# Терморегуляция

Глава 19

по Стёрки

Температура среды, непосредственно окружающей животное, оказывает большое влияние на его физиологическую активность. На Земле температура колеблется от —50° во время арктической зимы до +60 °С летом в некоторых пустынях. Однако температурный диапазон, в котором способны функционировать живые клетки, составляет всего около 50°.

Живые клетки замерзают при нескольких градусах ниже 0 °С. Само по себе замерзание не всегда является роковым для живых тканей; ученые получали ткани, которые при замораживании сохраняли на некоторое время свою жизнеспособность. Однако обычно при замерзании тканей образующиеся кристаллы льда разрушают тонкие клеточные структуры. При температурах выше 45 °С происходит денатурация белков. Поскольку белки ответственны фактически за все регуляторные функции животных, их структурная и функциональная сохранность жизненно необходима для нормального функционирования организма. Температура сильно влияет на метаболизм живой ткани, так как скорость биохимических реакций зависит от температуры окружающей среды и обычно возрастает в два-три раза на каждые 10° повышения температуры.

В животном мире существуют несколько основных способов реагирования на внешнюю температуру. У *пойкилотермных* животных, к которым относятся большинство беспозвоночных и низших позвоночных, температура тела зависит от окружающей температуры (рис. 19.1). Альтернативой к такой зависимости служит терморегуляция. В этом случае температура внутренних областей тела поддерживается на постоянном уровне независимо от температуры окружающей среды. Терморегуляция присуща птицам и млекопитающим, которых называют *гомойотермными* (или гомеотермными). Терморегуляция позволяет животным функционировать в температурных условиях, которые обеспечивают оптимальную активность ферментов. *Гетеротермия* — это особое состояние, в котором гомеотермные животные на

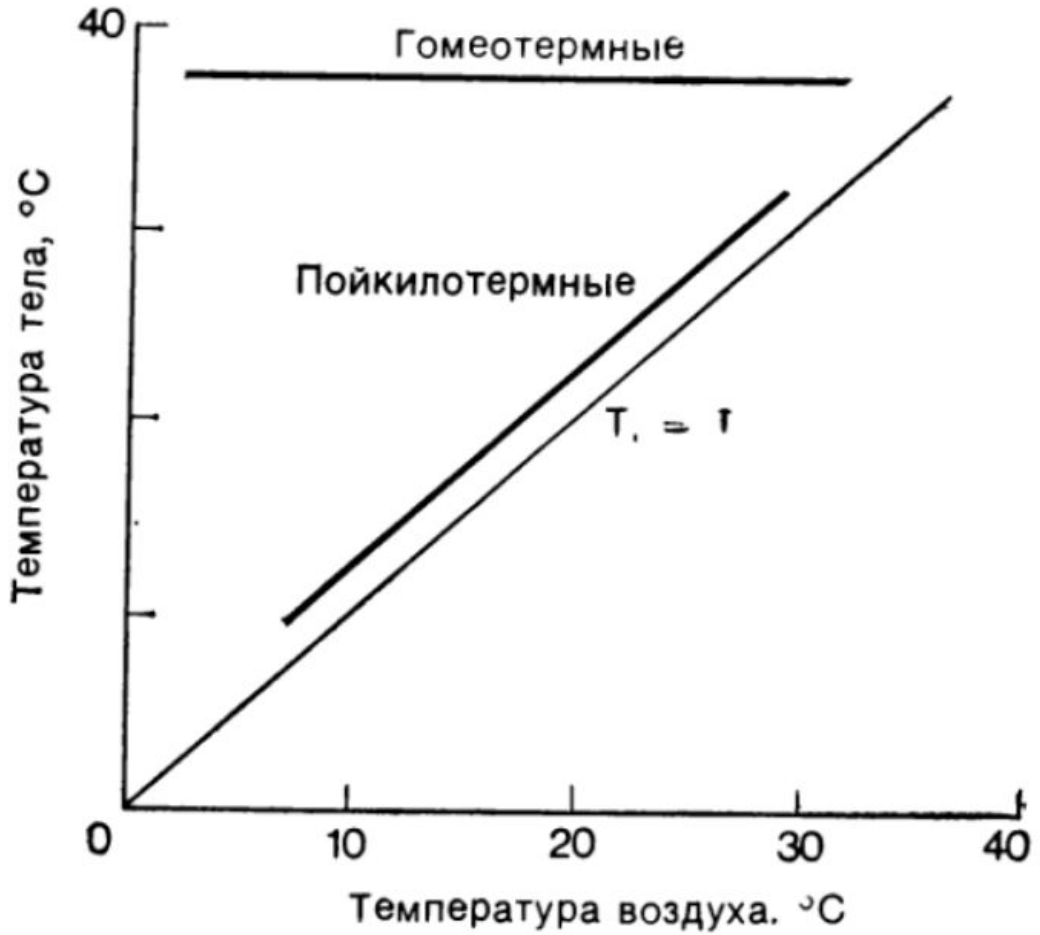


Рис. 19.1. Соотношение температуры тела у животных и температуры воздуха. У пойкилотермных животных первая довольно близка второй. Гомойотермные сохраняют температуру тела на сравнительно постоянном уровне в широком диапазоне температур воздуха.

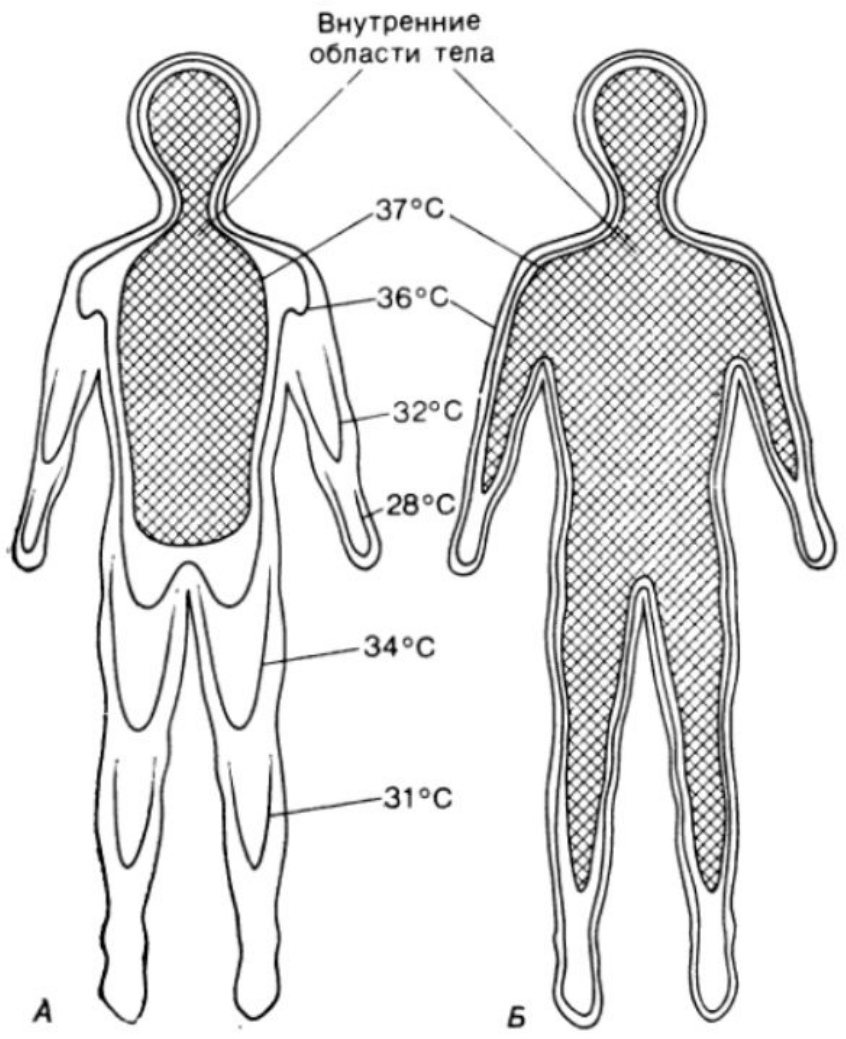


Рис. 19.2. Температура различных областей тела человека при температуре воздуха 20 °C (*А*) и 35 °C (*Б*). Показаны изотермы (линии, соединяющие точки с одинаковой температурой). При 20 °C между внутренней областью тела (заштриховано) и поверхностью существуют резкие перепады температуры, причем внутренняя область ограничена головой и туловищем. При 35 °C внутренняя область распространяется далеко на конечности.

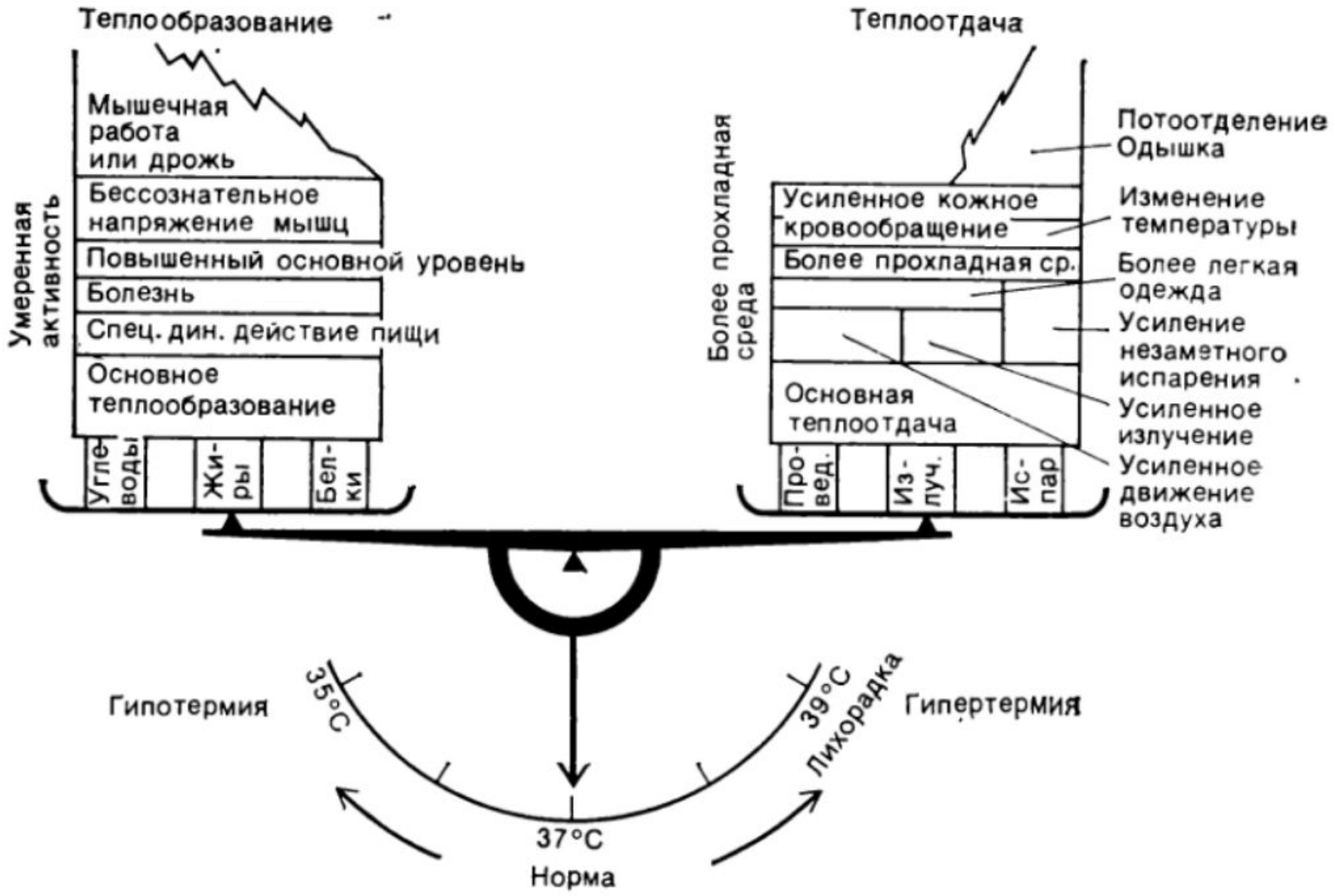


**Рис. 19.3. Равновесие между факторами, усиливающими приток и отдачу тепла, создающее постоянную температуру тела. Если равновесия нет, температура тела изменяется.**

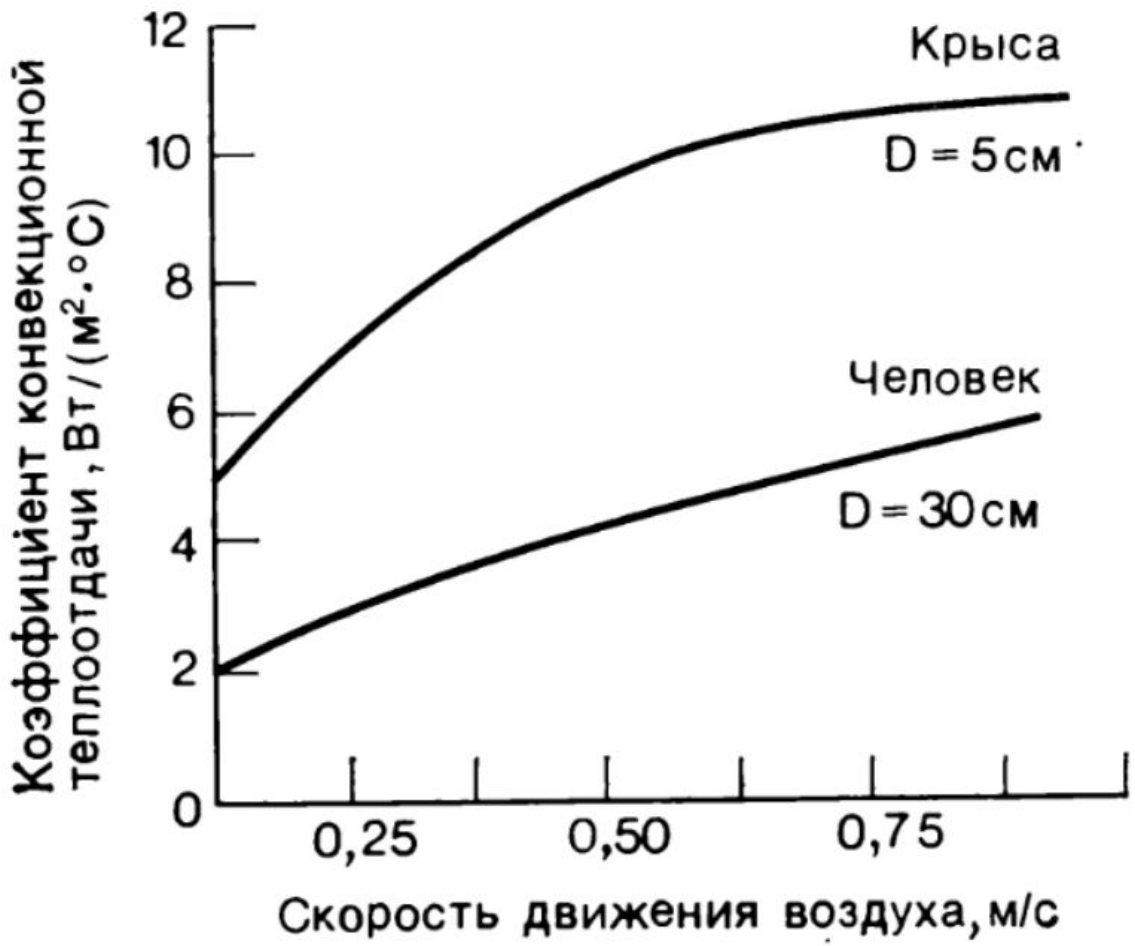


Рис. 19.4. Зависимость коэффициента конвекции ($h_c$) двух цилиндров от скорости ветра. D — диаметр.

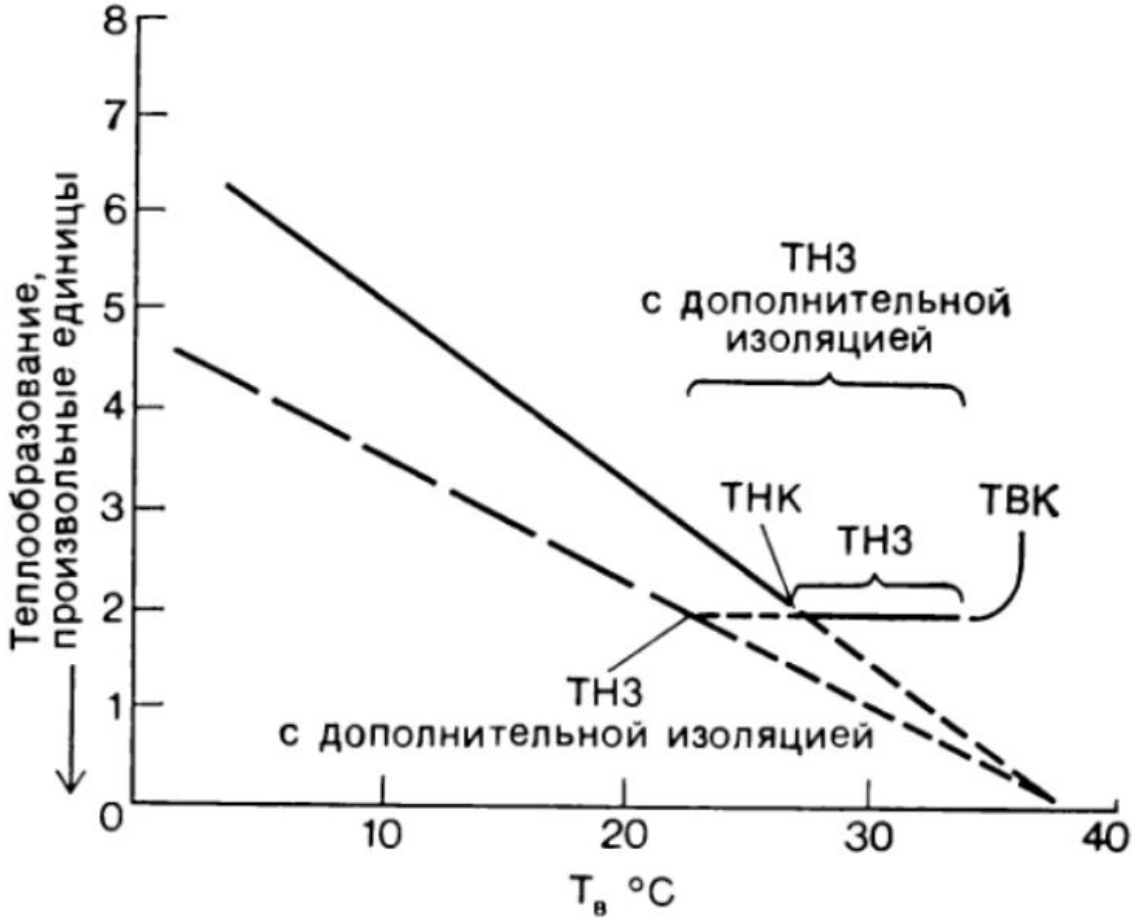


Рис. 19.5. Соотношение между энергетическим обменом у млекопитающего и температурой воздуха (сплошная линия). Прерывистая линия — то же животное с более сильной изоляцией (у животных при смене на более густой мех, у человека при надевании пальто). Коэффициент минимального переноса тепла равен наклону кривой, выражающей отношение между обменом и температурой.

ТНЗ — термонейтральная зона; ТНК — нижняя граница — температуры комфорта; ТВК — верхняя граница температуры комфорта.

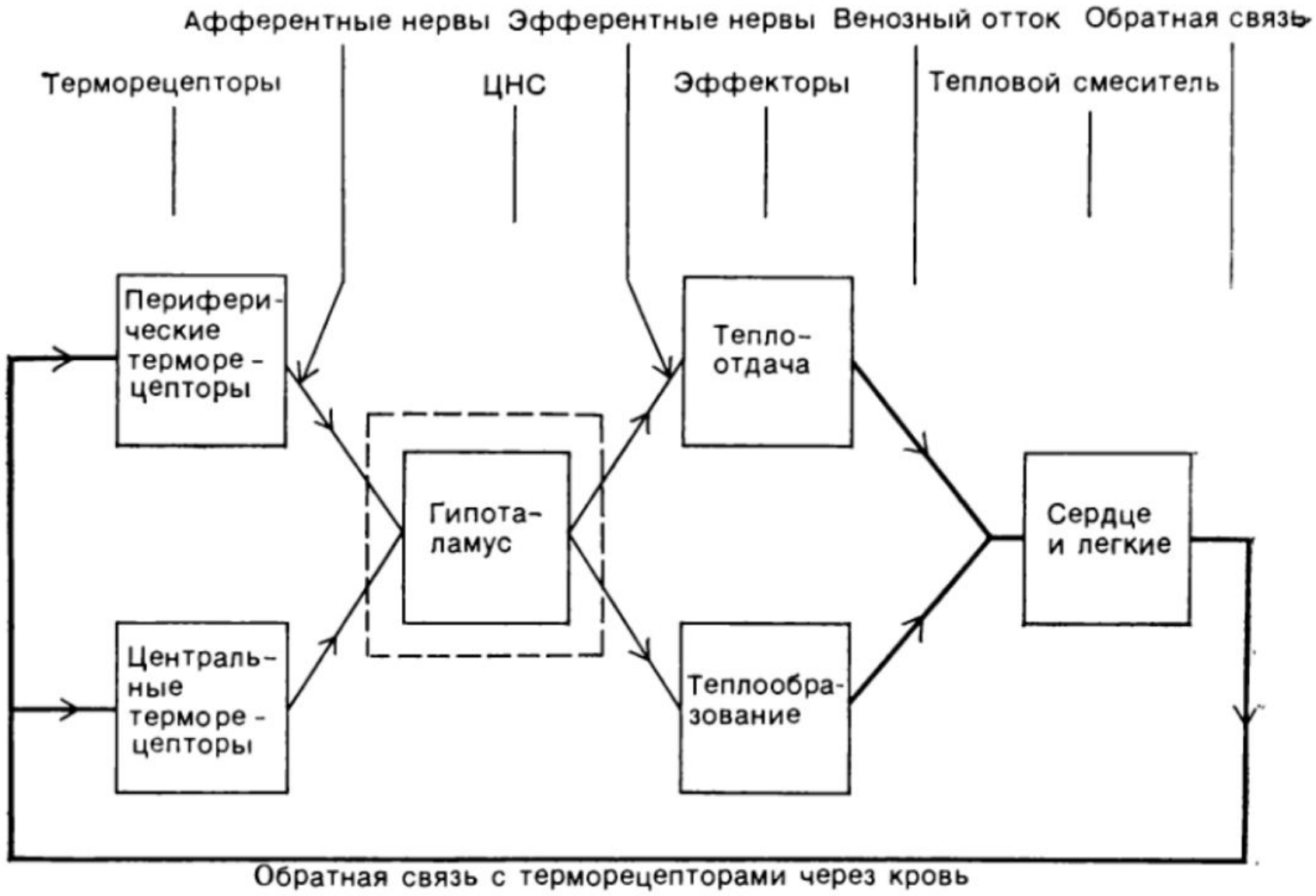


**Рис. 19.6.** Система терморегуляции у млекопитающего. Тонкие линии — нервные пути, толстые — кровеносные сосуды. (Bligh J., 1973.)

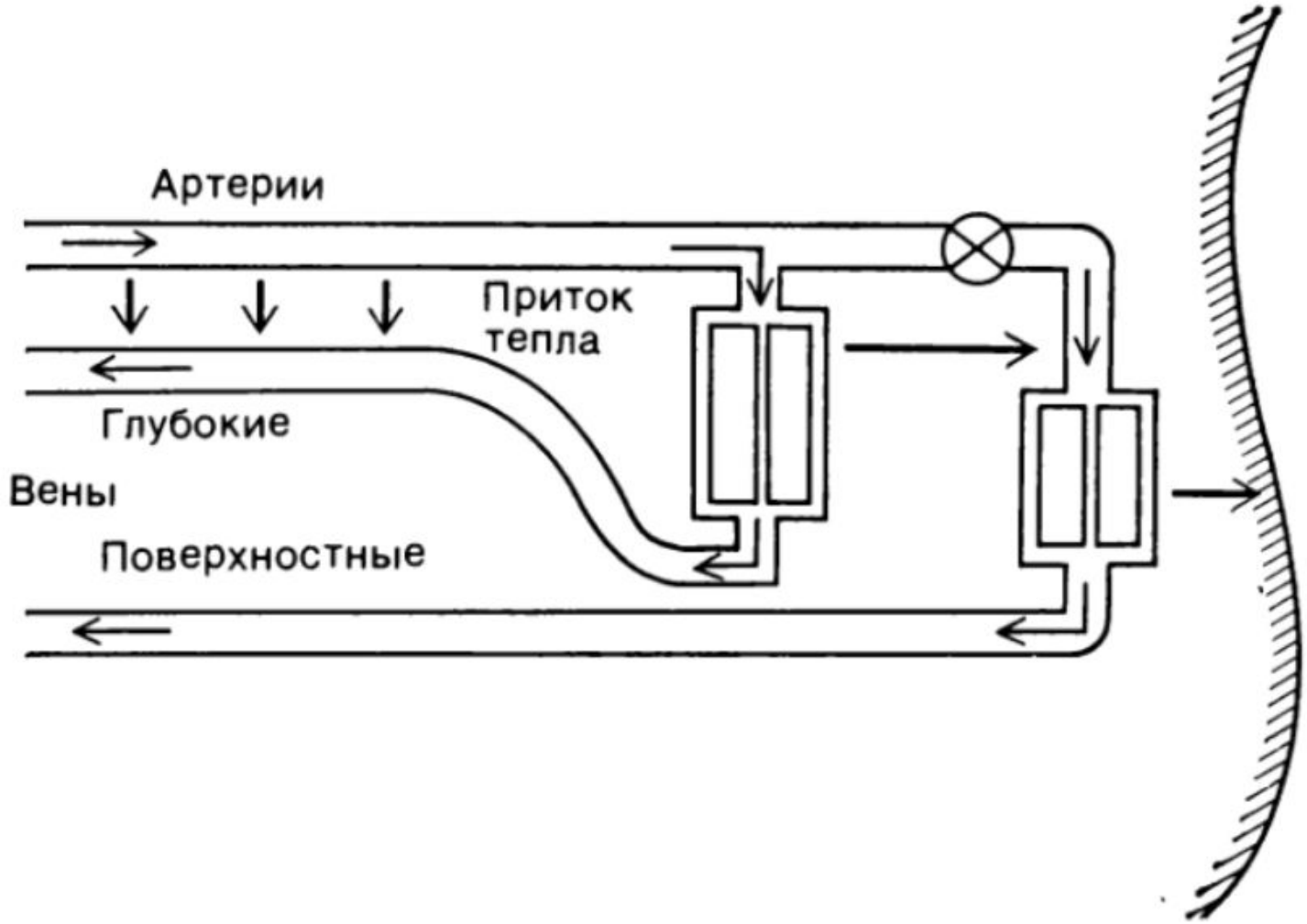


Рис. 19.7. Кровоток к периферическим тканям, допускающий расширение сосудов кожи (клапан открыт), которое облегчает отдачу тепла, и сужение сосудов кожи (клапан закрыт), которое снижает отдачу тепла. Заметьте, что кровь возвращается к внутренним областям тела по другим сосудам.

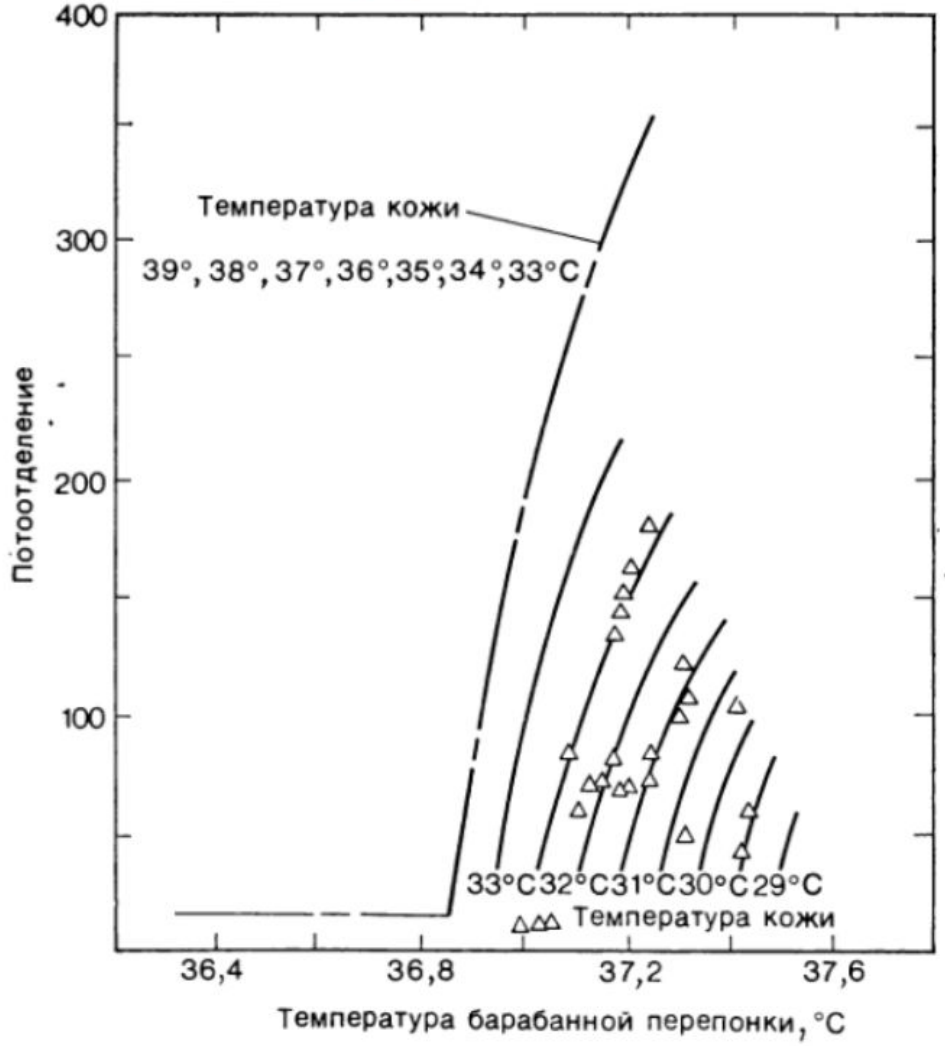


Рис. 19.8. Взаимодействие между температурой барабанной перепонки и температурой кожи по отношению к потоотделению у человека. При температуре кожи от 33 до 39 °C потоотделение начинается при строго определенной температуре барабанной перепонки. При более низких температурах кожи для начала потоотделения требуются более высокие температуры барабанной перепонки.

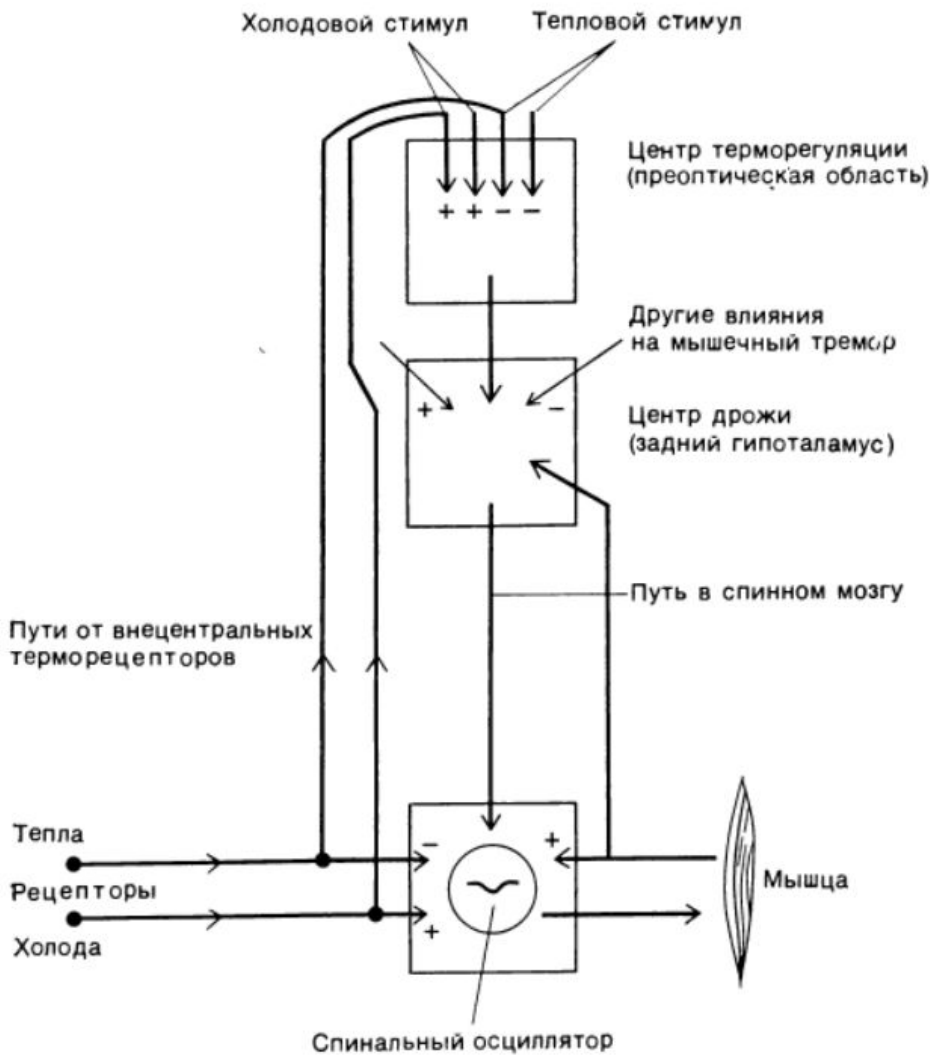


Рис. 19.9. Взаимодействие между центром дрожи в заднем гипоталамусе и спинномозговым осциллятором, управляющим дрожью. (Bligh J., 1973.).

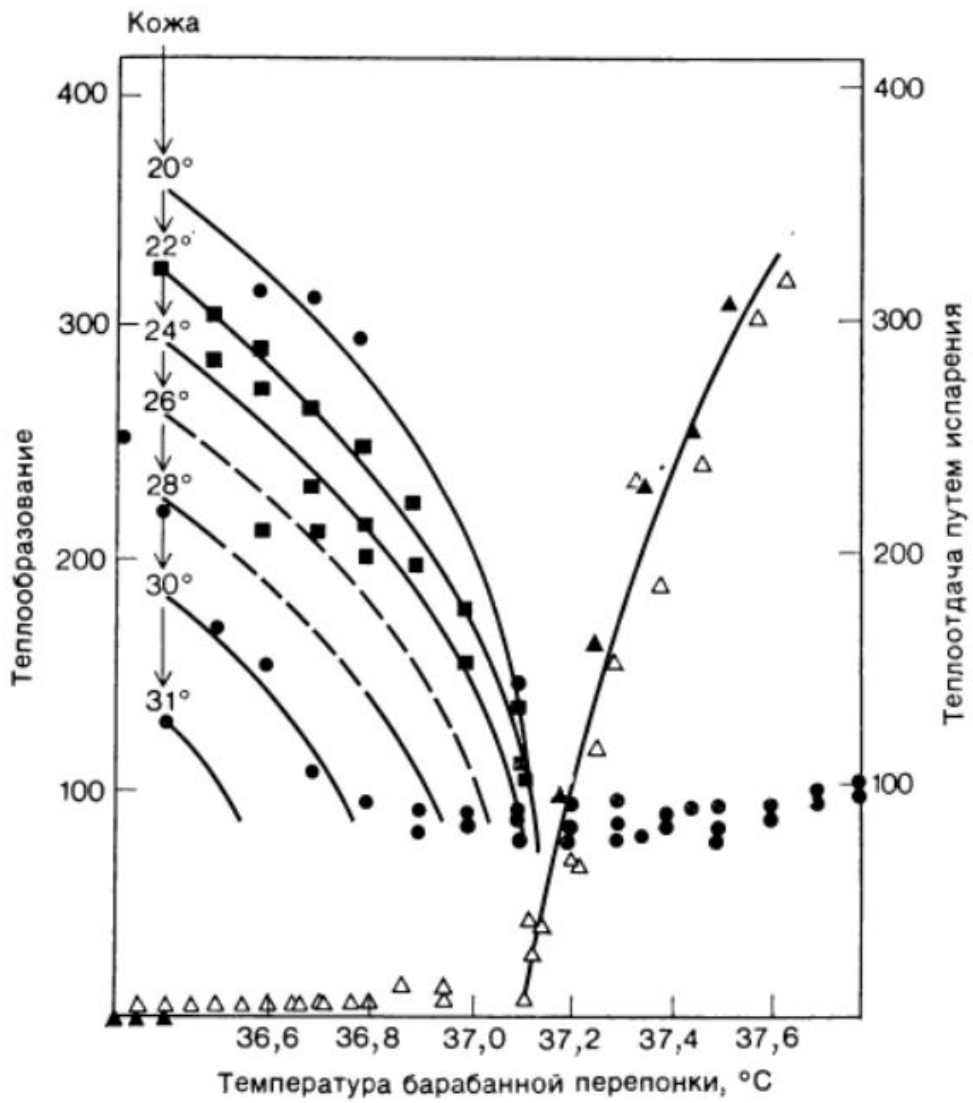


Рис. 19.10. Взаимодействие между температурой кожи и температурой барабанной перепонки по отношению к началу и интенсивности дрожи у человека. При повышении температуры кожи от 20 до 31 °С требуется большее падение температуры барабанной перепонки, чтобы началась дрожь (см. текст). (Benzinger T. H., 1969.)

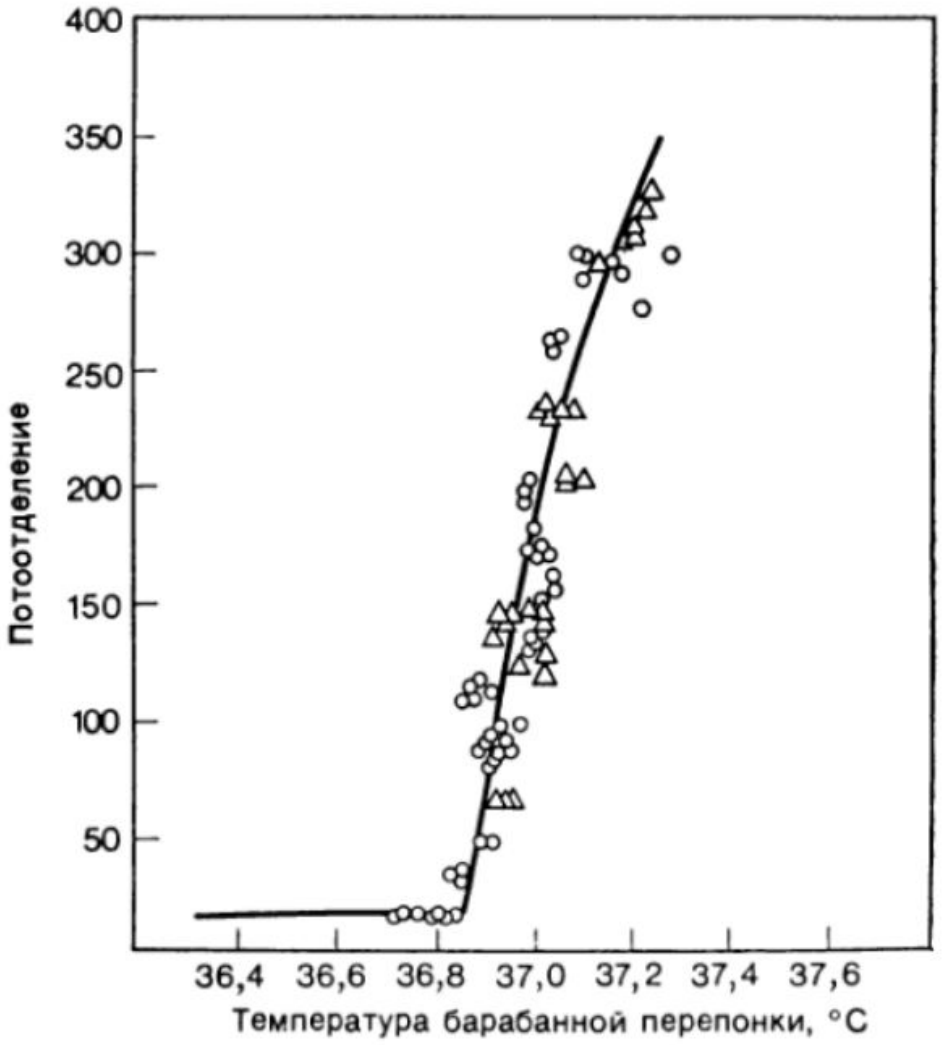


Рис. 19.11. Величина потоотделения у человека в покое (○) и при мышечной работе (△). Температура кожи была между 33 и 38 °С, температура внутри тела (т-ра барабанной перепонки) колебалась от 36,7 до 37,3 °С. Подобные соотношения между состоянием покоя и мышечной работой позволяют думать, что во время работы уровень, вокруг которого колеблется регуляция, не изменился.

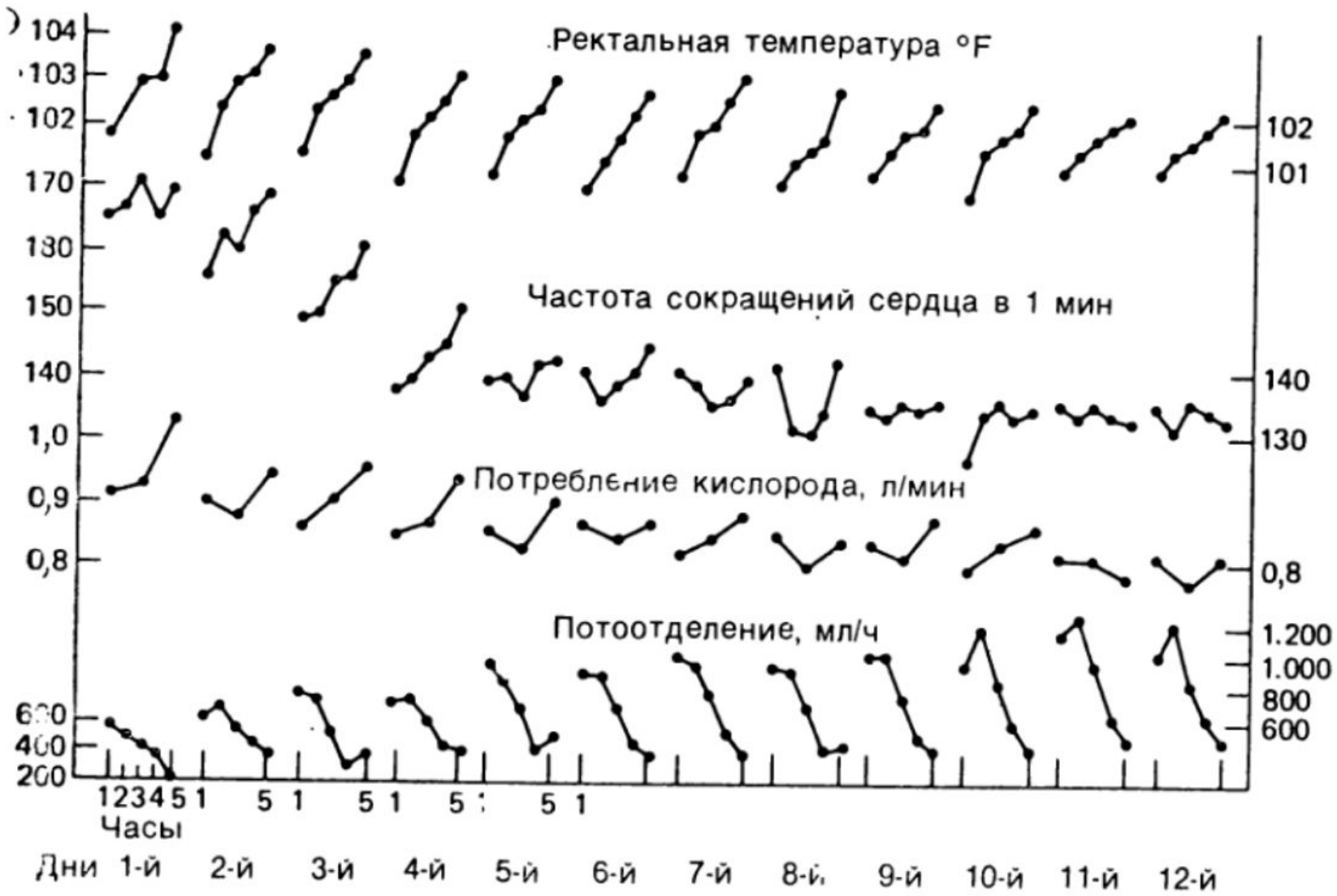


Рис. 19.12. Ректальная температура, частота сокращений сердца, интенсивность потоотделения и потребление кислорода у молодых людей, работающих в течение 5 ч на жаре ($T_a$=36 °C), в первый день работы и после 12 дней.

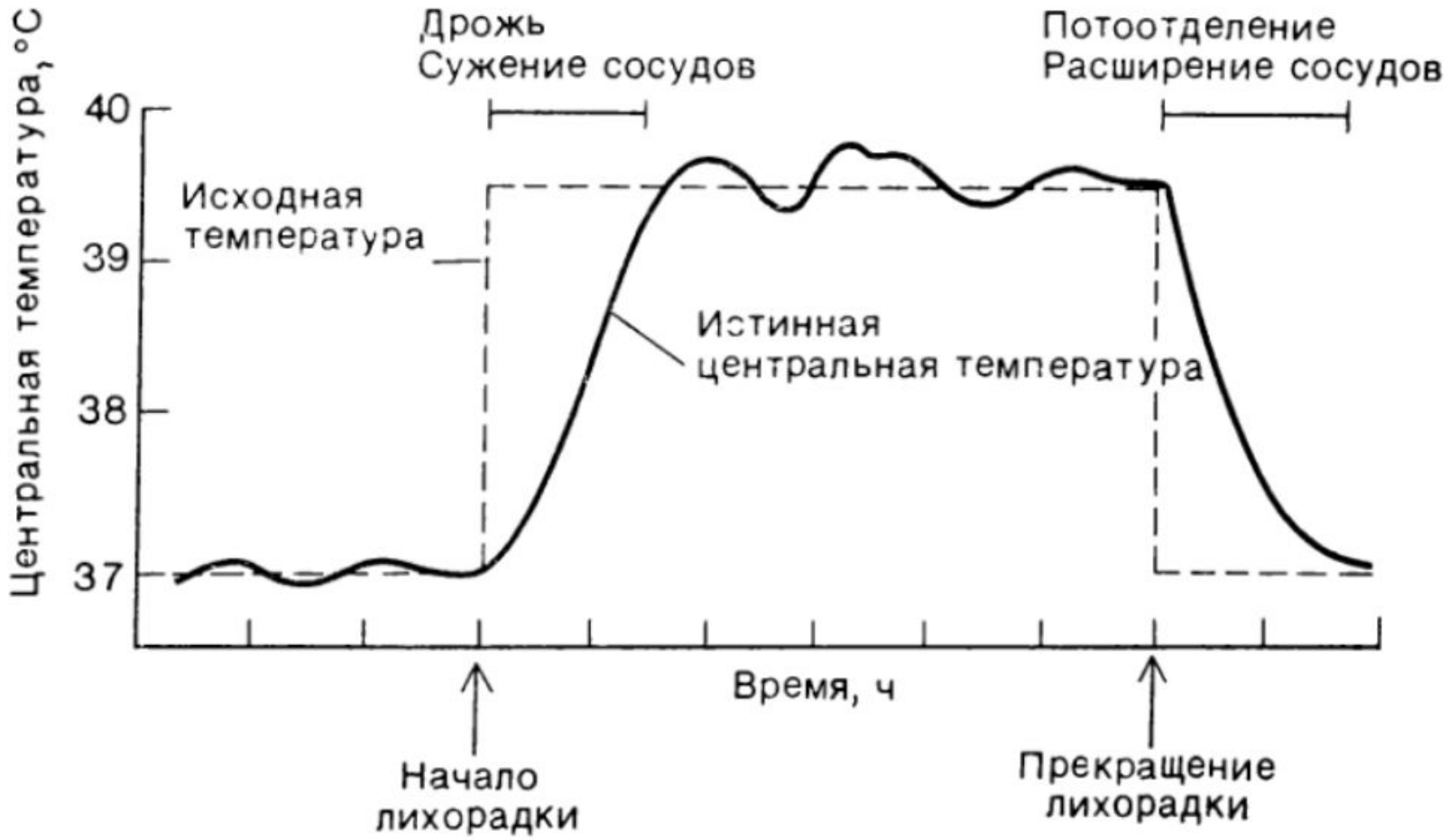


Рис. 19.13. Течение типичного приступа лихорадки. Температура тела отстает от быстрых изменений того уровня, вокруг которого идет регуляция. Во время лихорадочного состояния температура регулируется на более высоком уровне.

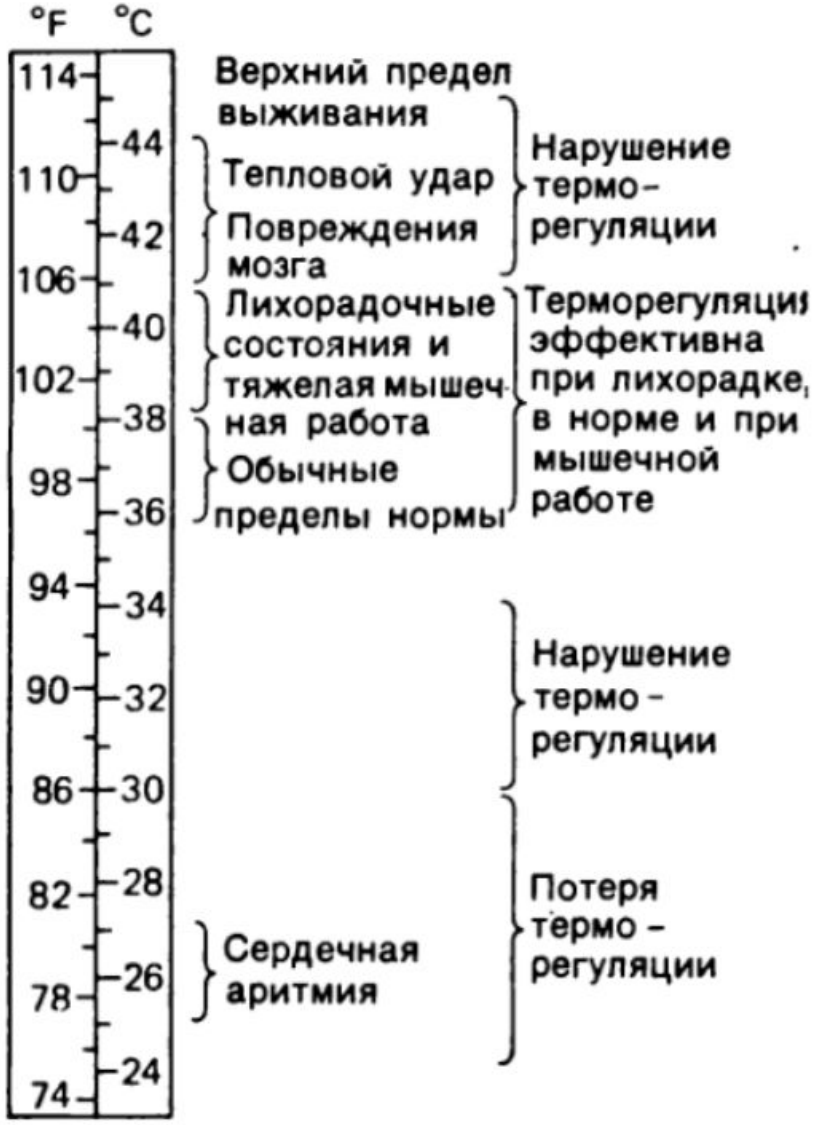


Рис. 19.14. Температура тела человека: нормальные и крайние точки.