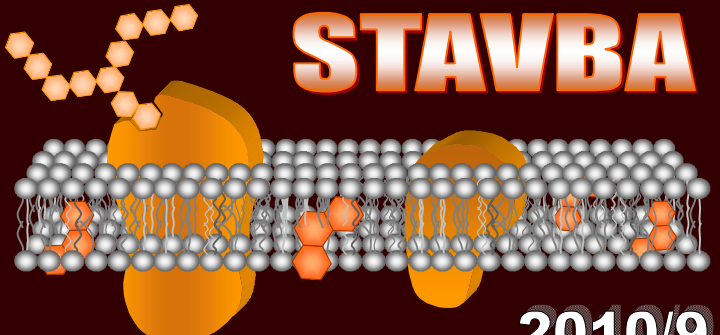


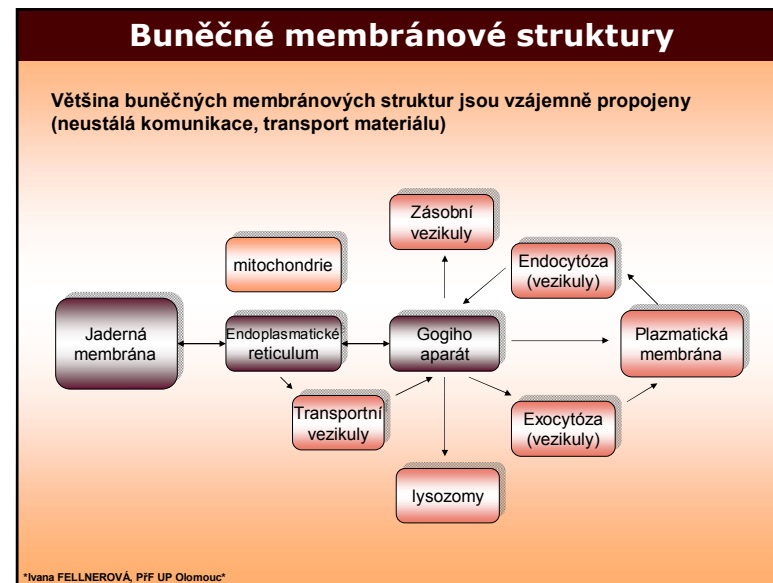
Ivana FELLNEROVÁ
Katedra zoologie PřF UP Olomouc

1. Biomembrány: STAVBA



<http://www.zoologie.upol.cz/osoby/fellnerova/vyuka.htm>

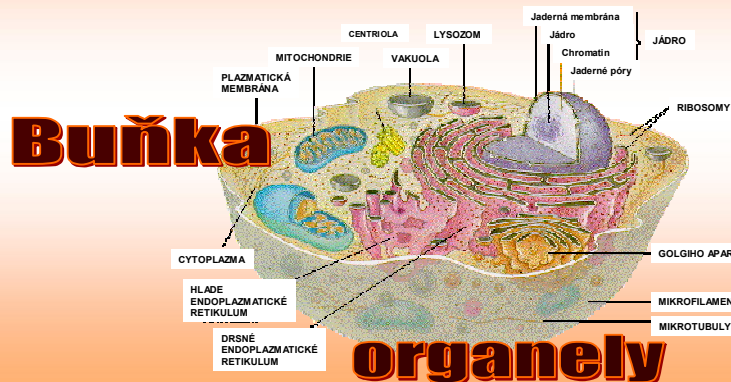
2010/9



Buněčná (cytoplazmatická) membrána

Cytoplazmatická membrána je vysoce specializovaná struktura:

- Ohraničuje buňku
- Tvoří většinu buněčných organel

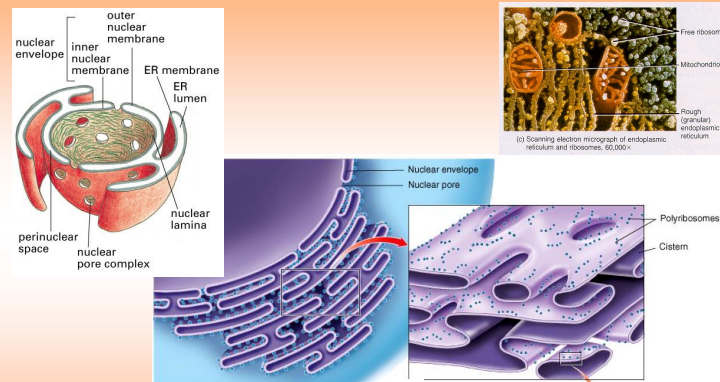


Buňka

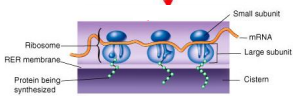
organely

Ivana FELLNEROVÁ, PřF UP Olomouc

Jádro; Drsné endoplazmatické retikulum

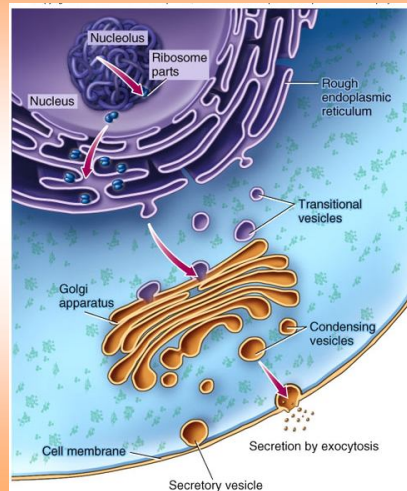


Drsné endoplazmatické retikulum

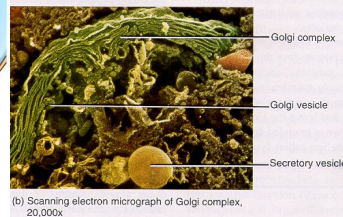


Ivana FELLNEROVÁ, PřF UP Olomouc

Golgiho aparát



Golgiho aparát



(b) Scanning electron micrograph of Golgi complex, 20,000x

Ivana FELLNEROVÁ, PFF UP Olomouc

Vlastnosti membrán ↔ vlastnosti buněk

Struktura membrány a poměr jednotlivých jejích složek určuje chemické vlastnosti a dynamiku membrán.

Tyto vlastnosti determinují:

- Komunikaci buňky s okolím – reakce na změny okolního prostředí
- Komunikaci buněk na úrovni tkání a orgánů a tím funkci celého organismu

Stavba a vlastnosti membrán se promítá do všech fyziologických funkcí organismu

I když se jednotlivé biomembrány liší poměrem konkrétních složek, existuje základní pravidlo, podle kterého jsou membrány stavěny.

Všechny biologické membrány jsou stavěny podle stejného principu; jejich základ tvoří tři skupiny biomolekul:

Lipidy, proteiny, sacharidy

Ivana FELLNEROVÁ, PFF UP Olomouc

Funkce cytoplazmatické membrány

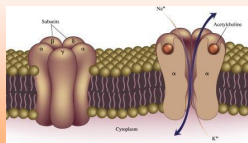
Fyzikální bariéra

Cytoplazmatická membrána odděluje vnitřní obsah buňky od vnějšího prostředí.

Pro většinu látek je membrána volně nepropustná

Specifické funkce membrány

Díky přítomnosti specializovaných molekul (především proteinů) plní membrána řadu specifických funkcí, např.:



RECEPTORY:

rozpoznávají změny v okolním prostředí a reaguje na ně.

TRANSPORTNÍ PROTEINY:

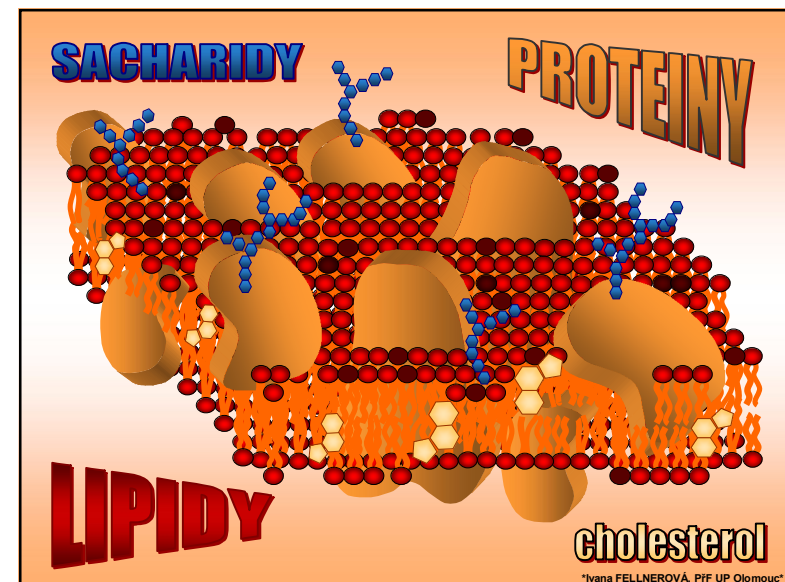
zajišťují selektivní transport látek přes membránu

<http://www.blackwellpublishing.com/matthews/neurotrans.html>

ENZYMY:

Snižují energii potřebnou pro buněčné reakce

Ivana FELLNEROVÁ, PFF UP Olomouc

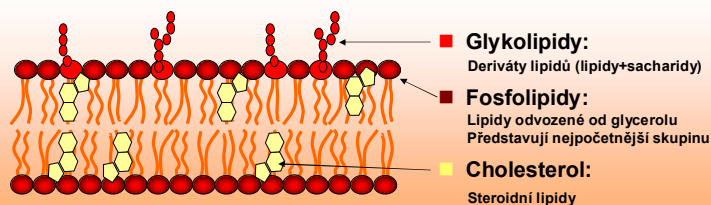


Ivana FELLNEROVÁ, PFF UP Olomouc

Membránové lipidy

- Lipidy tvoří **základní kostru biomembrán**, - fosfolipidovou dvojvrstvu
- Lipidy ovlivňují **fluiditu a pevnost biomembrán**,
- fosfolipidová dvojvrstva tvoří **účinnou bariéru** omezující volný pohyb látek mezi vnějším a vnitřním prostředím buňky

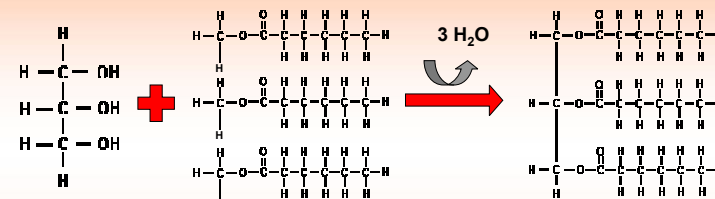
Hlavní skupiny membránových lipidů



Ivana FELLNEROVÁ, PFF UP Olomouc

Lipidy odvozené od glycerolu

Glycerol esterifikován 3 mastnými kyselinami tvoří **triacylglycerol**:

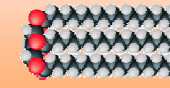
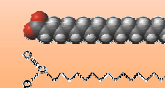


GLYCEROL

NASYCENÉ
mastné kyseliny

NASYCENÝ
triacylglycerol

-C-C-C-



Ivana FELLNEROVÁ, PFF UP Olomouc

Obecná charakteristika lipidů a steroidů

Heterogenní skupina látek rostlinného a živočišného původu

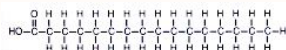
Co mají společné?

- Ner rozpustnost ve vodě a ostatních polárních rozpouštědlech
- Rozpustnost v organických rozpouštědlech (např. chloroform)

Tuky (lipidy):

Odvozené od glycerolu

obsahují dlouhé uhlovodíkové řetězce mastných kyselin, na které mohou být navázány další molekuly (např. u fosfolipidů)



Steroidy:

obsahují mnohonásobný aromatický kruh

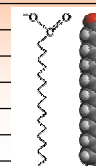


Kromě stavební funkce v membránách zastávají lipidy a steroidy v organismu řadu dalších funkcí např. zásobní funkce (zdroj energie), regulační funkce (hormony, vitaminy), tepelná izolace těla, produkce tepla (hnědý tuk) aj.

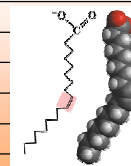
Ivana FELLNEROVÁ, PFF UP Olomouc

Mastné kyseliny: přehled

Symbol	NASYCENÉ mastné kyseliny	Chemický vzorec
12 : 0	laurová	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$
14 : 0	myristová	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$
16 : 0	palmitová	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$
18 : 0	stearová	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$
20 : 0	arachidová	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$
22 : 0	behenová	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{20}\text{COOH}$
24 : 0	lignocerová	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{22}\text{COOH}$



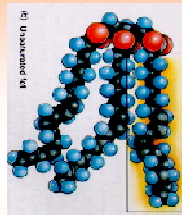
Symbol	NENASYCENÉ mastné kyseliny	Chemický vzorec
16 : 1	palmitolejová	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
18 : 1	olejová	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
18 : 2	linolová	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$
18 : 3	alfa-linolenová	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$
20 : 4	arachidonová	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$
24 : 1	nervonová	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_{15}\text{COOH}$



Ivana FELLNEROVÁ, PFF UP Olomouc

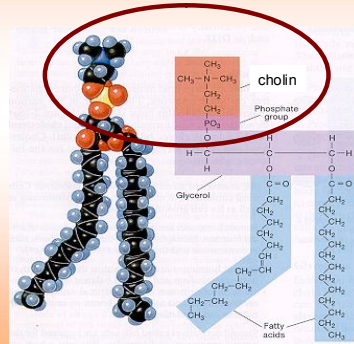
Fosfolipidy

TRIACYLGLYCEROL



Mastná kyselina triacylglycerolu může být nahrazena jinou molekulou

V molekule **fosfolipidu** jsou dvě -OH skupiny vázány s molekulou mastné kyseliny, na **třetí -OH skupině** je vázán zbytek **kyseliny fosforečné** PO_4^{3-} s další malou molekulou s polární skupinou [alkohol, cholin]



FOSFOLIPID

Ivana FELLNEROVÁ, PFF UP Olomouc

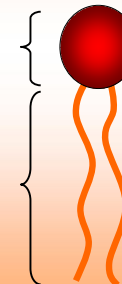
FOSFOLIPIDY: polarita

- Nejčastější membránové lipidy, tvoří **kostru membrány**
- Obsahují **fosfátovou skupinu** vázanou na další polární molekulu
- Jsou **amfipatické**: obsahují **hydrofilní** a **hydrofóbní** oblast



Hydrofilní ("water loving"),
polární, elektricky nabitá část:
fosfátová „hlava“

Hydrofóbní ("water hating"),
nepolární oblast:
řetězce mastných kyselin



Ivana FELLNEROVÁ, PFF UP Olomouc

Nejčastější fosfolipidy savčích buněk

Fosfolipidy odvozeny od

glycerolu

Typický fosfolipid **VNĚJŠÍ** membránové vrstvy

Lecithin
[phosphatidylcholine]



Phosphatidyl ethanolamin



Phosphatidyl serin



Typické fosfolipidy **VNITŘNÍ** membránové vrstvy

Fosfolipidy odvozeny od

sphingosinu
[amino alcohol]

Dominantní fosfolipid **myelinu** nervových vláken, dále přítomen v plazmatické membráně a subcelulárních membránách

Sphingomyelin



Ivana FELLNEROVÁ, PFF UP Olomouc

FOSFOLIPIDY ve vodním prostředí

Ve vodním prostředí tvoří fosfolipidy spontánně útvary, které „chrání“ hydrofóbní konce mastných kyselin od kontaktu s vodním prostředím:

Fosfolipidová dvojvrstva

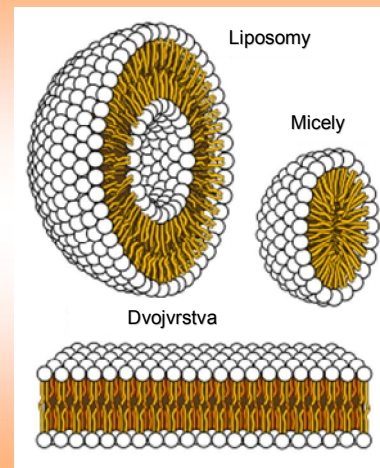
Je základem buněčných membrán. Vnější strany jsou tvořeny hydrofóbní částí fosfolipidů, vnitřní vrstva je hydrofóbní

Micely

Sférické útvary. Povrch tvoří hydrofilní části fosfolipidů, vnitřek je hydrofóbní.

Liposomy

Sférické útvary. Tvořené fosfolipidovou dvojvrstvou. Střední část je vyplněna vodou. Liposomy se využívají v lékařství a kosmetice k transportu látek do buněk



Ivana FELLNEROVÁ, PFF UP Olomouc

Membránové steroidy

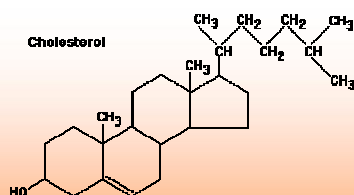
Charakteristika steroidů:

- ❑ několikanásobný **aromatický kruh**
- ❑ **hydrofóbní** uhlovodíkový řetězec
- ❑ **hydroxylová** [phenolová] **skupina**
- ❑ **hydrofilní** hydroxylová skupina

Cholesterol

Typický steroid živočišných buněk

- ❖ Zvyšuje propustnost fosfolipidové dvojvrstvy
- ❖ Zvyšuje pevnost membrány
- ❖ Chrání uhlovodíkové řetězce od příliš těsného kontaktu
- ❖ Je klíčový regulátor membránové fluidity



Ivana FELLNEROVÁ, PFF UP Olomouc

INTEGRÁLNÍ a PERIFERNÍ membránové proteiny

INTEGRÁLNÍ proteiny



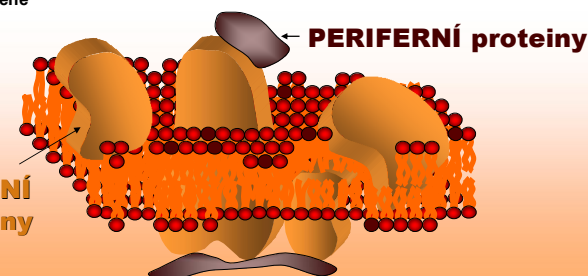
- Transmembránové (integrální) proteiny procházejí napříč membránou – jsou její přímou součástí
- Proteiny „ponořené“ do membrány z jedné strany

PERIFERNÍ proteiny



Periferní proteiny nejsou přímou (neoddělitelnou) součástí membrány; Jsou s membránou spojeny prostřednictvím jiných molekul

INTEGRÁLNÍ proteiny

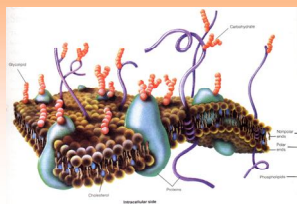


Ivana FELLNEROVÁ, PFF UP Olomouc

PROTEINY v membránách

- ❑ Tvoří v průměru **50% objemu membrány**

- ❑ **Množství a typ** membránových proteinů je **vysoce variabilní**



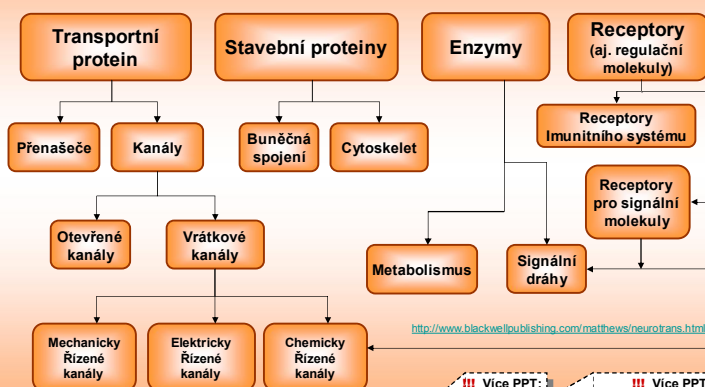
- ❑ Proteiny dávají membránám charakteristické funkční vlastnosti. Jsou nositeli **specifických funkcí** membrány:
 - Transport látek přes membránu
 - Receptory - komunikace buňky s okolním prostředím
 - Imunitní reakce
 - Stavební a podpůrná funkce

- ❑ **Membránové proteiny můžeme klasifikovat na základě:**
 1. pozice v membráně
 2. funkce

Ivana FELLNEROVÁ, PFF UP Olomouc

Klasifikace proteinů z funkčního hlediska

Membránové proteiny můžeme podle jejich funkce rozdělit do různých funkčních skupin:



<http://www.blackwellpublishing.com/mathews/neurotrans.html>

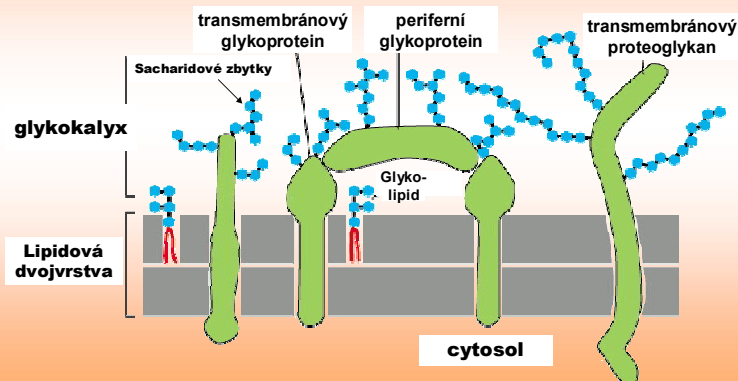
!!! Vice PPT: **Proteiny**
<http://www.zdravotni.net/zdravotnicka-vyuka-vyukovy-felchnerova/olomouc-vyukovy-felchnerova/olomouc-vyukovy-felchnerova>

!!! Vice PPT: **Membrány-funkce**
<http://www.zdravotni.net/zdravotnicka-vyuka-vyukovy-felchnerova/olomouc-vyukovy-felchnerova/olomouc-vyukovy-felchnerova>

Ivana FELLNEROVÁ, PFF UP Olomouc

Sacharidy buněčných membrán

- Vnější strana membrán eukaryotických buněk je obklopena vrstvou sacharidů, tzv. **glykokalyx** = na sacharidy bohatý povrch buněk



Ivana FELLNEROVÁ, PFF UP Olomouc

Fluidní model membrány

Membrány nepředstavují statickou strukturu; molekuly jsou v membráně vázány zpravidla slabými hydrofóbními vazbami. Všechny složky membrány tak tvoří dynamický celek, který by měl flexibilně reagovat na změny a potřeby okolních tkání a celého organismu.

Pro správnou funkci buněk je proto nezbytná tzv. fluidita („tekutost“) membrán, která např. umožňuje:

- pohyb a vzájemnou integraci membránových proteinů v lipidové vrstvě (význam hl. při buněčné signalizaci; kvalitativní i kvantitativní změny receptorů, transportních proteinů atd.)
- snadnou distribuci molekul z místa syntézy do jiných míst buňky
- rovnoměrné rozdělení molekul při dělení mezi dceřinné buňky

Ivana FELLNEROVÁ, PFF UP Olomouc

FUNKCE sacharidů vázaných na membránu

OCHRANA

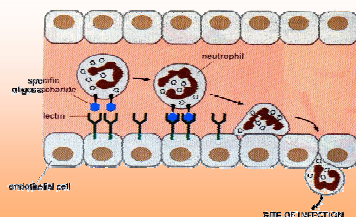
Sacharidy chrání buňku před mechanickým i chemickým poškozením vytvořením **glykokalyxu** = sacharidový plášť buněk

MEZIBUNĚČNÁ KOMUNIKACE

Oligosacharidové řetězce jsou rozpoznávány tzv. **lektiny** [= specializované proteiny, rozpoznávající specificky sacharidy].

Lektiny zprostředkovávají adhezi buněk v různých procesech

- interakce spermií a vajíčka
- adheze krevních destiček
- recirkulace lymfocytů
- zánětlivé procesy



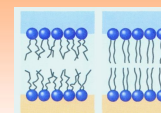
Více PPT:
Imunologie
http://www.zoologie.upol.cz/olomouc/fellnerova/olomouc_vyuka/membrany/olomouc_vyuka_membrany.ppt

Ivana FELLNEROVÁ, PFF UP Olomouc

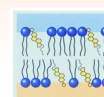
Faktory ovlivňující fluiditu membrán:

STAVBA membrány:

- počet **dvojných vazeb** a délka řetězců mastných kyselin: Nenasycené fosfolipidy ↑ fluiditu
Nasycené fosfolipidy ↓ fluiditu

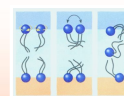


- množství **cholesterolu**



Cholesterol ↓ fluiditu

- Pohyby** fosfolipidů

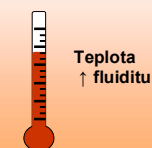


Pohyby ↑ fluiditu

Teplota:

“**Bod tání**” je pro fluiditu membrány kritickou hodnotou (je specifická pro konkrétní membrány).

Membrány při teplotě nižší než bod tání ztrácí fluiditu. Nenasycené mastné kyseliny a MK s delším řetězcem mají nižší bod tání.



Ivana FELLNEROVÁ, PFF UP Olomouc

Stavba biomembrán: přehled:

