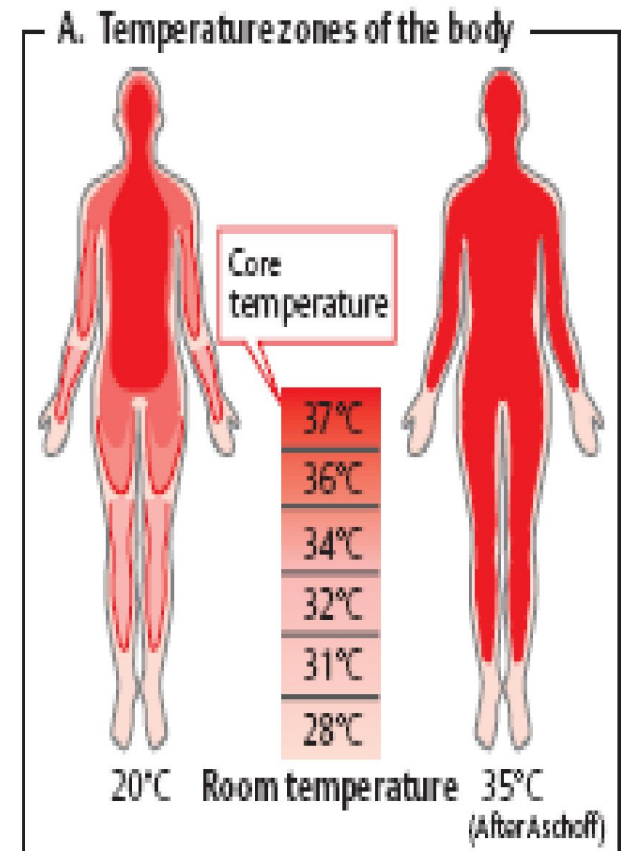


# **ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЯ**

- 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 **пойкілотермних 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.

# ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТ ИКА ТЕМПЕРАТУРИ ТІЛА



# 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 °С. 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 °С 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 тонусу. 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.



# 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 більш 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.



# 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.

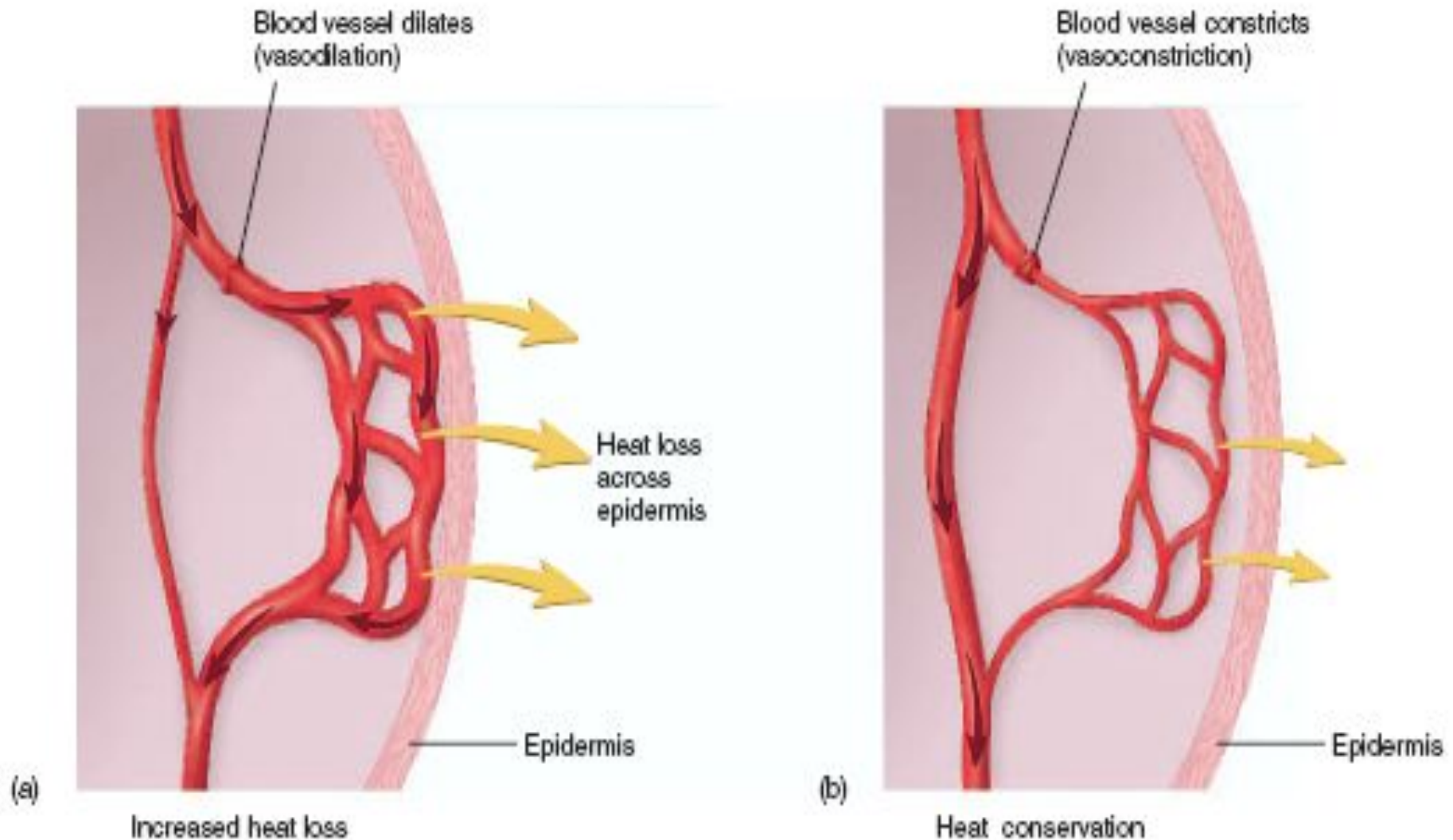




- Випаровування має два механізми: а) **перспірація** – без участі потових залоз; б) **випаровування** – при активній участі потових залоз.
- **Перспірація** – випаровування води з поверхні легень, слизових оболонок, шкіри, які завжди вологі. Це випаровування не регулюється, воно залежить від градієнта 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.



# РОЛЬ ТОНУСУ СУДИН ДЛЯ ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЇ



# 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. 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 °С імпульсація в обох типах рецепторів мінімальна. Це створює уяву про температурний комфорт. Для центральних терморекцепторів "температурне вікно" знаходиться в межах 37-37,5 °С.
- 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 теповіддачі 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 Ca<sup>2+</sup> і Na, глюкози, осмотичний тиск. Підвищення рівня одного з найбільш біологічно активних іонів (Ca<sup>2+</sup>) 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.



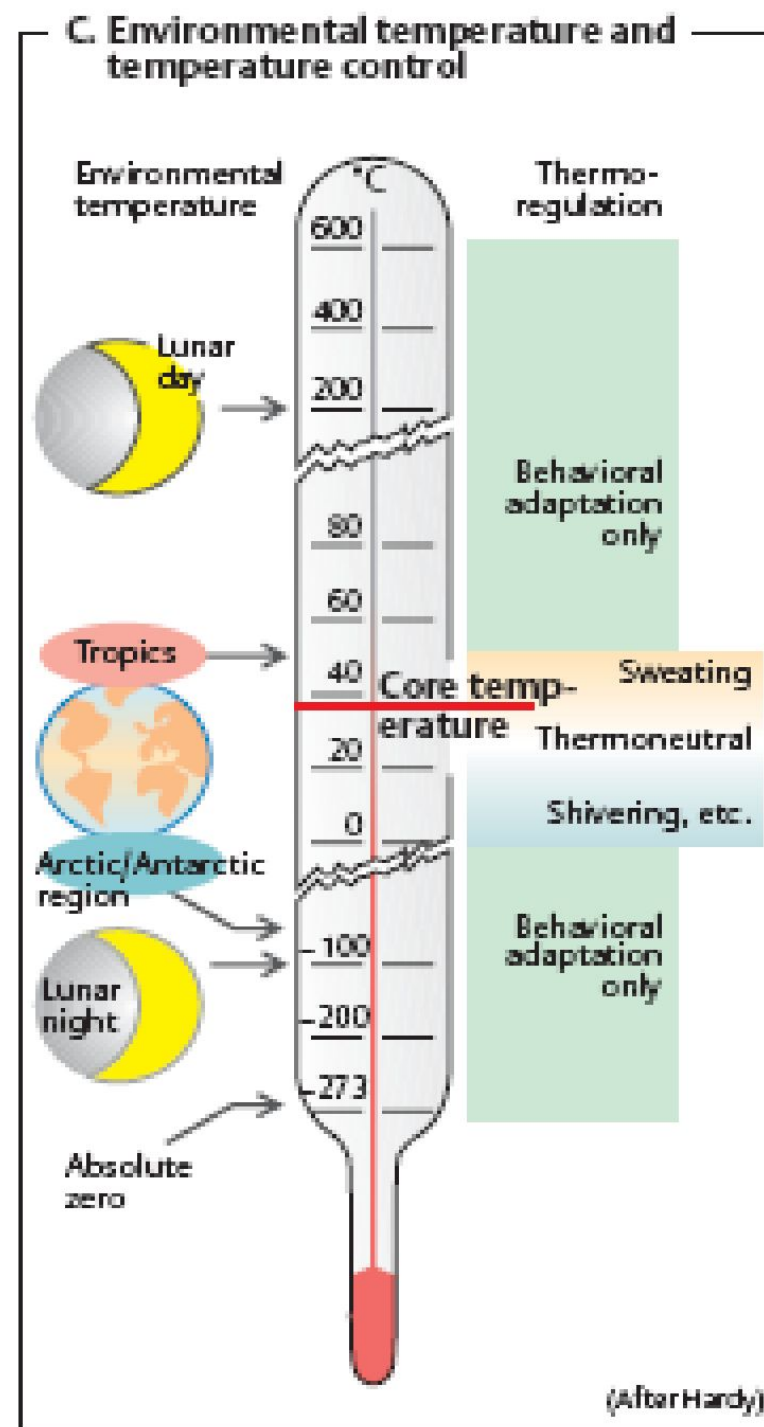
- Певну роль у регуляції температури тіла грають інші відділи ЦНС (ретиккулярна формація, лімбічна система, кора головного мозку).
- Вмикання різноманітних механізмів теплообміну відбувається постійно, залежно від конкретних умов. Етапність вмикання механізмів регуляції полягає у тому, що спочатку вмикаються 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 багатовікового 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 (при збільшенні температури на кожні 10 градусів константа швидкості гомогенної елементарної реакції збільшується в два-чотири рази), 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.

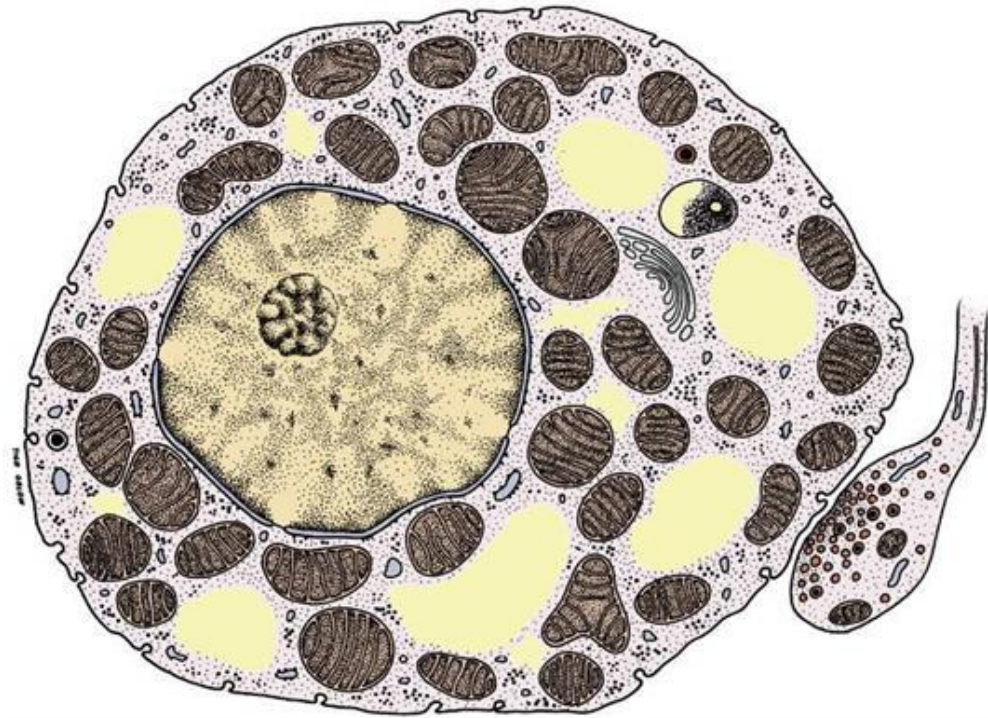


- Протилежний гіпотермії стан називають гіпертермією. Гіпертермія спостерігається і у здорових людей. Це відбувається, наприклад, при інтенсивній фізичній праці, коли тепловіддача відстає від теплотворення. Висока навколишня температура, особливо при високій вологості, інтенсивний вплив сонця також можуть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



# БУРА ЖИРОВА ТКАНИНА

спеціалізований тип жирової тканини, у якій окиснення жирів відбувається для отримання тепла, а не для синтезу АТФ. Має буре забарвлення внаслідок наявності великої кількості мітохондрій, що містять цитохроми із гемовими групами, які інтенсивно поглинають видиме світло.



Найбільше цього типу жирової тканини у тілах дитинчат більшості ссавців, в тому числі і людини, а також у звірів, що впадають у зимову сплячку, тобто в тих організмів, що не можуть отримувати тепло тремтінням.



# БУРА ЖИРОВА ТКАНИНА

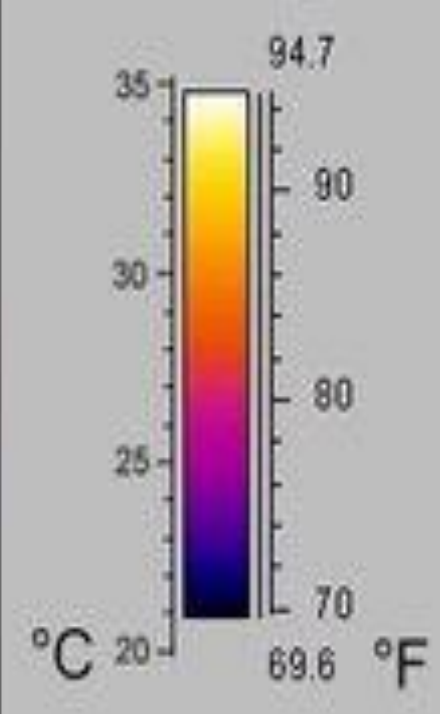
У людини бура жирова тканина добре розвинена тільки у новонароджених (приблизно 1-5% від маси тіла) і знаходиться в районі шиї, нирок, уздовж верхньої частини спини, на плечах. Також в організмі немовлят бура жирова тканина часто зустрічається в змішаному з білою жировою тканиною вигляді. Для новонароджених бура жирова тканина має дуже велике значення, так як допомагає уникнути гіпотермії, яка є частою причиною смерті недоношених новонароджених. Через буру жирову тканину немовлята менш сприйнятливі до холоду, ніж дорослі.



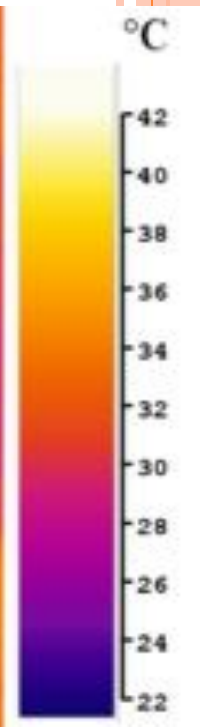
# БУРА ЖИРОВА ТКАНИНА

Раніше вважалося, що у людини з часом мітохондрії бурих жирових клітин зникають, і ці клітини стають схожими за функціями і будовою на клітини білої жирової тканини. Але з'ясувалося, що у дорослих людей вона теж є і розташована там же, де і у новонароджених, але в значно менших кількостях. Також з'ясувалося, що активна бура жирова тканина не постійно, а лише при низькій температурі навколишнього середовища. При підвищенні температури навколишнього середовища вона перестає активно працювати.

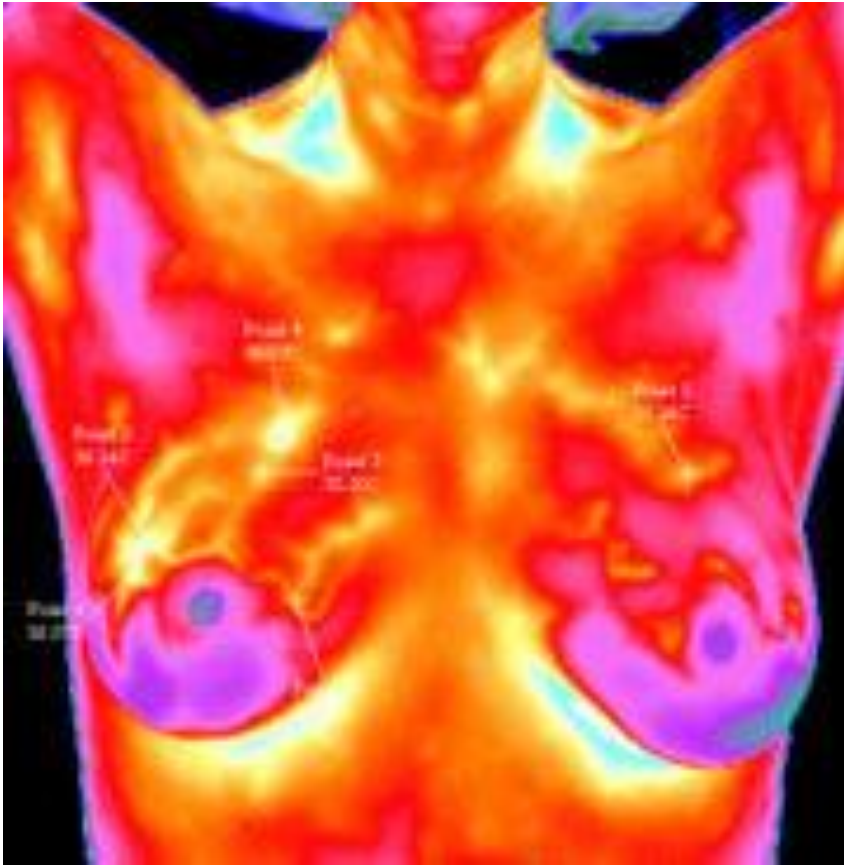




# Термографічний метод обстеження



# ЗАСТОСУВАННЯ ТЕРМОГРАФІЇ У МЕДИЦИНІ



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

