

# ОПОРНО-РУХОВА СИСТЕМА ЛЮДИНИ

# ОПОРНО-РУХОВА СИСТЕМА

- Опорно-рухова система (опорно-руховий апарат) - комплекс кісток, хрящів, суглобів, зв'язок і м'язів, що надають опору тілу і забезпечує його рух у просторі, а також рух окремих частин тіла відносно одне одного. **Скелет являє собою пасивну частину апарату руху. Кістки виконують роль важелів першого і другого порядку. Активну частину апарату руху складають м'язи.**

# ФУНКЦІЇ ОПОРНО-РУХОВОЇ СИСТЕМИ

- **Функції опорно-рухової системи полягають у:**
- забезпеченні різноманітних рухів, положення тіла в просторі тощо;
- захисній ролі скелету: ( кістки черепа захищають головний мозок, хребет захищає спинний мозок, грудна клітка захищає серце і легені тощо)
- здійсненні кровотворної функції завдяки наявності в кістках червоного кісткового мозку;
- участі у мінеральному обміні речовин ( в кістках накопичуються солі кальцію);
- участі в обміні вуглеводів (в м'язових волокнах відкладається глікоген).

# БУДОВА СКЕЛЕТУ ЛЮДИНИ

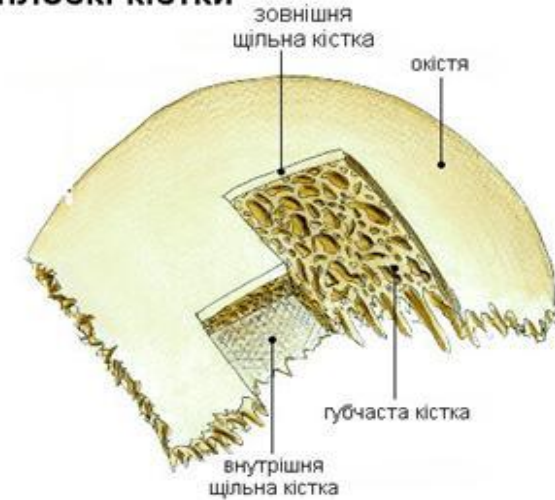
- В скелеті людини налічують 203-206 (36-40 непарних та 164-166 парних) кісток.
- За формою розрізняють трубчасті кістки: довгі (стегнова, плечова) та короткі (зап'ясток, передплесно),
- плоскі кістки (лопатки, кістки черепа),
- повітроносні (решітчаста, лобова, верхньощелепні) та
- змішані (нижня щелепа, носові, виличні).
- Різноманітні форми кісток зумовлені різним призначенням їх в організмі. Довгі кістки виконують функції важелів, короткі кістки є містками, тоді як плоскі кістки є ефективними захисними пластинами.

# БУДОВА КІСТОК

## Схема будови трубчастої кістки



## плоскі кістки



# ХІМІЧНИЙ СКЛАД КІСТОК

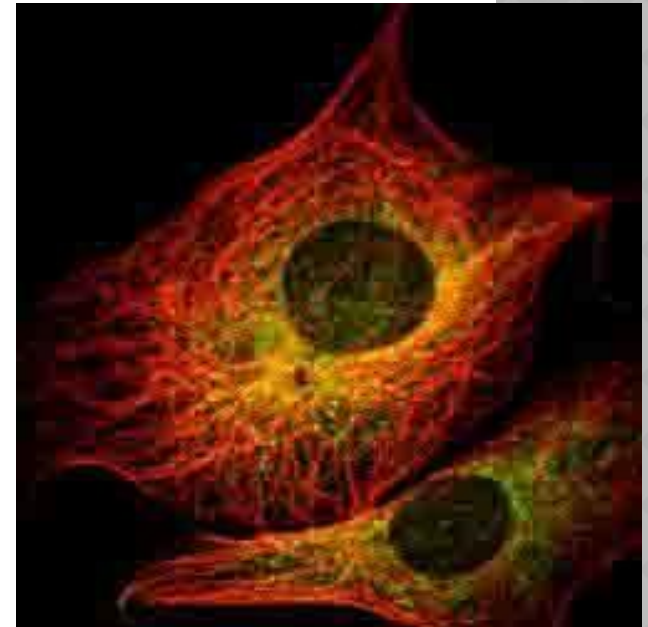
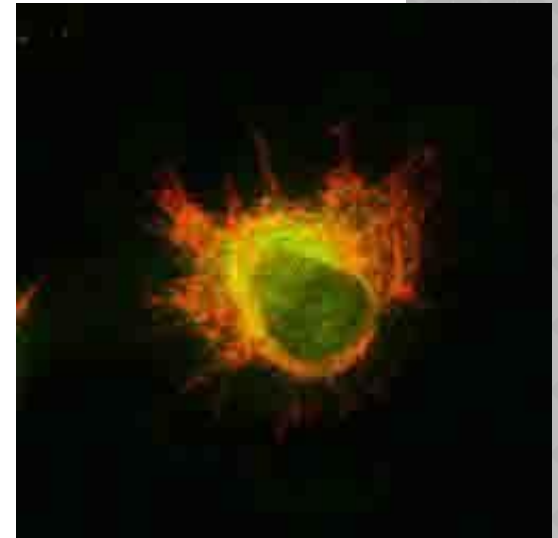
- Всі кістки складаються з органічних та неорганічних речовин. Неорганічні речовини, що входять до складу кісток, представлені головним чином солями кальцію (фосфатами, сульфатами, карбонатами). Іон кальцію у кістках може бути замінений іонами радію, стронцію, барію. **Мінеральні речовини надають кісткам міцності.** Маса води в кістках складає 16-20%. Органічні речовини кісткової тканини представлені осеїновими (колагеновими) волокнами, складними білками - глікопротеїнами та протеогліканами. **Органічні речовини кісток обумовлюють їхню пружність.**

# БУДОВА КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ

- Кісткова тканина - різновид скелетної тканини -, складається з клітин і мінералізованої міжклітинної речовини.
- Клітини кісткової тканини поділяються на **остеоцити, остеобласти та остеокласти**. Остеоцити повністю замуровані в міжклітинну речовину, контактують один з одним чисельними відростками, забезпечують в кістці обмін речовин (білків, води, іонів).
- Остеобласти - росткові клітини, частина їх перетворюється в процесі життя на остеоцити.
- Остеокласти - клітини , які беруть участь у частковому руйнуванні, розсмоктуванні кісткової тканини. Функціонування остеобластів та остеокластів забезпечує періодичну перебудову кісток під час росту та змінах функціонального навантаження.

# ОСТЕОБЛАСТИ

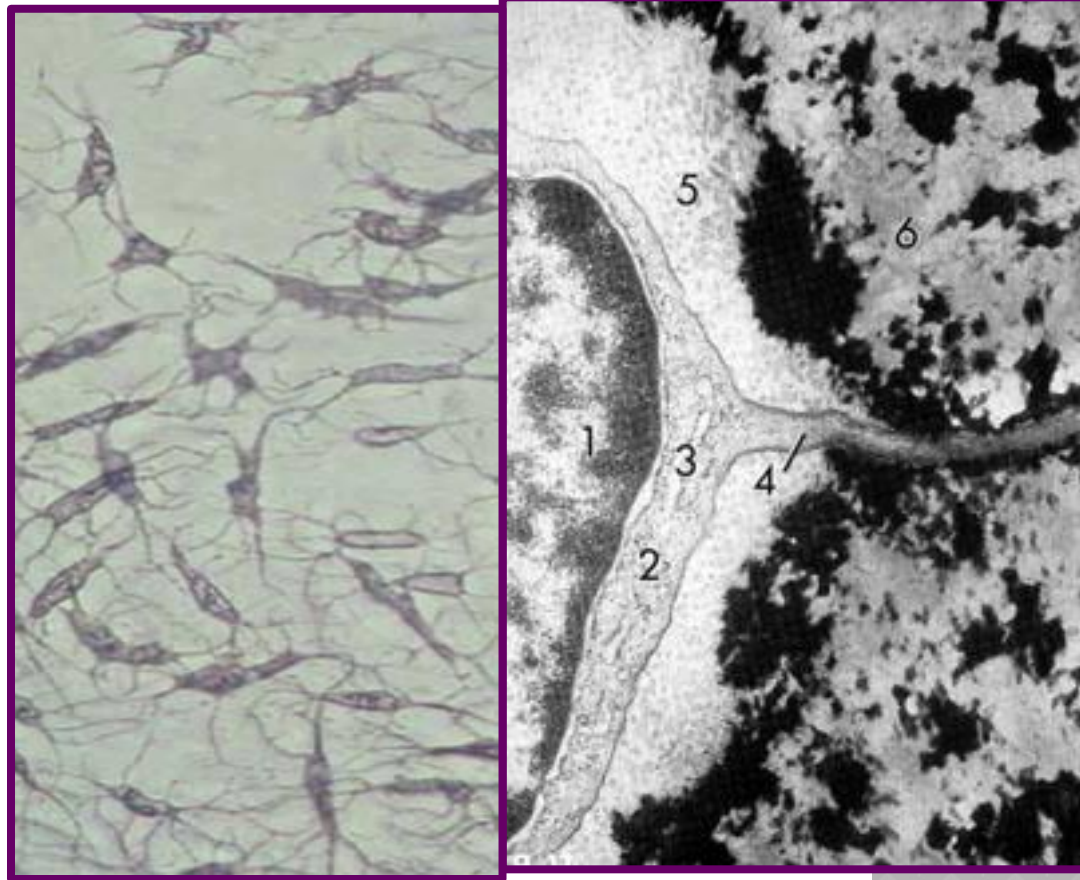
- Форма клітин кубічна, пірамідальна або кутаста. Розмір 15-20 мкм.
- Ядро кулясте або овальне, розміщується ексцентрично, має одне або декілька ядерець.
- Добре розвинена вакуолярна система.



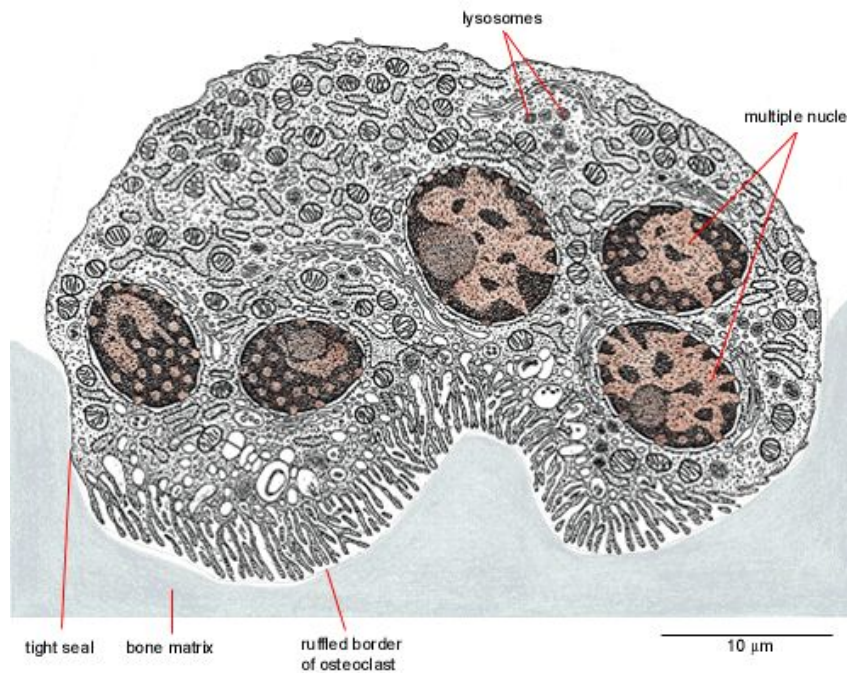


# ОСТЕОЦИТИ

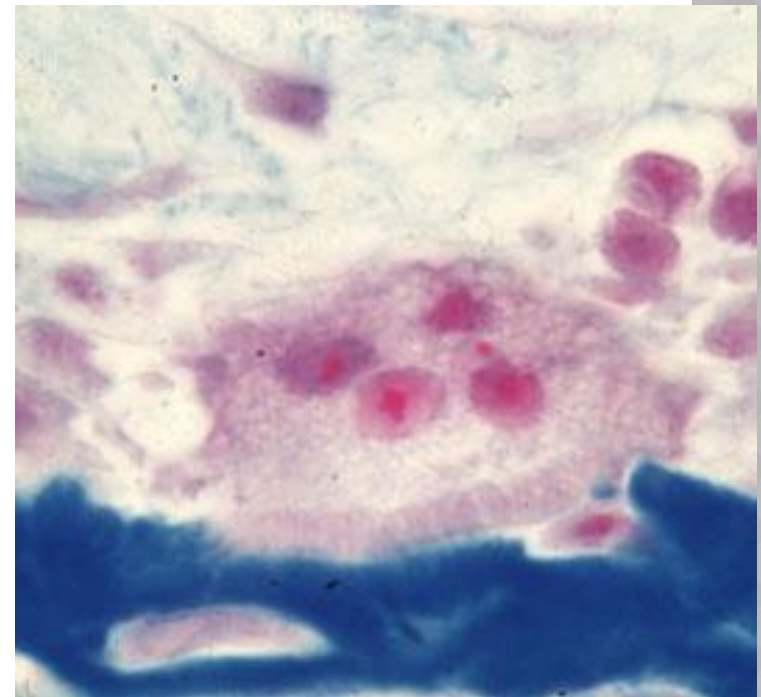
- Osteocytes - зрілі клітини, що не поділяються. Мають відростки, компактне велике ядро. Органели розвинені слабо.
- Центріолі не виявлені.
- Лежать в кісткових лакунах.



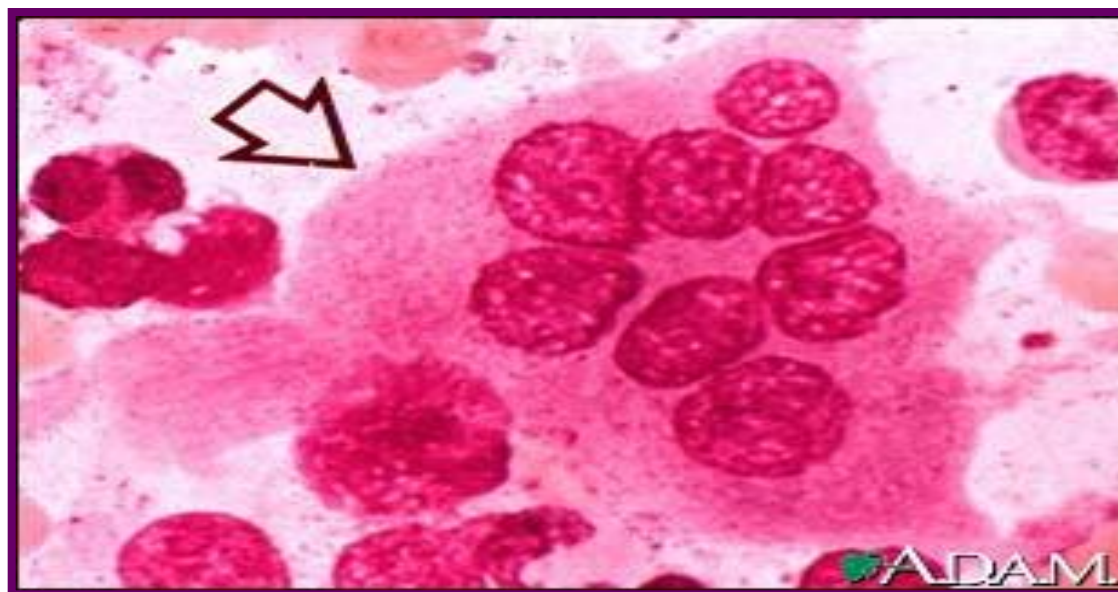
# БУДОВА ОСТЕОКЛАСТУ



- Складчаста облямівка
- Світла зона
- Везикулярна зона
- Базальна зона



# ОСТЕОКЛАСТИ



# ФОРМУВАННЯ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ

osteogenic cell  
(osteoblast  
precursor)

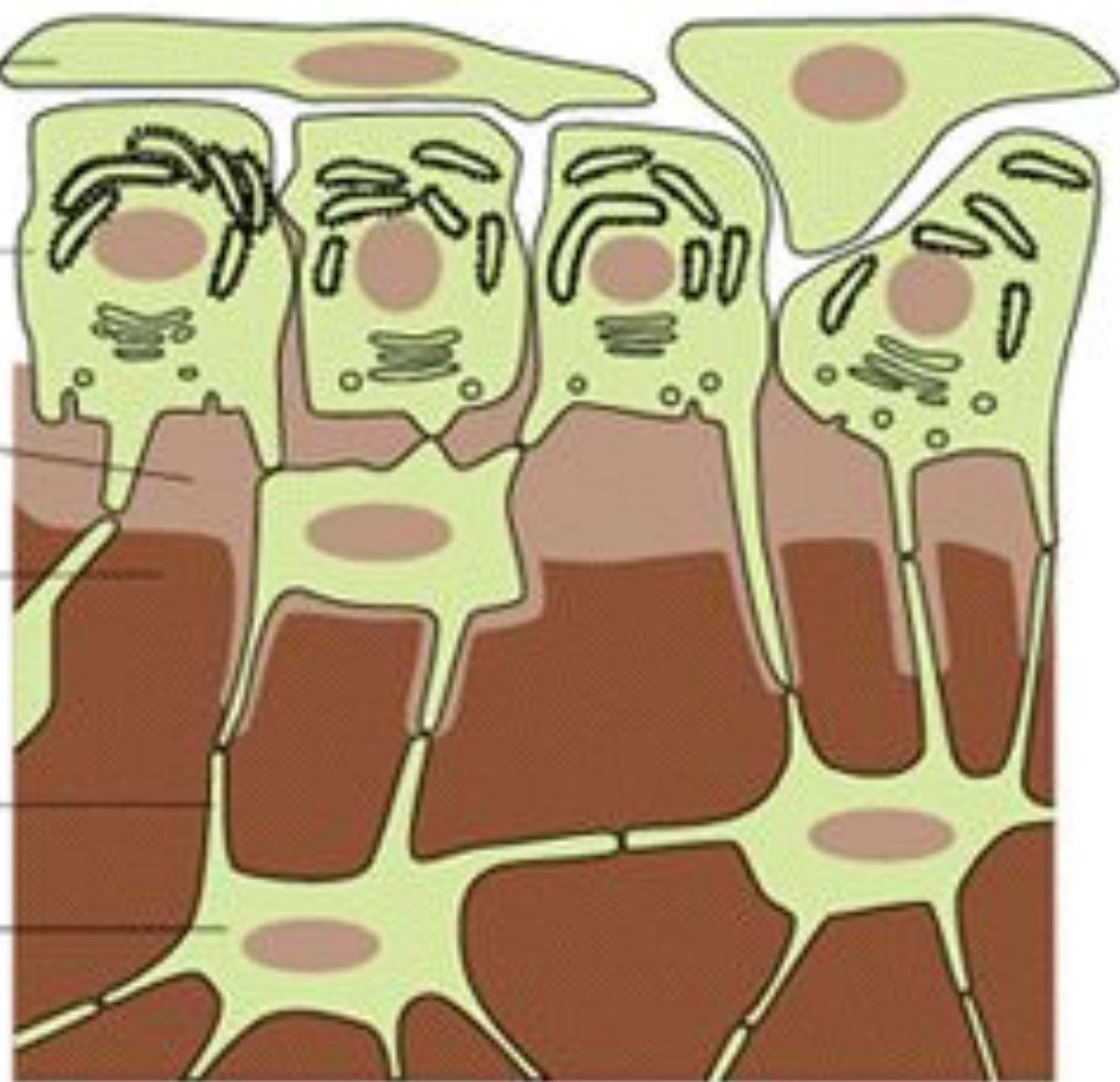
osteoblast

osteoid  
(uncalcified  
bone matrix)

calcified bone  
matrix

cell process  
in canaliculus

osteocyte



10  $\mu\text{m}$

# БУДОВА КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ

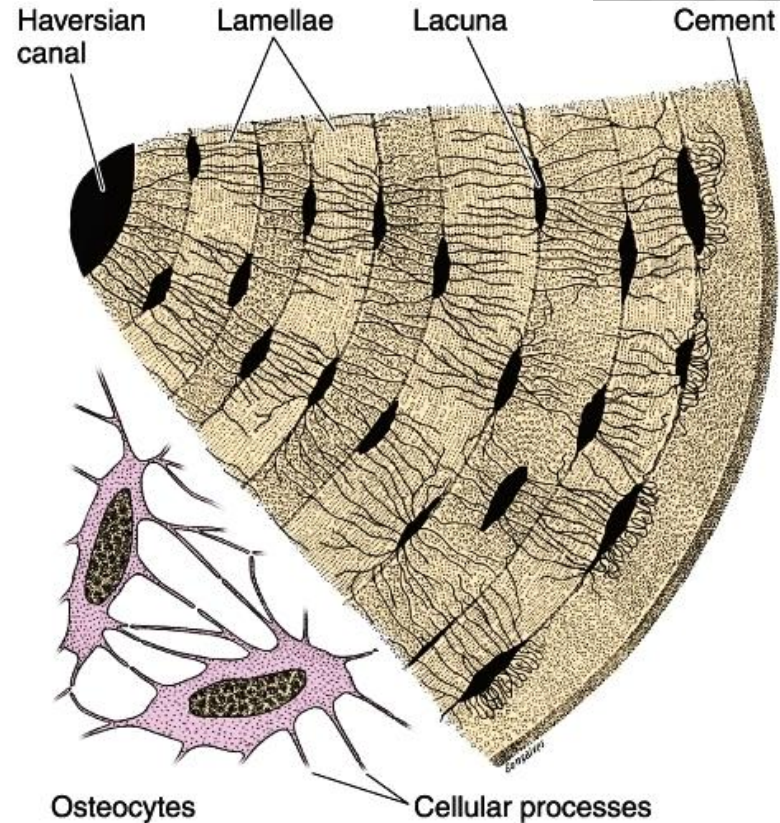
- Міжклітинна речовина складається з осейінових (колагенових) волокон та основної речовини. Остання представлена глікопротеїнами та протеогліканами.
- Немінералізований органічний кістковий матрикс. Osteобласти виробляють матриксні пухирці, що містять ліпіди,  $Ca^{+}$ , різні фосфатази.
- Мінералізація кісток обумовлена активністю остеобластів та особливостями глікопротеїнів.

# БУДОВА ОСТЕОНА

- Структурно-функціональна одиниця кістки - остеон. Являє собою систему вставлених один в одний 5-20 порожніх циліндрів. Кожний циліндр утворений пластинками кісткової тканини. У центрі остеону розміщений канал, в якому містяться кровоносні капіляри та нервові волокна. **Остеони утворюють так звану компактну речовину кістки.**
- Кістки скелета людини залежно від їхньої форми поділяють на трубчасті (довгі), короткі, плескаті та змішані.

# БУДОВА ОСТЕОНУ

- Хаверсова система - сукупність з **4-20** концентричних кісткових пластинок. В центрі - хаверсов канал.
- Канали Фолькмана поєднують канали остеонів між собою і з судинами та нервами окістя.
- Окістя складається з періосту та ендосту.



# ЗАВДАННЯ

- Що є основною структурною одиницею кісткової тканини?
- А остеоцит
- Б остеобласт
- В остеон
- Г кісткова пластинка



# БУДОВА ТРУБЧАТОЇ КІСТКИ

## Схема будови трубчастої кістки



У трубчастих кістках компактна речовина утворює стінку тіла кістки (діафіз). Кінцеві частини трубчастої кістки - епіфізи -, утворені губчастою речовиною, в якій кісткові пластинки утворюють чисельні перехрещені перегородки. В порожнині трубчастої кістки дорослої людини міститься жовтий кістковий мозок, тоді як у новонародженої дитини тут міститься червоний кістковий мозок (ретиккулярна сполучна тканина). В епіфізах між пластинками міститься червоний кістковий мозок

# ЗАВДАННЯ

- Проаналізуйте твердження щодо опорно-рухової системи людини. Чи є з-поміж них правильні?
- І. Ріст кісток у довжину забезпечується поділом клітин хрящової тканини, яка міститься на їхніх кінцях.
- ІІ. До складу поясу нижніх кінцівок входить променева кістка.
- А лише ІІ
- Б лише І
- В обидва правильні
- Г немає правильних

# З'ЄДНАННЯ КІСТОК

## Колінний суглоб



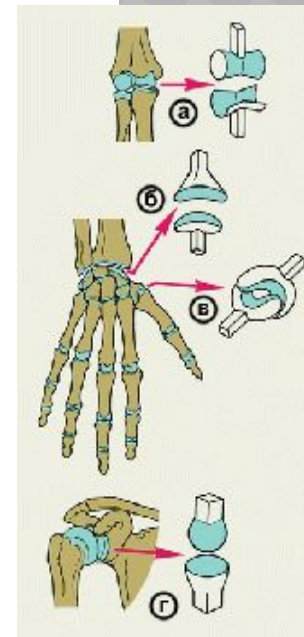
- Розрізняють три типи з'єднання кісток: **нерухоме, напіврухоме і рухоме**. **Нерухоме** з'єднання кісток формується внаслідок **зрощення кісток** (кістки тазу) або утворення **швів** (кістки черепа).
- При **напіврухомому** з'єднанні кістки поєднуються між собою **за допомогою хрящів** (ребра з грудниною; хребці один з одним).
- **Рухомий тип** з'єднання характерний для більшості кісток скелета і досягається завдяки **суглобам**.

# ЗАВДАННЯ

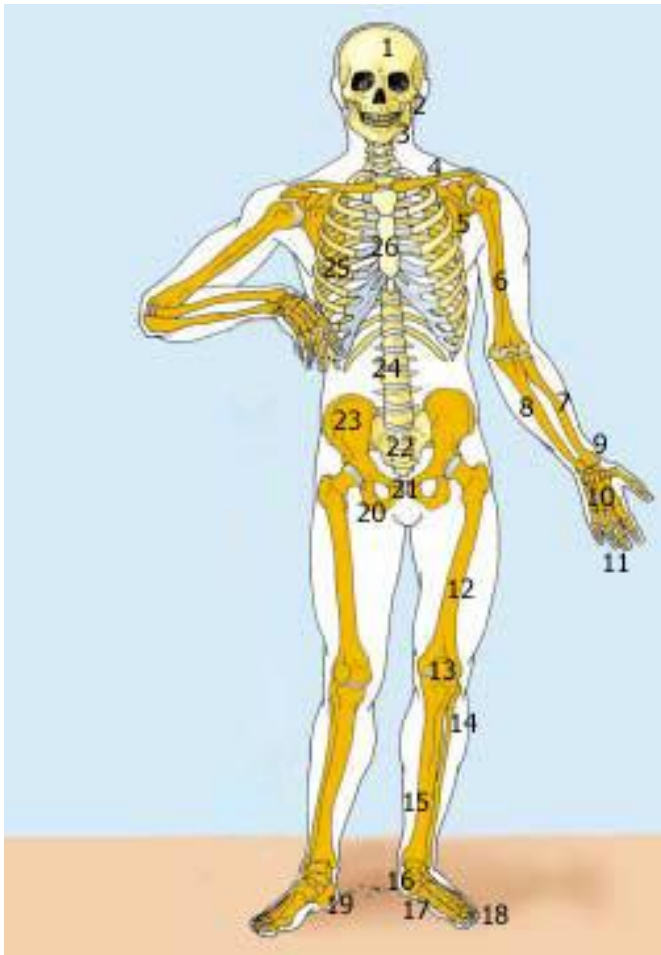
- Суглобова поверхня трубчастих кісток покрита хрящем, що утворений
- А міоцитами
- Б нейронами
- В лейкоцитами
- Г хондроцитами

# СУГЛОБИ

- Прості суглоби утворені двома кістками, складні - декількома. Основні елементи типового суглоба :
- суглобові поверхні кісток, вкриті хрящовою тканиною,
- порожнина, яка частково розділяє кістки і заповнена синовіальною рідиною;
- суглобова капсула (сумка), що ізолює порожнину, і являє собою продовження окістя; зовні суглобова сумка оточена зв'язками і м'язами.
- Суглоби розрізняють за формою суглобових поверхонь (кулеподібний, еліпсоподібний тощо), за ступенем та напрямком переміщень (рухливі, малорухливі, одно-, двох- та багатоосьові).

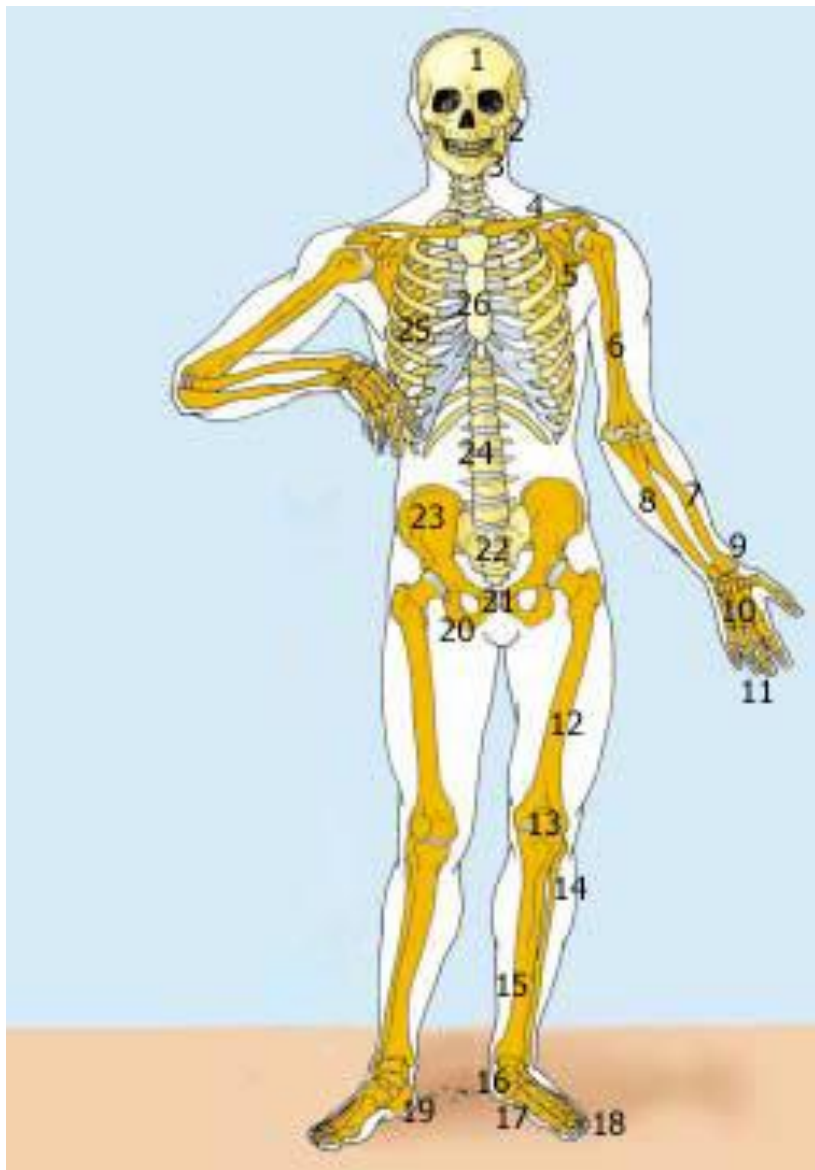


# БУДОВА СКЕЛЕТА ЛЮДИНИ



- Скелет людини складається з:
- осьового скелету (череп, хребет з грудною кліткою);
- поясів кінцівок та вільних кінцівки

# БУДОВА СКЕЛЕТУ ЛЮДИНИ



- 1 - черепна коробка; 2 - верхня щелепа; 3 - нижня щелепа; 4 - ключиця; 5 - лопатка;
- 6 - плечова кістка; 7 - променева кістка; 8 - ліктьова кістка; 9 - кістки зап'ястка;
- 10 - кістки п'ястка; 11 - фаланги пальців; 12 - стегнова кістка; 13 - надколінок;
- 14 - малогомілкова кістка; 15 - великогомілкова кістка; 16 - кістки передплесна;
- 17 - кістки плесна; 18 - фаланги пальців; 19 - п'яткова кістка; 20 - сіднична кістка;
- 21 - лобкова кістка; 22 - крижі; 23 - клубова кістка; 24 - хребет; 25 - ребра;
- 26 - груднина.

# БУДОВА ЧЕРЕПА

- Череп (скелет голови) поділяють на мозковий та лицьовий відділи. У мозковому відділі міститься головний мозок. Мозковий відділ черепа складається з парних та непарних кісток, які поєднані нерухомо. Парні кістки мозкового черепа: тім'яні та скроневі. До непарних кісток мозкового черепа належать: лобова, потилична, клиноподібна (основна), решітчаста. Потилична кістка з'єднується з першим хребцем за допомогою еліпсоподібного суглоба, який забезпечує рухи голови вперед і вбік. Обертається голова разом з першим шийним хребцем завдяки з'єднанню між першим та другим шийними хребцями. В потиличній кістці є отвір, крізь який головний мозок поєднується із спинним.



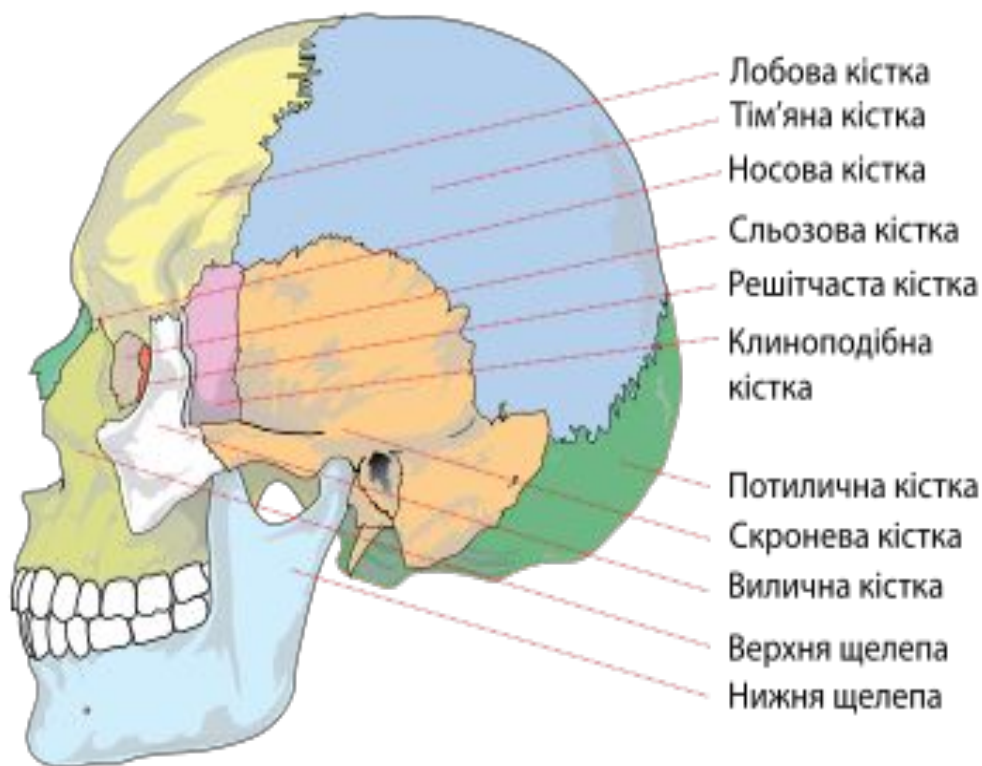
# БУДОВА ЧЕРЕПА

- Лицьовий відділ черепа складається з парних та непарних кісток. До парних кісток належать: верхньощелепні, носові, слъозові, виличні, кістки піднебіння, нижня носова раковина. До непарних кісток лицьового черепа належать: нижня щелепа, леміш та під'язикова кістка. Нижня щелепа - це єдина кістка черепа, яка рухомо (суглобами) поєднується зі скроневими кістками.

# ЗАВДАННЯ

- До непарних кісток мозкового черепа належить:
- А потилична кістка
- Б тім'яна кістка
- В скронева кістка
- Г леміш

# БУДОВА ЧЕРЕПА



# ЗАВДАННЯ

- ⦿ До лицевого черепа не належить:
- ⦿ А вилична кістка
- ⦿ Б нижня носова раковина
- ⦿ В решітчаста кістка
- ⦿ Г слъозова кістка

# БУДОВА ХРЕБТА

- **Хребет** - основа скелета. Складається з 33-34 хребців, між якими розміщуються хрящові прошарки - диски, які надають хребту гнучкість. В хребті розрізняють 5 відділів:
  - 1 - шийний - 7 хребців;
  - 2 - грудний - 12 хребців;
  - 3 - поперековий - 5 хребців;
  - 4 - крижовий - 5 хребців;
  - 5 - куприковий - 4-5 хребців.

# ЗАВДАННЯ

- Який відділ хребта складається з 4-5 хребців?
- А шийний
- Б грудний
- В поперековий
- Г крижовий
- Д куприковий

# БУДОВА ХРЕБТА

- Хребці останніх двох відділів хребта зростаються. Кожний хребець складається з тіла, кісткової дуги та декількох відростків ( в хребці грудного відділу хребта виділяють 7 відростків: 4 - суглобові, 2 - поперечні та 1 - остистий). Між тілом хребця і дугою є отвір. Отвори всіх хребців при поєднанні їх у хребет утворюють канал , в якому розміщений спинний мозок. Хребет людини має чотири вигини. В шийному та поперековому відділах хребта ці вигини спрямовані вперед і мають назву лордозу. В грудному та крижовому відділах вигини спрямовані назад і називаються кіфозами.

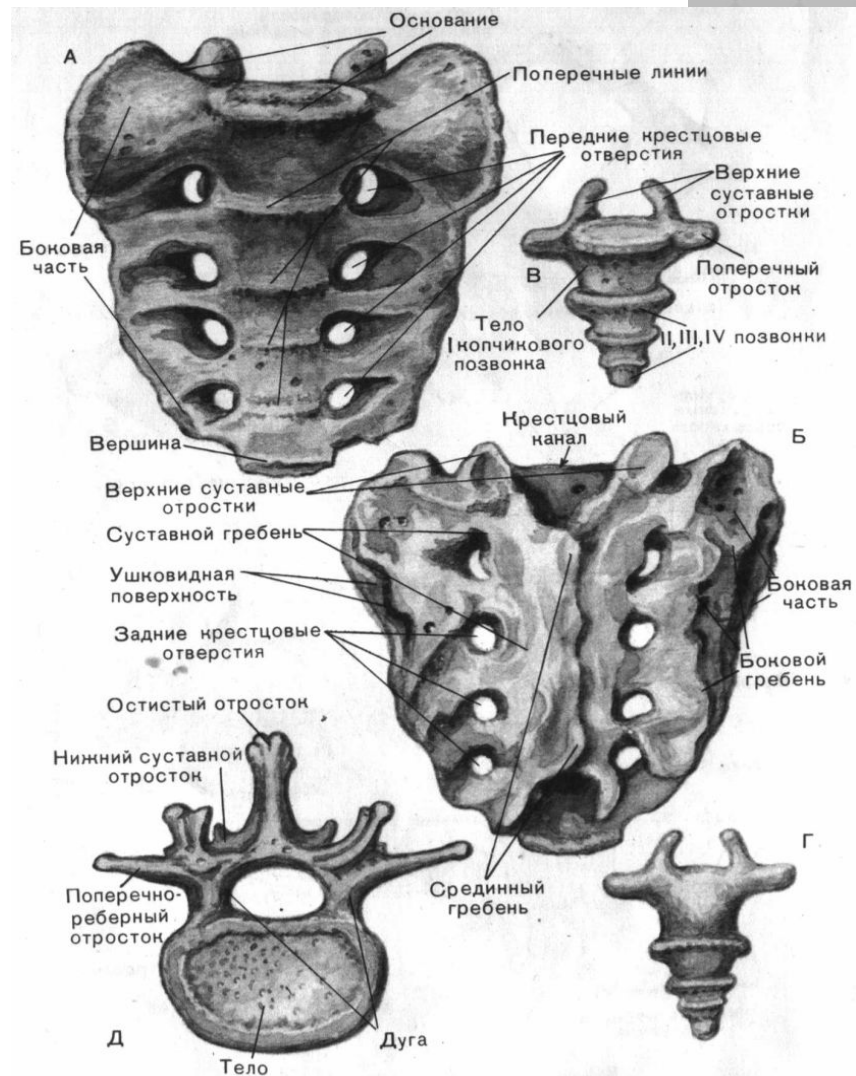
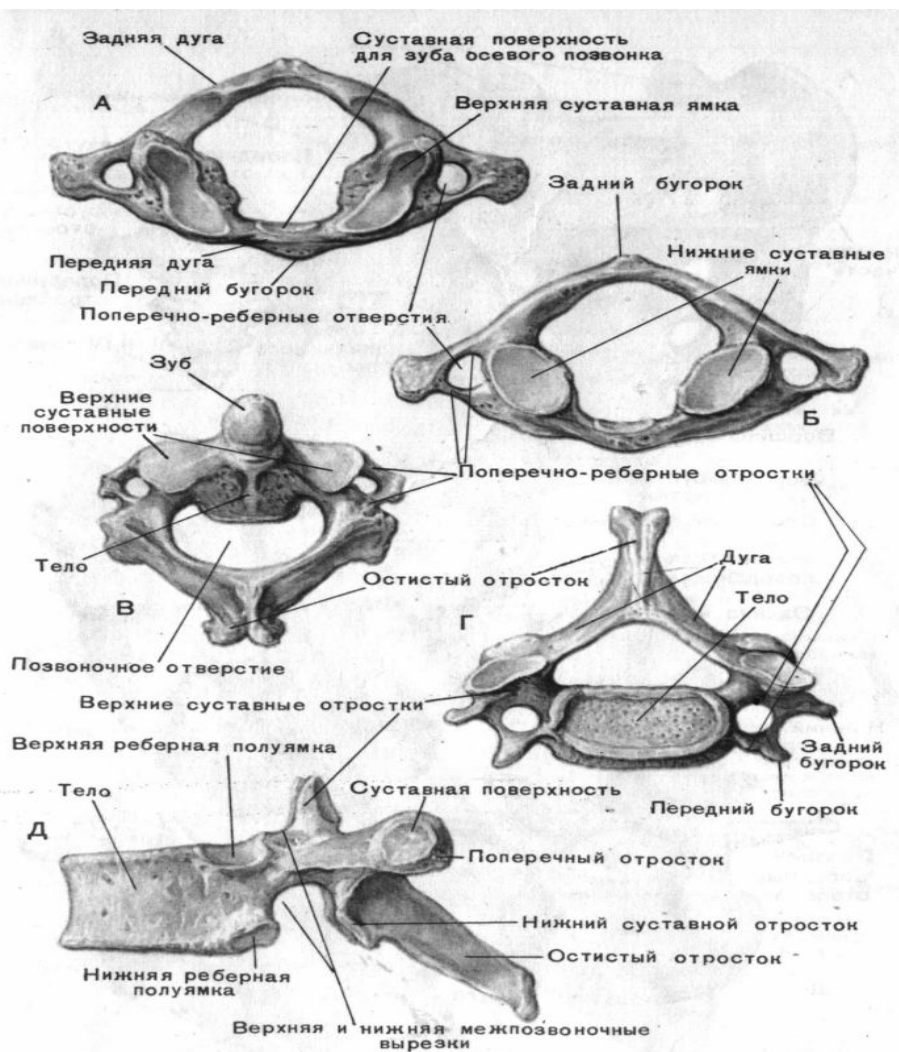


# ЗАВДАННЯ

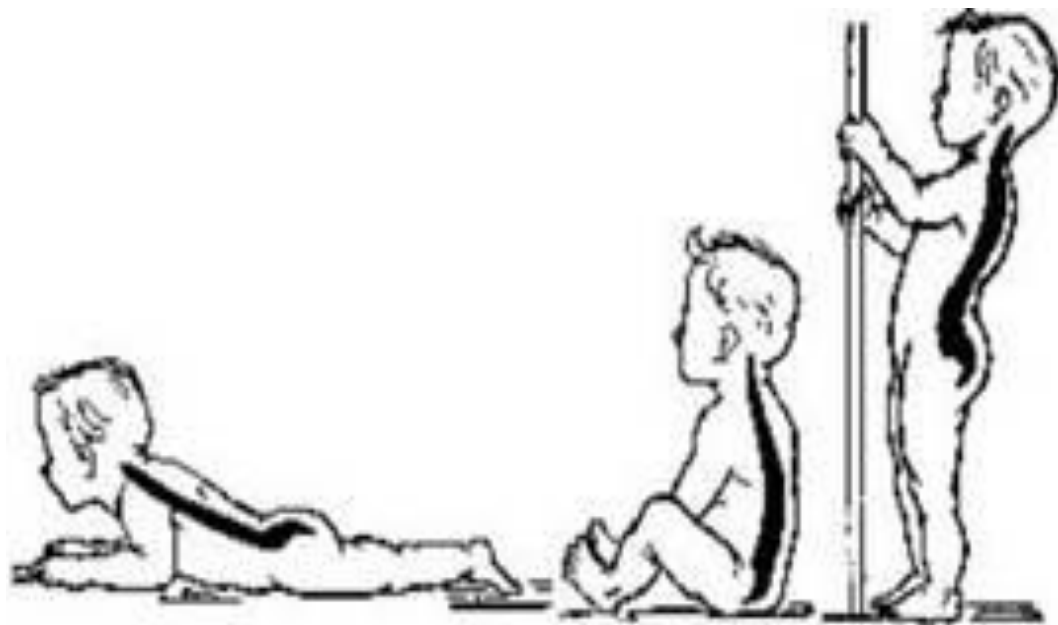
- ⦿ В яких відділах хребта знаходяться лордози?
- ⦿ А шийний і грудний
- ⦿ Б грудний і поперековий
- ⦿ В шийний і поперековий
- ⦿ Г грудний та крижовий



# БУДОВА ХРЕБЦІВ

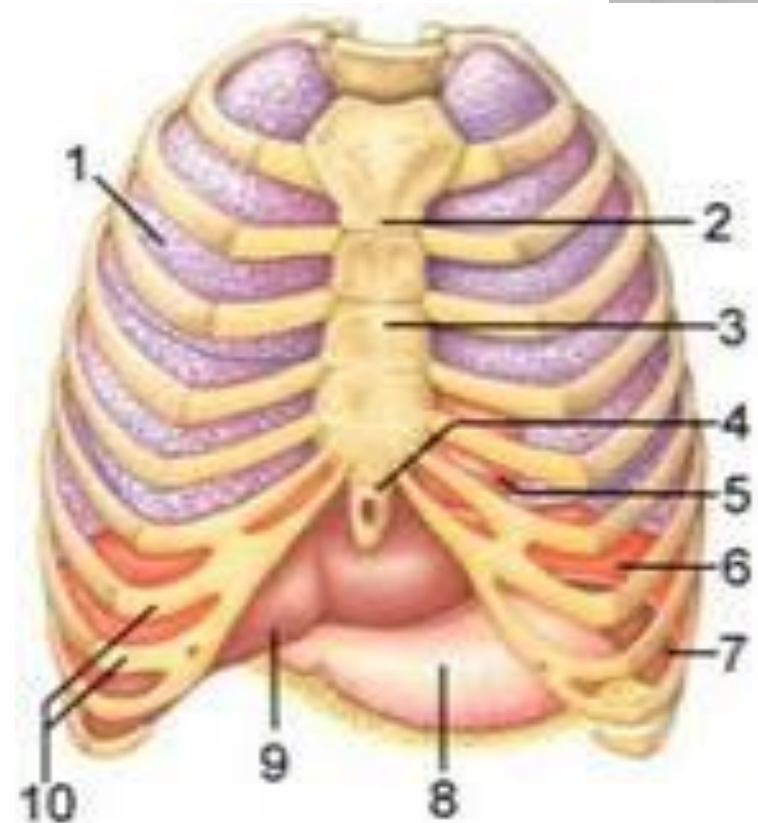


# ФОРМУВАННЯ ВИГИНІВ ХРЕБТА



# БУДОВА ГРУДНОЇ КЛІТКИ

- Грудна клітка. Скелет грудної клітки складається з 12 грудних хребців, 12 пар ребер і грудної кістки (грудини). Ребра сполучаються рухомо з хребцями і напіврухомо за допомогою хрящів з грудиною і тому можуть переміщуватись, що має велике значення для забезпечення дихальних рухів. Грудна клітка виконує захисну функцію для серця, великих судин та легень.



# ЗАВДАННЯ

- ⦿ Який тип з'єднання ребер з хребцями?
- ⦿ А перервне (рухоме)
- ⦿ Б неперервне (швами)
- ⦿ В неперервне (зв'язками)
- ⦿ Г неперервне (хрящем)

# БУДОВА КІНЦІВОК

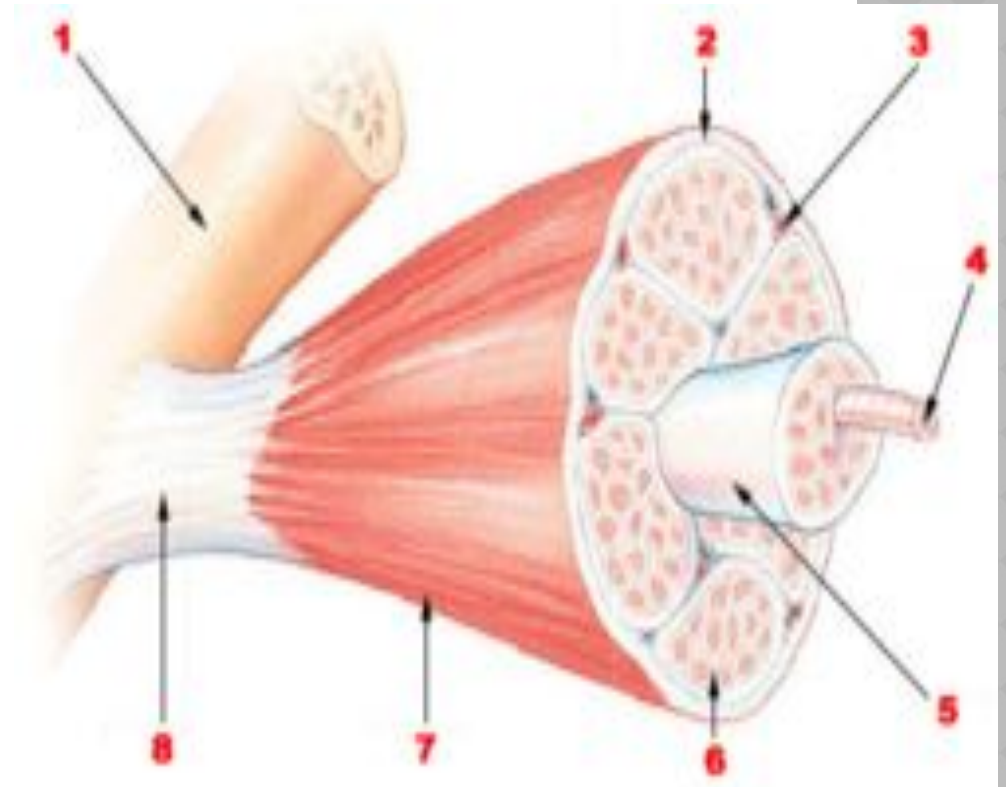
- **Пояс верхніх кінцівок** складається з парних ключиць та лопаток. **Вільна верхня кінцівка** складається з плечової кістки , двох кісток передпліччя та кісток кисті (кістки зап'ястку - 8, п'ястку -5, фаланг пальців - 14).
- **Пояс нижніх кінцівок** утворений двома безіменними кістками, що утворились шляхом зростання трьох кісток (клубової, сідничної та лобкової кістки). **Вільна нижня кінцівка** складається із стегнової кістки, великої та малої кісток гомілки, кісток стопи ( кістки заплесна - 7, плесна -5, фаланг пальців - 14).

# М'ЯЗИ

- Активну частину опорно-рухової системи складають м'язи. М'язи, які прикріплюються до кісток скелету і складаються з посмугованої м'язової тканини, називають скелетними. Посмуговані м'язи становлять значну частину маси тіла людини ( у дорослої близько 40%). Це окремі м'язи, що розташовані в певному порядку і виконують певну функцію. М'яз складається з пучків посмугованих волокон, поєднаних з пухкою сполучною тканиною, в якій проходять судини і нерви. Скелетний м'яз має центральну м'язову ділянку (черевце) і кінцеві ділянки, позбавлені м'язових волокон, представлені щільною сполучною тканиною - сухожилками, якими м'яз прикріплюється до кісток скелета.

# ЗАВДАННЯ

- Який елемент скелетного м'яза позначено на рисунку цифрою 8
- А міофібрила
- Б сухожилок
- В м'язове волокно
- Г фасція

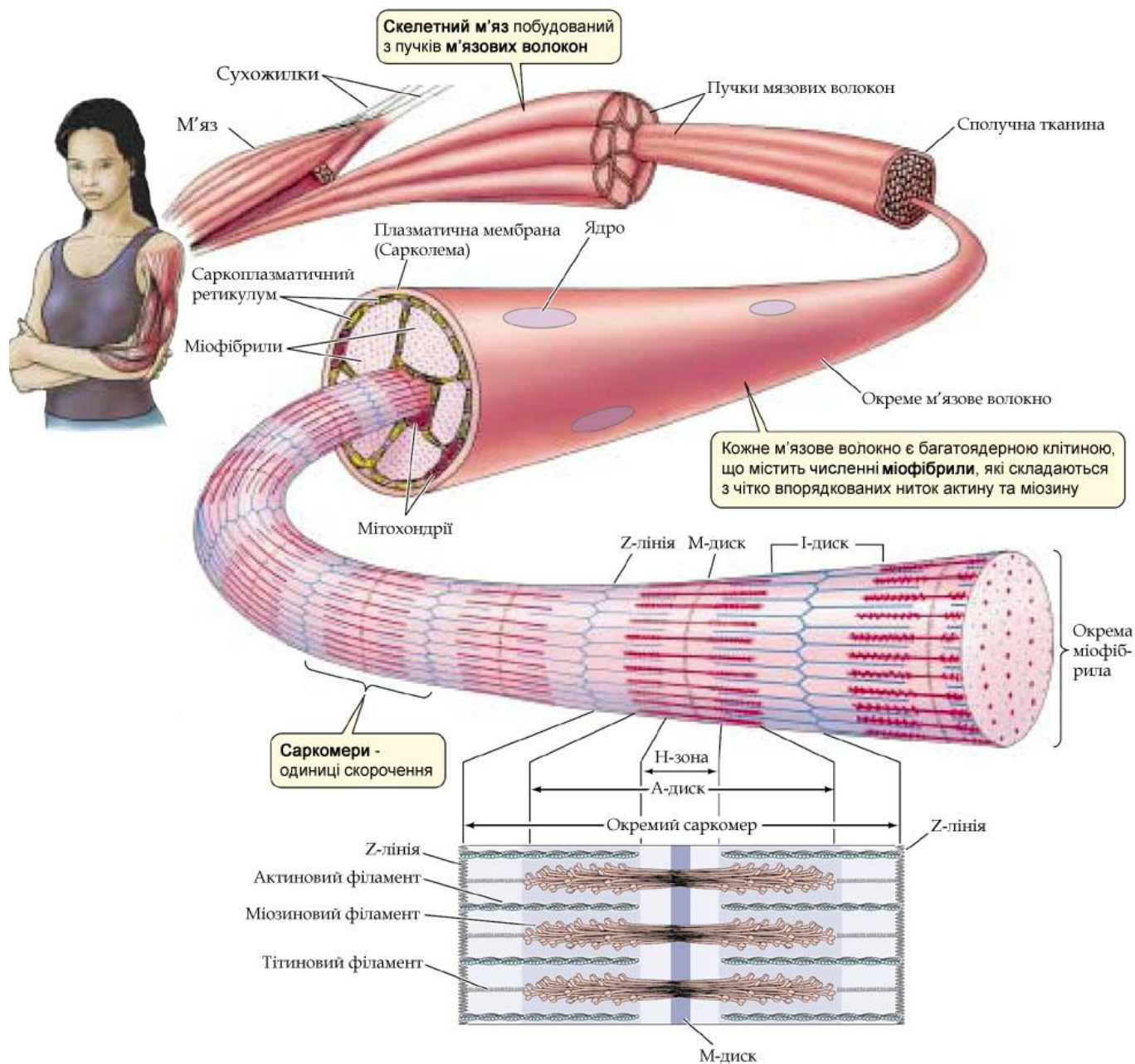


# ЗАВДАННЯ

- ⦿ На які частини можна розподілити м'яз?
- ⦿ А м'язове волокно та черевце або тіло
- ⦿ Б м'язове черевце та сухожилки
- ⦿ В м'язове волокно та зв'язки
- ⦿ Г м'язове черевце та зв'язки



# СКЕЛЕТНІ М'ЯЗИ



# М'ЯЗОВЕ ВОЛОКНО

- М'язове волокно - велика клітина, діаметр якої становить 10-100 мкм, довжина - декілька см. Клітина оточена мембраною - сарколемою. В клітині багато ядер, є мітохондрії, саркоплазматична сітка та інші органели і включення. Один з найголовніших елементів клітини, який бере участь у забезпеченні скорочення м'язу - це тонкі нитки - міофібрили, що складаються з різних білків (актину та міозину).

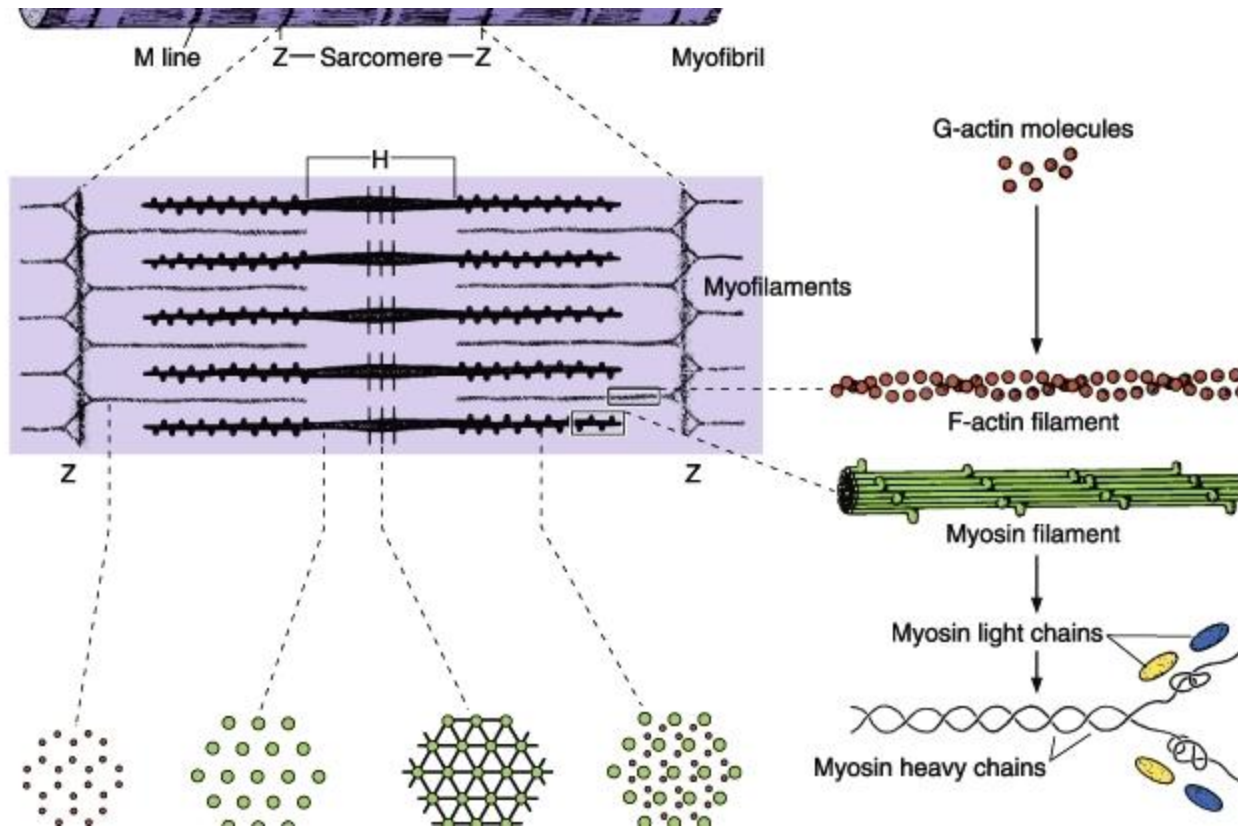
# ЗАВДАННЯ

- Серед наведених тверджень щодо опорно-рухової системи вкажіть правильні.
- I Суглоб - це рухоме з'єднання кісток.
- II Чим більше в м'язі скоротливих білків, тим більше його сила і маса.
- III Під час статичної роботи скорочення м'язів чергуються з їхнім розслабленням.
- А лише I, II
- Б лише I, III
- В лише II, III
- Г I, II, III

# МІОФІБРИЛА

- Світлі та темні ділянки міофібрили одержали назву дисків. Світлий диск - ізотропний і позначається літерою I. Темний диск - анізотропний і позначається літерою A. Кожний світлий диск має посередині темну смужку - Z-мембрану. Z-мембрани поділяють міофібрилу на ділянки - саркомери. До одного саркомера входить один темний диск, по обидва боки якого розташовані дві половинки світлих дисків. Посередині темного A-диска розміщена світла зона H. Більш детальне вивчення будови міофібрили за допомогою електронного мікроскопа дозволило встановити, що міофібрила складається з більш тонких ниток - протофібрил. Тонкі протофібрили складаються з білка актину, тоді як товсті - з білка - міозину. Диск I містить лише активнові філаменти, H-зона темного диску A містить лише міозинові протофібрили, тоді як темні частини A-диску містять протофібрили обох типів.

# БУДОВА САРКОМЕРА



## РУХОВА (МОТОРНА) ОДИНИЦЯ

- Скорочення і розслаблення скелетних м'язів регулюється рефлексорно. До кожного м'яза підходить багато рухових аксонів, які розгалужуються і іннервують групи м'язових волокон. Кожна така група разом з аксоном, що її іннервує, називається руховою одиницею. При достатній стимуляції всі м'язові волокна в ній скорочуються одночасно. Кількість цих волокон в руховій одиниці варіює і залежить від того, наскільки складним може бути керування даним м'язом. Наприклад, у м'язі, що рухає око, їх налічується всього 10, тоді як в двохголовому м'язі плеча їх понад 1000

# ІННЕРВАЦІЯ СКЕЛЕТНОГО М'ЯЗУ



# РЕГУЛЯЦІЯ СКОРОЧУВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

- Для тонкого управління м'язовою активністю необхідна регуляція напруги, що розвиває кожний окремий м'яз. Така регуляція здійснюється одним з двох способів (або одночасно обома):
- може змінюватись кількість м'язових волокон, що збуджується в кожний даний момент. Сила м'язу, що розвивається, буде тим більше, чим більше буде кількість активованих волокон;
- може змінюватись частота нервових імпульсів, що надходять до м'язових волокон. Таким чином, більш часта стимуляція теж буде призводити до збільшення сили, що розвиває м'яз.



# ПОВІЛЬНІ ТА ШВИДКІ М'ЯЗИ

- Розрізняють два типи скелетних м'язових волокон, кожен з яких має свої фізіологічні особливості. Це повільні і швидкі волокна. Повільні м'язи містять багато мітохондрій, вони мають червоний колір завдяки наявності в них великої кількості міоглобіну, містять небагато глікогену. Вони забезпечують повільне скорочення м'язу, це використовується для підтримання пози. Довго працюють без втоми.

# ВТОМА М'ЯЗІВ

- Втрата працездатності м'язу в результаті тривалої роботи - це втома. Розвиток втоми пояснюють трьома причинами:
- в результаті накопичення недоокиснених продуктів обміну речовин (молочної кислоти);
- в результаті втоми нервових центрів (цей механізм втоми запропонував відомий російський фізіолог І.М. Сеченов);
- в результаті порушення функціонування нервово-м'язового синапсу.

# ЗАВДАННЯ

- Чи правильне твердження:
- При статичній роботі м'язи перебувають у тривалому напруженні, але не змінюють свого положення в просторі.
- А Так. Б Ні.

# ОСНОВНІ ГРУПИ М'ЯЗІВ ТІЛА

- М'язи тіла людини поділяють на групи відповідно частинам скелета: м'язи голови і шиї, м'язи тулуба (грудей, спини та живота), поясів кінцівок і вільних кінцівок. При цьому розрізняють м'язи за формою і розмірами: довгі, короткі та широкі, а також поділяють на поверхневі та глибокі, передні та задні м'язи.

# М'ЯЗИ ГОЛОВИ

- **М'язи голови.** Серед м'язів голови розрізняють жувальні та мімічні м'язи, які є короткими. Жувальні м'язи прикріплюються одним кінцем до кісток черепа, а другим, до нижньої щелепи. До жувальних м'язів належать власне жувальний м'яз, зовнішній та внутрішній крилоподібні м'язи.
- **Мімічні м'язи** розташовані головним чином на передній лицьовій поверхні черепа, одним кінцем вони прикріплюються до кісток черепа, а іншим - до внутрішньої поверхні шкіри. Колові м'язи рота та очей взагалі до кісток не прикріплюються.

# М'ЯЗИ ГОЛОВИ



# М'ЯЗИ ШИЇ

- М'язи шиї забезпечують рухи голови, шиї, опускають нижню щелепу, піднімають перше та друге ребра. Найголовніший м'яз шиї - груднино-ключично-сосковий, а також глибокі - драбинчасті.



# М'ЯЗИ ТУЛУБА

- **М'язи тулуба.** М'язи тулуба розділяють на три групи: м'язи
- **М'язи спини.** Поверхневі м'язи спини - трапецієподібний та найширший м'язи. Розташовані глибше ромбоподібний, верхній і нижній задні зубчасті м'язи.
- **М'язи грудей** поділяють на дві групи: першу групу утворюють великі м'язи, які приєднуються до кісток плеча або плечового поясу. Це великий і малий грудні м'язи і передній зубчастий м'яз. До другої групи належать власне м'язи грудної клітки - внутрішні і зовнішні міжреберні м'язи.
- **М'язи живота.** Передня і бічні стінки живота утворені косими і прямим м'язами живота. Ці м'язи разом називають черевним пресом. До м'язів живота належить також діафрагма - внутрішній м'яз, який відокремлює герметично грудну порожнину від черевної.



# ЗАВДАННЯ

- До якого типу м'язів належать прямі м'язи живота?
- А довгі
- Б короткі
- В широкі
- Г середні

# ЗАВДАННЯ

- До якої групи м'язів належить трапецієподібний м'яз?
- А м'язи голови
- Б м'язи шиї
- В м'язи спини
- Г м'язи живота

# М'ЯЗИ ПЛЕЧОВОГО ПОЯСУ І ВЕРХНІХ КІНЦІВОК

- До м'язів плечового поясу належать дельтоподібний, великий і малий круглий та підлопатковий м'язи. М'язи плеча - двохголовий та трьохголовий. М'язи передпліччя мають коротке тіло і довгі сухожилки. Вони згинають і розгинають передпліччя, кисть та пальці. М'язи кисті розводять та зводять пальці, згинають та розгинають фаланги пальців, протиставляють великий палець іншим.

# М'ЯЗИ ТАЗОВОГО ПОЯСА І НИЖНІХ КІНЦІВОК

- Тазові м'язи : клубово-поперековий, великий, середній та малий сідничний м'язи. М'язи стегна: двохголовий та чотирьохголовий. М'язи гомілки: передній великогомілковий м'яз, трьохголовий м'яз гомілки. М'язи стопи згинають та розгинають пальці ніг.
-