

Лекція 29.

# ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЯ

---

## 29. 1. Терморегуляция и ее виды, физические и физиологические механизмы теплопродукции и теплоотдачи.

---

Температура тела человека и высших животных поддерживается на относительно постоянном уровне, несмотря на колебания температуры окружающей среды. Это постоянство температуры тела носит название изотермии. Изотермия свойственна только так называемым гомойотермным, или теплокровным, животным. Изотермия отсутствует у пойкилотермных, или холоднокровных, животных, температура тела которых переменна и мало отличается от температуры окружающей среды.

Все химические реакции в организме зависят от температуры. У пойкилотермных интенсивность энергетических процессов возрастает пропорционально внешней температуре. У гомойотермных это правило замаскировано регуляторным термогенезом и проявляется лишь при блокаде терморегуляции (наркоз, повреждение нервной системы). Наркоз совместно со снижением температуры тела может вызвать заметное снижение степени потребления кислорода и задержку процессов тканевого разрушения - это используется в хирургии.

# Теплопродукция и размеры тела.

---

Температура тела у большинства теплокровных лежит в диапазоне 36-39°C, несмотря на значительные различия в массе и размерах. В противоположность этому интенсивность метаболизма (M) находится в степенной зависимости от массы тела (m):  $M = 0,75 km$ . Коэффициент k примерно одинаков и для мыши и для слона. Этот закон зависимости обмена веществ от массы тела отражает тенденцию к установлению соответствия между теплопродукцией и интенсивностью теплоотдачи в среду. Потери тепла на единицу массы тем больше, чем больше соотношение между поверхностью и объемом тела, причем это соотношение уменьшается с увеличением размера тела. Кроме того, у мелких животных изолирующий слой тела более тонкий. Если расставить по убывающей интенсивности обменных процессов некоторых животных в ряд, то получится следующее: мышь, кролик, собака, человек, слон.

# Температура тела человека.

---

Тепло, вырабатываемое в организме, отдается в окружающее пространство поверхностью тела. Поэтому  $T_0$  поверхности меньше  $T_0$  ядра тела, а  $T_0$  дистальной части конечностей меньше, чем проксимальной. Например, когда легко одетый взрослый человек находится в помещении с  $T_0$  воздуха  $20^{\circ}\text{C}$ , в глубоких мышцах его бедра температура равна  $35^{\circ}$ , в икроножной мышце -  $33^{\circ}$ , на стопе -  $27^{\circ}$ , в rectum -  $37^{\circ}\text{C}$ .

Колебания  $T_0$  тела при изменениях внешней температуры выражены больше вблизи поверхности тела и в концевых частях конечностей. Внутренняя температура тела сама по себе не является постоянной, ни в пространственном, ни во временном отношении. Различия составляют  $0,2-1,2^{\circ}\text{C}$ . Даже в мозгу  $T_0$  центра и коры отличается на  $1^{\circ}$ . Как правило, наиболее высокая  $T_0$  отмечается в прямой кишке (а не в печени, как это было принято считать раньше!). В связи с этим невозможно выразить  $T_0$  тела одним числом. Для практики достаточно найти определенный участок,  $T_0$  в котором может рассматриваться как репрезентативная для всего внутреннего слоя. Для клинических измерений нужен легкодоступный участок с незначительными пространственными колебаниями температуры. В этом смысле предпочтительнее использовать ректальную температуру. Специальный ректальный термометр вводится в этом случае на  $10-15\text{ см}$ . В норме она составляет  $37^{\circ}\text{C}$ .

---

Область «ядра» сильно уменьшается при низкой внешней температуре и, наоборот, увеличивается при относительно высокой температуре окружающей среды. Поэтому справедливо говорить о том, что изотермия присуща главным образом внутренним органам и головному мозгу. Поверхность же тела и конечности, температура которых может изменяться в зависимости от температуры окружающей среды, являются в определенной мере пойкилотермными. При этом различные участки поверхности кожи имеют неодинаковую температуру. Обычно относительно выше температура кожи туловища и головы (33—34°C). Температура конечностей ниже, причем она наиболее низкая в дистальных отделах. Из сказанного следует, что понятие «постоянная температура тела» является условным. Лучше всего среднюю температуру организма как целого характеризует температура крови в полостях сердца и в наиболее крупных сосудах, так как циркулирующая в них кровь нагревается в активных тканях (тем самым охлаждая их) и охлаждается в коже (одновременно согревая ее).

Оральная температура (подъязычная) также используется в клинике. Обычно она на 0,2-0,5о меньше ректальной.

Подмышечная температура (чаще используется в России) - равна 36,5-36,6оС. Может служить показателем внутренней температуры тела, поскольку, когда рука плотно прижата к грудной клетке, температурный градиент смещается так, что граница ядра тела доходит до подмышечной впадины. Однако при этом надо ждать довольно долго (10 мин), пока в этих участках не накопится достаточно тепла. Если поверхностные ткани были первоначально холодными в условиях низкой окружающей температуры и в них произошло сужение сосудов, то для установления соответствующего равновесия в этих тканях должно пройти около получаса.

# Термогенез.

---

Температура органов и тканей, как и всего организма в целом, зависит от интенсивности образования тепла и величины теплопотерь. Теплообразование происходит вследствие непрерывно совершающихся экзотермических реакций. Эти реакции протекают во всех органах и тканях, но неодинаково интенсивно и носят название химической терморегуляции. В тканях и органах, производящих активную работу, — в мышечной ткани, печени, почках выделяется большее количество тепла, чем в менее активных — соединительной ткани, костях, хрящах. В том случае, когда для поддержания температуры тела необходимо дополнительное тепло, оно может быть выработано следующими способами:

1. Произвольной активностью мышечного аппарата.
2. Непроизвольной тонической или ритмической (дрожь) активностью. Эти два пути носят название сократительного термогенеза.
3. Ускорение обменных процессов, не связанных с сокращением мышц (несократительный термогенез).

Химическая терморегуляция имеет важное значение для поддержания постоянства температуры тела, как в нормальных условиях, так и при изменении температуры окружающей среды. У человека усиление теплообразования вследствие увеличения интенсивности обмена веществ отмечается, в частности, тогда, когда температура окружающей среды становится ниже оптимальной температуры, или зоны комфорта. Для человека в обычной легкой одежде эта зона находится в пределах 18—20°C, а для обнаженного равна 28 °C.

Наиболее интенсивное теплообразование в организме происходит в мышцах. Даже если человек лежит неподвижно, но с напряженной мускулатурой, интенсивность окислительных процессов, а вместе с тем и теплообразование повышаются на 10%. Небольшая двигательная активность ведет к увеличению теплообразования на 50—80 %, а тяжелая мышечная работа — на 400— 500%. В условиях холода теплообразование в мышцах увеличивается, даже если человек находится в неподвижном состоянии. Это обусловлено тем, что охлаждение поверхности тела, действуя на рецепторы, воспринимающие холодное раздражение, рефлекторно возбуждает беспорядочные непроизвольные сокращения мышц, проявляющиеся в виде дрожи (озноб). При этом обменные процессы организма значительно усиливаются, увеличивается потребление кислорода и углеводов мышечной тканью, что и влечет за собой повышение теплообразования. Даже произвольная имитация дрожи увеличивает теплообразование на 200 %. Если в организм введены миорелаксанты — вещества, нарушающие передачу нервных импульсов с нерва на мышцу и тем самым устраняющие рефлекторную мышечную дрожь, при повышении температуры окружающей среды гораздо быстрее наступает понижение температуры тела.

Особое место занимает так называемый бурый жир, количество которого значительно у новорожденных. Бурый оттенок жира придается более значительным числом окончаний симпатических нервных волокон и большим числом митохондрий. За счет высокой скорости окисления жирных кислот в бурой жировой ткани процесс теплообразования идет гораздо быстрее, чем в обычной, и почти без синтеза макроэргов. Именно этот механизм срочного теплообразования получил название «несократительный термогенез».

В химической терморегуляции значительную роль играют также печень и почки. Температура крови печеночной вены выше температуры крови печеночной артерии, что указывает на интенсивное теплообразование в этом органе. При охлаждении тела теплопродукция в печени возрастает.

У взрослого человека дрожь является наиболее значительным непроизвольным проявлением механизмов термогенеза. У новорожденного ребенка большее значение имеет несократительный термогенез (сгорание в "метаболическом котле" бурого жира). Скопления бурого жира с большим числом митохондрий находится между лопатками, в подмышечной впадине. Его температура при охлаждении организма увеличивается, усиливается кровоток. За счет повышения термогенеза температура тела удерживается на постоянном уровне.

# Теплоотдача.

---

Потеря тепла органами и тканями зависит в большой степени от их месторасположения: поверхностно расположенные органы, например кожа, скелетные мышцы, отдают больше тепла и охлаждаются сильнее, чем внутренние органы, более защищенные от охлаждения.

1. Внутренний поток тепла. Менее половины всего тепла, выработанного внутри тела, распространяется к поверхности за счет проведения через ткани. Большая часть идет путем конвекции в кровоток. Кровь имеет высокую теплоемкость. Кровоток конечностей организован по принципу поворотно-противоточного механизма, что облегчает теплообмен между сосудами.

2. Наружный поток тепла. Отдача тепла наружу осуществляется путем проведения, конвекции, излучения и испарения. Перенос тепла проведением - когда тело контактирует с плотным субстратом. Когда контакт тела происходит с воздухом - конвекция, излучение или испарение. Если кожа теплее воздуха, прилегающий слой его нагревается и уходит вверх, замещаясь более холодным воздухом. Форсированная конвекция (обдув) значительно усиливает интенсивность теплоотдачи. Излучение происходит в виде инфракрасного излучения. Около 20% теплоотдачи тела человека в нейтральных температурных условиях осуществляется за счет испарения воды с кожи и слизистых дыхательных путей.

Характер отдачи тепла телом изменяется в зависимости от интенсивности обмена веществ. При увеличении теплообразования в результате мышечной работы возрастает значение теплоотдачи, осуществляемой с помощью испарения воды. В значительной степени препятствует теплоотдаче слой подкожной основы (жировой клетчатки) вследствие малой теплопроводности жира.

Температура кожи, а, следовательно, интенсивность теплоизлучения и теплопроводения могут изменяться в результате перераспределения крови в сосудах и при изменении объема циркулирующей крови. На холоде кровеносные сосуды кожи, главным образом артериолы, сужаются: большее количество крови поступает в сосуды брюшной полости, и тем самым ограничивается теплоотдача. Поверхностные слои кожи, получая меньше теплой крови, излучают меньше тепла — теплоотдача уменьшается. При сильном охлаждении кожи, кроме того, происходит открытие артериовенозных анастомозов, что уменьшает количество крови, поступающей в капилляры, и тем самым препятствует теплоотдаче. Перераспределение крови, происходящее на холоде, — уменьшение количества крови, циркулирующей через поверхностные сосуды, и увеличение количества крови, проходящей через сосуды внутренних органов, способствует сохранению тепла во внутренних органах. Эти факты служат основанием для утверждения, что регулируемым параметром является именно температура внутренних органов («ядра»), которая поддерживается на постоянном уровне. При повышении температуры окружающей среды сосуды кожи расширяются, количество циркулирующей в них крови увеличивается. Возрастает также объем циркулирующей крови во всем организме вследствие перехода воды из тканей в сосуды, а также потому, что селезенка и другие кровяные депо выбрасывают в общий кровоток дополнительное количество крови. Увеличение количества крови, циркулирующей через сосуды поверхности тела, способствует теплоотдаче с помощью радиации и конвекции.

Для сохранения постоянства температуры тела человека при высокой температуре окружающей среды основное значение имеет испарение пота с поверхности кожи. Значение потоотделения для поддержания постоянства температуры тела видно из следующего подсчета: в летние месяцы температура окружающего воздуха в средних широтах нередко равна температуре тела человека. Это означает, что организм человека, живущего в этих условиях, не может отдавать образующееся в нем самом тепло путем радиации и конвекции. Единственным путем отдачи тепла остается испарение воды.

Приняв, что среднее теплообразование в сутки равно 2400— 2800 ккал, и зная, что на испарение 1 г воды с поверхности тела расходуется 0,58 ккал, получаем, что для поддержания температуры тела человека на постоянном уровне в таких условиях необходимо испарение 4,5 л воды. Особенно интенсивно потоотделение происходит при высокой окружающей температуре во время мышечной работы, когда возрастает теплообразование в самом организме. При очень тяжелой работе выделение пота у рабочих горячих цехов может составить 12 л за день. Испарение воды зависит от относительной влажности воздуха. В насыщенном водяными парами воздухе вода испаряться не может. Поэтому при высокой влажности атмосферного воздуха высокая температура переносится тяжелее, чем при низкой влажности. В насыщенном водяными парами воздухе (например, в бане) пот выделяется в большом количестве, но не испаряется и стекает с кожи. Такое потоотделение не способствует отдаче тепла: только та часть пота, которая испаряется с поверхности кожи, имеет значение для теплоотдачи (эта часть пота составляет эффективное потоотделение).

Так как некоторая часть воды испаряется легкими в виде паров, насыщающих выдыхаемый воздух, дыхание также участвует в поддержании температуры тела на постоянном уровне. При высокой окружающей температуре дыхательный центр рефлекторно возбуждается, при низкой — угнетается, дыхание становится менее глубоким.

**Влияние одежды:** с точки зрения физиологии она является формой теплового сопротивления или изоляции. Одежда уменьшает теплоотдачу. Потере тепла препятствует тот слой неподвижного воздуха, который находится между одеждой и кожей, так как воздух — плохой проводник тепла. Теплоизолирующие свойства одежды тем выше, чем мельче ячеистость ее структуры, содержащая воздух. Этим объясняются хорошие теплоизолирующие свойства шерстяной и меховой одежды. Температура воздуха под одеждой достигает 30 °С. Наоборот, обнаженное тело теряет тепло, так как воздух на его поверхности все время сменяется. Поэтому температура кожи обнаженных частей тела намного ниже, чем одетых. Плохо переносится также непроницаемая для воздуха одежда (резиновая и т.п.), препятствующая испарению пота: слой воздуха между одеждой и телом быстро насыщается парами, и дальнейшее испарение пота прекращается.

Таким образом, постоянство температуры тела поддерживается путем совместного действия, с одной стороны, механизмов, регулирующих интенсивность обмена веществ и зависящее от него теплообразование (химическая регуляция тепла), а с другой — механизмов, регулирующих теплоотдачу (физическая регуляция тепла).

# Периодические колебания внутренней температуры.

В течение дня минимальная температура у человека наблюдается в предутренние часы, а максимальная - днем. Амплитуда колебаний составляет 1°C. Суточная (циркадная) ритмика основана на энергетическом механизме (биологические часы), который обычно синхронизирован с вращением земли. В условиях путешествия, связанного с пересечением земных меридианов, требуется 1-2 недели, для того чтобы температурный режим пришел в соответствие с условиями нового местного времени. На циркадные ритмы накладываются другие (menses у женщин и т.д.).

Температура в условиях физической нагрузки может повышаться на 2°C или больше в зависимости от интенсивности нагрузки. При этом средняя кожная температура снижается, так как благодаря работе мышц выделяется пот, который охлаждает кожу. Ректальная температура при работе может достигать 41°C (у марафонцев).

Кровеносные сосуды кожи могут реагировать непосредственно на изменения  $T$  - т.н. холодовое расширение, что обусловлено локальной термочувствительностью мускулатуры сосудов. Холодовое расширение сосудов наблюдается обычно в виде следующей реакции. Когда человек попадает на сильный холод, сначала у него возникает максимальное сужение сосудов, которое проявляется в бледности и ощущении холода в открытых областях. Однако через некоторое время кровь внезапно устремляется в сосуды охлажденных частей тела, что сопровождается покраснением и потеплением кожи. Если воздействие холода продолжается, события периодически повторяются.

Считается, что холодовое расширение сосудов является защитным механизмом, предотвращающим обморожение, особенно у людей, адаптированных к холоду. Вместе с тем этот механизм может ускорить летальный исход общего переохлаждения у тех, кто вынужден плавать в холодной воде в течение продолжительного времени.

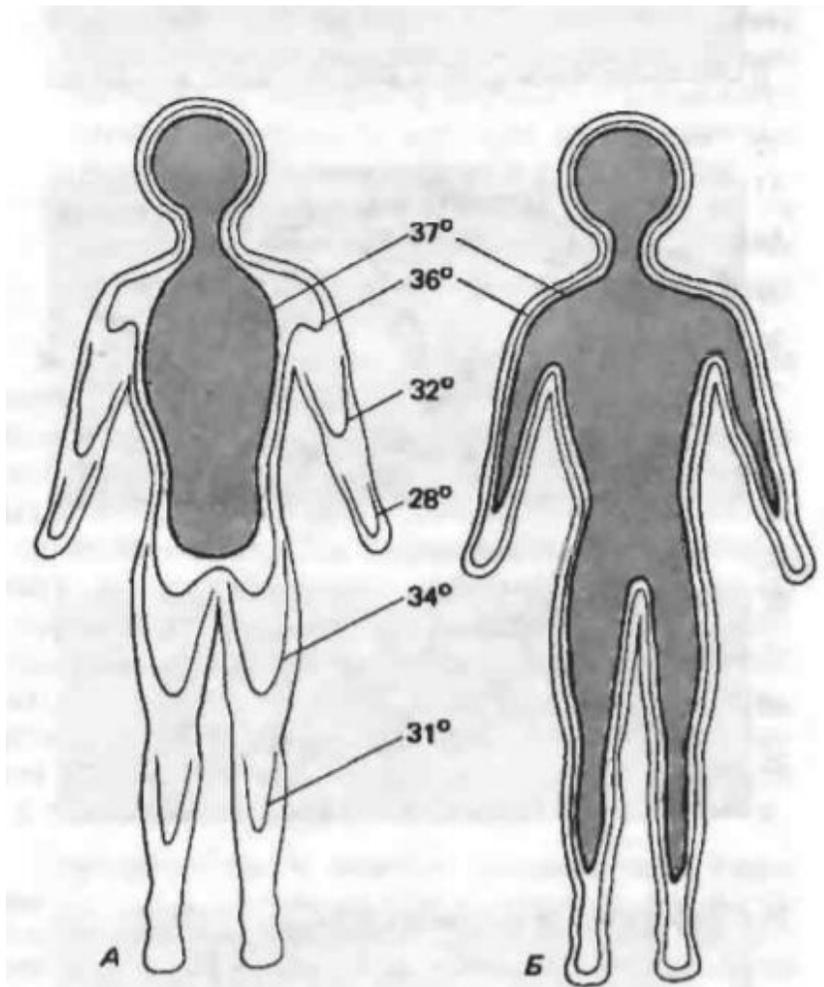


Рис. 25.5. Температура различных областей тела человека в условиях холода (А) и тепла (Б) [19]

# Факторы окружающей среды и температурный комфорт.

---

Влияние температуры среды на организм зависит, по крайней мере, от четырех физических факторов: температуры воздуха, влажности, температуры излучения и скорости движения воздуха (ветер). Этими факторами определяется, ощущает ли человек "температурный комфорт" или ему жарко или холодно. Условие комфорта состоит том, что организм не нуждается в работе механизмов терморегуляции: ему не требуется ни дрожи, ни выделения пота, а кровотоков в периферических областях сохраняет среднюю скорость. Это т.н. термонеутральная зона. Указанные четыре фактора в определенной мере взаимозаменяемы.

Значение температуры комфорта для легко одетого (рубашка, трусы, длинные хлопковые брюки) сидячего человека равно 25-26°C при влажности 50% и равенстве температуры воздуха и стен. Для обнаженного - 28°C. В условиях температурного комфорта средняя температура кожи = 34°C. По мере выполнения физической работы температура комфорта падает. Для легкой кабинетной работы она равна 22°C.

Когда роль окружающей среды играет вода, то так как она обладает большей теплопроводностью и теплоемкостью, чем воздух, то от тела путем конвекции отводится больше тепла. Если вода находится в движении, то тепло отнимается так быстро, что при окружающей температуре +10°C даже сильная физическая работа не позволяет поддерживать тепловое равновесие, и возникает гипотермия. Если тело находится в полном покое, то для достижения температурного комфорта температура воды должна быть 35-36°C. Нижний предел термонеутральной зоны зависит от толщины жировой ткани.

## 29. 2. Механизмы терморегуляции: характеристика функциональной системы, поддерживающей постоянство температуры внутренней среды организма и ее схема. Понятие о гипотермии и гипертермии.

---

Механизмы терморегуляции. Регуляторные реакции, обеспечивающие сохранение постоянства температуры тела, представляют собой сложные рефлекторные акты, которые возникают в ответ на температурное раздражение рецепторов кожи, кожных и подкожных сосудов, а также самой ЦНС. Эти рецепторы, воспринимающие холод и тепло, названы терморекцепторами.

Есть два вида терморекцепторов - одни воспринимают тепло (тепловые рецепторы), другие - холод (холодовые рецепторы). Те и другие реагируют возникновением вспышки импульсов в ответ на адекватное раздражение (соответствующее изменение температуры среды), причем имеет значение скорость изменения температуры и величина раздражителя (разность исходной и новой температуры в тканях). При резком охлаждении кожи частота импульсации в холодových рецепторах возрастает, а при быстром согревании уменьшается или прекращается. На такие же перепады температуры тепловые рецепторы реагируют прямо противоположно. Тепловые и холодových рецепторы ЦНС реагируют на изменение температуры крови, притекающей к нервным центрам

Температурные рецепторы в ЦНС находятся в преоптической зоне передней части гипоталамуса, в ретикулярной формации среднего мозга и в спинном мозге. Наличие таких рецепторов доказывается появлением дрожи у собаки при охлаждении денервированной конечности. Локальное охлаждение разных участков мозга вызывает вспышки импульсов. Дрожь и сужение кожных сосудов, а следовательно, повышение теплообразования и понижение теплоотдачи возникают также при охлаждении сонной артерии, приносящей кровь к головному мозгу.

Центры терморегуляции расположены в гипоталамусе. Разрушение его делает животное пойкилотермным. При изучении роли различных участков гипоталамуса в терморегуляции обнаружены ядра, изменяющие процесс теплообразования, и ядра, влияющие на теплоотдачу. Химическая терморегуляция (усиление теплообразования, мышечная дрожь) контролируется хвостовой частью гипоталамуса. Разрушение этого участка мозгового ствола у животных делает их неспособными переносить холод. Охлаждение животного после такой операции не вызывает дрожи и компенсаторного повышения теплообразования. Физическая терморегуляция (сужение сосудов, потоотделение) контролируется передней частью гипоталамуса. Разрушение данной области — центра теплоотдачи — не лишает животного способности переносить холод, но после операции оно быстро перегревается при высокой температуре окружающей среды (так как поврежден механизм, обеспечивающий физическую терморегуляцию).

# Центры теплообразования и центры теплоотдачи находятся в реципрокных взаимоотношениях.

---

Терморегуляторные рефлексy могут осуществляться и спинным мозгом. Охлаждение спинного мозга животного, у которого этот отдел ЦНС отделен от вышележащих отделов перерезкой, вызывает мышечную дрожь и сужение периферических сосудов. Однако одни спинальные терморегуляторные механизмы не способны обеспечить постоянство температуры тела.

В осуществлении гипоталамической регуляции температуры тела участвуют железы внутренней секреции, главным образом щитовидная и надпочечники. Так, тироксин повышает интенсивность метаболизма, усиливая теплопродукцию. Адреналин суживает кровеносные сосуды, сохраняя температуру ядра тела. Участие щитовидной железы в терморегуляции доказывается тем, что введение в кровь животного сыворотки крови другого животного, которое длительное время находилось на холоде, вызывает у первого повышение обмена веществ. Такой эффект наблюдается лишь при сохранении у второго животного щитовидной железы. Очевидно, во время пребывания в условиях охлаждения происходит усиленное выделение в кровь гормона щитовидной железы, повышающего обмен веществ и, следовательно, образование тепла. Участие надпочечников в терморегуляции обусловлено выделением ими в кровь адреналина, который, усиливая окислительные процессы в тканях, в частности в мышцах, повышает теплообразование и суживает кожные сосуды, уменьшая теплоотдачу. Поэтому адреналин способен вызывать повышение температуры тела.

Если человек длительное время находится в условиях значительно повышенной или пониженной температуры окружающей среды, то механизмы физической и химической регуляции тепла, благодаря которым в обычных условиях сохраняется постоянство температуры тела, могут оказаться недостаточными: происходит переохлаждение тела — гипотермия, или перегревание — гипертермия.

# Гипертермия.

---

Гипертермия наступает при повышении температуры в подмышечной впадине выше 37°C. Предельная температура тела для выживания 42°C (очень коротко 43°C). При этом все терморегуляционные процессы крайне напряжены. В условиях продолжительного теплового стресса при температуре более 40-41°C возникают тяжелые поражения головного мозга - "тепловой или солнечный удар". Тепловой обморок при относительно легком перегревании у людей с нарушением функций сердечно-сосудистой системы больше зависит от недостаточности кровообращения, нежели от механизмов терморегуляции.

# Лихорадка.

---

От гипертермии следует отличать такое изменение температуры, когда внешние условия не изменены, но нарушается собственно процесс терморегуляции. Примером такого нарушения может служить инфекционная лихорадка. Одной из причин ее возникновения является высокая чувствительность гипоталамических центров регуляции теплообмена к некоторым химическим соединениям, в частности к бактериальным токсинам. Введение непосредственно в область переднего гипоталамуса минимального количества бактериального токсина сопровождается многочасовым повышением температуры тела. Жар развивается в результате усиленной выработки тепла с помощью дрожи и максимального сужения сосудов в периферических частях тела, т.е. организм ведет себя как при низкой температуре внешней среды. В период восстановления идет противоположный процесс - с помощью выделения пота и расширения сосудов температура тела падает так же, как когда у человека жар. При этом человек может правильно реагировать на истинные изменения внешней температуры. Механизм появления лихорадочной реакции связан с воздействием лейкоцитарных и бактериальных пирогенов на центральные аппараты терморегуляции.

# Гипотермия.

Гипотермия — состояние, при котором температура тела ниже 35°C. Быстрее всего гипотермия возникает при погружении в холодную воду. В этом случае вначале наблюдается возбуждение симпатической части автономной нервной системы и рефлекторно ограничивается теплоотдача и усиливается теплопродукция. Последнему способствует сокращение мышц — мышечная дрожь. Через некоторое время температура тела все же начинает снижаться. При этом наблюдается состояние, подобное наркозу: исчезновение чувствительности, ослабление рефлекторных реакций, понижение возбудимости нервных центров. Резко понижается интенсивность обмена веществ, замедляется дыхание, урежаются сердечные сокращения, снижается сердечный выброс, понижается артериальное давление (при температуре тела 24—25°C оно может составлять 15—20 % от исходного). Снижение температуры тела до 26-28°C вызывает смерть от фибрилляции сердца.

В последние годы искусственно создаваемая гипотермия с охлаждением тела до 24—28°C применяется на практике в хирургических клиниках, осуществляющих операции на сердце и ЦНС. Смысл этого мероприятия состоит в том, что гипотермия значительно снижает обмен веществ головного мозга, а следовательно, потребность этого органа в кислороде. В результате становится переносимым более длительное обескровливание мозга (вместо 3—5 мин при нормальной температуре до 15—20 мин при 25—28°C), а это означает, что при гипотермии больные легче переносят временное выключение сердечной деятельности и остановку дыхания. Гипотермию прекращают путем быстрого согревания тела. Для того, чтобы исключить начальные приспособительные реакции, направленные на поддержание температуры тела при искусственной гипотермии, применяют препараты, выключающие передачу импульсов в автономной нервной системе (ганглиоблокаторы) и прекращающие передачу импульсов с нервов на скелетные мышцы (миорелаксанты).

В старости гипотермия развивается за счет перерегулирования температурных реакций - в норме  $T_{\text{о}}$  тела достигает 35°C (феномен, противоположный лихорадке).

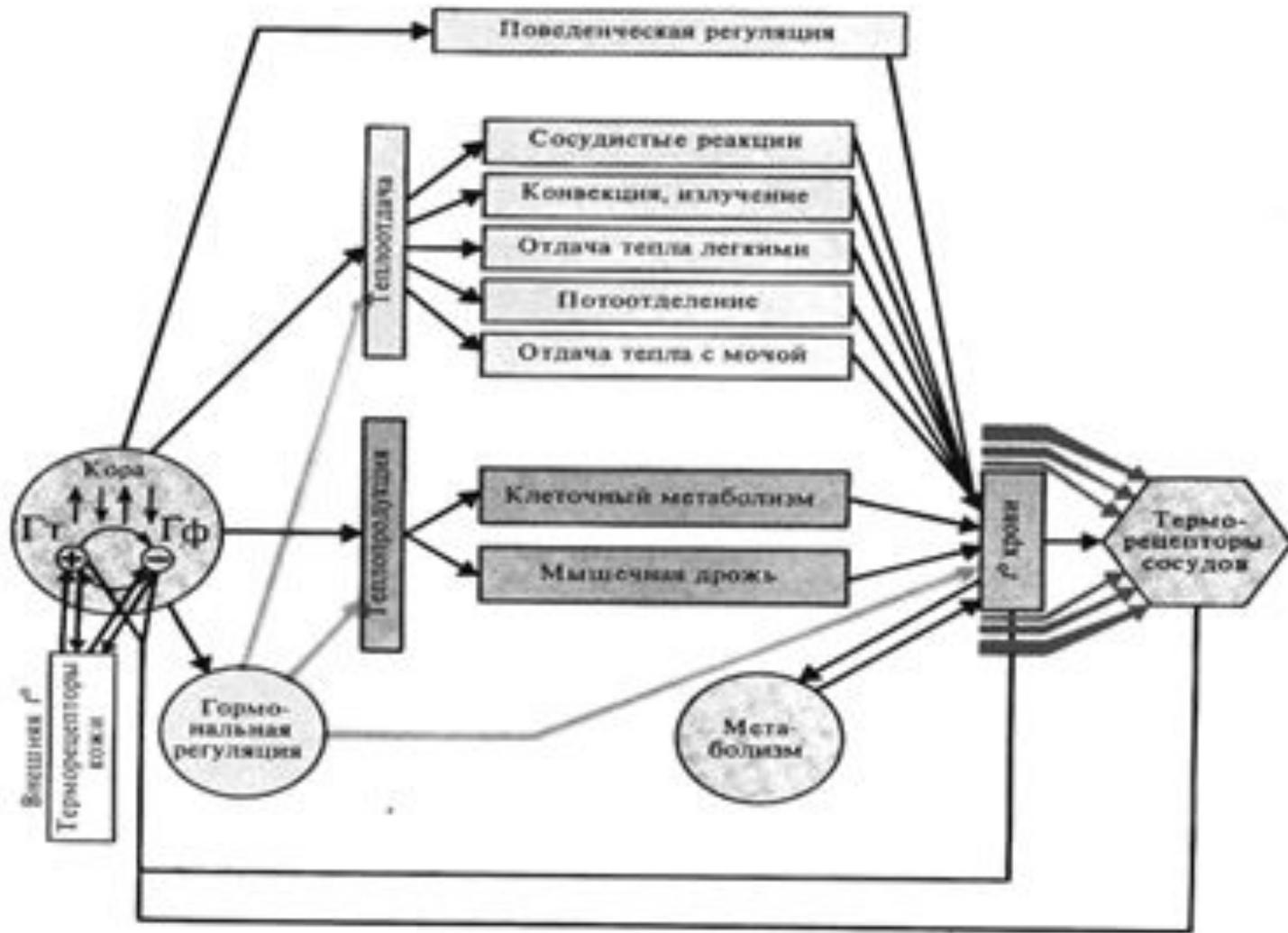


Рис. 53.Схема функциональной системы, поддерживающей температуру тела (по К. Судакову, 1976)

**Функциональная система поддержания нормальной температуры тела.** Температура внутренней среды является одной из самых жестких гомеостатических констант организма. Пределы допустимых колебаний не превышают 20С. Структура ФСТ приведена на рис 54. В качестве исполнительных механизмов этой системы выступают все имеющиеся в наличии аппараты теплопродукции и теплоотдачи. При падении температуры включаются механизмы химической терморегуляции, и продукция тепла нарастает. При увеличении температуры - нарастает интенсивность теплоотдачи. В число исполнительных механизмов ФСТ входит и поведение (например, смена одежды, обмахивание веером и т.п.). **Главные центры терморегуляции находятся в гипоталамусе**, но и другие отделы мозг а могут участвовать в регуляции температуры тела.