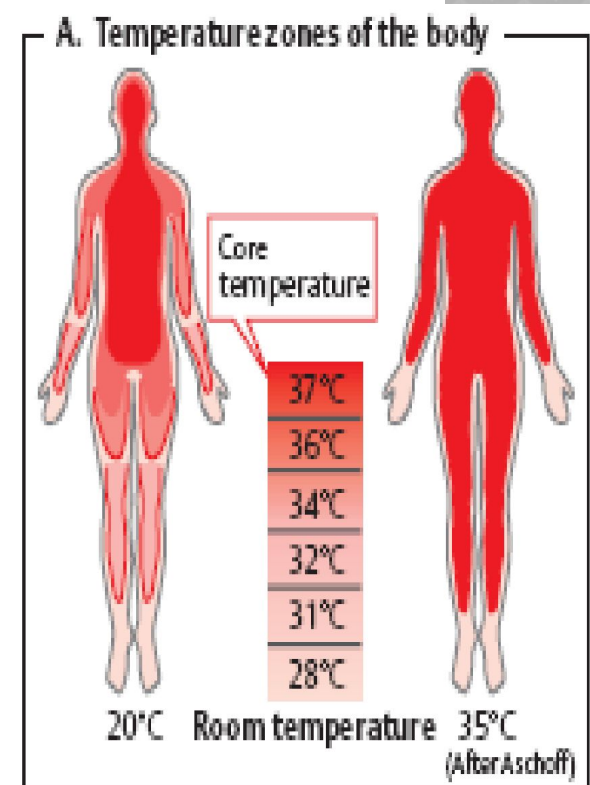


# ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЯ

# ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕМПЕРАТУРИ ТІЛА

- Процеси, що відбуваються в організмі з використанням енергії, закінчуються виділенням тепла. В одних випадках тепло є побічним продуктом життєдіяльності. В інших його виділення є головним шляхом перетворення енергії. В той же час існує зворотній зв'язок між температурою і біологічними процесами.
- Низька температура взимку, як і зниження температури вночі, сповільнювали або зупиняли всі процеси життєдіяльності. Це стосується так званих пойкилотермних тварин. У них температура тіла змінюється відповідно до температури зовнішнього середовища. Але на певному етапі еволюції деякі тварини набули здатності зберігати температуру постійною. Це гомойотермні істоти. Вони можуть зберігати температуру постійною, вони стали незалежними від зміни температури навколишнього середовища.



# ТЕМПЕРАТУРА ТІЛА ЛЮДИНИ

- У гомойотермних організмів температура різних частин тіла не однакова. Розрізняють температуру оболонки і температуру ядра. Температура оболонки - це температура шкіри, яка залежить від температури навколишнього середовища. Температура ядра (температура внутрішніх органів, м'язів), навпаки характеризується постійністю.
- Різні ділянки поверхні шкіри мають різну температуру. Температура шкіри тулуба і голови становить 33-34 °С, кінцівок, особливо в дистальних відділах - 28 °С.
- Температура ядра теж не скрізь однакова - вона вища в печінці, у прямій кишці, у м'язах, які працюють.

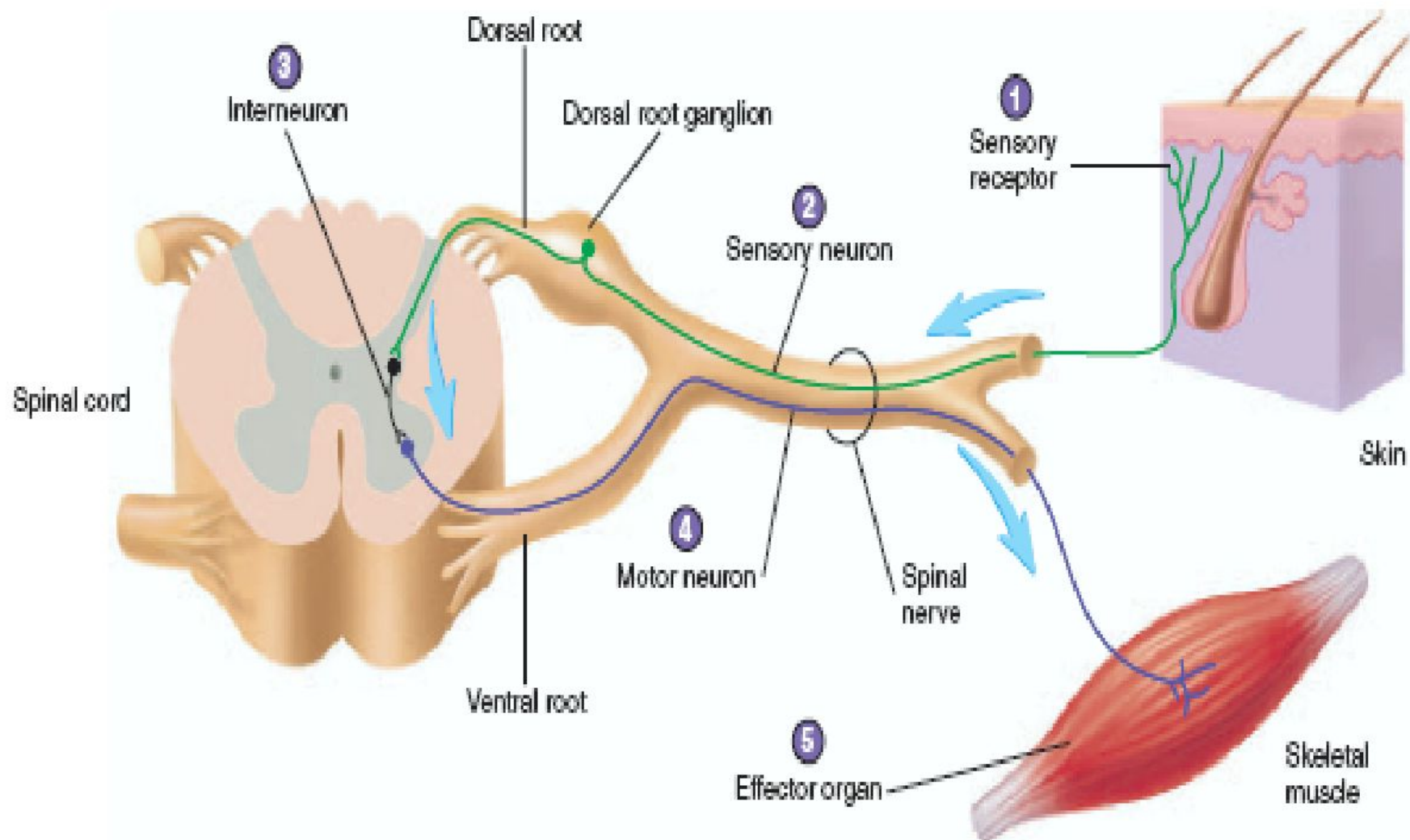
- Протягом доби температура тіла може коливатись: до 4-ї години вона знижується, а до 17-ї - підвищується. Амплітуда коливання може досягти  $1^{\circ}\text{C}$ . Температура тіла може змінюватися і залежно від прийняття їжі, інтенсивності виконуваної м'язової праці та емоційного стану.
- Температура тіла жінки залежить від ритму гормональної активності, менструального циклу. у першу половину циклу температура приблизно на  $0,5^{\circ}\text{C}$  нижча ніж у другій.
- Регуляція температури тіла полягає в узгодженні процесів теплопродукції та тепловіддачі.

# ТЕПЛОПРОДУКЦІЯ

- В усіх органах унаслідок процесів обміну речовин відбувається теплопродукція. Роль різних органів у теплопродукції різна. У стані спокою на печінку припадає близько 20 % загальної теплопродукції, на інші внутрішні органи - 56 %, на скелетні м'язи - 20 %, при фізичному навантаженні на скелетні м'язи - до 90 %, на внутрішні органи - лише 8 %.
- Таким чином, найпотужнішим резервним джерелом теплопродукції є м'язи. Зміна їх метаболізму при локомоціях - основний механізм теплопродукції. Виділяють кілька етапів участі м'язів у теплопродукції.

- 1. *Терморегуляційний тонус*. При цьому м'язи не скорочуються. Підвищується їх тонус та метаболізм. Цей тонус виникає у м'язах шиї, тулуба та кінцівок. Унаслідок цього теплопродукція підвищується на 50-100 %.
- 2. *Тремтіння* виникає несвідомо і полягає в періодичній активності високопорогових рухових одиниць на тлі терморегуляційного тону. При тремтінні теплопродукція підвищується у 2-3 рази. Тремтіння починається часто з м'язів шиї, обличчя. Це пояснюється тим, що передусім має підвищитись температура крові, яка тече до головного мозку.
- 3. *Довільні скорочення* полягають у свідомому підвищенні скорочення м'язів. Це спостерігається в умовах низької зовнішньої температури, коли перших двох етапів не досить. При довільних скороченнях теплопродукція може збільшитись у 10-20 разів.

# РЕФЛЕКТОРНА ДУГА ШКІРНО-М'ЯЗЕВОГО РЕФЛЕКСУ

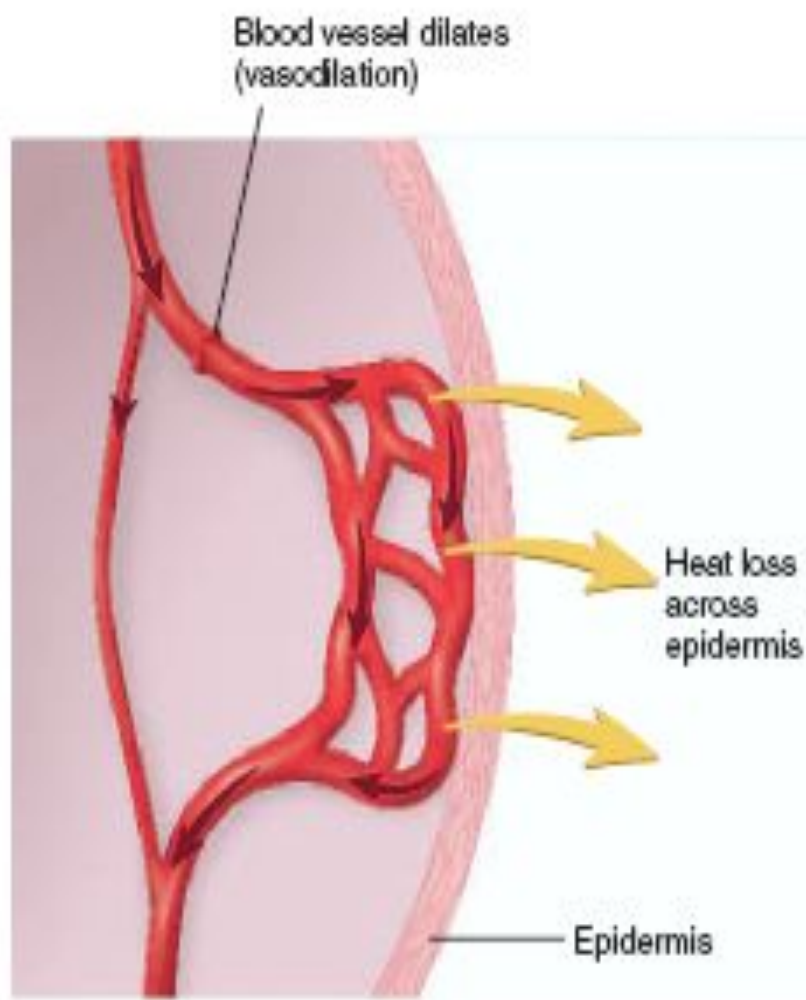


# ТЕПЛОВІДДАЧА

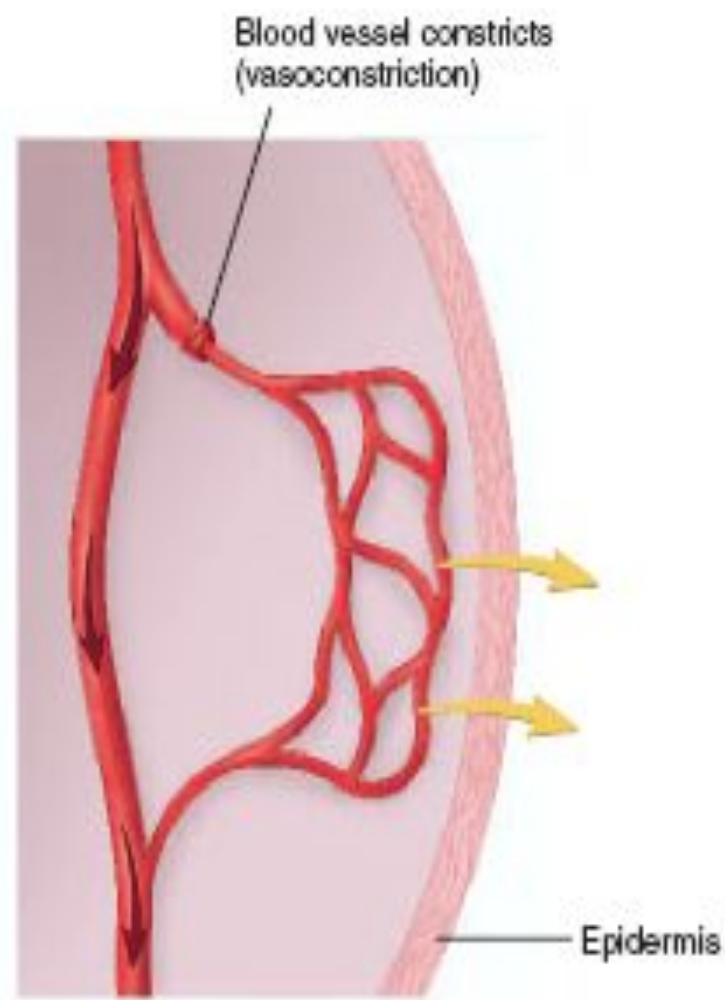
- 1. *Радіація* відбувається за допомогою інфрачервоного довгохвильового випромінювання. Для цього потрібен градієнт температур навколишнього середовища. Величина радіації залежить від температури і поверхні шкіри.
- 2. *Теплопровідність* здійснюється при безпосередньому контакті тіла з предметами (стілець, ліжко тощо). При цьому швидкість перенесення тепла від біль нагрітого тіла до менш нагрітого предмета визначається температурним градієнтом і їх теплопровідністю. Віддача тепла цим шляхом значно (у 14 разів) збільшується при перебуванні людини у воді.
- 3. *Конвекційний шлях*. Повітря, що контактує з поверхнею тіла, за наявності градієнту температур нагрівається. При цьому воно стає легшим і, піднімаючись від тіла звільняє місце для нових порцій повітря. Таким чином воно забирає частину тепла.



# РОЛЬ ТОНУСУ СУДИН ДЛЯ ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЇ



Increased heat loss



Heat conservation

# ВИПАРОВУВАННЯ ПОТУ

- При кімнатній температурі у роздягненої людини близько 20 % тепла віддається за допомогою випаровування. При однакових показниках температури тіла і навколишнього середовища спрацьовує лише один механізм віддачі тепла, пов'язаний із процесами потовиділення і потовипаровування. Охолодженню шкіри сприяє те, що для випаровування 1 мл поту витрачається 0,58 ккал.
- Швидкість випаровування залежить від градієнта температури і насичення водяною парою навколишнього середовища. Що вища вологість, то менш ефективним стає цей шлях тепловіддачі. Різко зменшується результативність тепловіддачі при перебуванні у воді або в щільному одязі.

- Випаровування має два механізми: а) перспірація - без участі потових залоз; б) випаровування - при активній участі потових залоз.
- *Перспірація* - випаровування води з поверхні легень, слизових оболонок, шкіри, яка завжди волога. Це випаровування не регулюється, воно залежить від градієнта температур і вологості навколишнього повітря. Що вища вологість, то менш ефективний цей вид тепловіддачі.
- Головну роль у регуляції процесів тепловіддачі відіграють зміни *кровопостачання шкіри*. Звуження судин шкіри, відкриття артеріовенозних анастомозів сприяє меншому припливу тепла від ядра до оболонки і збереженню його в організмі. Навпаки, при розширенні судин шкіри її температура може збільшуватись на 7-8 °С. Тонус судин шкіри контролюється симпатичною нервовою системою.

# ТЕРМОРЕЦЕПТОРИ

- Температура тіла контролюється специфічними терморецепторами. Вони поділяються на периферичні і центральні.
- Розташовані в шкірі, підшкірній основі та кровоносних судинах цих ділянок, периферичні рецептори бувають двох типів - теплові та холодкові (переважно холодкові).
- Центральні рецептори містяться в гіпоталамусі (загалом у передоптичній зоні). Деяка їх кількість розташована в шийно-грудному відділі спинного мозку.

- Частота виникнення нервових імпульсів у рецепторах залежить від температури. Холодові і теплові рецептори генерують спонтанну активність. Раптове підвищення або зниження температури призводить до короткочасного різкого збільшення частоти розрядів у відповідних рецепторах із наступним поступовим зниженням до рівня, характерного для даної температури. При температурі шкіри 34-38 °C імпульсація в обох типах рецепторів мінімальна. Це створює уяву про температурний комфорт. Для центральних терморецепторів "температурне вікно" знаходиться в межах 37-37,5 °C.
- Імпульси від периферичних рецепторів переключаються в структурах задніх рогів спинного мозку. В головний мозок вони надходять по спіноталамічному та спіноретикулярному шляхах. Після проходження через ретикулярну формацію і неспецифічні ядра таламуса імпульсація надходить у гіпоталамус і асоціативні зони кори головного мозку.

# ЦЕНТР ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЇ

- Центр терморегуляції міститься в гіпоталамусі. Центр теплопродукції розташований у ядрах заднього відділу гіпоталамуса. Звідси через симпатичну нервову систему ідуть імпульси, що підвищують метаболізм, звужують судини шкіри, активізують терморегуляцію скелетних м'язів. У цих реакціях беруть участь і гормони – адреналін, норадреналін, тироксин та ін.
- Центр тепловіддачі міститься в ядрах переднього відділу гіпоталамуса. Звідси ідуть імпульси, які розширюють судини шкіри, підвищують виділення поту, знижують теплопродукцію. При руйнуванні центру терморегуляції в гіпоталамусі гомойотермна тварина перетворюється на пойкилотермну.

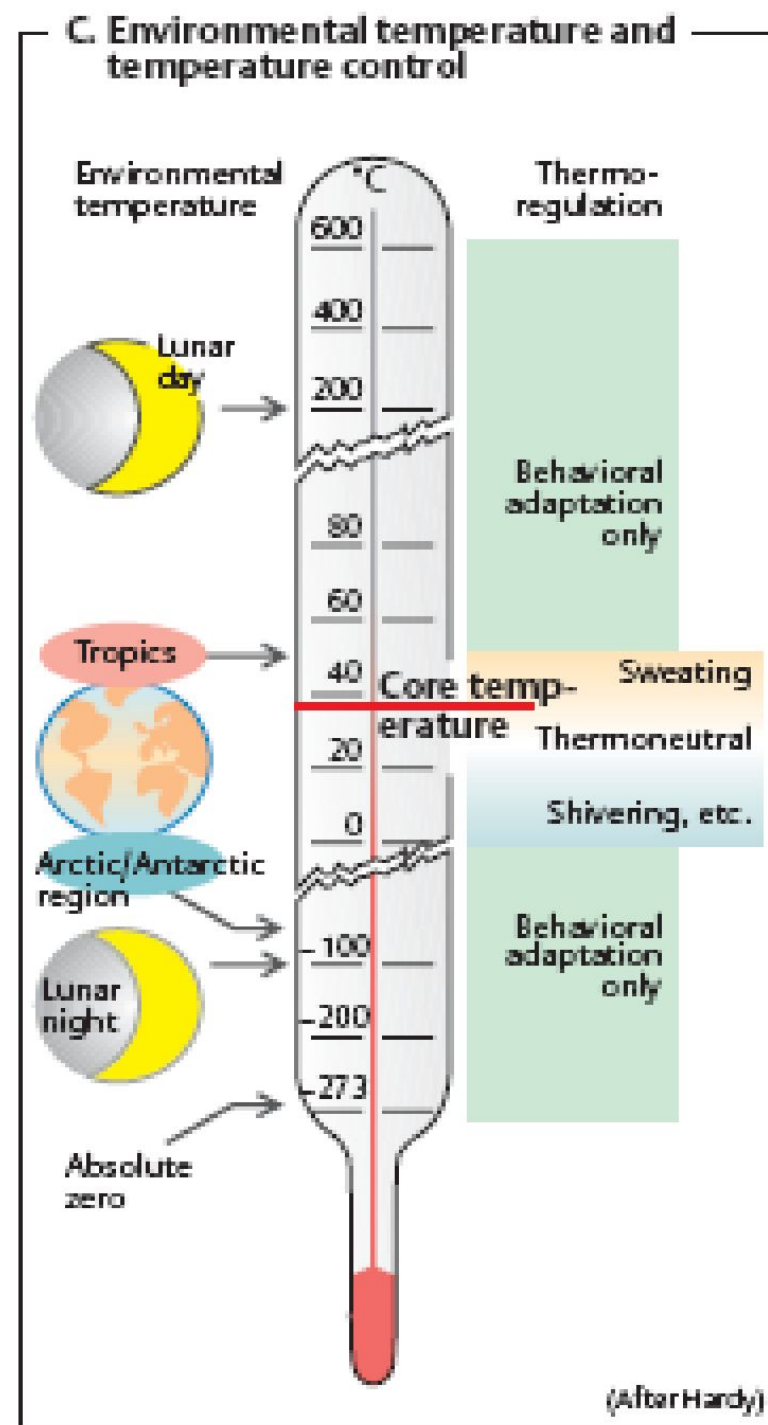
- Стан терморегулюючих зон гіпоталамуса може змінюватися під впливом ряду факторів крові. Такими факторами є вміст  $\text{Ca}^{2+}$  і  $\text{Na}$ , глюкози, осмотичний тиск. Підвищення рівня одного з найбільш біологічно активних іонів ( $\text{Ca}^{2+}$ ) модифікує чутливість центральних механізмів до температури, нейромедіаторів, що призводить до активації механізмів тепловіддачі.
- Це особливо помітно при фізичному навантаженні. Ріст осмолярності крові зумовлює підвищення межі температурної чутливості і зниження інтенсивності потовиділення.

- Певну роль у регуляції температури тіла грають інші відділи ЦНС (ретикулярна формація, лімбічна система, кора головного мозку).
- Вмикання різноманітних механізмів теплообміну відбувається постійно, залежно від конкретних умов. Етапність вмикання механізмів регуляції полягає у тому, що спочатку вмикаються енергоекономні механізми, наприклад, поведінкові. Якщо їх не досить, то вмикаються судинорухові. А такі механізми, як тремтіння, локомоції або потовиділення, приєднуються насамперед.



# ПОНЯТТЯ "ТЕМПЕРАТУРНА АДАПТАЦІЯ"

- Тривала адаптація, акліматизація до поступово змінюваного температурного режиму сприяють суттєвому розширенню ареалу існування людини. Найважливіше значення при цьому має зміна інтенсивності обмінних процесів. Так, у мешканців високих широт підвищений основний обмін, а у мешканців пустель, навпаки, знижений.
- Це зумовлено зміною рівня гормонів, насамперед тироксину - одного з основних стимуляторів термогенезу.



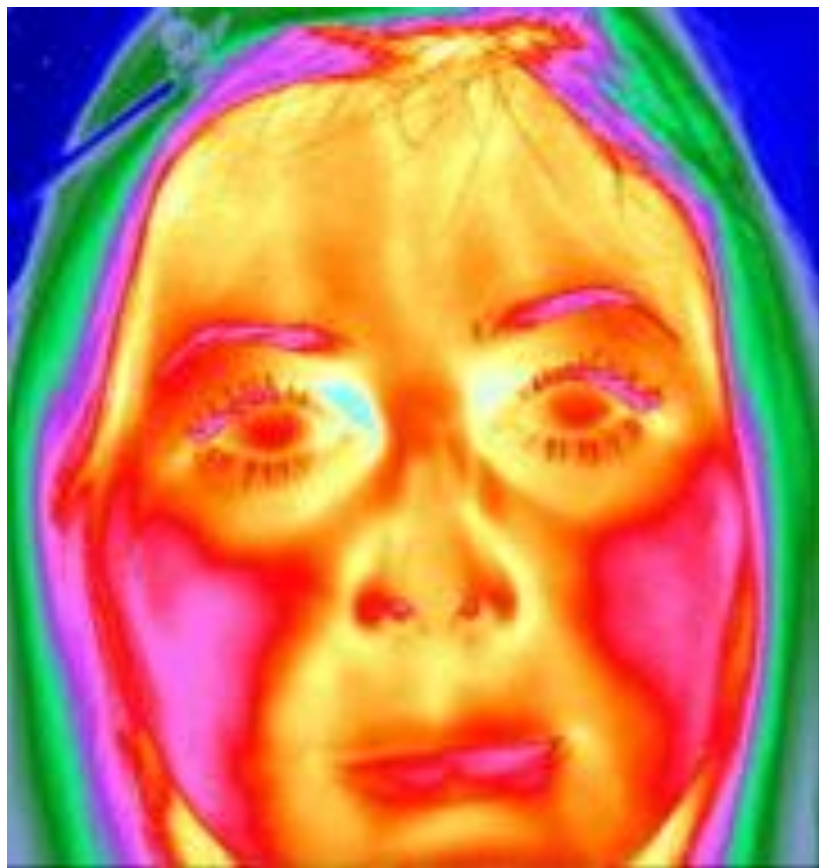
- У людей, які живуть в зонах з підвищеною зовнішньою температурою дещо змінюються і нервово - рефлекторні механізми терморегуляції. Температура ядра у людей, які мешкають у широтах з гарячим кліматом, на 0,5-1 оС вища, а у мешканців регіонів з холодним кліматом знижена. Інші також межі початку реагування периферичних рецепторів і вмикання механізмів терморегуляції.
- У мешканців тропіків судини і потові залози починають реагувати при високій температурі тіла, а у мешканців високогірних районів - при нижчій, ніж у тих, хто живе у регіонах з помірним кліматом (на 0,5-1 °С ). У процесі адаптації до багатолітнього перебування в умовах відповідних температур, крім суто функціональних особливостей, виробились і морфологічні відмінності. Так, у мешканців тропіків у шкірі порівняно більш потових залоз.

# ГІПОТЕРМІЯ І ГІПЕРТЕРМІЯ

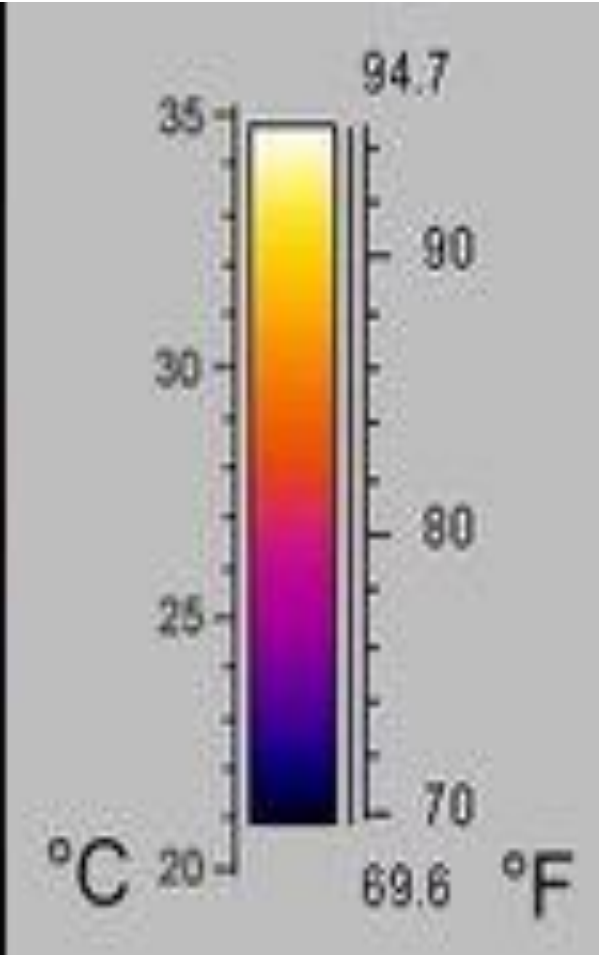
- ⦿ В умовах дуже низької навколишньої температури розширення судин шкіри може призвести до збільшення тепловитрат, зниження температури ядра, і людина може замерзнути. Зниження температури ядра, згідно з правилом Вант-Гоффа, супроводжується зниженням активності обмінних процесів. Смерть при охолодженні настає при температурі 26-28 °С. Але ще перед цим низька температура призведе до різкого пригнічення активності нейронів ЦНС, до "засинання" і непритомності.
- ⦿ Вказану залежність сьогодні використовують з лікувальною метою, коли потрібно на деякий час відключити кровообіг, щоб зробити операцію на серці. Такий метод називають керованою гіпотермією.

- Протилежний гіпотермії стан називають гіпертермією. Гіпертермія спостерігається і у здорових людей. Це відбувається, наприклад, при інтенсивній фізичній праці, коли тепловіддача відстає від теплотворення. Висока навколишня температура, особливо при високій вологості, інтенсивний вплив сонця також можуть спричинити гіпертермію.
- При підвищенні температури тіла понад 41 °C розвивається набряк мозку, порушується процес терморегуляції і без медичної допомоги може настати смерть. Гіпертермія супроводжує багато хвороб.

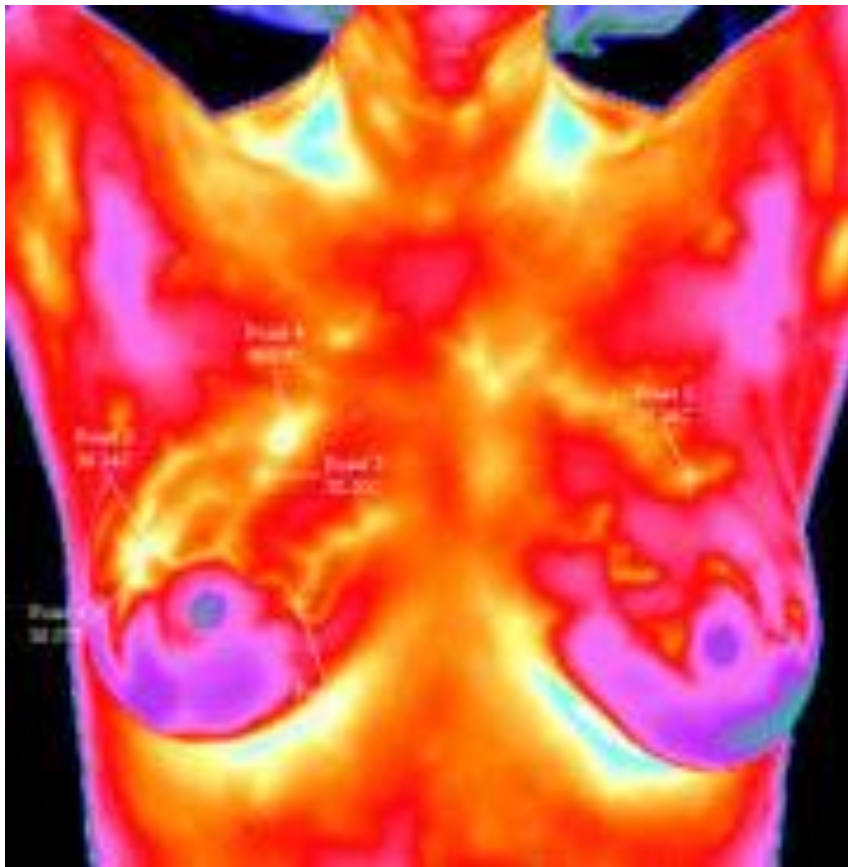
# ТЕРМОГРАФІЧНИЙ МЕТОД ОБСТЕЖЕННЯ







# ЗАСТОСУВАННЯ ТЕРМОГРАФІЇ У МЕДИЦИНІ



- ⊙ В онкології  
(на термограмі пухлина правої молочної залози),
- ⊙ стоматології,
- ⊙ неврології,
- ⊙ ортопедії,
- ⊙ кардіології,
- ⊙ при діагностиці причин болів.