

Новгород–Сіверський ліцей №1
Новгород-Сіверської міської ради Чернігівської області

Творча робота

на тему:

«Механізми терморегуляції організму людини»

Керівник роботи:

БЕЛЬДЯГА Олена

вчитель фізики і математики

План роботи

Вступ

Розділ 1. Регуляція температури тіла. Тепловий баланс

1.1 Енергетичний баланс добового добового споживання їжі

Розділ 2. Джерела тепла в організмі

2.1. Білки

2.2. Жири

2.3. Вуглеводи

2.4. Аденозинтрифосфорна кислота

Розділ 3. Механізми теплопродукції та тепловіддачі

3.1. Теплопровідність

3.2. Тепловипромінювання

3.3. Конвекція

3.4. Випаровування

Розділ 4. Практична частина

4.1. Фізичні задачі

4.2. Власні спостереження

Розділ 5. Висновок

Використана література

Вступ

Які б не були всілякі форми прояву життя, вони завжди нерозривно пов'язані з перетворенням енергії. Енергетичний обмін є особливістю, властивою кожній живій клітині. Багаті енергією живильні речовини засвоюються і хімічно перетворюються, а кінцеві продукти обміну речовин з нижчим вмістом енергії виділяються з клітки.

Юліус Роберт Маєр перший сформулював закон збереження енергії з позицій лікаря– природодослідника. Увагу його захоплювали явища, які відбуваються в організмі людини. Маєр вважав, що джерелом механічних і теплових ефектів в живому організмі служать хімічні процеси, які відбуваються в ньому в результаті поглинання кисню і їжі.

Розглянемо **перший закон термодинаміки**.

У термодинаміці закон збереження енергії встановлює співвідношення між внутрішньою енергією тіла, кількістю теплоти, переданою тілу і виконаною роботою.

Термодинаміка вивчає здебільшого нерухомі тіла, кінетична і потенціальна енергія яких залишається незмінною. Однак, ці тіла можуть виконувати роботу над іншими тілами, якщо змінювати їхню температуру. Отже, оскільки нагріте тіло може виконувати роботу, воно має певну енергію. Ця енергія отримала назву внутрішньої енергії. З точки зору фізики мікросвіту - фізики атомів і молекул, внутрішня енергія тіла є сумою кінетичних і потенціальних енергії частинок, з яких це тіло складається. Однак, з огляду на велику кількість та малі розміри частинок і загалом невідомі закони їхньої взаємодії, внутрішню енергію тіла визначити важко, виходячи з його будови. Проте очевидно, що вона залежить від температури тіла.

Визначальним моментом для встановлення закону збереження енергії стало встановлення еквівалентності між теплом, кількісною характеристикою якого є кількість теплоти, і механічною роботою. Якщо тілу надати певну кількість теплоти Q , то частина її піде на виконання механічної роботи A , а частина на збільшення внутрішньої енергії тіла:

$$Q = A_{\text{системи}} + \Delta U,$$

Ця формула складає основу першого закону термодинаміки.

Аналогічним чином при виконанні механічної роботи, частина енергії втрачається у вигляді тепла, тобто йде на підвищення температури тіла й навколишнього середовища.

Загалом сумарний притік енергії в систему мусить бути рівним сумарному відтоку енергії з системи, плюс зміна енергії тіл, з яких складається сама система. Іншими словами, енергія може бути перетворена з одної форми в іншу, але не може бути створеною чи знищеною.

Організми повинні отримувати енергію в доступній для них формі з довкілля і повертати в середовище відповідну кількість енергії у формі, менш придатній для подальшого використання.

Близько століття тому французький фізіолог Клод Бернар встановив, що живий організм і середовище утворюють єдину систему, так як між ними відбувається безперервний обмін речовинами і енергією. Нормальна життєдіяльність організму підтримується регуляцією внутрішніх компонентів, що вимагає витрати енергії. Використання хімічної енергії в організмі називають енергетичним обміном: саме він слугує показником загального стану і фізіологічної активності організму.

Розділ 1. Регуляція температури тіла. Тепловий баланс

В живому організмі незалежно від того, цілий це організм чи окремий орган (наприклад м'язи), робота не може здійснюватися за рахунок припливу теплоти ззовні, так як живий організм не може працювати як тепла машина (температура людини постійна). Якби людський організм працював як тепла машина з ККД=30% при температурі навколишнього середовища (холодильника) – 300 К то температура м'язів повинна була б бути 174°C. Це, зрозуміло, нереально, так як білки, як відомо, денатурують при температурі близько 50°C.

Отже в організмі робота здійснюється за рахунок зміни внутрішньої енергії системи.

В даний час калориметричні вимірювання дозволяють робити важливі висновки про життєдіяльність людини, давати напрямок до діагностики деяких захворювань.

Живий організм продукує тепло, яке йде на нагрівання тіла. Питома теплоємність тіла людини (кількість тепла, необхідна для нагрівання тканини на 1°C) рівна в середньому 0,83 ккал/кг на 1°C (для води - 1 ккал/кг на 1°C). Аби підвищити температуру тіла людини масою 70 кг на 1°C, слід витратити $0,83 \text{ ккал/кг} \cdot 70 \text{ кг} = 58,1 \text{ ккал}$. В середньому людина масою 70 кг в умовах спокою виділяє близько 72 ккал/год. Отже, якби не було іншого процесу - тепловіддачі, то щогодини тканини людини нагрівалися б на 72 ккал/год: $58,1 \text{ ккал} = 1,24 \text{ °C}$. Проте такого не відбувається, оскільки в нормі в умовах спокою швидкість вироблення тепла дорівнює швидкості його втрати. Це носить назву теплового балансу, в основі якого лежать процеси регуляції теплопродукції та тепловіддачі. Разом це називається терморегуляція.

Механізми теплопродукування і тепловіддачі.

Роль органів при теплопродукуванні

Роль органів при теплопродукуванні

М'язи
60%



інші органи
10%



Печінка
30%



Механізми теплопродукування і тепловіддачі.
Роль органів при тепловіддачі

Роль органів при тепловіддачі

ТЕПЛОПЕРЕДАЧА

ТЕПЛО
ВИПРОМІНЮВАННЯ

ВИПАРОВУВАННЯ

ПОТОВИДІЛЕННЯ 80%

ДИХАННЯ 13%

ВИДІЛЕННЯ травних
соків 5%

ВИДІЛЕННЯ сечі та
екскрементів 2%

Ссавці разом з людиною відносяться до гомойотермних організмів (теплокровних), в яких має місце ізотермія, або постійність температури організму. Проте ізотермія має відносний характер: температура тканин, розташованих не глибше 3 см від поверхні тіла (шкіра, підшкірна клітковина, поверхневі м'язи), або оболонки, - багато в чому залежить від зовнішньої температури, тоді як ядро тіла, тобто ЦНС, внутрішні органи, скелетні м'язи, розташовані глибше 3 см, мають порівняно постійну температуру, незалежно від температури довкілля. Таким чином, теплокровні мають пойкилотермну оболонку і гомойотермну «серцевину», або «ядро».

У людини середня температура мозку, крові, внутрішніх органів наближається до 37°C. Фізіологічна межа коливань цієї температури складає 1,5°. Зміна температури крові і внутрішніх органів у людини на 2-2,5°C від середнього рівня супроводжується порушенням фізіологічних функцій, а температура тіла вище 43°C практично несумісна з життям людини.

Температура ядра (тіла) визначається двома потоками - теплоутворенням (теплопродукцією) і тепловіддачею (тепловиділенням). При термонеутральній, або комфортній зоні (при 27-32° C), існує баланс між теплопродукцією і тепловіддачею. Наприклад, в умовах фізіологічного спокою в організмі продукується близько 1,18 ккал/хвилину (або близько 70 ккал в годину) і така ж кількість тепла віддається в навколишнє середовище. При низькій температурі середовища, не дивлячись на механізм захисту, зростає втрата тепла організмом. У цих умовах для збереження температури тіла організм повинен еквівалентно підвищити теплопродукцію. Таким чином, виникає новий рівень теплового балансу. Наприклад, при температурі повітря 10°C тепловіддача досягає 120 ккал/год (в умовах комфорту - 70 ккал/год), тому для підтримки температури тіла на постійному рівні теплопродукція теж повинна зростати до 120 ккал/час.

Теплопродукція однієї людини за рік становить 4 000 000 000 Дж теплоти.

При високій температурі довкілля, наприклад, при 40°C, віддача тепла значно зменшується, наприклад, до 40 ккал/час (замість 70 ккал/час в умовах комфортного середовища). Для підтримки постійності температури тіла теплопродукція теж повинна знизитися приблизно до 40 ккал/год. Встановлюється новий рівень теплового балансу, який і забезпечує підтримку температури тіла.

Таким чином, головним фактором, що визначає рівень теплового балансу, є температура навколишнього середовища.

Енергетичний баланс добового добового споживання їжі

Енергетичний баланс (для людей які не мають великого фізичного навантаження) :

кількість теплоти отриманої за добу 10050 – 10900 кДж (100%)
теплові витрати (теплопровідність, випаровування, конвекція)

робота

7540 – 6550 кДж (72%)

2510 – 3350 кДж (28%)

Доросле населення країни по інтенсивності праці поділяється на чотири групи.

1. Особи , робота яких не пов'язана з затратами фізичної праці, або потребує несуттєвих фізичних зусиль (педагоги , лікарі, вчені, інженери, студенти , конторські робітники).

18 – 40 років

11700 – 13800 кДж/добу.

40 – 60 років

10900 – 12600 кДж/добу

2. Робітники механізованої праці і сфери обслуговування, діяльність яких не потребує великих фізичних зусиль (токарі , фрезерувальники , столяри, трактористи , продавці).

18 – 40 років

12600 – 14700 кДж/добу

40 – 60 років

11700 – 13400 кДж/добу

3. Робітники механізованої праці і сфери обслуговування . діяльність яких пов'язана з значними фізичними навантаженнями (ковалі , слюсарі . сільськогосподарські робітники ,штукатури).

18 – 40 років

13400 – 15500 кДж/добу

40 – 60 років

12100 – 13800 кДж/добу

4. Робітники немеханізованої праці (муляри ,штукатури ,дереворуби).

19 – 40 років

15500 – 17600 кДж/добу.

Для людей, зайнятих дуже важкою фізичною працею (вантажники, косарі) теплота згоряння добового раціону їжі повинна складати 18800 кДж/добу.

Учні 11 – 15 років

12000 кДж/добу

15 – 18 років

13800 кДж/добу

Розділ 2. Джерела тепла в організмі

Нормальна діяльність організму можлива при безперервному надходженні їжі. Що входять до складу їжі жири, білки, вуглеводи, мінеральні солі, вода і вітаміни необхідні для життєвих процесів організму.

Живильні речовини є як джерелом енергії, покриваючому витрати організму, так і будівельним матеріалом, який використовується в процесі зростання організму і

відтворення нових кліток, що заміщають відмираючі. Але живильні речовини в тому вигляді, в якому вони вживаються в їжу, не можуть всмоктатися і бути використаними організмом. Тільки вода, мінеральні солі і вітаміни всмоктуються і засвоюються в тому вигляді, в якому вони поступають.

Живильними речовинами називаються білки, жири і вуглеводи. Ці речовини є необхідними складовими частинами їжі. В травному тракті білки, жири і вуглеводи піддаються як фізичним діям (подрібнюються і перетираються), так і хімічним змінам, які відбуваються під впливом особливих речовин - ферментів, що містяться в соках травних залоз. Під впливом травних соків живильні речовини розщеплюються на більш прості, які всмоктуються і засвоюються організмом.

Джерелом тепла в організмі є екзотермічні реакції окислення білків, жирів, вуглеводів, а також гідролізу АТФ.

2.1. Білки

Білки дуже поширені в природі. Разом з вуглеводнями й жирами вони входять до складу всіх рослинних і тваринних організмів і становлять одну з основних частин нашої їжі. Вони складають близько 50% сухої ваги тіла всіх організмів. У вірусів зміст білків коливається в межах від 45 до 95%.

Близько 30% всіх білків людського тіла знаходиться в м'язах, близько 20% - в кістках і сухожиллях і близько 10% - в шкірі. Але найважливішими білками всіх організмів є ферменти, які, присутні в кожній клітці тіла у малій кількості, проте приймають участь в істотно важливих для життя хімічних реакцій. Всі процеси, що відбуваються в організмі: переварення їжі, окислювальні реакції, активність залоз внутрішньої секреції, м'язова діяльність і робота мозку, регулюються ферментами. Різноманітність ферментів в тілі організмів величезна. Навіть в маленькій бактерії їх налічуються багато сотень.

Білки, або, як їх інакше називають, протеїни, мають дуже складну будову і є найскладнішими з живильних речовин. Білки - обов'язкова складова частина всіх живих кліток. До складу білків входять: *вуглець, водень, кисень, азот, сіра* і іноді *фосфор*. Найхарактерніша для білка – наявність в його молекулі азоту. Інші живильні речовини азоту не містять. Тому білок називають азотомістивою речовиною.

Основні азотомістивні речовини, з яких складаються білки, - це амінокислоти. Кількість амінокислот невелика - їх відомо тільки 28. Вся величезна різноманітність в природі білків є різним поєднанням відомих амінокислот. Від їх поєднання залежать властивості і якості білків.

При з'єднанні двох або декількох амінокислот утворюється складніше з'єднання - *поліпептид*. Поліпептиди, з'єднуючись, утворюють ще складніші і крупніші частинки і у результаті - складну молекулу білка.

2.2. Жири

Жири — це складні ефіри трьохатомного спирту гліцерину і карбонових кислот.

Найчастіше такі ефіри утворюються не з однією якоюсь кислотою, а з різними кислотами, що можна виразити таким рівнянням:

Здебільшого жири утворені вищими насиченими і ненасиченими карбоновими кислотами, головним чином пальмітиноюю $C_{15}H_{31}-COOH$, стеариноюю $C_{17}H_{35}-COOH$, олеїноюю $C_{17}H_{33}-COOH$, лінолевою $C_{17}H_{31}-COOH$ та деякими іншими. Меншою мірою в утворенні жирів беруть участь нижчі кислоти, наприклад масляна C_3H_7-COOH (у вершковому маслі), капронова $C_5H_{11}-COOH$ та ін.

Цікаво, що природні жири утворені, як правило, кислотами, які мають парне число атомів вуглецю в молекулі й нерозгалужений вуглеводневий ланцюг.

До складу жирів входять вуглець, водень і кисень. Жир має складну будову; його складовими частинами є гліцерин ($C_3H_8O_3$) і жирні кислоти, при з'єднанні яких і утворюються молекули жиру. Найпоширенішими є три жирні кислоти: олеїнова ($C_{18}H_{34}O_2$), пальмітинова ($C_{16}H_{32}O_2$) і стеаринова ($C_{18}H_{36}O_2$). Від поєднання цих жирних кислот при їх з'єднанні з гліцерином залежить утворення того або іншого жиру. При з'єднанні гліцерину з олеїноюю кислотою утворюється рідкий жир, наприклад, рослинне масло. Пальмітинова кислота утворює більш твердий жир, входить до складу вершкового масла і є головною складовою частиною людського жиру. Стеаринова кислота входить в склад ще більш твердих жирів, наприклад, сала. Для того, щоб людський організм міг синтезувати специфічний жир, необхідне надходження всіх трьох жирних кислот.

Тваринні жири, як правило, — тверді речовини. Рослинні жири найчастіше бувають рідкими, їх називають ще оліями.

Усі жири легші за воду. У воді вони нерозчинні, але добре розчиняються в

Жири (яловичий, овечий), утворені переважно насиченими кислотами, тверді. З підвищенням вмісту ненасичених кислот температура плавлення жирів (свиняче сало, вершкове масло) знижується, вони стають більш легкоплавкими.

Рідкі жири (соняшникова та інші олії) утворюються головним чином ненасиченими кислотами.

Хімічні властивості. Хімічні властивості жирів визначаються належністю їх до класу складних ефірів. Тому найхарактерніша для них реакція — гідроліз. Реакція гідролізу жирів, як і інших складних ефірів, оборотна.

З гідролізом пов'язане перетворення жирів їжі в організмі. У процесі обміну речовин у клітинах жири знову гідролізуються, а потім поступово окислюються до оксиду вуглецю (IV) і води. Ці екзотермічні реакції окислення дають організмові енергію, необхідну для життєдіяльності.

В процесі травлення жир розщеплюється на складові частини - гліцерин і жирні кислоти. Жирні кислоти нейтралізуються лугами, внаслідок чого утворюються їх солі - мила. Мило розчиняється у воді і легко всмоктується.

Жири є складовою частиною протоплазми і входять до складу всіх органів, тканин і кліток організму людини.

Жири, як і вуглеводи, є в першу чергу енергетичним матеріалом і використовуються організмом як джерело енергії.

При окисленні 1г жиру кількість енергії, що звільняється, в два із лишком рази більше, ніж при окисленні такої ж кількості вуглеців або білків.

В органах травлення жири розщеплюються на гліцерин і жирні кислоти. Гліцерин всмоктується легко, а жирні кислоти тільки після омилення.

Жир використовується організмом не тільки як багате джерело енергії, він входить до складу кліток. Жир є обов'язковою складовою частиною протоплазми, ядра і оболонки. Залишок що поступив в організм жиру після покриття його потреби відкладається в запас у вигляді жирових крапель.

Окрім енергетичного значення, запасний жир грає і іншу роль в організмі; наприклад, підшкірний жир перешкоджає посиленій віддачі тепла, припирковий - оберігає нирку від ударів і т.д. Жиру в організмі може відкладатися в запас досить значна кількість. У людини він складає в середньому 10-20% ваги. При ожирінні, коли порушуються обмінні процеси в організмі, кількість відкладеного жиру доходить до 50% ваги людини.

Жир синтезується організмом не тільки з жиру, що поступив, але і з білків і вуглеводів. При повному виключенні жиру з їжі він все ж таки утворюється і в досить значній кількості може відкладатися в організмі. Основним джерелом утворення жиру в організмі служать переважно вуглеводи.

2.3. Вуглеводи

Вуглеводи або сахариди - одна з основних груп органічних сполук організму. Вони є первинними продуктами фотосинтезу і початковими продуктами біосинтезу інших речовин в рослинах (органічні кислоти, амінокислоти), а також містяться в клітках всіх інших живих організмів. В тваринній клітці зміст вуглеводів коливається в межах 1-2%, в рослинній воно може досягати в деяких випадках 85-90% маси сухої речовини.

Вуглеводи складаються з вуглецю, водню і кисню, причому у більшості вуглеводів водень і кисень містяться в тому ж співвідношенні, що і у воді (звідси їх назва - вуглеводи). Такі, наприклад, глюкоза $C_6H_{12}O_6$ або сахароза $C_{12}H_{22}O_{11}$. До складу похідних вуглеводів можуть входити і інші елементи. Всі вуглеводи діляться на прості (моносахариди) і складні (полисахариди).

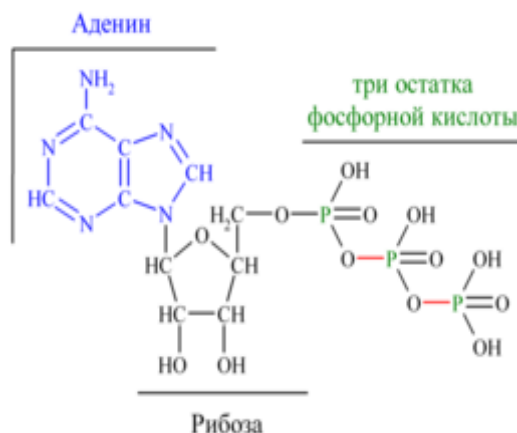
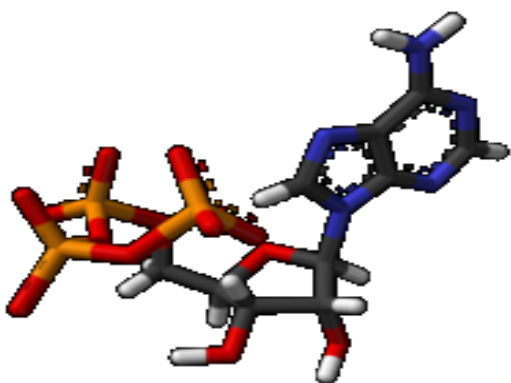
Глюкоза в клітці служить універсальним джерелом енергії. З перетворенням моносахаридів пов'язано не тільки забезпечення клітки енергією, але і біосинтез багатьох інших

органічних речовин, а також знешкодження і виведення з організму отруйних речовин, проникаючих ззовні або що утворюються в процесі обміну речовин, наприклад, при розпаді білків.

Основна роль вуглеводів пов'язана з їх *енергетичною функцією*. При їх ферментативном розщеплюванні і окисленні виділяється енергія, яка використовується кліткою.

2.4. Аденозинтрифосфорна кислота

Аденозинтрифосфат (АТФ) або аденозинтрифосфорна кислота — нуклеотид, який містить аденін, рибозу та три фосфатні групи.



ціях, що протікають в клітині, АТФ бере участь у вигляді Mg^{2+} -комплексу. АТФ є головним донором енергії, яка використовується безпосередньо, а не є формою запасання енергії.

Молекула АТФ вважається носієм енергії, оскільки її трифосфатний компонент містить два фосфоангідридні зв'язки. При гідролізі АТФ до аденозиндифосфата (АДФ) та ортофосфата або до аденозинмонофосфату (АМФ) та пірофосфату виділяється велика кількість енергії. Реакцію взаємодії АТФ з АМФ з утворенням 2 молекул АДФ каталізує аденілаткіназа (інша назва — міокіназа). АТФ бере участь в енергетичному обміні у всіх живих організмах, у процесах росту, руху та відтворення. Зелені рослини використовують світлову енергію для виробництва АТФ у процесі фотосинтезу.

АТФ — універсальне джерело енергії для всіх біохімічних процесів. Хімічна формула: $C_{10}H_{16}N_5O_{13}P_3$.

Головна роль АТФ в організмі пов'язана із забезпеченням енергією багато чисельних біохімічних реакцій. Будучи носієм двох високоенергетичних зв'язків, АТФ служить безпосереднім джерелом енергії для безлічі енерго витратних біохімічних і фізіологічних процесів. Все це реакції синтезу складних речовин в організмі: здійснення активного перенесення молекул через біологічні мембрани, у тому числі і для створення трансмембранного електричного потенціалу; здійснення м'язового скорочення.

Окрім енергетичної АТФ виконує в організмі ще ряд інших не менш важливих функцій:

Разом з іншими нуклеозидтрифосфатами АТФ є вихідним продуктом при синтезі нуклеїнових кислот.

Крім того, АТФ відводиться важливе місце в регуляції безлічі біохімічних процесів. Будучи аллостеричним ефектором ряду ферментів, АТФ, приєднуючись до їх регуляторних центрів, підсилює або пригнічує їх активність.

АТФ є також безпосереднім попередником синтезу циклічного аденозинмонофосфата - вторинного посередника передачі в клітку гормонального сигналу.

Також відома роль АТФ як медіатор в синапсах.

При гідролізі живильних речовин частина звільненої енергії акумулюється в АТФ, а частина розсіюється у вигляді теплоти (первинна теплота). При використанні енергії, закумуляованої в АТФ, частина енергії йде на виконання корисної роботи, частина розсіюється у вигляді тепла (вторинна теплота). Таким чином, два потоки теплоти - первинною і вторинною - є теплопродукцією. При високій температурі середовища або зіткненні людини з гарячим тілом, частину тепла організм може отримувати ззовні (екзогенне тепло).

При необхідності підвищити теплопродукцію (наприклад, в умовах низького температури середовища), окрім можливості здобуття тепла ззовні, в організмі існують механізми, що підвищують продукцію тепла.

Розділ 3. Механізми теплопродукції та тепловіддачі

Юліус Роберт Маєр перший сформулював закон збереження енергії з позицій лікаря– природодослідника. Увагу його захоплювали явища, які відбуваються в організмі людини. Він помітив різницю в кольорі венозної крові людей в країнах помірного і тропічного поясів і прийшов до висновку, що “температурна різниця” між організмом і оточуючим середовищем повинна знаходитись в кількісному співвідношенні з різницею в кольорі обох видів крові, тобто артеріальної і венозної. Ця різниця в кольорі є вираженням розміру споживання кисню, або інтенсивності процесу згоряння, який відбувається в організмі.

Він встановив також, що кількість продуктів окиснення в організмі людини зростає із збільшенням виконаної ним роботи. Це спостереження дало Маєру підстави допустити що теплота і механічна робота здатні взаємно перетворюватись. Результати своїх досліджень він виклав у працях «Про кількісне і якісне перетворення сил» (1841, опублікована у 1881) «Зауваження щодо сил неживої природи» (1841, опублікована в журналі «Аннали хімії та фармації» в 1842 році). У цих роботах Маєр вперше сформулював закон збереження енергії, який деталізував у роботі «Органічний рух у його зв'язку з обміном речовин» (1845), теоретично обчислив механічний еквівалент

теплоти і вивів зв'язок між теплоємностями для ізобаричних та ізохоричних процесів (рівняння Маєра).

Маєр вважав, що джерелом механічних і теплових ефектів в живому організмі служать хімічні процеси, які відбуваються в ньому в результаті поглинання кисню і їжі.

Перетворення відбуваються :

Хімічна енергія в електричну - нервові клітини, головний мозок.

Звукова енергія в електричну - внутрішнє вухо.

Світлова енергія в електричну - сітківка ока.

Хімічна в механічну - м'язові клітини.

Хімічна в електричну - органи смаку і нюху.

Класифікація механізмів теплопродукції:

1.Скорочувальний термогенез - вироблення тепла в результаті скорочення скелетних м'язів:

а) довільна активність локомоторного апарату;

б) тонус терморегуляції;

в) холодове м'язове тремтіння, або мимовільна ритмічна активність скелетних м'язів.

2.Нескорочувальний термогенез, або нетремтливий термогенез (вироблення тепла в результаті активації гліколізу, глікогенолізу і ліполізу):

а) у скелетних м'язах (за рахунок відокремлення окислювального фосфорування);

б) у печінці;

в) у бурому жирі;

г) за рахунок специфіко-динамічної дії їжі.

Основна маса тепла утворюється у внутрішніх органах. Тому внутрішній потік тепла для видалення з організму повинен підійти до шкіри. Перенесення тепла від внутрішніх органів здійснюється за рахунок теплопровідності (в такий спосіб переноситься менше 50% тепла) і конвекції. Кров через свою високу теплоємність є хорошим провідником тепла.

Другий потік тепла - це потік, направлений від шкіри в середовище. Його називають зовнішнім потоком. Розглядаючи механізми тепловіддачі, зазвичай мають зважаючи на саме цей потік.

Віддача тепла в середовище здійснюється за допомогою 4 основних механізмів:

1) випаровування;

2) теплопровідності;

3) теплове випромінювання;

4) конвекції.

Вклад кожного механізму в тепловіддачу визначається станом середовища і швидкістю вироблення тепла в організмі. В умовах температурного комфорту основна маса тепла віддається за рахунок теплопровідності, тепловипромінювання і конвекції і лише 19-20% - за допомогою випаровування. При високій температурі середовища до 75-90% тепла віддається за рахунок випаровування.

3.1 Теплопровідність

Це спосіб віддачі тепла тілу, яке безпосередньо контактує з тілом людини. Чим нижче температура цього тіла, чим вище температурний градієнт, тим вище швидкість втрати тепла за рахунок цього механізму. Зазвичай цей спосіб віддачі тепла обмежений одягом і повітряним прошарком, які є хорошими ізоляторами тепла, а також підшкірним жировим шаром. Чим товщий цей шар, тим менше вірогідність передачі тепла до холодного тіла.

3.2. Тепловипромінювання

Це віддача тепла з ділянок шкіри, не прикритих одягом. Відбувається шляхом довгохвильового інфрачервоного випромінювання, тому такий вигляд тепловіддачі ще називають радіаційною тепловіддачею. В умовах температурного комфорту за рахунок цього механізму віддається до 60% тепла. Ефективність тепловипромінювання залежить від градієнта температури (чим він вищий, тим більше тепла віддається), від площі, з якою відбувається випромінювання, від числа об'єктів, що знаходяться в середовищі, які поглинають інфрачервоні промені.

3.3. Конвекція.

Повітря, дотичне з шкірою, нагрівається і піднімається, його місце займає «холодна» порція повітря і так далі. В такий спосіб - за рахунок перенесення теплових мас віддається в умовах температурного комфорту до 15% тепла.

У всіх перерахованих механізмах велику роль грає шкірний кровотік: коли його інтенсивність зростає за рахунок зниження тонуусу гладком'язевих кліток артеріол і закриття артеріовенозних шунтів - віддача тепла істотно зростає. Цьому також сприяє збільшення об'єму циркулюючої крові: чим більше його значення, тим вище можливість перенесення тепла в середу. На холоді відбуваються протилежні процеси - зменшується шкірний кровотік, у тому числі за рахунок прямого перекидання артеріальної крові з артерій у вени, минувши капіляри, зменшується об'єм циркулюючої крові, міняється і поведінкова реакція: людина або тварина інстинктивно займає позу «калачиком», оскільки в цьому випадку площа віддачі тепла зменшується на 35%, у тварин до цього додається і реакція - «гусяча шкіра» - підйом волос шкіри (пилоерекція), що підвищує ячеїстість нашкірного покриву і знижує можливість віддачі тепла.

На поверхню рук припадає невелика частина поверхні тіла - всього 6%, але їх шкірою віддається до 60% тепла за допомогою механізму сухої тепловіддачі (теповипромінювання, конвекція).

3.4.Випаровування.

Віддача тепла відбувається за рахунок витрати енергії (0,58 ккал на 1 мл води) на випаровування води.

Розрізняють два види випаровування.

це випаровування води із слизових дихальних шляхів і води, яка просочується через епітелій шкірного покриву (тканинній рідині). За добу через дихальні шляхи випаровується в нормі до 400 мл води, тобто віддається $400 \times 0,58 \text{ ккал} = 232 \text{ ккал/сутки}$.

віддача тепла шляхом випаровування поту). В середньому за добу при комфортній температурі середовища виділяється 400-500 мл поту, отже, віддається до 300 ккал. Проте при необхідності об'єм потовиділення може зрости до 12 л/сутки, тобто шляхом потовиділення можна віддати майже 7000 ккал в добу. За годину потові залози можуть продукувати до 1,5 л, а за деякими джерелами - до 3 л поту.

Ефективність випаровування багато в чому залежить від середовища: чим вище температура і нижче вологість повітря (насиченість повітря водяними парами), тим вище ефективність потовиділення як механізму віддачі тепла. При 100% насичень повітря парами води випаровування неможливе.

Розділ 4. Практична частина

4.1. Фізичні задачі

1. За добу людина виділяє стільки тепла, що його вистачає, аби довести до кипіння 33 л крижаної води. Розрахувати цю кількість теплоти, якщо питома теплоємність води

$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг К}}$, густина води 1000 кг/м^3 .

$Q = ?$		
	«СІ»	
$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг К}}$		$m = \rho V$
$V = 33 \text{ л}$	$= 0,033 \text{ м}^3$	$Q = c m (t_2 - t_1)$
$t_1 = 0^\circ \text{C}$		$Q = c \rho V (t_2 - t_1)$
$t_2 = 100^\circ \text{C}$		

$$Q = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг К}} \times 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \times 0,033 \text{ м}^3 \times (100^\circ \text{C} - 0^\circ \text{C}) = 13860000 \text{ Дж} = 13,86 \text{ МДж}$$

Відповідь: $Q = 13,86 \text{ МДж}$

2. За 5 хв перебування на пляжі людина отримує таку кількість сонячної енергії, яка вистачить, аби нагріти до кипіння 4 склянки крижаної води (1 склянка води = 250 мл). Яку кількість сонячної енергії отримає людина за час знаходження на пляжі?

Q—?

«CI»

$$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг К}}$$

$$V = 4 \times 250 \text{ мл} \quad 4 \times 250 \times 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$t_1 = 0^\circ \text{C}$$

$$t_2 = 100^\circ \text{C}$$

$$m = \rho V$$

$$Q = c m (t_2 - t_1)$$

$$Q = c \rho V (t_2 - t_1)$$

$$Q = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг К}} \times 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \times 4 \times 250 \times 10^{-6} \text{ м}^3 \times (100^\circ \text{C} - 0^\circ \text{C}) = 420000 \text{ Дж} = 420 \text{ кДж}$$

Відповідь: Q = 420 кДж

3. Учень 8 класу масою 50 кг витратив під час ранкового сніданку приблизно 618 ккал (тобто при окисленні продуктів сніданку виділилося 618 ккал енергії). На підготовку домашнього завдання протягом 4 год витратив 260 ккал енергії. Чи залишиться у нього запас енергії до обіду?

ΔU —?

«CI»

$$U_1 = 618 \text{ ккал}$$

$$U_2 = 260 \text{ ккал}$$

$$2595600 \text{ Дж}$$

$$1092000 \text{ Дж}$$

$$\Delta U = U_2 - U_1$$

$$\Delta U = 1092000 \text{ Дж} - 2595600 \text{ Дж} =$$

$$= -1503600 \text{ Дж}$$

Відповідь: $\Delta U = -1,5 \text{ МДж}$. Енергія, отримана після розщеплювання їжі, витрачається на підтримку постійної температури тіла - терморегуляцію, роботу органів організму і на здійснення механічної роботи. .

4. Після окислення продуктів сніданку в організмі учня масою 50 кг виділилося 618 ккал енергії. За 25 хвилин бігу на уроці фізкультури витрата енергії в м'язах склала 600 кДж енергії. Якою стала температура поверхні шкіри після бігу, якщо до бігу вона була $36,6^\circ \text{C}$? Внутрішня енергія хлопчика склала 528 ккал. Питомою теплоємністю тіла вважають $3900 \frac{\text{Дж}}{\text{кг К}}$

$t_2 = ?$	«CI»	$\Delta U = U_2 - U_1$
$U_1 = 618 \text{ ккал}$	2595600 Дж	$\Delta U = Q - A$
$A = 600 \text{ кДж}$	600000 Дж	$Q = c \cdot m \cdot (t_2 - t_1)$
$U_2 = 528 \text{ ккал}$	2217600 Дж	
$m = 50 \text{ кг}$		
$c = 3900 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$		

$$618 \text{ ккал} = 618 \times 1000 \times 4,2 \text{ Дж} = 2595600 \text{ Дж}$$

$$528 \text{ ккал} = 528 \times 1000 \times 4,2 \text{ Дж} = 2217600 \text{ Дж}$$

$$\Delta U = c \cdot m \cdot (t_2 - t_1) - A$$

$$\Delta U = c \cdot m \cdot t_2 - c \cdot m \cdot t_1 - A$$

$$\Delta U + c \cdot m \cdot t_1 + A = c \cdot m \cdot t_2$$

$$t_2 = (\Delta U + c \cdot m \cdot t_1 + A) / (c \cdot m)$$

$$t_2 = (-378000 \text{ Дж} + 3900 \text{ Дж/кг} \cdot 50 \text{ кг} \cdot 36,6 + 600000 \text{ Дж}) / (3900 \text{ Дж} \cdot 50 \text{ кг}) = 37,7^\circ \text{C}$$

Відповідь: $t_2 = 37,7^\circ \text{C}$. Підвищення температури супроводиться виділенням поту, поверхня тіла охолоджується, стає мокрою і холодною внаслідок випаровування поту.

5. Чи знаєте ви?

У 1646 р. У Італії в розкішному замку міланського герцога Л. Моро відбувся святковий хід, який очолив “золотий хлопчик”. Тіло хлопчика покрили золотою фарбою для забави дорогих гостей. Після свята про хлопчика забули, і він всю ніч провів на кам'яній підлозі. Він втратив багато тепла, судини розширилися, температура його тіла знизилася, і він незабаром помер.

Людина навіть уві сні за 1 год виділяє 4,2 Дж тепла на 1 кг своєї маси. Вона весь час виділяє тепло. Якщо судини стискаються, то нам холодно, але температура тіла збільшується і навпаки.

Замерзлий подорожній роздягатиметься, відчуваючи жар, судини глибоких шарів шкіри розширюються, і він втрачає багато тепла. Відбувається загибель від нестатку тепла.

Яку кількість теплоти втратив “золотий хлопчик” за ніч, якщо маса хлопчика 50кг, середня питома теплоємність крові і шкіри $3900 \frac{\text{Дж}}{\text{кг К}}$, температура тіла його охолодилася від нормальної $36,6^\circ\text{C}$ до температури смерті 26°C .

Чому хлопчик помер?

За рахунок якого явища забезпечується сталість температури організму людини?

Q -?

$$m=50 \text{ кг}$$

$$c = 3900 \frac{\text{Дж}}{\text{кг К}}$$

$$t_1 = 36,6^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 26^\circ\text{C}$$

$$Q = c m (t_2 - t_1)$$

$$Q = 3900 \frac{\text{Дж}}{\text{кг К}} 50 \text{ кг} (26^\circ\text{C} - 36,6^\circ\text{C}) =$$

$$= - 2067000 \text{ Дж}$$

$$[Q] = \left[\frac{\text{Дж}}{\text{кг К}} \text{ кг } (^\circ\text{C} - ^\circ\text{C}) \right] = \text{Дж}$$

Відповідь: $Q = - 2067 \text{ кДж}$. Хлопчик помер через порушення теплообміну і системи дихання. Постійність температури людини забезпечується за рахунок регуляції теплообміну.

6. У хірургії для місцевого знеболення невеликих ділянок тіла застосовують етиловий спирт. Яка кількість теплоти витрачає тіло на випаровування ефіру, якщо на нього налито 20г ефіру при 20°C ? Питома теплоємність ефіру $2,34 \frac{\text{кДж}}{\text{кг К}}$ Питома теплота пароутворення ефіру $2,45 \text{ МДж/кг}$. Теплота пароутворення ефіру при температурі $36,6^\circ\text{C}$ – $2,416 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$, при температурі 6°C – $2,486 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$.

Q -?

$$m_e = 20 \text{ г} = 0,02 \text{ кг}$$

$$c_e = 2,34 \frac{\text{кДж}}{\text{кг К}}$$

$$t_1 = 20^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 36,6^\circ\text{C}$$

$$r_e = 2,416 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$Q_1 = c m (t_2 - t_1)$$

$$Q_2 = r_e m$$

$$Q = Q_1 + Q_2$$

$$Q_1 = 2340 \frac{\text{Дж}}{\text{кг К}} 0,02 \text{ кг} (36,6^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) =$$

$$= 776,88 \text{ Дж}$$

$$Q_2 = 2416 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} 0,02 \text{ кг} = 48,32 \text{ Дж}$$

$$Q = 776,88 \text{ Дж} + 48,32 \text{ Дж} = 825,2 \text{ Дж}$$

$$[Q] = \left[\frac{\text{Дж}}{\text{кг К}} \text{ кг } (^\circ\text{C} - ^\circ\text{C}) \right] = \text{Дж}$$

Відповідь: $Q = 825,2 \text{ Дж}$

7. Простуджена дитина випила склянку гарячого молока. На скільки градусів підвищилася б температура тіла дитини масою 40 кг за відсутності тепловіддачі після випитої склянки молока, якщо вважати, що 17 кДж теплоти, які виділило молоко, пішли на нагрівання тіла? Питома теплоємність тіла дитини $3470 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$

$\Delta t = ?$ $m = 40 \text{ кг}$ $c = 3470 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ $Q = 17000 \text{ Дж}$	$Q = c m \Delta t$ $\Delta t = \frac{Q}{cm}$	$\Delta t = \frac{17000}{3470 \times 40} = 0,12 \text{ К}$
--	---	--

$$[\Delta t] = \left[\frac{\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}}{\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}} = \text{К} \right]$$

Відповідь: $\Delta t = 0,12 \text{ К}$

8. При важкій фізичній праці людина за день може виділити 10 л поту. Якби не було витрат енергії на випаровування, то на скільки градусів нагрілося би тіло людини масою 70 кг внаслідок такої праці? Питома теплоємність тіла людини $3470 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$, питома теплота пароутворення поту $2,3 \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$, густина поту $1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

Дано: $V_{\text{п}} = 10 \text{ л}$ $r_{\text{п}} = 2,3 \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$ $\rho_{\text{п}} = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ <hr/> $c_{\text{л}} = 3470 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ $m_{\text{л}} = 70 \text{ кг}$ $\Delta t = ?$	СИ $0,001 \text{ м}^3$ $2300000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$	$Q_{\text{п}} = Q_{\text{т}}$ $r_{\text{п}} m_{\text{п}} = c_{\text{т}} m_{\text{т}} \Delta t_{\text{т}}$ $r_{\text{п}} V_{\text{п}} \rho_{\text{п}} = c_{\text{т}} m_{\text{т}} \Delta t_{\text{т}}$ $\Delta t_{\text{т}} = \frac{r V \rho}{cm}$
--	--	--

$$\Delta t_{\text{т}} = \frac{2300000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} * 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} * 0,001 \text{ м}^3}{3470 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} * 70 \text{ кг}} = \frac{23000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} * 1 \text{ кг}}{347 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} * 7 \text{ кг}} = 94,7 \text{ К}$$

Відповідь: $\Delta t_{\text{т}} = 94,7 \text{ К}$

9. Задача про замороженого космонавта

Всупереч думці, що склалася, про те, що в космосі дуже холодно (температура нижче 4 К), холод, як швидкість охолодження, можна розглядати з різних позицій. Теплопровідність у вакуумі також близька до нуля, тому тепловий потік від нагрітого тіла, випущеного у відкритий простір, здійснюватиметься лише за рахунок випромінювання. Величина випромінювання пропорційна 4-ой міри температури. Наприклад, якщо раптом космонавт опиниться у відкритому космосі (і далеко від найближчих зірок, так що нагрівом від зовнішніх джерел нехтуватимемо), втративши можливість повернутися на корабель, то він не покриється кіркою льоду і його не спіткає швидка крижана смерть. Його температура ~ 310 К, достатня, аби знаходитися в комфортних температурних умовах деякий час. Якщо вважати, що в тілі космонавта відсутнє виділення енергії і що випаровування води з шкіри виключено (космонавт знаходиться в герметичному скафандрі без теплоізоляції), то на один градус він охолodиться приблизно за сорок хвилин, навіть якщо поверхня його скафандра буде абсолютно чорною, найефективніше поглинаючою енергію. Із зменшенням температури, згідно закону Стефана - Больцмана, швидкість охолодження падатиме. Насправді космонавтові у вакуумі загрожує не холод, а перегрів, оскільки потужність тепловиділення людського тіла складає близько 100 Вт; ефективне відведення тепла складає одну з важливих проблем, вирішуваних конструкторами космічних скафандрів.

Альтернативний розрахунок: Температура тіла дорівнює 310 К, площа випромінювання людини приблизно 2 м^2 . Випромінювання чорного тіла за законом Стефана-Больцмана буде приблизно 1047 Ват. Тепловиділення людини 55-75 Ват. Хай буде 100 Ват, як вище. В результаті випромінюється 947 Ват. Хай людина важить 100 кг і приймемо його теплоємність рівною теплоємності води, тобто $4180 \frac{\text{Дж}}{\text{кгК}}$.

Отже, людина остигне на 1 градус за приблизно 440 секунд, тобто трохи більше чим за 7 хвилин. Для того, щоб людина не замерзнула в далекому космосі (на орбіті Землі картина інша, там є Сонце і Земля) його скафандр повинен мати високе альбедо(бути білим або дзеркальним), аби понизити випромінювання з 1047 Ват до рівня тепловиділення, тобто до приблизно 75Ват, це означає альбедо скафандра повинно бути приблизно 0.93-0.95. Отже легенда про замороженого космонавта не позбавлена підстав, хоча звичайно миттєво людина не замерзне. Худі мерзнутимуть швидше повних. Для зменшення випромінювання можна згорнутися в позу ембріона, так зменшується площа випромінювання.

4.2. Власні спостереження

На початку травня я захворів. На уроці фізкультури «перезаймався» спортом і застудився. Це пояснюється тим, що піт, який виступив і інтенсивно випаровувався, що призводить до переохолодження тіла. У мене підвищилася температура. Я вкрився «гусячою

шкірою». Це залишки інстинкту, який є у тварин. Під час холоду пір'я або шерсть настовбурчується, у тварин збільшується теплоізоляція. Проте у людей немає, ні пір'я, ні шерсті, нам тепліше не стає. З часом мене почало морозити – скорочення м'язів при підвищеній тепловіддачі. Я ліг у ліжку і вкрився ковдрою, яка зроблена з синтепону і слугує теплоізолятором, бо в пухкому матеріалі є повітря. Моє тіло від холоду почало тремтіти, під час цього процесу зростає теплотворення. Я виміряв температуру тіла під ковдрою: 38 °C. Температуру потрібно міряти не менше ніж 5-7 хвилин. Спочатку нагрівається скло-корпус термометра, далі внутрішні частини: шкала, капіляр, а потім ртуть. Цей процес триває до встановлення стану теплової рівноваги, який настає поступово. Якщо маєш високу температуру, то не варто лежати вкритим пухкими теплими ковдрами, адже теплоізоляція зменшує відтік тепла і не дозволяє знизитися температурі тіла. Розкрившись я ще раз виміряв температуру. Без ковдри: 37,8 °C.

Повернулася до дому мама і почала мене лікувати. Вона поставила на газову плиту чайник. Щоб він скоріше закипів, треба регулярно чистити його від накипу. Внаслідок довгого користування чайник із середини вкривається шаром солей, які мають низьку теплопровідність. Хоча абсолютно гладенька поверхня нового чайника уповільнює процес закипання внаслідок відсутності центрів конденсації повітря. При закипанні чайник шипить – утворюються бульбашки, потім булькає – бульбашки лопаються. Якщо спробувати закрити носик чайника – стрибатиме кришка, пара виконує роботу. Над чайником вона конденсується і ми бачимо краплини вода у повітрі – туман. Мама поклала заварку у заварник та залила окропом. Заварник розігрівся до стану теплової рівноваги зі складовими і заварка стала готовою. Мам налила чай у склянку, але не в товстостінну. Скло є поганим провідником тепла: при контакті з окропом спершу розширюватиметься лише внутрішня частина склянки, а поверхня залишатиметься холодною. Через це вона може тріснути. Щоб усунути цю проблему користуються ложками з більш теплоємних металів, вони швидко забирають тепло при контакті зі склом і зменшують теплове навантаження на склянку. Я використовував срібну ложку з низькою теплопровідністю для розмішування цукру, щоб чай довше залишався гарячим. Цукор в воді почав шипіти. Вода змочує кристали цукру, витискає з них повітря. Бульбашки, збільшуючись в об'ємі від нагрівання і випаровування всередину, піднімаються вгору під дією сили Архімеда і лопаються, створюючи своєрідне кипіння. Я додавав до склянки меду і почав розмішувати чай – це вимушена конвекція, потім охолоджував його створюючи рух повітря над склянкою, щоб прискорити випаровування рідини – це знизить температуру чаю, бо при випаровуванні рідина забирає додаткову кількість теплоти.

Випивши чаю з медом та лимоном я ліг спати. Прокинувся з дуже високою температурою: 39,5 °C. Мама зробила мені жарознижувачий укол. Спочатку вона змочила місце уколу спиртом. Я одразу відчув прохолоду, бо поверхня тіла різко охолоджується внаслідок швидкого випаровування спирту. Спирт – це речовина, яка має невелику питому

теплоту пароутворення $r = 0,9 \times 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ і легко випаровується. За своєю будовою шприц є циліндр з поршнем. Якщо зняти голку і міцно затиснути вихід шприца пальцем, а поршень з ліками відтягувати, збільшуючи об'єм ліків під поршнем, то їх можна примусити кипіти при низькому тиску і кімнатній температурі. Пізніше я почав відчувати біль у горлі, тоді випив гарячого молока з медом. Молоко зігріває горло при ангіні, так як охолоджується повільно, як і вода. Молоко має більшу теплоту пароутворення завдяки наявності в ньому жиру, жир уповільнює процес випаровування молока. $c = 3885 \frac{\text{Дж}}{\text{кг К}}$, $r = 2,416 \times 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ при $t = 36^\circ\text{C}$, $r = 2,486 \times 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ при $t = 60^\circ\text{C}$.

Далі я знову заснув. Через деякий час я дуже спітнів. Мені потрібно було перевдягнутися у сухий одяг, адже з гіркого досвіду я вже знав: процес випаровування може переохолодити тіло.

Наступного дня ми з мамою прийшли до лікарні. Лікар оглянув моє горло. Він нагрів оглядове дзеркальце до температури вищої за температуру тіла для того, щоб поверхня дзеркала не спітніла при огляді. Адже у ротовій порожнині підвищена вологість і пара буде сильно конденсуватися на поверхні холодного дзеркала. Мені поставили діагноз «Ангіна», приписали ліки і наказали полоскати горло лікарськими травами. В лікарні я відвідував фізіопроцедури: інгаляції, де використовується процес кипіння розчину ліків; УВЧ – прогрівання горла; квартування – лікування горла випромінюванням.

Щоб вилікувати кашель мені робили парафіновий компрес. Парафін під час процесу плавлення має $t = 80^\circ\text{C}$. Потім він охолоджується і застигає як аморфне тіло: повільно твердіючи. Коли температура парафіну стане $t \approx 45^\circ\text{C}$, його накладають на грудну клітину. Так як теплоємність парафіну $c = 3200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг К}}$, то він довго віддає тепло тілу зігріваючи легені. Удома мама робила мені компреси з відвареної картоплі. В її складі багато води з теплоємністю $c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг К}}$, тому такий компрес віддає тепло значно повільніше, ніж парафіновий, до 3-4-х годин. При накладанні компресів використовують товстий прошарок вати, який є тепло ізолятором і затримує тепло довгий час.

Удома я до кип'яченої охолодженої води додав ліки у вигляді порошку. Суміш одразу почала «кипіти» внаслідок виділення бульбашок повітря на частинках порошку.

Під час лікування мені також заварювали лікарські трави на водяній бані занурюючи каструлю з трав'яним відваром у каструлю з окропом. Окріп кипить на газовій плиті, тепло від нагрівника йде на пароутворення-кипіння води в зовнішній каструлі. Трав'яний відвар не кипить, так як не отримує необхідну для процесу кипіння кількість теплоти, хоч і має $t = 100^\circ\text{C}$. Такі умови необхідні для заварювання лікарських відварів.

Під час всього процесу лікування у мене було достатньо часу, щоб порозмислити над користю знань з фізики у моєму житті. Через тиждень я вилікувався і знову займався фізкультурою, але вже в міру. Фізика навчила..!

Розділ 5. Висновок

Життя зв'язане з безперервною витратою енергії, яка необхідна для функціонування організму. З точки зору термодинаміки, живі організми відносяться до відкритих систем, оскільки для свого існування вони безперервно обмінюються із зовнішнім середовищем речовинами і енергією. Джерелом енергії живих організмів служать хімічні перетворення органічних речовин, що поступають з довкілля. Перетворення цих речовин із складних в простих і наводить до вивільнення енергії, ув'язненого в хімічних зв'язках.

Швидкість хімічних реакцій, а отже, і енергообміну залежить від температури тканин. Теплота як кінцеве перетворення енергії здатна переходити з області вищої температури в область нижчою. Температура тканин визначається співвідношенням швидкості метаболічної теплопродукції їх клітинних структур і швидкості розсіювання теплоти, що утворюється, в довкілля. Отже, теплообмін між організмом і зовнішнім середовищем є невід'ємною умовою існування тваринних організмів. Для підтримки нормальної (оптимальною) температури тіла в тваринних організмів є система регуляції теплообміну з середовищем.

6. Список використаної літератури

1. Біофізика на уроках фізики. Ц.Б. Кац, 1988 рік.
2. Загальний курс фізіології людини і тварин / під ред А. Д. Ноздрачева. М., 1991. кн. 2.
3. Занімательная фізика. Кн.1,2. Перельман Я.І., 1976 рік.
4. Мак-Мюррей В. Обмін речовин у людини. М., 1980.
5. Нортон А., Эдхолм О. Людина в умовах холода. М., 1957.
6. Основи фізіології / під ред. П. Стерки. М., 1984.
7. Слоним А. Д. Еволюція терморегуляції. Л., 1986.
8. Фізіологія терморегуляції: Керівництво з фізіології / під ред. К. П. Іванова. Л., 1984.
9. Фізіологія людини /рос/ під ред. Н.А.Агаджаняна, В.И.Циркина. СПб., 1998.
10. Фізіологія людини /рос/ під ред. Р. Шмидта, Г. Тевса. М., 1986. Т. 4.
11. <https://uk.wikipedia.org/>