

# ОБМІН РЕЧОВИНИ І ЕНЕРГІЇ.

## ТЕПЛООБМІН

ст.викладач Хмель Л.Л.  
ВНМУ ім. М.І Пирогова  
кафедра нормальної фізіології

2020-21 н/р.

Обмін речовин і енергії - це фізичні і хімічні перетворення в організмі в процесі життєдіяльності у взаємодії з навколишнім середовищем.

**Обмін речовин включає 3 етапи:**

- 1 – Гідроліз та всмоктування мономерів поживних речовин їжі (травлення).
- 2 - Проміжний обмін. Відбувається синтез з мономерів речовин необхідних для оновлення клітин. Утворюється енергія обмінних процесів. Частина енергії - до 30 % виділяється з організму, а 60 % затримується в організмі.
- 3- Утворення кінцевих продуктів обміну (метаболітів) і їх виділення з організму (вода, CO<sub>2</sub>, азот, сірка, залізо і т. п.).

**ВИДИ ОБМІНУ РЕЧОВИН:**

1. Основний (енергетичний).
2. Робочий обмін.
3. Білковий
4. Ліпідний
5. Вуглеводний
6. Водно-сольовий
7. Газообмін (вивчали в розділі Фізіологія дихання)

## Енергетичний обмін в організмі людини.

1. **Вивільнення енергії поживних речовин** відбувається при руйнуванні їх хімічних зв'язків (в процесі травлення, а саме гідролізу). В організмі людини основну роль в процесах вивільнення енергії відіграють процеси аеробного окисного фосфорилування.

Пари електронів, що вивільняються при окисненні субстратів циклу Кребса, при окисненні жирних кислот передаються на ансамбль ферментів, що називається дихальним ланцюгом. При транспорті електронів по дихальному ланцюгу зменшується їх вільна енергія. При цьому:

- частина енергії перетворюється на тепло (первинне) і виділяється з організму; ця частина складає 50-60% від усієї енергії окиснення;
- решта енергії йде на синтез АТФ з АДФ та неорганічного фосфату.

2. **Акумуляція енергії відбувається у вигляді АТФ, ГТФ, ЦТФ, КФ.**

3. **Використання енергії.** Незалежно від умов існування організму можна виділити 3 напрямки, за котрими відбувається використання енергії макроергічних сполук:

- на вторинне тепло

- на роботу механізмів активного транспорту проти градієнтів концентрацій – натрій-калієвий насос зовнішньої клітинної мембрани

- на механічну роботу скелетних та гладких м'язів.



## Основний обмін (ОО) – добові енерговитрати організму в стандартних умовах:

- **зранку** (тому, що є добові коливання рівня енерговитрат – він мінімальний вночі о 3-4 годині й максимальний ввечері о 17-18 годині);
- **в умовах фізичного та емоційного спокою** (м'язова робота супроводжується збільшенням енерговитрат організму; в умовах емоційної напруги активується симпатичний відділ вегетативної нервової системи - збільшується кількість катехоламінів та тироксину -розщеплення окиснення та фосфорилування -збільшення енерговитрат організму);
- **лежачи** (щоб не витрачалася зайва енергія на скорочення м'язів на підтримання антигравітаційної пози);
- **при температурі комфорту 18oC**(при цьому підтримання сталості температури тіла не потребує напруження процесів тепловіддачі та теплопродукції, тобто на ці процеси не витрачається енергія);
- натщесерце** (через 10-12 годин після прийому їжі, щоб не проявлялася специфічно-динамічна дія їжі).

## Фактори від яких залежить величина ОО:

1. Стать.
2. Маса тіла.
3. Зріст.
4. Вік.
5. Особливості процесів обміну речовин в організмі (процесів аеробного окисного фосфорилування, степінь спряження окиснення та фосфорилування в дихальному ланцюзі, впливом на процеси окисного фосфорилування регуляторних механізмів – катехоламінів та тироксину.

## Методи визначення енергетичних витрат

### Пряма калориметрія

— метод  
безпосереднього  
вимірювання кількості  
теплоти, виділеної  
організмом за  
певний час



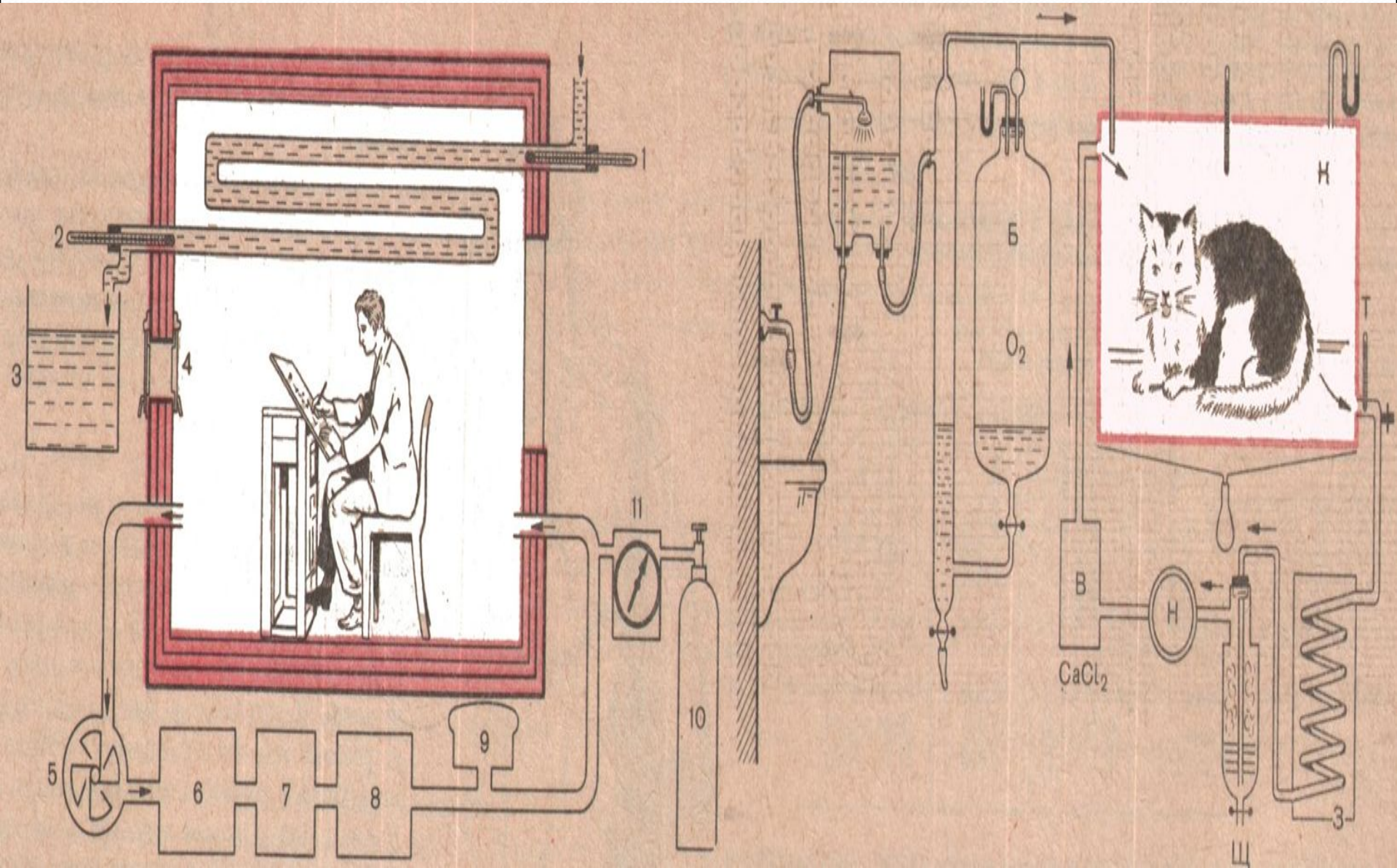
### Непряма калориметрія —

метод визначення  
кількості виділеного  
теплоти за кількістю  
спожитого кисню та  
виділеного  
вуглекислого газу





# Пряма калориметрія.





## Методи оцінки основного обміну ( визначення фактичних енерговитрат організму):

### пряма і непряма калориметрія.

**1. Пряма калориметрія.** Дослідження проводять за стандартних умов (надщесерце, у стані фізичного та емоційного спокою при температурі повітря 18oC) за допомогою спеціальних пристроїв – **калориметра**. Калориметр –це теплоізована кімната, яка не допускає втрати тепла в зовнішнє середовище і має подвійні стінки, між якими по системі трубок рухається вода. На вході і виході розташовані термометри, які фіксують температуру води. У калориметрі розміщують людину, якій необхідно визначити енергетичний обмін. Організм людини, який знаходиться в калориметрі, виділяє тепло і нагріває воду в трубках. Розрахунок енерговитрат проводять за формулою:

, де

$$Q = m \times c \times (t_1 - t_2), \text{ де}$$

Q – тепловтрати організму; m – маса води в трубках; c – питома теплоємність води; t1 – t2 – різниця температури води під час дослідження.

**2. Непряма калориметрія.** Енерговитрати організму розраховують за допомогою спірометра. Оцінюють газообмін (за поглинанням O2 та виділенням CO2) і вираховують дихальний коефіцієнт (ДК). **ДК-це співвідношення виділеного CO2 до спожитого O2.**

Доведено, що енергія поживних речовин вивільняється в організмі людини, головним чином, в ході процесів аеробного окисного фосфорилування; саме на ці процеси іде поглинений організмом O2, саме в ході цих процесів утворюється CO2, який виділяється з організму).

Визначення енерговитрат організму методом непрямой калориметрії включає наступні етапи:

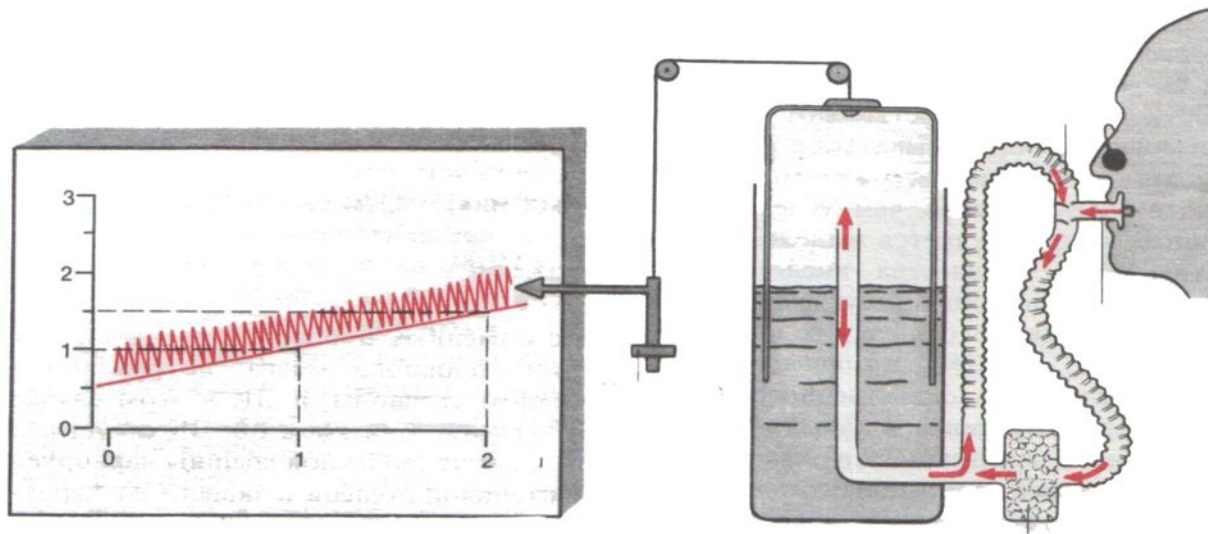
а) визначення поглинання O2 та виділення CO2 організмом за певний час. Частіше розрахунки проводять, виходячи із різниці складу атмосферного (вдиханого) та видихуваного повітря (у %) та величини ХОД. Для цього необхідно зібрати видихуване повітря в замкнуту ємність і визначити його газовий склад; визначають також ХОД;

б) розрахунок ДК:

$$ДК = \frac{V_{CO_2}}{V_{O_2}}$$

**В клініці користуються методом неповної калориметрії, але з модифікацією - прибор спірограф.** Прибор заповнюється киснем і ми визначаємо кількість спожитого кисню досліджуваним. ДК приймаємо за 0,85. Маємо на увазі, що людина не мала важкої фізичної праці і нормально харчувалася. Калоричний еквівалент 1л кисню при даному ДК 0,85 дорівнює 20,356 кДж. Методом непрямой калориметрії ми можемо визначити які речовини в організмі розщеплюються при виділенні тепла. Це так званий **ВАЛОВИЙ ОБМІН**. Це визначення проводиться тривалий час (на протязі доби).

**Наприклад:** Людина за добу використала 650л кисню і виділила 580 л вуглекислого газу. З сечею за добу виділилося 17,0 азоту і 9,0 вуглеводу. Кількість білка, що розпався в організмі, визначаємо по азоту сечі:  $17,0 \times 6,25 = 106,25$  г





## Непряма калориметрія - калориметрії по ДУГЛАС-ХОЛДЕНУ. Метод включає декілька етапів.

Спочатку потрібно видихувати повітря у мішок Дугласа за певний час - 5-10 хв. Із цього повітря беруть 10 мл для аналізу в апараті Холдена, а останнє повітря пропускають через газовий лічильник для визначення хвилинної легеневої вентиляції. В апараті Холдена видихуване повітря пропускають через луг для поглинання CO<sub>2</sub>, а потім через пірогалол - для поглинання O<sub>2</sub>. По початковому і кінцевому об'ємах повітря розраховують кількість CO<sub>2</sub> і O<sub>2</sub> у видихуваному - повітрі. **Наприклад:** За 1 хв видихнули 8л повітря. У вдихуваному повітрі було 20,93 % O<sub>2</sub>, у видихуваному - 16,23 O<sub>2</sub>. Тоді :

$$20,93 - 16,23 = 4,7 \quad 4,7 - 100 \text{ мл}$$

$$x - 8000 \text{ мл} \quad x = 376 \text{ мл O}_2 / \text{хв.}$$

У вдихуваному повітрі було 0,03 % CO<sub>2</sub>, у видихуваному – 4,13 CO<sub>2</sub> :

$$4,13 - 0,03 = 4,1 \quad 4,1 - 100 \text{ мл}$$

$$x - 8000 \text{ мл} \quad x = 328 \text{ мл CO}_2 / \text{хв}$$

ДК = 0,87. По таблиці відшукаємо калоричний коефіцієнт 4,88 ккал (стільки енергії буде виділено при споживанні 1л O<sub>2</sub>). Але в нашому випадку за 1 хв.спожито не 1л O<sub>2</sub>, а 376 мл. Згідно складеної пропорції

$$1000 \text{ мл O}_2 - 4,88$$

$$376 \text{ мл O}_2 - x$$

$$x = 1,835 \text{ кал.}$$



## Дихальний коефіцієнт

Величина ДК в звичайних умовах змінюється від 0,7 до 1,0 і залежить від виду поживних речовин, які окиснюються в організмі.

При окисненні вуглеводів ДК = 1,0;

білків – 0,8;

жирів – 0,7;

при змішаному харчуванні (окисненні поживних речовин) ДК = 0,8 до 0,85.

Енергетична цінність різних поживних речовин різна, в розрахунку на 1г речовини вона складає:

жири = 9,3 ккал

білки = 4,1 ккал

вуглеводи = 4,1 ккал

Тобто, енергетична цінність жирів більше, ніж в 2 рази перевищує енергетичну цінність вуглеводів і білків.

Необхідно пам'ятати, що ДК не завжди залежить від виду окиснених в організмі речовин:

- він підвищується (може бути більшим від 1,0) при довільній гіпервентиляції з організму виділяється  $\text{CO}_2$  крові;
- ДК стає більшим за 1,0 безпосередньо після фізичного навантаження, внаслідок того, що із м'язів в кров виділяються недоокиснені продукти метаболізму і витісняють  $\text{CO}_2$  із бікарбонатів; зате пізніше ДК різко знижується і може стати меншим 0,7 (0,6 – 0,5) внаслідок відновлення лужного резерву крові (бікарбонатів).



**Специфічно-динамічна дія їжі – збільшення енерговитрат, що пов'язане з прийомом їжі (до 10-12 годин).** Після прийому вуглеводної та жирОВОЇ їжі, специфічно-динамічна дія їжі складає 10-15%, а білкової – 30%. Збільшення енерговитрат пов'язане з активацією гладеньких м'язів ШКТ та виділення травних секретів, з процесами всмоктування – всі ці процеси протікають із використанням енергії АТФ. Амінокислоти після всмоктування в печінці дезамінуються та перамінуються, що також потребує енерговитрат, саме тому специфічно-динамічна дія білкової їжі вища, ніж вуглеводневої та жирОВОЇ.

Відповідно, визначаючи ОО створюють умови, під час яких енергія окиснення поживних речовин витрачається на підтримання нормальної життєдіяльності організму в стані неспання, але за умови, що енерговитрати організму мінімальні.

Енергія окиснення поживних речовин при цьому витрачається так:

- 50% її перетворюється на первинне тепло й виділяється з організму, 50% йде на синтез АТФ;

Витрати АТФ такі: -процеси біосинтезу – 23%; -скорочення м'язів (підтримання тонуусу скелетних м'язів, скорочення міокарду та дихальних м'язів)– 15%;  
-робота механізмів активного транспорту речовин – 12%.









**Т а б л и ц а 9.4. Величина энергозатрат в зависимости от особенностей профессии**

Группа	Особенности профессии	Коэффициент физической активности	Общий расход энергии, кДж (ккал)
Первая	Работники, занятые преимущественно умственным трудом	1,4	9799—10 265 (2100—2450)
Вторая	Работники, занятые легким физическим трудом	1,6	10 475—11 732 (2500—2800)

468

*Продолжение табл. 9.4*

Группа	Особенности профессии	Коэффициент физической активности	Общий расход энергии, кДж (ккал)
Третья	Работники, занятые трудом средней тяжести	1,9	12 360—13 827 (2950—3300)
Четвертая	Работники, занятые тяжелым физическим трудом	2,2	14 246—16 131 (3400—3850)
Пятая <sup>1</sup>	Работники, занятые особо тяжелым физическим трудом	2,5	16 131—17 598 (3850—4200)

<sup>1</sup> Только для мужчин.





**Робочий обмін (РО) – добові енерговитрати людини в умовах звичайної життєдіяльності (звичного фізичного та розумового навантаження)  $RO = \text{нал. ОО} + \text{робоча прибавка}$ .**

За величиною РО населення поділяють на 6 груп:

Для людей віком 18-29 років добові енерговитрати в різних групах складає:

Група	Добові енерговитрати		Жінки	
	КФА	Чоловіки		
	ккал	ккал		
1	1,4	2300	2400	1 група – переважає розумова праця;
2	1,6	3000	2500	2 група – зайняті легкою фізичною працею;
3	1,9	3200	2700	3 група – виконання фізичної роботи середньої важкості;
4	2,2	3700	3150	4 група – зайняті важкою фізичною працею;
5	2,5	4300	-	5 група – зайняті дуже важкою фіз. працею;

Калорійність харчового раціону має повністю покривати добові енерговитрати. Крім цього, харчовий раціон має бути **збалансований Б:Ж:В -1:1:4**(тобто містити необхідну добову кількість білків-100гр., жирів-100 гр. та вуглеводів-400гр., вітамінів та мікроелементів і т. д.). **Робоча прибавка залежить від коефіцієнта фізичної активності (КФА) і визначається за формулою  $\text{нал. ОО} \times \text{КФА}$ .**

ПРИКЛАД:  $\text{нал. ОО} = 1353$  ккал. Жінка-студентка належить до I групи.

**Робоча прибавка =  $\text{нал. ОО} \times \text{КФА} = 1353 \times 1.4 = 1894,2$  ккал.**

Т.ч. Робочий обмін =  $\text{ОО} + \text{робоча прибавка} = 1353 + 1894,2 = 3247,2$  ккал.

**Висновок: Жінка має право за добу спожити харчових продуктів калорійністю  $3247,2$  ккал ± допустиме відхилення розраховане за формулою Ріда**

Якщо потрібно скорегувати вагу пацієнта, необхідно вирахувати % індивідуально-допустимого відхилення від ОО за формулою Ріда (у%):

$$0,75 \times \left( \text{ЧСС} + \text{Рпульсовий} \times 0,74 \right) - 72 \quad (\text{Р пульсовий тиск} = \text{Рсист.} - \text{Рдіаст.} = 40 \text{ мм рт.ст})$$

Якщо виходить цифра із знаком (-) - відхилення від ОО можливо лише в меншу сторону (тобто краще не переїдати).

Якщо виходить цифра із знаком (+) - відхилення від ОО можливо в більшу сторону (тобто можна дозволити собі з'їсти зайву кількість їжі).

Складання харчового раціону з урахуванням вищенаведених розрахунків ОО, Робочого обміну, %-ка відхилення від основного обміну.

Харчовий раціон по калорійності не має виходити за межі розрахованого робочого обміну; максимум калорій має бути спожита під час сніданку, а мінімум під час вечері; харчовий раціон бути збалансованим по білкам, жирам та вуглеводам (1:1:4).

Оцінка добового харчового раціону:

1. Ви маєте записати продукти . Що споживаєте на сніданок, в обід, на вечерю в грамах.

2. Згідно таблиць продуктів (або переліку на етикетці їжі) ви маєте підрахувати кількість білків, жирів, вуглеводів, калорій по кожному продукту).

3. Згідно таблиць продуктів (Б, Ж, В, Ккал надані на 100 гр продукту), вирахувати скільки Б, Ж, В, Ккал в кожному продукті сніданку, а також у сніданку всього. Аналогічно з обідом та вечерю.

4. Підрахувати Б, Ж, В, Ккал, спожиті за добу.

5. Оцінити відповідність спожитих Б, Ж, В за добу раціональному їх співвідношенню 1:1:4.

Якщо співвідношення дотримано - **раціональне харчування**, якщо ні - **нераціональне**.

6. Порівняти загальну добову кількість калорій з робочим обміном, а також % калорій. Що припадає на сніданок, обід та вечерю. Оцінити.



Скласти та **ОЦНТИ** свій харчовий раціон, і при необхідності провести корекцію, використовуючи таблиці продуктів (надані в наступних слайдах).

**Наприклад сніданок: бутерброд з куркою+кава з цукром в грамах.** Шляхом складання пропорції розраховуємо свої дані раціону:

В 100 гр. хліба-4,7 г білка, 0,7 гр.жиру, 49,8 гр вуглеводів, 224 ккал.

В 10 грамах хліба- 0,47 г білка, 0,07 гр жиру, 4,9 гр вуглеводів, 22,4 ккал.

В 100 гр курки-18,7 гр білка, 7,8гр жиру, 0,4 гр вуглеводів, 146 ккал

В 10 гр курки-1,87 гр білка, 0,78гр жиру, 0,04 гр вуглеводів, 14,6 ккал

В 100 грамах цукру – білків та жирів немає ,99,9гр вуглеводів, 399ккал

В 10 грамах цукру – білків та жирів немає ,9,99гр вуглеводів, 39,9ккал

	грами	Білки (гр)	Жири(гр)	Вуглеводи(гр)	Калорійність
<b>Сніданок</b>	<b>60 гр</b>	<b>6,57</b>	<b>0,85</b>	<b>15,01</b>	<b>76,9</b>
<b>всього-</b>					
Хліб житній	10 гр.	4,7	0,07	4,98	22,4
Курка	50 гр.	1,87	0,78	0,04	14,6
Цукор(1 ч.л.-5 гр цукру)	10 гр.	-	-	9,99	39,9
<b>Обід всього-</b>					
<b>Вечеря всього-</b>					
<b>Всього за добу</b>					

Баклажани	0.6	0.1	5.5	25
Банани	1.5	0.0	22.0	94
Баранина *	16.3	15.3	0.0	202
Бички	12.8	8.1	5.2	144
Боби	6.0	0.1	8.3	58
Борошно житнє	6.9	1.1	76.9	345
Борошно пшеничне	10.3	0.9	74.2	346
Бринза	17.9	20.1	0.0	252
Бруква	1.2	0.1	8.1	38
Брусниця	0.7	0.0	8.6	37
Буряк	1.7	0.0	10.8	50
Вершки 10 % жирності	3.0	10.0	4.0	118
Вершки 20 % жирності	2.8	20.0	3.6	205
Виноград	1.0	1.0	18.0	85
Волоський горіх	13.8	61.3	10.2	647
Вугільна риба	13.2	11.6	0.0	157
Вугор	14.5	30.5	0.0	332
Вугор морський	19.1	1.9	0.0	93
Геркулес	13.1	6.2	65.7	371
Горбуша	21.0	7.0	0.0	147
Горобина	1.4	0.0	12.5	55
Горох лущений	23.0	1.6	57.7	337
Горох цілий	23.0	1.2	53.3	316
Горошок зелений	5.0	0.2	13.3	75
Гранат	0.9	0.0	11.8	50
Грейпфрут	0.9	0.0	7.3	32
Гриби білі свіжі	3.2	0.7	1.6	25
Гриби білі сушені	27.6	6.8	10.0	211
Грудинка сирокопчена	7.6	66.8	0.0	631
Журавлина	0.5	0.0	4.8	21
Зелена квасоля (стручок)	4.0	0.0	4.3	33
Зефір	0.8	0.0	78.3	316
Індичка	21.6	12.0	0.8	197
Інжир	0.7	0.0	13.9	58
Кабачки	0.6	0.3	5.7	27

Кизил	1.0	0.0	9.7	42
Кисле молоко	2.8	3.2	4.1	56
Ковбаса варена	13.7	22.8	0.0	260
Ковбаса краківська	16.2	44.6	0.0	466
Ковбаса сервелат	28.2	27.5	0.0	360
Ковбасний фарш	15.2	15.7	2.8	213
Конина	20.2	7.0	0.0	143
Корол	16.0	3.6	0.0	96
Креветки	22.0	1.0	0.0	97
Кролик	20.7	12.9	0.0	198
Крупа вівсяна	12.0	6.0	67.0	370
Крупа гречана	12.6	2.6	68.0	345
Крупа кукурудзяна	8.3	1.2	75.0	344
Крупа манна	11.3	0.7	73.3	344
Крупа перлова	9.3	1.1	73.7	341
Крупа пшенична	12.7	1.1	70.6	343
Крупа ячмінна	10.4	1.3	71.7	340
Курага	5.2	0.0	65.9	284
Курчата	18.7	7.8	0.4	146
Лимон	0.9	0.0	3.6	18
Ляц	17.1	4.1	0.0	105
Майонез	3.1	67.0	2.6	625
Макаронні вироби	11.0	0.9	74.2	348
Малина	0.8	0.0	9.0	39
Мандарин	0.8	0.0	8.6	37
Маргарин молочний	0.3	82.3	1.0	745
Мармелад	0.0	0.1	77.7	311
Маса сирна	7.1	23.0	27.5	345
Маслини	5.2	51.0	10.0	519
Масло вершкове	0.6	82.5	0.9	748
Масло топлене	0.3	98.0	0.6	885
Мед	0.8	0.0	80.3	324
Мигдаль	18.6	57.7	13.6	648
Минтай	15.9	0.7	0.0	69
Молоко	2.8	3.2	4.7	58
Молоко знежирене	7.0	7.9	9.5	137



Продукт	Білки	Жири	Вуглеводи	Калорії	Продукт	Білки	Жири	Вуглеводи	Калорії
Оселедець	17.7	19.5	0.0	246	Тістечко листкове з кремом	5.0	40.0	46.0	564
Осетер	16.4	10.9	0.0	163	Тістечко листкове з фруктововою начинкою	5.0	25.0	55.0	465
Палтус	18.9	3.0	0.0	102	Торт бісквітний з фруктововою начинкою	4.7	20.0	49.8	398
Перець солодкий	1.3	0.0	4.7	24	Торт мигдальний	6.6	35.8	46.8	535
Петрушка	3.7	0.0	8.1	47	Тріска	17.5	0.6	0.0	75
Печінка свиняча	18.8	3.6	0.0	107	Тунець	23.0	1.0	0.0	101
Печінка тріски	4.0	66.0	0.0	610	Урюк	5.0	0.0	67.5	290
Печінка яловича	17.4	3.1	0.0	97	Фініки	2.5	0.0	72.1	298
Полуниця, суниця	1.2	0.0	8.0	36	Фундук	16.1	66.9	9.9	706
Помідори (томати)	1.0	0.2	3.7	20	Халва соняшникова	11.6	29.7	54.0	529
Пряники	5.0	3.0	76.0	351	Хек	16.6	2.2	0.0	86
Пшениця ціла	9.0	2.0	52.0	262	Хліб житній грубий	4.2	0.8	43.0	196
Пшоно	12.0	2.9	69.3	351	Хліб житній	4.7	0.7	49.8	224
Редиска	1.2	0.0	4.1	21	Хрін	2.5	0.0	16.3	75
Рис	8.0	1.0	76.0	345	Хурма	0.5	0.0	15.9	65
Родзинки	2.3	0.0	71.2	294	Цибуля зелена (перо)	1.3	0.0	4.3	22
Ряжанка	3.0	6.0	4.1	82	Цибуля порей	3.0	0.0	7.3	41
Сазан	18.4	5.3	0.0	121	Цибуля ріпчаста	1.7	0.0	9.5	44
Сайра	18.6	12.0	0.0	182	Цукерки шоколадні	3.0	20.0	67.0	460
Салака	17.3	5.6	0.0	119	Цукор	0.0	0.0	99.9	399
Салат	1.5	0.0	2.2	14	Часник	6.5	0.0	21.2	110
Сардельки	12.0	15.0	2.0	191	Черемша	2.4	0.0	6.5	35
Свинина жирна	11.4	49.3	0.0	489	Черешня	1.1	0.0	12.3	53
Свинина нежирна	16.4	27.8	0.0	315	Чорниця	1.1	0.0	8.6	38
Свинина тушкована	15.0	32.0	0.0	348	Чорнослив	2.3	0.0	65.6	271
Сир	16.1	0.5	2.8	80	Шинка	22.6	20.9	0.0	278
Сир голландський	27.0	40.0	0.0	468	Шипшина свіжа	1.6	0.0	24.0	102
Сир плавлений	24.0	45.0	0.0	501	Шипшина сушена	4.0	0.0	60.0	256
Сир російський	23.0	45.0	0.0	497	Шовковиця	0.7	0.0	12.7	53
Сирки сирні	7.1	23.0	27.5	345	Шоколад молочний	6.9	35.7	52.4	558
Скумбрія	18.0	9.0	0.0	153	Шоколад темний	5.4	35.3	52.6	549
Слива садова	0.8	0.0	9.9	42	Шпик свинячий	1.4	92.8	0.0	840
Сметана 10 % жирності	3.0	10.0	2.9	113	Шпинат	2.9	0.0	2.3	20
Сметана 20 % жирності	2.8	20.0	3.2	204	Щавель	1.5	0.0	5.3	27
Смородина	0.3	0.0	8.7	36	Щука	18.8	0.7	0.0	81
Сом	16.8	8.5	0.0	143	Яблука	0.4	0.0	11.3	46
Сосиски	12.3	25.3	0.0	276	Ясний				
Сочевиця	24.8	1.1	53.7	323					
Соя	34.9	17.3	26.5	401					

Продукт (100 грамм)	Белки (грамм)	Жиры (грамм)	Углеводы (грамм)	Калорийность (ккал)
Абрикосы	0.9	0.0	10.5	45,00
Айва	0.6	0.0	8.9	38,00
Алыча	0.2	0.0	7.4	30,00
Ананас	0.4	0.0	11.8	48,00
Апельсин	0.9	0.0	8.4	37,00
Арбузы	0.5	0.2	6.0	27,00
Бананы	1.5	0.0	22.0	94,00
Брусника	0.7	0.0	8.6	37,00
Виноград	1.0	1.0	18.0	85,00
Вишня	0.8	0.0	11.3	48,00
Голубика	1.0	0.0	7.7	34,00
Гранат	0.9	0.0	11.8	50,00
Грейпфрут	0.9	0.0	7.3	32,00
Груша	0.4	0.0	10.7	44,00
Ежевика	2.0	0.0	5.3	29,00
Инжир	0.7	0.0	13.9	58,00
Кизил	1.0	0.0	9.7	42,00
Клубника, земляника	1.2	0.0	8.0	36,00
Клюква	0.5	0.0	4.8	21,00
Крыжовник	0.7	0.0	9.9	42,00
Лимон	0.9	0.0	3.6	18,00
Малина	0.8	0.0	9.0	39,00
Мандарин	0.8	0.0	8.6	37,00
Морошка	0.8	0.0	6.8	30,00
Облепиха	0.9	0.0	5.5	25,00
Персики	0.6	0.0	16.0	66,00
Рябина красная	1.4	0.0	12.5	55,00
Рябина черноплодная	1.5	0.0	12.0	54,00
Слива	0.8	0.0	9.9	42,00
Смородина красная	0.6	0.0	8.0	34,00
Смородина черная	1.0	0.0	8.0	36,00
Финики	2.5	0.0	72.1	298,00
Хурма	0.5	0.0	15.9	65,00
Черешня	1.1	0.0	12.3	53,00
Черника	1.1	0.0	8.6	38,00
Шиповник свежий	1.6	0.0	24.0	102,00
Яблоки	0.4	0.0	11.3	46,00



Продукт (100 г.)	Калорийность, кКал	Пищевая ценность		
		белки	жиры	углеводы
Активия ложковая	109,00	3,90	3,00	16,50
Актимель	79,00	2,65	2,50	11,50
Биокефир 1%	35,00	2,80	1,00	3,60
Йогурт Био-макс 2,5%	68,00	3,10	2,50	13,30
Йогурт питьевой Активиа Danone	80,00	2,80	2,00	12,70
Кефир 3,2%	54,00	2,80	3,20	3,60
Молоко 1,5%	44,00	2,90	1,50	4,80
Молоко 2,5%	53,00	2,90	2,50	4,80
Молоко 3,2%	59,00	2,80	3,20	4,70
Сливки 10%	120,00	3,00	10,00	4,70
Молоко 6,0%	84,00	2,80	6,00	4,60
Ряженка 4%	64,00	2,80	4,00	4,20
Сметана 20%	204,00	2,50	20,00	3,40
Творог 9%	153,00	16,00	9,00	2,00
Творог обезжиренный	101,00	18,00	1,80	3,30

Продукты	Білки, г	Жири, г	Вуглеводи	Калорії, ккал
Телятина жарена	32,7	28,1	0	384
Телятина тушкована	16,8	18,3	0	232
Індичка жарена	28	6	0	165
Індичка варена	25,3	10,4	0	195
Котлети з телятини	18	20	0	260
Котлети з індички	18,6	12,2	8,7	220
Котлети з курки	18,2	10,4	13,8	222
Котлети з свинини	17,5	40,3	8,8	470
Курка варена	25,2	7,4	0	170
Курка жарена	26	12	0	210
Свинина варена	22,6	31,6	0	375
Свинина жарена	11,4	49,3	0	489
Качка варена	19,7	18,8	0	248
Качка жарена	22,6	19,5	0	266
Ескалоп	19	42,8	6,8	487
Перець фарширований мясом і рисом	4,4	10,6	13,7	160
Горбуша жарена в клярі	17,1	16,4	15,2	281
Горбуша відварена	22,9	7,8	0	168
Окунь річковий жарений	20,6	9,1	4	180
Тріска відварена	17,8	0,7	0	78
Тріска жарена	23	0,1	0	111
Котлети з тріски	12,6	5,9	15	164
Ролли Філадельфія	390	23,4	13,3	44,2
Ролли Каліфорнія	403	16,2	14,5	51,5

Продукти	Білки, г	Жири, г	Вуглеводи	Калорії, ккал
Морква по-корейськи	0	9	12,9	134
Морська капуста	0,9	7,2	3,1	80
Салат Кальмари	7,6	15,4	18,7	240
Салат Крабові палички	6,6	14,8	13,7	217
Салат Мімоза	5,7	14,8	7,2	183
Салат Олів'є	5,4	16,7	7	198
Салат з помідорами, огірками і перцем	1	0,8	4,9	30,7
Вінігрет	1,7	10,3	8,2	130,1
Вінігрет з оселедцем	9,1	13	6,8	179,2
Редиска з сметаною	2,7	9	3	103,5
Салат Цезар	14,8	17,2	24	303,6
Салат Грецький	3,9	17,8	3,4	188,5
Салат з квашеної капусти	1,6	3,1	11,6	77,8
Оселедець під шубою	5,1	16,2	7,3	193

Продукти	Білки, г	Жири, г	Вуглеводи, г	Калорії, ккал
Борщ з свіжої капусти і м'яса	4,4	3,6	5,5	63
Розсоленик	1,4	2	5	42
Борщ	0,5	2	4,2	36
Соллянка м'ясна	5,2	4,6	1,7	69
Суп гороховий	4,4	2,4	8,9	66
Суп грибний	1,3	1,8	1,3	26
Суп молочний з макаронами	2,2	1,9	7,9	58
Суп молочний з рисом	1,8	1,9	7,3	54
Суп овочевий	1,7	1,8	6,2	43
Суп фасольовий	4	1,8	10	62
Суп квасковий	1,6	2,5	2,9	40
Уха	3,4	1	5,5	46
Капусняк з квашеної капусти	0,6	2,1	2,7	32
Капусняк з свіжої капусти	0,9	2,1	3,1	31



<b>Продукт</b>	<b>Білки</b>	<b>Жири</b>	<b>Вуглеводи</b>	<b>ккал</b>
Баранина	16,2	15,3	0	201
Баранячі Нирки	13,4	2,6	0	78
Бараняча Печінка	18,9	2,8	0	102
Бараняче Серце	13,6	2,7	0	85
Яловичина	18,7	12,6	0	191
Яловичі Мізки	9,3	9,6	0	126
Яловича Печінка	17,6	3,2	0	100
Яловичі Нирки	12,4	1,9	0	67
Вим'я Яловиче	12,1	13,8	0	176
Яловиче Серце	15,2	3,1	0	89
Яловичий Язик	13,4	12,1	0	160
Конина	20,3	7,1	0	149
Кролик	20,6	12,8	0	197
Свинина нежирна	16,3	27,9	0	318
Свинина жирна	11,6	49,1	0	484
Свинячі нирки	13,2	3,2	0	84
Свиняча печінка	18,6	3,5	0	105
Свиняче серце	15,2	3,1	0	87
Свинячий язик	14,4	16,5	0	203
Телятина	19,9	1,1	0	91
Гусяче м'ясо	16,4	33,1	0	359
Індичка	21,1	12,3	0,6	192

**Табл. 2.** Калорійність деяких продуктів (ккал/100 г)

<b>Продукт</b>	<b>Калорійність</b>
Молоко, кефір	62
Сметана I сорту	285
Сир жирний	230
Сир нежирний	75
Сири	380
Морозиво вершкове	180
Яловичина I категорії	154
Яловичина II категорії	106
Свинина м'ясна	245
Свинина жирна	390
Баранина	206
Шинка	365
Ковбаса любительська	290
Ковбаса чайна	150
Судак	72
Тріска	65
Оселедець солоний	120
Яйця	150

<b>Продукт</b>	<b>Калорійність</b>
Шоколад	568
Макарони	336
Крупа гречана	329
Крупа пшенична	335
Крупа манна	333
Рис	332
Кукурудза	340
Горох, квасоля	310
Картопля	89
Капуста	27
Морква	36
Цибуля зелена	21
Цибуля ріпчаста	48
Огірки свіжі	15
Томати	18
Кавун	38
Яблуко антонівка	48
Груша	44



## ОБМІН БІЛКІВ

Білки (протеїни) — високомолекулярні сполуки, побудовані з амінокислот.

Білки виконують наступні функції в організмі людини..

**Структурна**, або пластична функція: білки являються головною складовою частиною мембран клітин і міжклітинних структур(на структурний білок сполучної тканини колаген припадає третина всіх білків організму за масою);

**Каталітична**, усі відомі ферменти травної системи та ін. являються білками.

**Захисна** функція білків: утворення антитіл (глобуліни) при контакті організму з антигенами ( віруси, бактерії, алергени, вакцини), інтерферон – єдиний відомий білок, який знешкоджує чужорідну нуклеїнову кислоту, токсини, наприклад ботулізму є захисними молекулами для організму, який їх виділяє; Білки (альбуміни) зв'язують токсини та отрути, ліки. Білки ( фібриноген та фактори зсідання крові) забезпечують зсідання крові , зупинку кровотечі при пораненнях.

**Транспортна** функція: білки – переносники транспортують мономерні поживних речовин при всмоктуванні в шкт, входять до складу гемоглобіну, що транспортує O<sub>2</sub> та CO<sub>2</sub> , ліпопротеїди забезпечують транспорт жирів тощо.

**Генетична** функція білків ( ДНК та РНК)- передача спадкової інформації.

**Гомеостатична** функція білків (гормони ендокринної системи): підтримка показників гомеостазу в організмі- онкотичний тиск, рН (забезпечення постійної реакції середовища плазми, цереброспінальної рідини та кишкових секретів (буферна роль), артеріальний тиск, напруга O<sub>2</sub> та CO<sub>2</sub> у крові.

**Енергетична роль** білків: окислення 1 г білка в організмі забезпечує виділення 4,1 ккал. в)  
**Рухова** (скорочувальні білки у всіх живих організмів побудовані і функціонують за спільним принципом, наприклад, актин і міозин у м'язовому волокні);  
**Рецепторна** – білки є рецепторами мембран, які забезпечують трансформацію і передачу в інформації .

За добу дорослій людині необхідно 100 гр білка.

**Наступні показники характеризують білковий обмін в організмі людини:**

- ) "закон мінімуму«
- ) БІЛКОВИЙ КОЕФІЦІЄНТ
- ) БІЛКОВИЙ МІНІМУМ
- ) Білковий оптимум
- ) КОЕФІЦІЄНТ ВИСНАЖЕННЯ
- ) АЗОТИСТИЙ БАЛАНС ( + і -).



**1.«Закон мінімуму»:** синтез білка в організмі обмежується тією незамінною амінокислотою, яка поступає в організм з їжею у мінімальній кількості.

**Незамінні** амінокислоти - **ВАЛІН, ЛЕЙЦИН, ІЗОЛЕЙЦИН, ТРИПТОФАН, МЕТІОНІН, ТРЕОНІН, ФЕНІЛАЛАНІН** та ін.

ТРИПТОФАН - забезпечує синтез білка, нормальний рівень серотоніну в мозку  
ВАЛІН, ІЗОЛЕЙЦИН - забезпечує нормальний розвиток ЦНС у плода та дитини  
ЛЕЙЦИН- стимулятор b-клітин підшлункової залози.

Повноцінне життя і функції організму неможливі при відсутності в їжі хоч би однієї з незамінних амінокислот, джерелом яких є тваринний білок.

## **2) БІЛКОВИЙ КОЕФІЦІЄНТ.**

В процесі обміну білків утворюються азотвмісні речовини, які виділяються з сечею (сечовина, сечова кислота, креатинін, аміак) та калом. Коли необхідно оцінити білковий обмін, то збирають сечу за добу і визначають там вміст азоту.

1 грам білка містить 16% азоту. На цьому заснований розрахунок **БІЛКОВОГО КОЕФІЦІЄНТА** - це кількість грам білка, що містить 1,0 азоту.

$BK = 100 : 16 = 6,25$  гр. Отже, 1,0 азоту міститься у 6,25 г білка.

**3) БІЛКОВИЙ МІНІМУМ-** мінімальна кількість спожитого білка, при якій ще підтримується в організмі азотиста рівновага (45-55 грам на добу ).

**4) БІЛКОВИЙ ОПТИМУМ-** розрахувати можна так: 1 грам білка на кг ваги.

Увага!! Не менше 30% білка в раціоні має бути тваринного походження.

**5) КОЕФІЦІЄНТ ВИСНАЖЕННЯ** - та найменша кількість білка, що розпадається в організмі при безбілковому харчуванні- 13,5 - 28 гр. Коефіцієнт показує, скільки необхідно білка для підтримування життєдіяльності важливих органів - печінка, серце і ін.

**б) Азотиста рівновага** — кількість виведеного азоту ( з сечею та калом) дорівнює кількості азоту, що надійшов ( з їжею) і засвоївся в організмі. У здорової людини повинна бути **білкова рівновага:  $N_{\text{сечі}} = N_{\text{їжі}} - N_{\text{кала}}$**

Існує позитивний і негативний азотний баланс ( невідповідність кількості виведеного азоту відрізняється від кількості азоту, що надійшов і засвоївся в організмі.

**Негативний азотистий баланс** виникає ,якщо кількість засвоєного білка по азоту з їжі менше кількості виведеного азоту —  $N_{\text{сечі}} > N_{\text{їжі}} - N_{\text{кала}}$ . Він виникає при безбілковій дієті ( веганство), вживання в їжу неякісного білка ( соєві сосиски, ковбаса), при важкій фізичній праці, порушенні регуляції білкового обміну.

**Позитивний азотистий баланс** виникає ,якщо кількість засвоєного білка по азоту з їжі більше кількості виведеного азоту —  $N_{\text{сечі}} < N_{\text{їжі}} - N_{\text{кала}}$ . Він виникає при зростанні дітей, вагітності, в період видужування після важких , хвороб ( онкозахворювання), при підсилених тренувальних вправах, коли збільшується маса м'язів.



**РЕГУЛЯЦІЯ БІЛКОВОГО ОБМІНУ.** Обмін білка - асиміляція і дисиміляція або анаболізм і катаболізм:

Гормони передньої долі гіпофіза – СТГ (соматотропний гормон) - забезпечує синтез білка за рахунок 1) збільшення проникності клітинних мембран для амінокислот, 2) вплив на зони росту кісткової тканини ( епіфізирні хрящі).

Гормони щитовидної залози - тироксин і трийодтиронін - регулюють обмін білка (а також інших видів речовин та води і солей).

Гормони пучкової зони кори наднирників - глюкокортикоїди - сприяють розпаду білка.

Сама їжа є регулятором білкового обміну. Чим більше білка вживається, тим більше його розпадається. Депо білка в організмі немає, хоча організм побудований з білків.

При білковому голодуванні виникають безбілкові набряки. Внаслідок падіння Ронкотичного, в капілярах переважають процеси фільтрації і вода з плазми крові виходить у тканини.

# ОБМІН ВУГЛЕВОДІВ

Потреба людини у вуглеводах складає 400 – 450 гр. на добу при активному способі життя.

Мінімум 100-150 грам на добу.

## **Функції вуглеводів:**

**Енергетична** при засвоєнні 1,0 граму вуглеводів виділяється 4,1 ккал енергії.

**Пластична** функція – будова мембрани клітин.

**Регуляторна.** Регулюють осмотичні процеси; протидіють накопиченню кетонових тіл під час окислення жирів.

**Захисна-** попереджають розпад інших речовин від надлишкового розпаду (білки). Взаємодіють у печінці з багатьма отруйними сполуками, переводячи їх у нешкідливі і легкорозчинні речовини. Глюкуронова кислота сполучаючись з токсичними речовинами, утворює нетоксичні складні ефіри.

**Гомеостатична** (забезпечують сталість глюкози у крові - 4,44 - 6,66 ммол/л).

**Опорна.** У комплексі з білками входять до складу хрящових тканин.

**Проміжний обмін вуглеводів** відбувається в аеробних і анаеробних умовах:

1 молекула глікогену в анаеробних умовах дає 2 молекули АТФ, в аеробних - 38 молекул АТФ. За добу 75 кг глікогену утворюється і розпадається. Вуглеводи можуть в організмі депонуватися- у печінці (200-150 гр глікогену), м'язах. При безвуглеводній дієті глікоген за участю глюкагона розпадається до глюкози. Різні органи по-різному утилізують глюкозу з крові: мозок -12 %, глюкози, кишечник – 9%, м'язи -7 %, нирки - 5%.



Серед незасвоєваних вуглеводів важливе значення мають клітковина (целюлоза), геміцелюлоза, протопектин, лігнін, пектини, слиз та камеді. Вони складають основу харчових волокон.

Характерними хворобами **при дефіциті харчових волокон** є виразкова хвороба шлунку та дванадцятипалої кишки, сечокам'яна хвороба та подагра. Водночас, переважання грубої овочевої їжі також небажане і призводить до неповного перетравлення їжі, порушення всмоктування мінеральних речовин та вітамінів. Це призводить до утворення надлишкових газів у кишечнику, проносу та болів у шлунку. Тут дуже важливе почуття міри і мудрість при використанні грубої овочевої їжі.

При недостатній кількості в їжі незасвоєваних вуглеводів спостерігається збільшення серцево-судинних захворювань, злякисних утворень товстої кишки. Добова норма харчових волокон 20-25 г. Джерело ХВ: пшеничні висівки, овочі, фрукти.

## **РЕГУЛЯЦІЯ ВУГЛЕВОДНОГО ОБМІНУ.**

Рівень глюкози в крові постійно змінюється. Цей подразник сприймають хеморецептори кровоносних судин і гіпоталамуса.

При **ГШЕРГЛІКЕМІЇ** бета-клітини підшлункової залози, збільшують синтез **інсуліну**, який зменшує концентрацію глюкози в крові і сприяє утворенню глікогену. При **ГШОГЛІКЕМІЇ** альфа-клітини підшлункової залози, збільшують синтез **глюкагону**, який збільшує концентрацію глюкози в крові за рахунок розпаду глікогену.

**Симпатична нервова система** сприяє гіпоглікемії, **парасимпатична** - гіперглікемії.

**Інсулін, соматотропний гормон, гормони мозкової та кіркової речовин наднирників, щитоподібної залози** – стимулюють розпад глікогену і підвищення концентрації глюкози в крові (гіперглікемія).



## **ОБМІН ЛІПІДІВ.**

**Добова потреба -70 - 80** гр жирів. До жирів відносяться неоднорідні в хімічному відношенні речовини, які поділяють на прості ліпіди (нейтральні жири, віск), складні ліпіди (фосфоліпіди, гліколіпіди) і стероїди (холестерин). Також є поділ на жири високої та низької щільності. Нейтральні жири в енергетичному відношенні можуть бути замінені вуглеводами. Надлишкове споживання вуглеводів з їжею призводить до відкладання жиру в організмі. У нормі в людини 25-30% вуглеводів їжі перетворюється в жири.

**Функції жирів:**

**Енергетична:** при утилізації 1,0 гр жиру виділяється 9,3 ккал енергії. За рахунок жирів їжі в середньому на 25 – 35 % задовольняється добова потреба людини в енергії.

**Пластична,** входять до складу клітинних мембрану вигляді ліпопротеїдів

**Регуляторна функція** – ліпіди є важливими факторами регулювання обміну води в організмі. При окисленні 100 г жиру виділяється 107 г ендогенної води, що має особливе значення в екстремальних умовах (наприклад, при нестачі води ).

**Беруть участь у окисно-відновних процесах, біосинтезі білка**

**Входять до складу жиророзчинних вітамінів** - Д, А. Деякі ліпіди є субстратом для утворення **гормонів** кори наднирників, статевих гормонів, жовчних кислот, простагландинів та ін.

**Резервний жир** – відкладається у „жирових депо” (підшкірна клітковина,жирова капсула нирок та ін.). Він також утворює ліпопротеїновий комплекс,але нестійкий, тому його кількість швидко зменшується при голодуванні, при деяких нервових і гуморальних порушеннях.

**Захисна** - жир виступає як буфер для органів при механічних впливах (нирки)

**Терморегуляторна** - підтримує температуру тіла.

Продукти гідролізу жирів надходять переважно у лімфу і в меншій кількості - безпосередньо в кров. Нормальному гідролізу жирів сприяє нормальний обмін вуглеводів. При діабеті, коли порушується вуглеводний обмін, відбувається отруєння організму продуктами жирового обміну - кетоновими і кетоновими тілами.

Тривале обмеження жирів у харчуванні або систематичне вживання жирів із зниженим вмістом необхідних компонентів, у тому числі і вершкового масла, призводить до відхилень у фізичному стані організму:

- порушення діяльності ЦНС;
- зниження стійкості організму до інфекцій;
- скорочення тривалості життя.

Але і надлишкове вживання жирів небажане: ожиріння, серцево-судинні захворювання, передчасне старіння.

Найбільш важливі джерела жирів у харчуванні – рослинні олії 99,8%, вершкове масло 61,5–82,5%, молочні продукти 3,5–30%.

## **РЕГУЛЯЦІЯ ЖИРОВОГО ОБМІНУ.**

В регуляції жирового обміну мають значення кора головного мозку (свідоме обмеження чи споживання жирів), гіпоталамус ( центр голоду та насичення), йод-вмісні гормони щитоподібної залози, інсулін, соматотропний гормон, гормони мозкової зони кори наднирників (адреналін).

Інсулін сприяє відкладанню жиру в жирових депо. Він сприяє синтезу жиру з вуглеводів. Соматотропний гормон та адреналін сприяють розпаду жиру.

**При руйнуванні вентромедіальних ядер гіпоталамуса розвивається тривале підвищення апетиту і збільшене відкладання жиру.**



Вживання кисню і звільнення тепла при окисленні різних речовин в організмі

Речовина що окислюється в організмі	При окисленні 1гр. харчових речовин		Звільнюється при вживанні 1л. кисню КДЖ (ккал)
	Звільнюється КДЖ( ккал)	Необхідно кисню в літрах	
білки	17,17(4,1)	0,966	19,26(4,60)
Жири	38,94(9,3)	2,019	19,64(4,69)
Вуглеводи	17,17(4,1)	0,830	21,14(5,05)

Співвідношення дихального коефіцієнту і калоричного еквіваленту кисню

	Дихальний коефіцієнт						
	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,0
Калоричний еквівалент кисню в КДЖ	19,619	19,841	20,101	20,356	20,616	20,871	21,173
Калоричний еквівалент кисню в ккал	4,686	4,739	4,801	4,862	4,924	4,985	5,057





## ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЯ

Людина постійно перебуває в процесі теплової взаємодії з навколишнім середовищем. Підтримання температури тіла людини одна із умов для підтримання нормальних фізіологічних процесів. Порушення теплового балансу може призвести до перегрівання або до переохолодження організму людини і, зрештою, до втрати працездатності, втрати свідомості та до теплової смерті.

**Забезпечення температурного балансу здійснюється механізмами теплоутворення (хімічною терморегуляцією, та фізичною терморегуляцією).**

**Знання фізіологічних основ терморегуляції необхідні при проведенні терапії чи профілактики відповідних дисфункцій у медичній практиці.**

**При зміні температури можуть розвиватися такі зрушення:** порушуються структура й функція білків; змінюється швидкість ферментативних реакцій; порушуються структура й функція нуклеїнових кислот; порушуються фізико-хімічний стан і функція ліпідів (основа мембран клітини). Зазначені зрушення призводять до зміни функцій і структур різних органів і систем. Для всіх гомойотермних тваринні межі верхньої, уже летальної, температури становлять 43—45 °С.

**Теплокрóвність (гомойотермія)** — це здатність організмів підтримувати постійну температуру тіла (термічний гомеостаз) незалежно від температури навколишнього середовища за рахунок регулювання швидкості обміну речовин.

**Пойкілотермія** - неспроможність підтримувати температуру тіла на стабільному рівні, її залежність від температури оточуючого середовища. При підвищенні або зниженні температури середовища за межі оптимальної пойкилотермії організми впадають у заціпеніння або гинуть.

Енергія в організмі утворюється в двох випадках:

- 1/ енергія основного обміну
- 2/ енергія, що утворюється при виконанні роботи.

В організмі теплоутворення необхідне:

- підтримка в нормі температури тіла - 36,5-36,9 С,
- створює оптимум для усіх фізіологічних функцій організму,
- створює оптимум для ферментативних процесів.

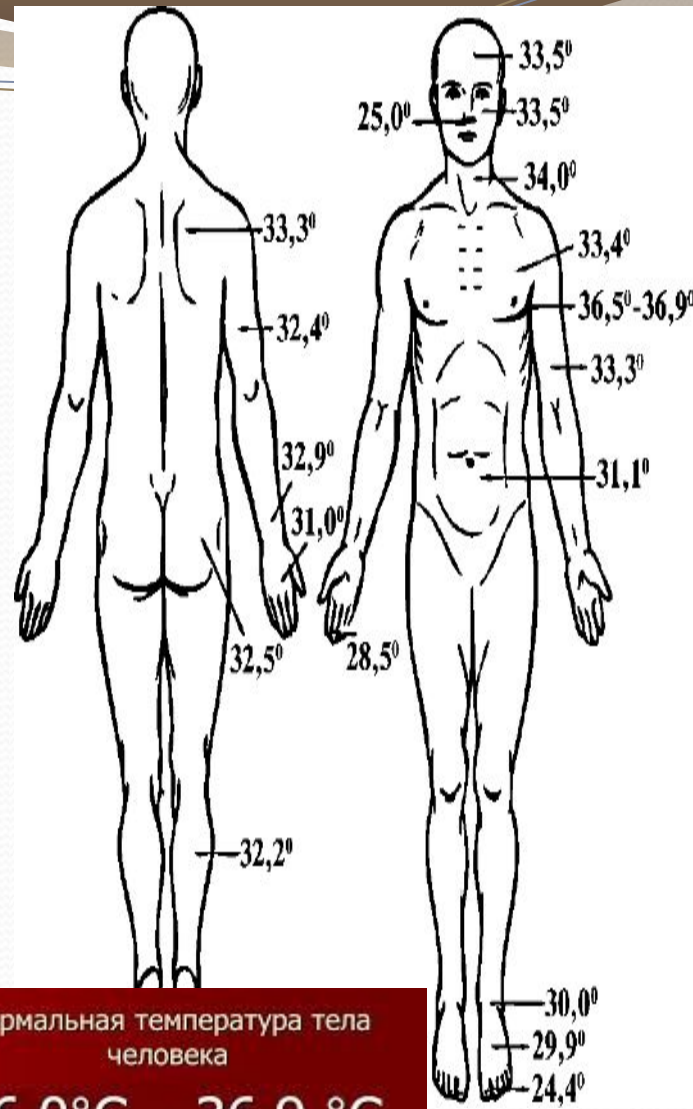
Людський організм - удосконалений термостат.

Протягом доби температура тіла може відрізнятись від середнього рівня: до 4-ї години вона знижується, а до 17-ї - піднімається. Найбільш високий рівень температури відмічається у денні часи між 12 і 16 годинами. Потім температура поступово знижується і біля 4 годин ночі досягає свого мінімуму – 36,0С після чого знову починає підніматися.

Розмах коливань може досягати 1 °С. Температура тіла жінок змінюється через ритм гормональної активності — менструальний цикл. У першій половині циклу вона приблизно на 0,5 °С нижча, ніж у другій (постовуляційній).

Температура тіла може змінюватися і залежно від вживання їжі, а також інтенсивності виконання м'язової роботи. Так, у спортсмена після двогодинного інтенсивного бегу (після подолання марафонської дистанції) температура ядра може збільшуватися до 40—41 °С.

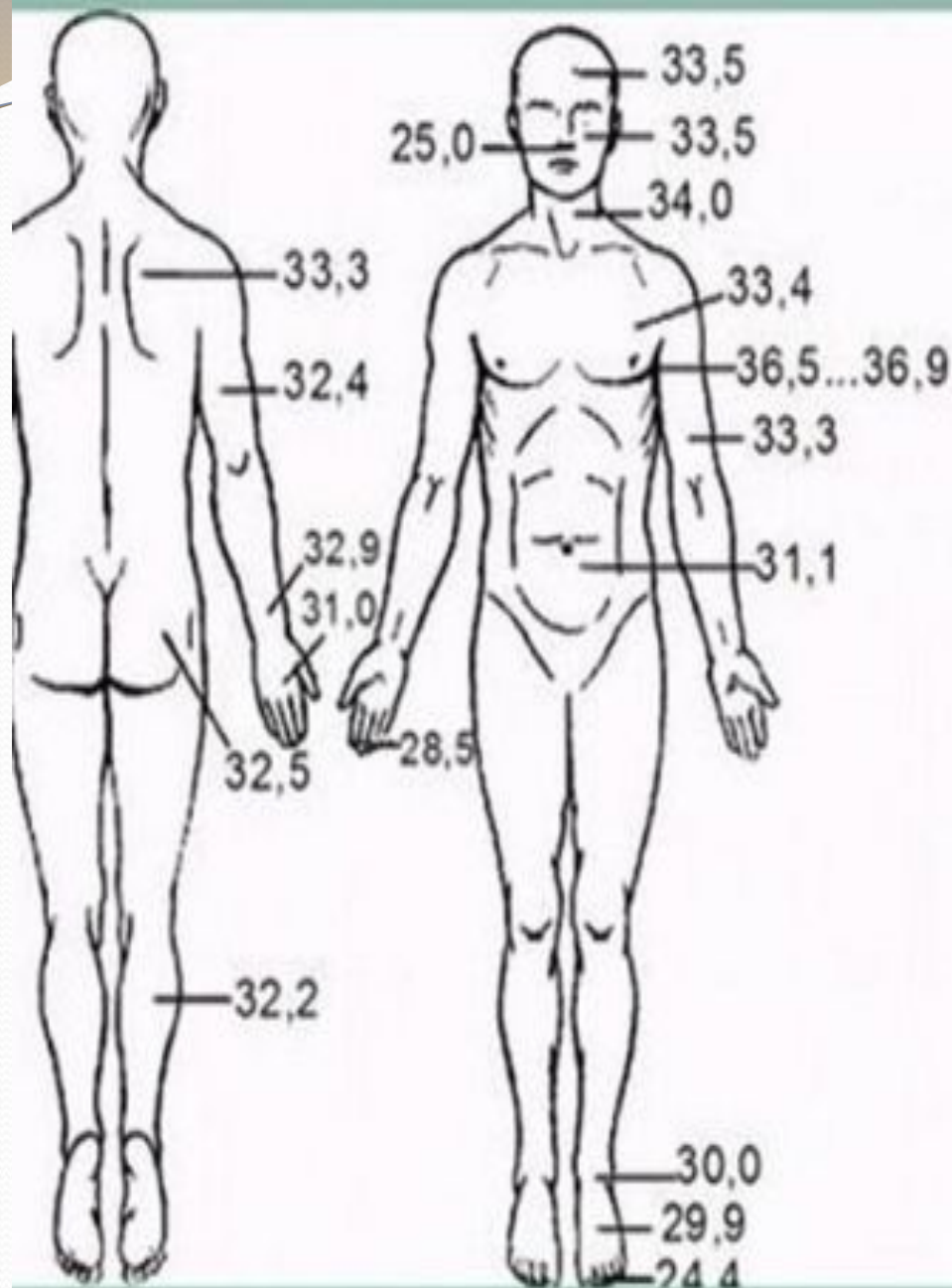
Поверхневі шари мають нижчу температуру, ніж глибокі. Кінцівки, особливо дистальні їх відділи, як правило, холодніші від тулуба.



Нормальная температура тела человека  
■ 36.0°C – 36.9 °C







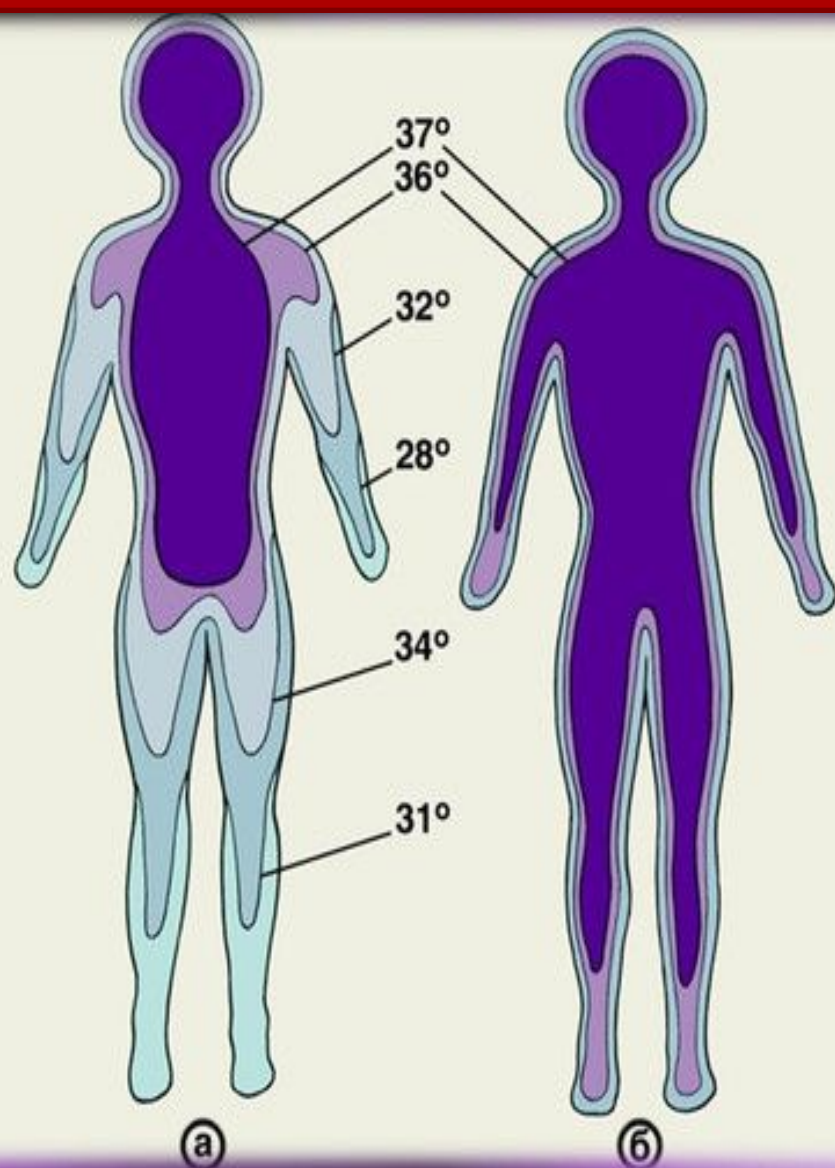
Температура печени +38 ... +38,5 град,  
 Температура в прямой кишке,  
 ректальная +37 ... +37,5 град,  
 Температура в подмышечной впадине  
 у здорового человека +36 ... +37 град,

Понижение температуры тела,  
 при которой возникает озноб,  
 не представляет опасности, до + 32

Понижение температуры тела,  
 при которой наступает кома,  
 нарушение сердечной деятельности  
 и дыхания, до + 27 град. С

Критическая температура тела  
 ниже + 25 град.С

## ДИАПАЗОН НОРМАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕЛА У ЛЮДЕЙ РАЗНОГО ВОЗРАСТА



°C	0-2 года	3-10 лет	11-65 лет	> 65 лет
Подмышечная	<b>34.7</b> <b>37.2</b>	<b>35.8</b> <b>36.6</b>	<b>35.1</b> <b>36.8</b>	<b>35.5</b> <b>36.3</b>
Оральная	—	<b>35.5</b> <b>37.5</b>	<b>36.4</b> <b>37.5</b>	<b>35.7</b> <b>36.9</b>
Ректальная	<b>36.6</b> <b>38.0</b>	<b>36.6</b> <b>38.0</b>	<b>37.0</b> <b>38.1</b>	<b>36.1</b> <b>37.3</b>
Тимпаническая	<b>36.3</b> <b>38.0</b>	<b>36.1</b> <b>37.7</b>	<b>35.8</b> <b>37.6</b>	<b>35.8</b> <b>37.5</b>
Внутренних органов	<b>36.3</b> <b>37.7</b>	<b>36.3</b> <b>37.7</b>	<b>36.7</b> <b>37.8</b>	<b>35.8</b> <b>37.1</b>



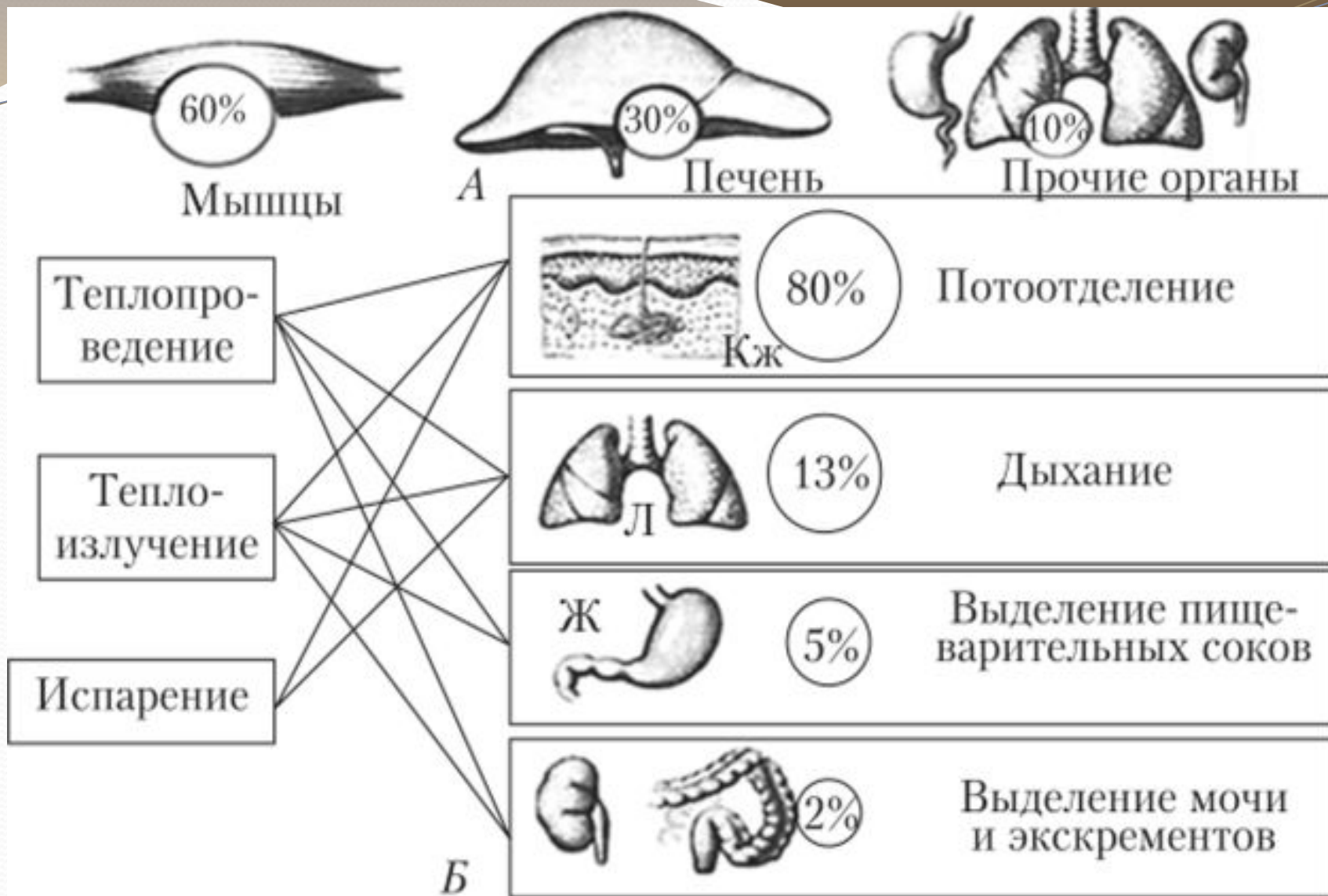
# Схема терморегуляции



А. В головном мозгу:

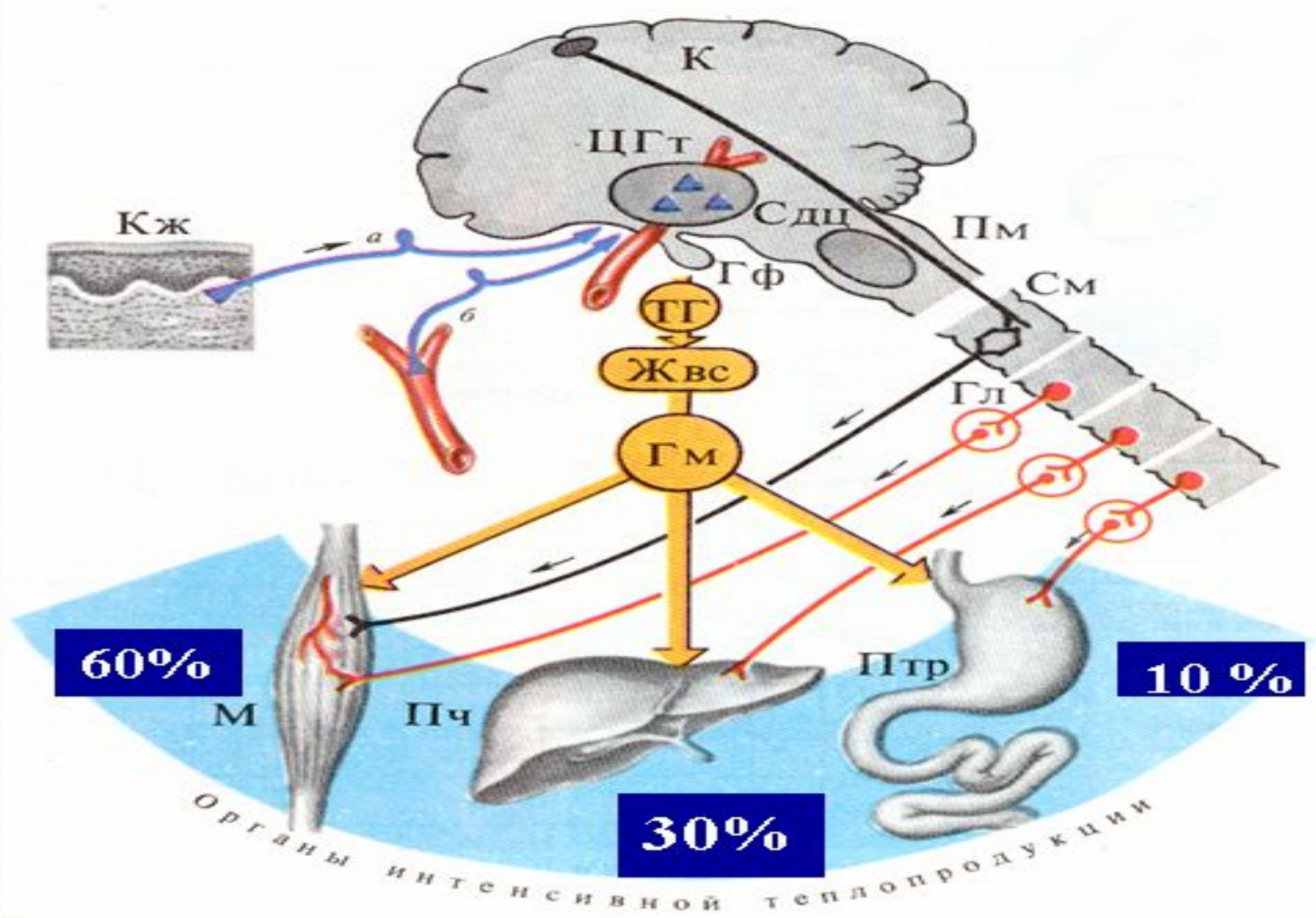
- 1 – ретикулярная формация.
- 2 – центр терморегуляции в гипоталамусе.
- 3 – таламус.
- 4 – кора головного мозга.

В схеме синим выделены сигнальные факторы, красным – органы, участвующие в процессах теплоотдачи, а желтым – в процессе теплопродукции.



*Примечание.* Теплопродукция — результат биохимических процессов, теплоотдача — результат физических процессов.







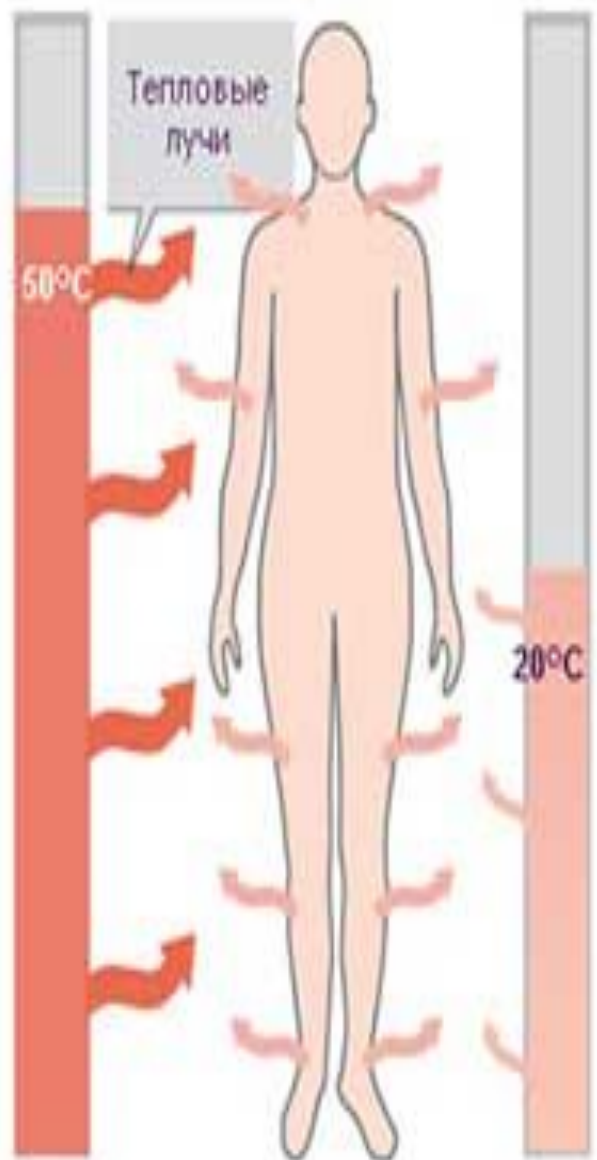


# МЕХАНІЗМИ ТЕМПЕРАТУРНОГО ГОМЕОСТАЗУ

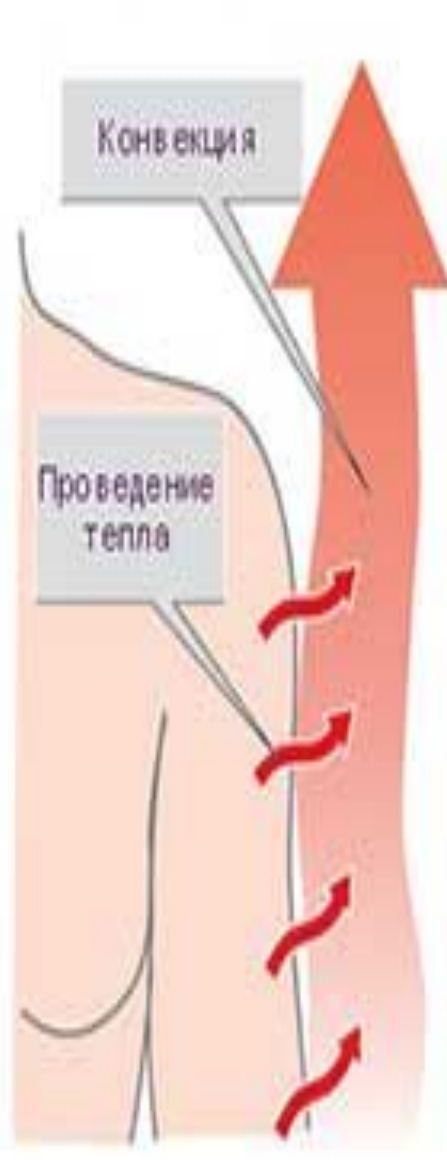


# МЕХАНИЗМЫ ТЕПЛОТДАЧИ

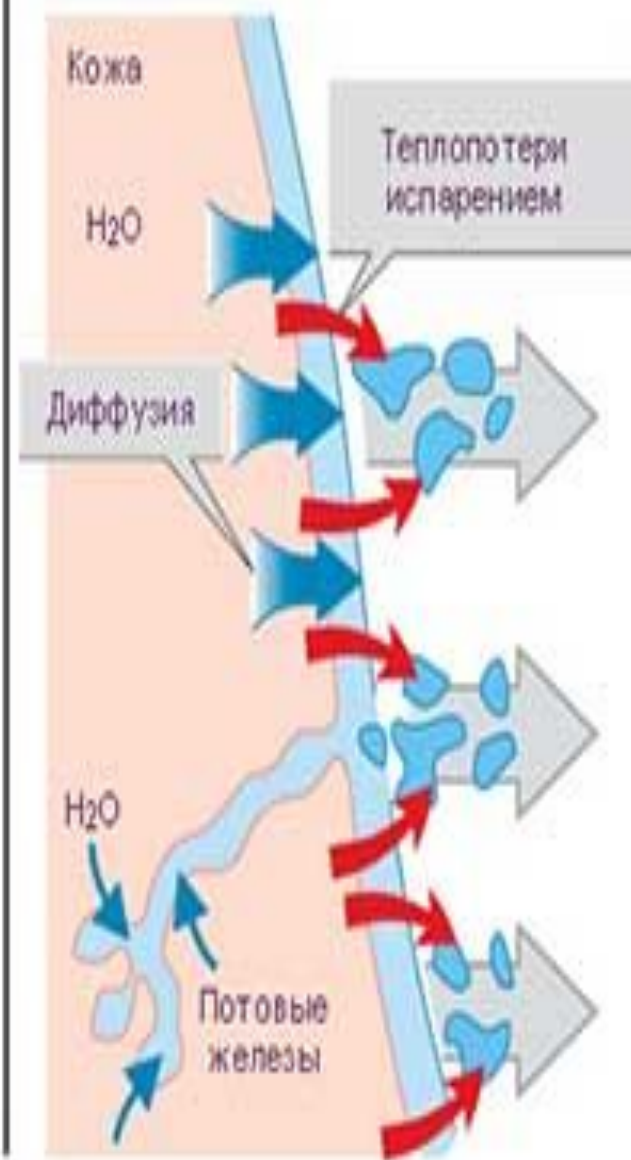
## Радиация



## Проведение и конвекция



## Испарение





# Хімічна терморегуляція (ТЕПЛОУТВОРЕННЯ)

Теплоутворення забезпечують:

1. Внутрішні органи, найбільше з них печінка, товста кишка реакції окиснення (розщеплення жирів і вуглеводів), що перебігають із виділенням теплової енергії – джерело теплової енергії
2. Скелетна мускулатура постачальник тепла при інтенсивній роботі, найменше тепла продукується в холодніших частинах тіла (кистях рук і стопах ніг)
3. Кров, що має високу теплоємність, основний переносник тепла в організмі людини (нагрівається в «гарячих» органах і переносить тепло до менш розігрітих)

**Механізми хімічної терморегуляції.**

Теплова енергія в організмі людини утворюється внаслідок **обмінних процесів** (обміну речовин :1г жирів - 9,3 ккал, білків- 4,1 ккал, вуглеводів- 4,1 ккал).

Найінтенсивніший обмін речовин у печінці та працюючих м'язах. Тому кров, що відтікає від органів, як правило, має вищу температуру, ніж та, що притікає.

**Скоротливий термогенез** - утворення теплової енергії у м'язах, що скорочуються.

**3. Тремтіння**- утворення теплової енергії під час тремтіння м'язів ( в холодному помешканні; на вулиці, коли людина вдягнена не по погоді)

При тремтінні скорочення м'язових волокон повністю спрямовані на збільшення теплотворення, тоді як при звичайних рухах частина енергії витрачається на переміщення тіла в просторі, підтримку пози.

Виділення тепла реакцій окиснення в клітинах активних скелетних м'язів (70 %), печінки (20 %), мозку (16 %), серця (11 %), на шкіру припадає лише 2 %.

# Фізична терморегуляція (ТЕПЛОВІДДАЧА)

Тепловіддача є найбільш інтенсивною в тих органах, які найбільш поверхово розміщені і обумовлена фізичними процесами теплопроведення, конвекції, радіації, випаровування.

## Механізми фізичної терморегуляції.

**Теплопроведення**- спосіб віддачі тепла від нагрітого тіла оточуючим **предметам**, з якими організм **контактує**. Наприклад: віддачі тепла від нагрітого тіла одяжі, подушці, стільцю тощо. При цьому швидкість перенесення тепла від більш нагрітого тіла до менше нагрітого предмета визначається температурним градієнтом і їх теплопровідністю. Тепловіддача шляхом теплопроведення у 14 разів збільшується у воді.

**Конвекція**- спосіб віддачі тепла від нагрітого тіла **оточуючому повітрю**. Наприклад: віддачі тепла від нагрітого тіла повітряним масам, що оточують тіло при роботі вентилятора, віяла. На конвекцію припадає 12-15 % тепловіддачі. Контактуюче з поверхнею тіла повітря за наявності градієнта температур нагрівається. Нагріте повітря піднімається, вивільнює місце новим порціям повітря і тим самим забирає частину тепла. Інтенсивність природної конвекції може збільшуватись від додаткових рухів повітря (вітер, віяло вентилятор) або зменшуватись від одягу (синтетика, синтепон в куртках).

**Радіація (випромінювання тепла)** -спосіб віддачі тепла від нагрітого тіла оточуючим **предметам**, з якими організм **не контактує** (на відстані). Наприклад: віддачі тепла від нагрітого тіла холодним стінам підвалу, погребу тощою. На радіацію припадає до 66 % тепловіддачі. Радіація здійснюється за допомогою довгохвильового інфрачервоного випромінювання. Це також потребує градієнта температур, наприклад, між теплою шкірою і холодними стінами.



**4. Випаровування** - спосіб віддачі тепла від нагрітого тіла шляхом **випаровування води з потом, через потові залози. З 1 мл поту людина втрачає 0,58-0,62 ккал тепла.** Як мінімум виділяється і випаровується 500 мл поту. При кімнатній температурі в стані спокою тілом оголеної людини близько 20 % тепла віддається за рахунок випарювання поту. **Умови потовиділення ( висока температура оточуючого середовища та низька вологість ( наприклад в сауні).**

**5. Перспірація** -спосіб віддачі тепла **нагріванням видихуваного повітря** (додатково пара видаляється під час частого дихання у спекотну погоду) та **випаровування води з поверхні альвеол.**

**Найбільше тепла віддає шкіра, менше — легені, періодичні втрати тепла відбуваються разом з виділенням калу і сечі.**

Теплопроведення, конвекція і випромінювання — пасивні шляхи тепловіддачі, що ґрунтуються на фізичних законах і ефективні лише при збереженні позитивного температурного градієнта. Що менша різниця температури між тілом і довкіллям, то менше тепла віддається. При рівнозначності або при вищій температурі довкілля відбувається зворотне —

нагрівання тіла. У цих умовах організм має лише один механізм віддачі тепла, пов'язаний із процесами потовиділення і потовипарювання. При цьому застосовуються як фізичні закономірності, зумовлені необхідністю витрачання енергії на процес випаровування, так і біологічні — потовиділення.

**Механізм тепловіддачі за підвищеної температури:** кровоносні судини розширюються, до шкіри надходить більше крові, тепловіддача збільшується; виділяється більше поту.

**Механізм тепловіддачі за низької температури:** кровоносні судини звужуються, до шкіри надходить менше крові, тепловіддача зменшується; зменшується виділення поту.

**Гусяча шкіра** — одна із захисних реакцій організму, яка зменшує віддачу тепла через шкіру (утворює прошарок теплого повітря між шкірою і волоссям).

Пути теплоотдачи:

● Излучение – 55-65%

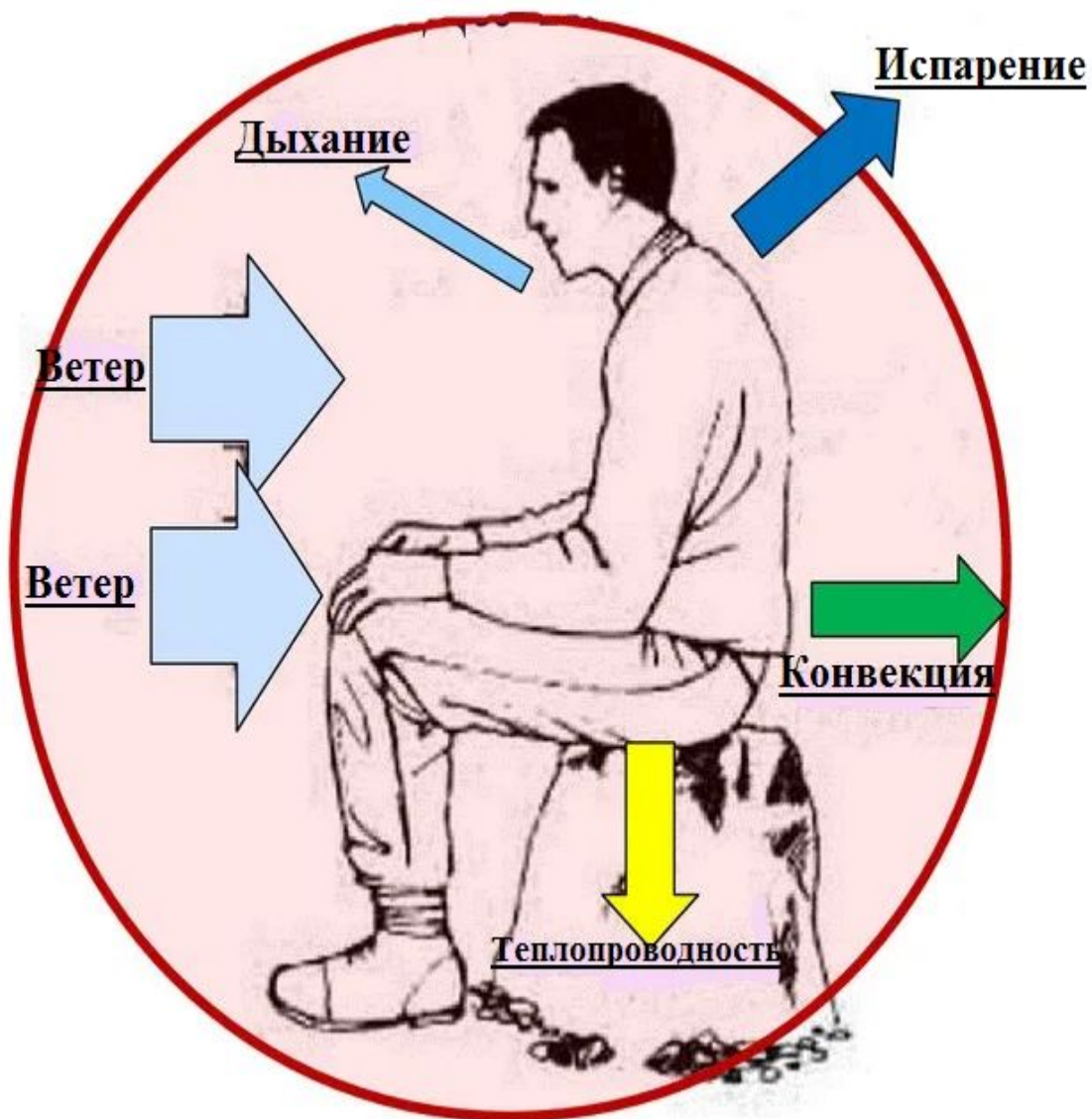
● Кондукция

*Отдача тепла предмету*

● Конвекция

*Отдача тепла в воздух*

● Испарение





**ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЯ ОРГАНІЗМУ** – врівноваженість процесів теплоутворення і тепловіддачі в організмі для підтримання відносно сталої температури тіла (процес регуляції температури тіла). При зниженні температури навколишнього середовища збільшується вироблення тепла організмом і зменшується тепловіддача, а при підвищенні температури навколишнього середовища зменшується вироблення тепла і зростає тепловіддача.

Стала температура тіла - показник взаємної узгодженості процесів теплоутворення і тепловіддачі.

Порушення механізмів терморегуляції спричиняє перегрівання або переохолодження організму, яке залежить від температури довкілля.

Органи, залучені до процесу терморегуляції: печінка, шкіра, м'язи, легені, кровоносна, нервова, сечовидільна, травна системи, також важливу роль відіграють кровоносні судини шкіри й потові залози.

## МЕХАНІЗМИ ТЕМПЕРАТУРНОГО ГОМЕОСТАЗУ





У стані максимального спокою енергетичний обмін змінюється під дією температурних факторів. При температурі  $20^{\circ}\text{C}$  обмін збільшується через збільшення тепловіддачі. При температурі вище  $20^{\circ}\text{C}$  організм вмикає додаткові механізми: збільшується тепловіддача, а теплоутворення стає меншим. Для роздягнутої людини температура комфорту складає  $28^{\circ}\text{C}$ .

Теплопровідність, конвекція і випромінювання є пасивними шляхами тепловіддачі, які ґрунтуються на законах фізики – тепловіддача здійснюється лише тоді, коли температура поверхні тіла більша за температуру навколишнього середовища. При однаковій температурі, або при вищій температурі навколишнього середовища згадані шляхи не тільки не ефективні, але й може відбуватися нагрівання тіла. У цих умовах спрацьовує лише один механізм тепловіддачі – шляхом випаровування поту (для випаровування 1 мл поту витрачається 0,58 ккал).

В основі хімічної та фізичної терморегуляції лежать рефлексорні реакції, пов'язані з центром терморегуляції розташовано в гіпоталамусі.

У ретикулярній формації середнього мозку й у спинному мозку є центральні терморцептори, які сприймають коливання температури тіла.

Гуморальна регуляція забезпечується гормонами гіпофізу, щитоподібної залози й наднирників.

Головну роль у регуляції процесів тепловіддачі відіграють зміни кровопостачання шкіри. Звуження судин сприяє меншому надходженню тепла від ядра до оболонки й збереженню його в організмі. При розширенні судин шкіри її температура може збільшуватися на  $7-8^{\circ}\text{C}$ , при цьому збільшується й тепловіддача.



# МЕХАНІЗМИ ТЕМПЕРАТУРНОГО ГОМЕОСТАЗУ



## Температуру тіла контролюють терморецептори.

За місцем розташування вони є периферичні (розміщені в шкірі периферичні рецептори мають два типи рецепторів — теплові й холодкові) і центральні (в преоптичній ділянці гіпоталамуса).

Вони здатні розрізняти різницю температури крові, що тече через мозок, у  $0,011\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Деяка кількість терморецепторів знаходиться у шийно-грудному відділі спинного мозку, м'язах, абдомінальній ділянці. Ці рецептори контролюють температуру ядра.

Між центральними й периферичними терморецепторними існує антагонізм, реципрокні взаємодії, що забезпечуються структурами центру терморегуляції.

Так, в умовах активації шкірних холодкових рецепторів судини звужуються, і утворення тепла посилюється. Цьому перешкоджають внутрішні теплові рецептори.

Навпаки, підвищення температури тіла під час фізичної роботи, збуджуючи внутрішні теплові рецептори, запускає процеси тепловіддачі за рахунок розширення судин, потовиділення.

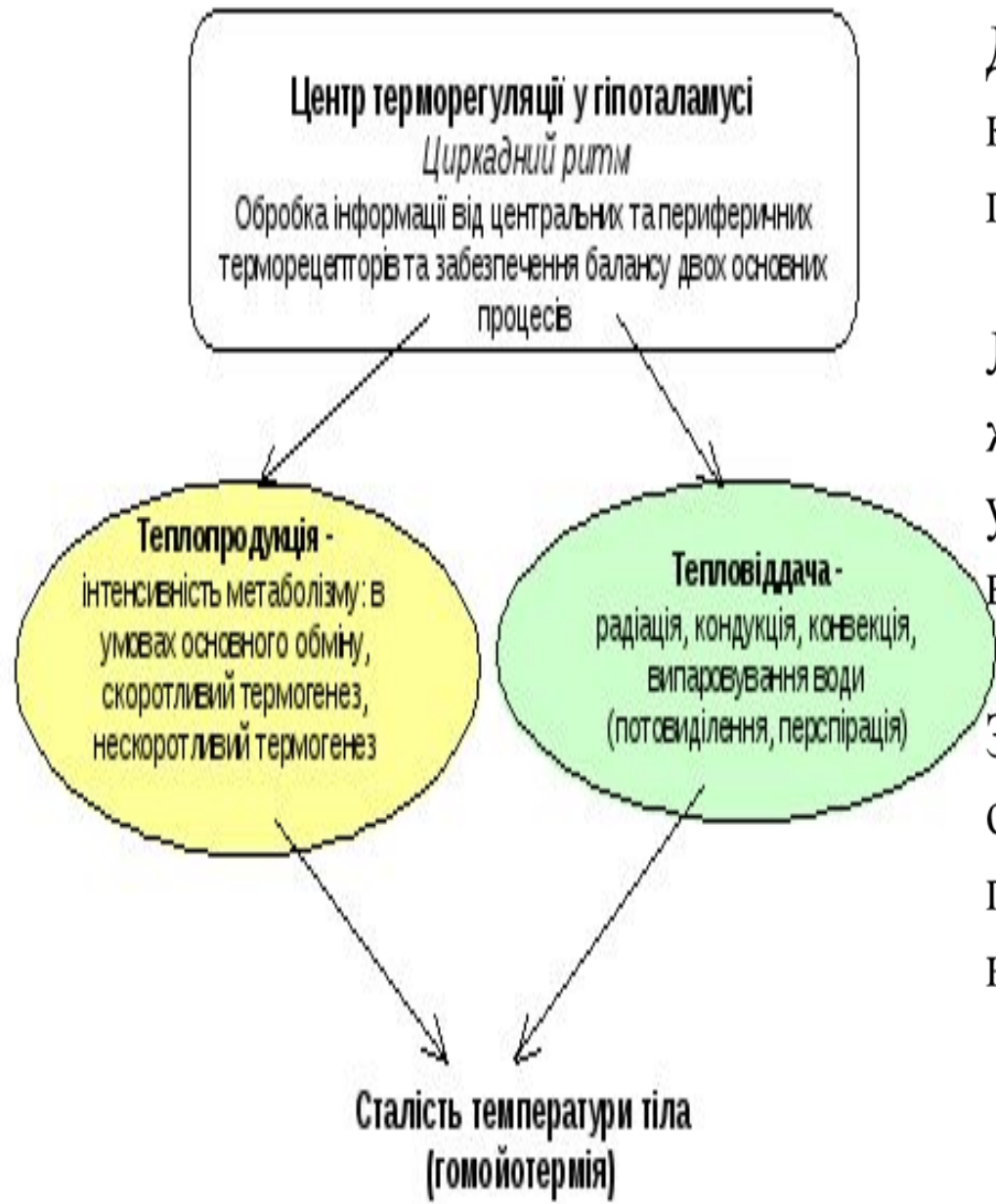
Відчуття печіння від дотику до занадто гарячого предмета виникає під дією температури понад  $45\text{ }^{\circ}\text{C}$  (тільця Руфіні) у волокнах, що йдуть від теплових рецепторів, імпульсація виникає під дією температури в діапазоні від  $20$  до  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  і вище.

Волокна холодкових рецепторів активні в діапазоні  $10\text{—}40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , але частота імпульсації в них найбільша при температурі  $34\text{—}20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Для створення **відчуття температурного комфорту** дорослої людини в легкому одязі у спокійному положенні сидячи необхідні: однакова **температура стін і повітря, на рівні  $25\text{—}26\text{ }^{\circ}\text{C}$ , і  $50\%$  вологості.**

Будь-яка зміна зазначених умов зумовить подразнення відповідних рецепторів і включення механізмів терморегуляції.





Діяльність центру терморегуляції контролюється корою великих півкуль ГОЛОВНОГО МОЗКУ.

Людина усвідомлено знімає одяг, коли їй жарко, й одягається, коли відчуває холод, у спеку менше рухається, щоб вироблялось менше власного тепла.

За нормалізації температури центр отримує сигнал від терморецепторів про припинення роботи, і судини приходять у норму.

## **Центр терморегуляції Гіпоталамуса**

У передніх відділах гіпоталамуса (медіальна преоптична ділянка) розміщено нейрони **центра тепловіддачі**. Вони отримують сигнали від периферичних терморецепторів і порівнюють їх з рівнем активності центральних терморецепторів і “заданого значення” температури.

**Центр теплопродукції**, пов’язаний з ефекторами розміщений у задньому відділі гіпоталамуса. Ці нейрони через симпатичні нерви впливають на кровоносні судини, потові залози, метаболізм.

При зниженні температури середовища нижче від комфортної інформація від холодкових рецепторів надходить у передній відділ гіпоталамуса. Звідси сигнали передаються в задній відділ, що за допомогою симпатичних нервів підвищує тонус шкірних і підшкірних кровоносних судин. Звуження судин, знижуючи шкірний кровотік, забезпечує збереження тепла. Якщо цього замало, підключаються нові механізми терморегуляції.

**Структури заднього відділу гіпоталамуса** активують також і систему регуляції м’язового тону (теплорегуляційний тонус, тремтіння). При підвищенні температури відбувається зниження імпульсації периферичних холодкових рецепторів і зменшення тону еферентних структур гіпоталамуса. Зниження симпатичного судинозвужувального впливу сприяє розширенню шкірних судин (посилюється тепловіддача).

При різкому підвищенні зовнішньої температури або енергоутворення активуються особливі структури симпатичної нервової системи, що стимулюють утворення поту через холінергічні нервові волокна. При цьому пригнічується активність скелетних м’язів.

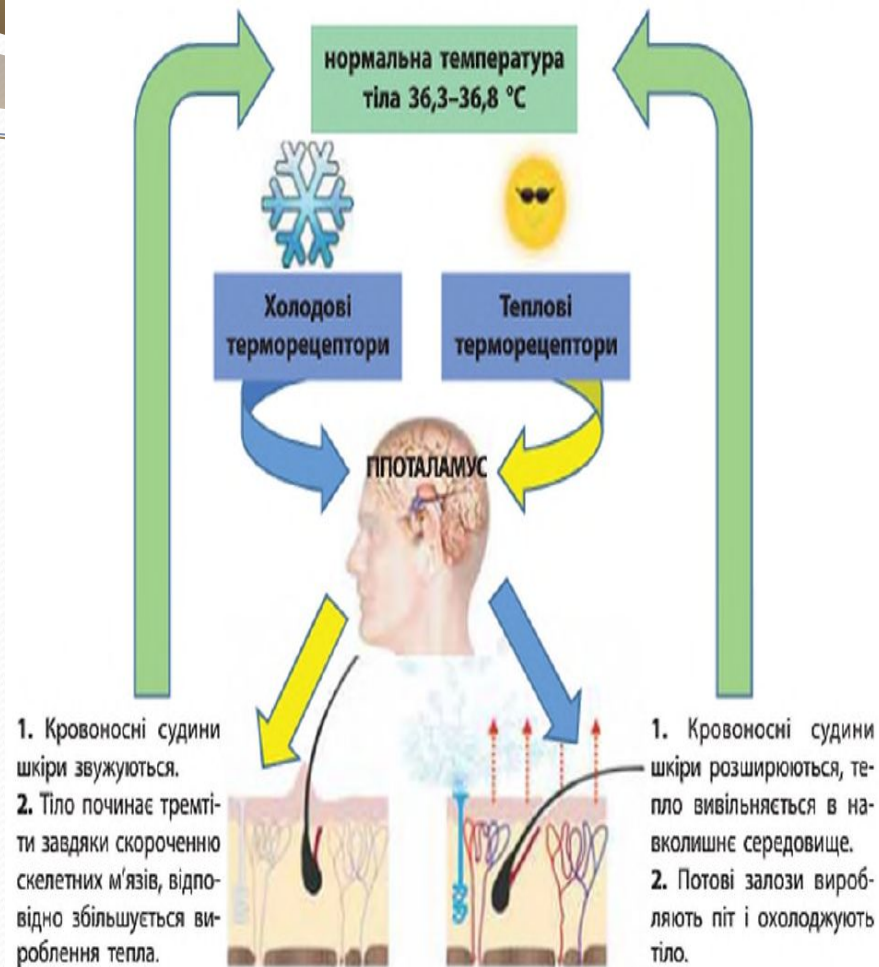


**Нервова терморегуляція організму при високих та низьких температурах**  
Центр терморегуляції в гіпоталамусі містить центр теплоутворення та центр тепловіддачі, і підпорядкований корі великих півкуль.

**Від рецепторів тепла** імпульси передаються в центр тепловіддачі-імпульси до потових залоз-збільшення потовиділення, розширення артеріол шкіри для надходження теплоносія крові до шкіри та передачі тепла у повітря, зниження обміну речовин для зменшення утворення тепла, втома та пригнічення активності.

**Від рецепторів холоду** імпульси передаються в центр теплоутворення- імпульси до м'язів - тремтіння м'язів для теплоутворення+«гусяча шкіра» - зменшення виділення тепла, звуження артеріол шкіри для обмеження надходження теплоносія (крові) до шкіри, стимуляція обміну речовин для утворення енергії, гальмування потовиділення.

Відділи центральної нервової системи також дають команди на утворення автоматичних підсвідомих захисних рефлексів (наприклад, відсмикування руки від гарячого предмета, «гусяча» шкіра на холоді тощо).



# Нервова терморегуляція організму при високих та низьких температурах



1. Кровоносні судини шкіри звужуються.
2. Тіло починає треміти завдяки скороченню скелетних м'язів, відповідно збільшується вироблення тепла.

1. Кровоносні судини шкіри розширюються, тепло вивільняється в навколишнє середовище.
2. Потові залози виробляють піт і охолоджують тіло.



**Теплорегуляція в умовах низьких температур.** Загроза переохолодження в збільшеній тепловіддачі. Збільшується конвекція, яка залежить від величини охолоджуваної поверхні і **різниці температур** між поверхнею тіла та навколишніми предметами (повітрям). **Має значення також швидкість руху повітря. Радіація збільшується.** вона залежить від величини поверхні і від різниці температур тіла та стін. Випаровування не змінюється менше певного мінімуму воно не знижується. Спостерігається лише випаровування через легені (**перспірація**) - 300 ккал тепла. В середовищі з низькими температурами затрачене тепло компенсується за рахунок збільшення теплоутворення. При низьких температурах відбувається **збудження холодкових рецепторів шкіри і судин** - імпульси по **спино-таламічному тракту** йдуть до **гіпоталамуса** в його задню ділянку, що викликає адренергічний (симпатергічний) ефект. **що викликає звуження судин** шкіри, **зменшується тепловіддача за рахунок конвекції та радіації.**

**Активується гуморальна регуляція: адреналін, тироксин, простагландіни групи E, які викликають звуження судин.** Людина приймає позу, при якій зменшується поверхня тепловіддачі, відбувається перерозподіл крові (депонується у органах черевної порожнини, в артерії венозних анастомозах).

ГИПОТЕРМИЯ

Низкая температура тела стимулирует терморецепторы



В гипоталамус поступают сигналы

ГИПЕРТЕРМИЯ

Высокая температура тела стимулирует терморецепторы



В гипоталамус поступают сигналы

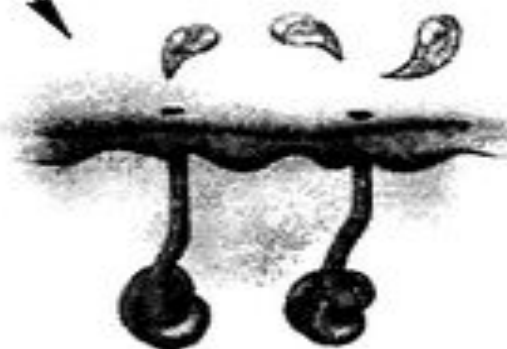


Сужение кровеносных сосудов кожи, вследствие чего уменьшается отдача тепла кожей



Расширение кровеносных сосудов кожи, приводящее к отдаче большого количества тепла

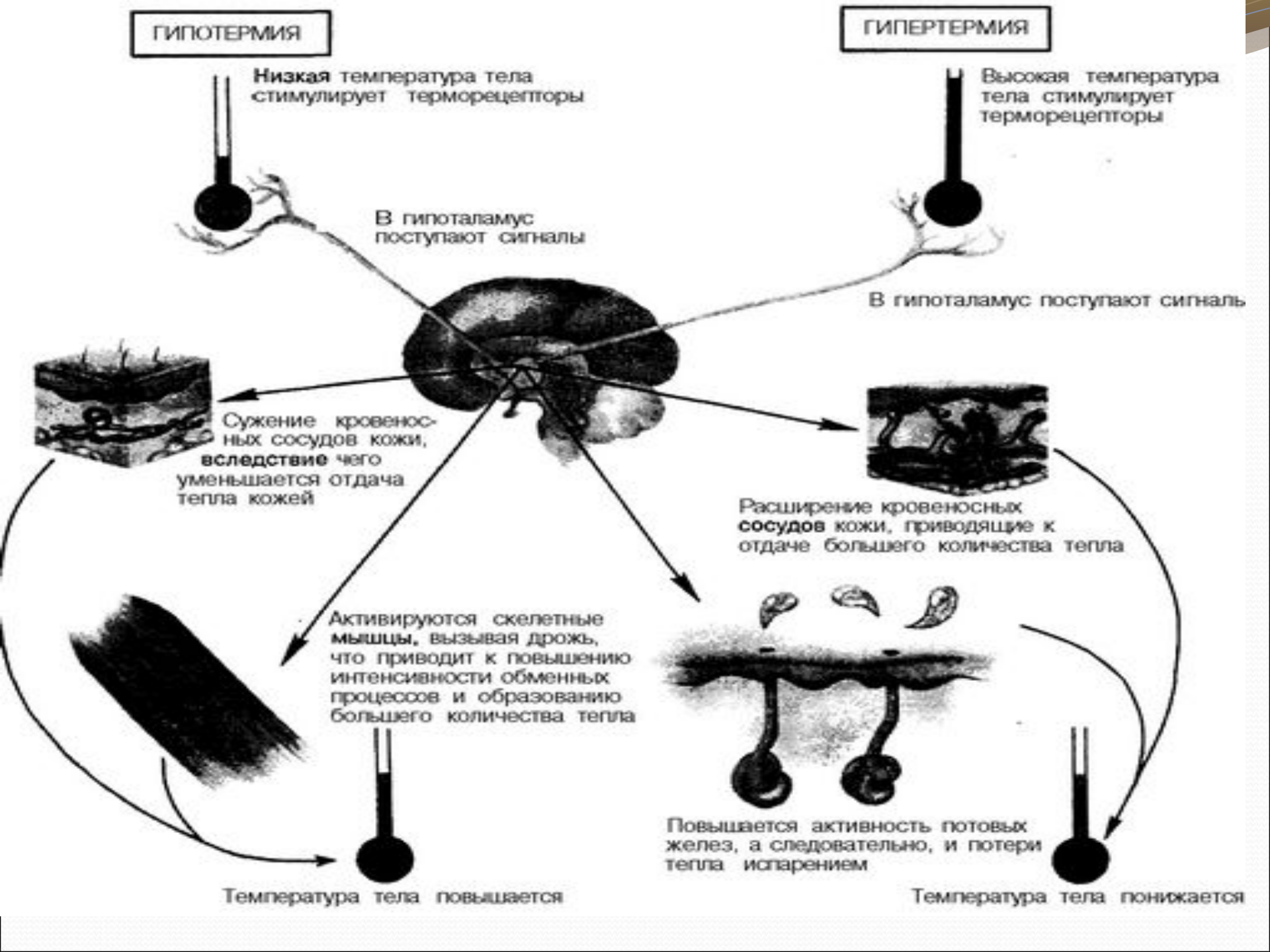
Активируются скелетные мышцы, вызывая дрожь, что приводит к повышению интенсивности обменных процессов и образованию большого количества тепла



Повышается активность потовых желез, а следовательно, и потери тепла испарением

Температура тела повышается

Температура тела понижается





Повышение температуры  
крови

Раздражение периферических  
терморецепторов

Центр терморегуляции

Центр теплопродукции

Центр теплоотдачи

Уменьшение теплопродукции:

1. Снижение синтеза гормонов щитовидной железы и надпочечников
2. Снижение интенсивности метаболических процессов

Повышение теплоотдачи:

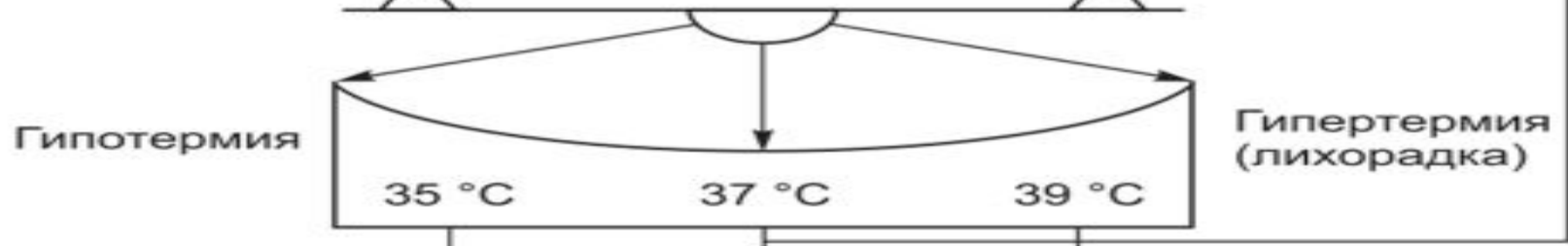
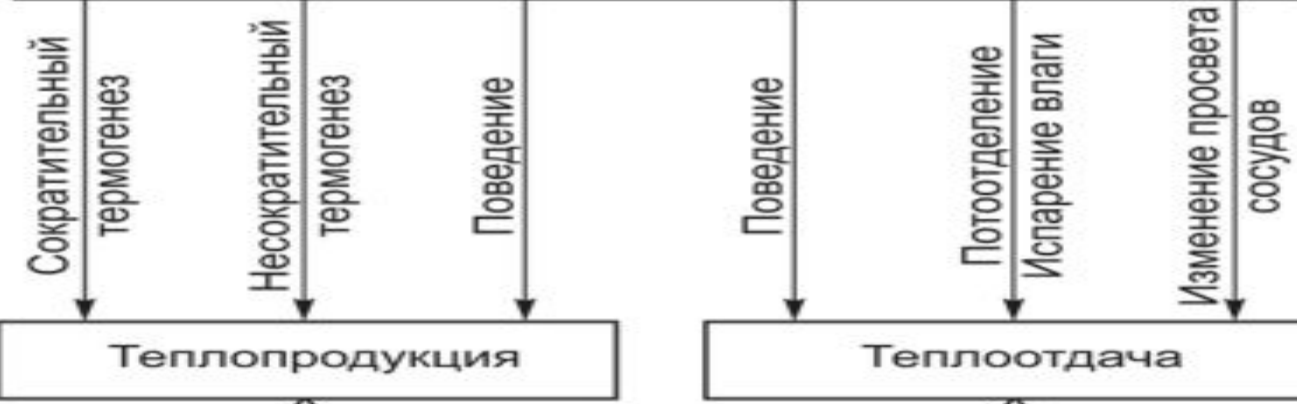
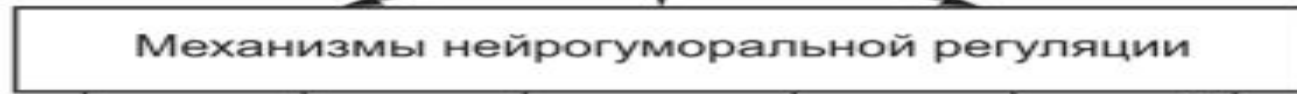
1. Снижение сосудистого тонуса и увеличение скорости кровотока через сосуды кожи
2. Повышение активности потовых желез

# Гуморальна терморегуляція організму.

На терморегуляцію впливають також залози внутрішньої секреції - щитоподібна та надниркові:

- Рефлекторна зміна роботи залоз внутрішньої секреції: щитоподібної залози, надниркових залоз і підшлункової залози.
- Зміна інтенсивності окисних процесів у клітинах.
- Гіпофіз змінює секрецію гормону щитоподібної залози, знижує або підвищує обмін речовин, коригує температуру тіла (наприклад, у стані гніву або страху в крові підвищується вміст адреналіну, що спричинює звуження судин шкіри і збільшення теплоутворення).





**Тепловые и холодовые рецепторы**  
(кожа, внутренние органы, ретикулярная  
формация, спинной мозг, гипоталамус)

↓  
**Центр теплопродукции (*ПГЕ<sub>2</sub>-медиатор*)**  
(задний гипоталамус)

↓  
**Центр теплоотдачи**  
(передний гипоталамус)

↓  
**Формирование установочной точки терморегуляции**

↓  
**Теплопродукция**

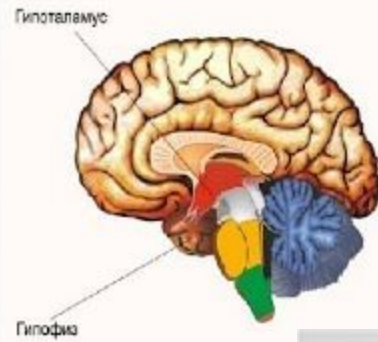
↓  
**Теплоотдача**

↓ ↓      ←      ↓      ↓      ↓      ↘  
**Мышцы Печень Излучение Конвекция Испарение Согрев.жидк.тела**

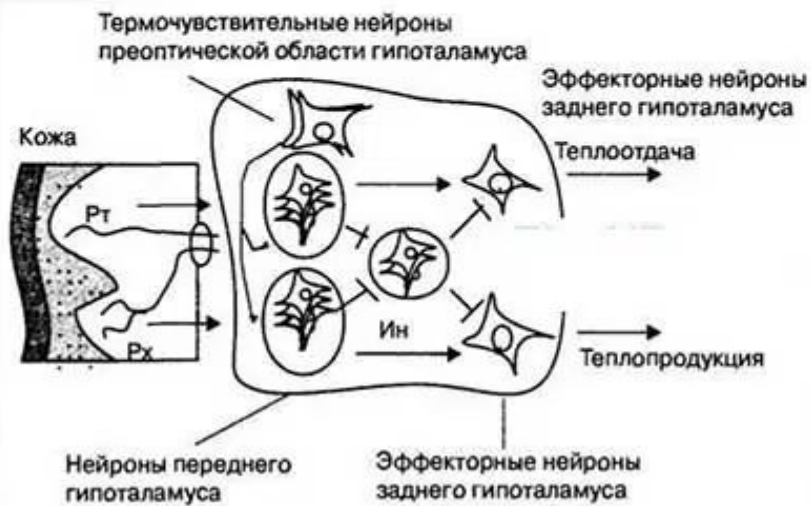
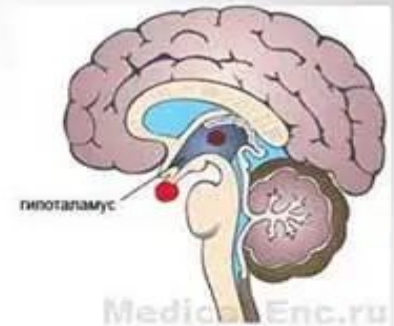
**Физические прием и отдача тепла в окружающая среду**



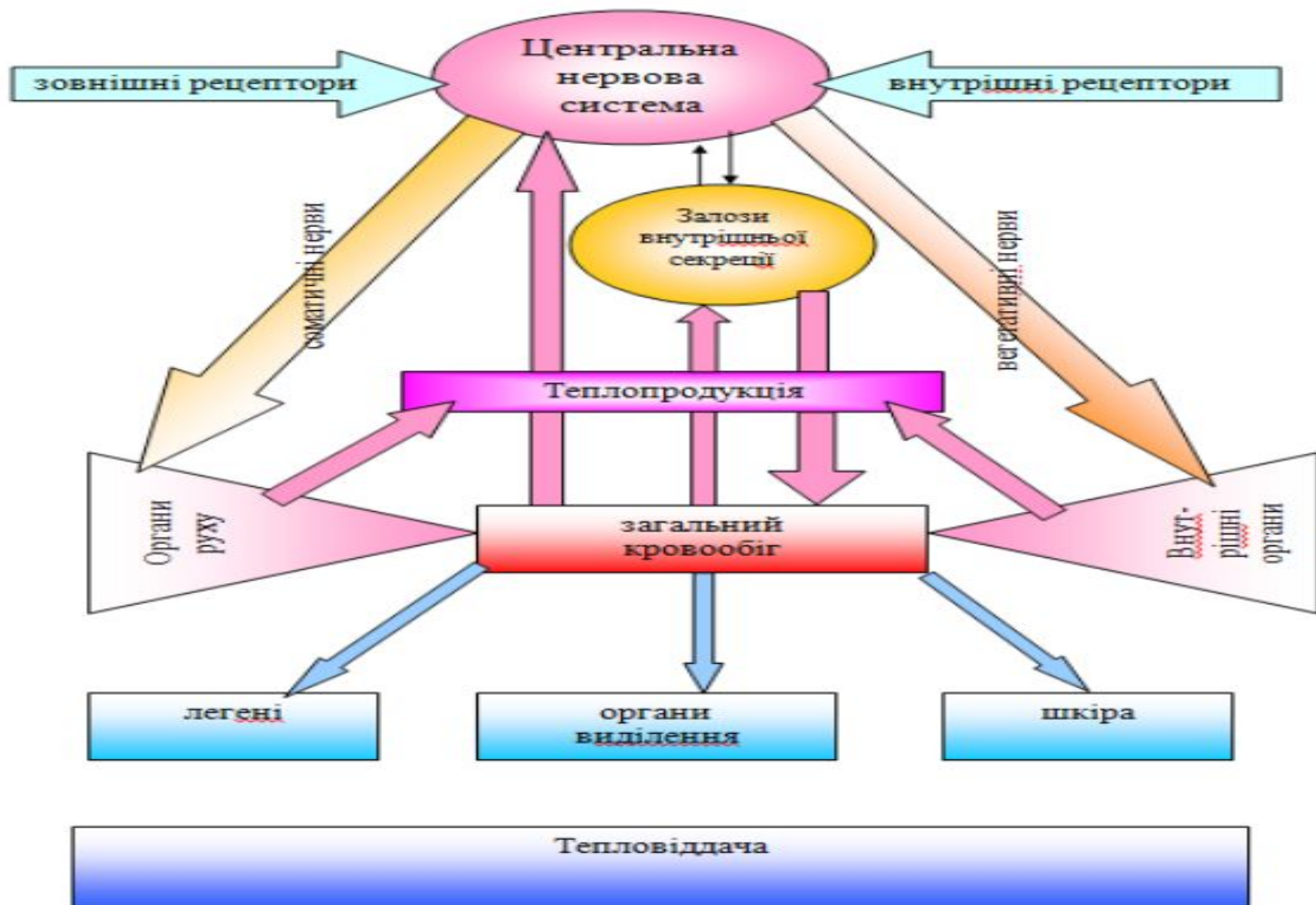
# Гипоталамус: Центр Терморегуляции



## Центр терморегуляции - гипоталамус



# СХЕМА РЕГУЛЯЦІЇ ТЕМПЕРАТУРИ ТІЛА





ЦНС

Веgetативна нервова система  
Симпатичний відділ

Соматомоторна нервова система

B-рецептори

Медіатор ацетилхолін.  
Подавляється атропіном

A-рецептори

Медіатор ацетилхолін.  
Подавляється кураре

Виконавчі ланки

Бурий жир

Судинно рухова система

Потові залози

Скелетні м'язи

Система довільних рухів

Реакція

Нескорочувальний термогенез

Теплоізоляція

Видалення поту

Скорочувальний термогенез

Поведінкові реакції

# Условия терморегуляции

## Благоприятствующие

- Сухой воздух.
- Умеренная температура среды.  
Чистота кожи.
- Правильно подобранная одежда

## Затрудняющие

- Высокая влажность воздуха.
- Низкая или высокая температура среды.
- Воздухонепроницаемая, слишком холодная одежда.





# Схема терморегуляции

Кора. Лимбическая система. Таламус

гипоталамус

Центры  
регуляции  
телопродукции

Центр  
регуляции  
теплоотдачи

Мотонейроны  
спинного  
мозга

Симпатические  
нейроны  
спинного  
мозга

Симпатические  
центры  
спинного  
мозга

Сосудо-  
двигательные  
центры

Скелетные  
мышцы

Гликогенолиз  
в скелетных  
мышцах  
и печени

Потовые  
железы

Симпатические  
нейроны  
спинного  
мозга

Липолиз  
бурого

брадикинин

ГМК  
сосудов