

Предмет и значение на
физиологията.

Хомеостаза и хомеостатична
регулация.

Физиология на клетката.

Транспорт през клетъчната
мембрана.

Транспорт през клетъчни слоеве

*Доц. д-р Боряна Русева, д.м.
Сектор "Физиология"
МУ - Плевен*



физиология

- Терминът *физиология* произлиза от древногръцки (physis - природа и logos – учение).
- *Физиологията е наука, която изучава жизнените процеси в човешкия и животинския организъм.*
- *Обучението по физиология* е едно от основните в предклиничната подготовка на студентите по медицина и има за *цел* студентите да получат основни познания за функционирането на човешкия организъм като единно цяло.

физиология

- Това включва: а/ изучаване на субклетъчните и клетъчни механизми на отделните функции, на механизмите на функциониране на отделните органи и системи; б/ изучаване на координацията на функциите на отделните клетки, органи и системи; в/ изучаване на регулацията на функциите и адаптацията им към променящите се условия на средата.
- В курса на обучение по физиология студентите овладяват редица клинични методи на изследване и се запознават с физиологичните основи на тези методи.

физиология

- Учебното съдържание е обособено в следните раздели:
- **обща физиология** (включва елементи на клетъчната физиология с акцент върху транспорт през мембрани, междуклетъчна сигнализация, регулация на функциите в човешкия организъм и в частност поддържане на телесната хомеостаза, обща физиология на възбудимите тъкани);
- **физиология на системите:** мускули, сърдечно-съдова система, кръв и лимфа, дихателна система, храносмилателна система, обмяна на веществата и енергията, терморегулация, отделителна система, водно-електролитен и алкално-киселинен баланс, ендокринна система, репродуктивна система и нервна система.

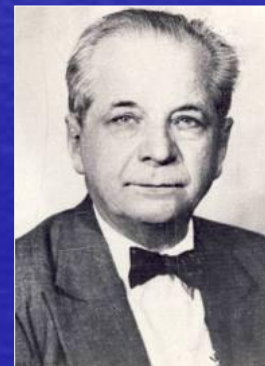
физиология

- Раздели на физиологията: еволюционна (сравнителна) и специална (разглежда физиологичните явления на отделните системи в организма).
- Връзка на физиологията с други дисциплини – анатомия, физика, химия.
- Организмът съществува като стабилна прецизно саморегулираща се система, което се е оформило в хода на еволюцията.
- При дисхармония на регулаторните системи се нарушава организацията на отделните функции и може да се стигне до болестно състояние, а понякога и до смърт.
- Всеки медицински специалист оценява функционалното състояние на пациента и работи за възстановяване на нарушена функция на организма.

“Добрият лекар е преди всичко добър физиолог, и обратно – добрият физиолог е и добър лекар.”

Даниел Даниелополу

Терапевт и физиолог, професор, академик, директор на
Института за нормална и патологична физиология при
Румънската академия на науките

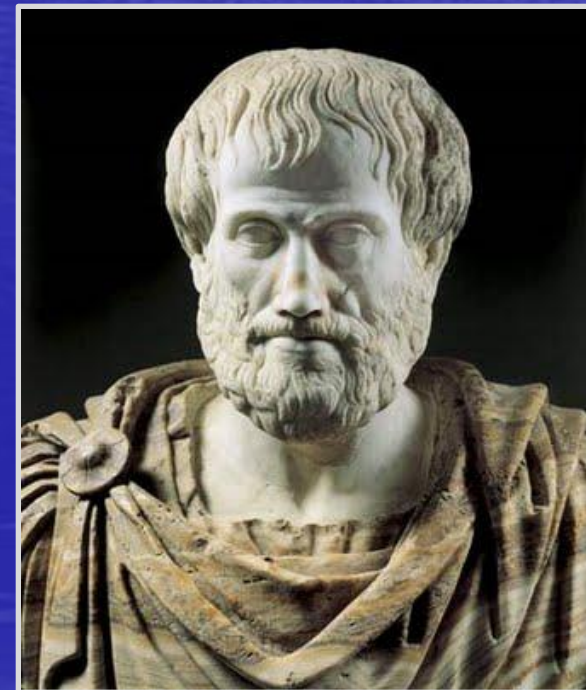


(1884-1955)



□ Изучаването на физиологията на човека датира от 420 год. преди Христа, от времето на Хипократ, известен като баща на медицината.

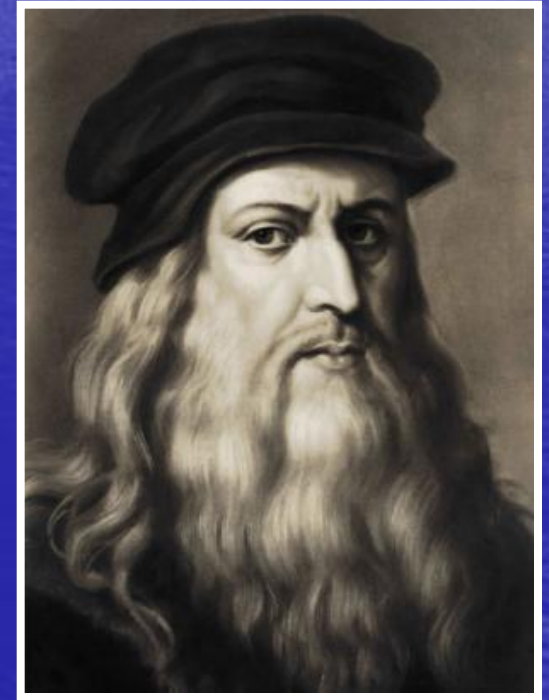
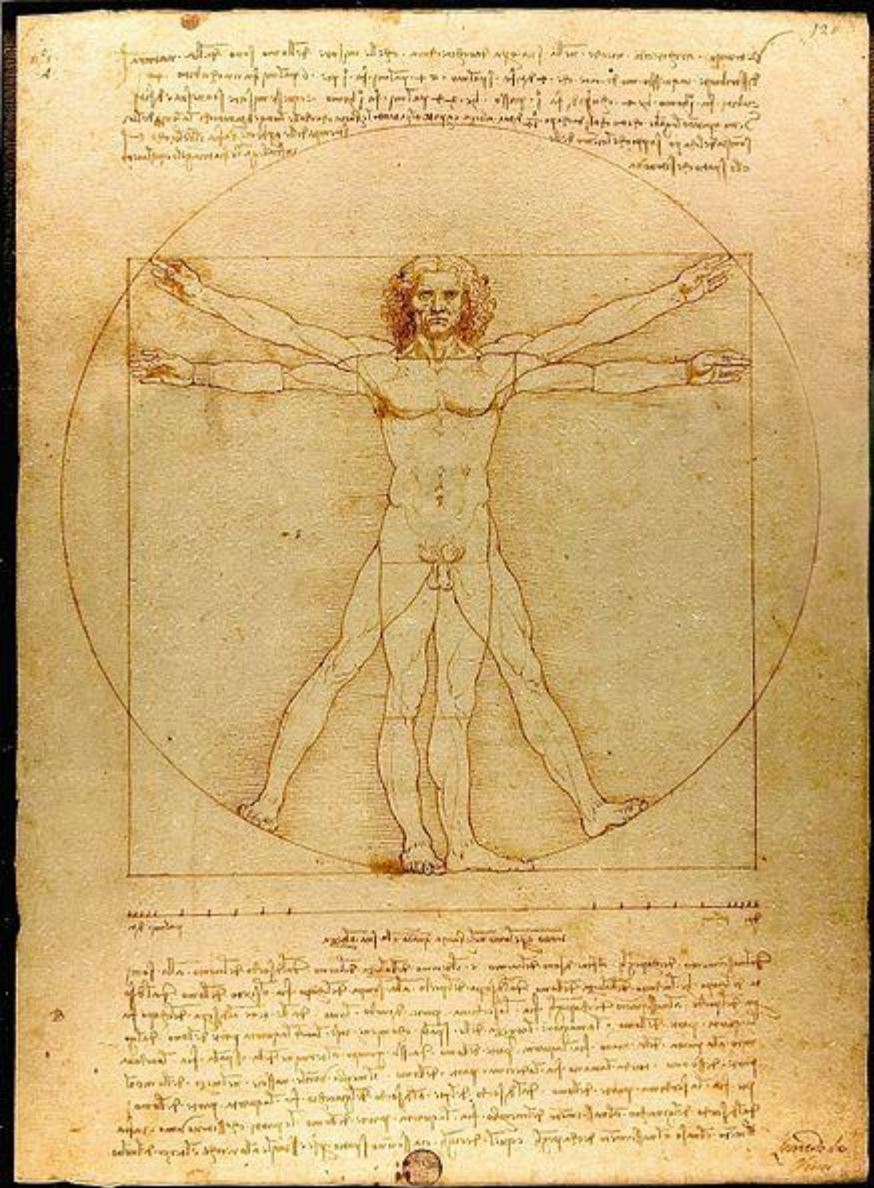
□ Критичното мислене на Аристотел и акцента му върху връзката между структура и функция бележи началото на физиологията в Древна Гърция.



- Клавдий Гален (126-199 г. пр. Христа), известен като Гален е първият, който използва експерименти, за да изучава функциите на организма.
- Гален е основател на експерименталната физиология.



Световноизвестната рисунка "Виртуалният човек" на [Leonardo da Vinci](#), създадена през 1487 г., се свързва с науката физиология.



Jean Fernel, френски лекар, въвежда термина "физиология" през 1525 г.

- Ключовото откритие на кръвообращението от Уилям Харви е публикувано в "Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus" (Анатомично упражнение за движението на сърцето и кръвта на живите същества) през 1628 година. Английски превод се прави през 1653 година. Най-голямото постижение на Харви било прозрението, че кръвта се движи скоростно в тялото, изпомпвана от единна система от артерии и вени.
- През 19-ти век, физиологичните знания започват да се натрупват с бързи темпове, по-специално с появата на Клетъчната теория на Matthias Schleiden и Theodor Schwann през 1838г. Тя доказва, че организмите са съставени от единици, наречени клетки.

- По - нататъшните открития на Claude Bernard (1813–1878) доведоха до създаване на неговата концепция за вътрешната среда на организма (*milieu interieur*), която по-късно беше подкрепена от американския физиолог Walter Cannon (1871–1945) и наречена "homeostasis" (хомеостаза).
- През 20-ти век, биолозите проявиха интерес как функционират другите организми, различни от човешкия и поставиха началото на сравнителната физиология (Knut Schmidt-Nielsen и George Bartholomew), на която като отделна субдисциплина наскоро се оформи еволюционната физиология.
- От 1901 г. Шведската кралска академия на науките учредява най-високото отличие за физиология - ***Нобелова награда за физиология или медицина.***

Nobel Prize in Physiology or Medicine has been *awarded* 107 times to 211 *Nobel Laureates* between 1901 and 2016.

- ***The 2013 Nobel Prize in Physiology or Medicine*** was awarded jointly to James E. Rothman, Randy W. Schekman and Thomas C. Südhof "for their discoveries of machinery regulating vesicle traffic, a major transport system in our cells"
- ***The Nobel Prize in Physiology or Medicine 2004*** was awarded jointly to Richard Axel and Linda B. Buck "for their discoveries of odorant receptors and the organization of the olfactory system"
- ***The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1998*** was awarded jointly to Robert F. Furchgott, Louis J. Ignarro and Ferid Murad "for their discoveries concerning nitric oxide as a signalling molecule in the cardiovascular system".
- ***The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1981*** - Roger W. Sperry "for his discoveries concerning the functional specialization of the cerebral hemispheres"
- ***The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1981*** - David H. Hubel and Torsten N. Wiesel "for their discoveries concerning information processing in the visual system"

Хомеостаза

- Терминът **хомеостаза** произлиза от гръцките думи "homeo" (постоянен) и "stasis" (стабилен) и означава оставащ стабилен или оставащ същия.
- Човешкият организъм управлява множество изключително сложни взаимодействия между системите за да поддържа баланс в рамките на нормалния диапазон на жизненоважни параметри.
- Тези взаимодействия в тялото улесняват компенсаторни промени необходими за нормално физическо и психическо функциониране.
- Този процес е от съществено значение за оцеляването на индивида и на човечеството.

- Клетките са живите единици на тялото. Всеки орган е съвкупност от много клетки, държани заедно от междуклетъчни поддържащи структури.
- Цялото тяло съдържа около 75 до 100 трилиона клетки, всяка от които е приспособена да извършва специални функции.
- Тези индивидуални клетъчни функции се координират от множество регулаторни системи, работещи в клетки, тъкани, органи и системи от органи.
- По същество всички тъкани и органи на тялото изпълняват функции, които помагат за поддържане състава на извънклетъчната течност относително постоянен.

Хомеостаза

- Черният дроб, бъбреците, мозъка (хипоталамуса, вегетативната нервна система), и ендокринната система) спомагат за поддържане на хомеостазата.
- Черният дроб е отговорен за метаболизма на токсични вещества и поддържане на въглехидратния метаболизъм.
- Бъбреците са отговорни за регулирането обема на интравазалната течност, реабсорбиране на вещества в кръвта, поддържане на нивата на електролити в кръвта, контрол на кръвното налягане, регулиране рН на кръвта и урината, на урея и други метаболитни продукти.
- Неспособността да се поддържа хомеостазата може да доведе до смърт или заболяване - състояние, известно като хомеостатичен дисбаланс.

Принципи за регулация

- В човешкото тяло има хиляди системи за контрол, които са от съществено значение за поддържане на хомеостазата.
- Системи за регулация
 - ❑ **отворена** – ако между изхода и входа на системата няма връзка.
 - ❑ **затворена** – когато информацията от изхода на системата се връща към входа на същата система:
 - отрицателна обратна връзка
 - положителна обратна връзка

Принципи за регулация

- Регулацията чрез отрицателна обратна връзка е пример за саморегулираща се система където повишената продукция на даден продукт в системата инхибира *неговото производство*.
- Системите за регулация чрез отрицателна обратна връзка са отговорни за регулиране синтеза на хормони в човешкото тяло, тъй като те са добри в поддържането на относително постоянни нива на продукция.

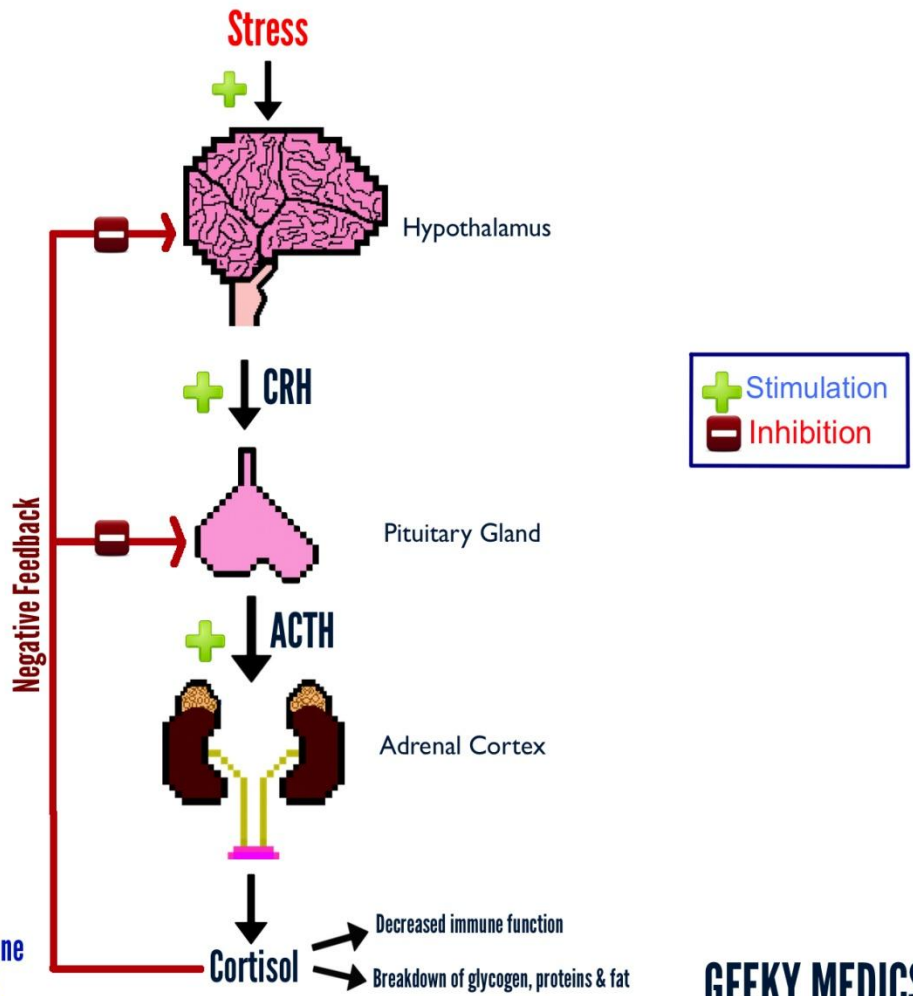
- *Схема за регулация с отрицателна обратна връзка*



- Степента на ефективност, с която една система за контрол поддържа постоянни условия се определя от **фактора** на отрицателната обратна връзка.
- **Факторът** се изчислява по следната формула.
- **Фактор = корекция/грешка**
- Някои системи за контрол, като например тази, която регулира температурата на тялото, са с фактор на обратна връзка = 33, което означава, че степента на корекция е 33 пъти по-голяма от грешката.

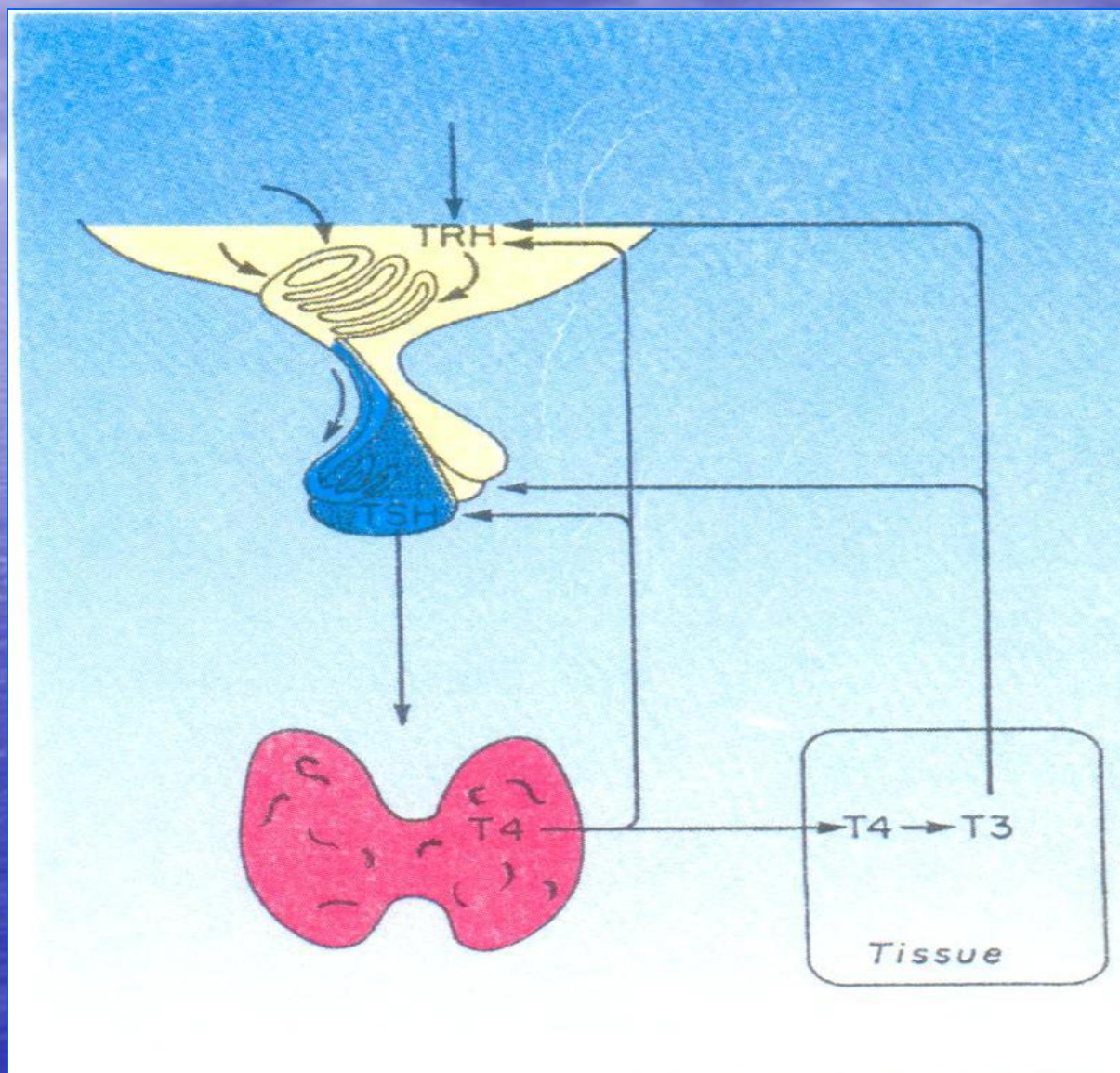
Регулация на секрецията на хормоните на надбъбречната кора

Hypothalamic - Pituitary - Adrenal Axis

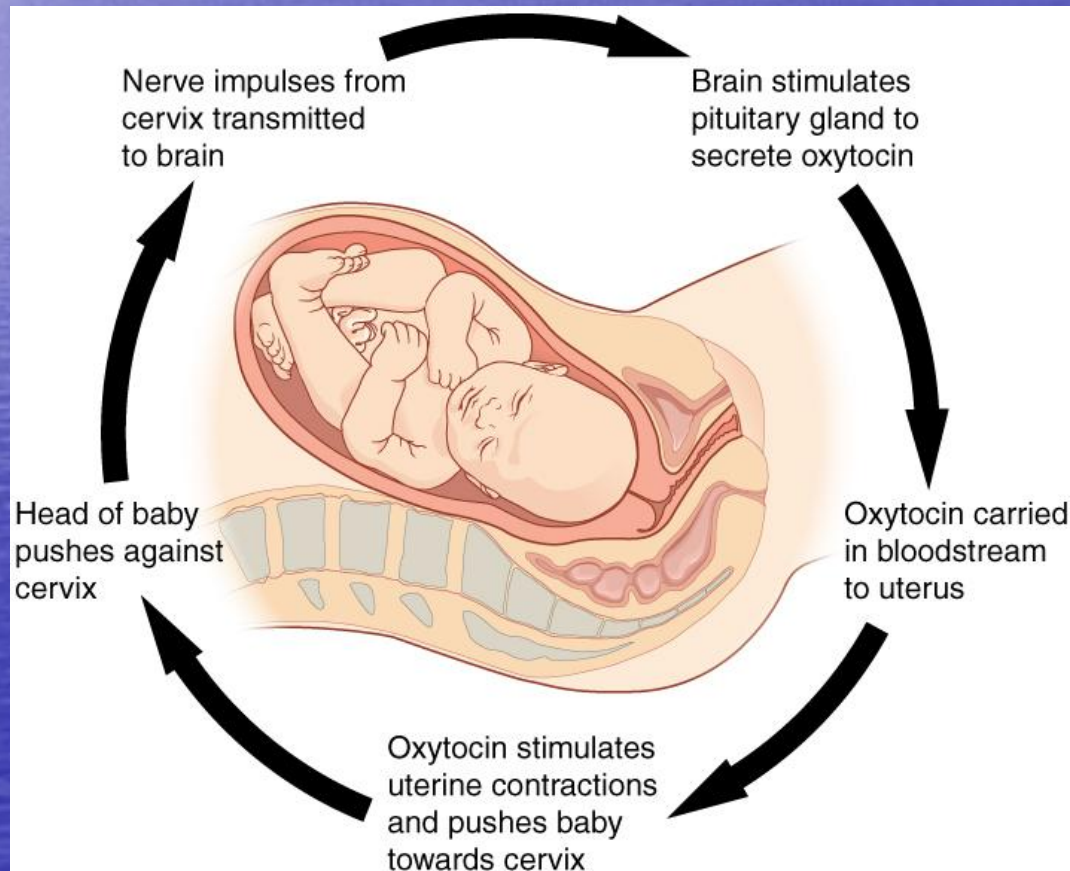


CRH = Corticotrophic Releasing Hormone
ACTH = Adrenocorticotropic Hormone

Регулация на секрецията на щитовидните хормони

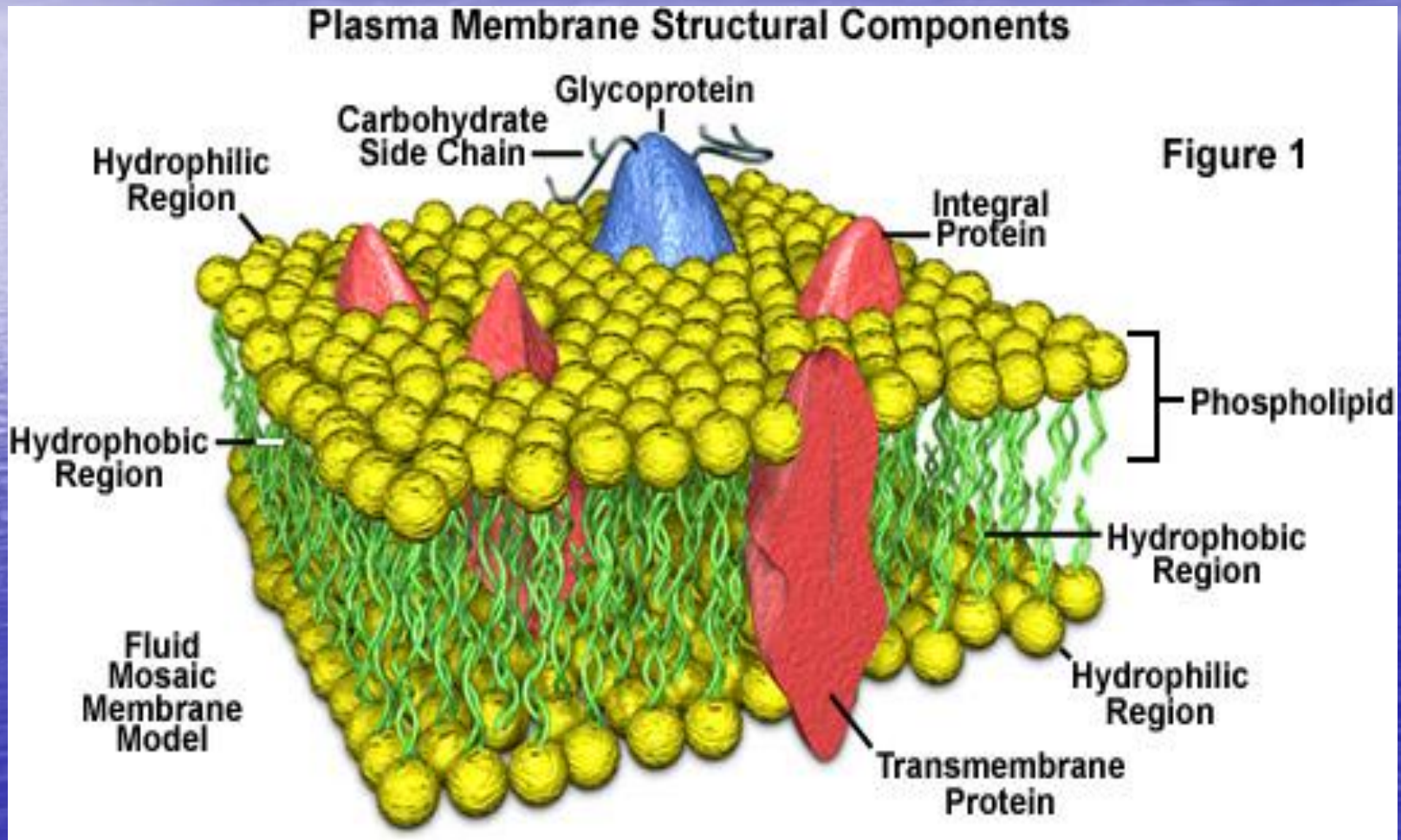


- Положителната обратна връзка е процес, при който първоначално промяна води до допълнителна промяна в една и съща посока.

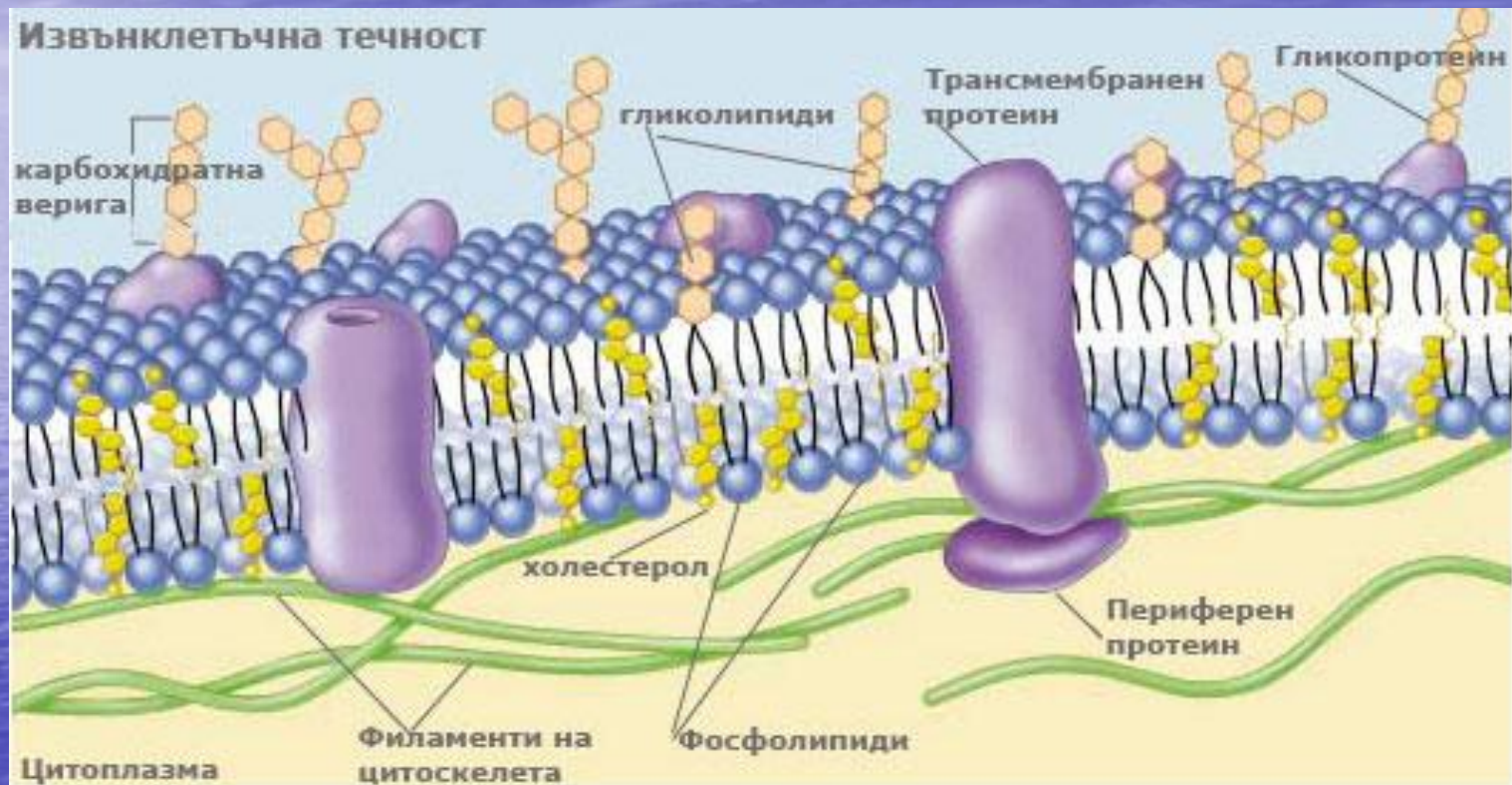


- Както разбрахте положителната обратна връзка за регулация е полезна за някои функции на организма, но положителната обратна връзка понякога предизвиква “порочен кръг” и дори смърт, ако една система, която нормално се регулира по механизма на отрицателната обратна връзка поради смущаващо въздействие премине към регулация с положителна обратна връзка.
- Пример - лошото кръвоснабдяване на миокарда с кръв, респективно кислород, предизвиква силна болка. Тя засилва спазъма на коронарните артерии, което още повече засилва болката и влошава кръвоснабдяването. Получава се “порочен кръг”, който ако не бъде прекъснат ще доведе до инфаркт на миокарда.

Структура на клетъчната мембрана

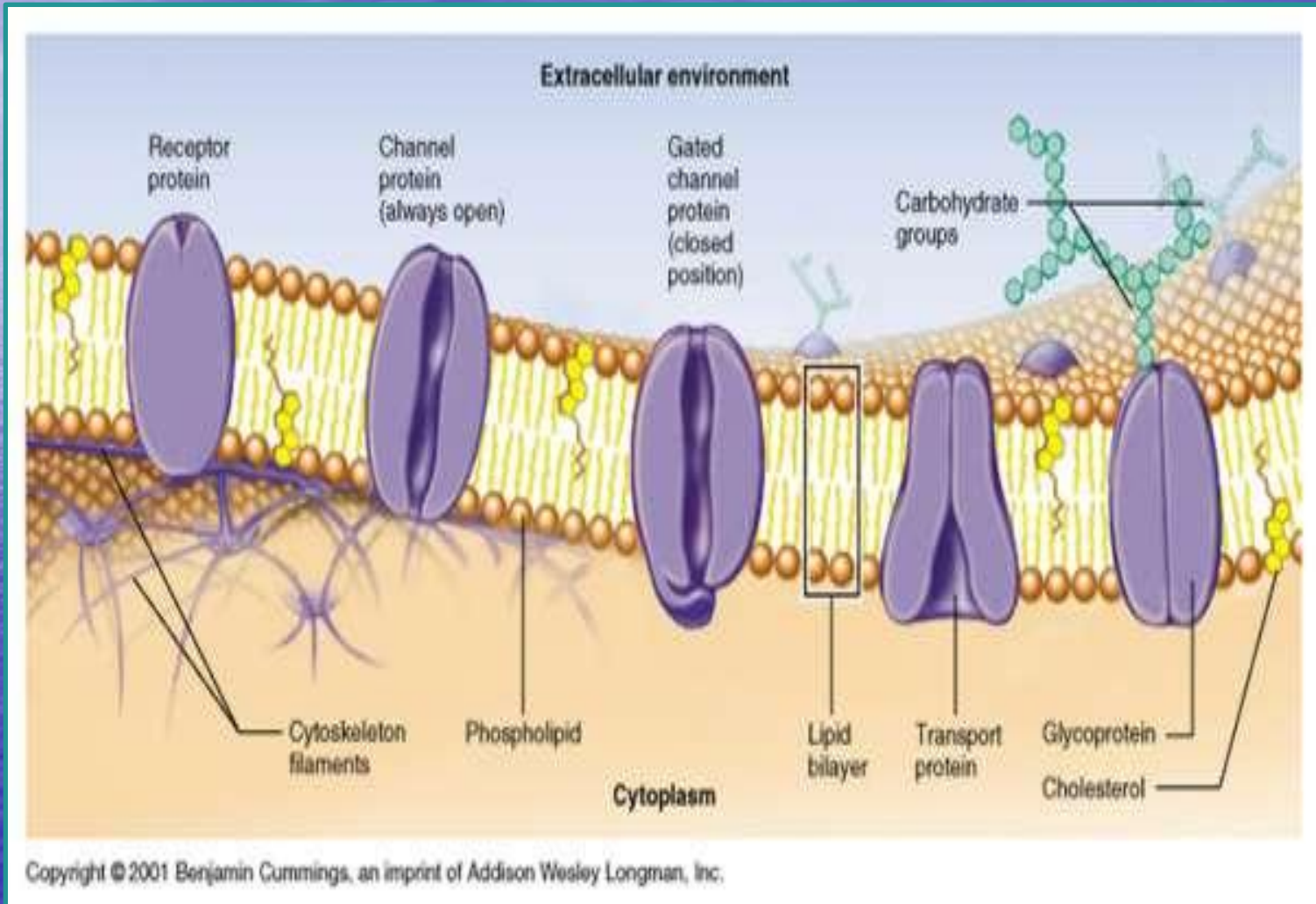


Структура на клетъчната мембрана

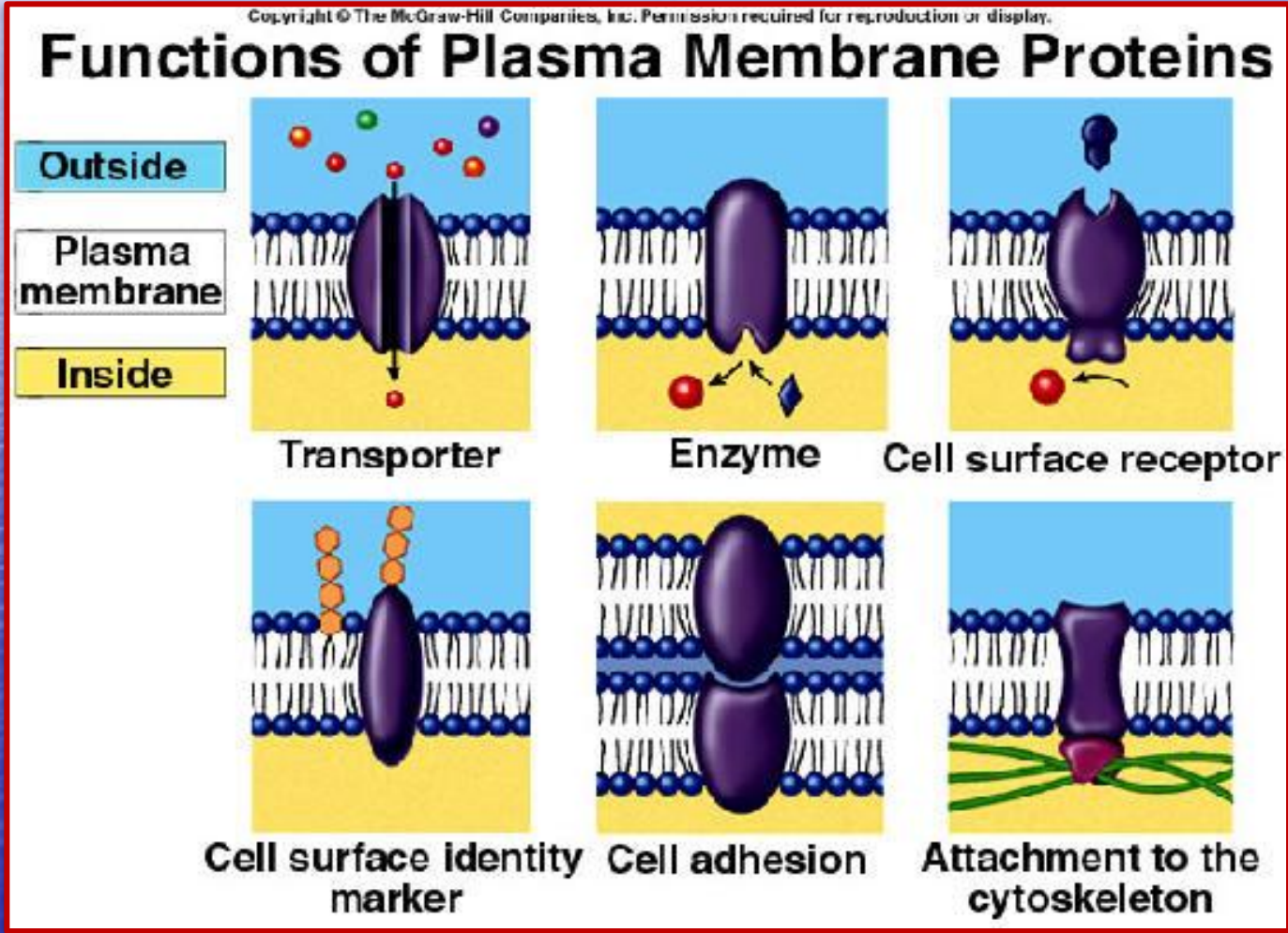


Течно-мозаичен модел на плазмената мембрана. Различни протеини преминават през двойния фосфолипиден слой. Трите основни класа протеини са: транспортни протеини, рецептори и повърхностни маркери. Карбохидратните вериги често са свързани с извънклетъчната част на тези протеини, както и за мембранните фосфолипиди. Тези карбохидратни вериги служат като специфични идентификационни маркери, уникални за конкретната клетка.

Структура на клетъчната мембрана



Функции на мембранните протеини: транспорт на йони и молекули; ензими; рецептори за хормони и други вещества; идентификационни маркери; свързване между клетките; прикрепяне към вътрешния цитоскелет.



□ Пасивен транспорт:

❖ проста дифузия

❖ улеснена дифузия – чрез белтъчен преносител

● фактори, от които зависи скоростта на дифузия:

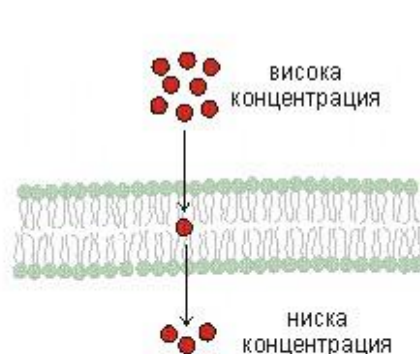
➤ концентрационен градиент

➤ мембранна пропускливост

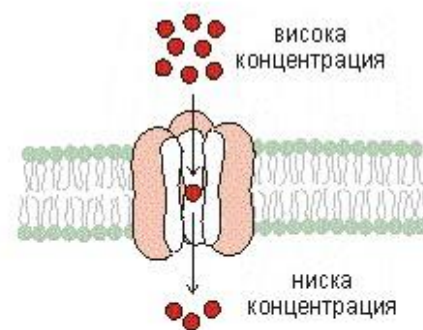
➤ разстояние

➤ повърхност

➤ температура



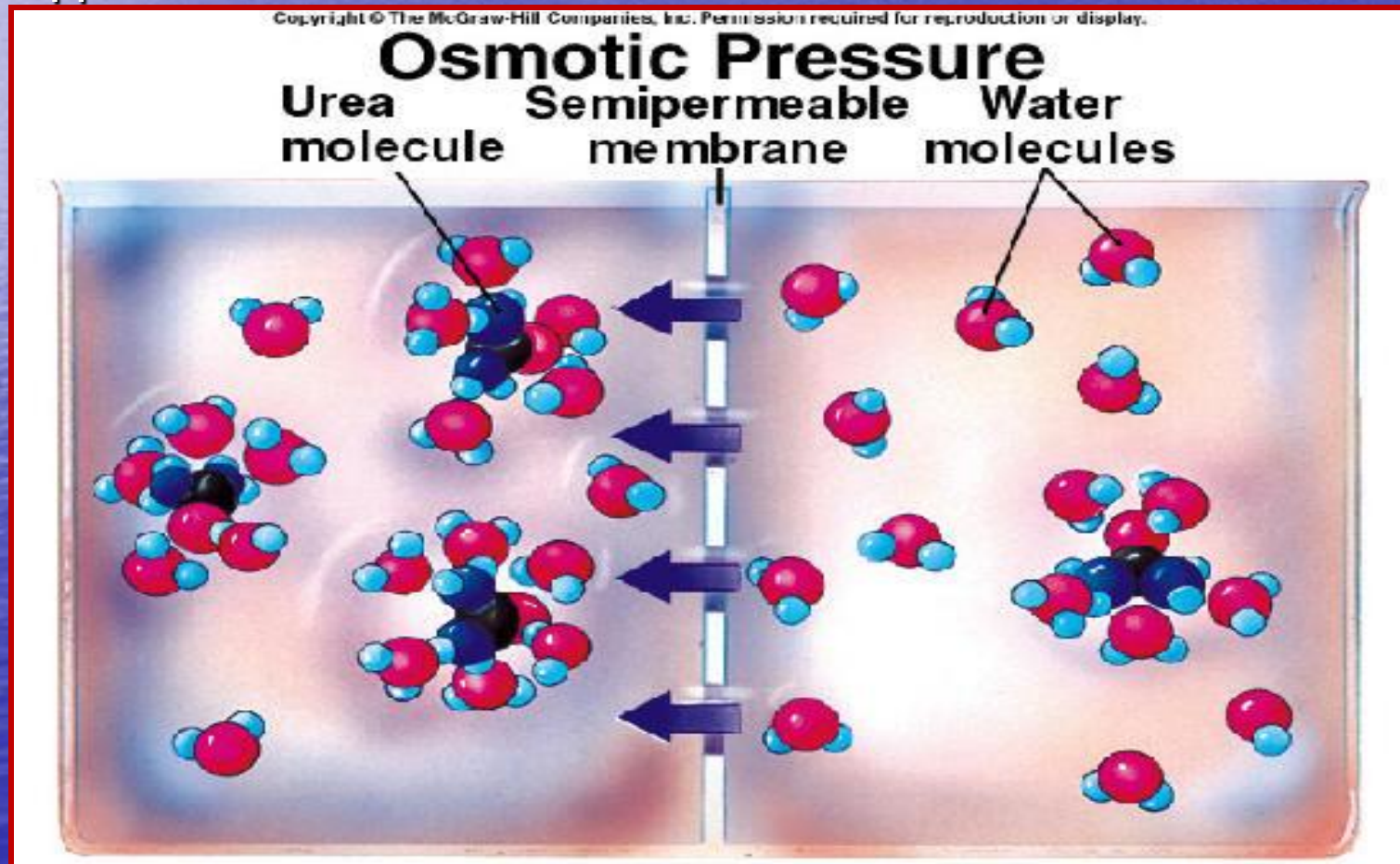
Фиг. 1-33. Пасивен транспорт чрез проста дифузия.



Фиг. 1-34.
Пасивен транспорт през мембранны
каналци
(улеснена дифузия).

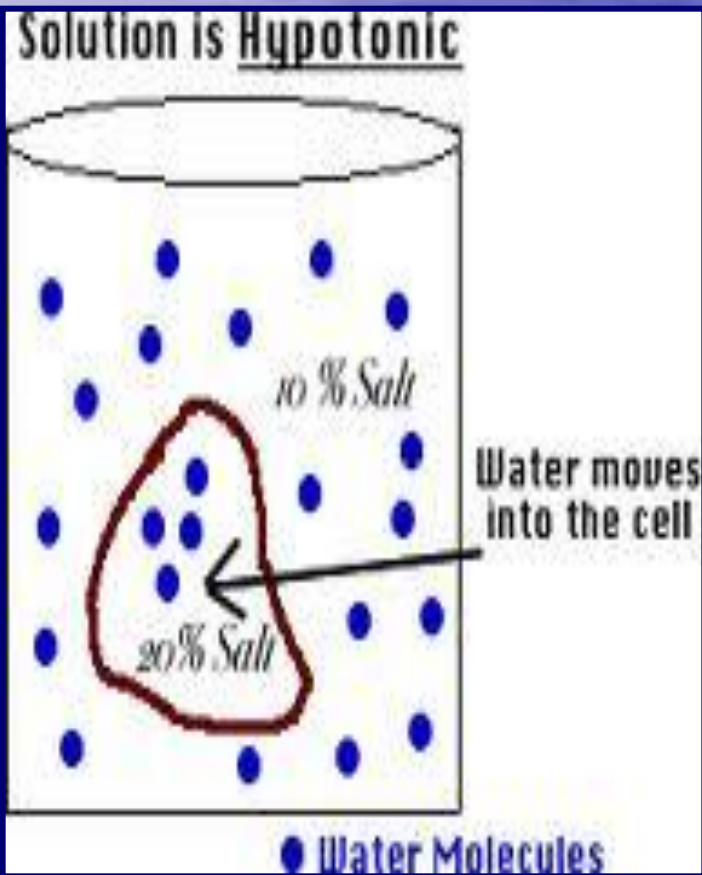
Осмоза - дифузия на разтворителя (водата) през полупропусклива мембрана от място, където разтворът е с по-ниска концентрация към място с по-висока концентрация на разтвора.

Осмотично налягане е хидростатичното налягане, което противодейства на осмозата.



Тоничност на разтворите

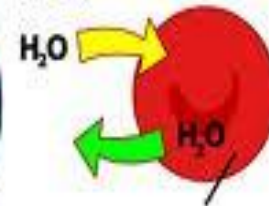
- Относителната концентрация на водата зависи от броя на разтворените в нея частици и се изразява като осмотична концентрация (осмолалитет), т.е. брой частици на 1 kg вода.
- Осмотичната концентрация на плазмата е равна на 290 mOsm/kg вода.
- От тях 270 се дължат на NaCl.
- Разтвори, които имат същата осмотична концентрация като кръвната плазма се наричат изотонични.



Isotonic

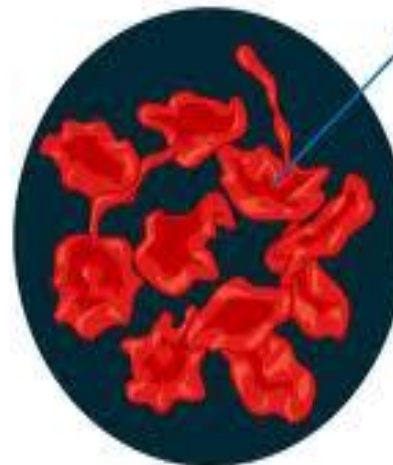


Amount of water transported into the cell equal to the amount of water transported out from the cell



Solute concentration inside the cell is Equal to the solution outside the cell

Hypertonic



The cells shrink

Water is transported out from the cell



Solute concentration inside the cell is LOWER

Hyperosmotic solution



Shriveled cells



Human red blood cells



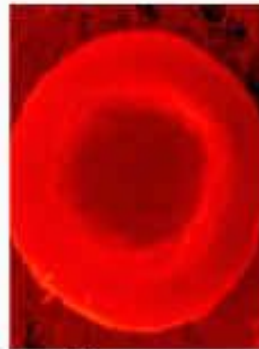
Cell body shrinks from cell wall

Plant cells

Isosmotic solution



Normal cells



Flaccid cell

Hypoosmotic solution



Cells swell and eventually burst



Normal turgid cell

Osmosis

❖ **Филтрация** – преминаване на разтворителя и някои от разтворените в него вещества през пореста мембрана под действие на хидростатичното налягане.

Гломерулна филтрация

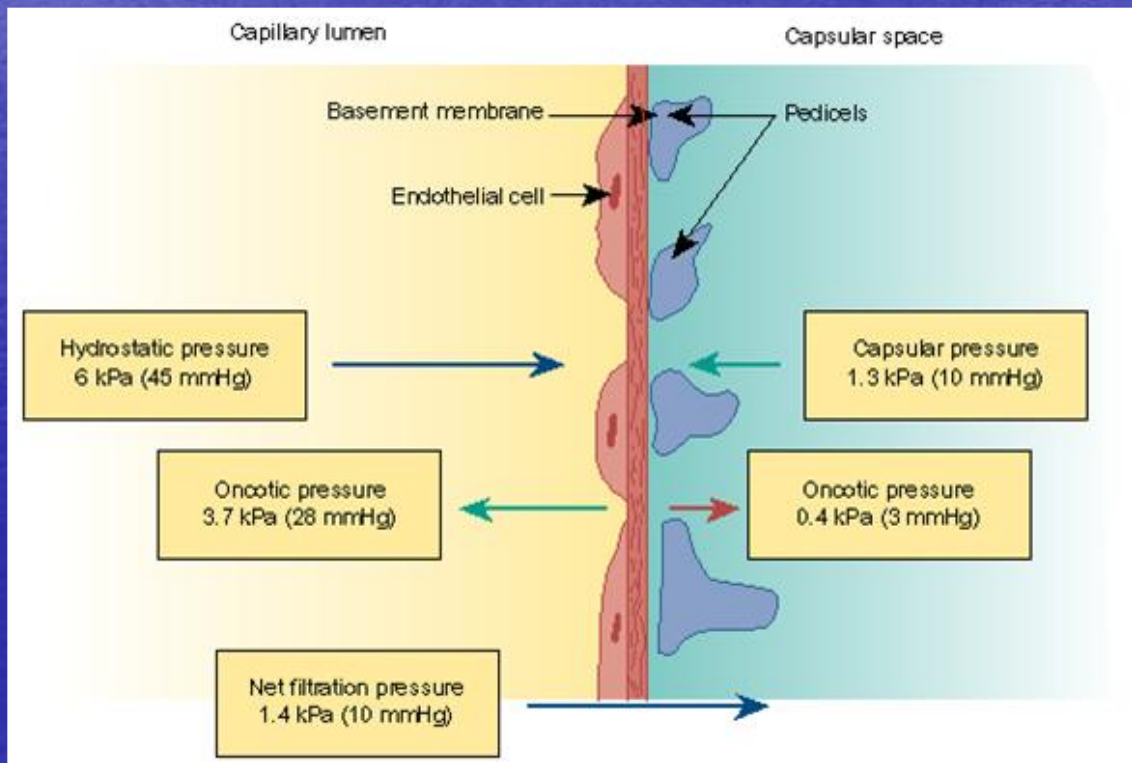
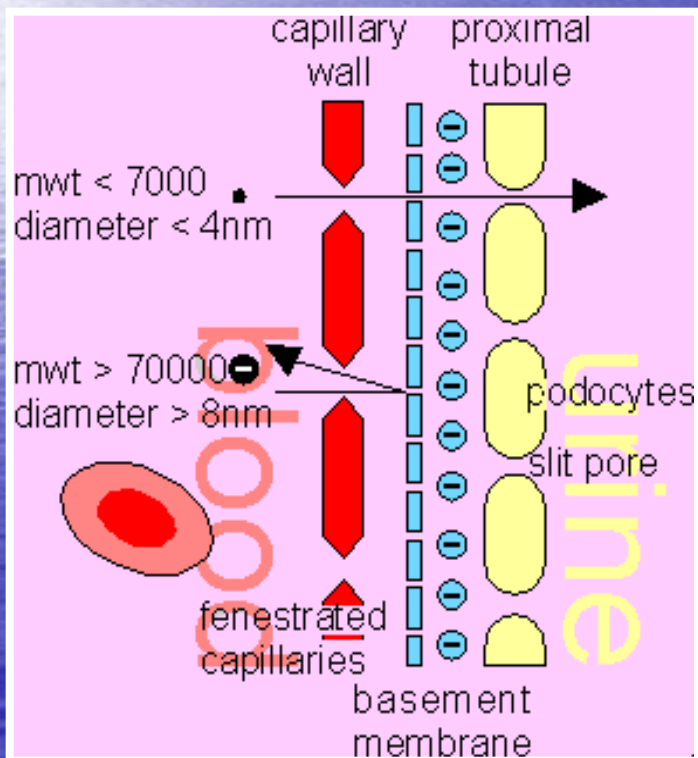


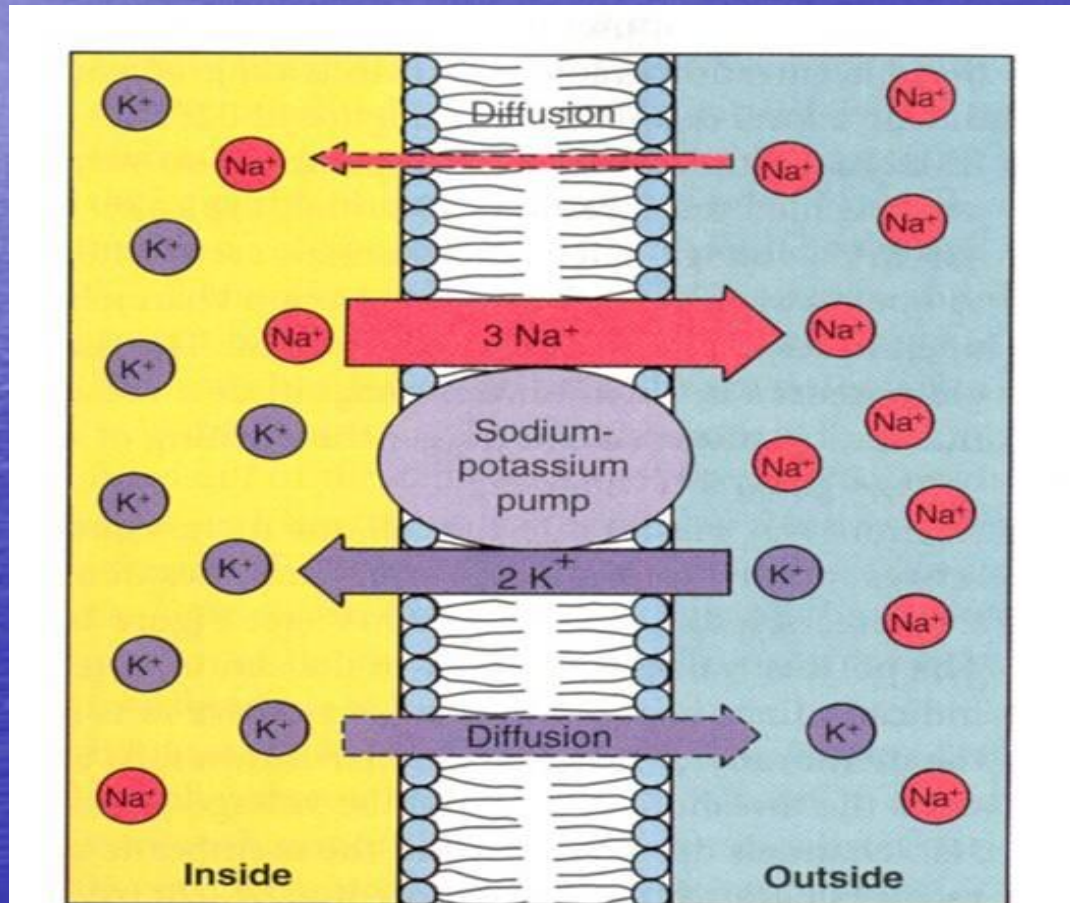
Table 54.1 The Ionic Composition of Cytoplasm and Extracellular Fluid (ECF)

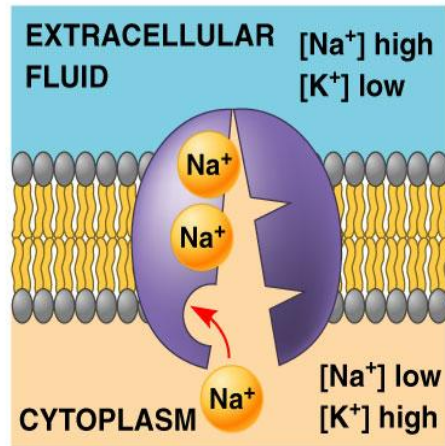
Ion	Concentration in Cytoplasm (mM)	Concentration in ECF (mM)	Ratio	Equilibrium Potential (mV)
Na ⁺	15	150	10:1	+60
K ⁺	150	5	1:30	-90
Cl ⁻	7	110	15:1	-70

□ Активен транспорт – транспорт срещу концентрационен и електрохимичен градиент, осъществяващ се с разход на енергия .

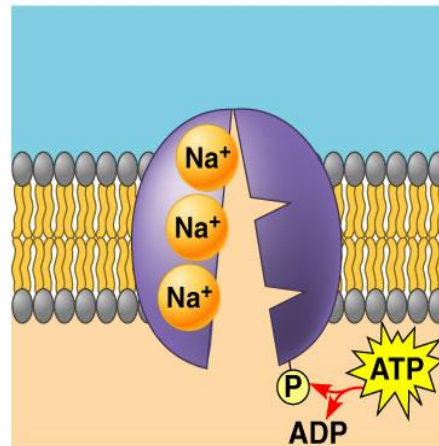
❖ *Първично-активен*

Натриево-калиева помпа

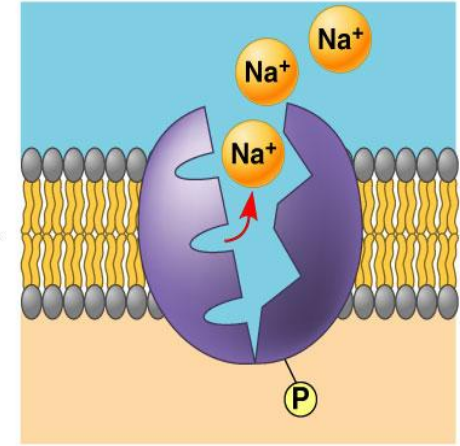




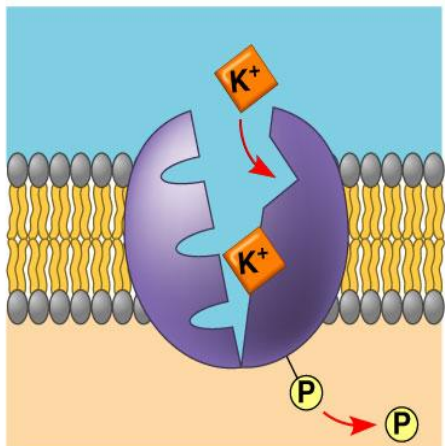
1 Cytoplasmic Na⁺ binds to the sodium-potassium pump.



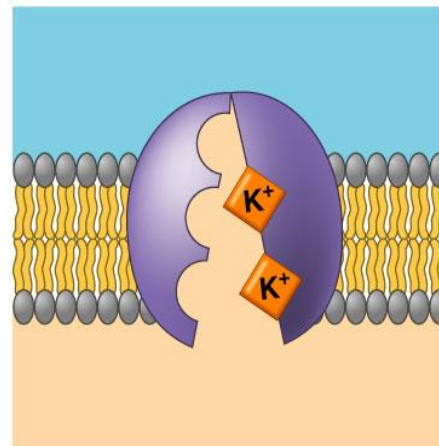
2 Na⁺ binding stimulates phosphorylation by ATP.



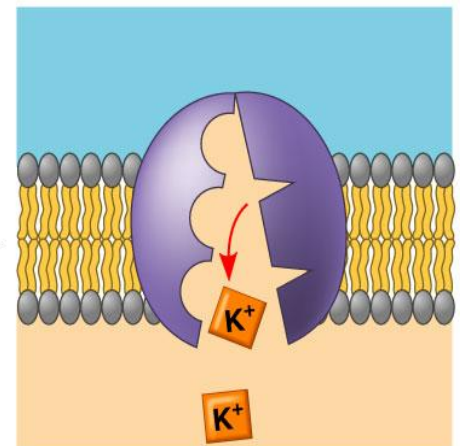
3 Phosphorylation causes the protein to change its conformation, expelling Na⁺ to the outside.



4 Extracellular K⁺ binds to the protein, triggering release of the phosphate group.

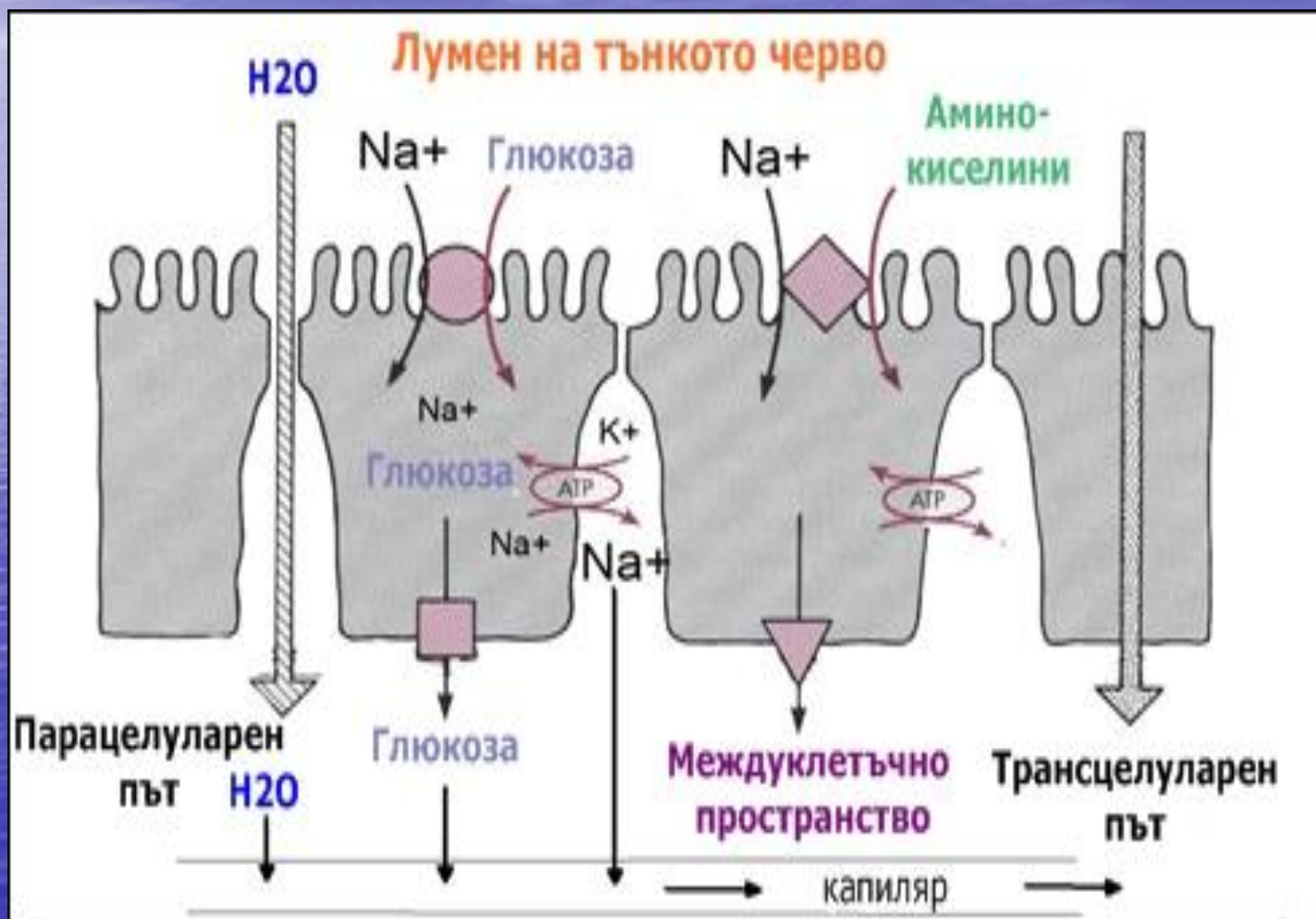


5 Loss of the phosphate restores the protein's original conformation.



6 K⁺ is released and Na⁺ sites are receptive again; the cycle repeats.

❖ Вторично-активен транспорт

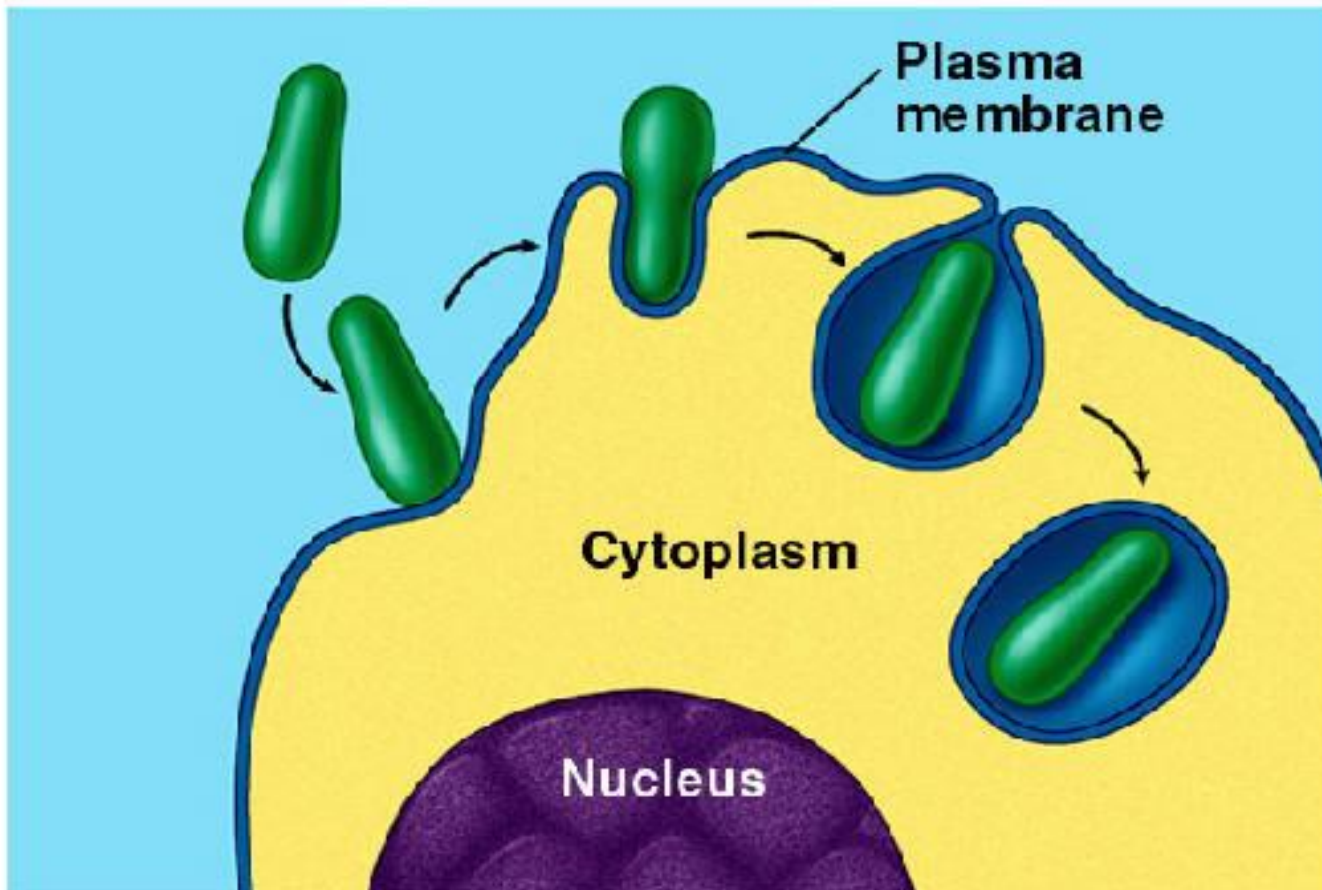


❖ ЭНДОЦИТОЗА

фагоцитоза

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

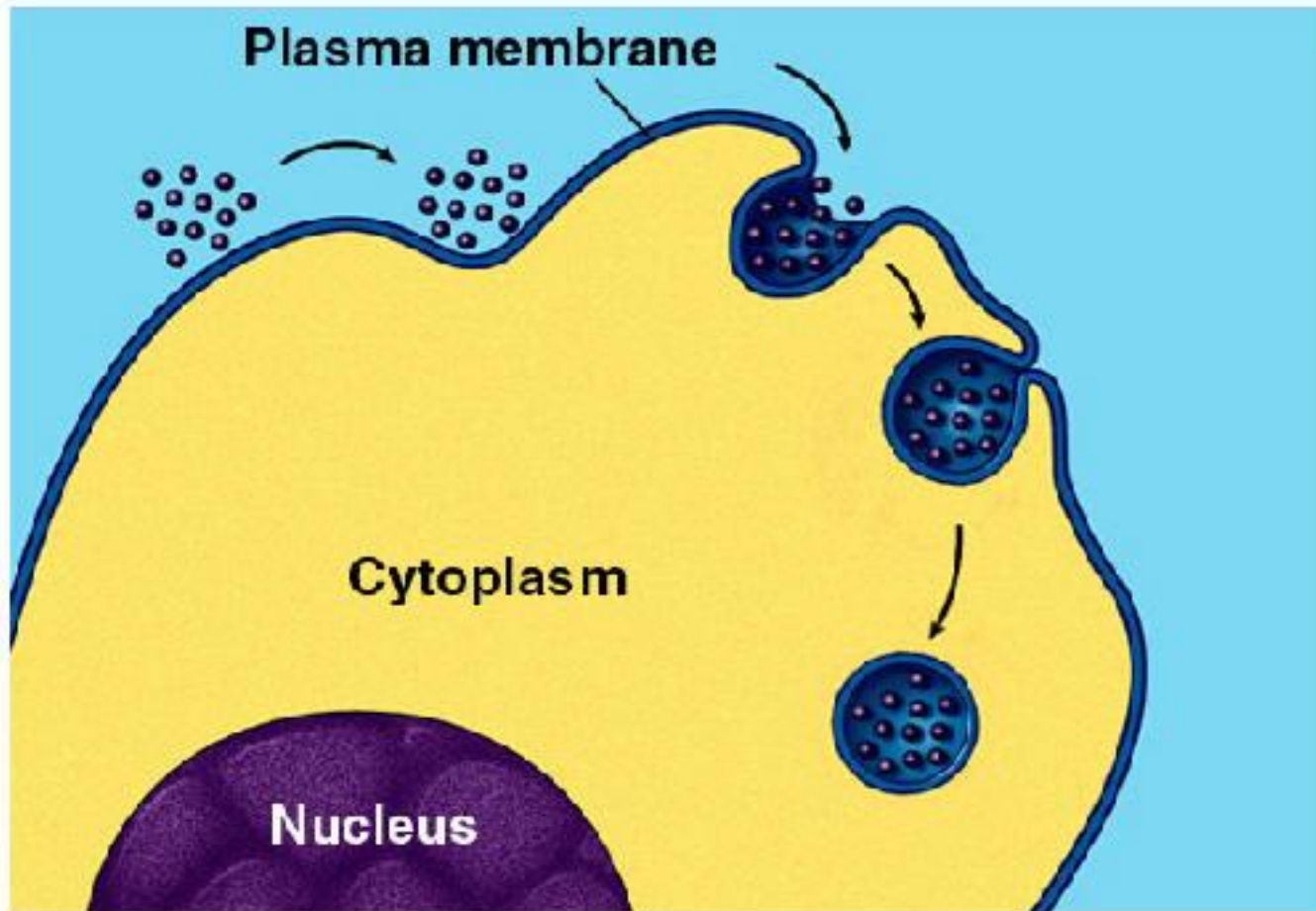
Endocytosis – Phagocytosis



ПИНОЦИТОЗА

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

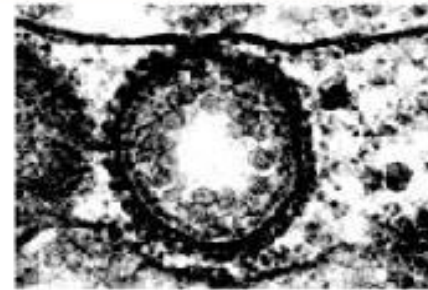
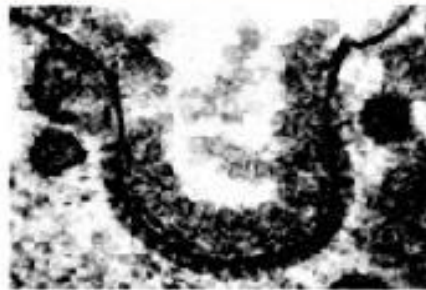
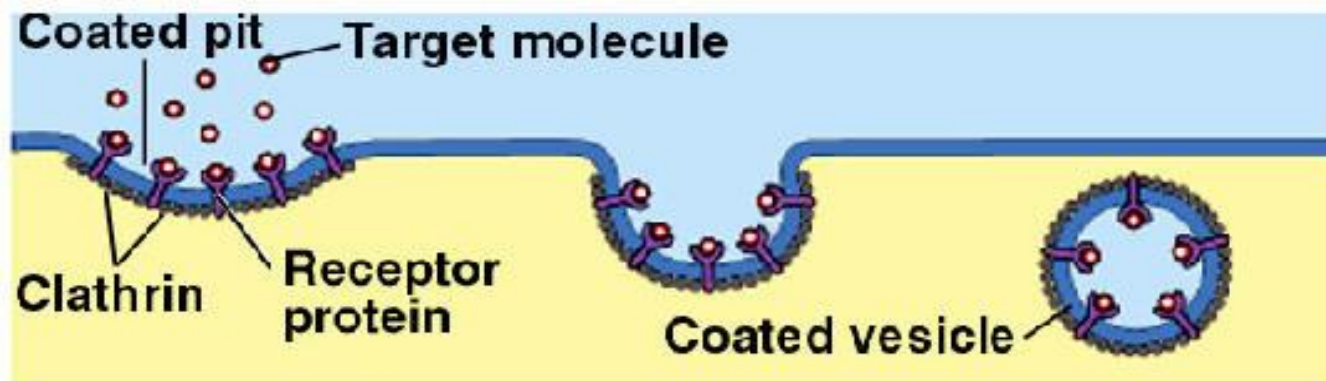
Endocytosis – Pinocytosis



Рецептор-медирана ендоцитоза

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

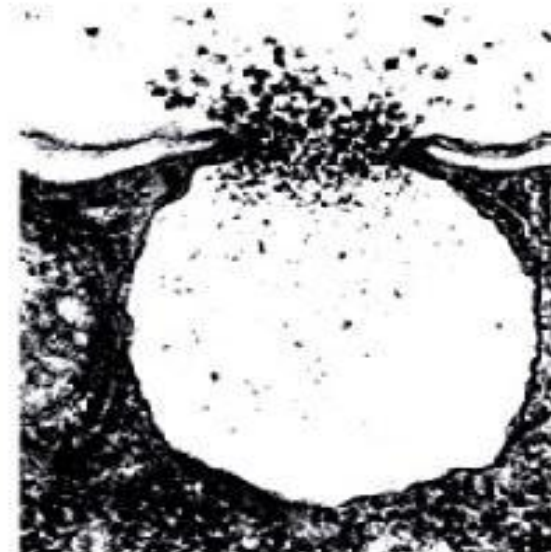
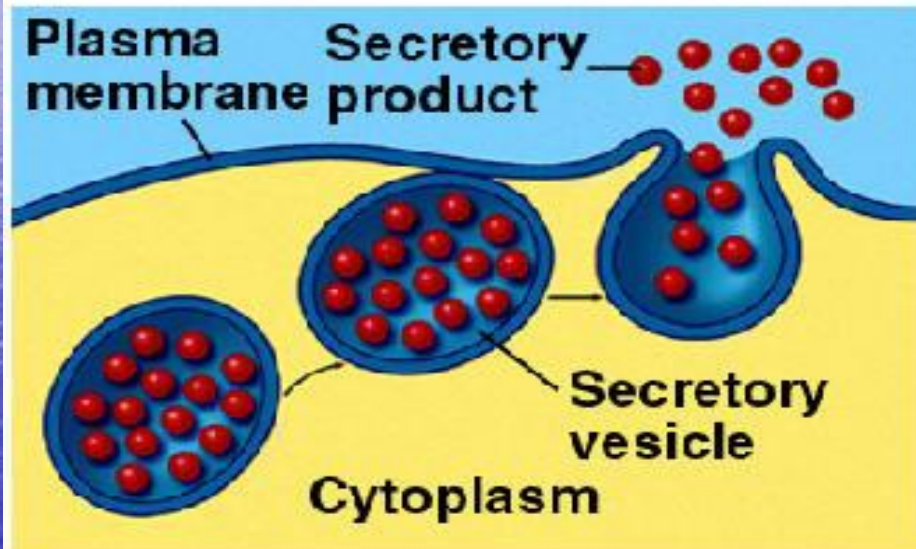
Receptor-Mediated Endocytosis



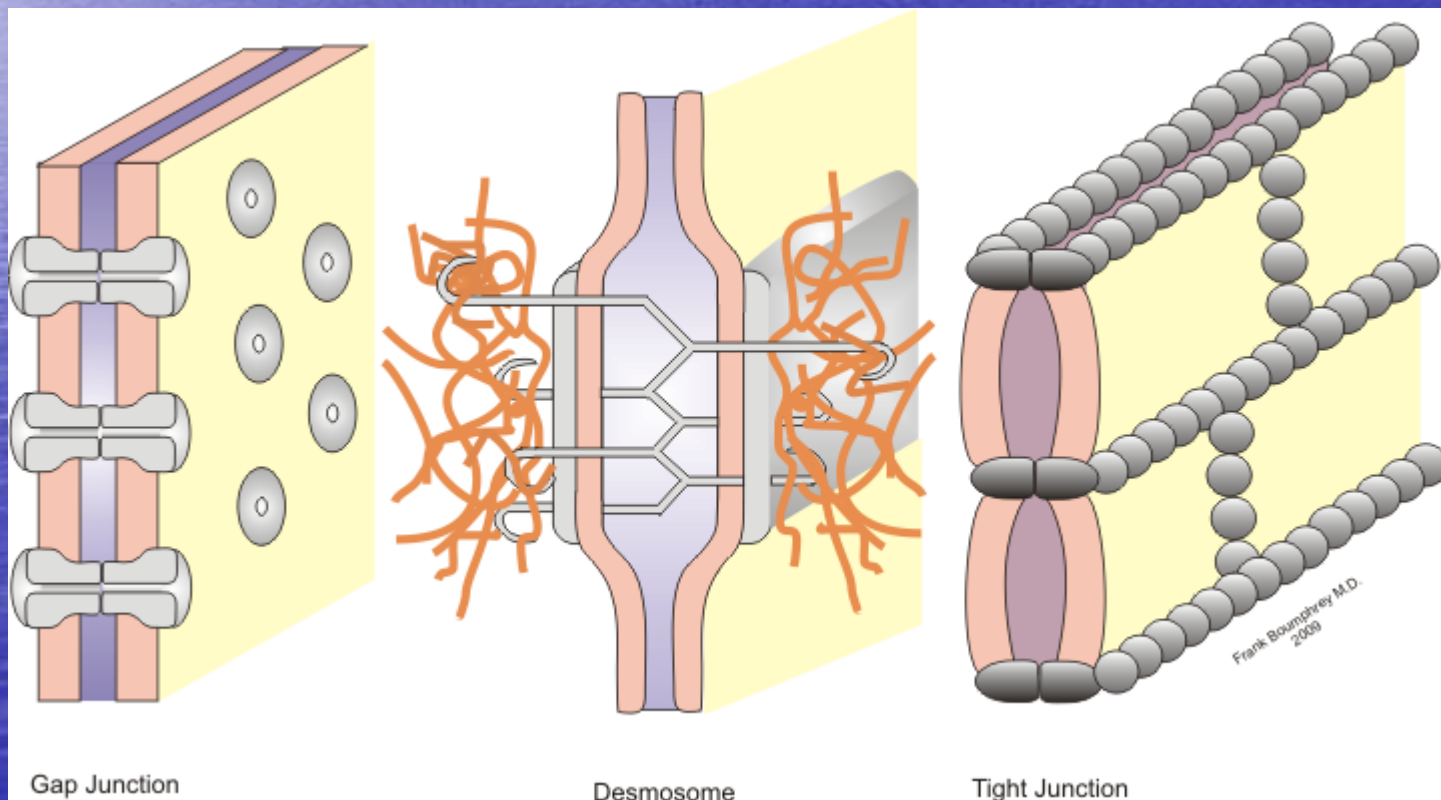
❖ ЕКЗОЦИТОЗА

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

Exocytosis



- Клетките са организирани в тъкани, така че да формират органи.
- Клетките са свързани помежду си чрез клетъчни връзки, поддържани от матрикс, секретирани от тях и могат да бъдат три вида:
- плътни, дезмозоми, празнини (мостчета).

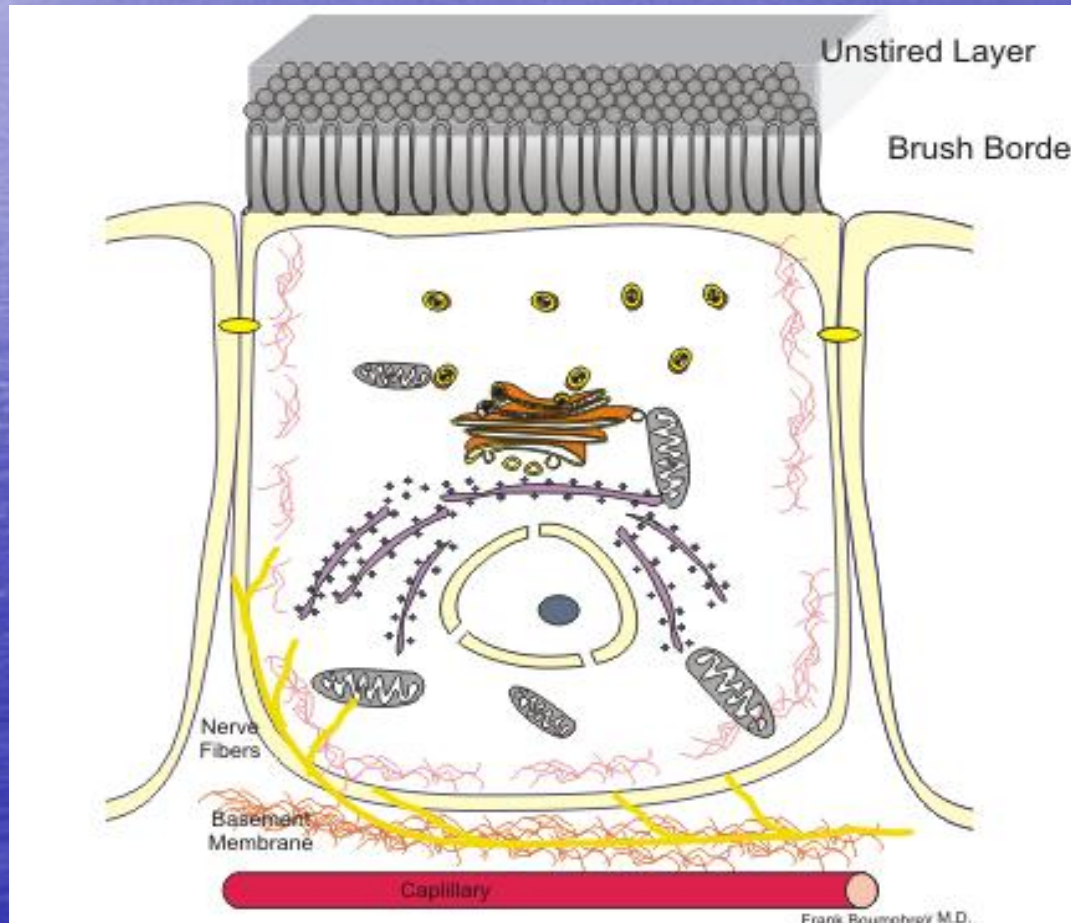


Хистолозите класифицират тъканите според техните физични свойства, а физиолозите обикновено ги класифицират според тяхната функция.

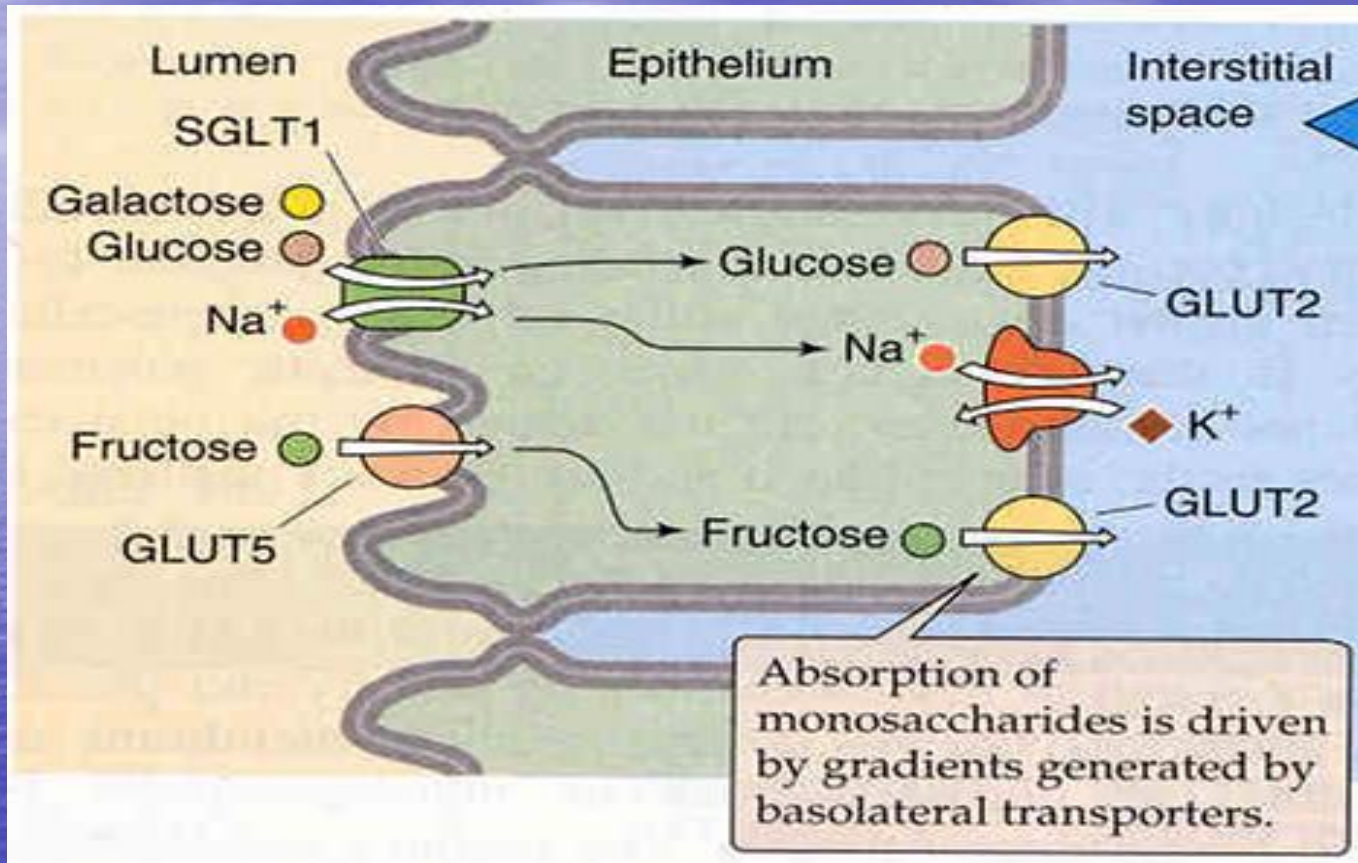
Има четири основни типа тъкан: епителна; съединителна; нервна и мускулна.

- Свойства на епителната тъкан:
 - организирана в слоеве (листове),
 - осигурява покритие на телесната повърхност и кухите органи отвътре,
 - изгражда секреторните жлези.
 - Матриксът е в минимално количество, формиращ базална мембрана на листовите епителни клетки.
 - Клетките са поляризирани на апикалната и базолатерална страна.

Илюстрацията показва ентероцит, епителна клетка покриваща лумена на тънките черва.



□ Транспорт през клетъчни слоеве



❖ Резорбираните вещества в интерстициалното пространство повишават осмотичното налягане -> водата се придвижва към него -> това повишава хидростатичното налягане -> осъществява се резорбция през капилярната стена.

Благодаря за вниманието!

