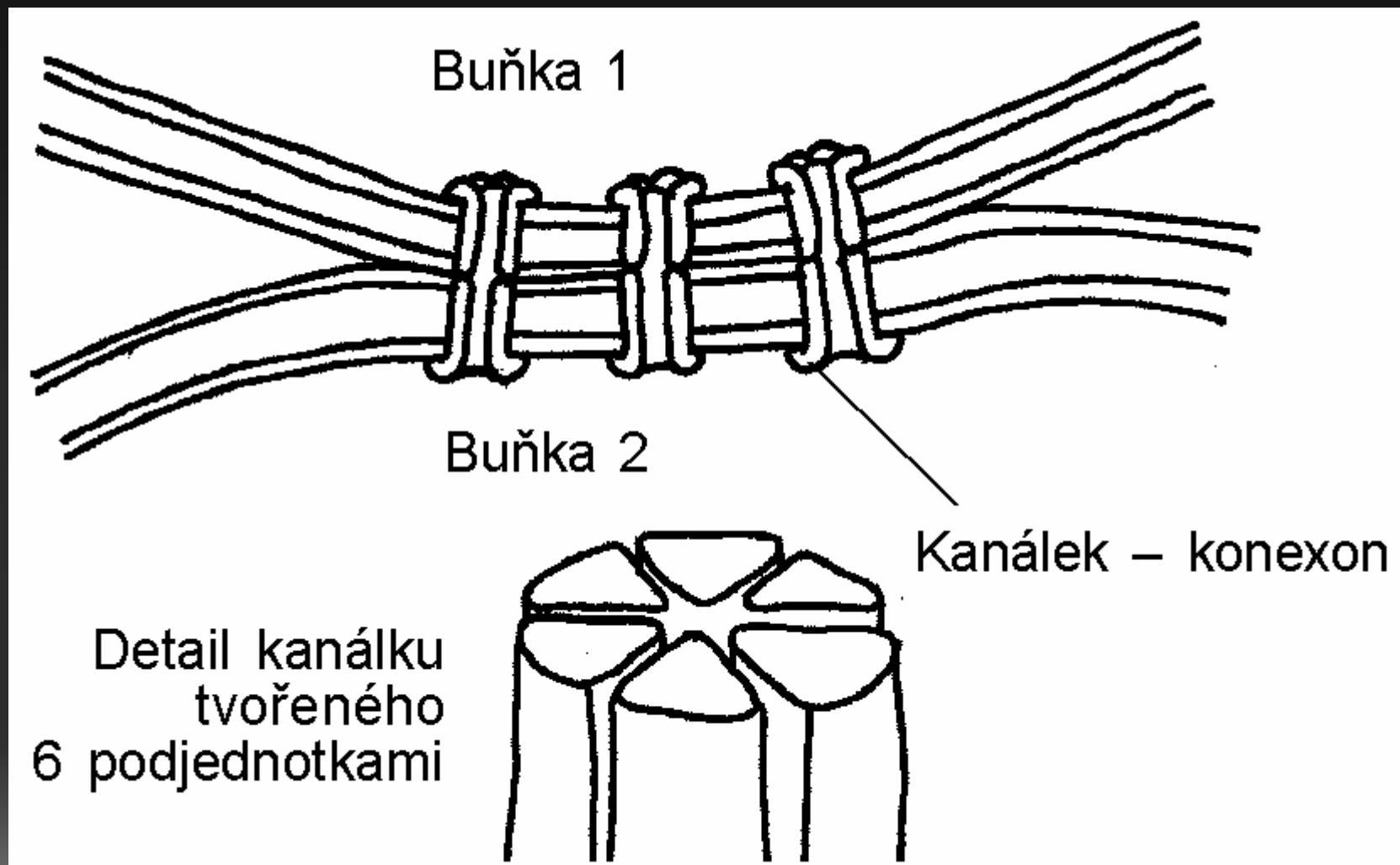
Figure 2.7 Types of junctions between proteins that together form the pore

Tight junction **Septate junction** **Desmosome ("spot weld")** **Gap junction (communicating junction)**
 Occluding junctions

Tight junctions and **septate junctions** occlude the intercellular space between two cells because not only do the cell membranes meet or fuse at such junctions, but also the junctions form continuous bands around cells. In tight junctions, the cell membranes of the two cells make contact at ridges.

A **desmosome** is a localized spot where the contact between cells is strengthened.

A **gap junction** is a localized spot where the cytoplasm of two cells communicate through tiny pores, as symbolized by the double-headed arrows.

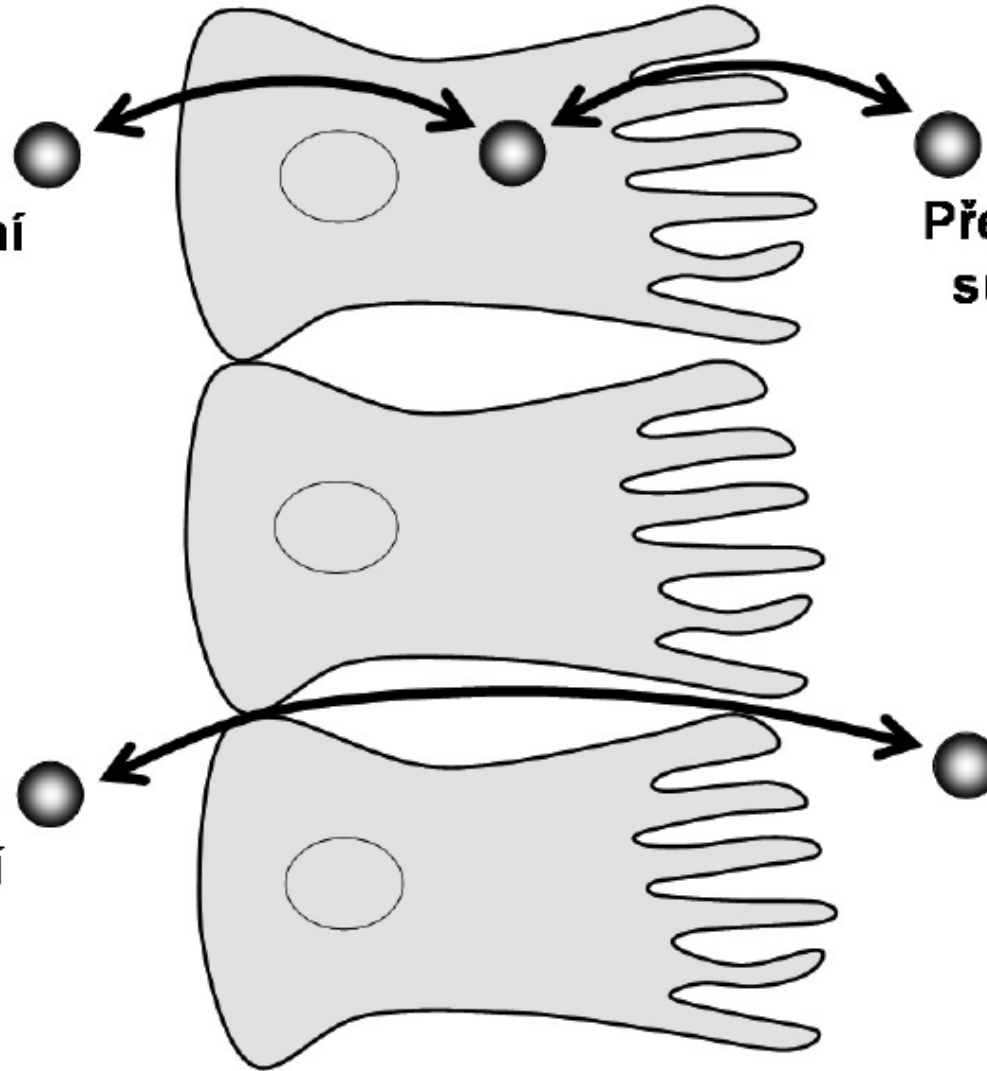


**Epitelové
buňky**

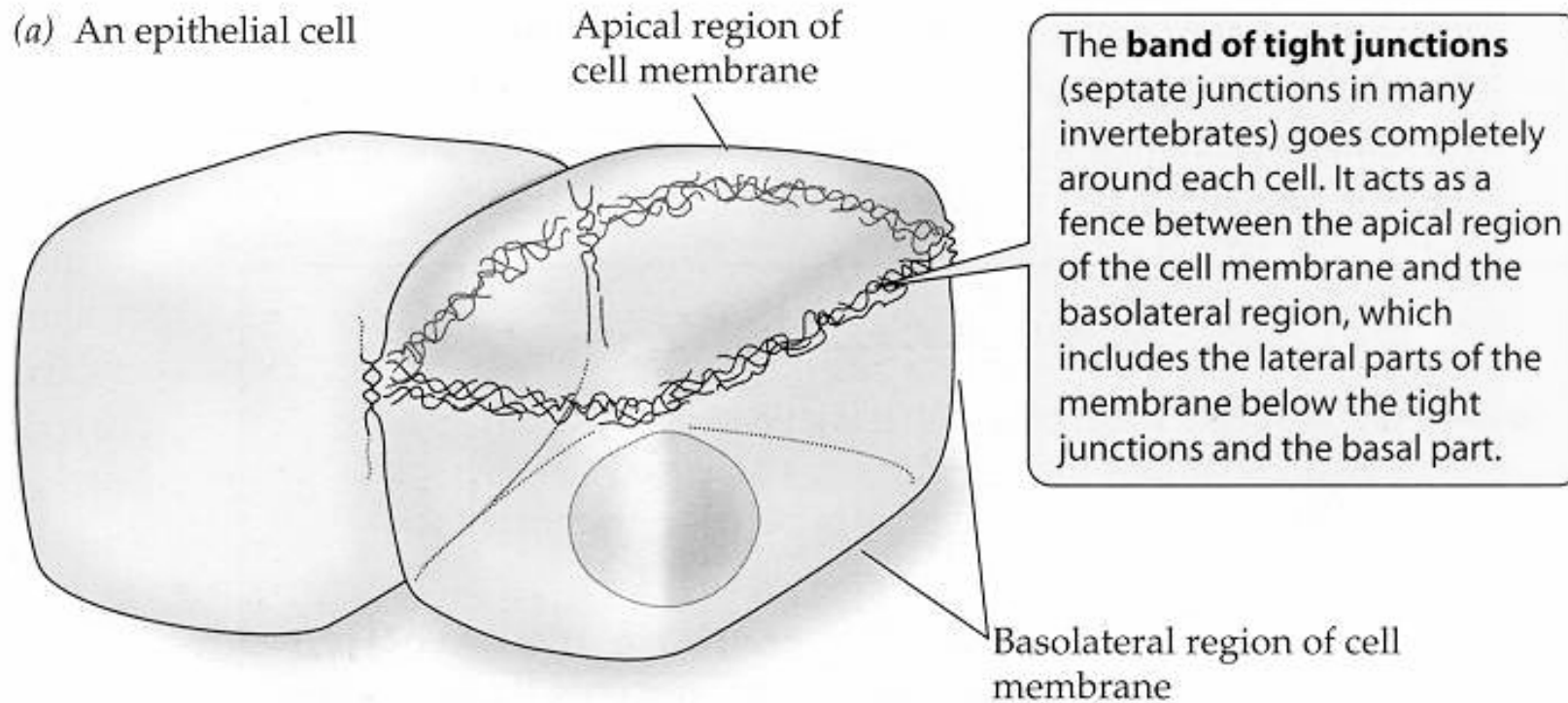
**Transcelulární
transport**

**Přenášený
substrát**

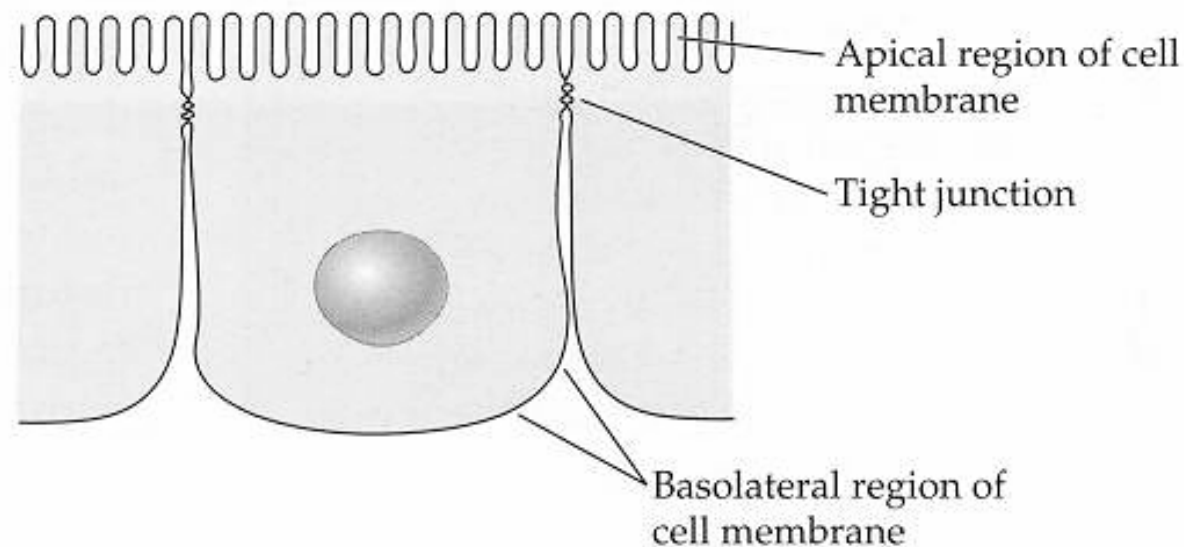
**Paracelulární
transport**



(a) An epithelial cell

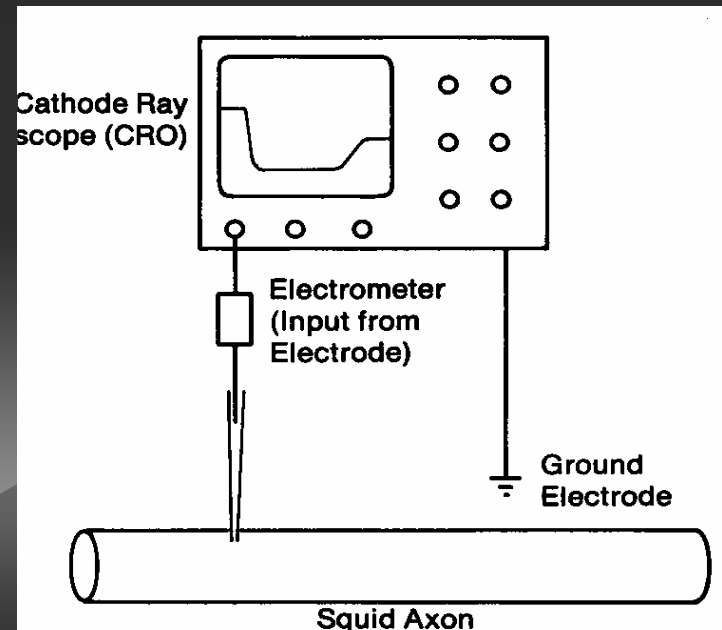


(b) Schematic representation of an epithelial cell

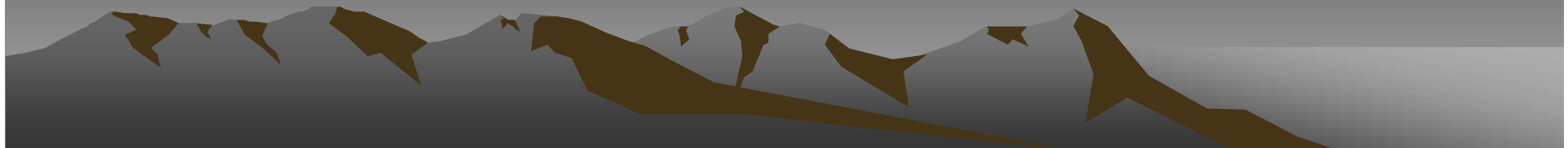


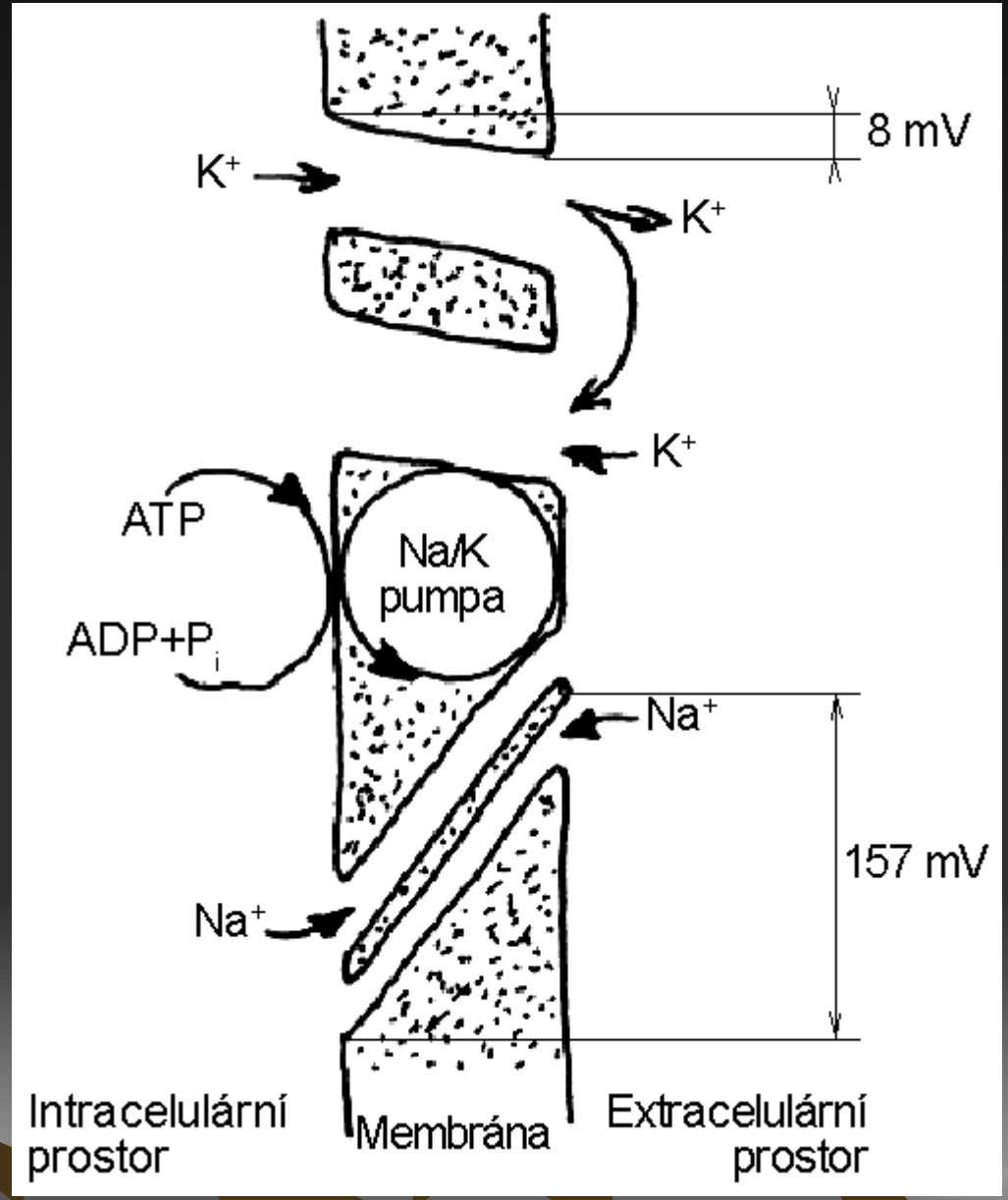
Nabitá membrána - Klidový potenciál

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			



Gibbs Donnanova rovnováha





K⁺:

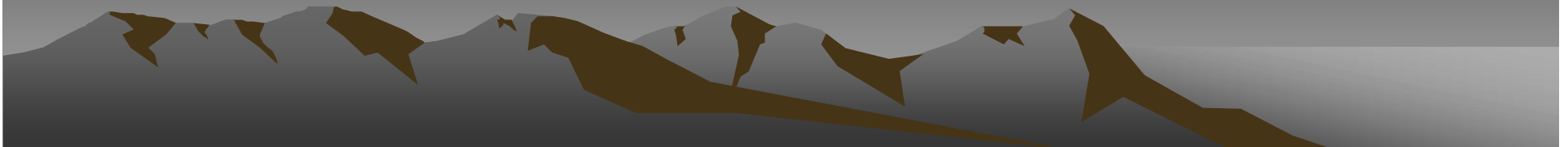


Na⁺:

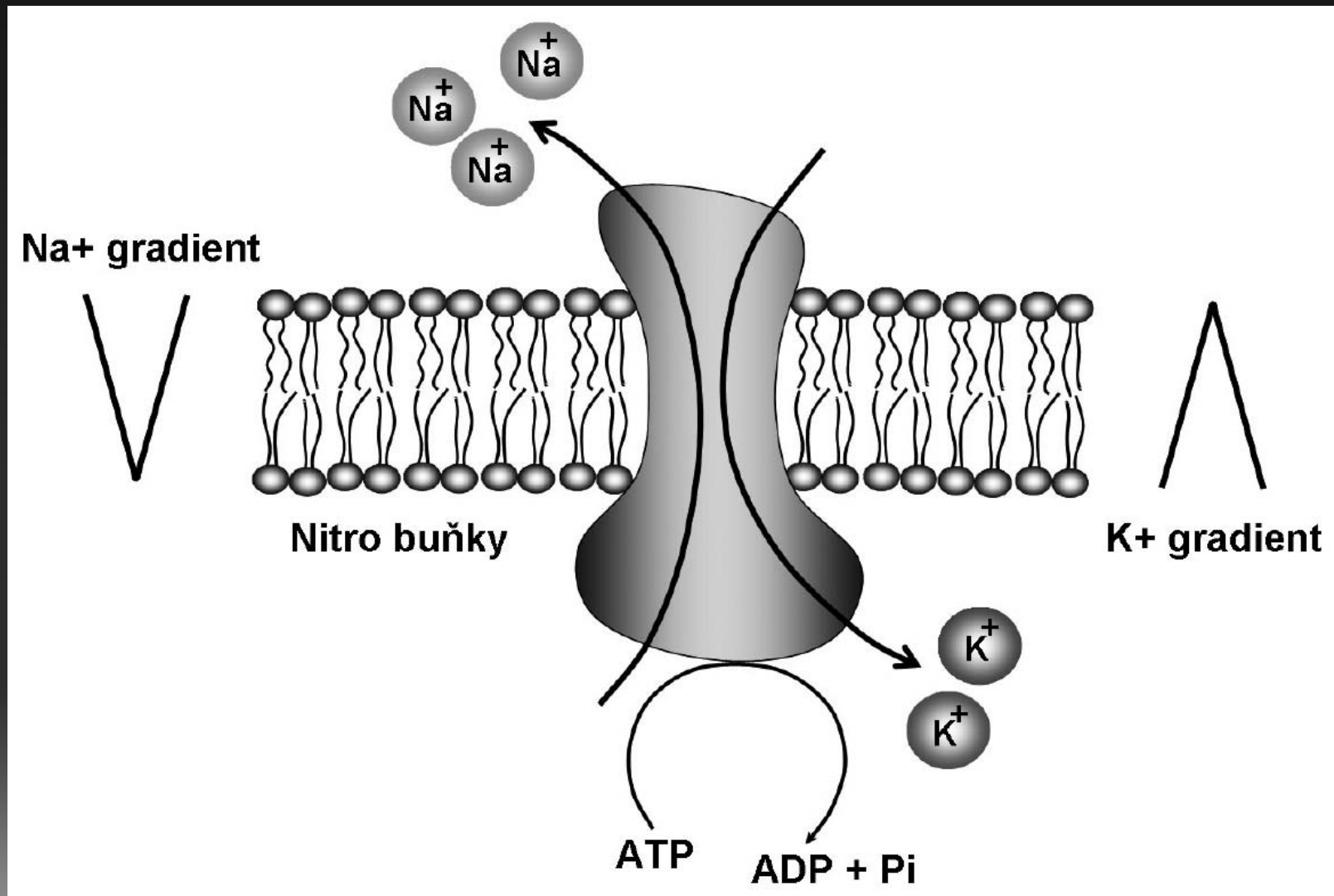


INTRA

EXTRA

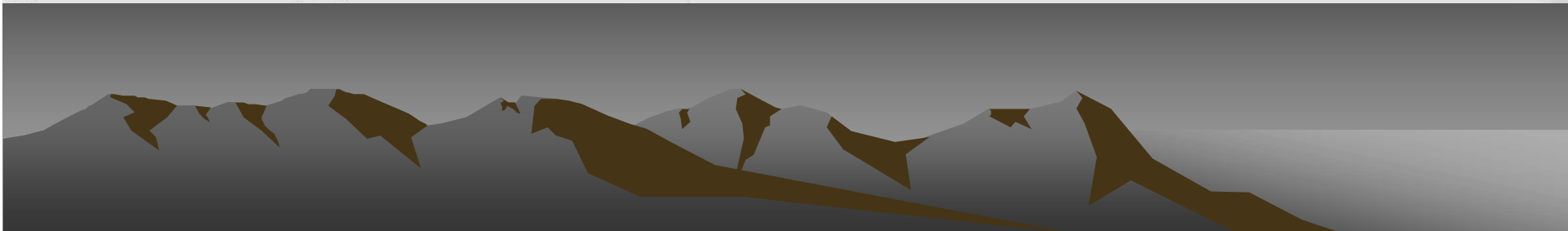
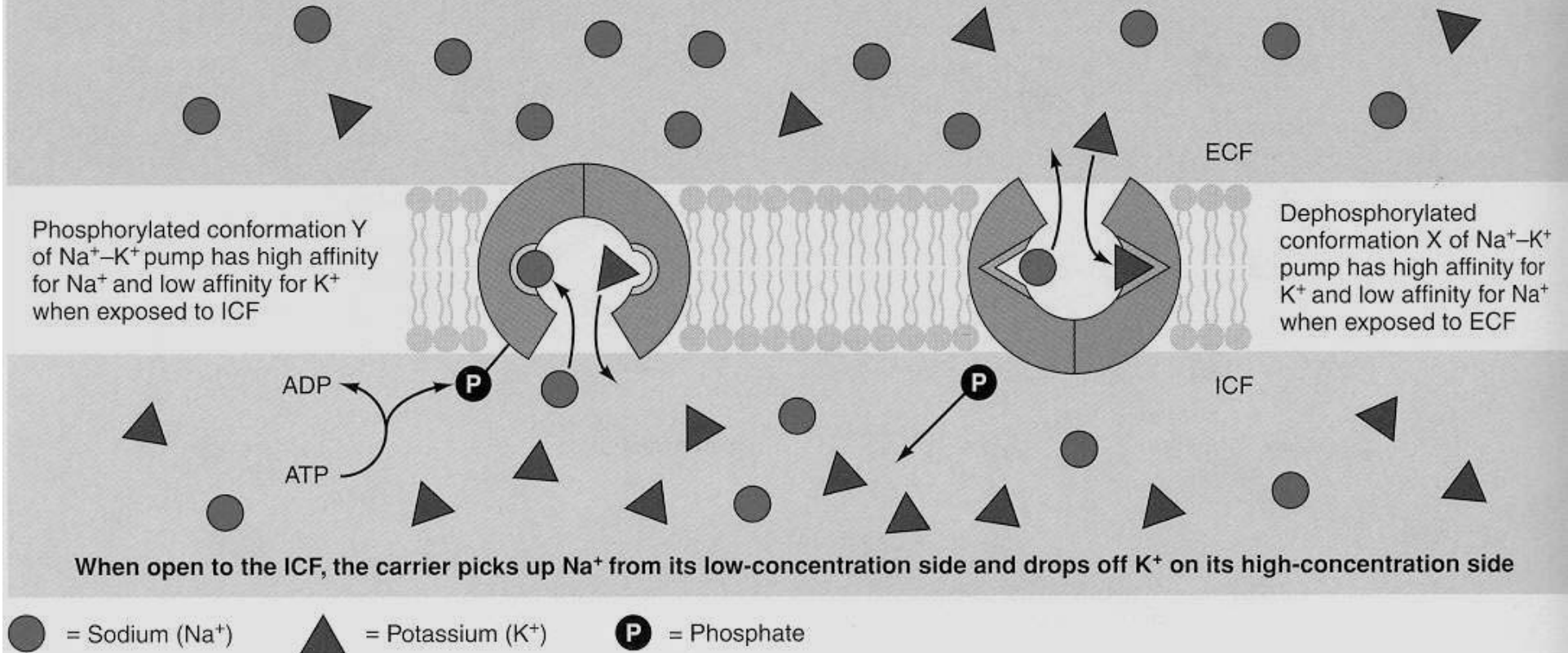


Na/K pumpa

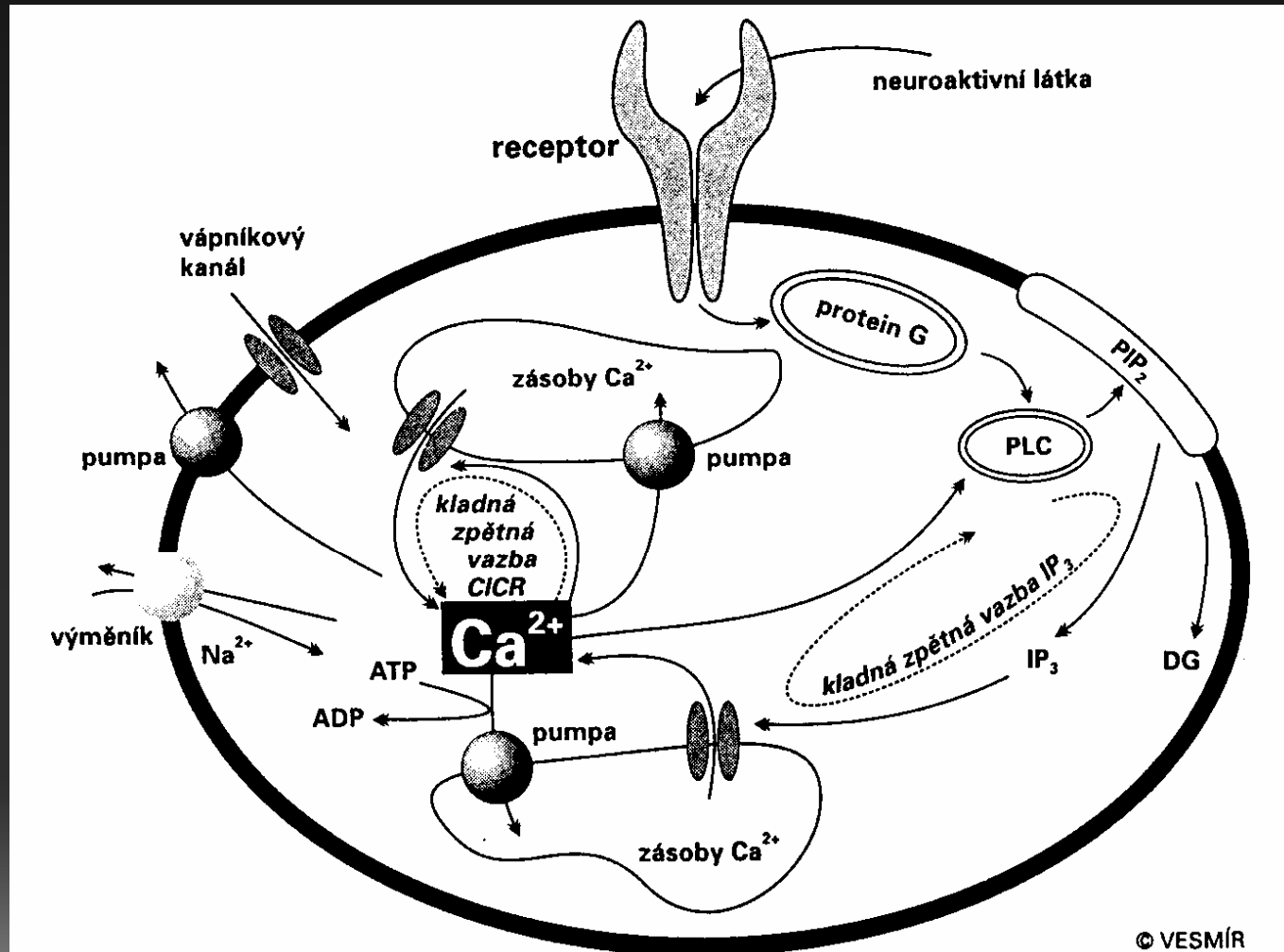


Na/K pumpa

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



Vápník – extracelulární iont, nositel signálů

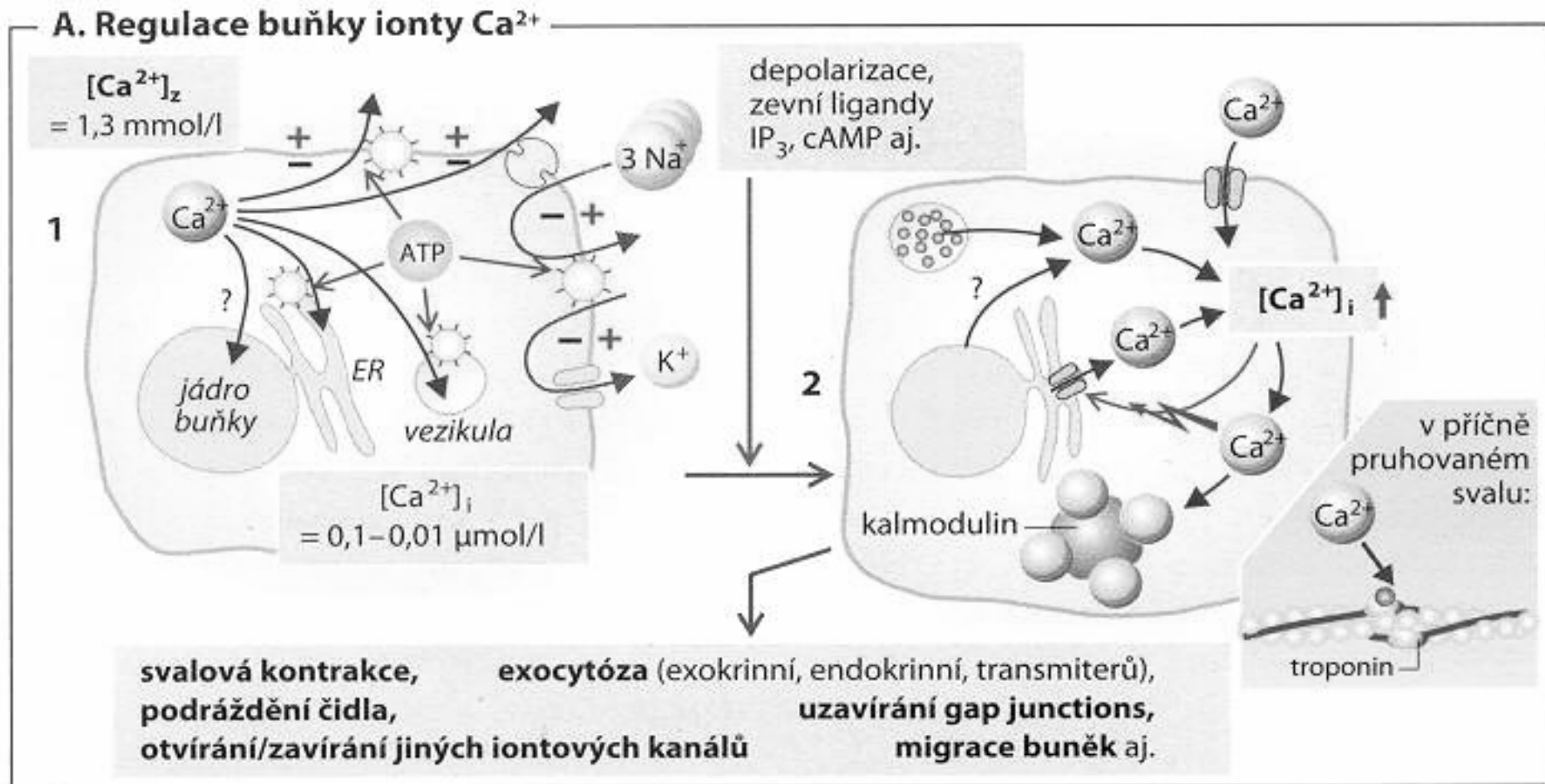


© VESMÍR

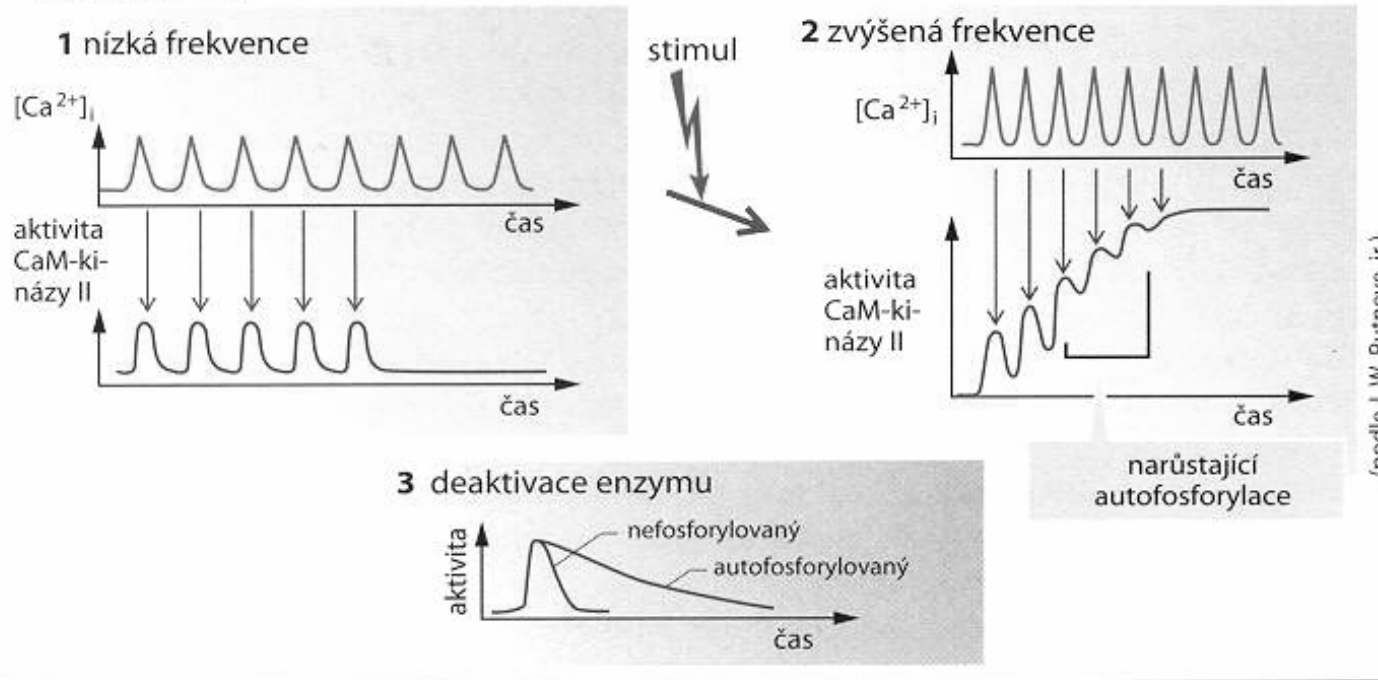
Mechanismy regulující v buňce koncentraci vápníku: PLC – fosfolipáza C, DG – diacylglycerol, CICR – indukované uvolňování vápníku

prokázat, kem. (viz Mnoho

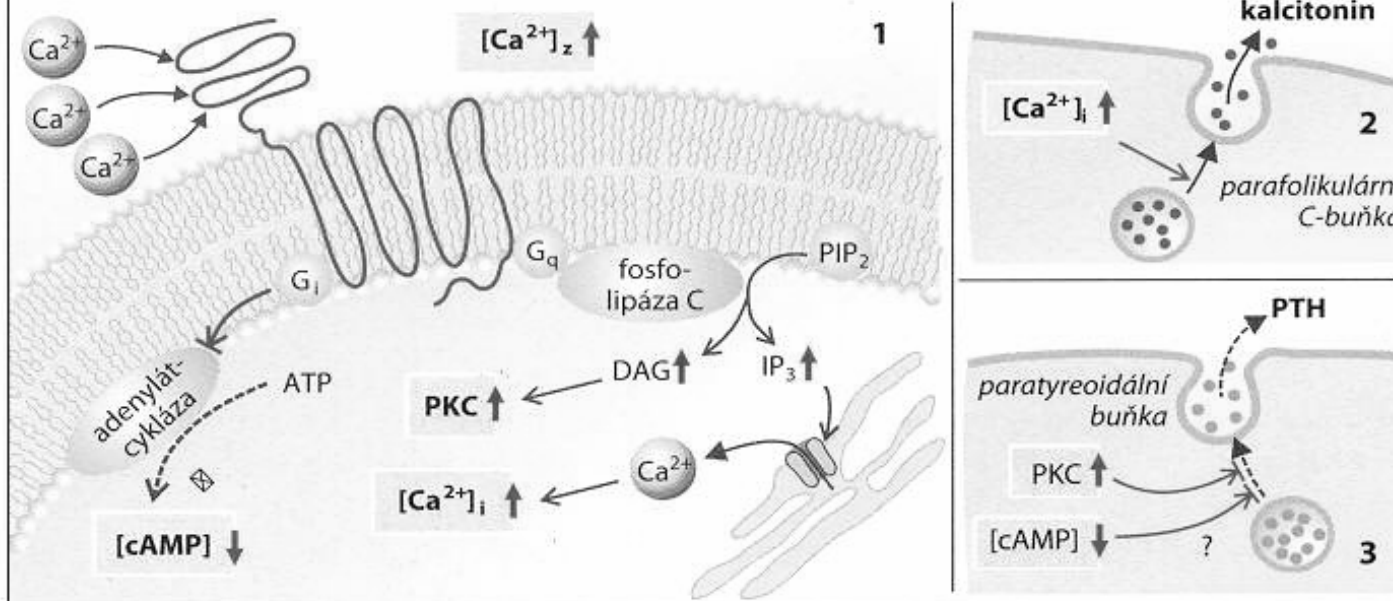
Vápník – extracelulární iont, nositel signálů



B. Oscilace Ca^{2+}

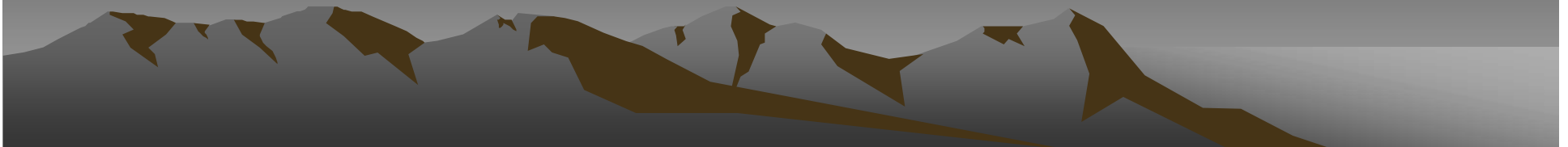


C. Ca^{2+} -senzor

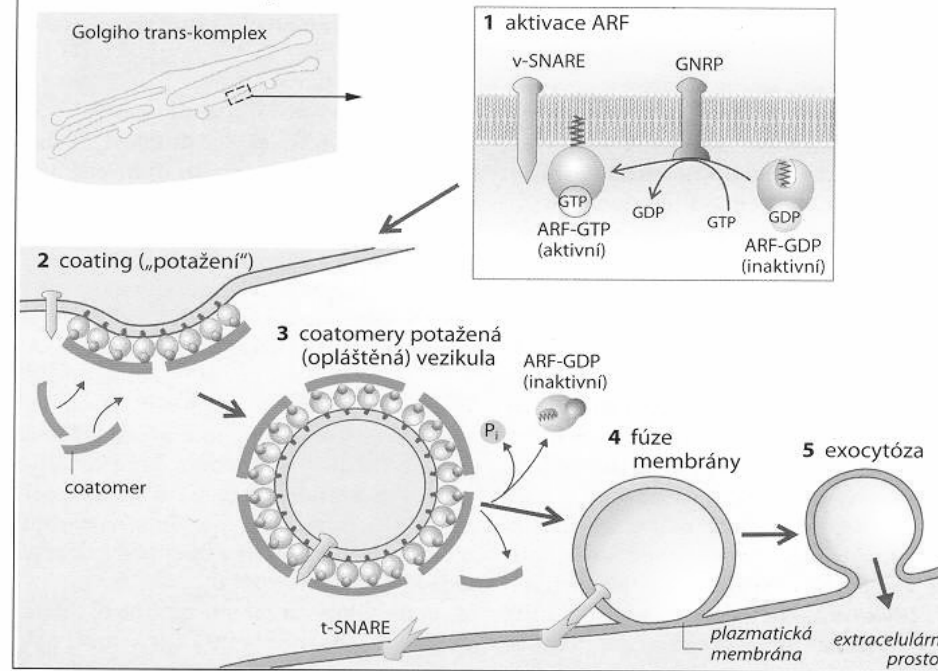


Bílkoviny:

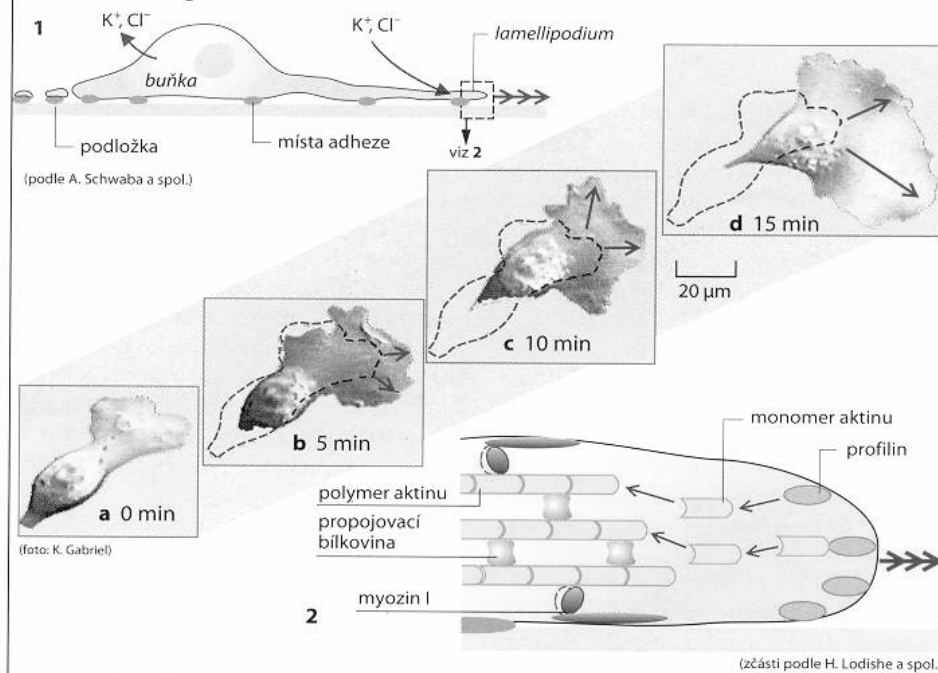
- Transport na membránách
- Pohyb
- Enzymatická katalýza
- Informační molekuly
- Imunita



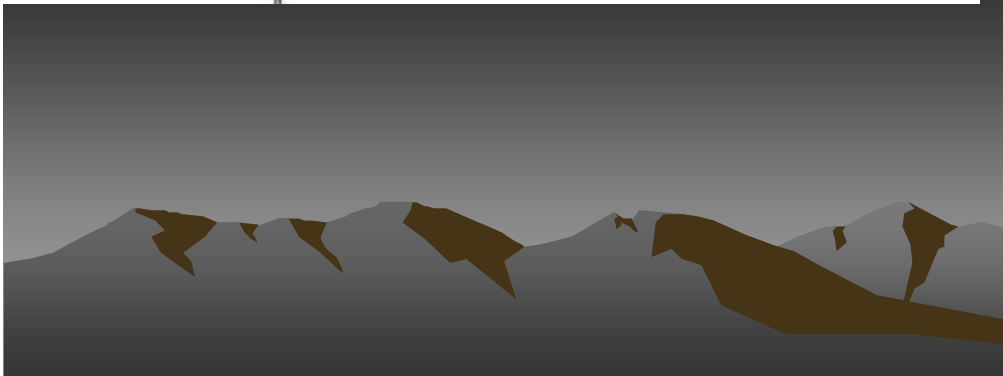
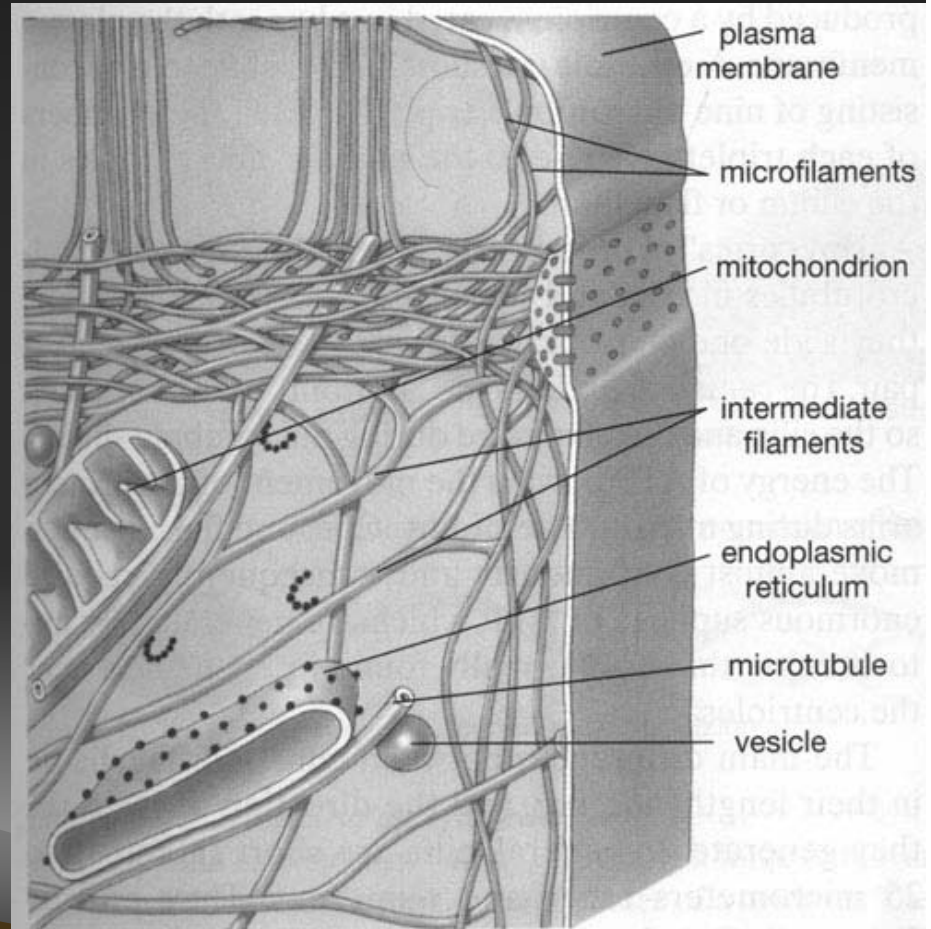
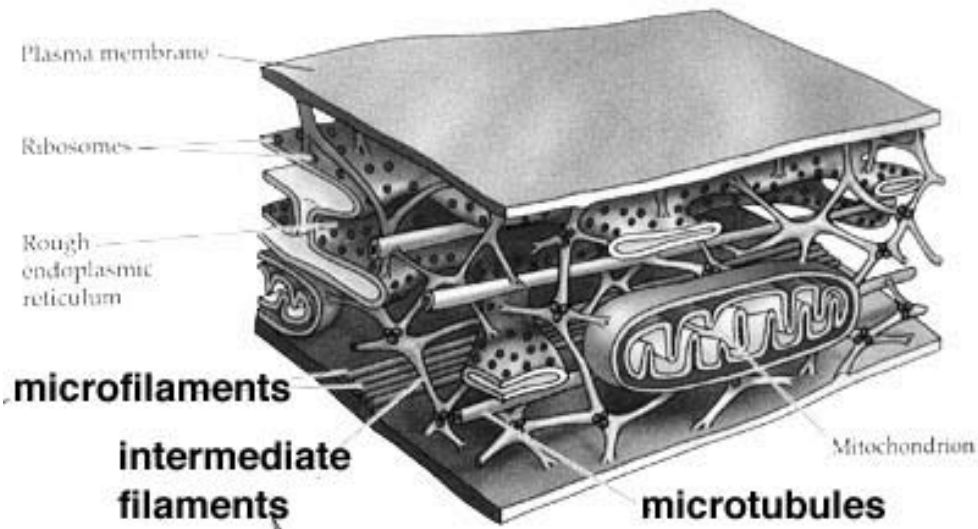
D. Konstitutivní exocytóza



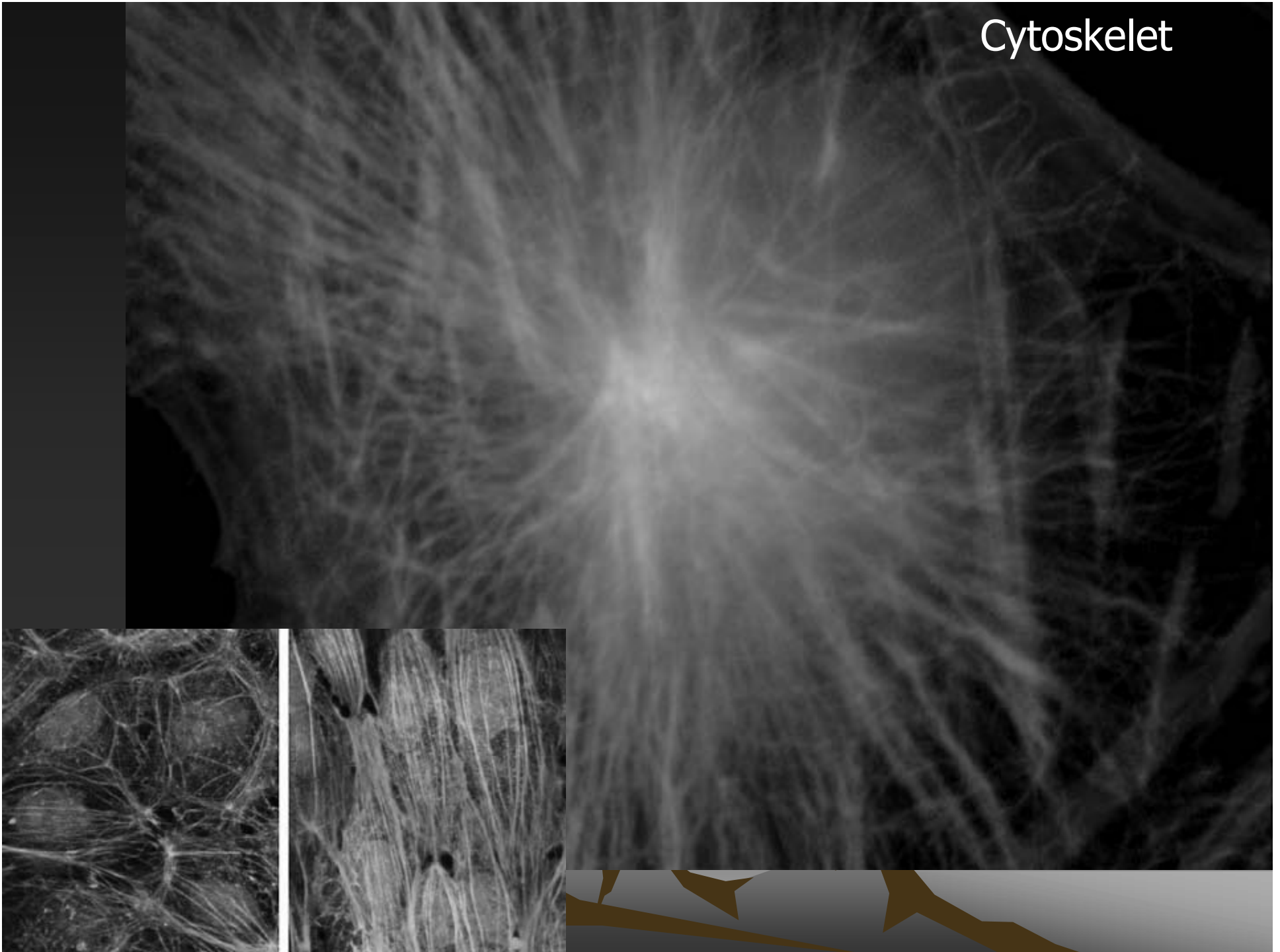
E. Buněčná migrace



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.)

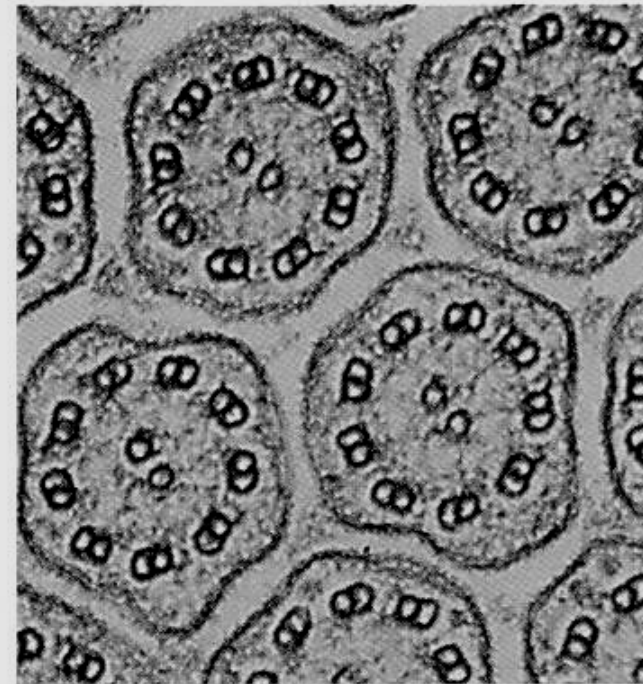
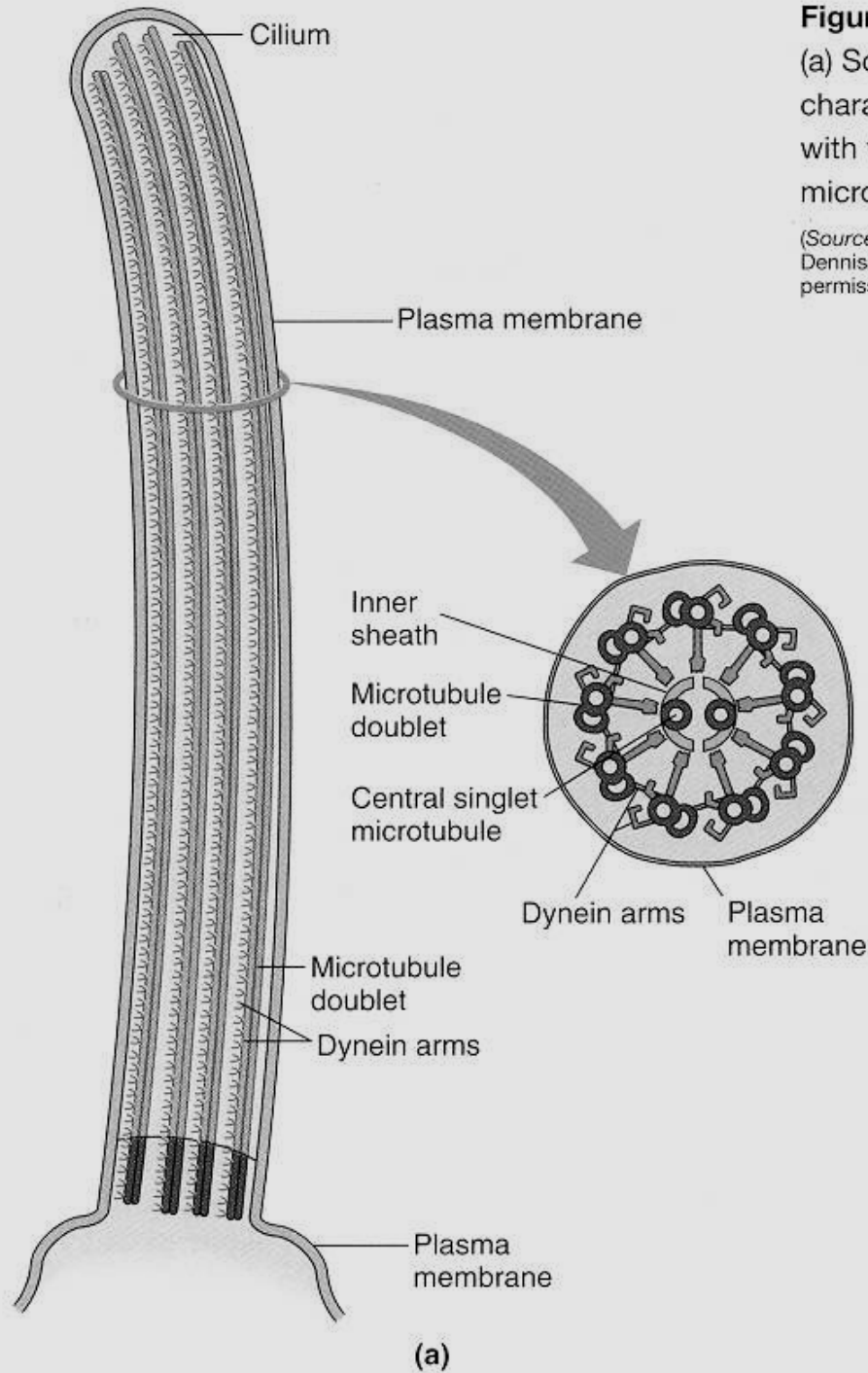
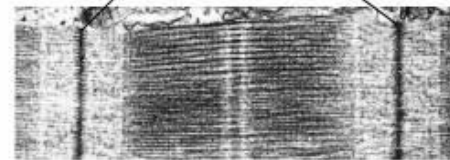
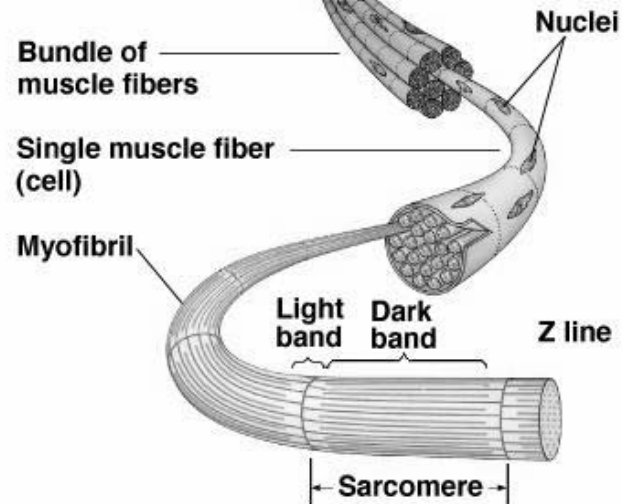
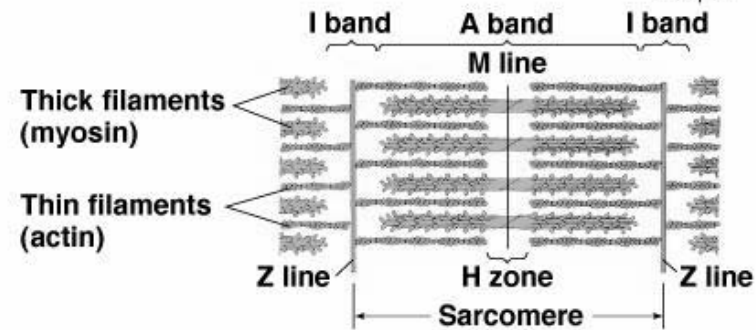


Photo: © David M. Phillips/Visuals Unlimited



0.5 μm



Život v buňce – Animace komentovaná

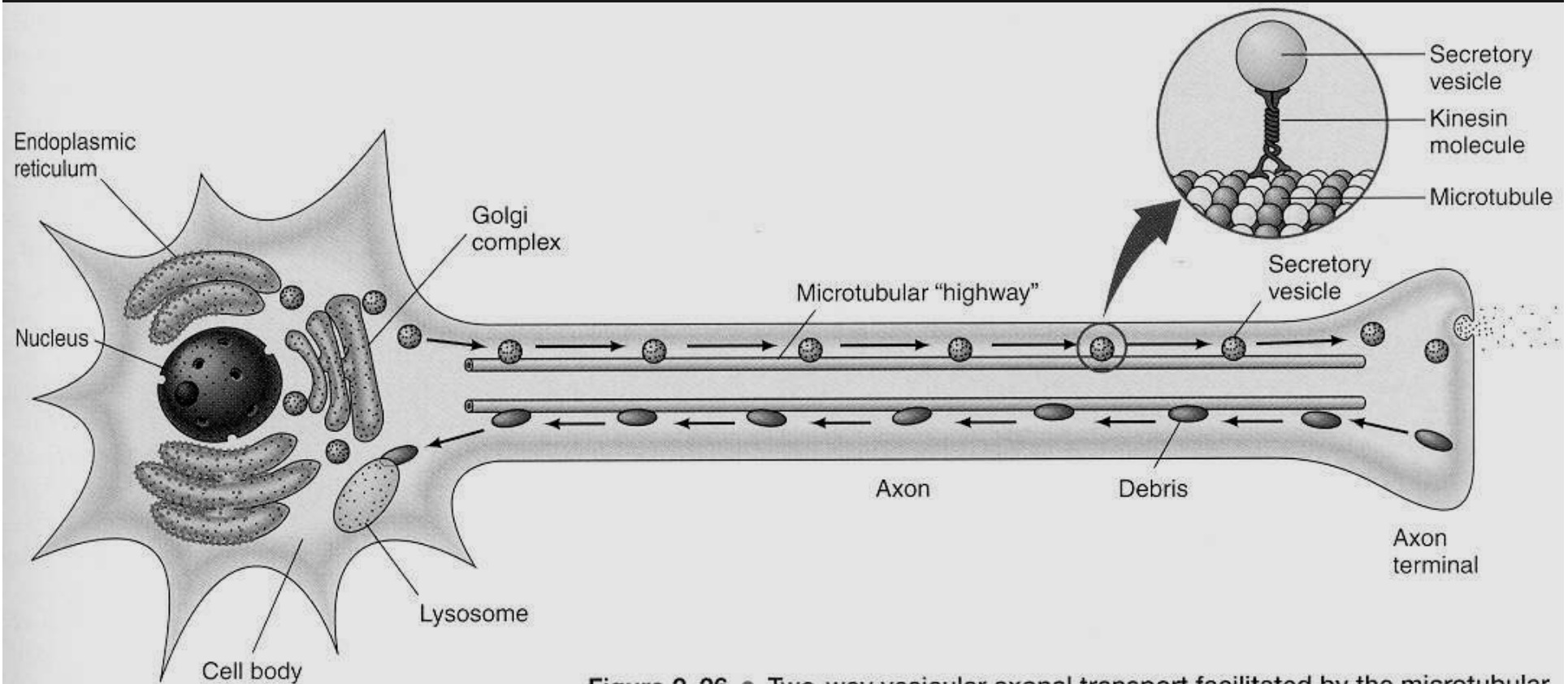
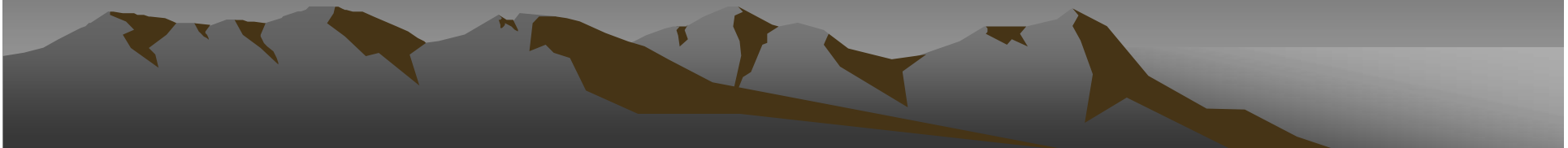
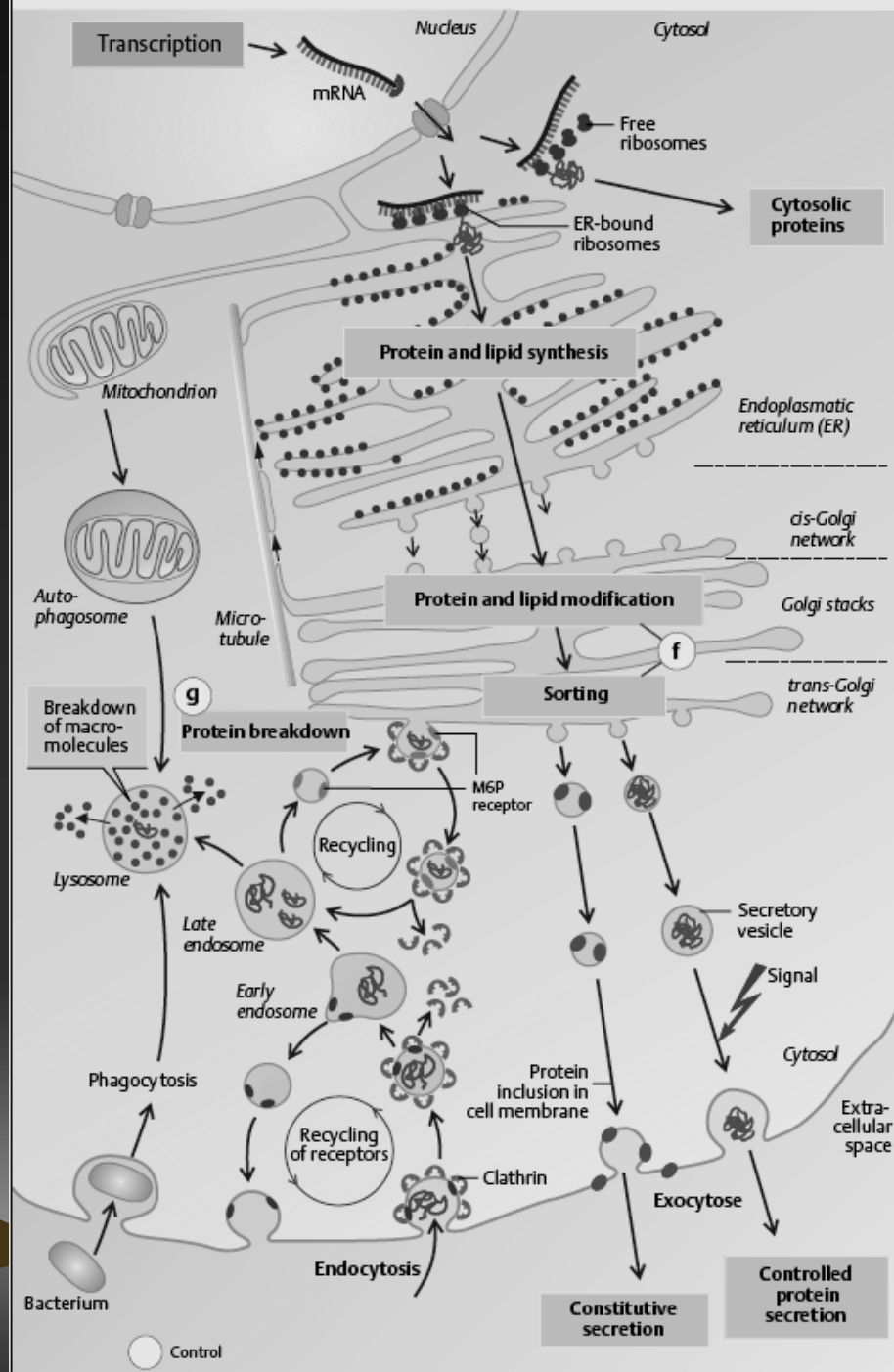


Figure 9.96 • Two-way vesicular axonal transport facilitated by the microtubular

Život v buňce - Animace

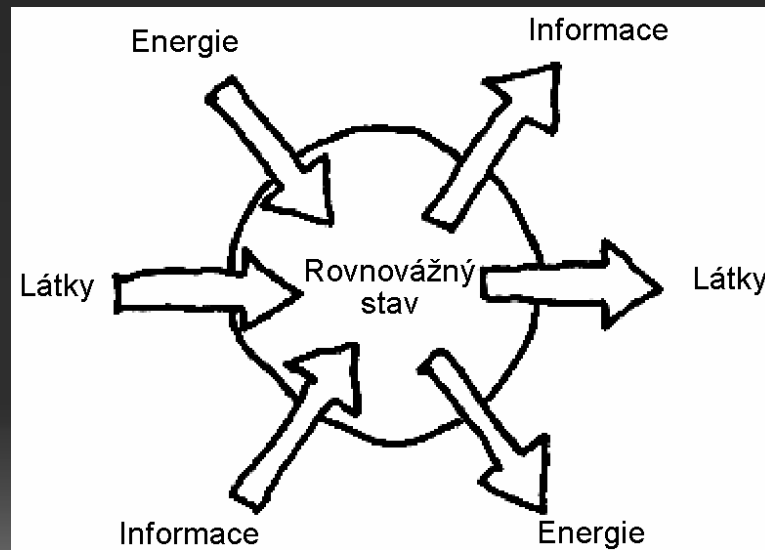


F. Protein synthesis, sorting, recycling, and breakdown



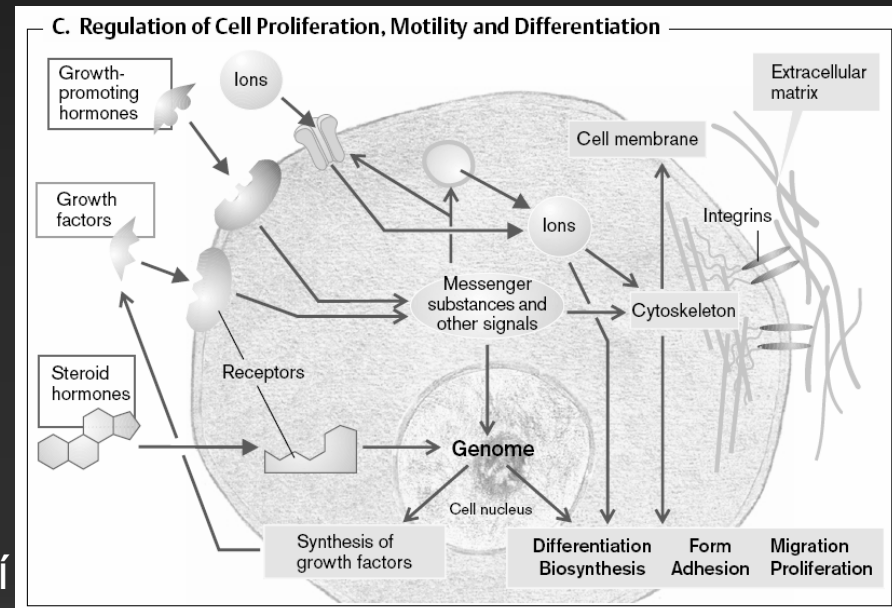
Přenos informací

Mezibuněčná komunikace a signálová transdukce



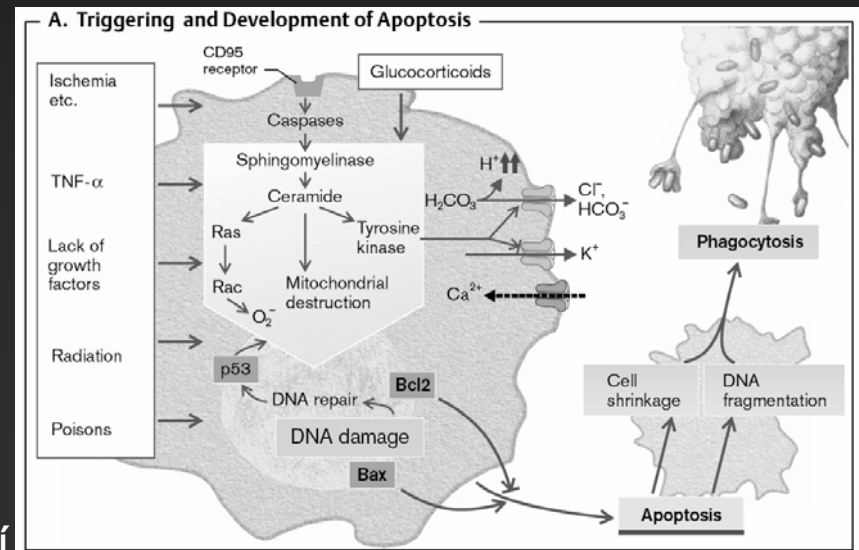
Mezibuněčná komunikace a signálová transdukce

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

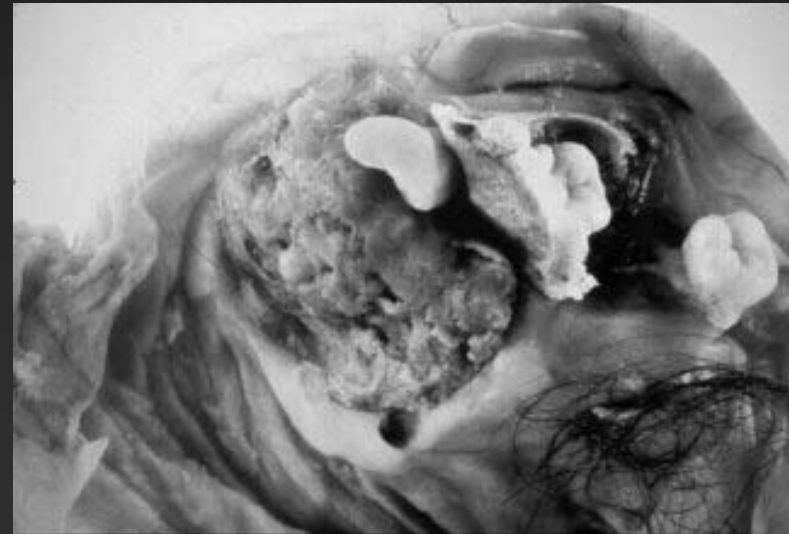


Mezibuněčná komunikace a signálová transdukce

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



Mezibuněčná komunikace a signálová transdukce



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

Ovariální teratom

Na jednu stranu chceme aby už nerostly (novotvary) na druhou aby zase rostly (náhrady)

Snímek 87

M1

Na jednu stranu cheme aby už nerostly (novotvary)na druhou aby zase rostly (náhrady)

MV; 13.10.2009

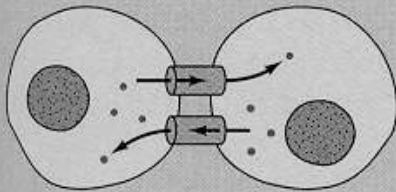
Chemická struktura

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

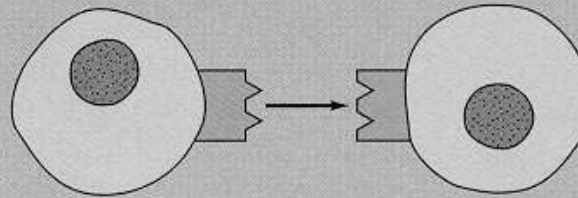
Způsob předání signálu – jeden klíč a různé dveře

Způsob předání signálu – mezi buňkami

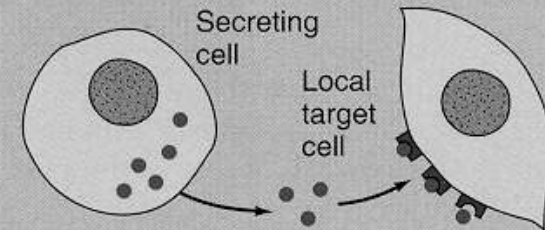
Gap junctions



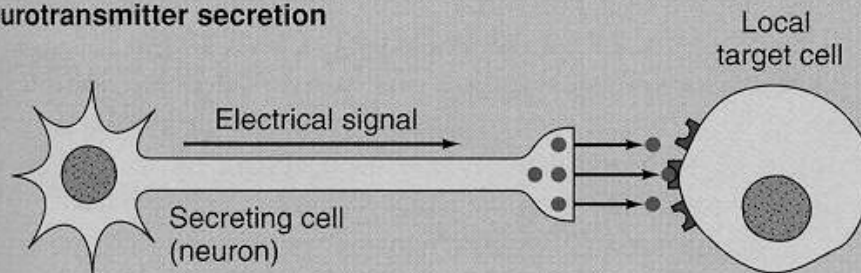
Transient direct linkup of cells



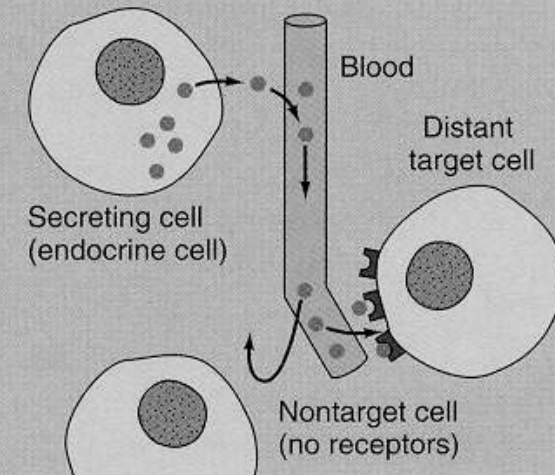
Paracrine secretion



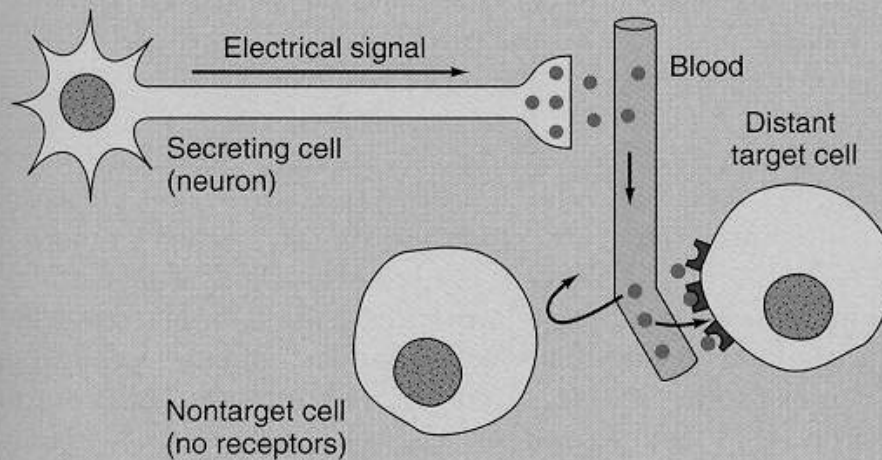
Neurotransmitter secretion



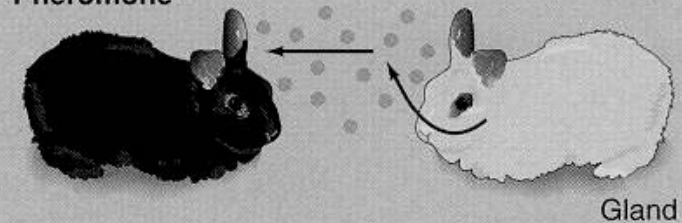
Hormonal secretion



Neurohormone secretion

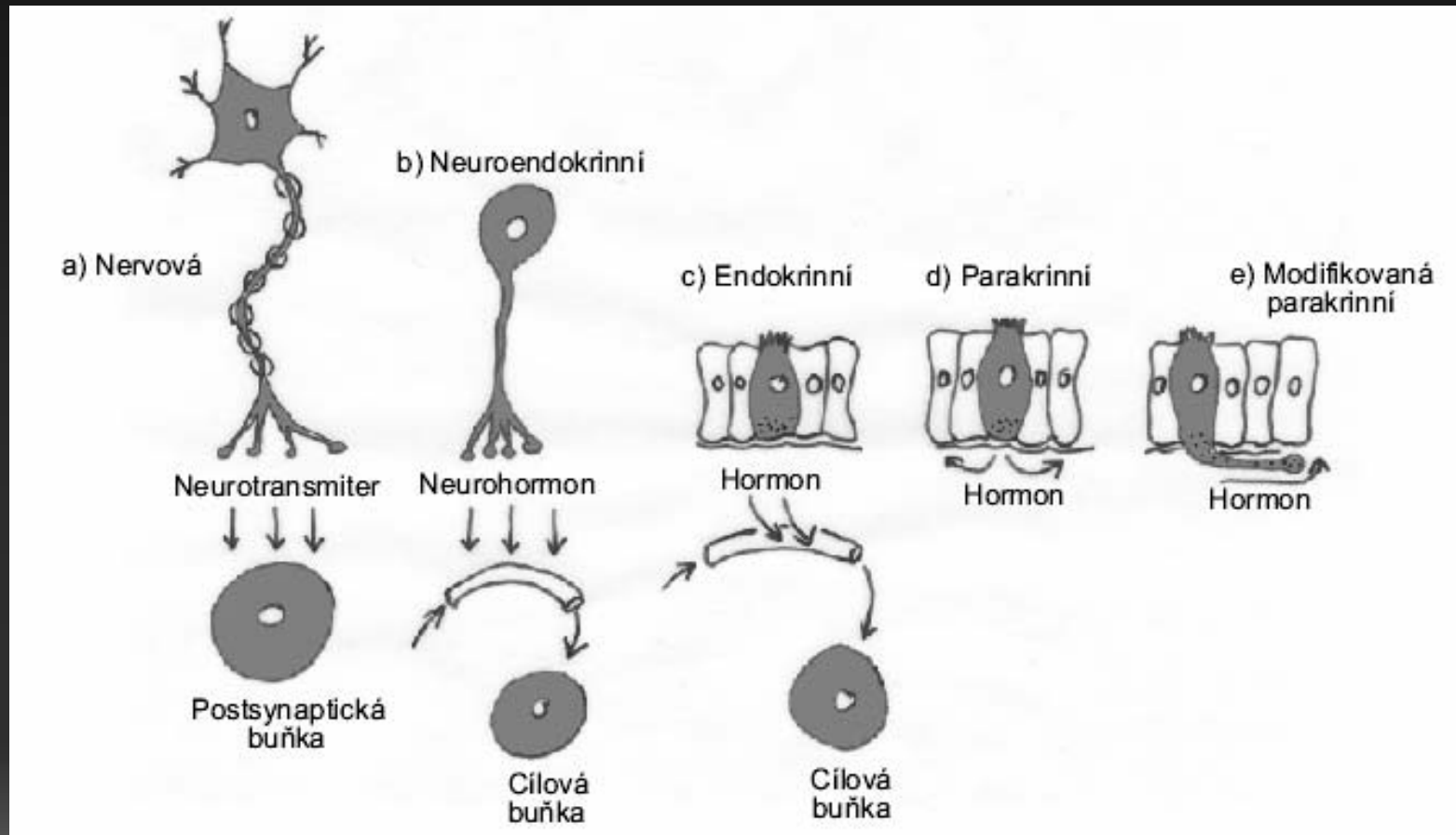


Pheromone

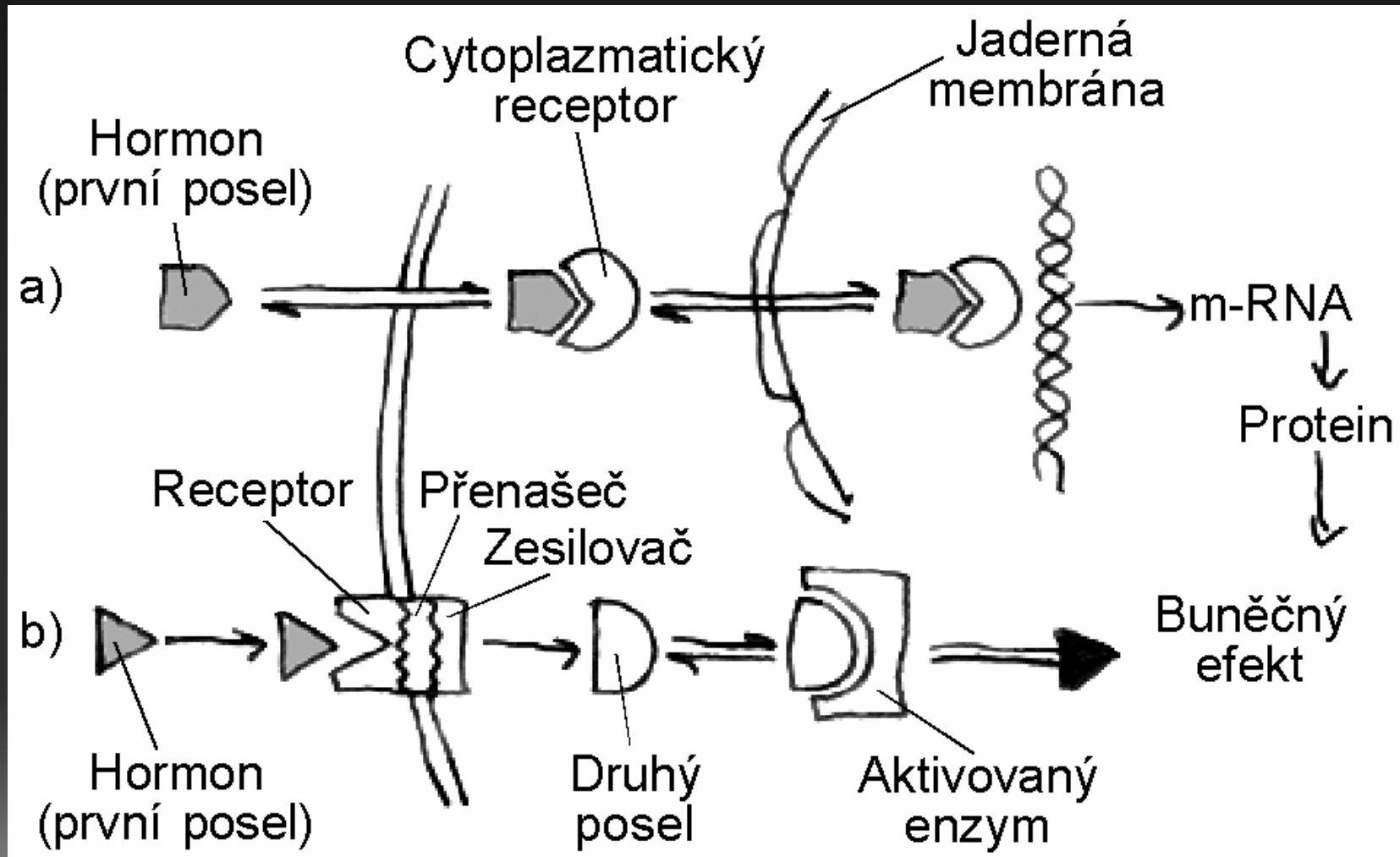


• Small molecules and ions • Paracrine • Neurotransmitter • Hormone • Neurohormone • Pheromone

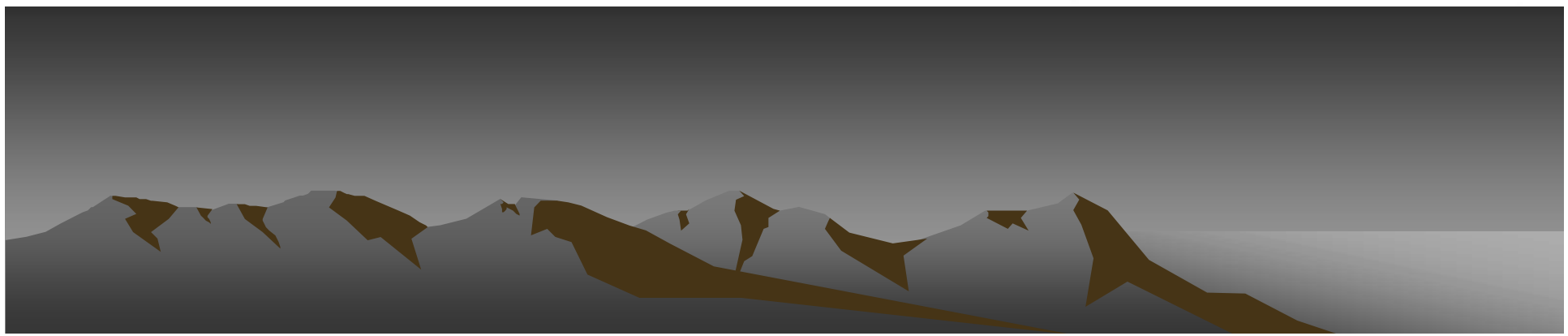
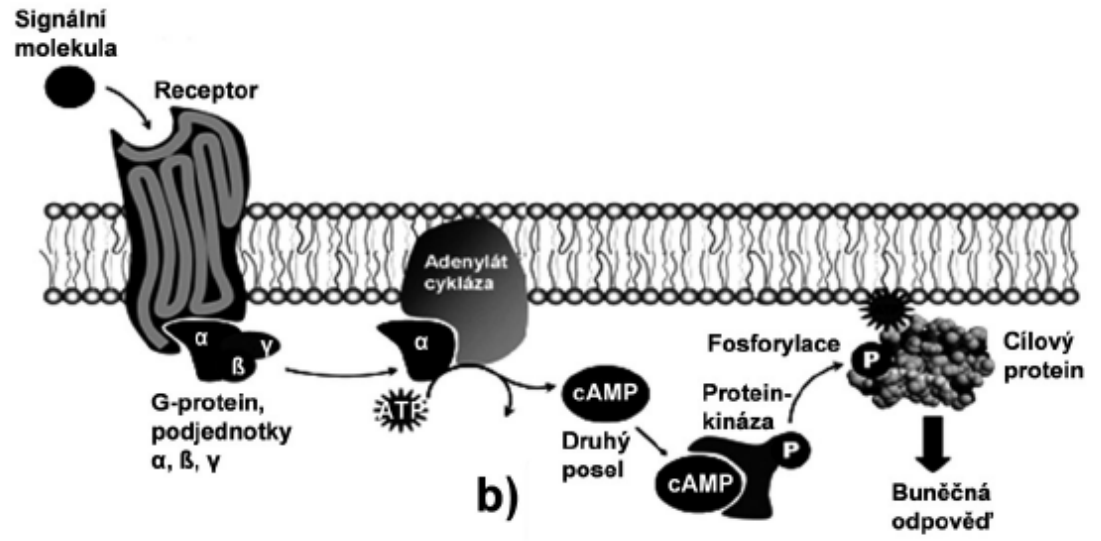
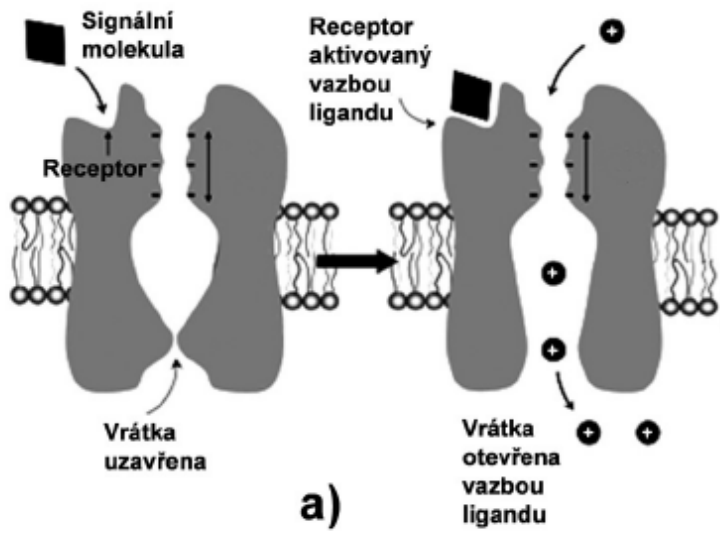
Způsob předání signálu – mezi buňkami



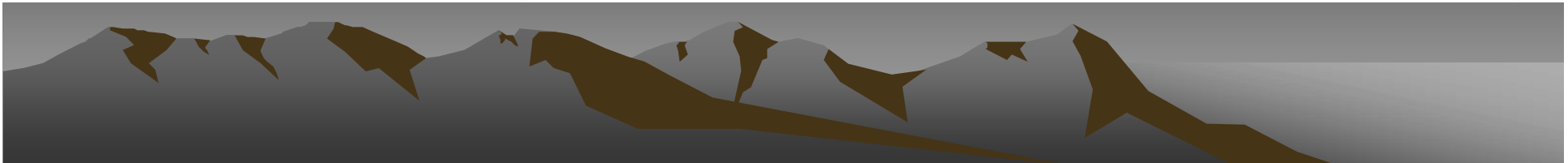
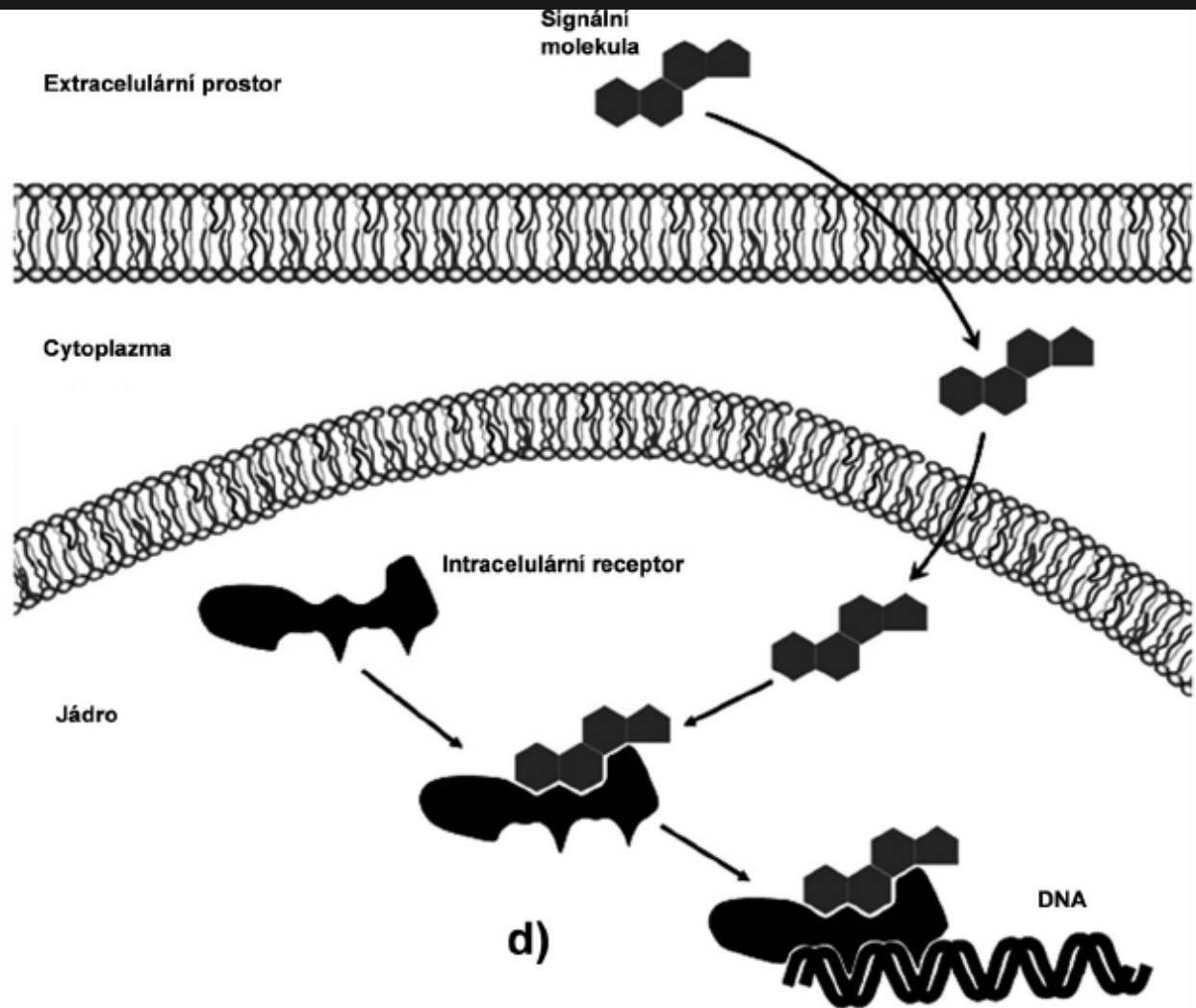
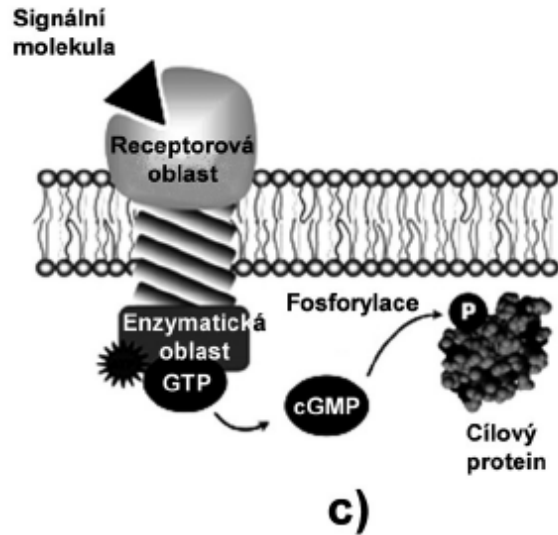
Způsob předání signálu – přes membránu



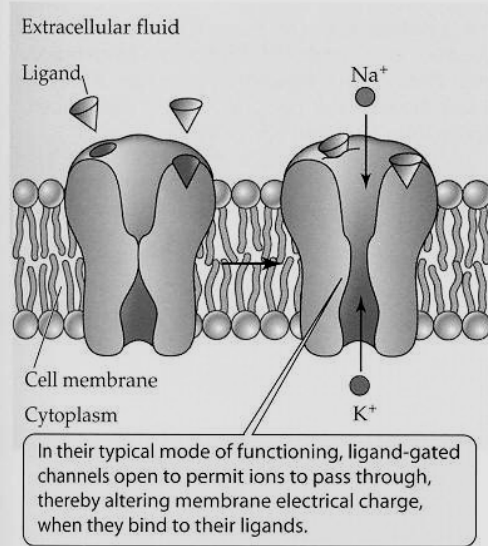
Způsob předání signálu – přes membránu



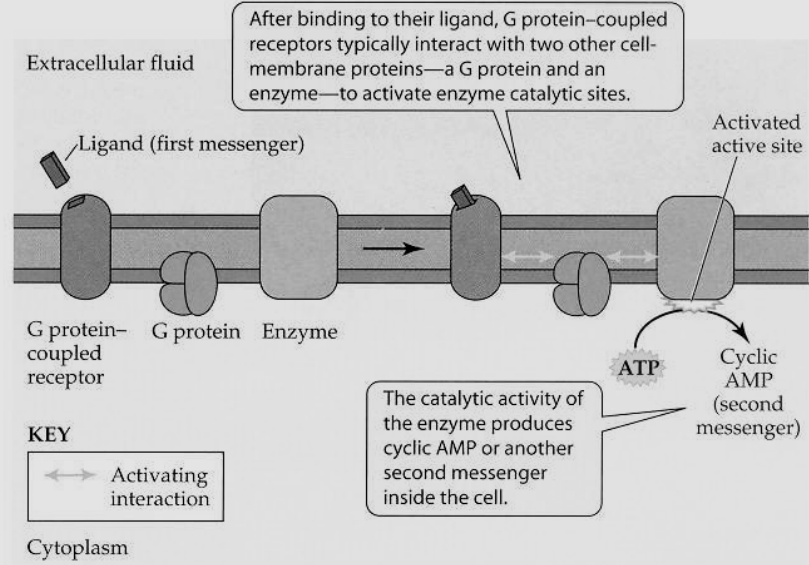
Způsob předání signálu – přes membránu



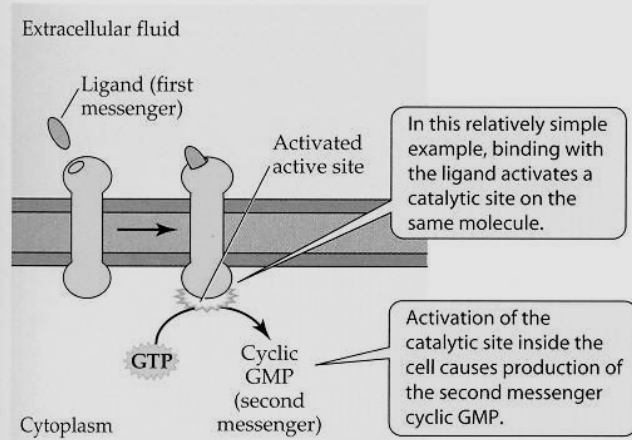
(a) Ligand-gated channel



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



(c) Enzyme/enzyme-linked receptor



(d) Intracellular receptor

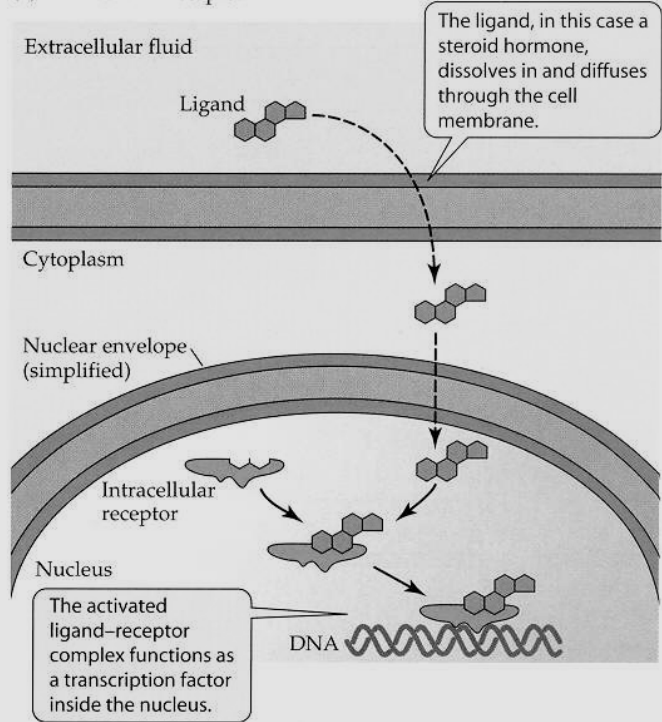
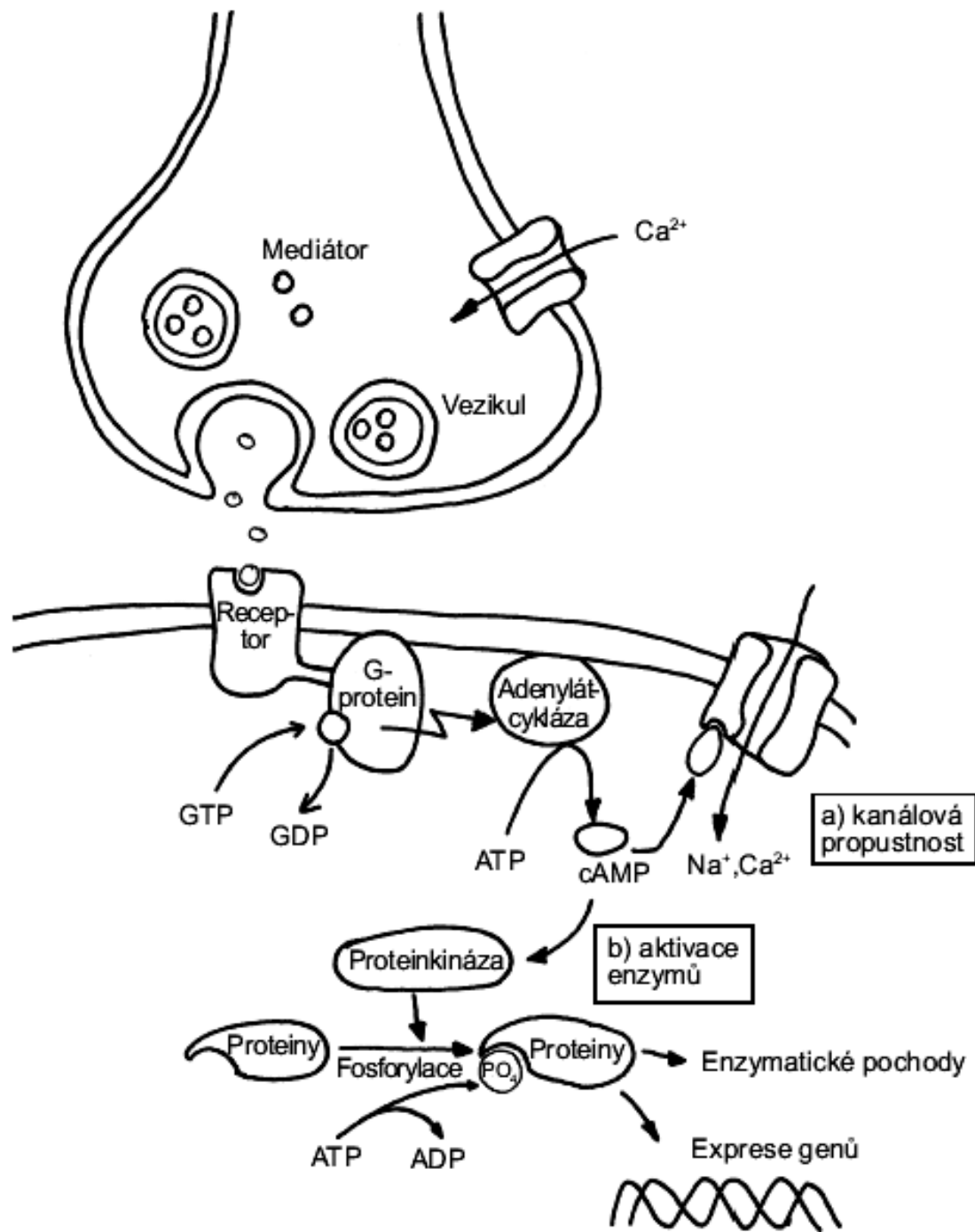


Figure 2.23 The four types of receptor proteins involved in cell signaling (a) A ligand-gated channel. The particular example shown, a muscle cell acetylcholine receptor, must bind a ligand molecule at two sites for the channel to open. (b) A G protein-coupled receptor. Details of the molecular interactions symbolized by double-headed arrows are discussed later in this chapter. (c) Enzyme/enzyme-linked receptors are themselves enzymes or, when activated, interact directly with other membrane proteins that are enzymes. One way or the other, binding with the ligand activates an enzyme catalytic site inside the cell. The example shown is the atrial natriuretic peptide receptor which is particu-

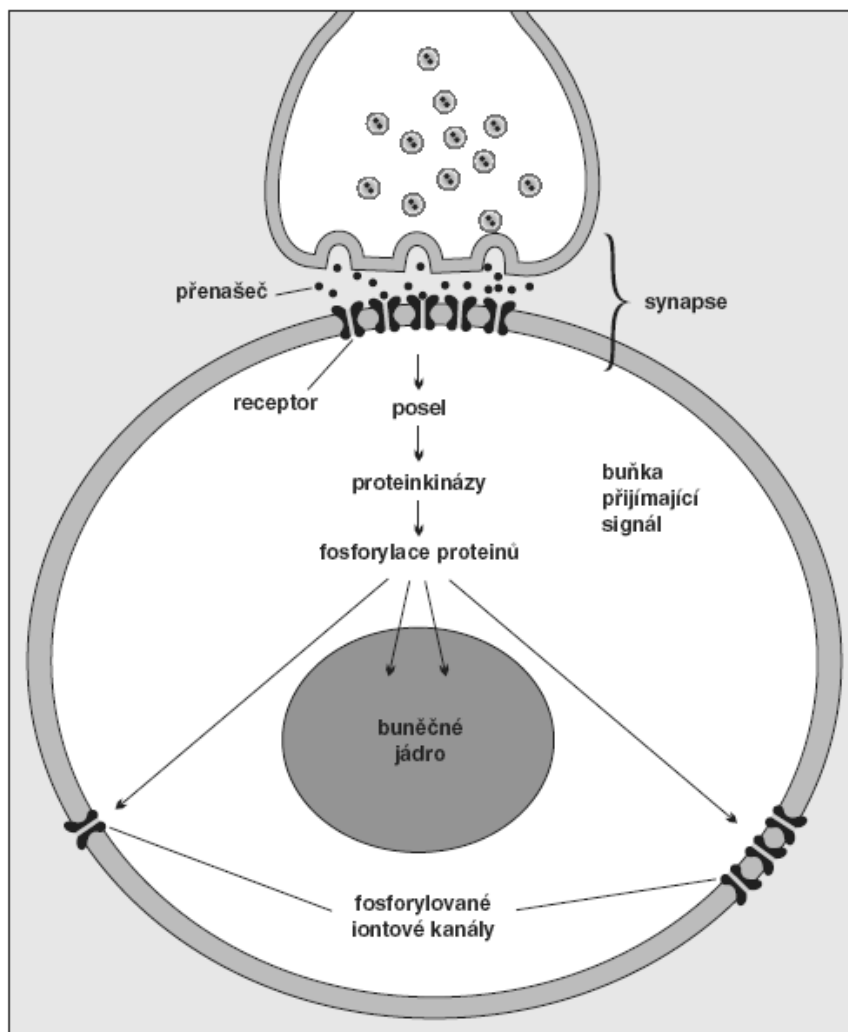
Univerzální mechanismy signalizace



Proteinkinázy

Pomalý synaptický přenos a fosforylace bílkovin

nálů. Na četnosti a výkonnosti jednotlivých typů ion-



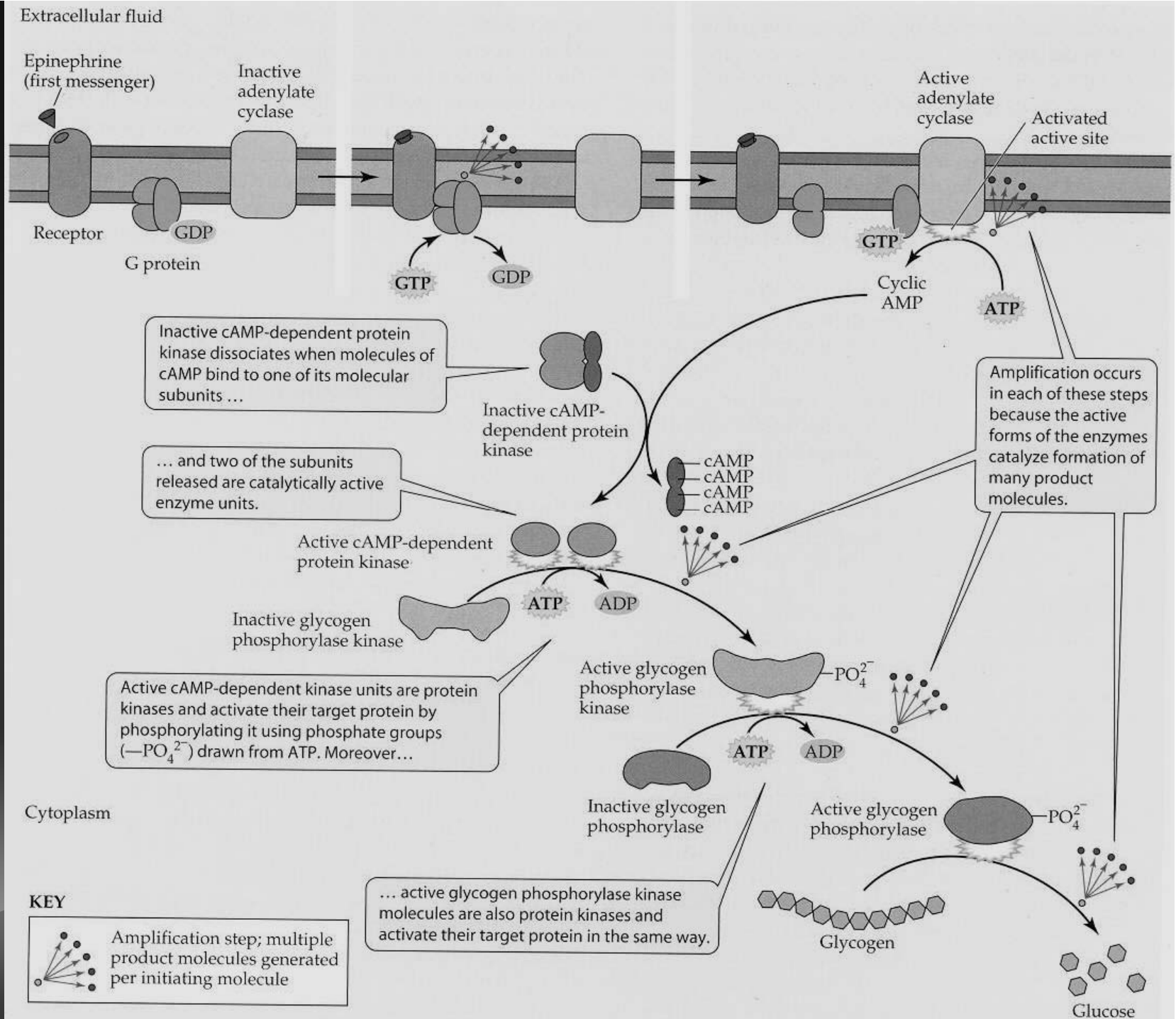
PRINCIP PROTEINOVÉ FOSFORYLACE

Fosfátová skupina, předaná např. adenosintrifosfátem nebo guanosintrifosfátem, je navázána na protein prostřednictvím enzymů proteinkináz, jichž známe řadu. Proteinové šroubovice či „skládané lístky“ jsou tvořeny aminokyselinami, z nichž tři (serin, tyrosin, 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 blochemická reakce, kterou enzym katalyzuje.

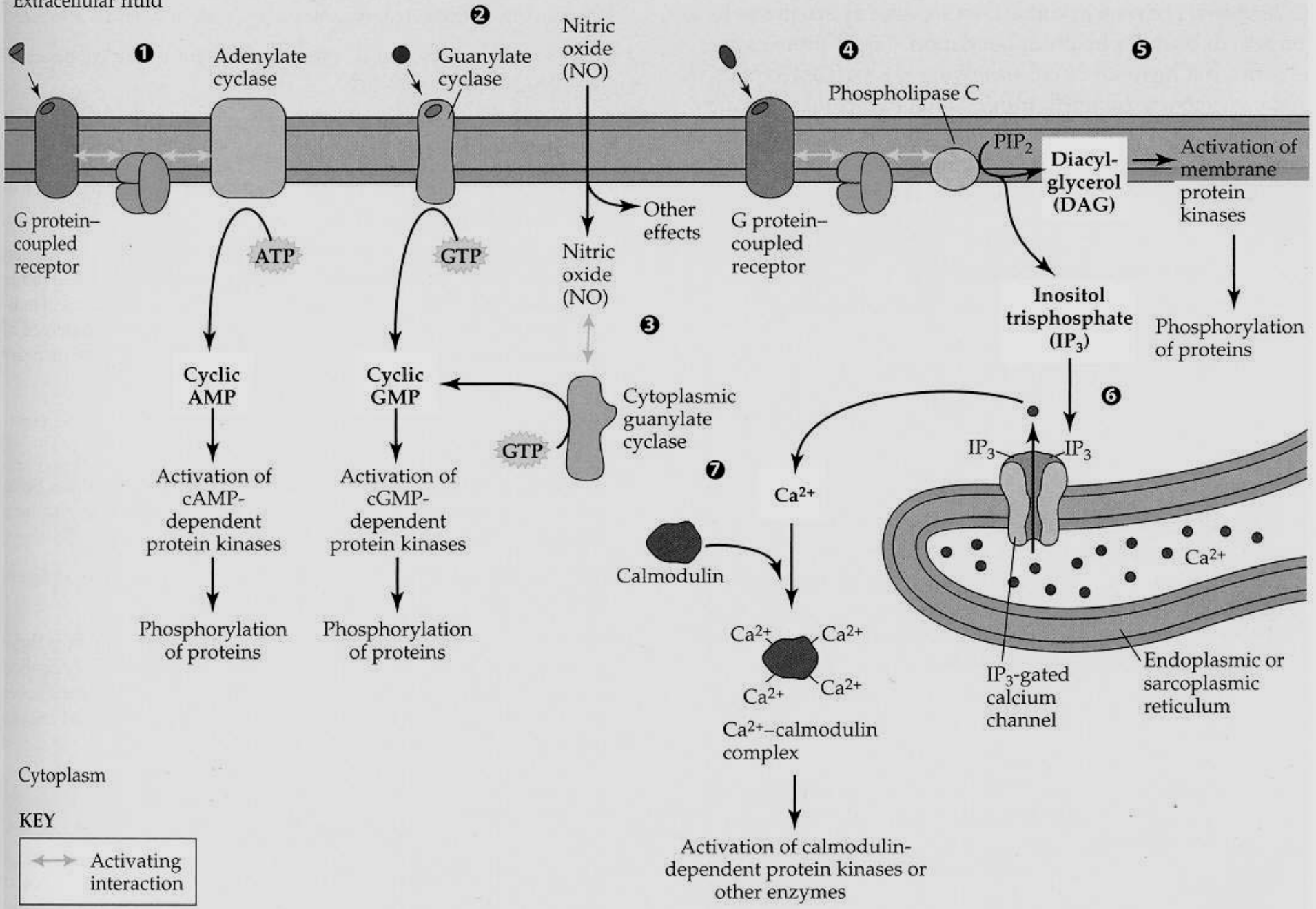
„Cestou zpátky“ je defosforylace, o níž se starají enzymy fosfatázy (jsou-li nablízku). O významu fosforylaci a defosforylaci bílkovin svědčí i to, že za obecný výzkum proteinkináz a proteinfosfatáz byla už udělena Nobelova cena r. 1992 Edwino G. Krebsovi a Edmundu H. Fisherovi (viz Vesmír 72, 13, 1993/1).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

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

Zesílení

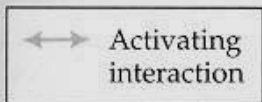


Extracellular fluid



Cytoplasm

KEY



Život v buňce – Animace komentovaná

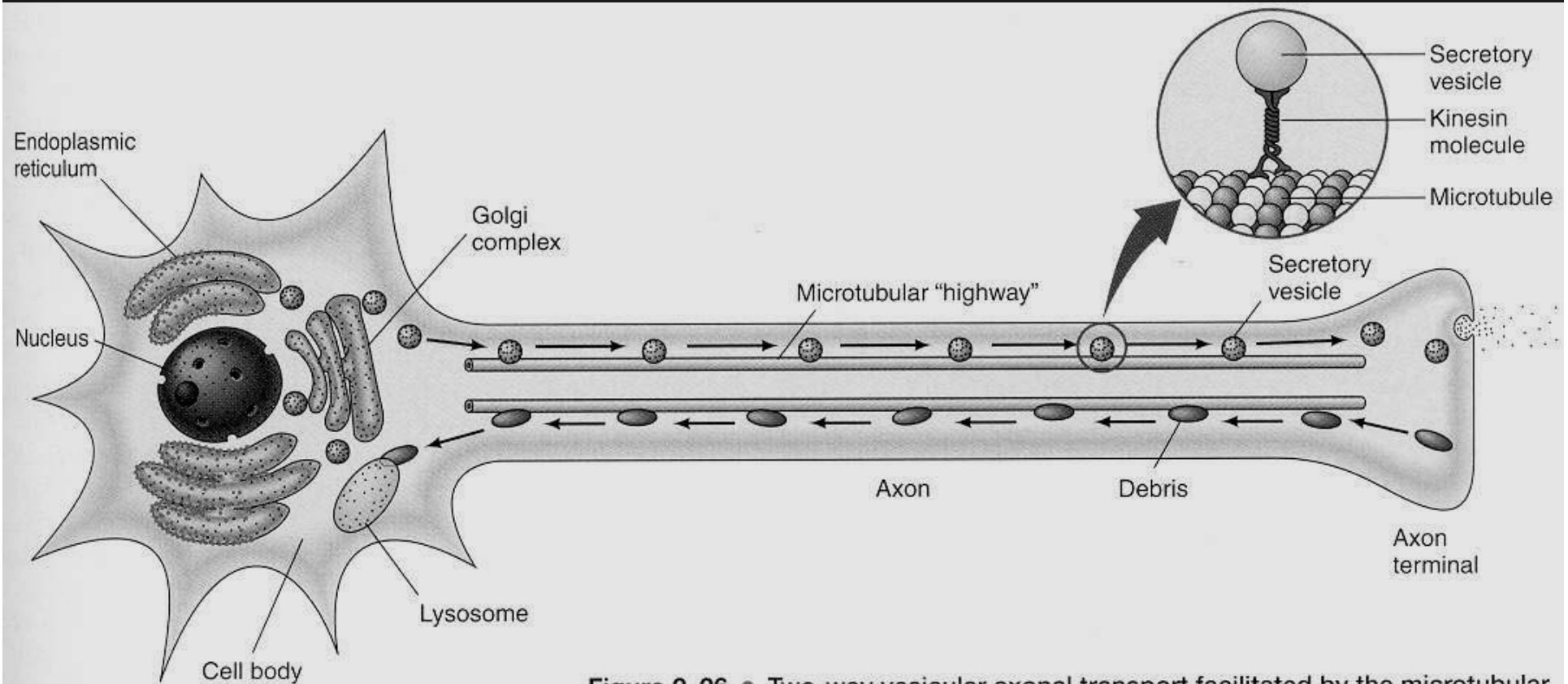
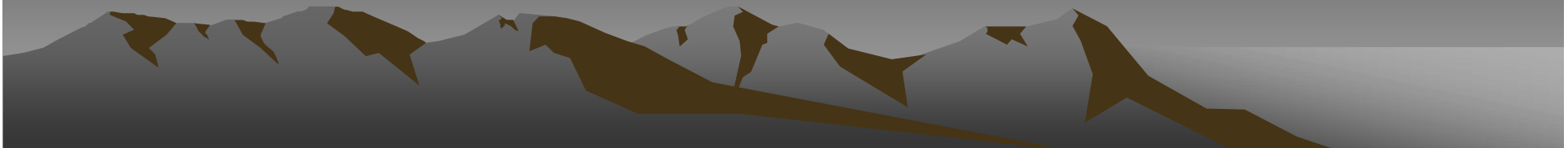


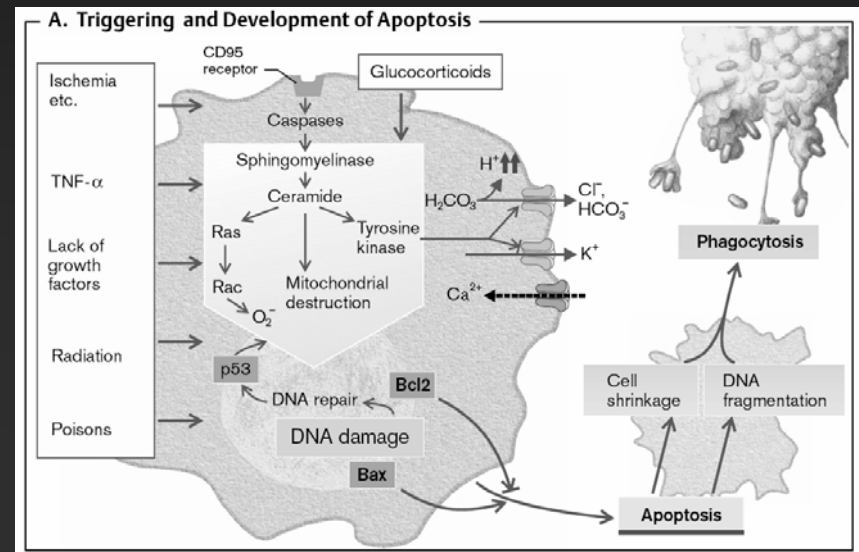
Figure 9.96 • Two-way vesicular axonal transport facilitated by the microtubular

Život v buňce - Animace



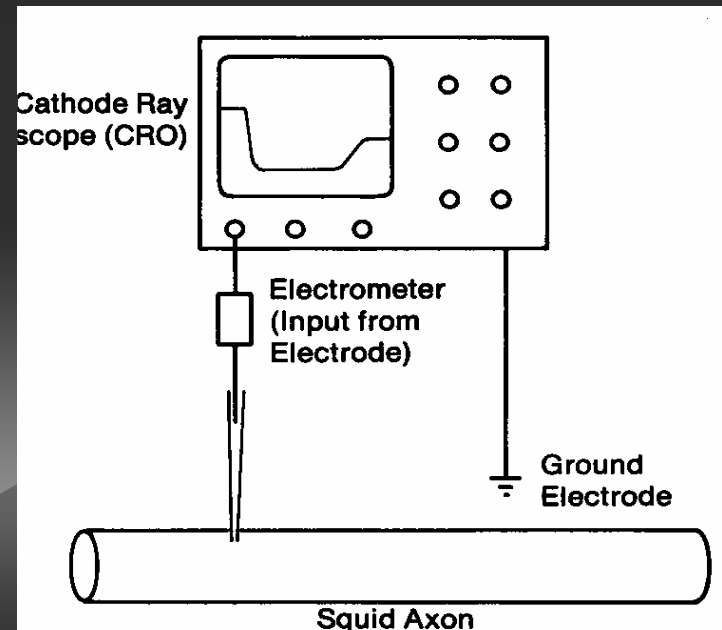
Mezibuněčná komunikace a signálová transdukce

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

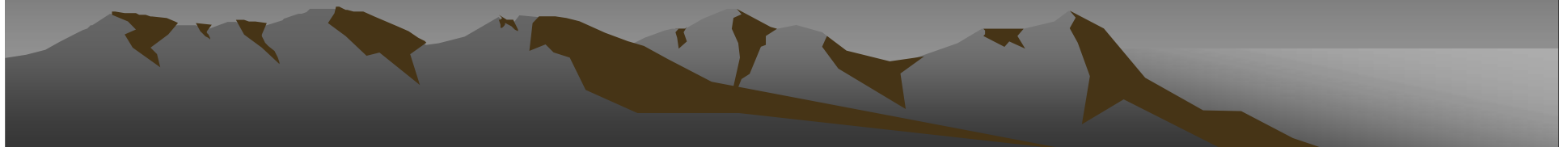


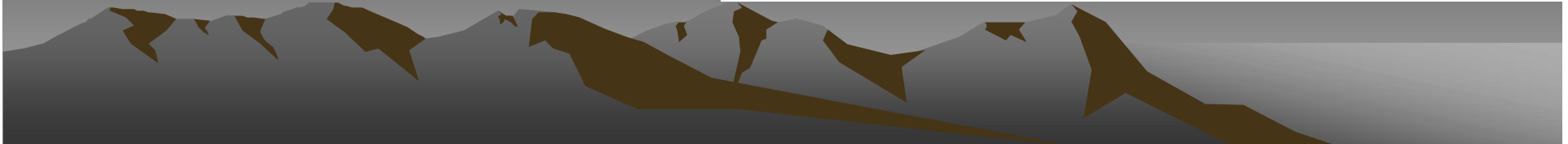
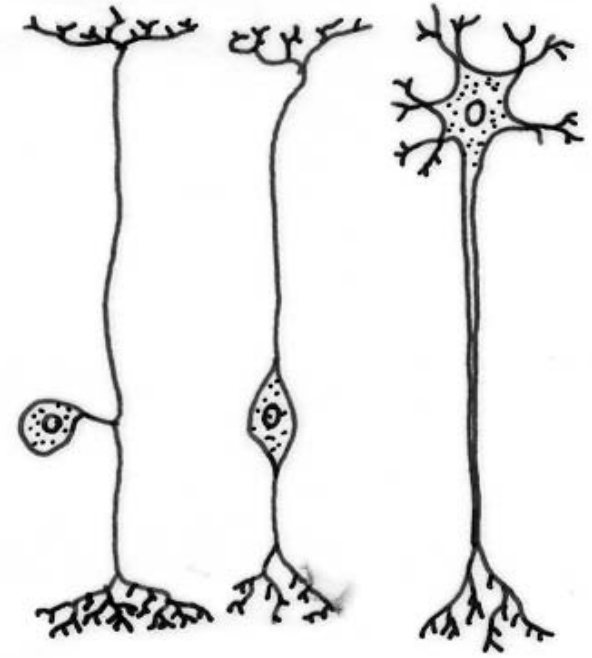
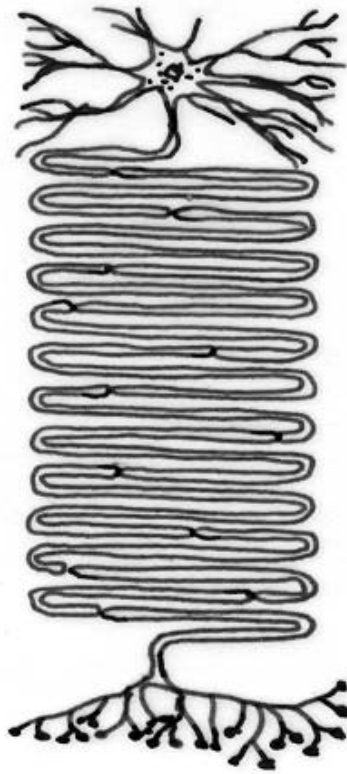
Nabitá membrána - Klidový potenciál

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			



Obecná neurofyzilogie





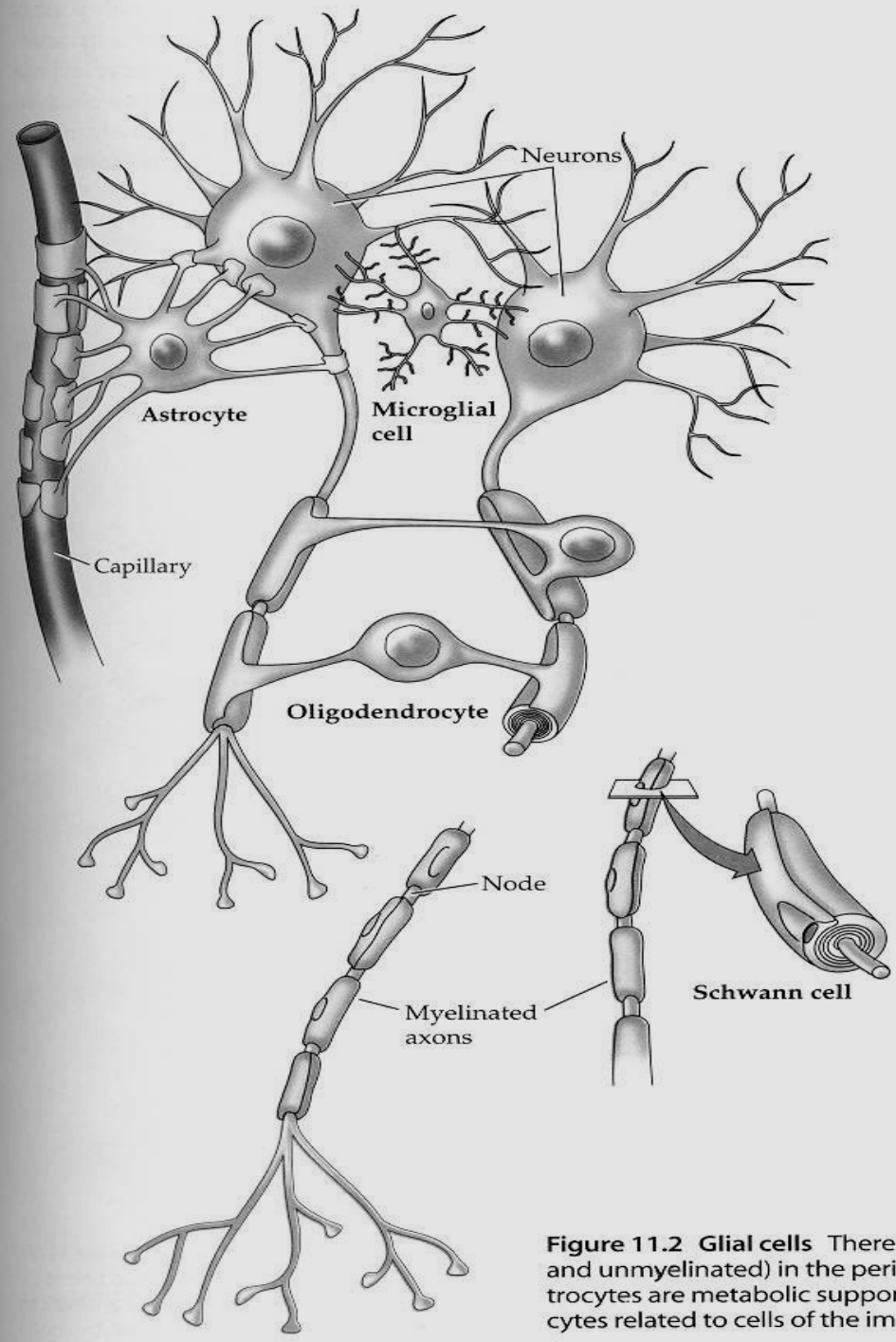
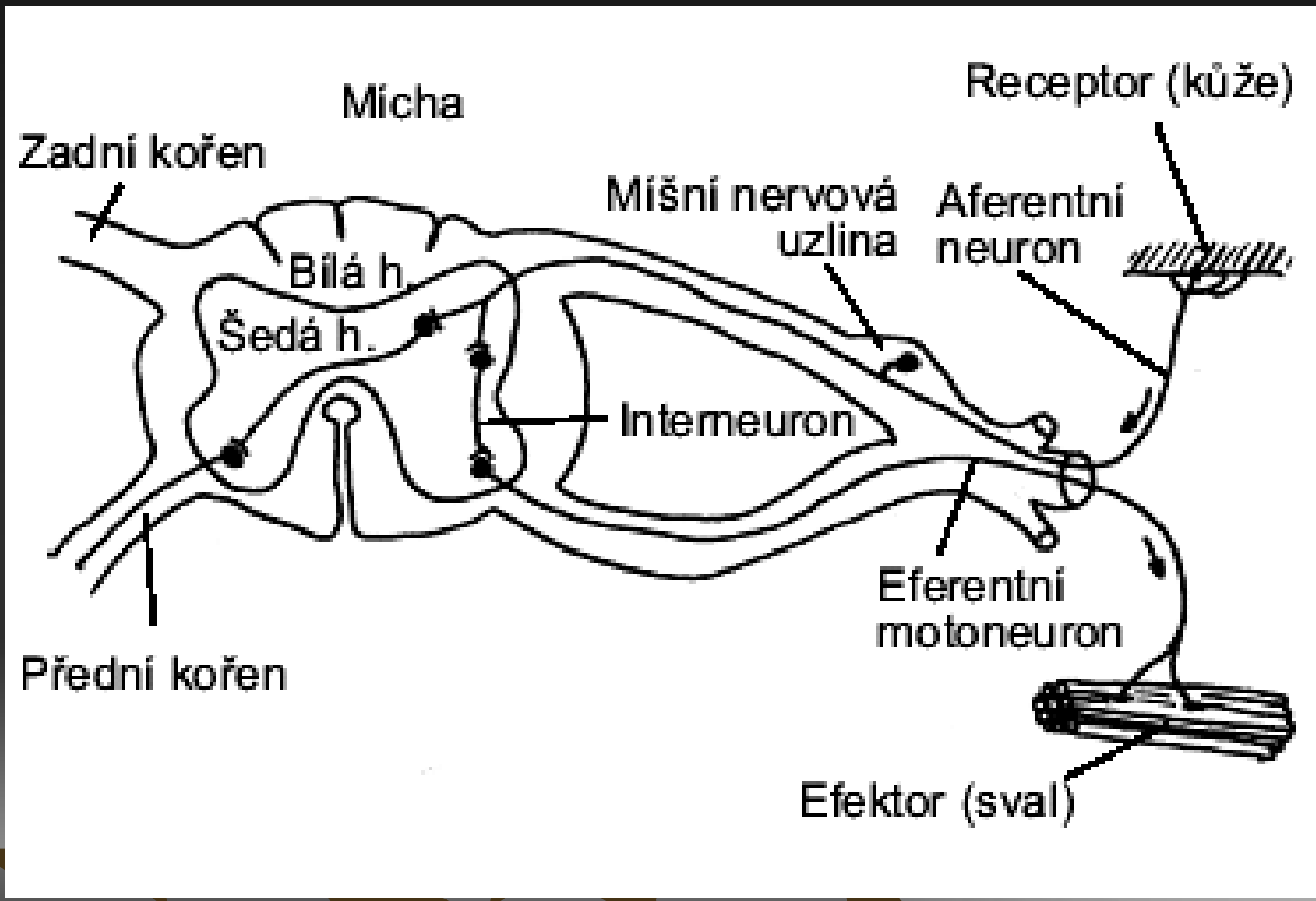
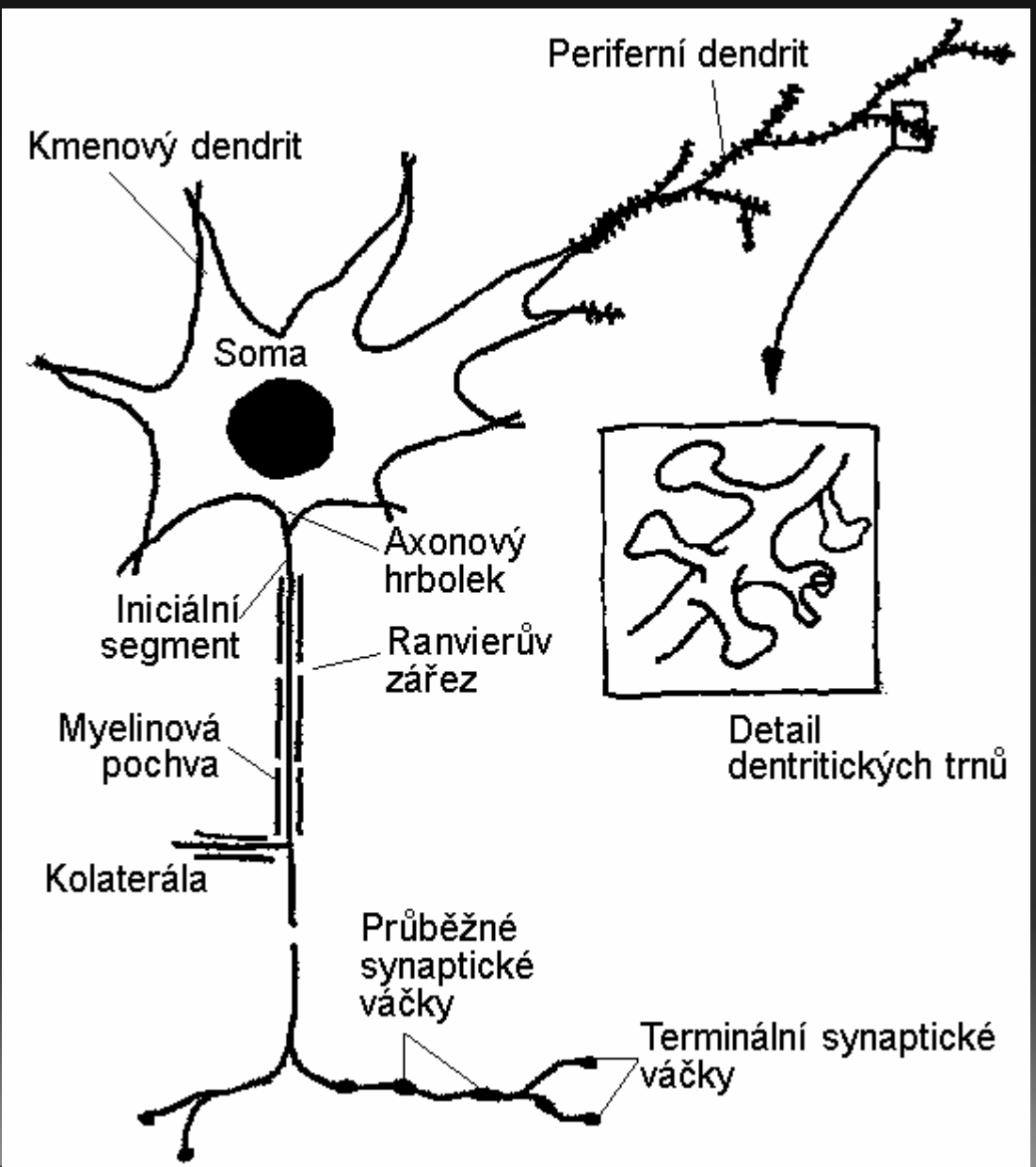


Figure 11.2 Glial cells There are two types of glial cells (myelinated and unmyelinated) in the peripheral nervous system. Astrocytes are metabolic support cells related to cells of the immune system.

Základní stavební a funkční plán nervové soustavy.



Neuron a jeho součásti



Spolupráce s gliovými buňkami.

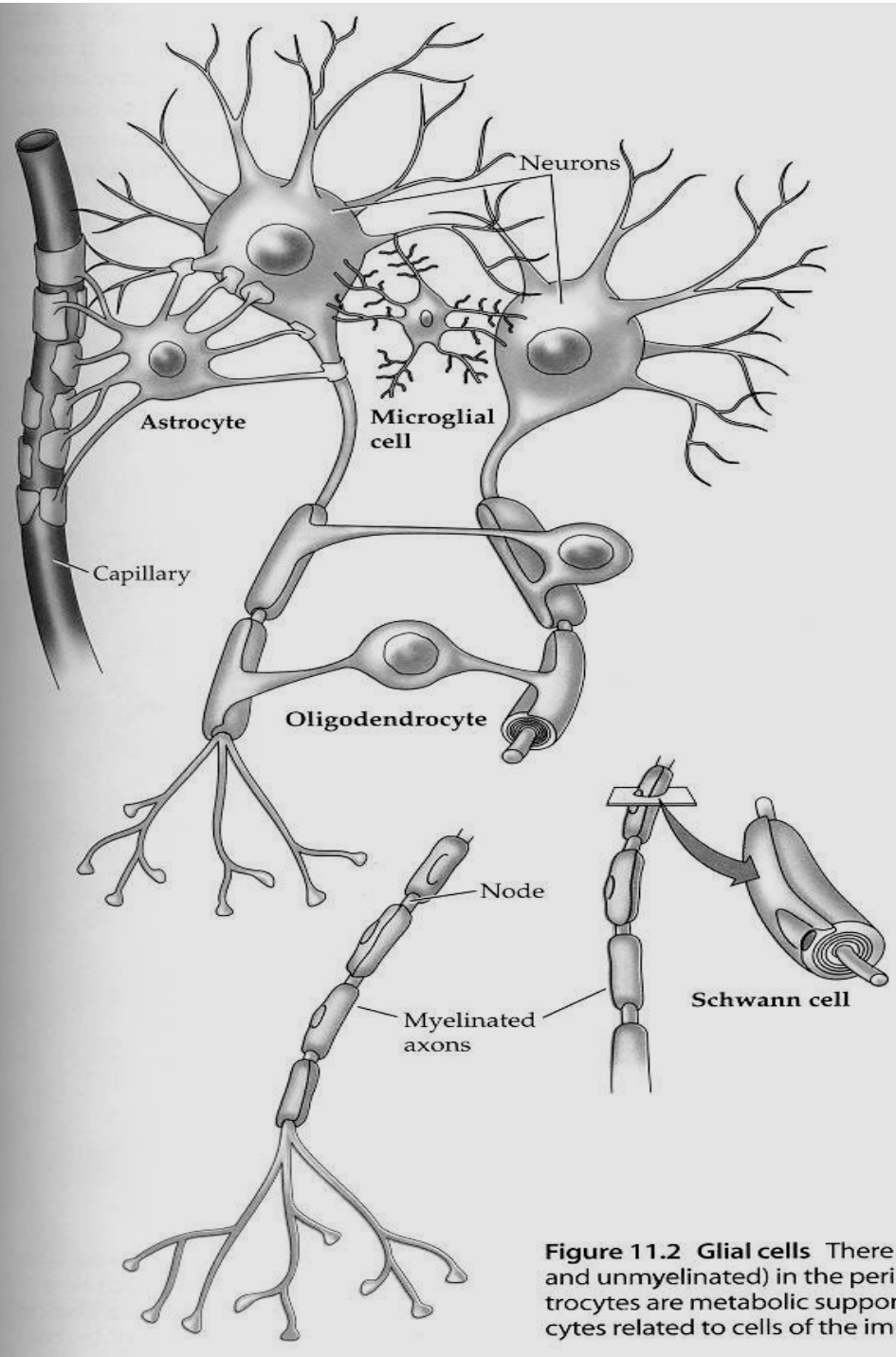
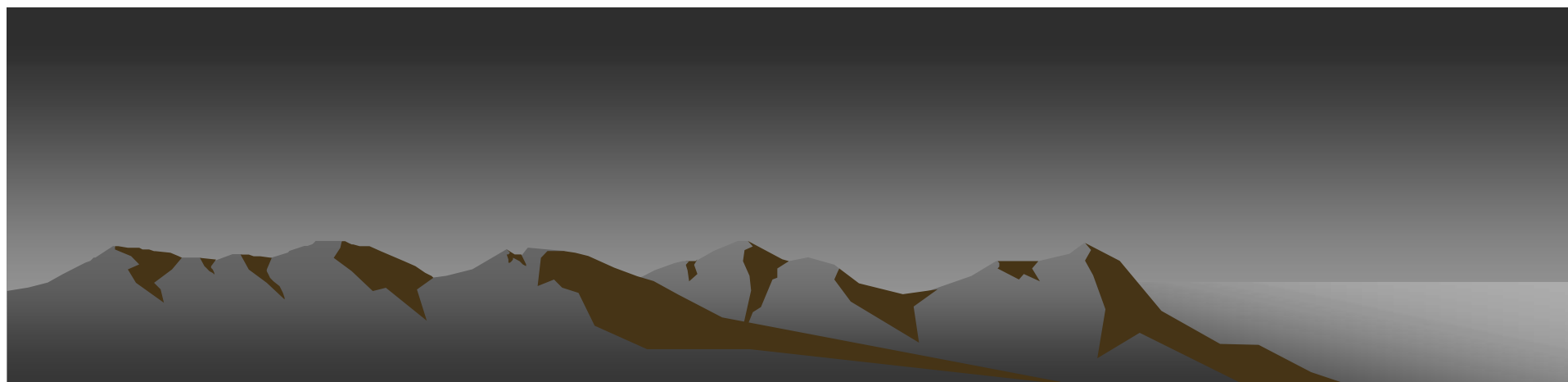


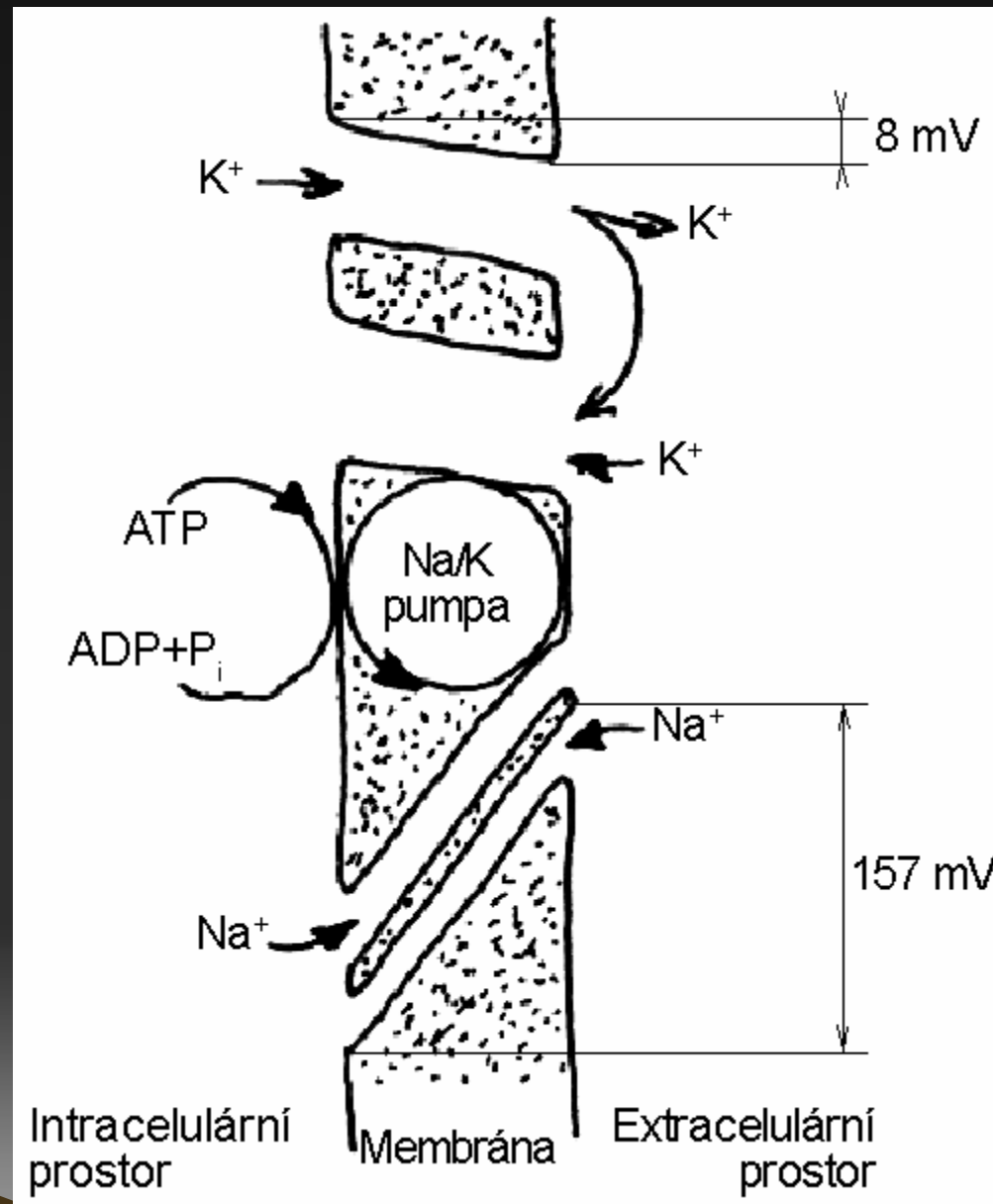
Figure 11.2 Glial cells There are myelinated and unmyelinated) in the periphery. Astrocytes are metabolic support cells related to cells of the immune system.

Koncentrace hlavních iontů na membráně v klidu.

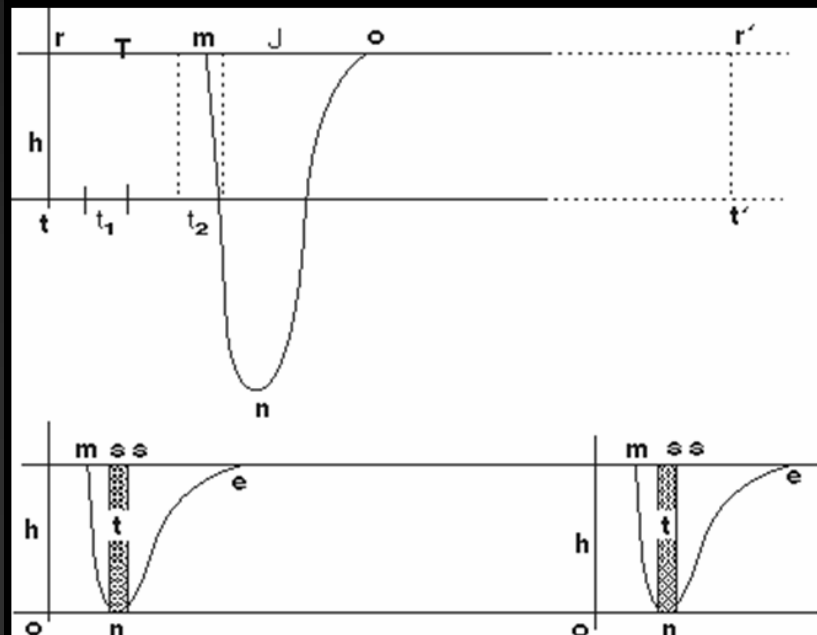
Iont	Koncentrace		Gradient Intra/Extra	Rovnovážný potenciál
	Intracelulární	Extracelulární		
Na ⁺	12 mmol/l	145 mmol/l	1:12	+67 mV
K ⁺	155 mmol/l	4 mmol/l	39:1	-98 mV
Cl ⁻	4 mmol/l	123 mmol/l	1:31	-90 mV
volný Ca ²⁺	10 ⁻⁴ mmol/l	1,5 mmol/l	1:15.000	+129 mV
fixní anionty	155 mmol/l			



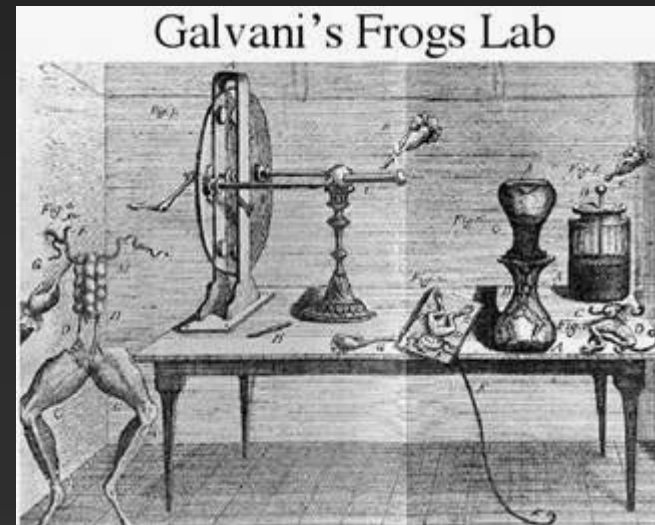
Rozdílné postavení Na a K iontů



Akční potenciál

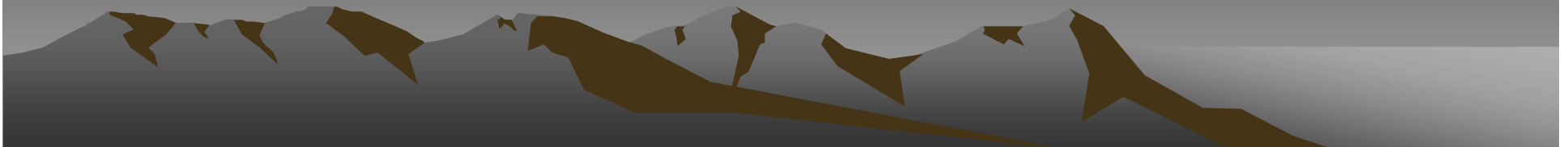


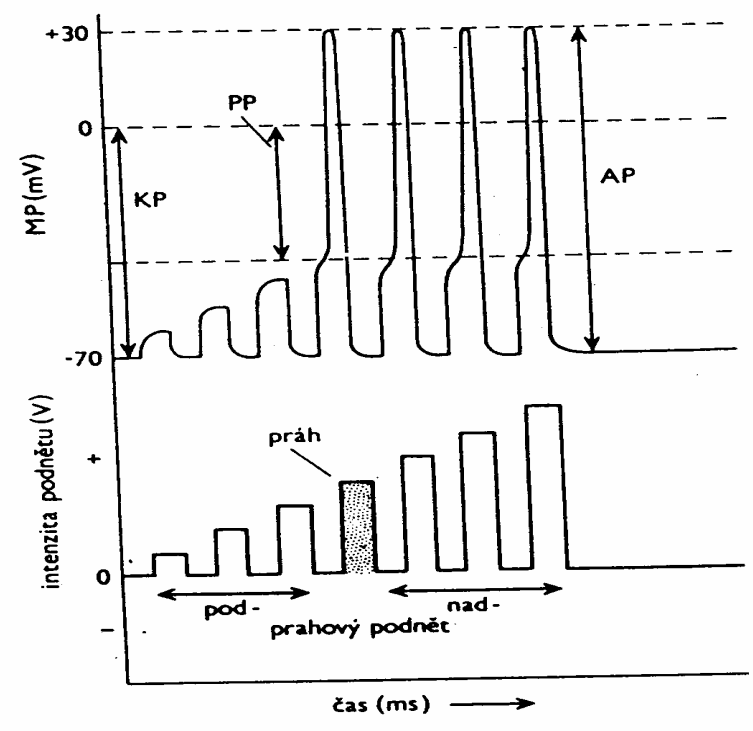
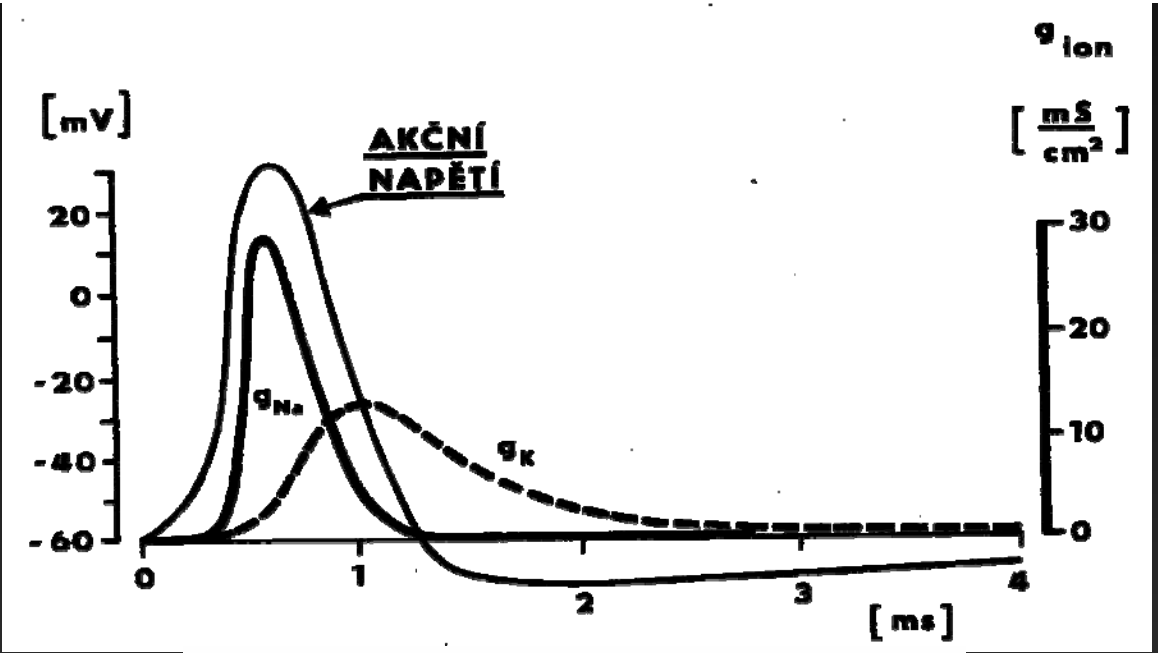
Horní záznam odpovídá průběhu "nervového akčního proudu", tak jak jej Bernstein naměřil r. 1868 a publikoval r. 1871. Na spodním záznamu, který Bernstein publikoval v Elektrobiologii r. 1913, chybí překmit "akčního proudu" do kladných hodnot (průběhy jsou zaznamenány s opačnou polaritou, než na jakou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



Jak se dnes měří a jak vypadá?

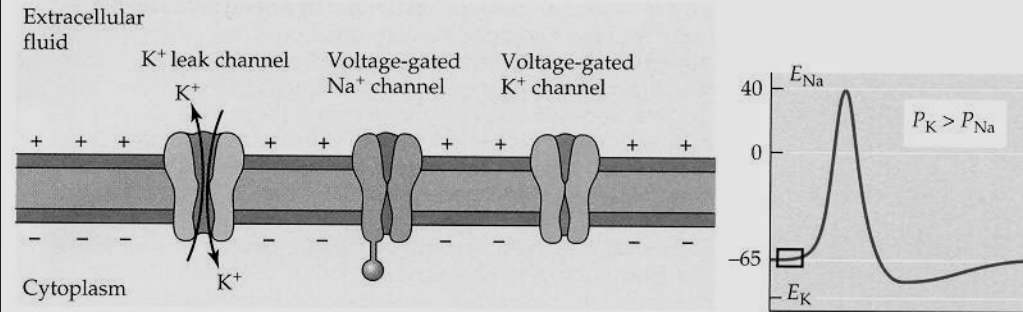
<http://www.hhmi.org/biointeractive/vlabs/neurophysiology/index.html>



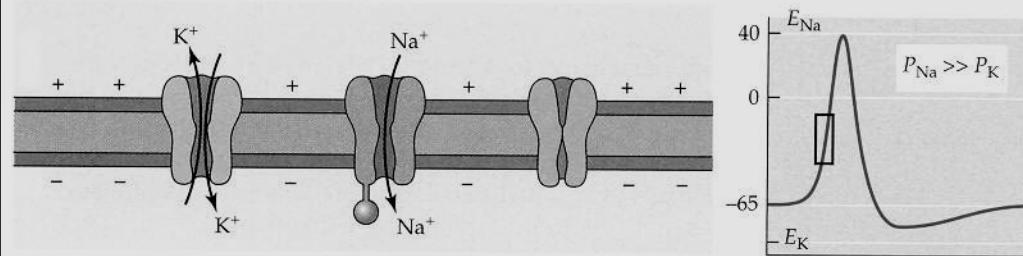


Spolupráce kanálů při vzniku AP

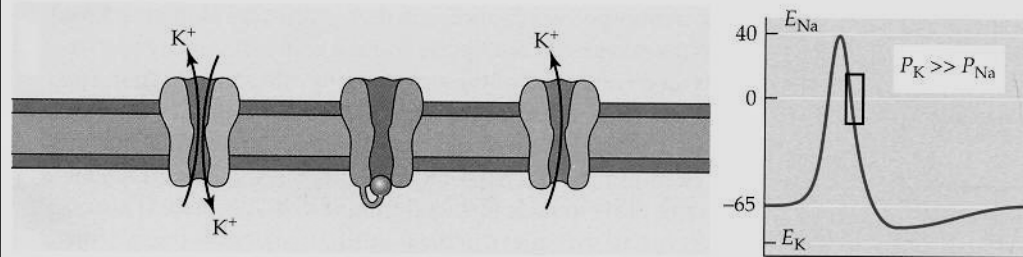
(a) Resting membrane potential



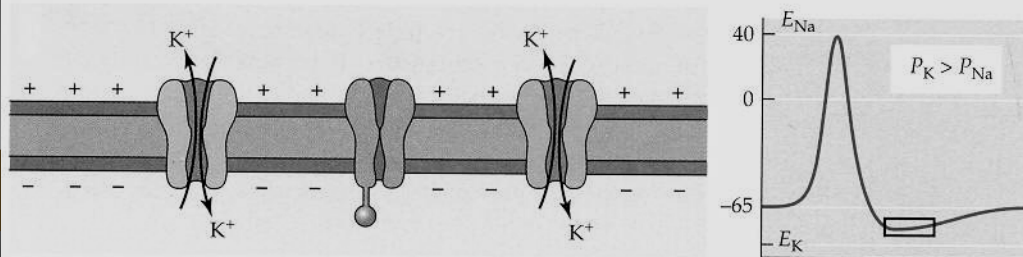
(b) Rising phase

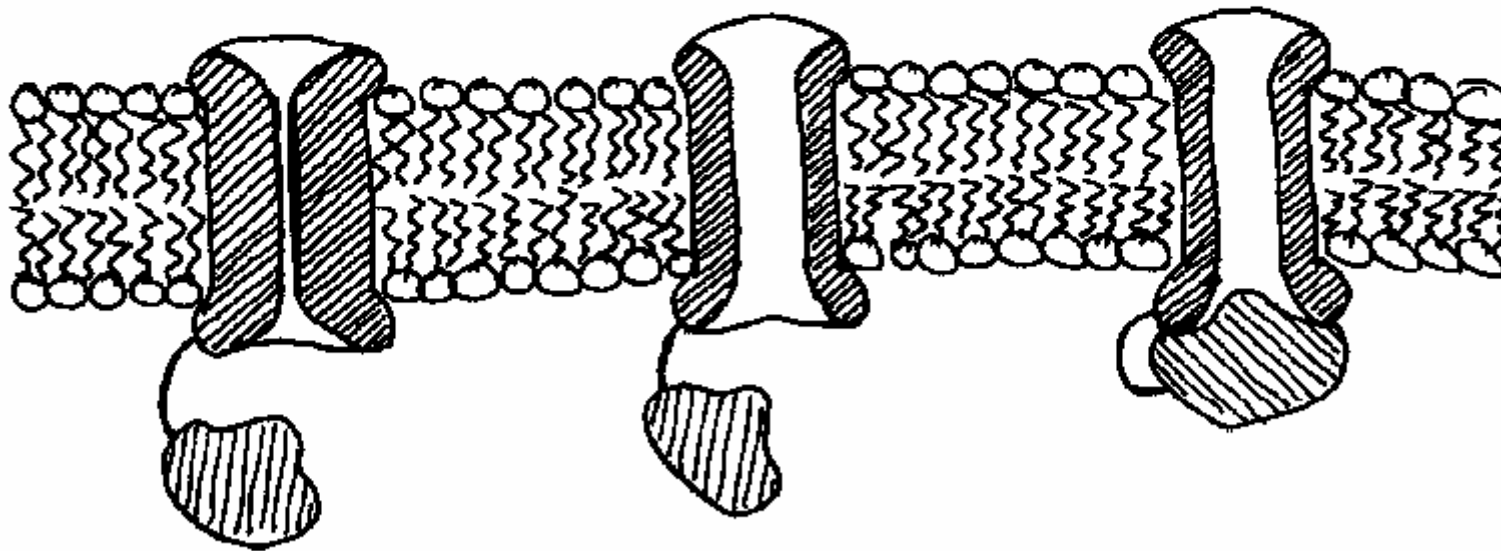
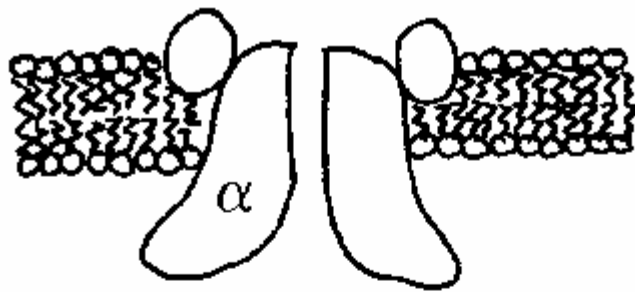


(c) Falling phase



(d) Recovery



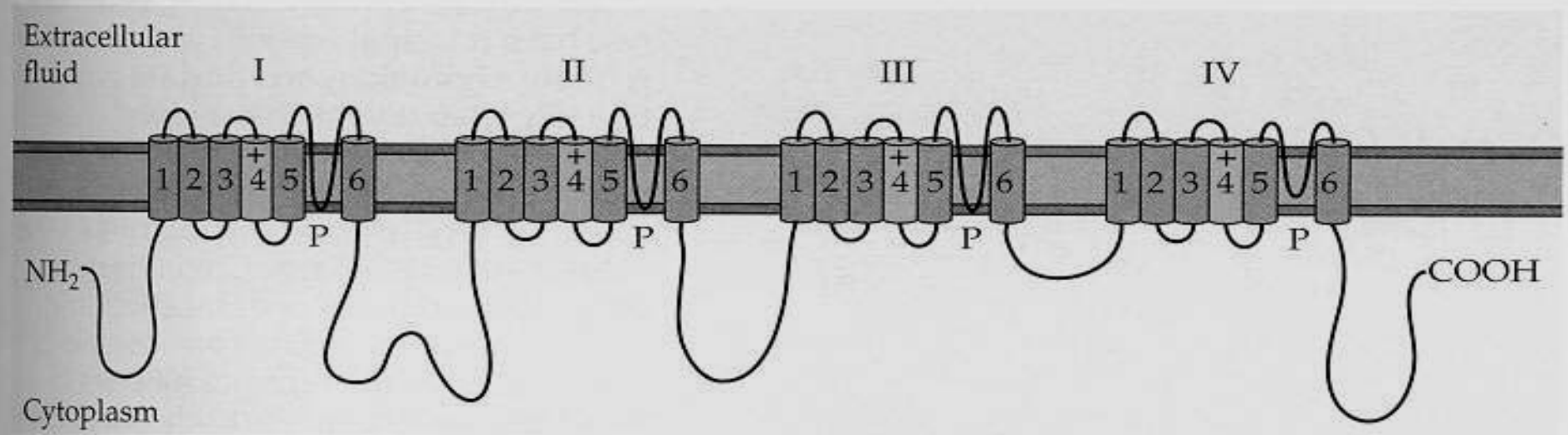


Zavřený

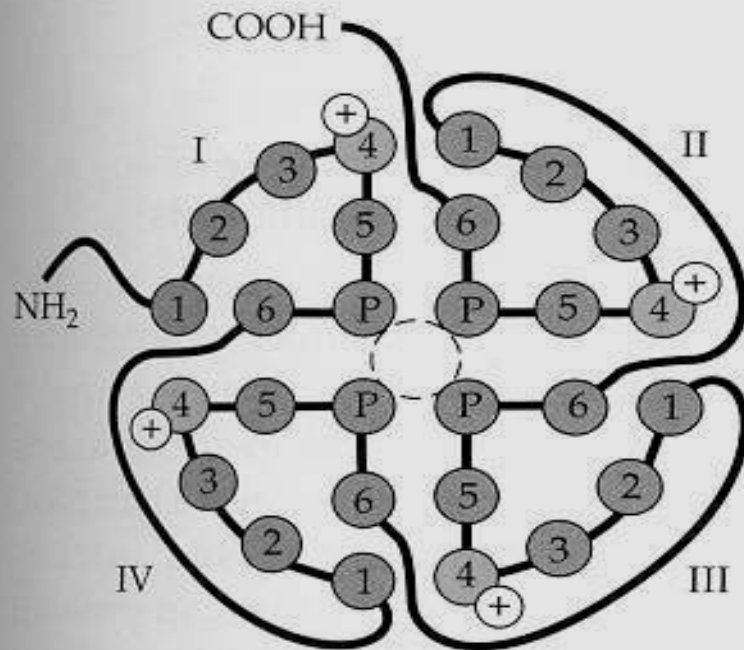
Otevřený

Inaktivovaný

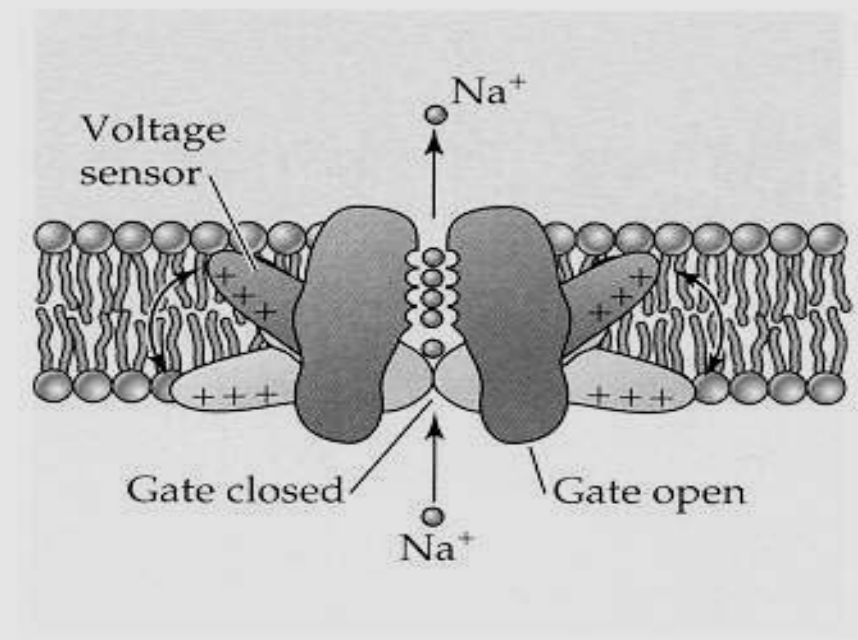
(a) Topology of voltage-gated Na⁺ channels

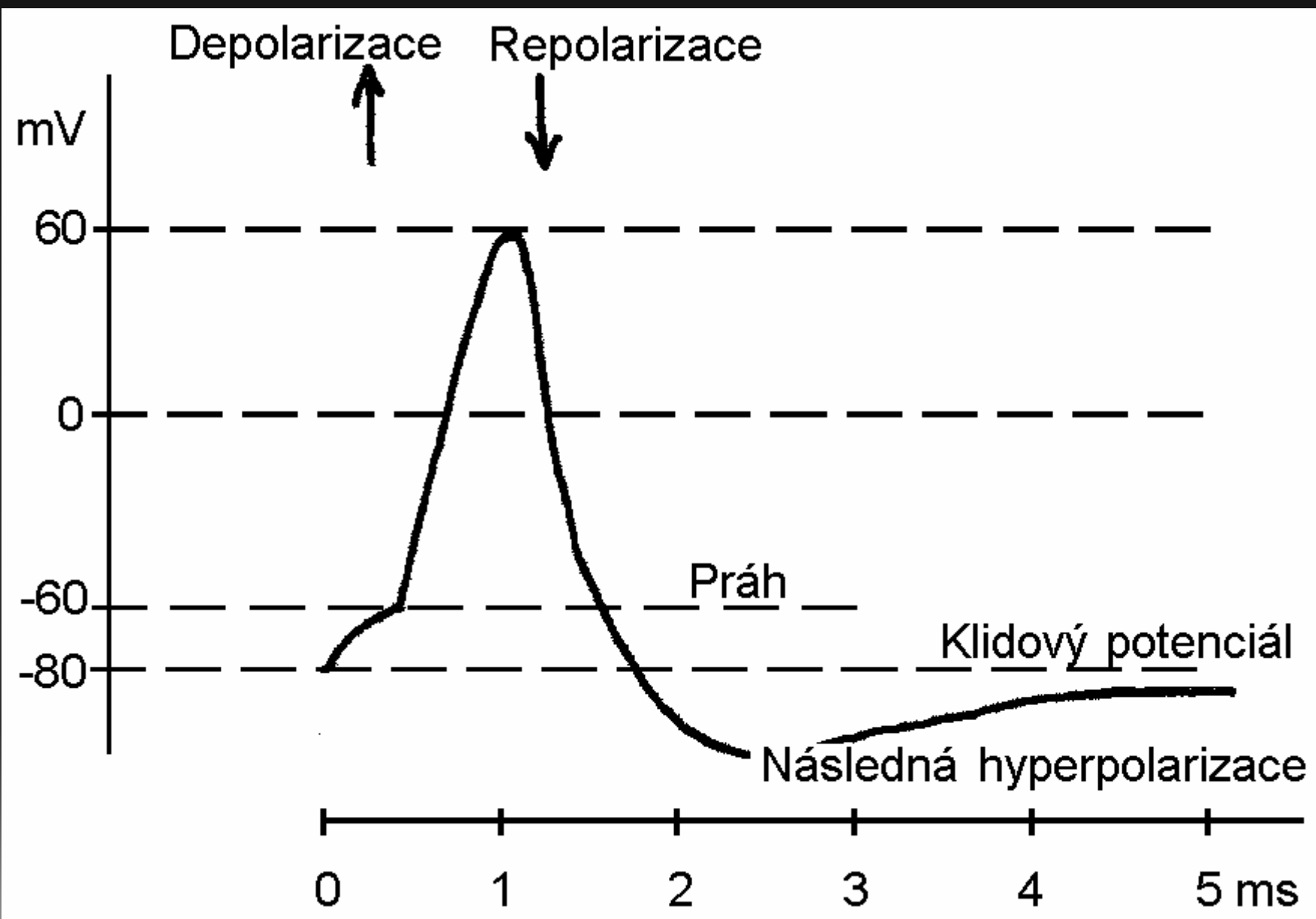


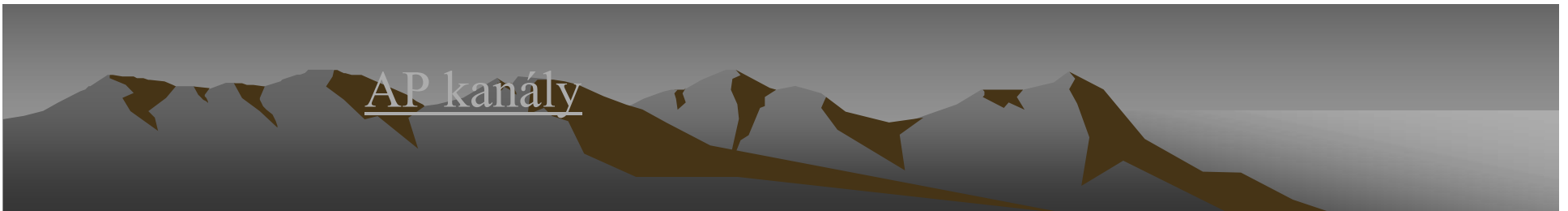
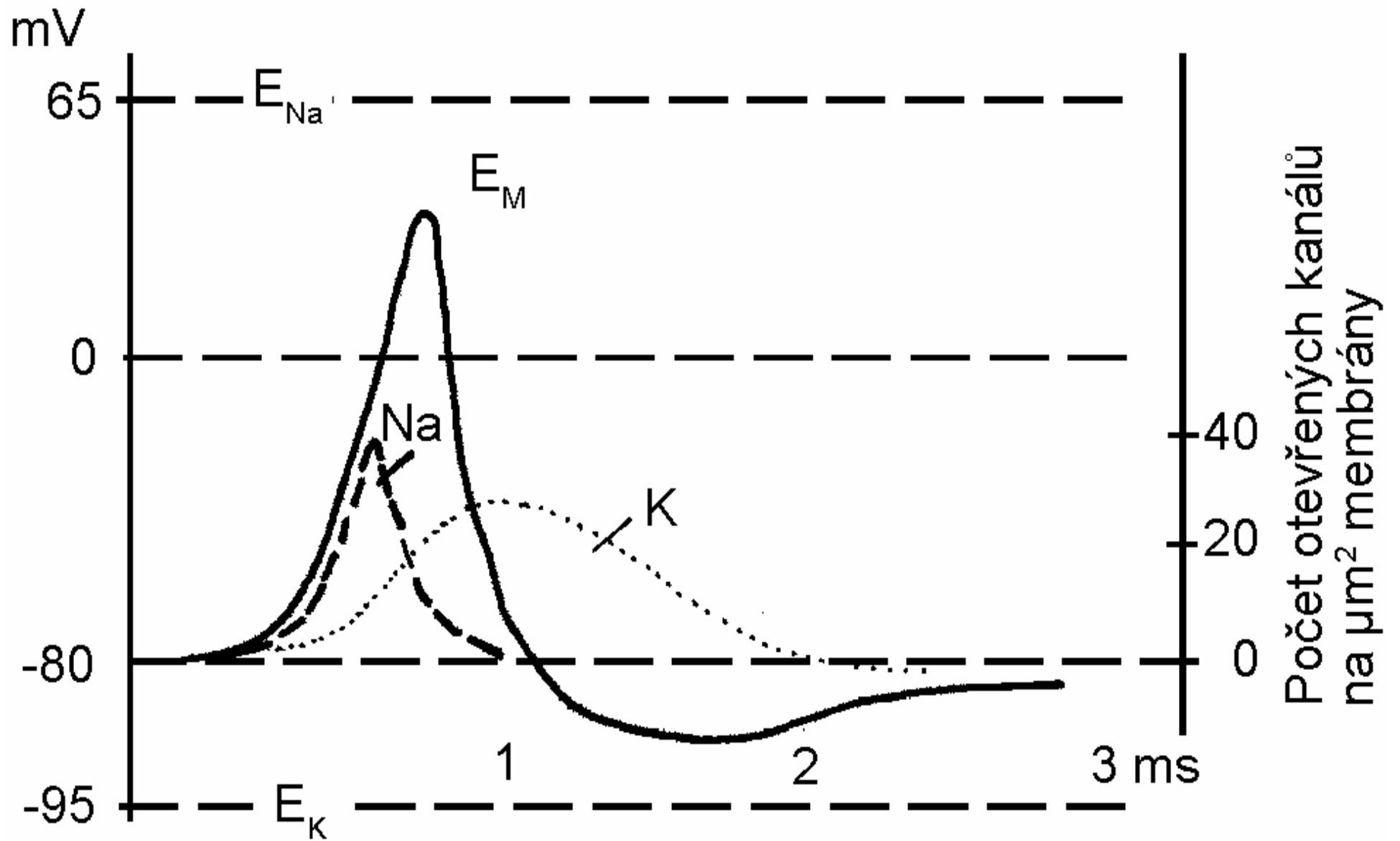
(b) Surface view of a Na⁺ channel



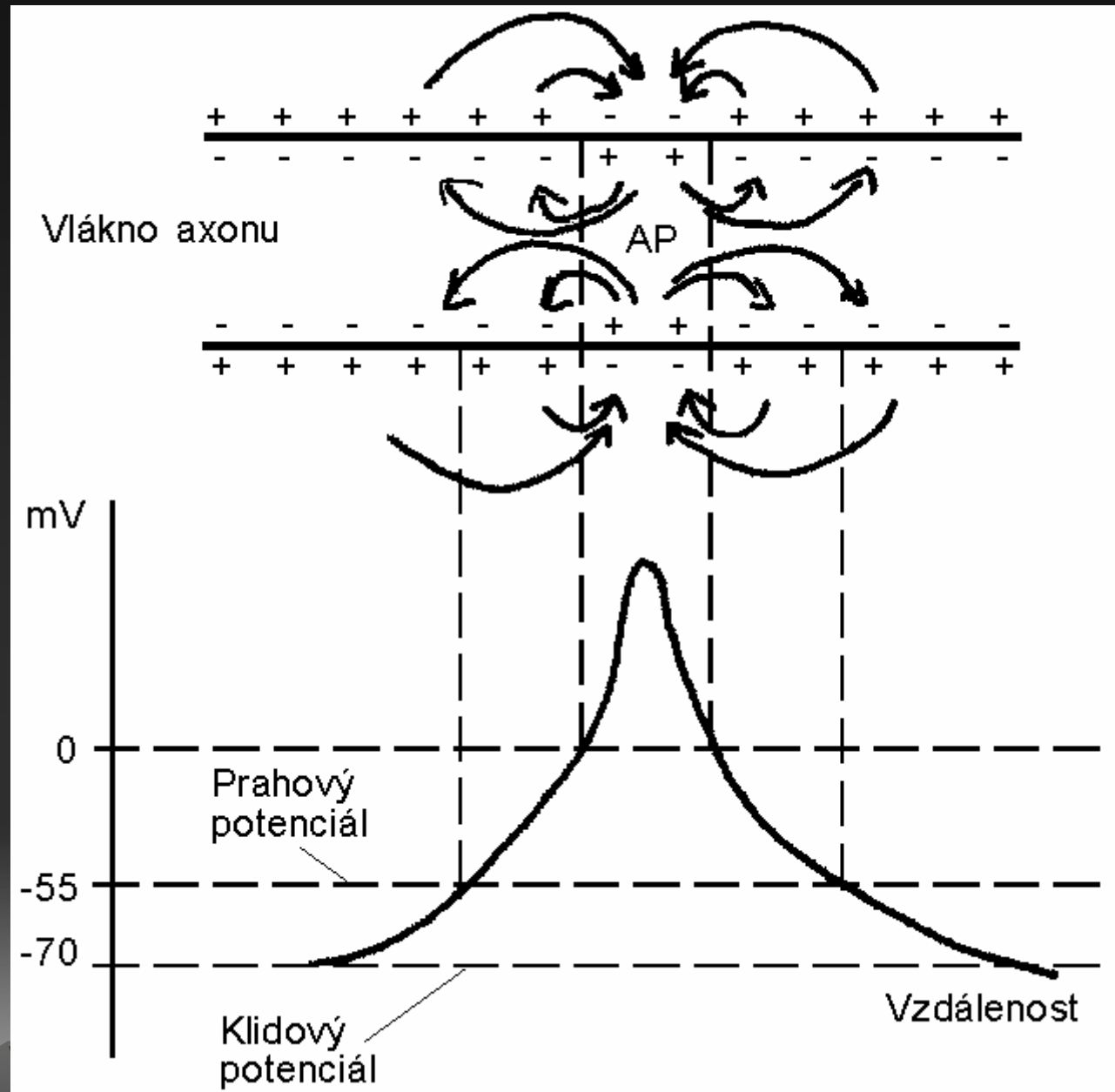
(c) Voltage-dependent conformational change

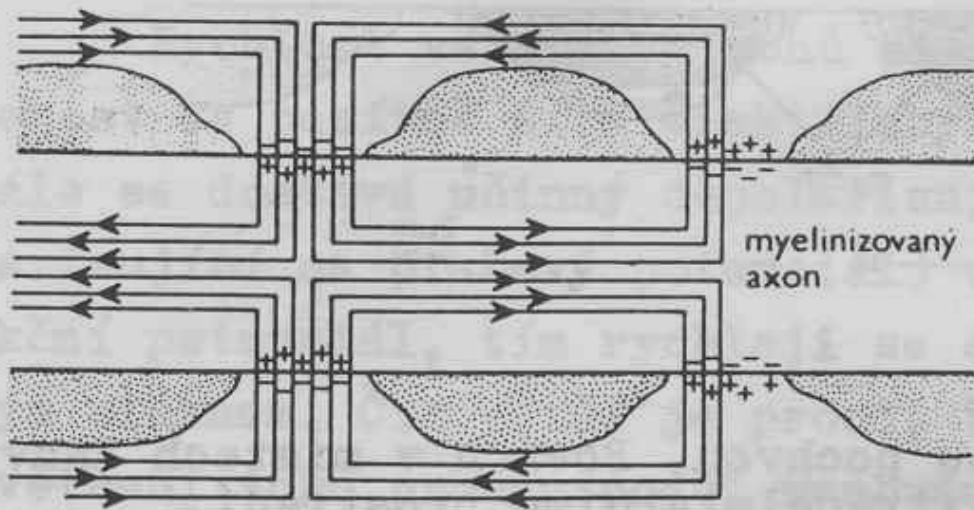
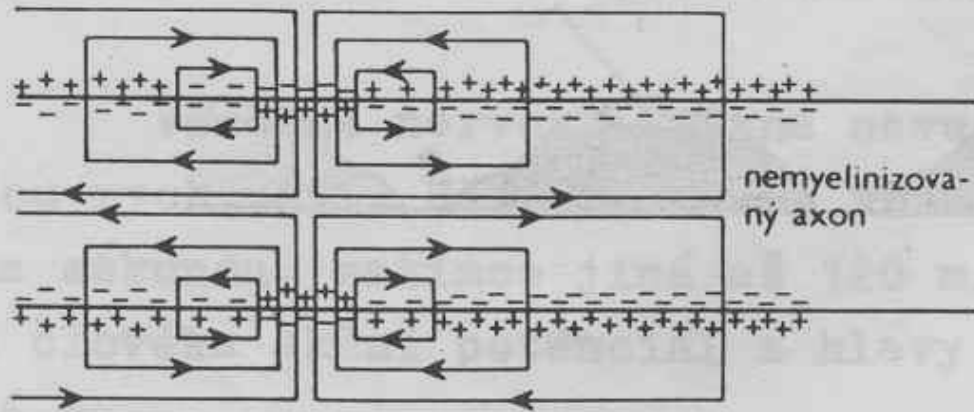






Šíření podél membrány.

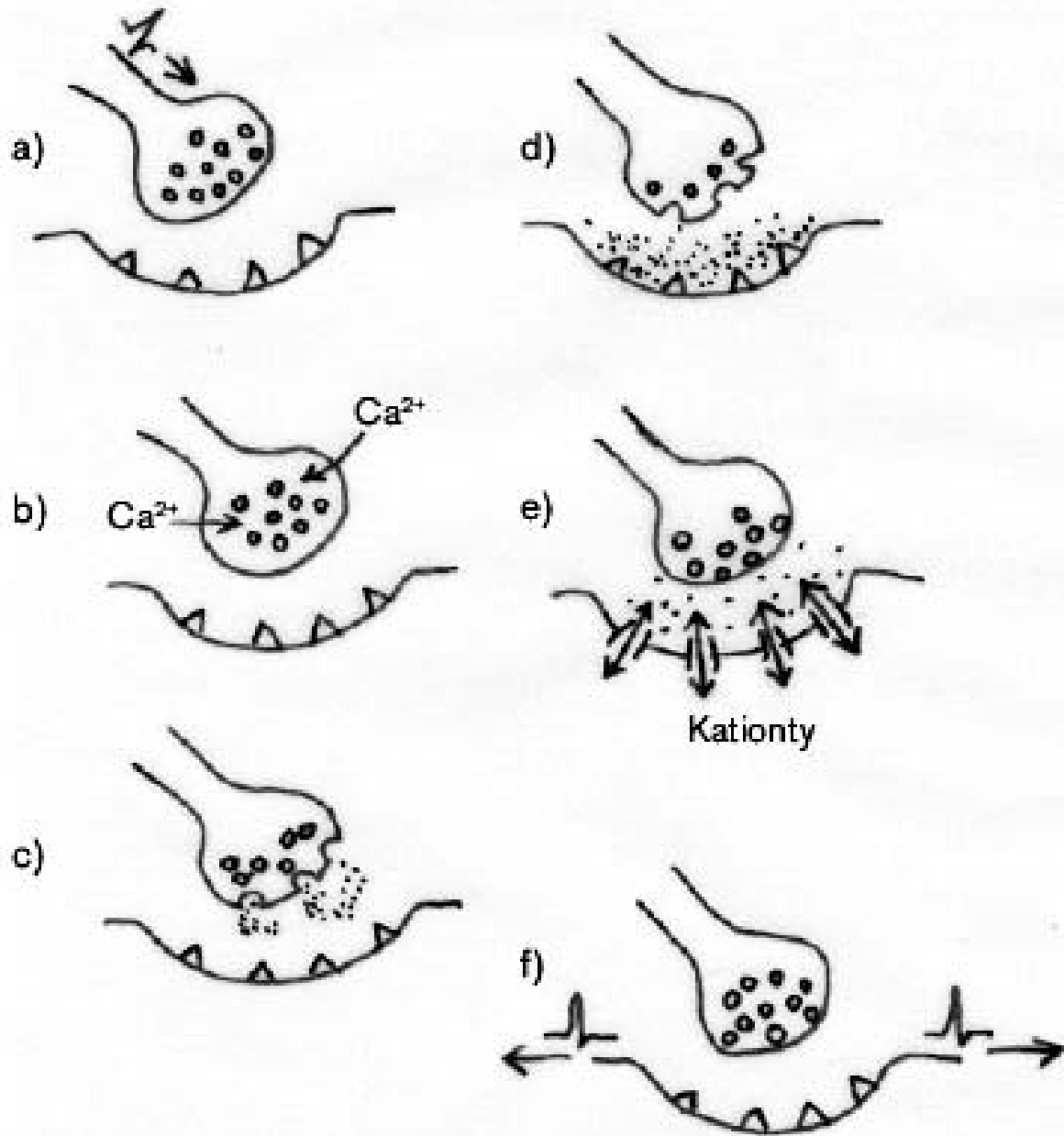




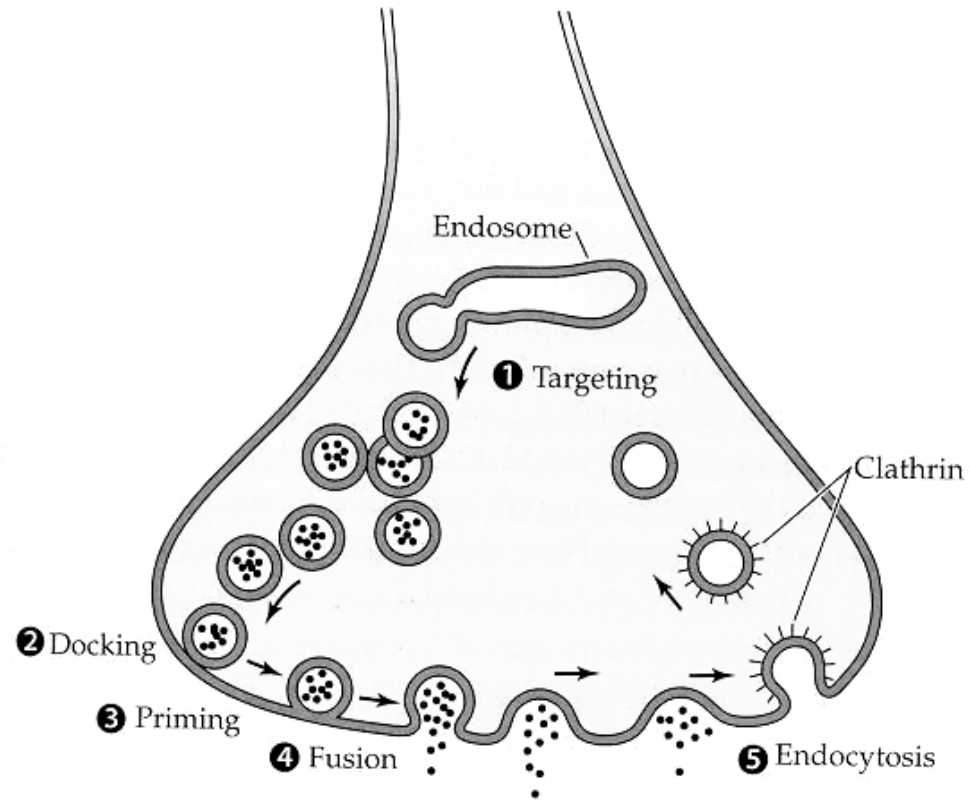
Obr. 17
Tok iontového proudu v průběhu akčního potenciálu v myelinizovaném a nemyelinizovaném axonu.

Šíření AP1
Šíření AP2

Synapse



(a) Overview of vesicle recycling



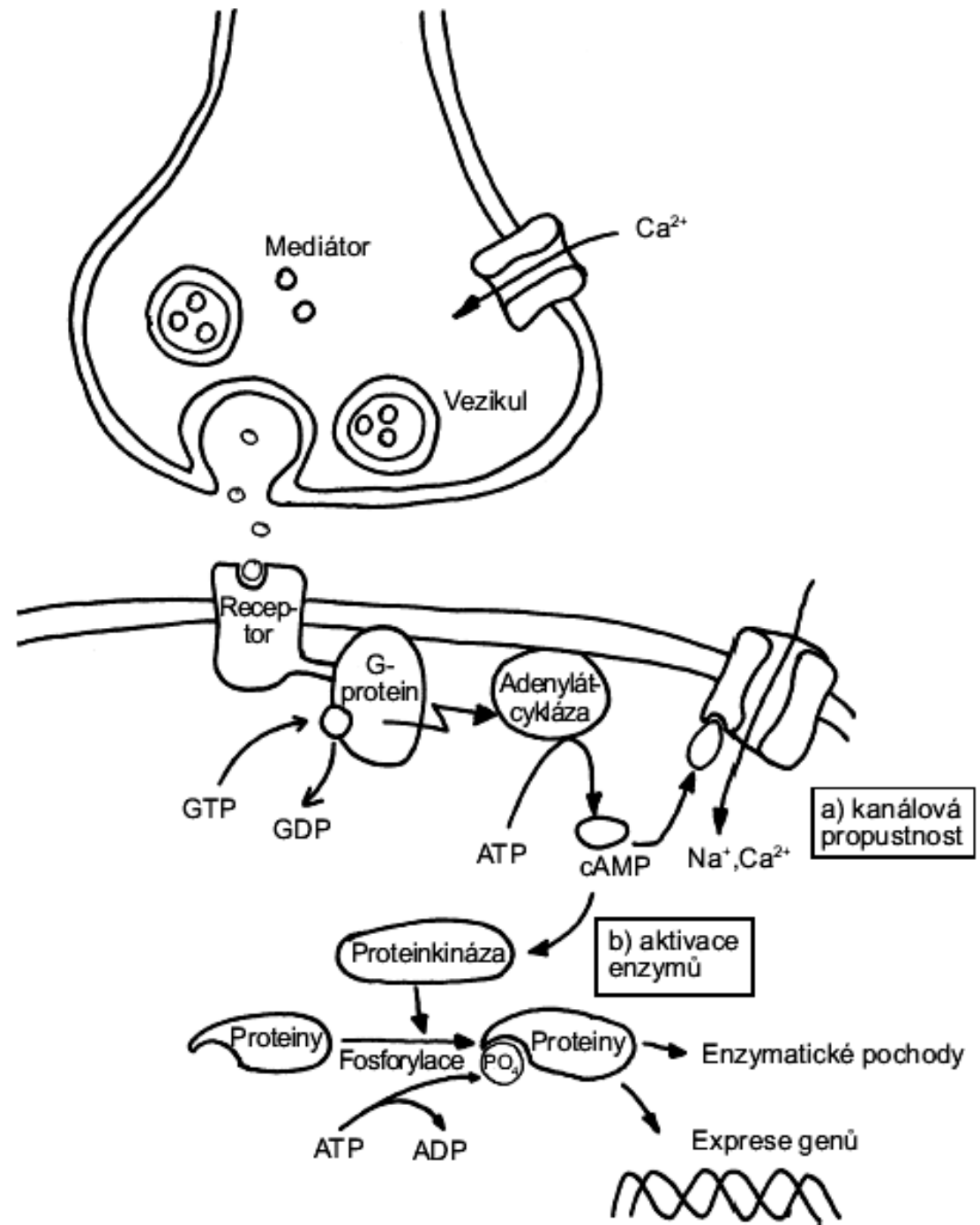
(b) Retrieval of the vesicular membrane



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

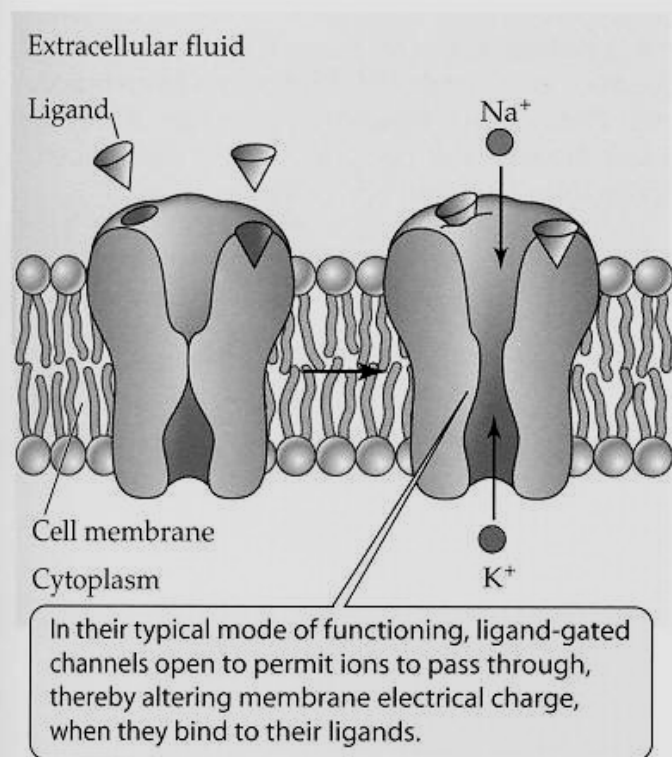
In the kiss-and-run pathway, synaptic vesicles fuse to the membrane only at a narrow fusion pore.

Intracelulární předání
signálu jde vyzkoušenou
cestou G proteinové
signalizace

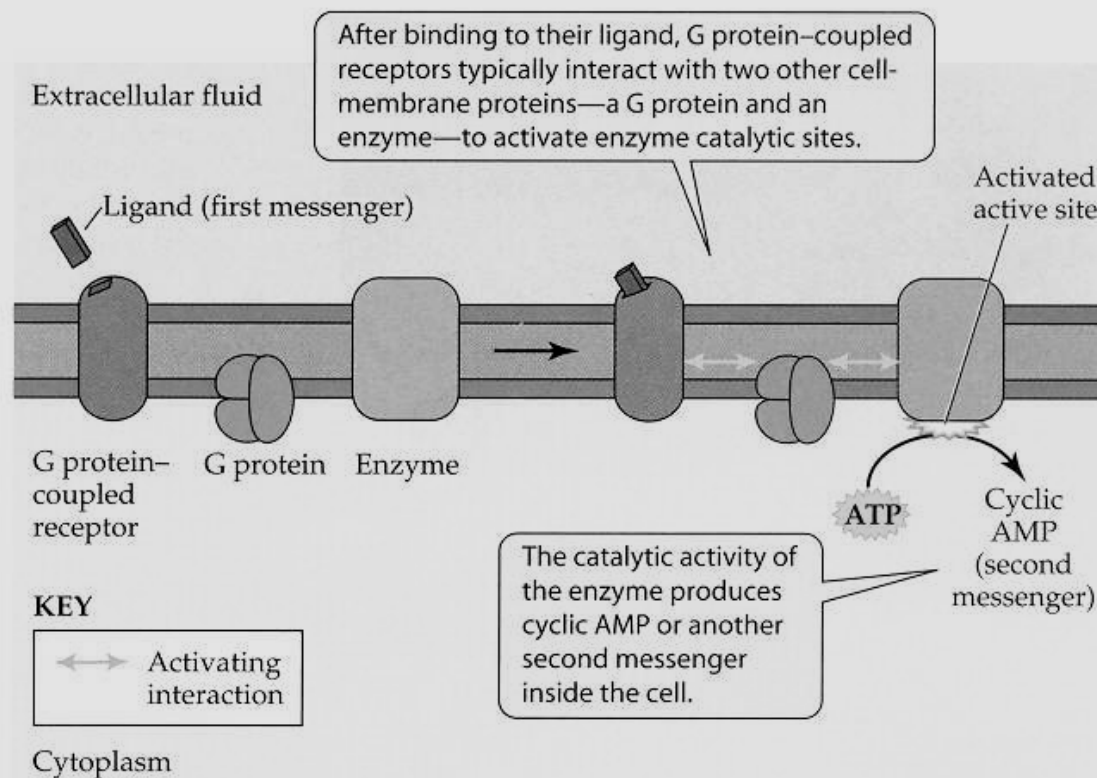


Receptor je součástí kanálu – ionotropní signalizace nebo spojen s kanálem kaskádou signálů – metabotropní signalizace

(a) Ligand-gated channel



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

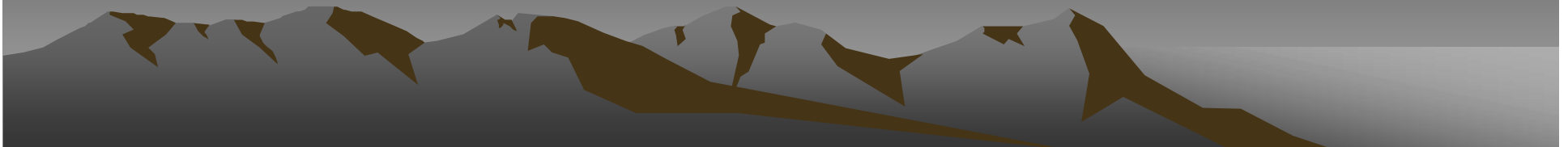


Látková signalizace na synapsi

Látková signalizace1

Látková signalizace2

Látková signalizace3




transmitter	typy receptorů	druh receptoru	účinek						
			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

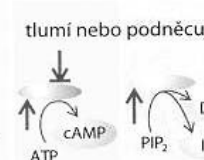


ionotropní receptor
(iontový kanál řízený ligandy)

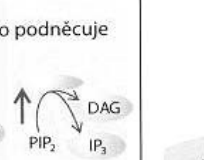


metabotropní receptor
(působení zprostředkované G-proteinem)

tlumí nebo podněcuje

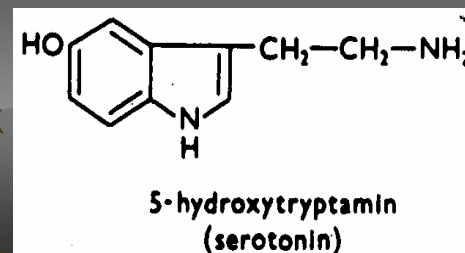
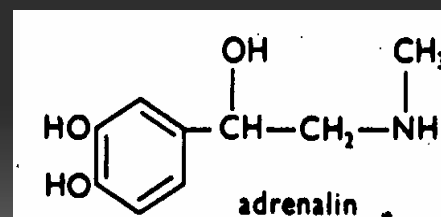
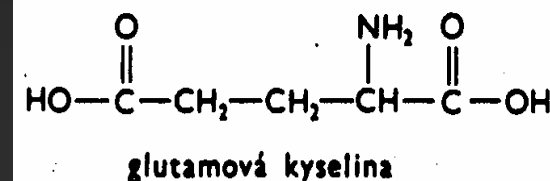
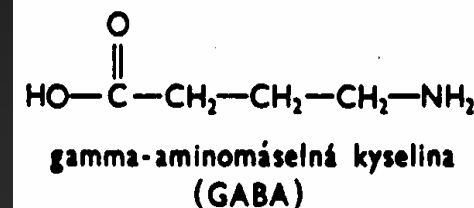
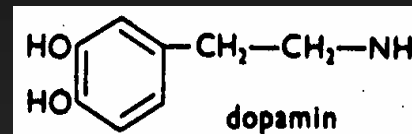
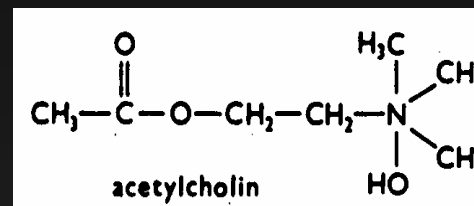


↓ cAMP
ATP



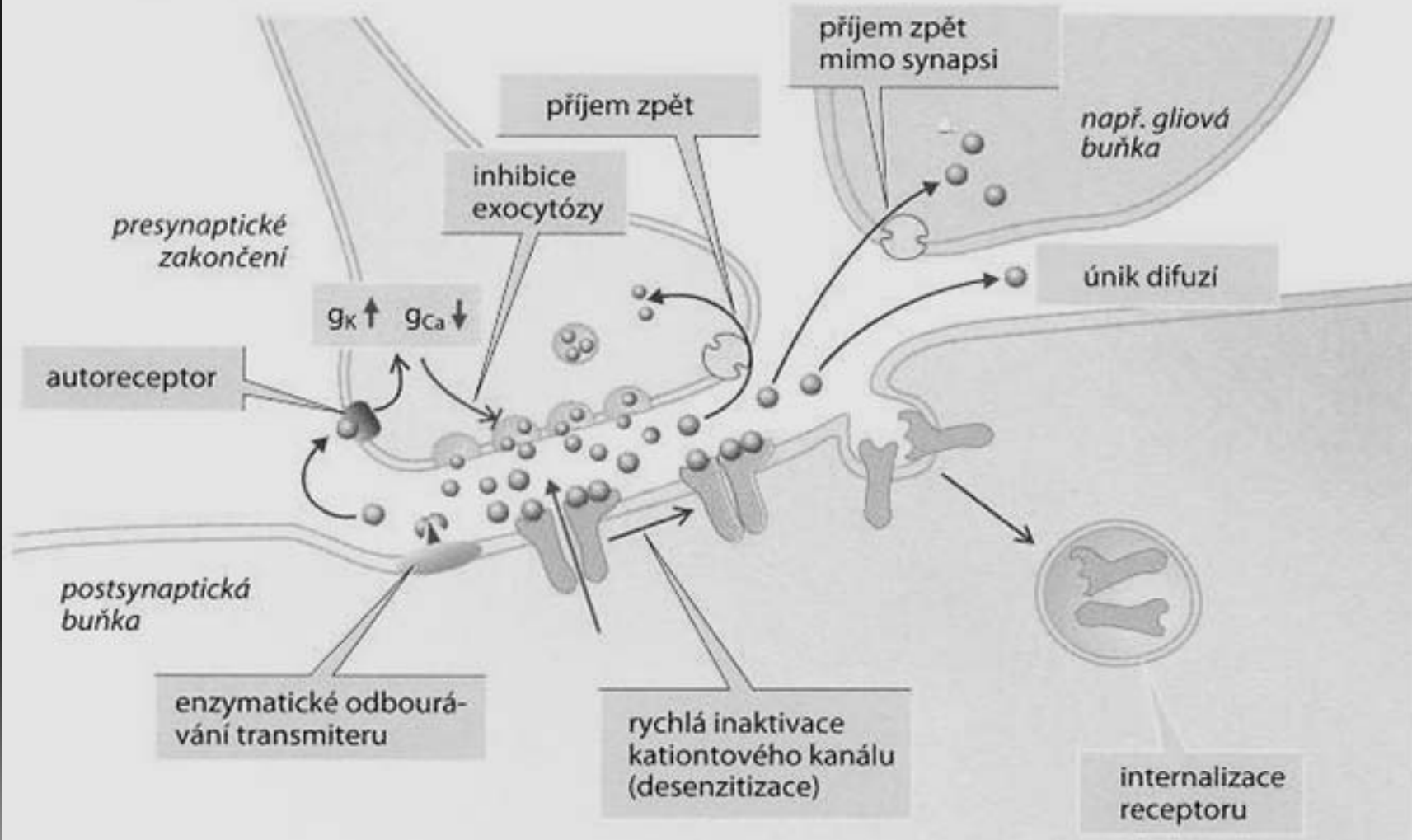
↑ IP₃/DAG
PIP₂

Mediátory - neurotransmittery

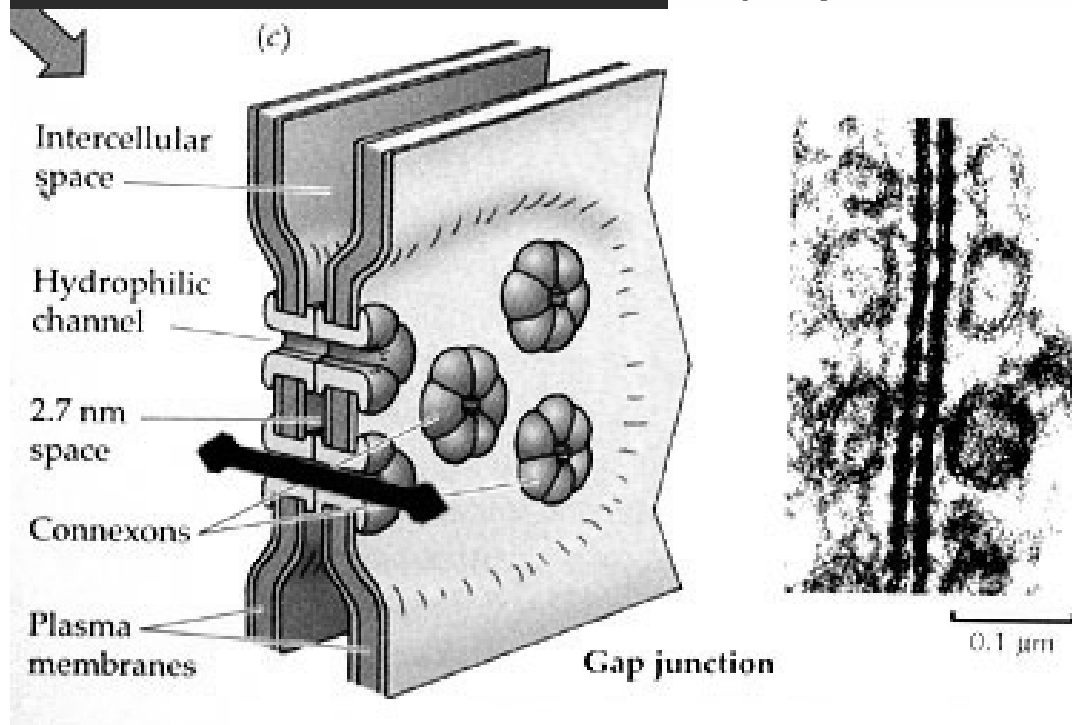
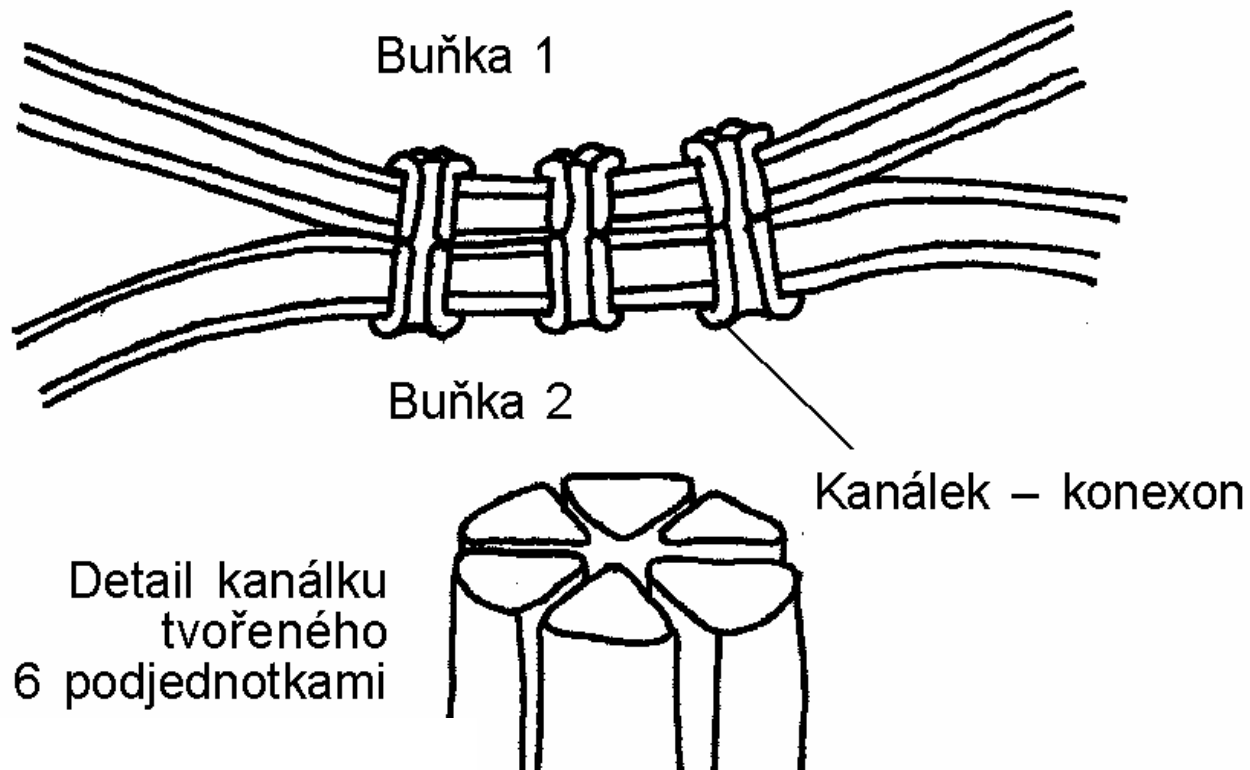


Tab. 2.7 a 2.8 Synaptický přenos III a IV

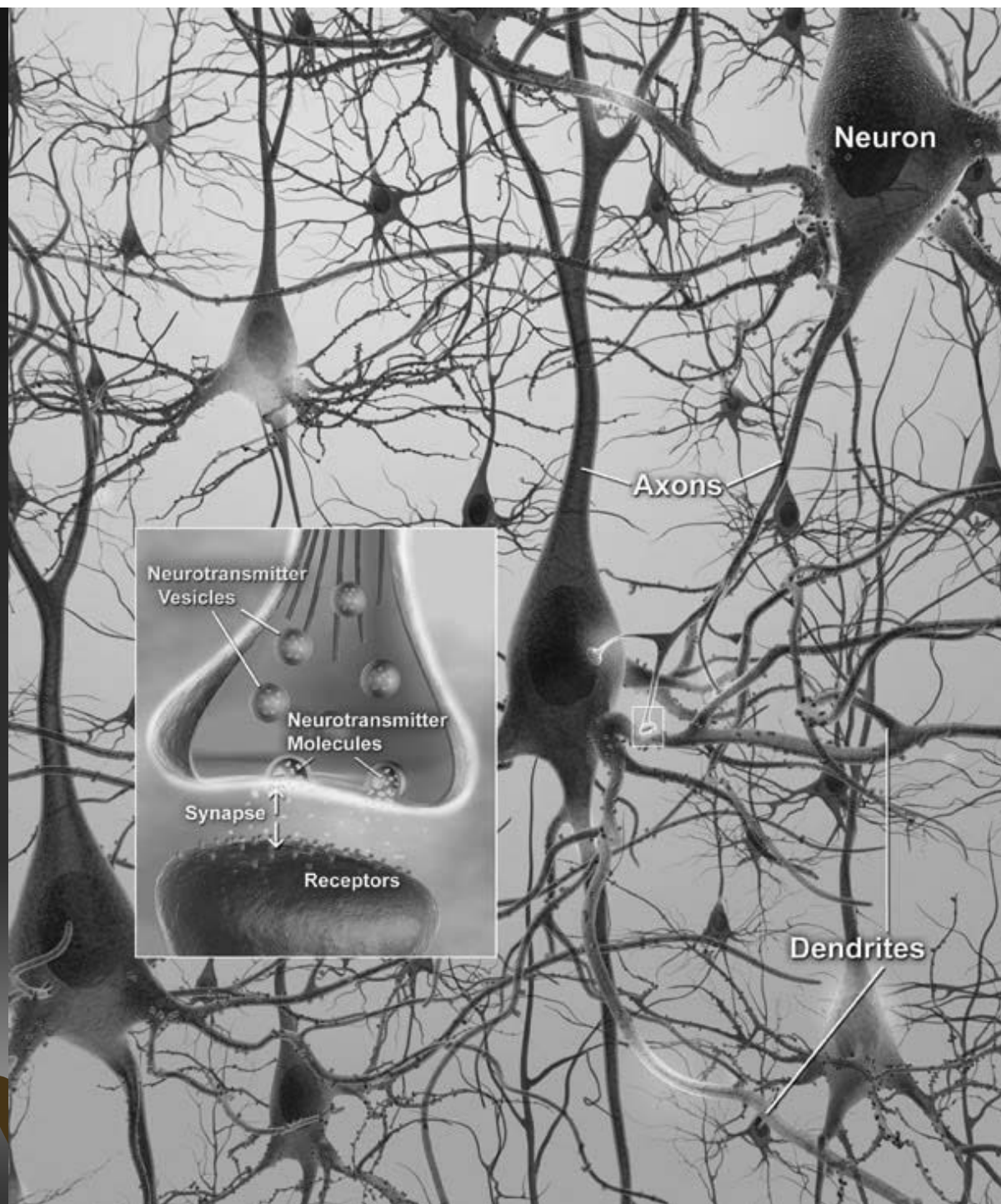
E. Ukončení působení transmiteru



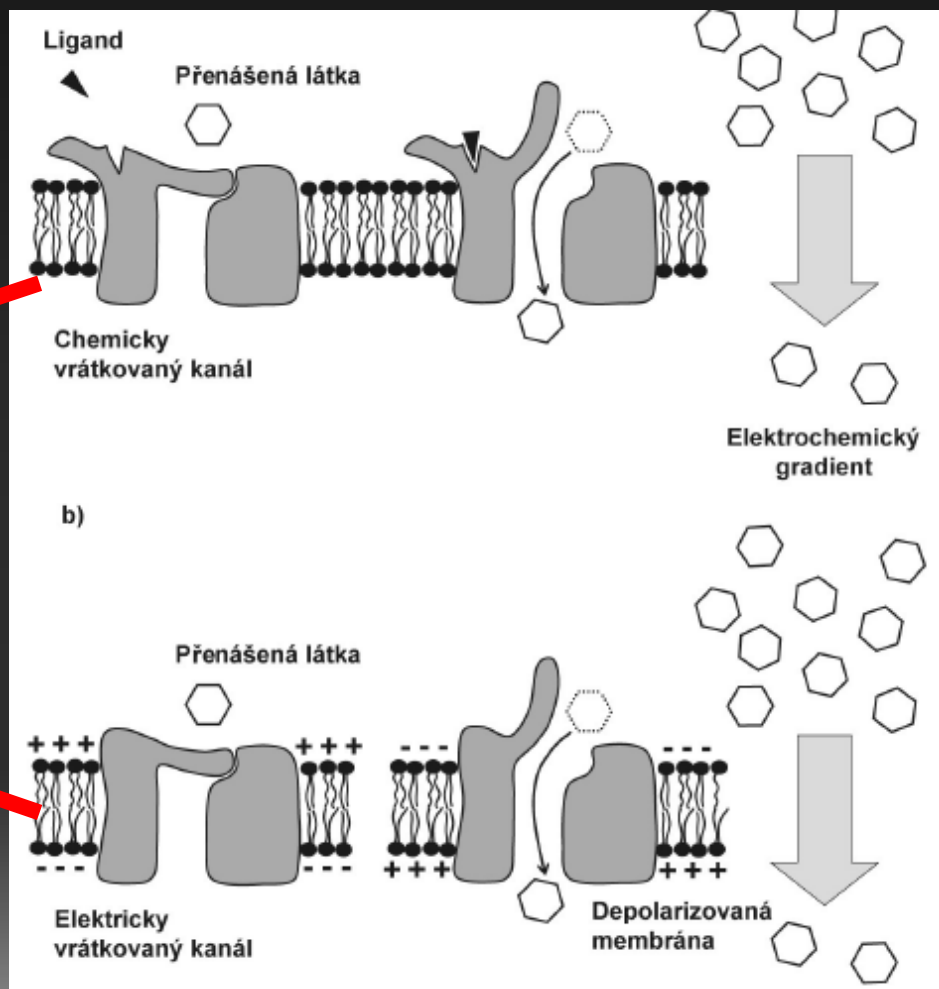
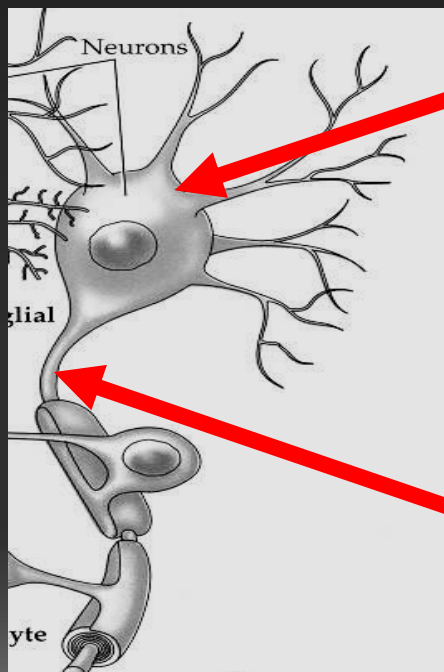
Vzácně i
elektrická synapse.



Jak spolu neurony komunikují.



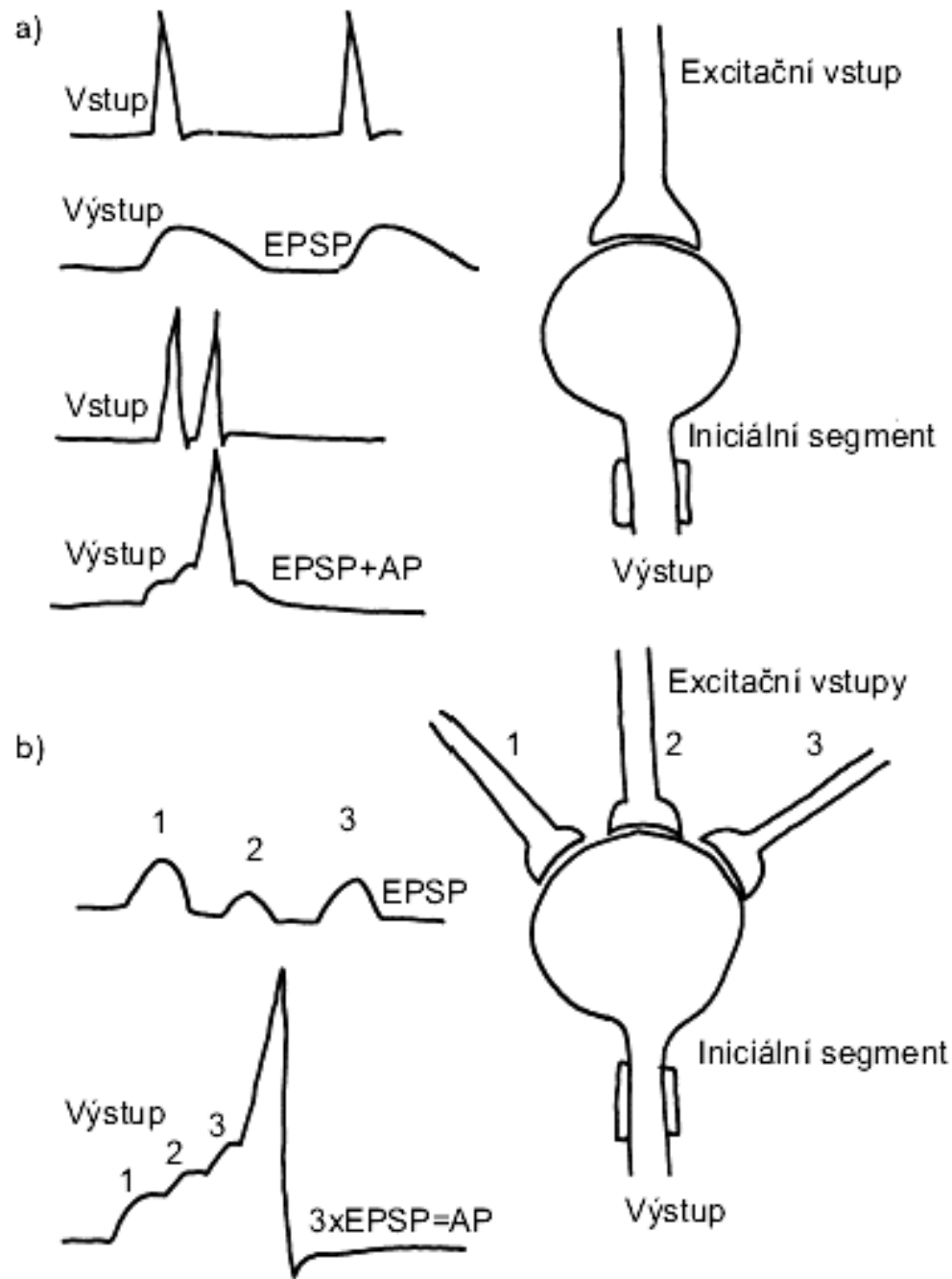
Dva druhy kanálů – dva druhy kódování



Smysl:

Sčítání a analýza signálů
Plasticita NS

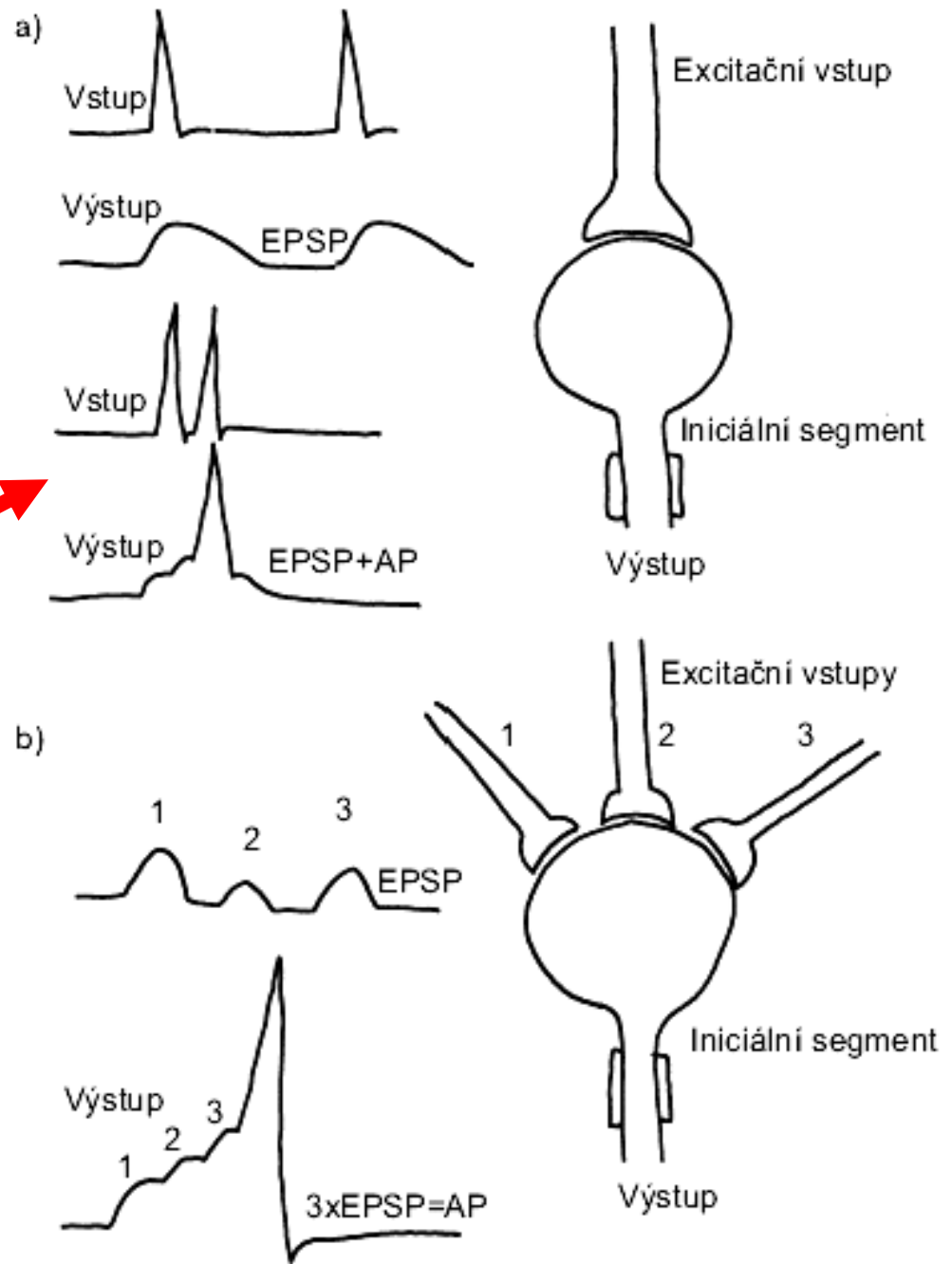
Dva druhy kódování informace
Dálkové šíření – digitálně
Zpracování - analogově



Smysl:

Zpracování - analogově

Časová sumace

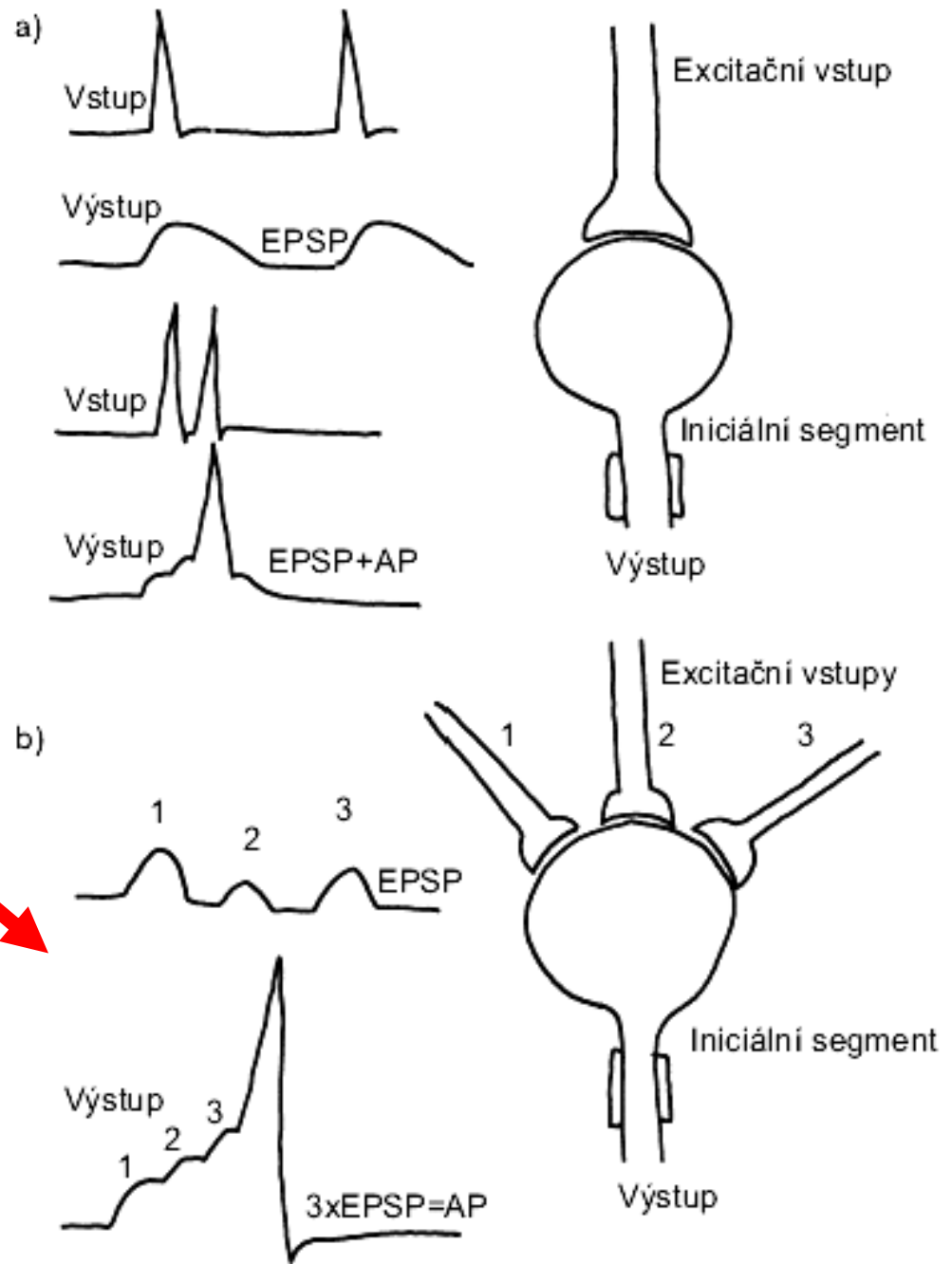


Smysl:

Zpracování - analogově

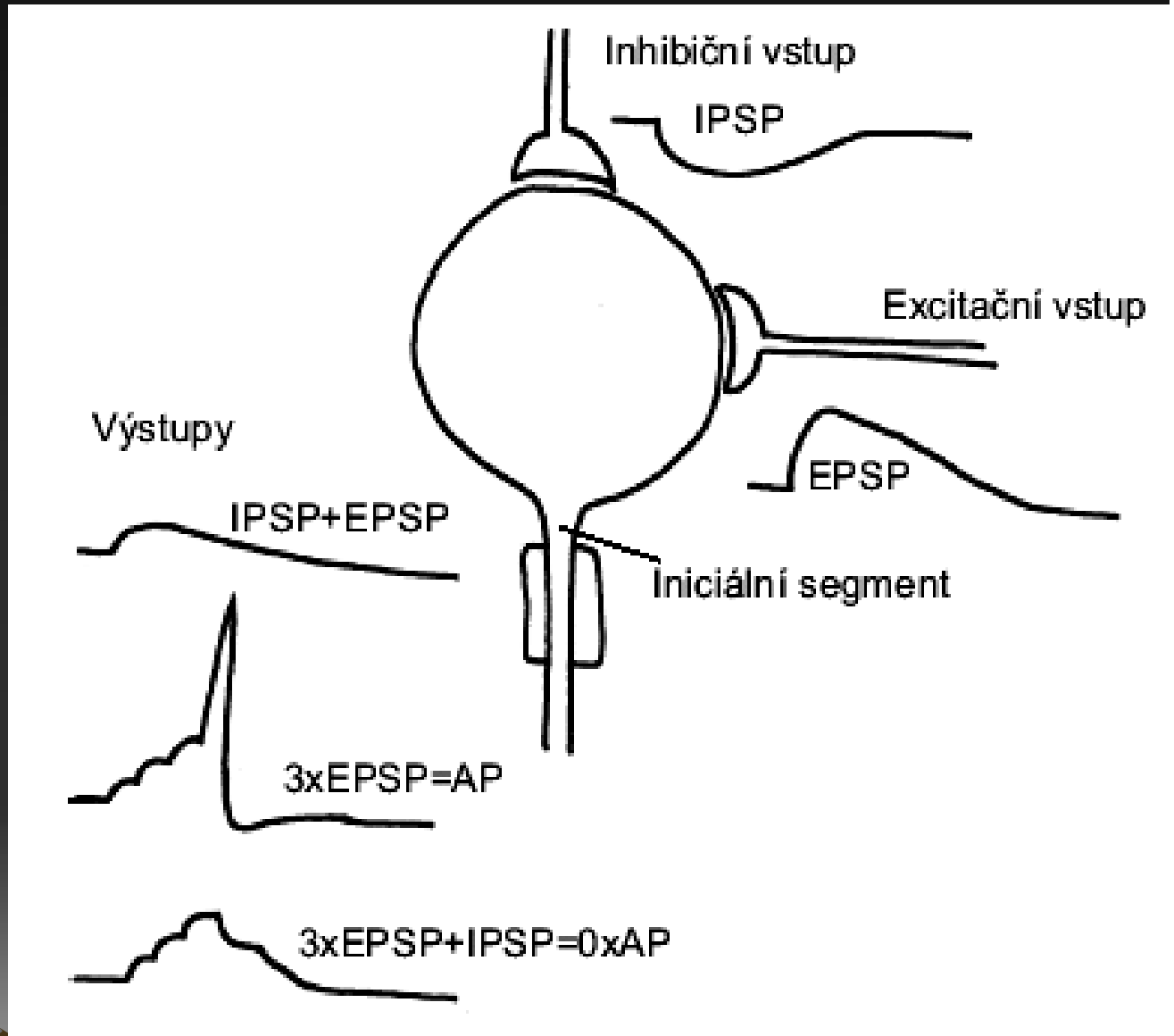
Časová sumace

Prostorová sumace

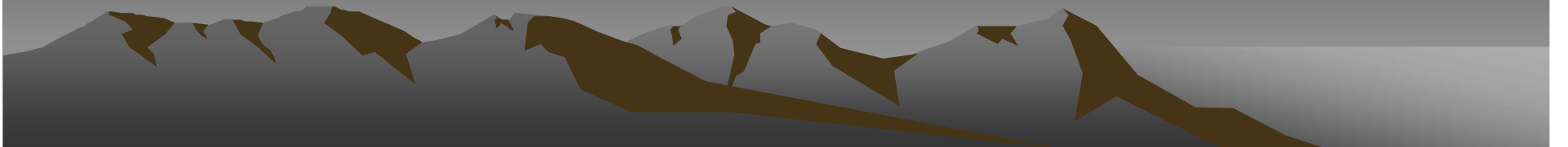


Některé synapse inhibiční
Některé excitační

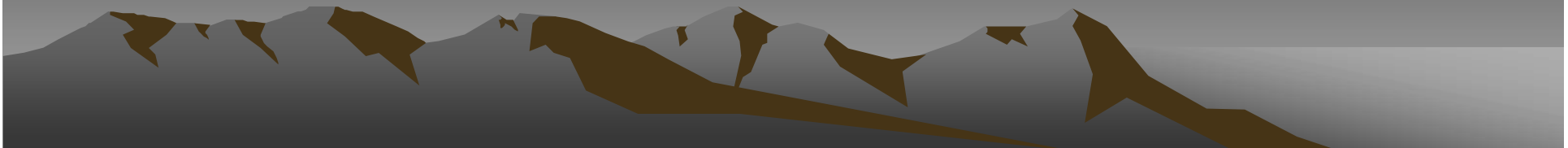
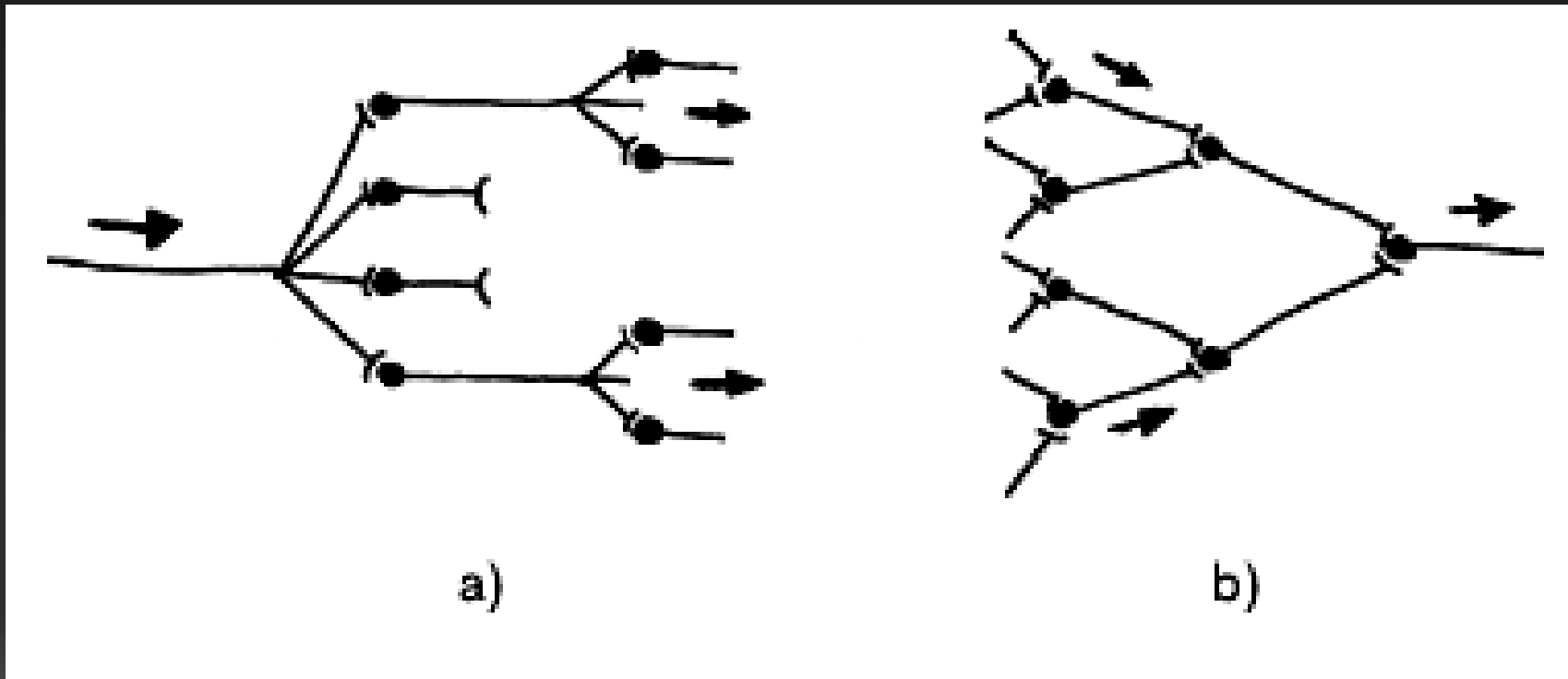
Facilitace
Inhibice



Neuronální signalizace



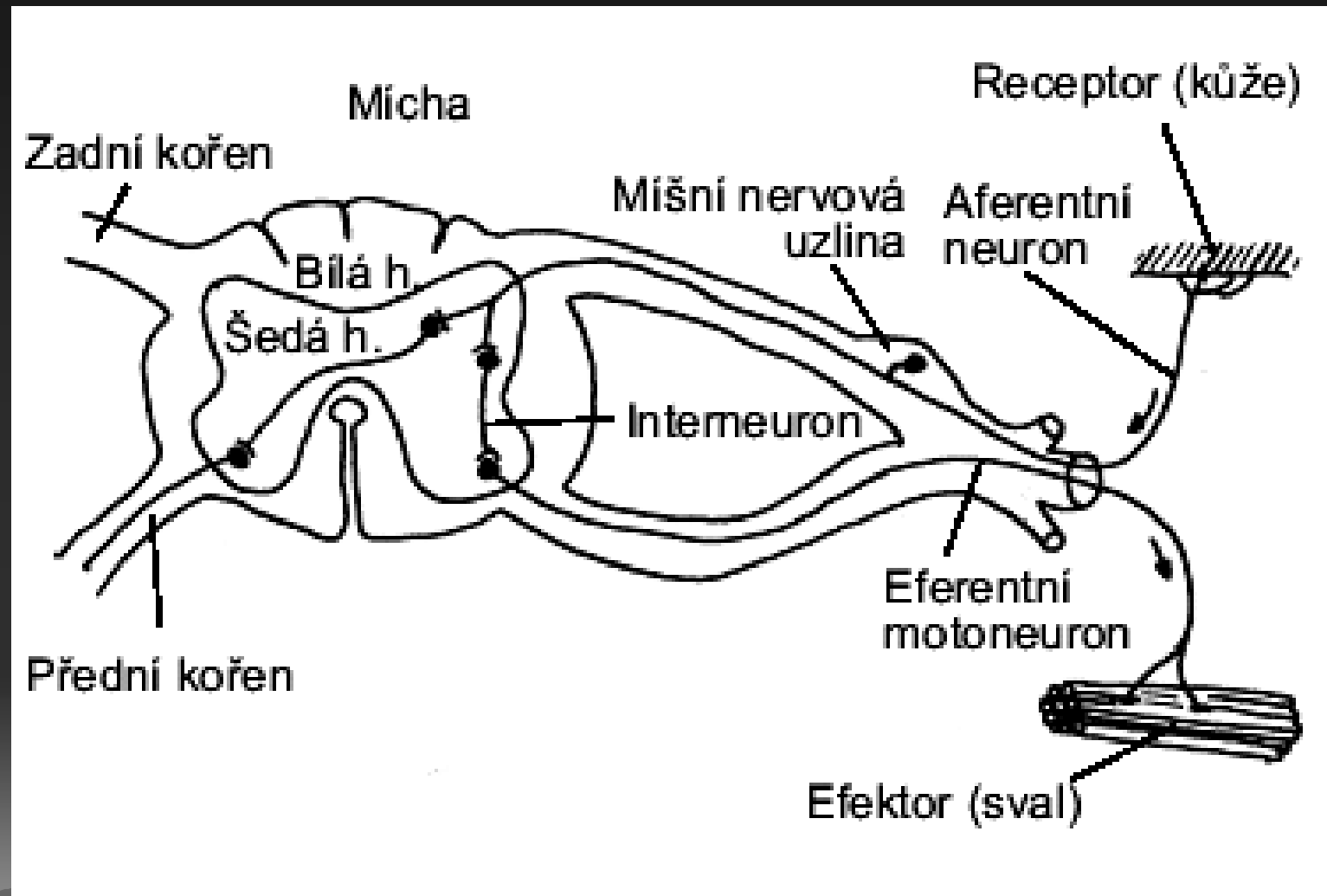
Divergence, konvergence



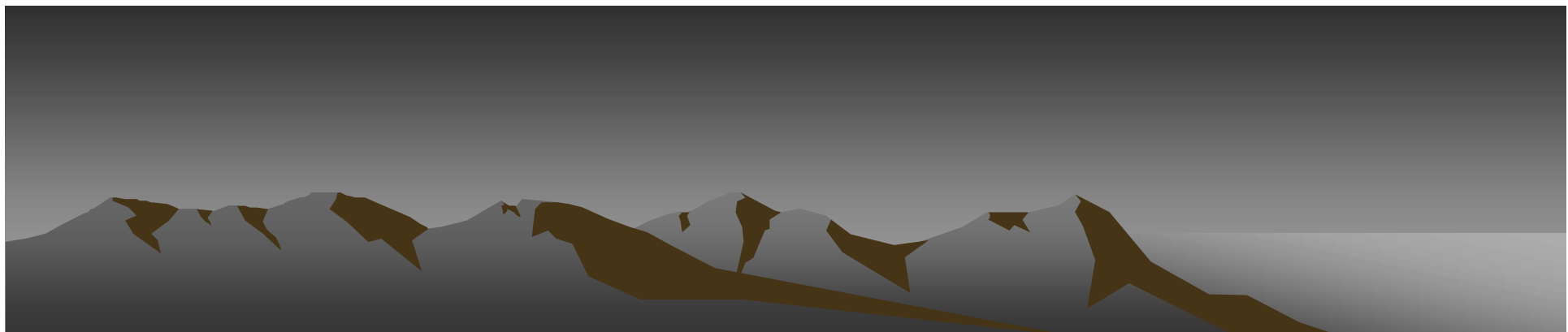
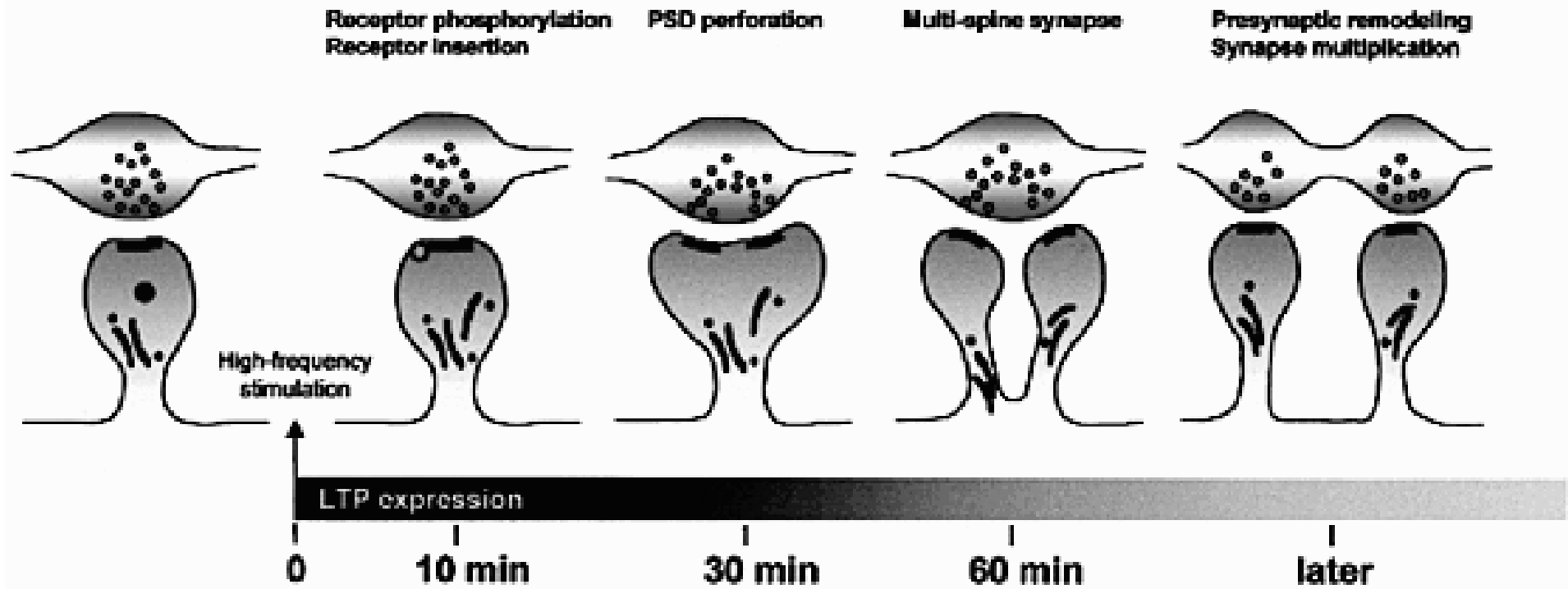
Synapse vytvářejí dynamickou síť spojů, základem reflexů.

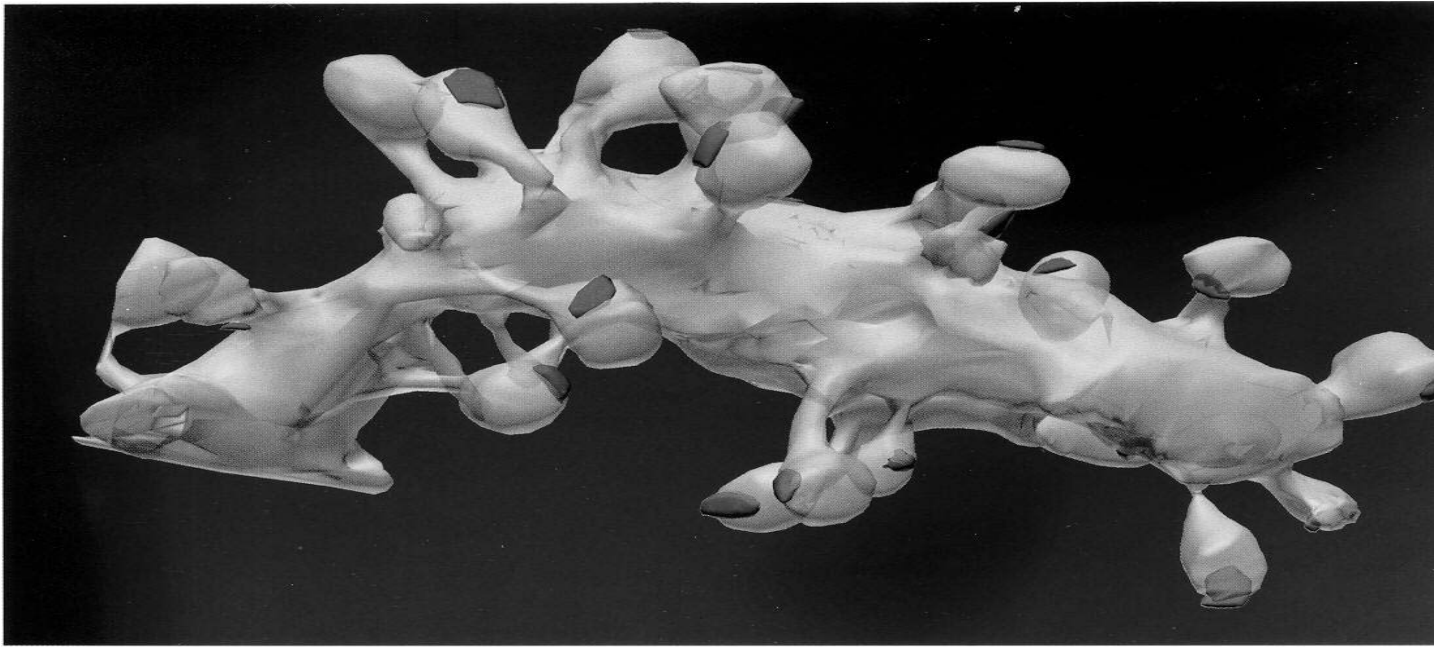
Monosynaptické x Polysynaptické

Nepodmíněné x Podmíněné

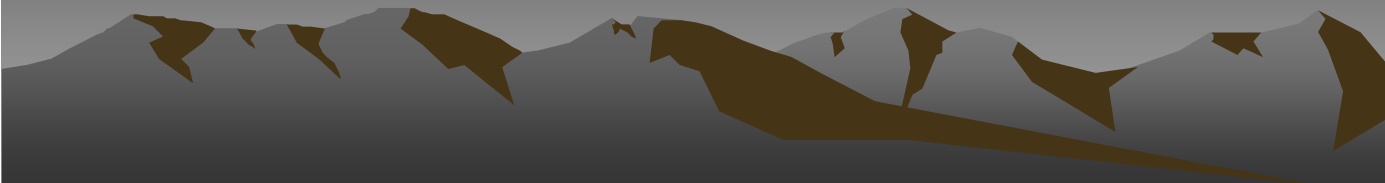
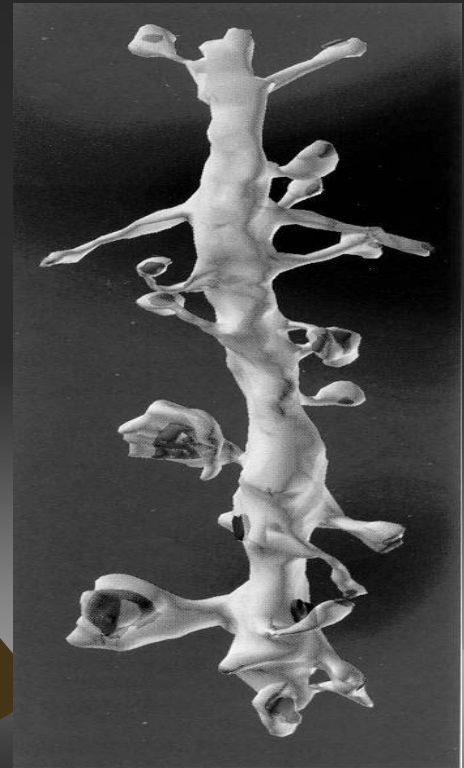


Synaptická plasticita základem paměti.



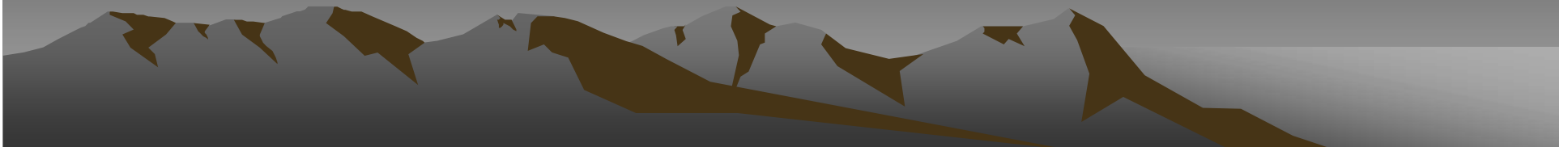


Přestavba dentritických trnů



Obecná fyziologie smyslů

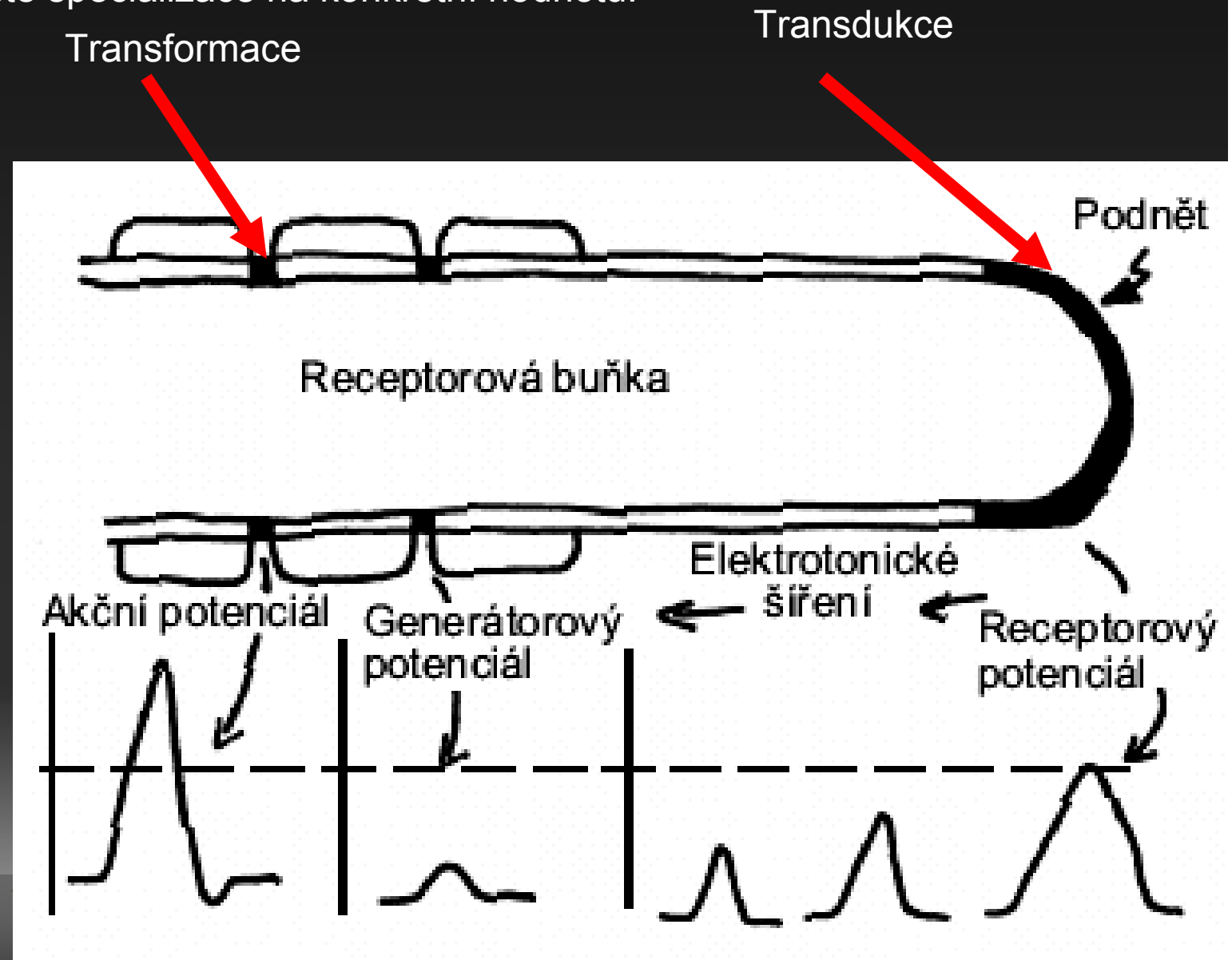
Co se děje ne membránách.



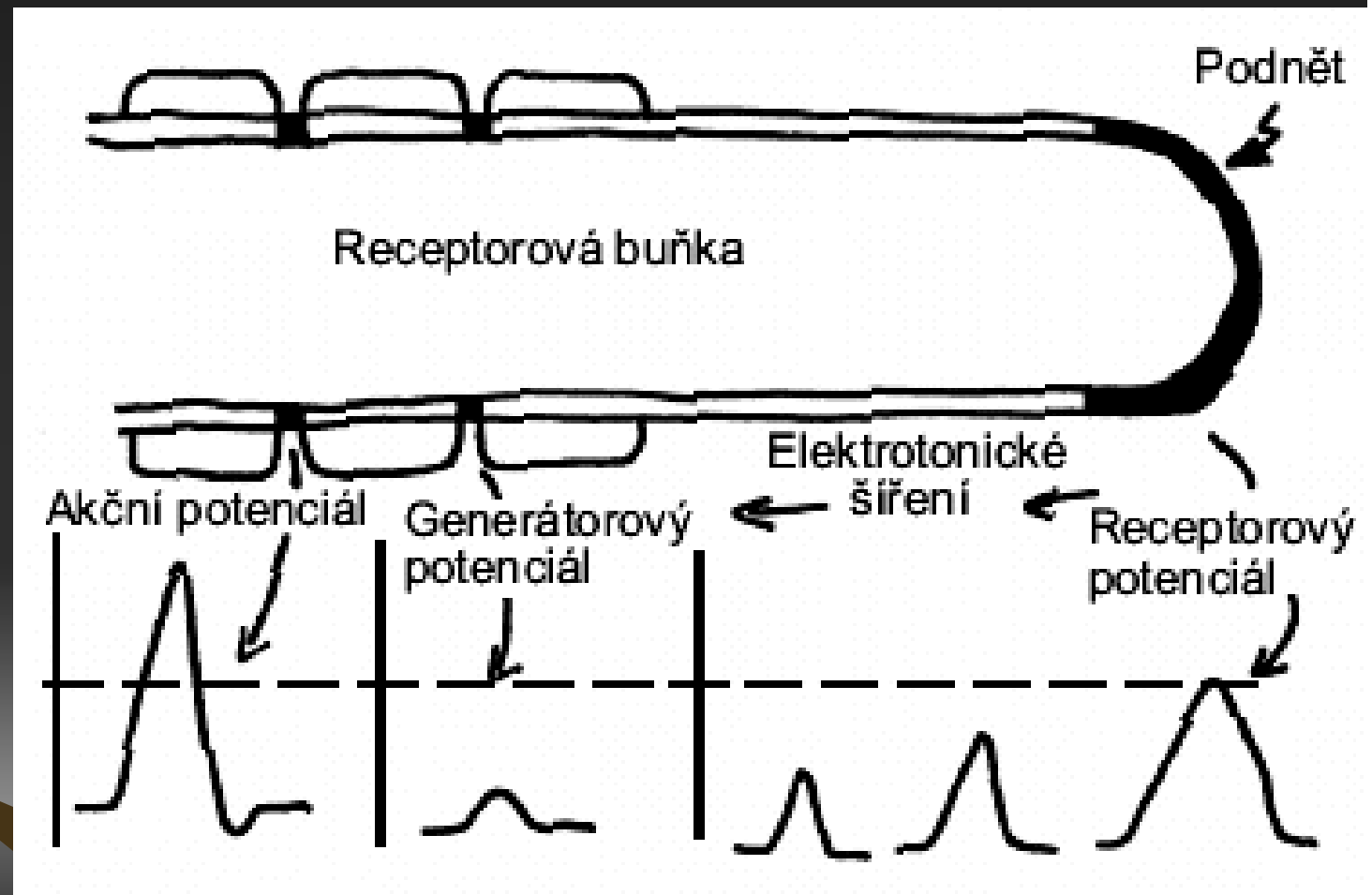
Svět smyslů – úloha mozku.

Paralelní dráhy specializované na určitou vlastnost (kvalitu).

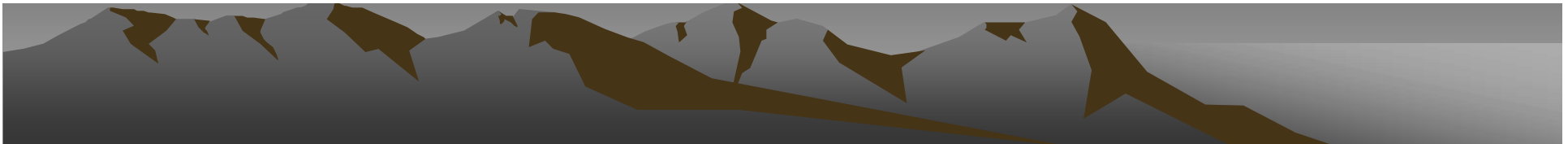
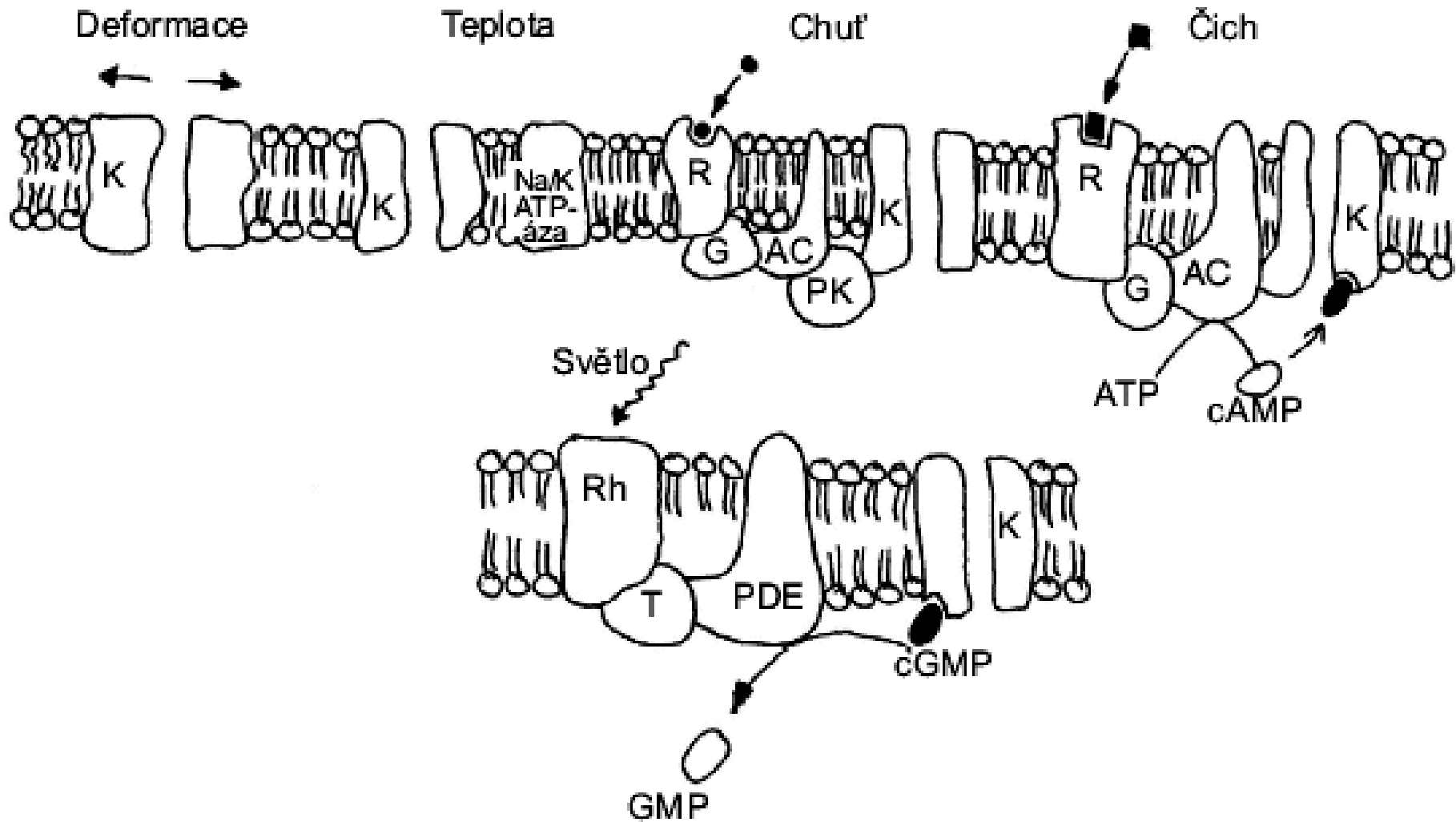
V rámci dráhy ještě specializace na konkrétní hodnotu.



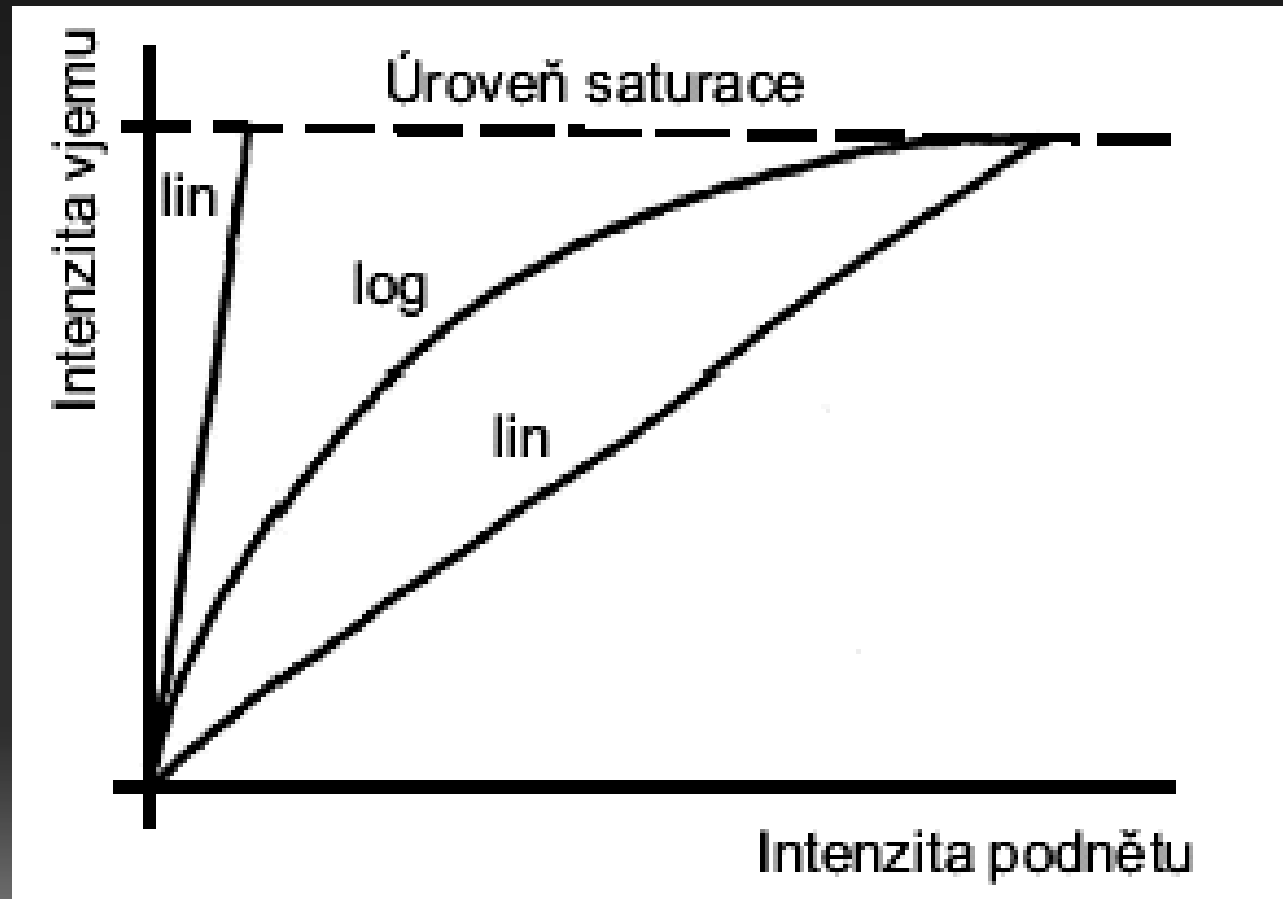
Receptorová buňka převádí energii podnětu na změnu iontové propustnosti.



Vlastnosti membrány jsou klíčem pro transdukcí.



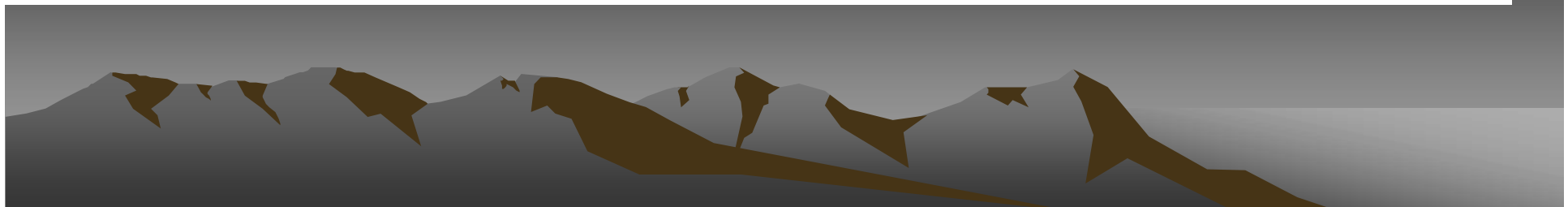
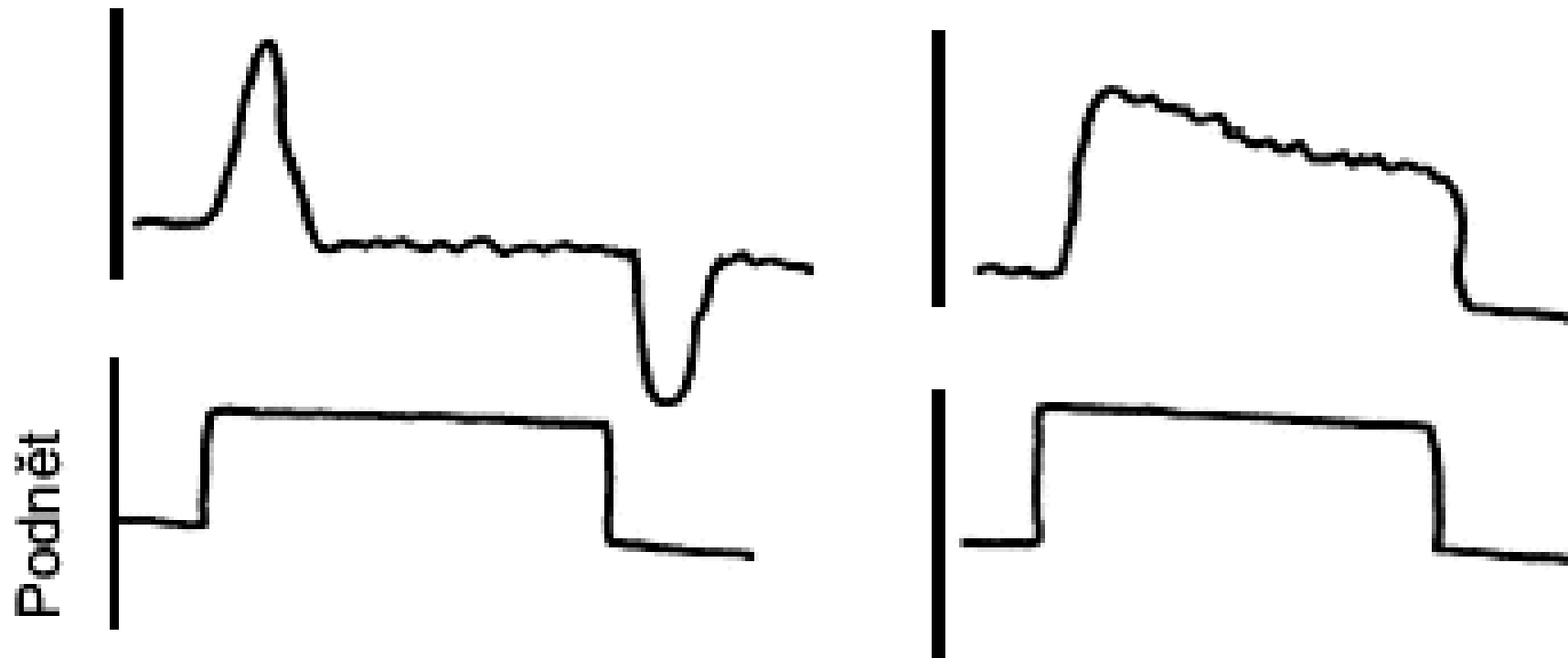
Intenzita podnětu a intenzita odpovědi.



Trvání podnětu a trvání odpovědi.

Diferenční receptor

Proporcionální receptor



Laterální inhibice: vyšší rozlišovací schopnost zesílení kontrastů

