

**Лекция по нормальной физиологии для  
студентов 2-го курса 1-го и 2-го медицинского  
факультета, обучающихся по специальности  
«Лечебное дело»**

## **Энергетический обмен**

**Питание. Обмен веществ и энергии.  
Терморегуляция.**

# Функции пищевых веществ

- \* Пластическая - обеспечение процессов физиологической регенерации тканей.
- \* Энергетическая – обеспечение энергетических трат.
- \* Семантическая (**семантика – смысл**) – участие биологически активных субстратов пищи в обеспечении процессов жизнедеятельности. Это **ВИТАМИНЫ**, кофеин и другие подобные субстраты.
- \* {Эту функцию можно использовать для лечения!}

## Питание. Белки.

- \* Белки содержатся как в животной, так и в растительной пище. Они, как правило, используются для пластических процессов.
- \* Белки подразделяются на **полноценные** и **неполноценные**.
- \* Полноценными называют белки, содержащие полный набор **незаменимых аминокислот**. Называются так они в связи с тем, что эти аминокислоты либо вообще не могут образовываться в организме человека, либо образуются в явно недостаточном количестве.

## Пластические потребности в белках пищи

- \* Если для энергетических потребностей могут использоваться любые пищевые вещества (взаимозаменяемость), то пластические потребности должны восполняться только белками пищи. В силу этого существует понятие о **белковом минимуме** питания.
- \* Для людей незаменимыми аминокислотами являются: **лейцин, изолейцин, валин, метионин, лизин, треонин, фенилаланин, триптофан.**

# Белковый минимум и оптимум

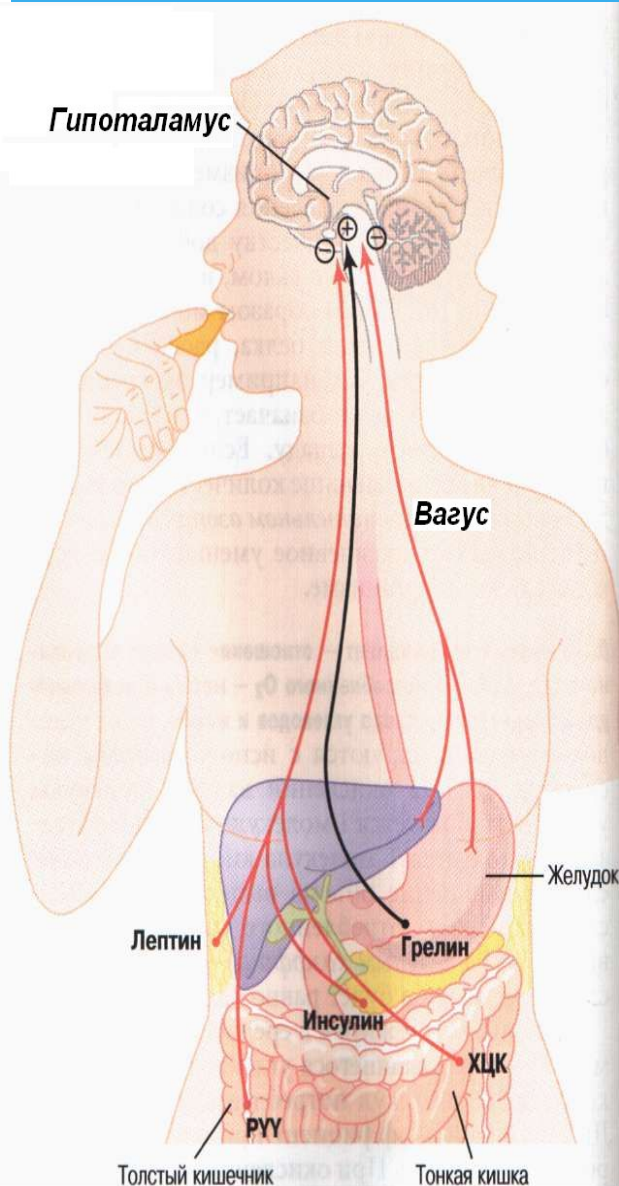
## Сколько белка нужно употреблять?

- \* Определить это можно по количеству выделяемых из организма метаболитов белкового обмена, что в пересчете на белок составляет 45-55 г в сутки для человека массой 70 кг. Это и составляет *белковый минимум*.
- \* **Оптимальное количество белка – 70 г.**

## Жиры и углеводы.

- \* Существует понятие и о **минимальной потребности жира**, определяемой наличием **незаменимых жирных кислот**. К незаменимым относятся некоторые ненасыщенные жирные кислоты, важнейшей из которых является линоленовая.
- \* Жиры используются для обеспечения как **пластических**, так и **энергетических** потребностей организма.
- \* Суточный минимум жиров составляет около **70 г**.
- \* Минимальное количество необходимых организму **углеводов** составляет **100-150 г** в сутки. В условиях активного образа жизни суточная потребность углеводов должна составлять около 400-450 г.
- \* Их главное назначение – **энергетические процессы**.

# Нервный центр \*



На нейроны гипоталамуса, участвующие в регуляции пищевого поведения, влияют многие гормоны и медиаторы ЦНС (**обратная связь с органами ЖКТ**).

Так, **норадреналин** активизирует пищевое поведение ( $\alpha$ -адренорецепторы); **дофаминергические** нейроны, напротив, угнетают.

К ингибиторам относятся также серотонин, ряд пептидных гормонов, поступающих в мозг или образующихся здесь (**ХЦК-ПЗ, ТРГ, эндорфины, инсулин**).



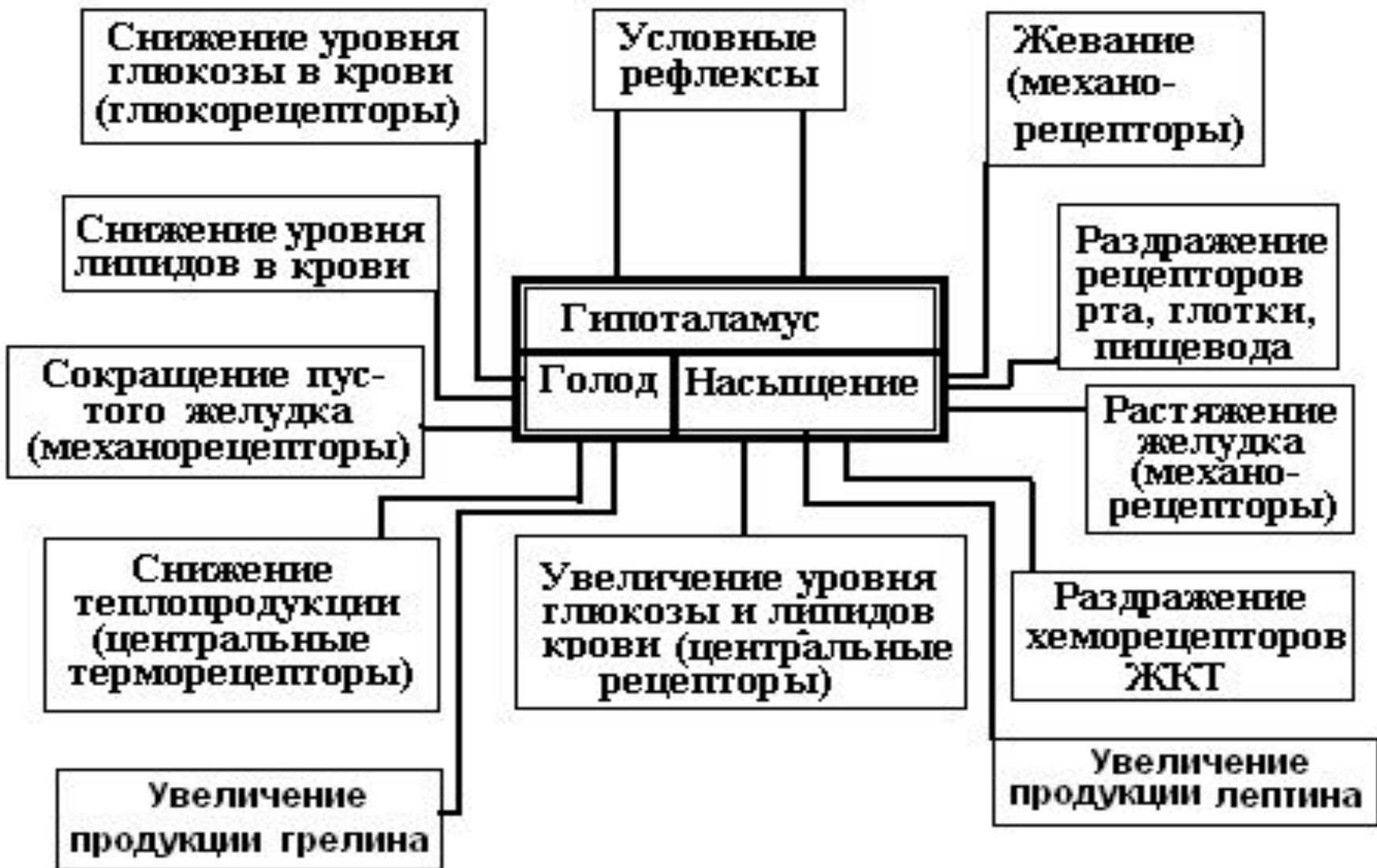
# Грелин и лептин - регуляторы питания

- \* В этом плане одну из ведущих ролей играет гормон **грелин**. Это пептид, вырабатываемый (вместе с соляной кислотой) обкладочными клетками желудка, воздействуя на указанные выше нервные центры, **вызывает чувство голода**. При голоде его концентрация в крови возрастает в 3-4 раза. Нарушение секреции грелина ведет к ожирению или, напротив, к истощению.
- \* Грелин в целом координирует энергетические потребности организма, а, взаимодействуя с **рецепторами мозга**, участвует в регуляции состояния и психики: при депрессии или стрессе аппетит человека повышается.

## «Самоконтроль» жира

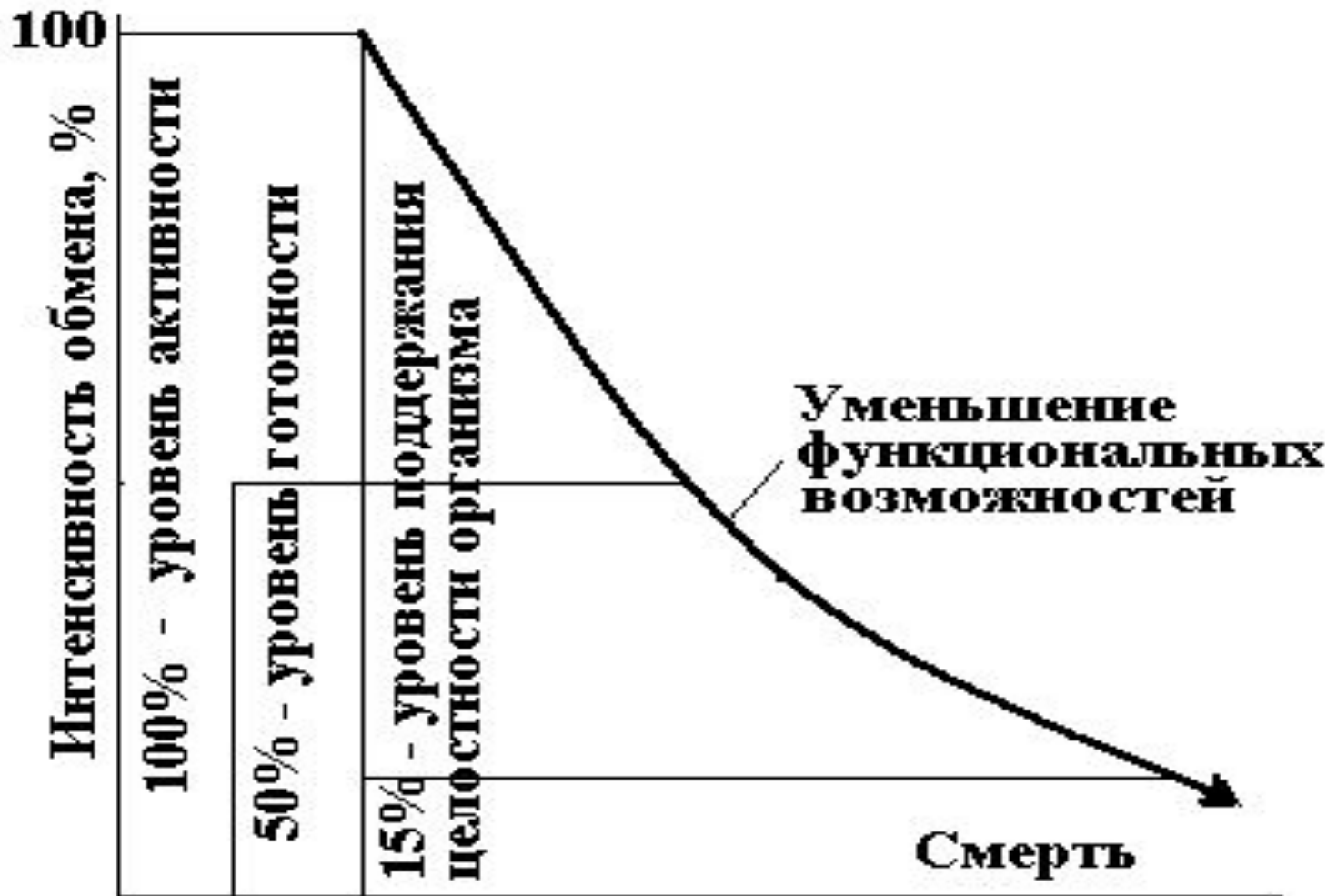
- \* Противоположным эффектом обладает полипептидный гормон – **лептин**. Он продуцируется **адипоцитами** жировой ткани и одним из его эффектов является влияние на **центры гипоталамуса**, под влиянием чего снижается аппетит.
- \* Лептин является одним из важнейших механизмов контроля жировой массы тела и тем самым энергетического баланса организма.

# Комплекс механизмов, отвечающих за возникновение чувств голода и насыщения



# ОБМЕН ВЕЩЕСТВ.

## Метаболические состояния клеток



## Метаболические состояния клеток.

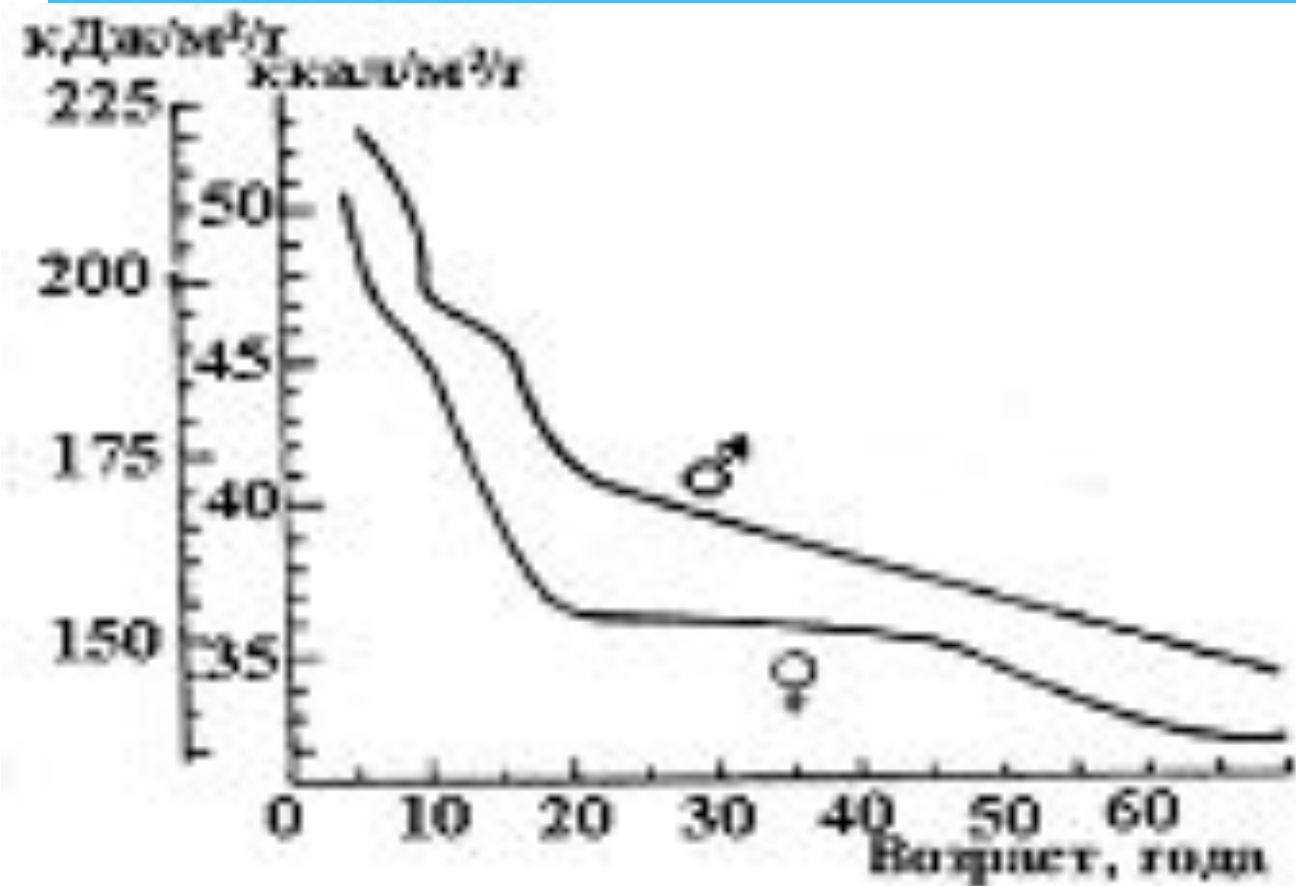
- \* Уровень **активности** - интенсивность обменных процессов при выполнении специфической функции клетки (секреция, сокращение мышечных и т.д.).
- \* Уровень **готовности** - тот уровень метаболизма, который неактивная в данный момент клетка должна поддерживать для того, чтобы в любой момент быть готовой начать функционировать.
- \* Уровень **поддержания целостности** - тот минимум, который достаточен для сохранения клеточной структуры. Для последнего необходимо сохранить в клетке не менее 15% энергии уровня активности.

## **Основной обмен организма**

- \* Суммарная интенсивность обменных процессов, измеренная в условиях покоя, характеризует **основной обмен**.
- \* При определении величины основного обмена необходимо соблюдать следующие условия:
  - \* 1) утром,
  - \* 2) натощак,
  - \* 3) при состоянии физического и психического покоя, лежа,
  - \* 4) температурный комфорт (25 - 26°C).
- \* За основу уровня основного обмена здорового молодого человека может быть взята величина 1300 - 1700 ккал/сутки или – 1 ккал/кг/час.

# Возрастные и половые особенности основного обмена

В любом возрасте основной обмен у женщин ниже, чем у мужчин.



Группа интенсивности труда	Возраст, лет	Потребность в энергии			
		Мужчины		Женщины	
		кДж	ккал	кДж	ккал
1	18-29	11715	2800	10042	2409
	30-39	11297	2700	9623	2300
	40-59	10669	2500	9205	2200
2	18-29	12552	3000	10669	2550
	30-39	12133	2900	10950	2450
	40-59	11506	2750	9832	2350
3	18-29	13388	3200	11296	2700
	30-39	12970	3100	10878	2600
	40-59	12342	2950	10460	2500
4	18-29	15480	3700	13179	3150
	30-39	15062	3600	12761	3050
	40-59	14434	3450	12133	2900
5	18-29	17991	4300	-	-
	30-39	16154	4100	-	-
	40-59	16317	3900	-	-

**В норме  
общий  
обмен**

ЗАВИСИТ  
главным  
образом от  
физической  
активности  
человека.



# Метод непрямой калориметрии

\* Для определения уровня обмена веществ чаще всего используются способы **непрямой калориметрии**. При этом вначале определяется количество **поглощаемого  $O_2$**  и **выделяемого  $CO_2$** . Зная их объемы можно определить дыхательный коэффициент: отношение выделенного  $CO_2$  к поглощенному  $O_2$ :

\*  $DK = vCO_2 : vO_2$

\* **DK при окислении:**

жиров - 1,0;

углеводов - 0,7;

белков - 0,8.

# Дыхательный коэффициент и уровень обмена веществ

- \* 1. По величине дыхательного коэффициента можно косвенно судить (используя соответствующие таблицы) об окисляемом продукте, так как в зависимости от этого выделяется различное количество тепла. Так, при **окислении глюкозы выделяется 4,0 ккал/г тепла, жиров - 9,0 ккал/г, белков - 4,0 ккал/г** (эти величины характеризуют энергетическую ценность соответствующих пищевых веществ).
- \* 2. А, зная количество потребленного кислорода за единицу времени, можно определить интенсивность обмена.

## Специфически-динамическое действие пищи

- \* Уже через час после еды и в течение последующих нескольких часов (продолжительность зависит от количества принятой пищи) активность обменных процессов возрастает.
- \* При поступлении белков активность процессов энергообразования возрастает до 30% к уровню основного обмена. При поступлении углеводов и жиров этот прирост составляет около 15%.
- \* Этот феномен обозначается специфически-динамическое действие пищи.

Оно обусловлено **активацией обменных процессов соответствующими продуктами пищеварения при их всасывании.**

# ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ

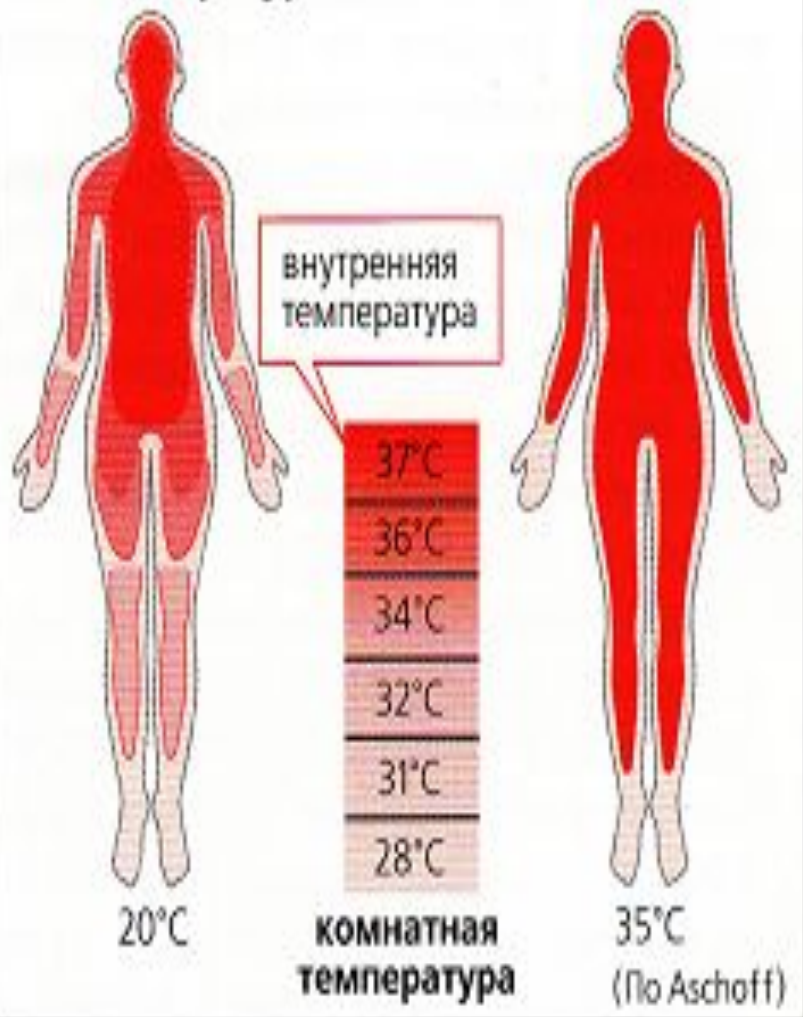
- \* Скорость протекания химических реакций зависит от температуры среды в соответствии с **правилом Вант-Гоффа-Аррениуса**: при изменении температуры на  $10^{\circ}\text{C}$  скорость меняется в 2-3 раза.
- \* Указанная закономерность объясняет высокую термозависимость всех жизненных проявлений, что сказывается даже на эволюционном развитии. Низкая температура зимой, также как и снижение температуры ночью, замедляли или даже приостанавливали все процессы жизнедеятельности. Это происходит с **пойкилотермными** животными (от греч. poikilos - изменчивый).

# Гомойотермные существа

- На определенном этапе эволюции некоторые животные приобрели способность сохранять температуру тела постоянной. У этих **гомойотермных** (теплокровных) существ (от греч. homeo - подобный) **сформировались механизмы терморегуляции.**
- \* Одним из результатов этого стало резкое возрастание их эволюционного потенциала, так как исчезла зависимость жизнедеятельности от внешней температуры.
- \* Но у теплокровных животных постоянная температура не во всем организме.

# Температура тела человека

А. Температурные зоны тела



Эти представления позволяют условно выделить «**пойкилотермную**» оболочку и «**гомойотермное**» ядро.

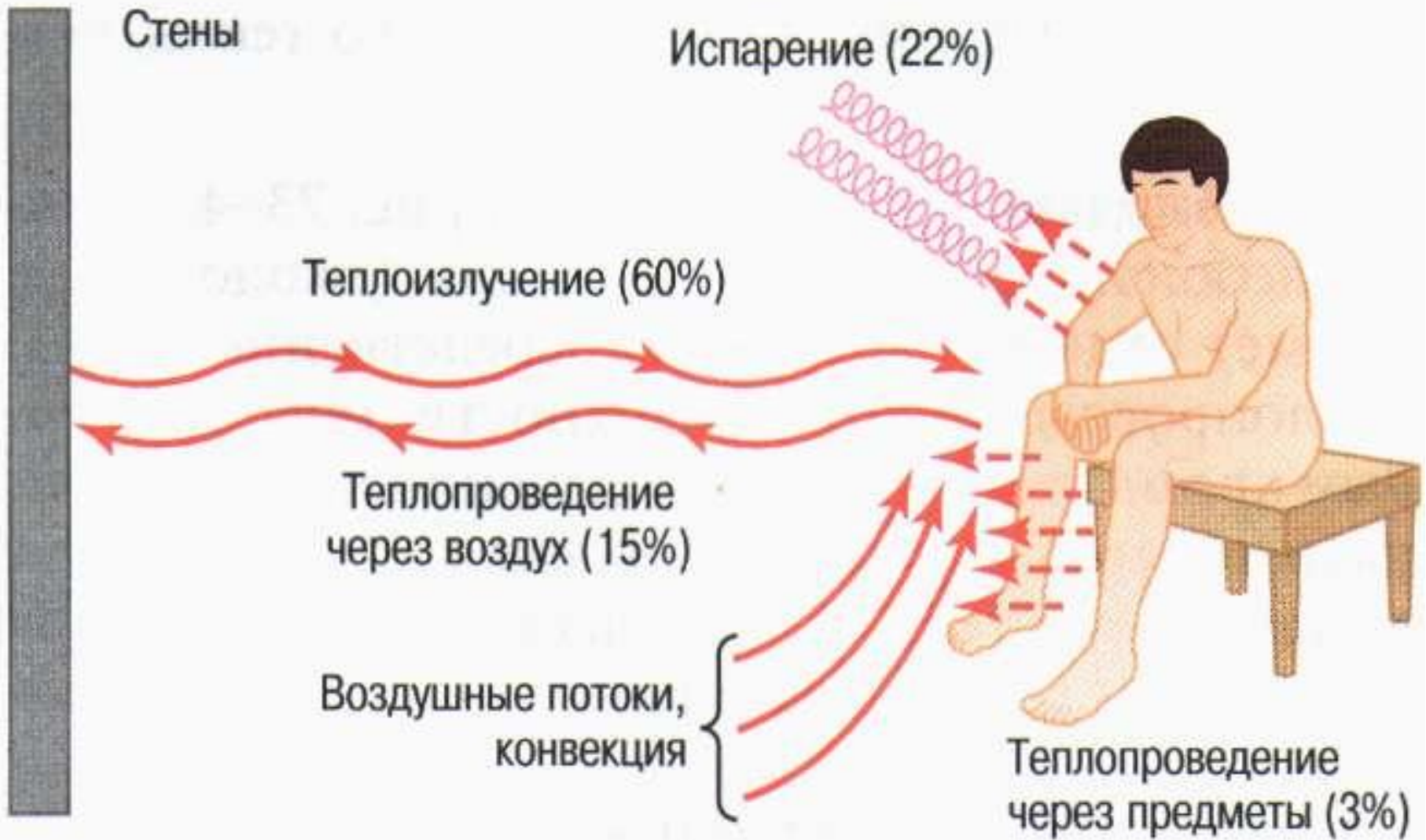
Соотношение их непостоянно, и в зависимости от внешней температуры, за счет **переходной зоны**, ядро может увеличиваться или уменьшаться.

На рис. - соотношение температурной оболочки и ядра (закрашено) при внешней температуре 20° С (А) и 35° С (Б).

# Терморегуляция

- \* Терморегуляция это достижение **устойчивого равновесия между теплопродукцией и теплоотдачей**.
- \* Теплопродукцию называют **химической терморегуляцией**.
- \* Оттекающая от органов кровь, как правило, имеет более высокую температуру, чем притекающая. Изменение активности обменных процессов, интенсивности мышечных локомоций относятся к основным механизмам изменения теплопродукции.
- \* Наиболее мощным источником теплопродукции являются сокращающиеся мышцы. Среди различных локомоций следует выделить особую форму их – **дрожь, назначение которой теплообразование**.

# Теплоотдача

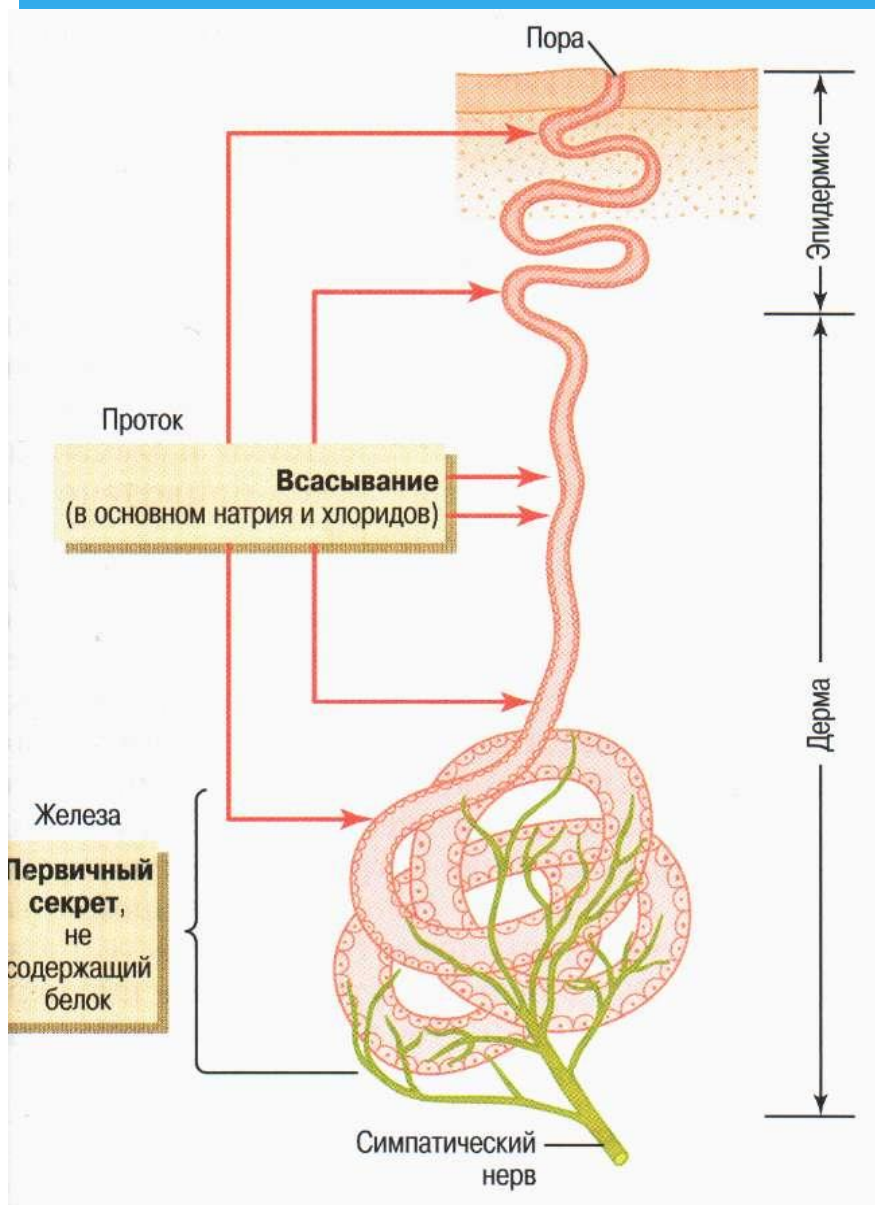




# Теплоотдача – совершается через кожу

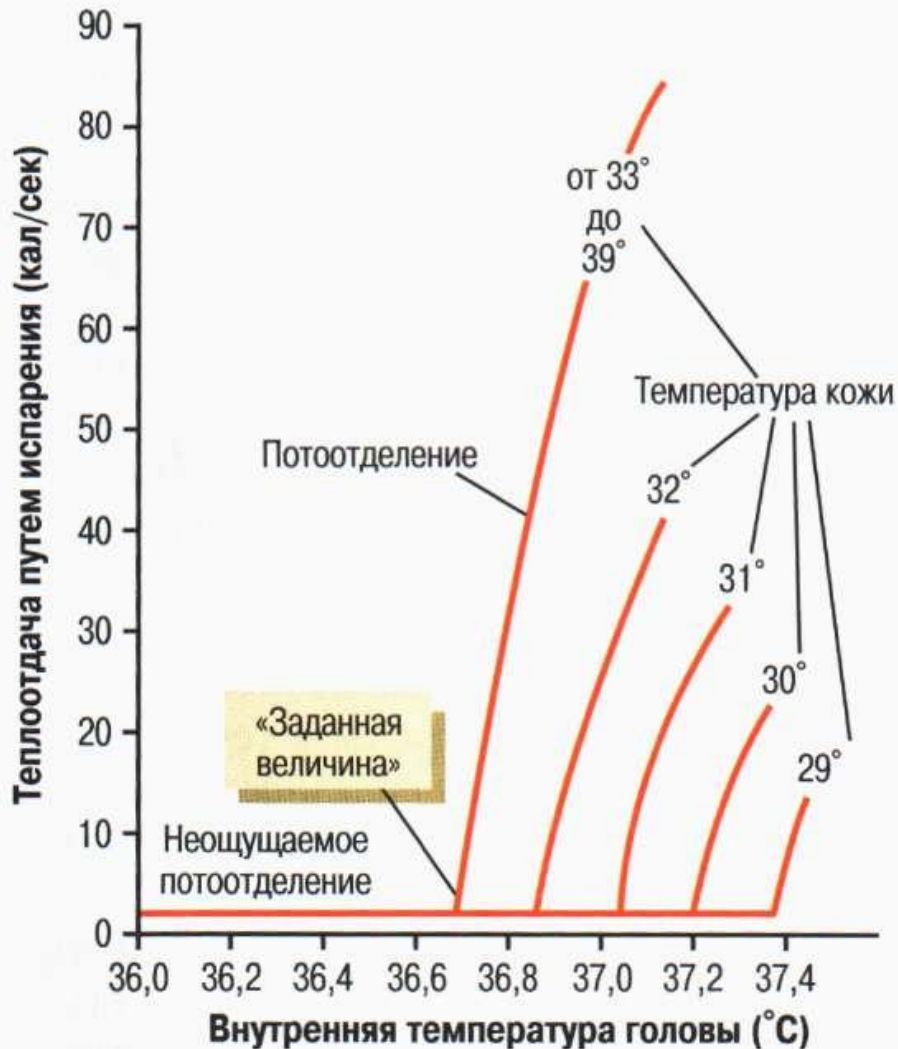
- \* При комнатной температуре у раздетого человека около 60% тепла отдается за счет радиации (излучения),
- \* около 12-15% - конвекцией воздуха и
- \* проведением - 2-5%,
- \* около 20% тепла отдается с помощью испарения пота.
- \* Излучение - необходим градиент температур между более теплой кожей и холодными стенами.
- \* Конвекция - нагретый воздух становится более легким и, поднимаясь от тела, уносит тепло.
- \* Проведение тепла происходит при непосредственном контакте тела с плотным субстратом.
- \* Испарение пота. При внешней температуре выше 37°C – тепло отдается только испарением пота.

# Секреция пота



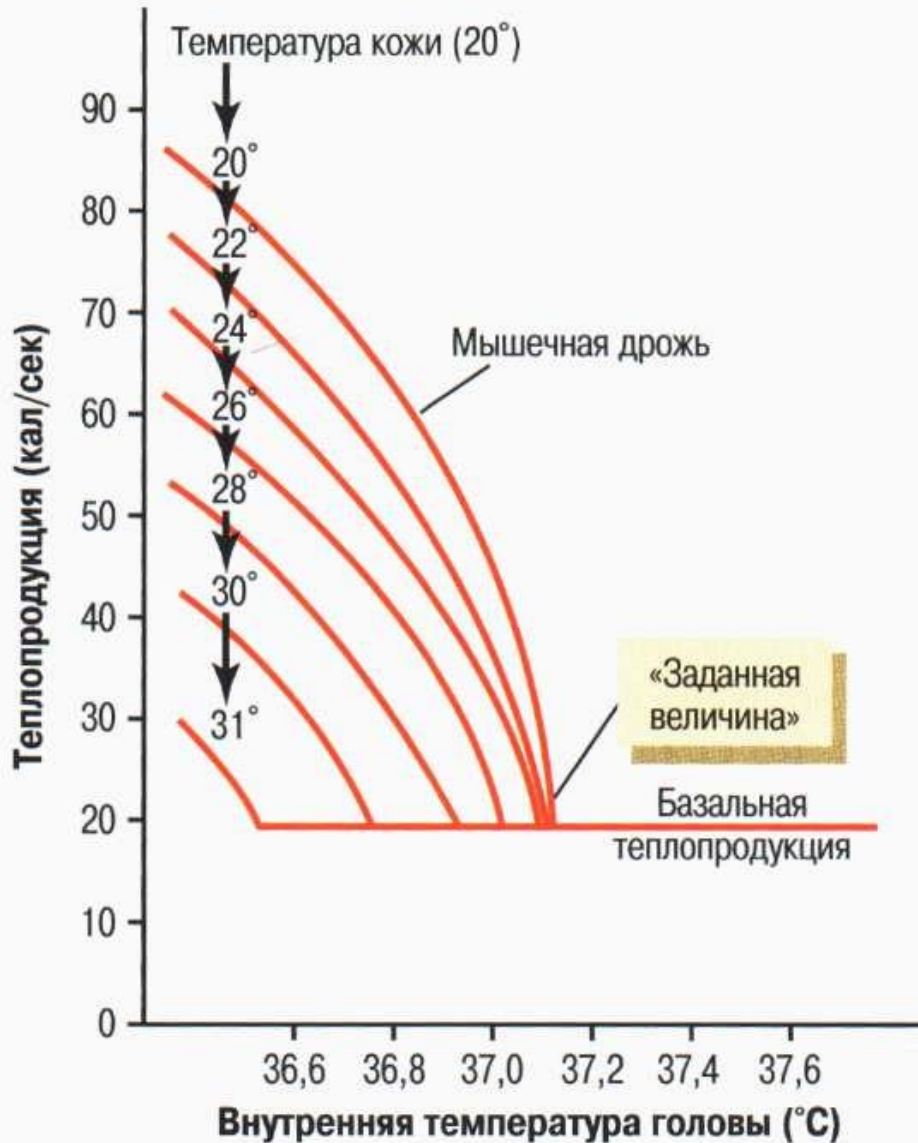
- Секреторные клетки образуют первичный пот, содержащий воду и ионы, как в плазме крови.
- \* По мере продвижения из первичного пота по протоку адсорбируются ионы  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ , но при этом секретируются некоторые продукты обмена (к примеру, мочевины).

# Потоотделение



- \* При повышении температуры пота выделяется больше.
- \* В результате может теряться не только больше воды, но и большое количества ионов (металлургам рекомендуют пить подсоленную воду).

# Появление дрожательных движений



- \* Возникновение дрожи, так же как и выделение пота крайние способы терморегуляции.
- \* Они сопровождаются возникновением негативных эмоций.

# Регуляция температуры тела



- \* Температура тела контролируется терморепцепторами.
- \* По местоположению они подразделяются на **периферические** и **центральные**.
- \* Два типа рецепторов - **тепловые** и **холодовые**.

## Центр терморегуляции

- \* **Передний отдел гипоталамуса** (медиа́льная преоптическая область) принадлежит к **афферентному** отделу системы терморегуляции.
- \* Они получают сигналы от периферических терморецепторов и сравнивают их с уровнем активности центральных терморецепторов и "**заданного значения**" температуры тела (**в норме – 37°C**).
- \* Основным центром, связанным с **эффекторами**, является отдел **заднего гипоталамуса**. Эти нейроны через симпатические нервы, влияют на кровеносные сосуды, потовые железы, метаболизм.

# Температурный комфорт

- \* При температуре кожи в диапазоне **34-38°C** импульсация в обоих типах рецепторов минимальна. Это и создает **ощущение температурного комфорта**.
- \* Примерно по такой же схеме функционируют и центральные терморецепторы. Но для них "**температурное окно**" уже, оно в пределах **37-37,5°C**.

# Условия создания температурного комфорта

\* Для создания ощущения температурного комфорта у спокойно сидящего взрослого человека в легкой одежде необходимо:

\* одинаковая температура стен и воздуха на уровне **25-26°С**,

\* **50% влажность.**

\* Любое изменение указанных условий приведет к раздражению соответствующих рецепторов и включению механизмов терморегуляции. Если эти условия далеки от комфортных, то возникнет еще и эмоциональная окраска данного состояния - ощущение дискомфорта.

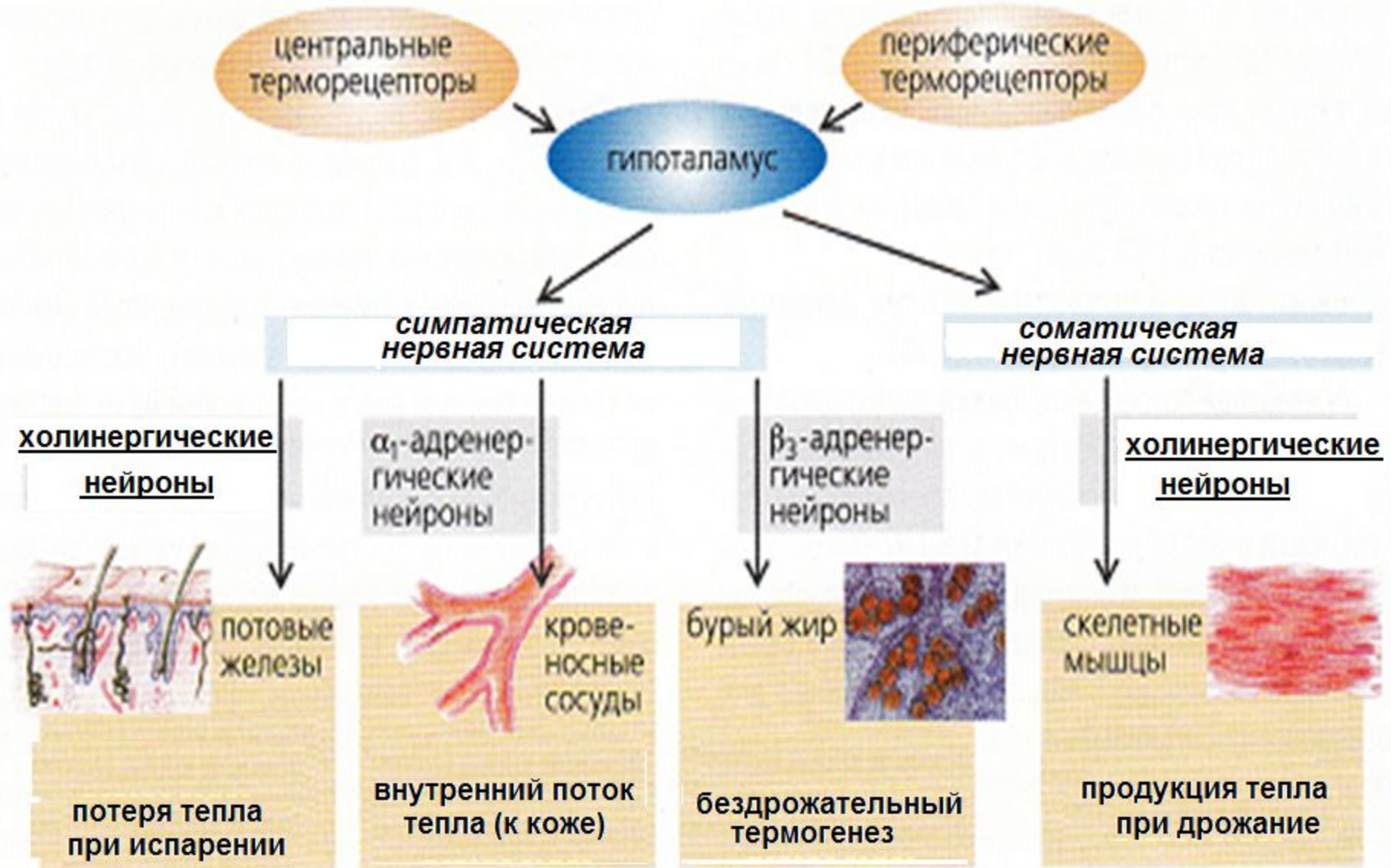


# Этапы подключения механизмов терморегуляции

Вначале используются поведенческие механизмы.

- \* Затем включаются более «комфортные» механизмы – химические (обмен) и теплоотдача через кожу (покраснение и т. д.)
- \* Весьма существенно, что включение таких механизмов как потоотделение или мышечной дрожи происходит тогда, когда другие пути поддержания постоянной температуры ядра оказываются недостаточно эффективными.
- \* Но появление потоотделения и мышечной дрожи сопровождается возникновением **ощущения температурного дискомфорта**.

# Факторы нервной системы, действующие на терморегуляцию



## Особенности терморегуляции детей

- \* У детей соотношение поверхности кожи (теплоотдача) и объема тела (теплообразование) отличается (больше площадь теплоотдачи). Поэтому дети **легче переохлаждаются и перегреваются** при изменении поведенческих механизмов (неправильная одежда и т.п.).
- \* К тому же у них не появляются отрицательные эмоции при нарушении температуры.
- \* Таким образом, за детьми необходим правильный **«терморегуляционный» уход.**

## Бурый жир

- \* У детей в подмышечной впадине и между лопаток располагается, так называемый, **бурый жир**. Он **хорошо иннервирован симпатическими нервами и активно кровоснабжается**. Отличаются и сами жировые клетки - **адипоциты**: в них вместо одной большой содержится много мелких липидных капель, они богаты митохондриями. В митохондриях содержится специфический белок - **термогенин**, который **разобщает окислительное фосфорилирование**.
- \* Поэтому энергия окисления расходуется в основном на выработку тепла, а не на синтез АТФ. И при стимуляции интенсивное окисление бурого жира может обеспечить 2-3 кратное возрастание теплообразования.

## Бурый жир и терморегуляция

- \* Бурый жир играет большую роль в терморегуляции детей особенно первых месяцев жизни. Хорошо развита бурая жировая ткань и у тех взрослых, которые могут "хорошо поесть, но при этом не накапливать жира". Напротив, у тучных людей такого жира нет.
- \* Иннервированы жировые клетки симпатическими нервами (медиатор – **ацетилхолин**), выходящими из двух областей гипоталамуса:
  - \* 1) преоптическая область, участвующая в терморегуляции;
  - \* 2) вентромедиальные ядра, которые связаны с регуляцией потребления пищи.

# Бурый жир и теплообразование

- \* У взрослых здоровых людей, не имеющих бурого жира, интенсивность теплопродукции за счет **химической теплопродукции** увеличивается не более чем на 10-15%.
- \* Однако у младенцев, **имеющих** относительно небольшое количество **бурого жира** этот путь **повышает теплопродукцию в 2-3 раза активнее.**

\*

# Факторы нервной системы, действующие на терморегуляцию

