



МЕДИЦИНСКИ УНИВЕРСИТЕТ – ПЛОВДИВ
ФАКУЛТЕТ ЗДРАВНИ ГРИЖИ
ЦЕНТЪР ЗА ДИСТАНЦИОННО ОБУЧЕНИЕ

Лекция №9

Обмяна на веществата и енергията. Физиологични основи на храненето. Терморегулация

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

Обмяна на веществата и енергията

- **Метаболизмът е сума от всички химични реакции, участващи в:**
 - (1) продукцията на енергия от екзогенни и ендогенни източници**
 - (2) синтез и разграждане на структурни и функционални тъканни компоненти**
 - (3) изхвърляне на непотребни за организма продукти.**

В организма постоянно протичат анаболни и катаболни процеси.

- ❖ Анаболните процеси осигуряват субстанции за нарастване на клетъчните и извънклетъчни структури и телесната маса по време на растежа.
- ❖ Катаболните процеси осигуряват енергия, която е необходима за:
 - Механична работа (съкращения на напречно-набраздени и гладки мускули и миокард)
 - Синтез на структурни и биологично-активни субстанции
 - Активен транспорт през клетъчните мембрани
 - Поддържане на телесната температура

Metabolism

Anabolism

Catabolism

Glycogen

Glucose

Glycogen

Triglycerides

Fatty acids

Triglycerides

Protein

Amino acids

Protein

Insulin
Sex steroids
(Growth hormone)
(Thyroxine)

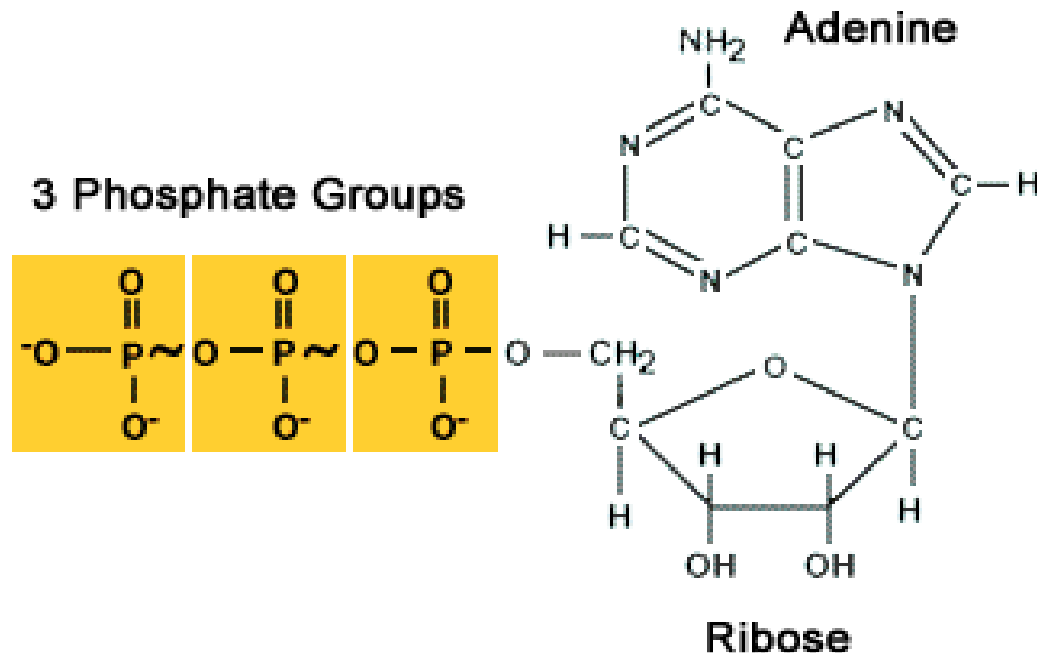
Glucagon
Epinephrine
Glucocorticoids
(Growth hormone)
(Thyroxine)

Обмяна на веществата и енергията

- Човешкият организъм окислява основните хранителни вещества (белтъци, масти и въглехидрати) до CO_2 и H_2O , а за белтъците и азот-съдържащи продукти, при което се отделя енергия.
- Енергията се складира под формата на АТФ и КФ.

Обмяна на веществата и енергията

- **АТФ** е лабилно химично съединение, намиращо се във всички клетки на човека, което се състои от **аденин, рибоза и 3 фосфатни радикала**, последните два, от които са свързани с високо енергетични връзки



Обмяна на веществата и енергията

- Разкъсването на всяка от тях освобождава 12 000 cal енергия.
- АТФ - Ф → АДФ - Ф → АМФ
- Клетките могат да използват енергията от различните хранителни вещества само чрез участието на АТФ.
- 66% от енергията складирана като АТФ може да се използва за функционалните нужди на клетката, останалите 34% от енергията се отделя като топлина.

ВЪГЛЕХИДРАТИТЕ СА ОСНОВНИЯТ ЕНЕРГЕТИЧЕН ИЗТОЧНИК ЗА ОРГАНИЗМА \approx 55% ОТ ЕНЕРГОРАЗХОДА.

- Глюкозата е основната транспортна форма на въглехидратите.
- Нормалното плазмено ниво на глюкозата на гладно е $3,8 \div 5,6$ mmol/l.
- Увеличението на кръвно захарно ниво се нарича **хипергликемия**, а понижението му – **хипогликемия**.
- По-опасно за живота на човека състояние е хипогликемията, защото страдат нервните клетки от недостиг на глюкоза, която навлиза в тях чрез дифузия по концентрационен градиент.
- При плазмена концентрация на глюкоза под $2,2$ mmol/l човек изпада в хипогликемичен шок и кома.

Роля на глюкозата в метаболизма

- Глюкозата навлиза в клетките чрез следните транспортни механизми:
- *Вторично-активен Na^+ зависим транспорт (епителни клетки на тънки черва и проксимален тубул на нефрона)*
- *Улеснена дифузия (мозък, черен дроб)*
- *Инсулино-зависим транспорт (мускули, съединителна и мастна тъкан)*

Роля на глюкозата в метаболизма

❖ След навлизането си в клетките, глюкозата може:

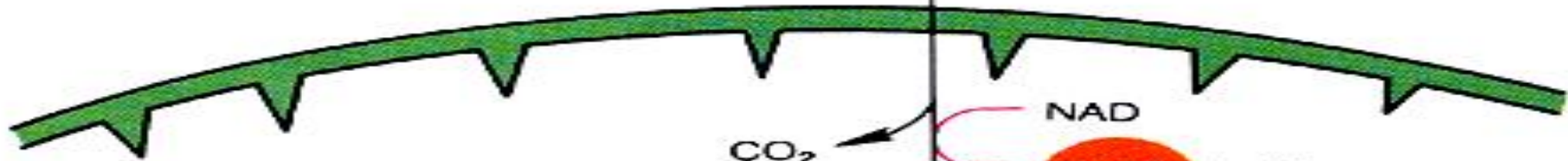
- да бъде използвана веднага като енергиен източник
- **От всяка молекула глюкоза, окислена до CO_2 и H_2O се образуват 38 молекули АТФ.**
- да бъде складирана под формата на **гликоген** в черния дроб и мускулите
- да се превърне в **масти** в черен дроб и мастна тъкан
- при понижено кръвно захарно ниво да се образува глюкоза от АК и МК в черния дроб (глюконеогенеза)

Glycolysis

Анаеробната гликолиза се осъществява в цитоплазмата.

CYTOPLASM

C₃ Pyruvic acid



MITOCHONDRION

CO₂
NAD → NADH + H⁺
CoA → C₂ Acetyl CoA

Oxaloacetic acid

C₄

Krebs cycle

C₆

Citric acid

CO₂

α-Ketoglutaric acid

C₅

CO₂

Оксидативното фосфорелиране се осъществява в митохондриите.

Регулация на кръвно-захарното ниво

□ РЕГУЛАЦИЯТА НА КРЪВНО-ЗАХАРНОТО НИВО Е НЕРВНО-РЕФЛЕКСНА И ХУМОРАЛНА.

- ПРИ ПРИЕМАНЕТО НА ВЪГЛЕХИДРАТИ УСЛОВНО-РЕФЛЕКСНО И БЕЗУСЛОВНО-РЕФЛЕКСНО СЕ ПОЛУЧАВА ХИПЕРГЛИКЕМИЯ.
- СИМПАТИКУСЪТ СЪЩО ПРИ АКТИВИРАНЕТО СИ ПРЕДИЗВИКВА ХИПЕРГЛИКЕМИЯ.
- ХИПЕРГЛИКЕМИЯ СЕ ПОЛУЧАВА И ПРИ СЕКРЕЦИЯ НА НЕВРОХОРМОНИ ОТ ХИПОТАЛАМУСА – КОРТИКОЛИБЕРИНИ И СОМАТОЛИБЕРИН.

❖ МНОЖЕСТВО ХОРМОНИ ИМАТ ХИПЕРГЛИКЕМИЗИРАЩ ЕФЕКТ: ГЛЮКАГОН, ГЛЮКОКОРТИКОИДИ, СТХ, АДРЕНАЛИН, ЩИТОВИДНИ ХОРМОНИ.

❖ Единственият хипогликемизиращ хормон в организма е инсулинът.

БЕЛТЪЧНА ОБМЯНА

- **БЕЛТЪЦИТЕ СА ОСНОВНОТО СТРУКТУРНО ВЕЩЕСТВО НА КЛЕТКАТА.**
- **ТЕ СА ИНДИВИДУАЛНО СПЕЦИФИЧНИ И ВЪВЕДЕНИ ОТ ДРУГ ОРГАНИЗЪМ, ПРЕДИЗВИКВАТ ИМУННИ РЕАКЦИИ.**
- **МАЛЪК ДЯЛ ОТ ЕНЕРГОРАЗХОДА НА ОРГАНИЗМА Е ЗА СМЕТКА НА БЕЛТЪЦИТЕ $\approx 13\%$.**
- **ЕНЗИМНИТЕ СИСТЕМИ В ОРГАНИЗМА СА БЕЛТЪЧНИ СТРУКТУРИ.**
- **ТАКИВА СА И НЯКОИ ХОРМОНИ И ДРУГИ БИОЛОГИЧНО АКТИВНИ ВЕЩЕСТВА.**
- ❖ **Белтъците постъпват в организма с храната. Посредством протеолитични ензими, те се разграждат в храносмилателния тракт до аминокиселини /АК/ и се резорбират в кръвта.**

- **АМИНОКИСЕЛИНИТЕ ПРОНИКВАТ ВЪВ ВСИЧКИ КЛЕТКИ, КЪДЕТО СЕ ИЗПОЛЗВАТ ЗА СИНТЕЗ НА СПЕЦИФИЧНИ БЕЛТЪЦИ.**
- **В ЧЕРНИЯ ДРОБ АМИНОКИСЕЛИНИТЕ УЧАСТВУВАТ В ГЛЮКОНЕОГЕНЕЗАТА.**
- **В ЧЕРНИЯ ДРОБ ОТ АМИНОКИСЕЛИНИТЕ СЕ СИНТЕЗИРАТ ПЛАЗМЕННИТЕ БЕЛТЪЦИ.**
- **ДРУГА ЧАСТ ОТ ТЯХ СЕ ИЗПОЛЗВАТ ЗА СИНТЕЗ НА ПУРИНОВИ И ПИРАМИДИНОВИ БАЗИ НА НУКЛЕИНОВИТЕ КИСЕЛИНИ.**
- **НОРМАЛНО ВСИЧКИ БЕЛТЪЧНИ СЪСТАВКИ В КЛЕТКИТЕ СА ПОДЛОЖЕНИ НА НЕПРЕКЪСНАТО ПОДМЕНЯНЕ И ОБНОВЯВАНЕ (ДНЕВНО СЕ ОБМЕНЯТ ОКОЛО 500g БЕЛТЪЦИ).**

БЕЛТЪЧНАТА ОБМЯНА СЕ РЕГУЛИРА ОТ НЕРВНИ И ХУМОРАЛНИ ФАКТОРИ.

- ❑ **НЕРВНАТА РЕГУЛАЦИЯ** Е СВЪРЗАНА ГЛАВНО С **ХИПОТАЛАМУСА** – ОТДЕЛЯНЕ НА ЛИБЕРИНИ, РЕГУЛИРАЩИ АДЕНОХИПОФИЗНАТА СЕКРЕЦИЯ.
- ❑ **ОСНОВИЯТ ХОРМОН**, РЕГУЛИРАЩ БЕЛТЪЧНАТА ОБМЯНА Е **СТХ**. ТОЙ УЛЕСНЯВА НАВЛИЗАНЕТО НА АМИНОКИСЕЛИНИ В КЛЕТКИТЕ И СТИМУЛИРА БЕЛТЪЧНАТА СИНТЕЗА.
- **АНАБОЛЕН ЕФЕКТ** ИМАТ И ДРУГИ ХОРМОНИ: ИНСУЛИН, ТИРОКСИН, АНДРОГЕНИ (УВЕЛИЧАВАТ МАСАТА НА СКЕЛЕТНАТА МУСКУЛАТУРА), ЕСТРОГЕНИТЕ (УВЕЛИЧАВАТ МАСАТА НА МАТКАТА).
- **ГЛЮКОКОРТИКОИДИТЕ** ИМАТ КАТАБОЛЕН ЕФЕКТ.

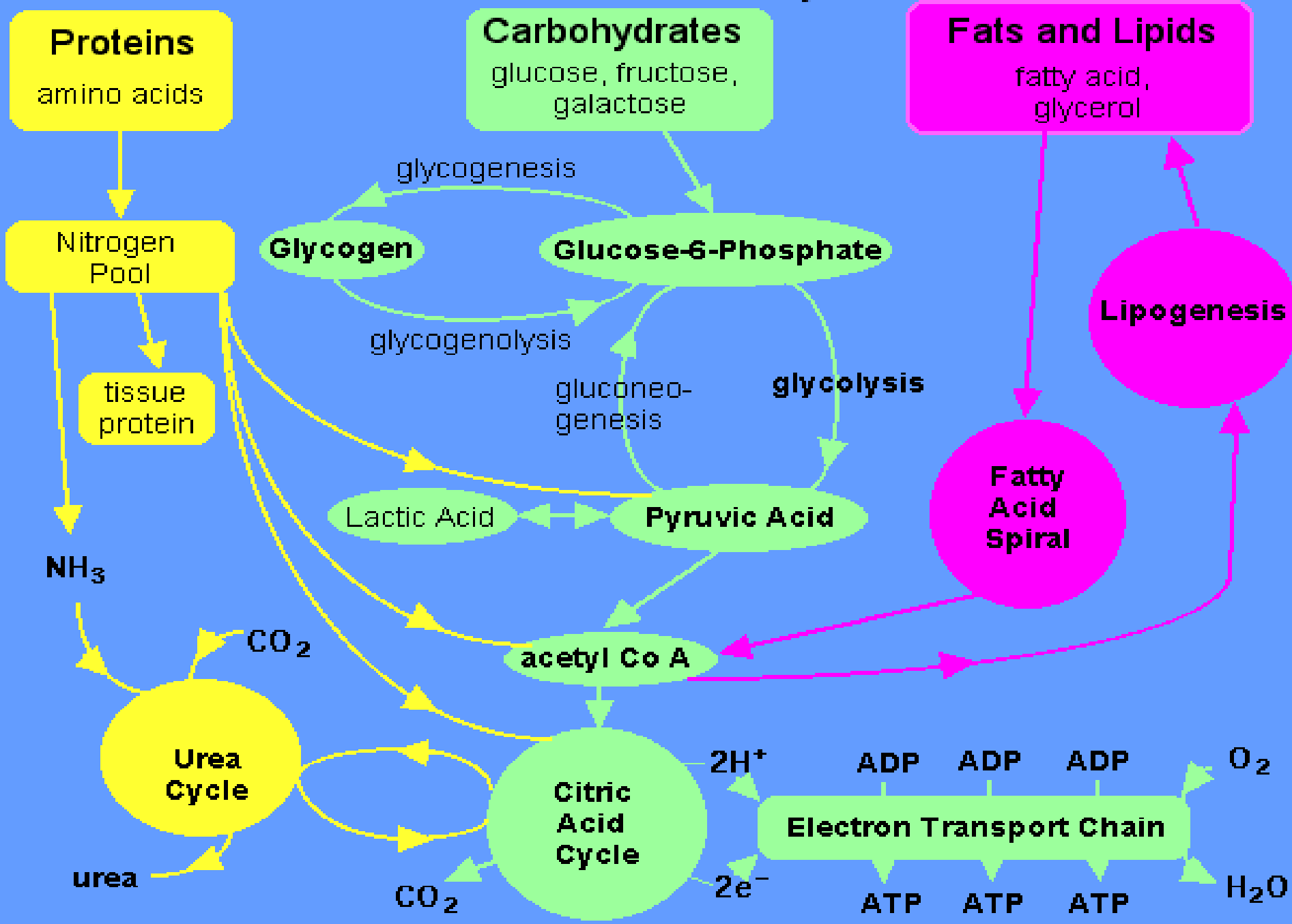
ЛИПИДНА ОБМЯНА

- **МАСТИТЕ СА ВАЖЕН ЕНЕРГЕТИЧЕН ИЗТОЧНИК ЗА ОРГАНИЗМА \approx 32% ОТ ЕНЕРГОРАЗХОДА.**
- **МАСТИТЕ СА СТРУКТУРНИ ЕЛЕМЕНТИ НА КЛЕТЪЧНИТЕ МЕМБРАНИ.**
- **ПОДКОЖНАТА МАСТНА ТЪКАН ИМА РОЛЯ ЗА ТЕРМОРЕГУЛАЦИЯТА, А ТАЗИ КОЯТО ОБВИВА ВЪТРЕШНИТЕ ОРГАНИ ГИ ПРЕДПАЗВА ОТ ТРАВМИ И ГИ ФИКСИРА.**
- **ХОЛЕСТЕРОЛЪТ Е ПРЕДШЕСТВЕНИК ЗА СИНТЕЗ НА ЖЛЪЧНИ СОЛИ, СТЕРОИДНИ ХОРМОНИ И VIT.D.**

РЕГУЛАЦИЯ НА ЛИПИДНАТА ОБМЯНА

- ❑ **НЕРВНАТА РЕГУЛАЦИЯ** Е ПРЯКО СВЪРЗАНА С ФУНКЦИИТЕ НА **ХИПОТАЛАМУСА**. ПРИ УВРЕЖДАНЕ НА ПРЕДНАТА МЕЖДИННА ОБЛАСТ СЕ ПОЛУЧАВА СИЛНО ЗАТЛЪСТЯВАНЕ (DYSTROPHIA ADIPOSEOGENITALIS) И ПОТИСКАНЕ НА ГОНАДНАТА ФУНКЦИЯ. СЛЕД ДЕНЕРВАЦИЯ НА ОПРЕДЕЛЕН УЧАСТЪК ОТ ТЯЛОТО (НАПР. КРАЙНИК) СЕ НАРУШАВА ОТЛАГАНЕТО НА ПОДКОЖНА МАСТНА ТЪКАН В НЕГО. **СИМПАТИКУСЪТ АКТИВИРА ПРОЦЕСИТЕ НА ЛИПОЛИЗА.**
- ❑ **ХУМОРАЛНА РЕГУЛАЦИЯ.**
 - **ЛИПОЛИЗАТА** СЕ СТИМУЛИРА ОТ : АДРЕНАЛИН, ГЛЮКАГОН, ГЛИКОКОРТИКОИДИ.
 - **ЛИПОГЕНЕЗАТА** СЕ СТИМУЛИРА ОТ ИНСУЛИН. ЕСТРОГЕНИТЕ РЕГУЛИРАТ НАТРУПВАНЕ НА ПОДКОЖНА МАСТНА ТЪКАН НА ОПРЕДЕЛЕНИ МЕСТА, КОЕТО ДАВА ХАРАКТЕРНИЯ ОВАЛ НА ЖЕНСКОТО ТЯЛО – ХАНШ, МЛЕЧНИ ЖЛЕЗИ MONS VENERIS.
- ❖ **СМУЩЕНИЯ В НОРМАЛНОТО ПРОТИЧАНЕ НА ОБМЯНАТА НА ЛИПИДИТЕ И ХОЛЕСТЕРОЛА** ВОДЯТ ДО РАЗВИТИЕ НА АТЕРОСКЛЕРОЗА. ТИРОКСИНЪТ И ЕСТРОГЕНИТЕ ПОНИЖАВАТ КРЪВНОТО НИВО НА ХОЛЕСТЕРОЛА.

Metabolism Summary



Обмяна на веществата и енергията

- Източник на енергия за организма са хранителните вещества
- При окислението на:
 - 1гр. Б се отделят 17,2 kJ енергия
 - 1гр. М се отделят 39,0 kJ енергия
 - 1гр. В се отделят 17,2 kJ енергия

Обмяна на енергията

Енергиен баланс = енергоприем – енергоразход

Денонощният енергоразход се състои от:

- 1. Основна обмяна – минималният енергоразход на организма за поддържане основните жизнени функции**
 - Зависи от: пол, възраст, телесна повърхност.
 - Влияе се от нивото на щитовидните хормони и адреналина.

За мъже: 6,6 - 7,0 MJ/24ч.

За жени: 6,0 – 6,5 MJ/24ч.

- 2. Индуцирана от диетата термогенеза (5% - 15% над енергоразхода в покой в продължение на 90 min след хранене)**
- 3. Работна обмяна, зависеща от професионалния труд, домакинските задължения, спорт и др.**

Физиологични основи на храненето

□ Рационално хранене е това , което осигурява в оптимално количествено съотношение основните хранителни вещества Б, М, В, вода, соли, витамини и микроелементи за задоволяване пластичните и енергетични нужди на организма.

❖ За възрастен човек:

- Б:М:В = 1:1:4

❖ Норми за 24 ч.:

- Б=1,3 г/кг т.м.; М=0,8 г/кг т.м.; В=8 г/кг т.м.; соли=0,35 г/кг т.м.

Физиологични основи на храненето

- 50% от Б трябва да е от животински произход, защото само животинските Б съдържат незаменими АК
- 30% от М трябва да са от растителен произход, защото те съдържат есенциални полиненаситени МК
- Храната трябва да доставя в достатъчно количество витамини:
 - * водно-разтворими: vit С, vit от група В
 - * мастно-разтворими: vit А, Д, Е, К
- Храната трябва да доставя в достатъчно количество минерали и микроелементи

Физиологични основи на храненето

- Дневната енергетична нужда на възрастен човек се изчислява от основната и работна обмяна съобразно трудовата дейност, възрастта и пола.
 - Според интензивността на полагания физически труд на работното място, работещите се делят на 4 групи:
 - I^{ва} – с ниска интензивност
 - II^{ра} – с умерена интензивност
 - III^{та} – с висока интензивност
 - IV^{та} – с много висока интензивност
- Режимът на хранене, т.е. разпределението на енергоприема за денонощие, се определя от режима на труд и почивка.

Терморегулация

Нормална телесна температура

- На вътрешните органи = 37°C
- В ректума = $37,2 - 37,8^{\circ}\text{C}$
- В аксиларната ямка = $36,5 - 37,0^{\circ}\text{C}$
- * Температурата на кожната повърхност се влияе от T° на околната среда.
- * Циркаден ритъм (най-ниска сутрин м/у 4 и 5 ч., а най висока след обед към 16 ч.)
- * При жените зависи от фазата на менструалния цикъл (след овулация -> повишена базална T° с $0,5^{\circ}\text{C}$)

Промени в организма при променена телесна температура

- Температура над нормалната денатурира ензимите и блокира метаболитни пътища.
- * Когато кожната T^0 се повиши до 45°C се получава изгаряне.
- Температура по ниска от нормалната понижава метаболизма и уврежда мозъка.
- * Когато кожната T^0 се понижи под 18°C се получава измръзване.

Телесната T^0 се регулира чрез поддържане на
баланса между
топлопродукция / топлоотдаване.

- **Факторите, определящи топлопродукцията са:**

1. основната обмяна

2. работната обмяна (мускулните съкращения)

3. повишена топлопродукция от ефекта на тироксин, СТХ, А и НА

4. повишена топлопродукция при повишен тонус на симпатикуса

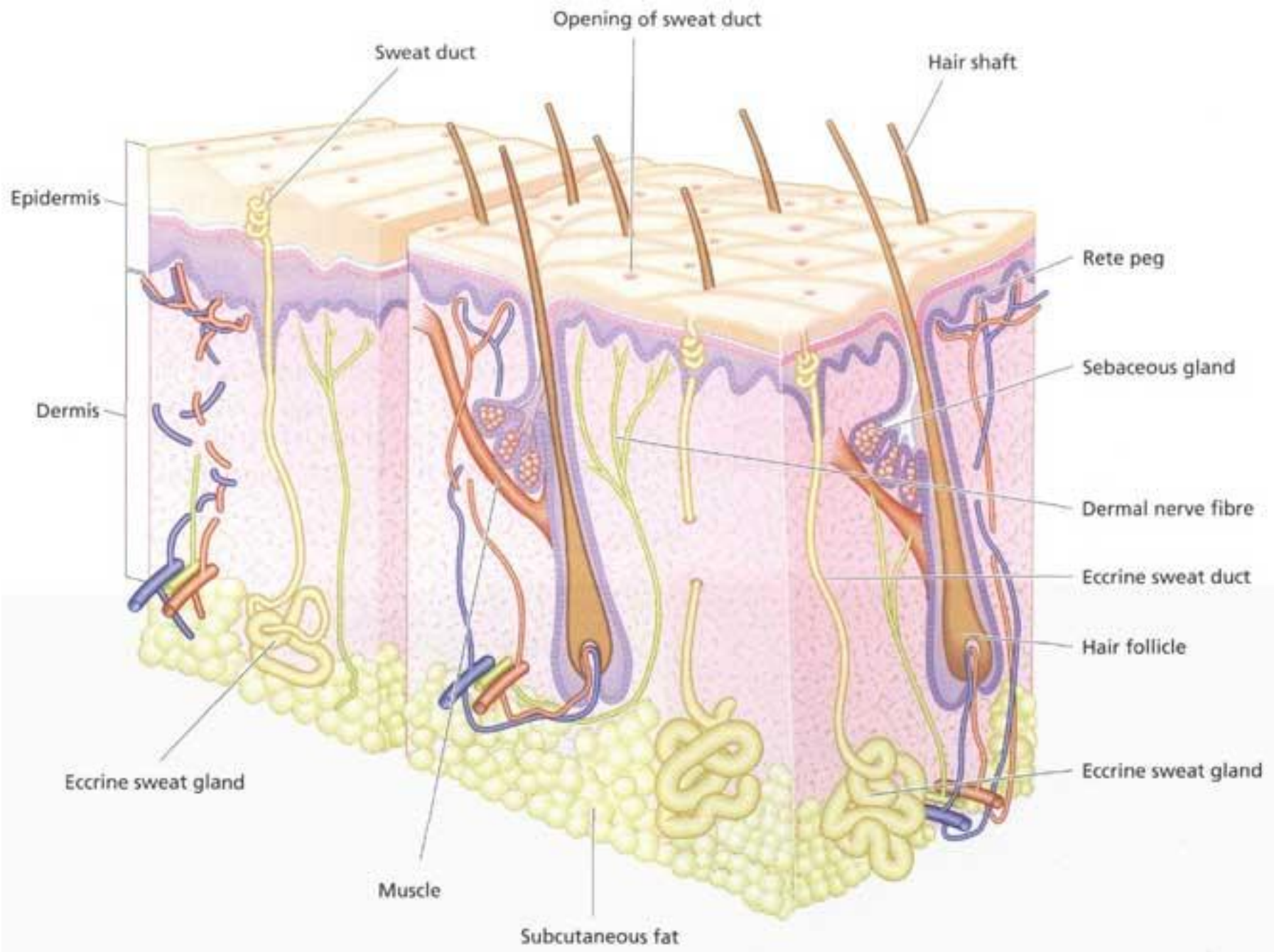
5. повишена топлопродукция, поради повишен метаболизъм на клетките, когато T^0 им е повишена

Топлоотдаване

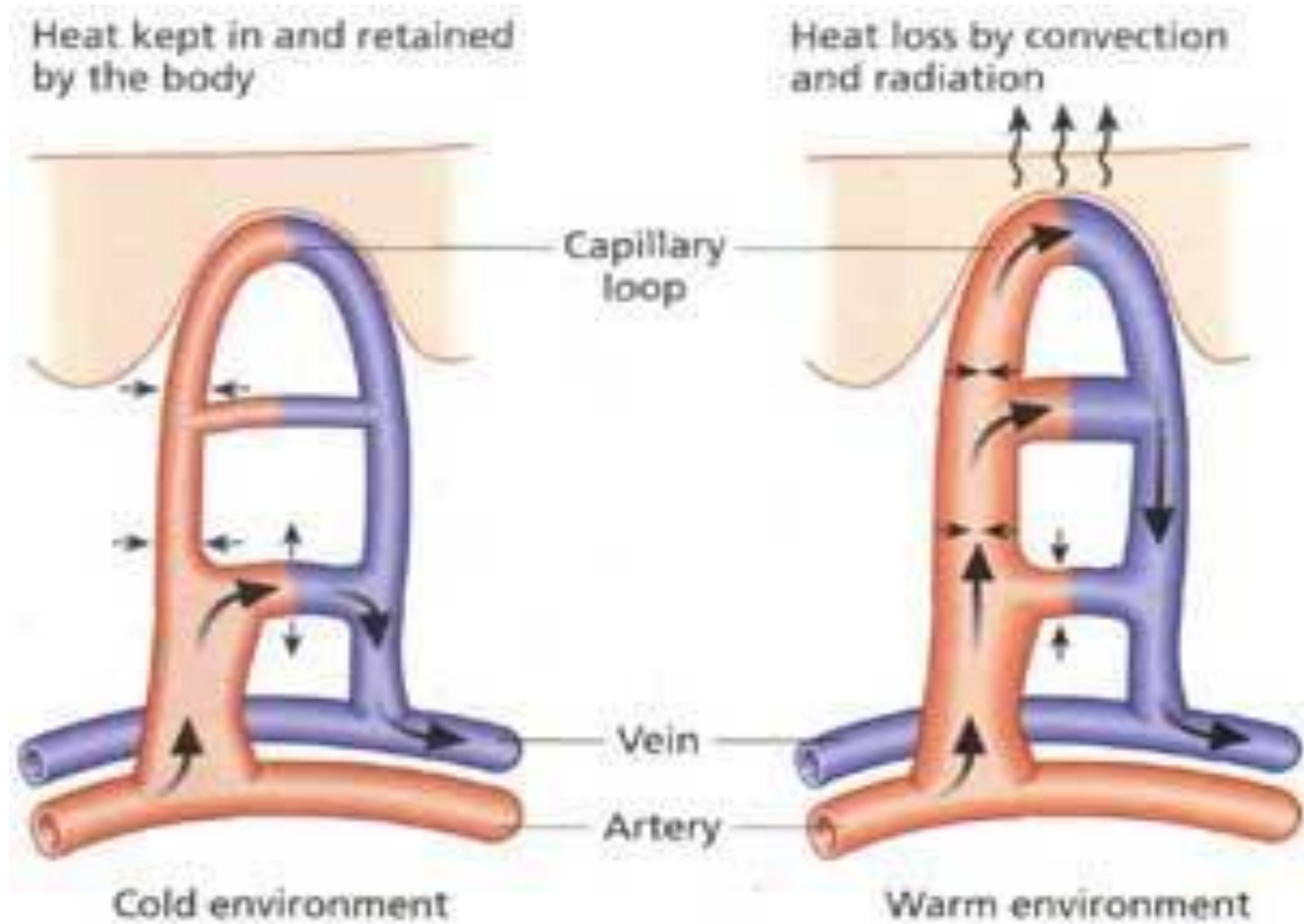
- По-голямата част от топлината е продуцирана от вътрешните органи (черен дроб, мозък, сърце) и скелетните мускули по време на работа.
- След това тази топлина се пренася от вътрешните органи и мускулите до кожата, където се отдава в околната среда.
- Скоростта на топлоотдаване се определя от 2 фактора:
 - 1. колко бързо топлината се провежда от вътрешността до кожата
 - 2. колко бързо топлината се отдава от кожата към околната среда.

Топлоотдаване

- Кръвоносните съдове проникват в подкожната мастна тъкан и се разполагат непосредствено под кожата. От особена важност е венозният плексус, който се пълни с кръв от кожните капилляри.
- В изложените на околни влияния области (китки, ходила и уши), кръвта навлиза в плексуса директно чрез артериовенозни анастомози.



Вазоконстрикция и вазодилатация



Механизми на топлоотдаване

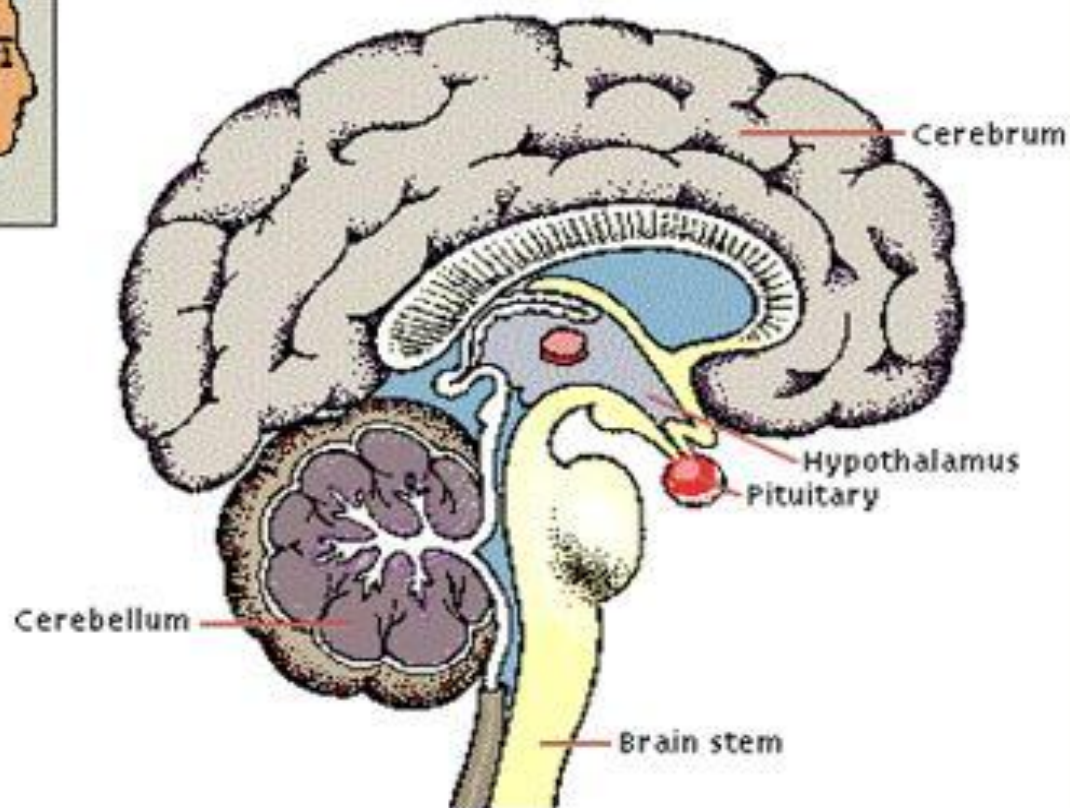
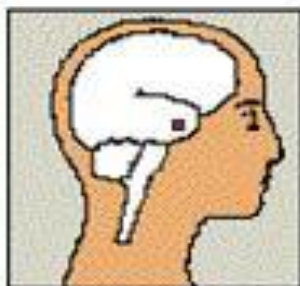
- **1. Радиация** – загуба на топлина под формата на инфрачервени лъчи
- **2. Провеждане** – загуба на топлина при допир на повърхността на тялото към друг обект
- **3. Конвекция** – загуба на топлина чрез смяна на въздушни потоци
- **4. Изпарение на пот** - при T^0 на въздуха над 35^0 това е единственият механизъм за охлаждане

Терморегулация

- На принципа на отрицателната обратна връзка
- 1)* периферни рецептори за топло и студено в кожата
 - *централни рецептори в хипоталамуса
- 2) център – в хипоталамуса
- 3) ефектори

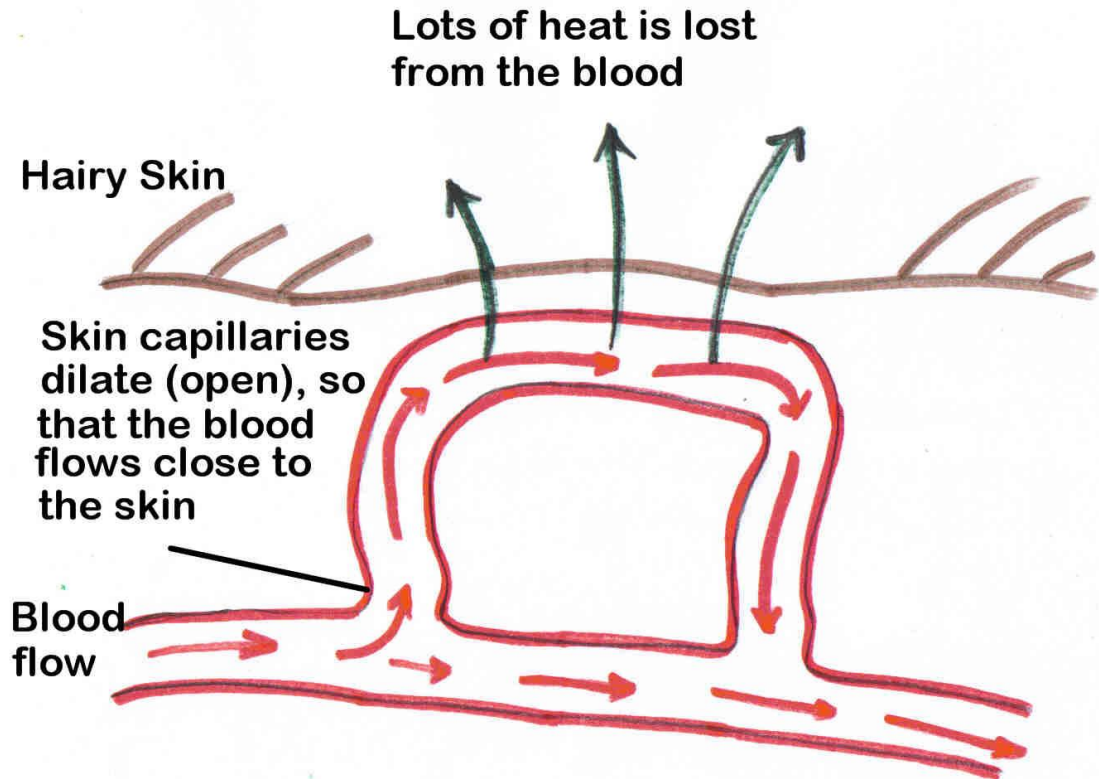
терморегуляция

The Pituitary & Hypothalamus

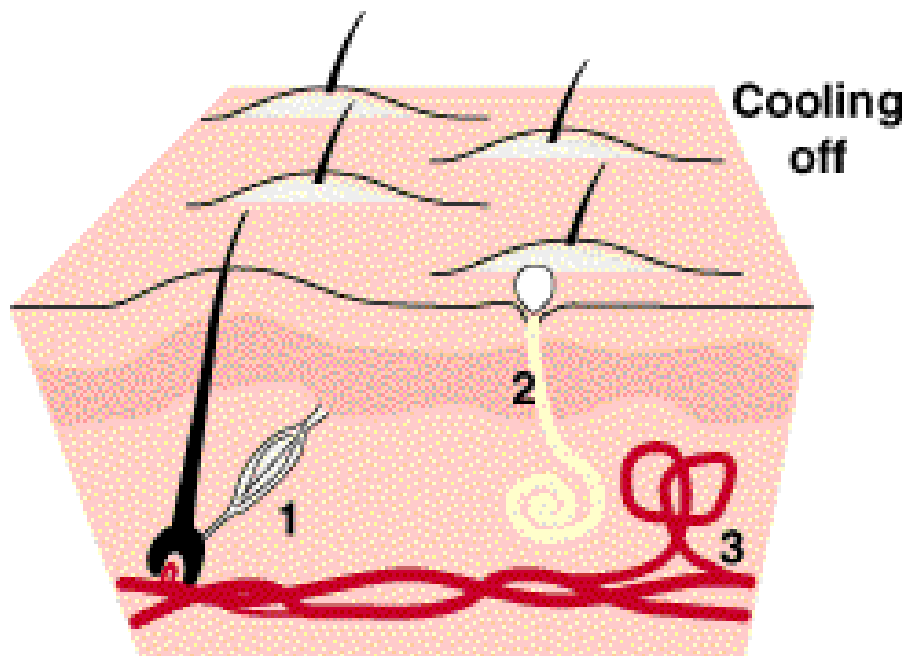


Терморегулация при висока T^0

1. Отчита се от терморецептори в хипоталамуса.
2. Предизвиква се вазодилатация.
3. Изпотяване
4. Понижен мускулен тонус
5. Понижена термогенеза от химичен произход.

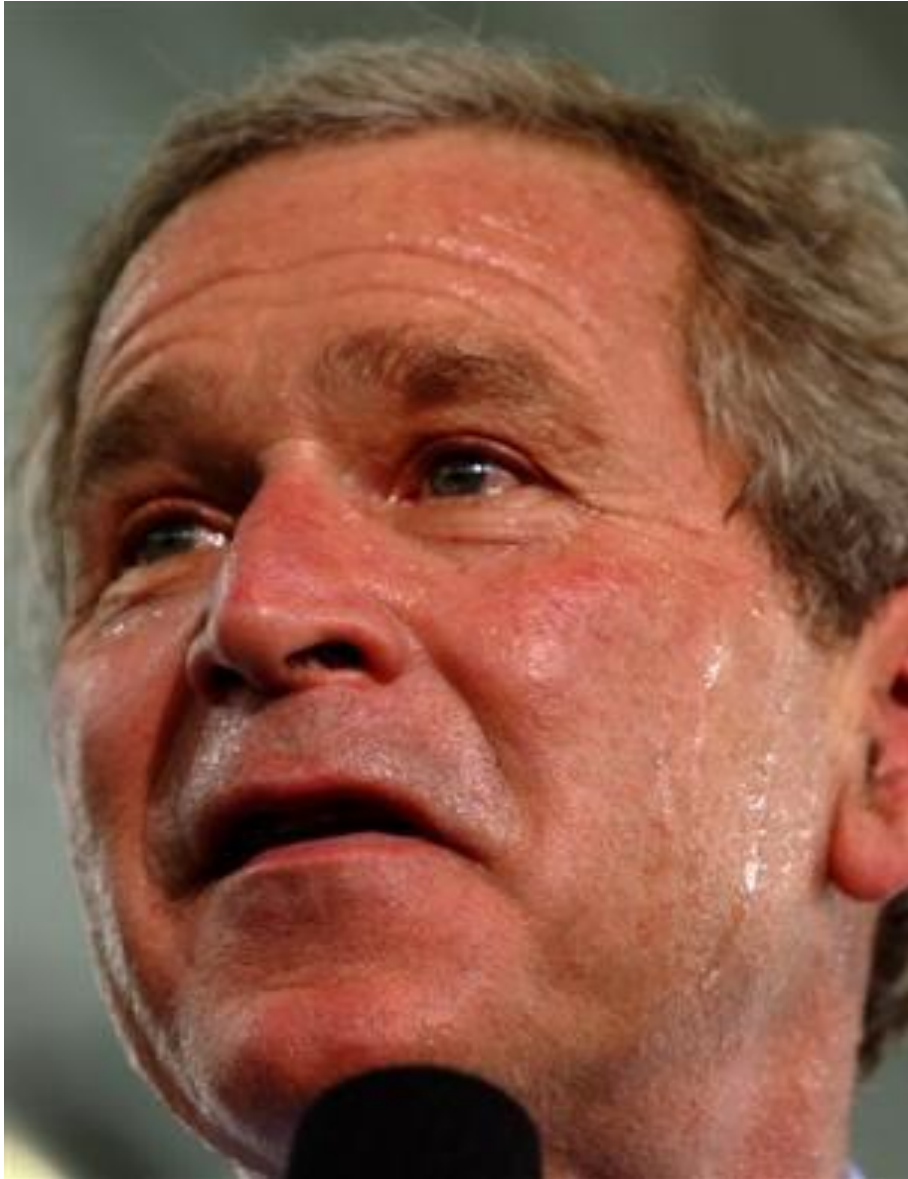


Охлаждане



- Когато ни е топло и трябва да се охладим, мускулните влакна около всеки косъм се отпускат.
- Космите лягат долу до кожата.
- Въздухът между тях не може да действа като изолиращ слой и се отдава топлина.

ИЗПОТЯВАНЕ



Топлинната енергия на тялото се използва за продукция на пот и охлаждане при изпарението ѝ (1л. пот отнема 585 ккал).

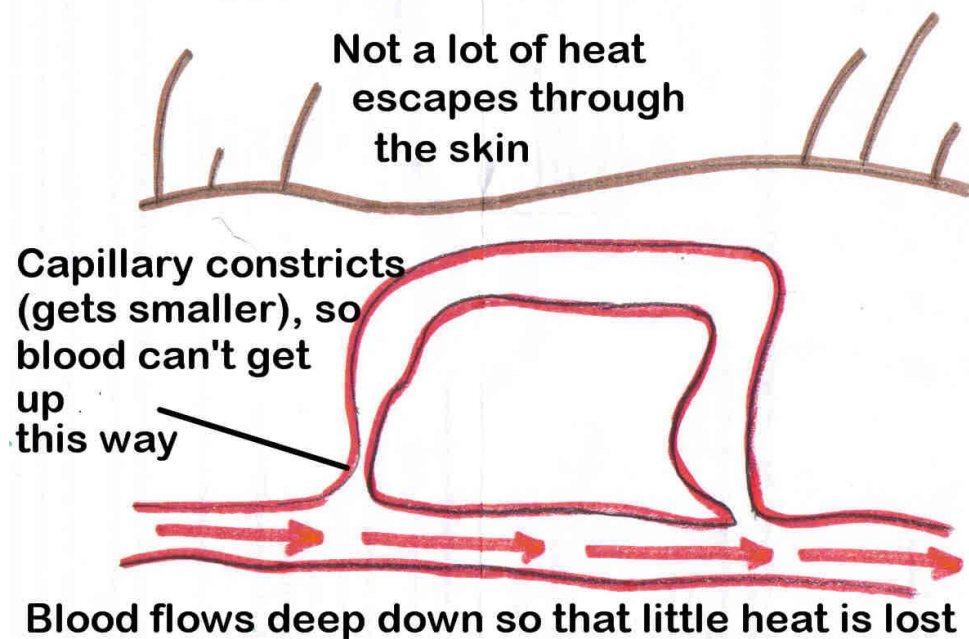
•

Терморегулация при студ

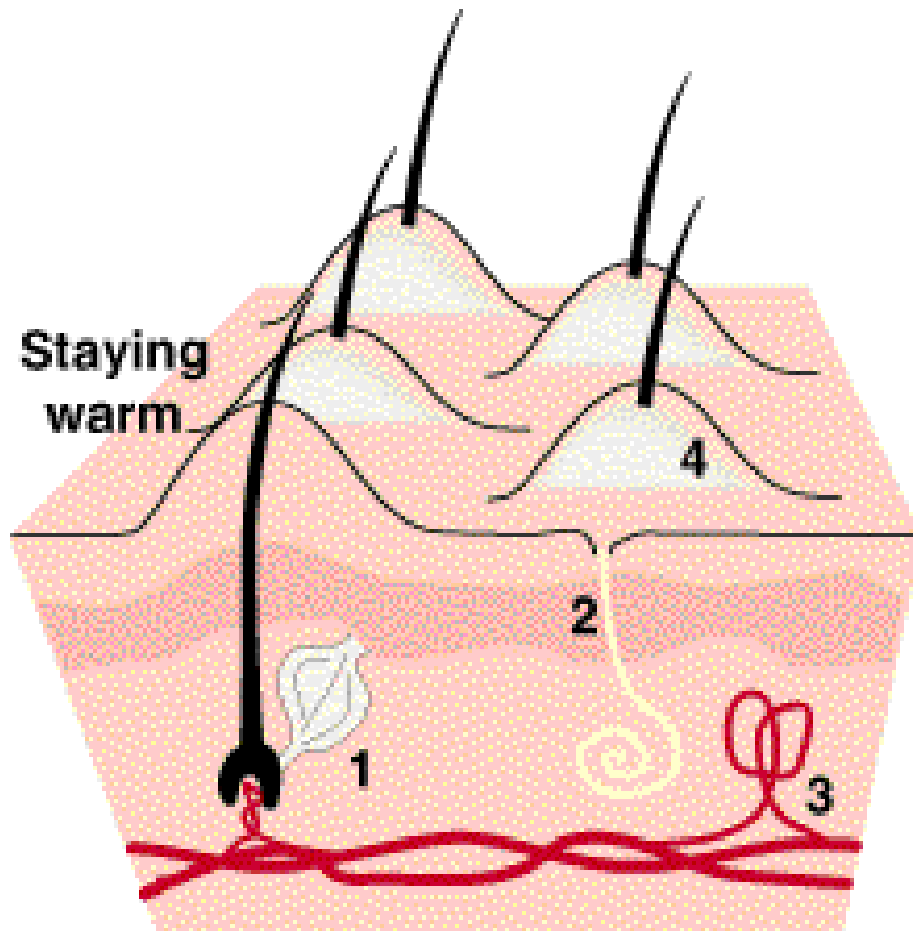
1. Отчита се от терморцептори в хипоталамуса.
2. Предизвиква се вазоконстрикция.
3. Потиска се изпотяването.
4. Предизвиква се треперене.
5. Повишава се топлопродукцията, поради повишен симпатиков тонус и повишено отделяне на тироксин.



Hairy Skin



Терморегулация при студ



- Когато ни е студено и трябва да се затоплим, мускулните влакна около всеки косъм се съкращават.
- Космите се изправят.
- Изолиращ слой от топъл въздухът се натрупва до кожата и понижава топлоотдаването.

Неволево треперене



Волеви реакции

- При хората соматосензорната сетивна система (терморепторна сетивност) определя как се чувстват - дали им е топло или студено.
- При усещане за студ, те могат да се облекат с топли дрехи, да приемат топли храни и напитки и да повишат двигателната си активност.



- При усещане за топло, те се обличат по-леко, приемат хладни напитки и ограничават двигателната си активност.