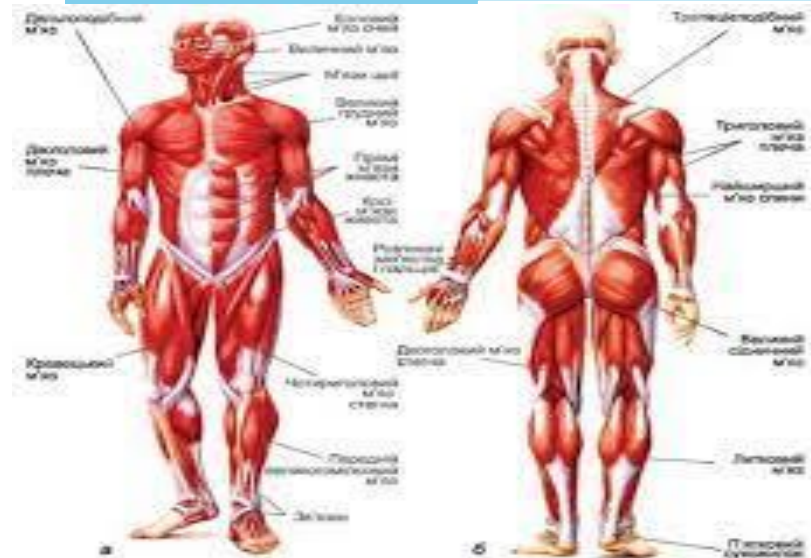


# Основи спеціальної медичної ембріології

Розвиток опорно-рухового апарату



# Розвиток осьового скелету

- Осьовий скелет починає формуватися під час раннього ембріонального розвитку. Однак зростання, ремоделювання та окостеніння (формування кісток) тривають протягом декількох десятиліть після народження до повного формування дорослого скелета. Знання процесів розвитку, що породжують скелет, важливо для розуміння відхилень, які можуть виникнути в скелетних структурах.

# Розвиток осьового скелету

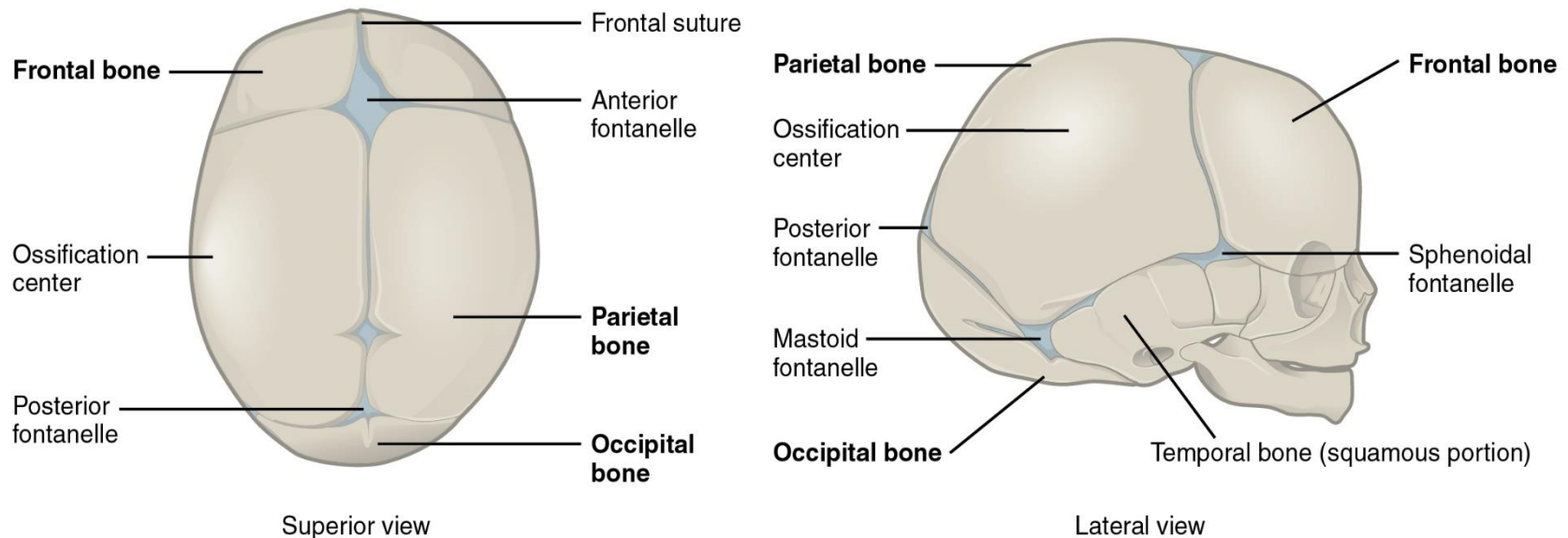
- Протягом третього тижня ембріонального розвитку по довжині ембріона розвивається дорсально паличкоподібна структура під назвою **нотохорда**. Тканина, що знаходиться над нотохордою, збільшується і утворює нервову трубку, яка дасть початок головному і спинному мозку. До четвертого тижня тканина мезодерми, розташована по обидва боки від нотохорди, потовщується і відокремлюється в повторюваний ряд блокоподібних тканинних структур, кожна з яких називається **сомітом**. У міру збільшення сомітів кожен з них розділиться на кілька частин. Сама медіальна з цих частин називається **склеротом**. Склеротоми складаються з ембріональної тканини, званої мезенхімою, яка породжує фіброзні сполучні тканини, хрящі та кістки тіла.

# Розвиток кісток черепа

- Кістки черепа виникають з мезенхіми під час ембріонального розвитку двома різними способами. Перший механізм виробляє кістки, які утворюють верх і боки корпусу мозку. Це передбачає локальне скупчення мезенхімальних клітин на місці майбутньої кістки. Потім ці клітини диференціюються безпосередньо на клітини, що виробляють кістки, які утворюють кістки черепа через процес внутрішньомембранозного окостеніння. У міру зростання кісток корпусу мозку в черепі плода вони залишаються відокремленими один від одного великими ділянками щільної сполучної тканини, кожна з яких називається джерельцем (рис. 7.5.1
- ). Джерельця - це м'які плями на голові немовляти. Вони важливі під час народження, оскільки ці ділянки дозволяють черепу змінювати форму, коли він стискається через родові шляхи. Після народження джерельця дозволяють продовжувати ріст і розширення черепа в міру збільшення мозку. Найбільший джерельце розташовується на передній голівці, на стику лобової і тім'яної кісток. Джерельця зменшуються в розмірах і зникають до 2 років. Однак кістки черепа залишилися відокремленими один від одного на швах, які містять щільну фіброзну сполучну тканину, яка об'єднує сусідні кістки. Сполучна тканина швів дозволяє продовжувати ріст кісток черепа, оскільки мозок збільшується під час дитячого росту.

# Розвиток кісток черепа

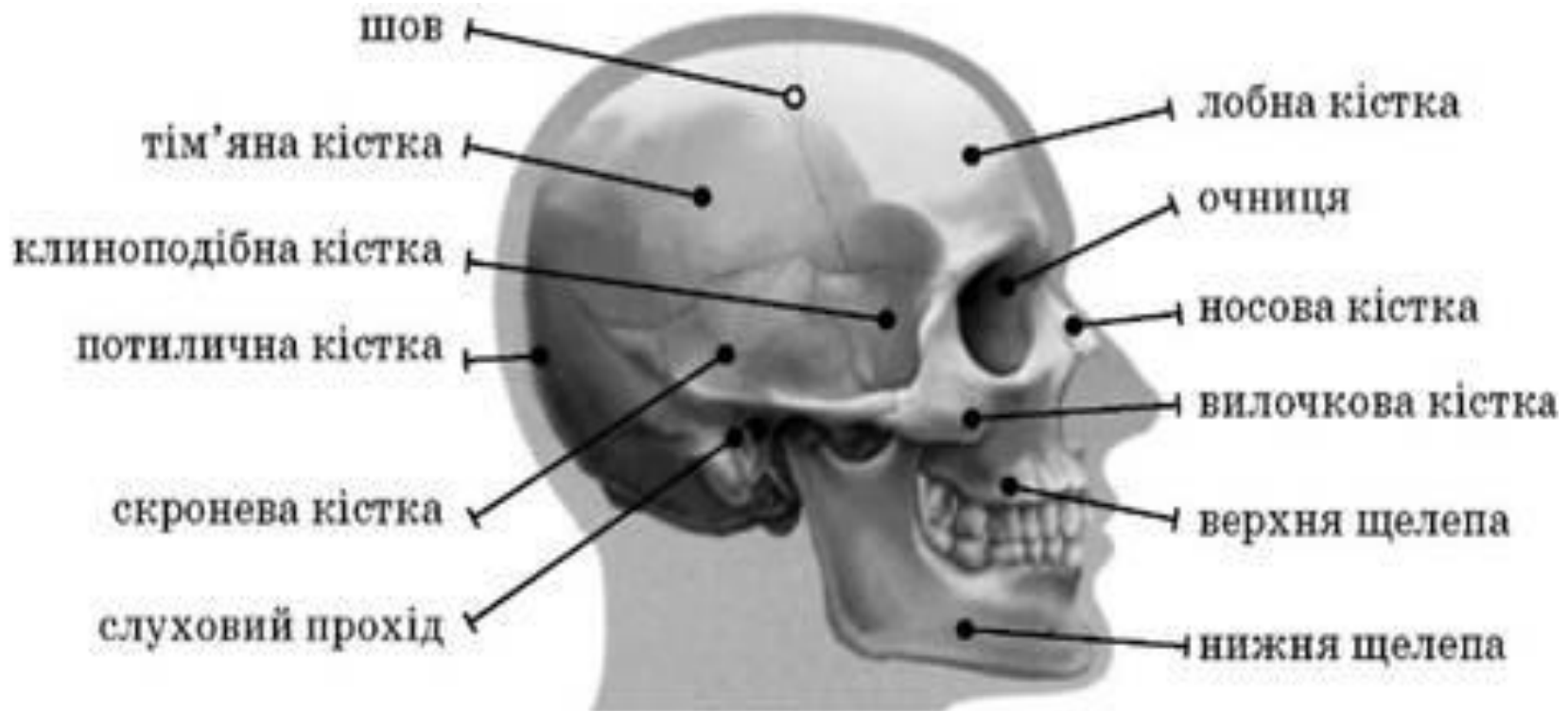
Череп новонародженого. Кістки черепа новонародженого не повністю окостенілі і розділені великими ділянками, званими джерельцями, які заповнені волокнистою сполучною тканиною. Джерельця дозволяють продовжувати ріст черепа після народження. На момент народження лицьові кістки дрібні і недорозвинені, а соскоподібний відросток ще не сформувався.



# Розвиток кісток черепа

- Другий механізм розвитку кісток в черепі виробляє лицьові кістки і підлогу корпусу мозку. Починається це і з локалізованого скупчення мезенхімальних клітин. Однак ці клітини диференціюються на хрящові клітини, які виробляють модель гіалінового хряща майбутньої кістки. У міру зростання цієї моделі хряща вона поступово перетворюється на кістку через процес ендохондральної окостеніння. Це повільний процес, і хрящ не повністю перетворюється в кістку, поки череп не досягне повного дорослого розміру.

# Кістки черепа



# Розвиток хребетного стовпа і грудної клітини

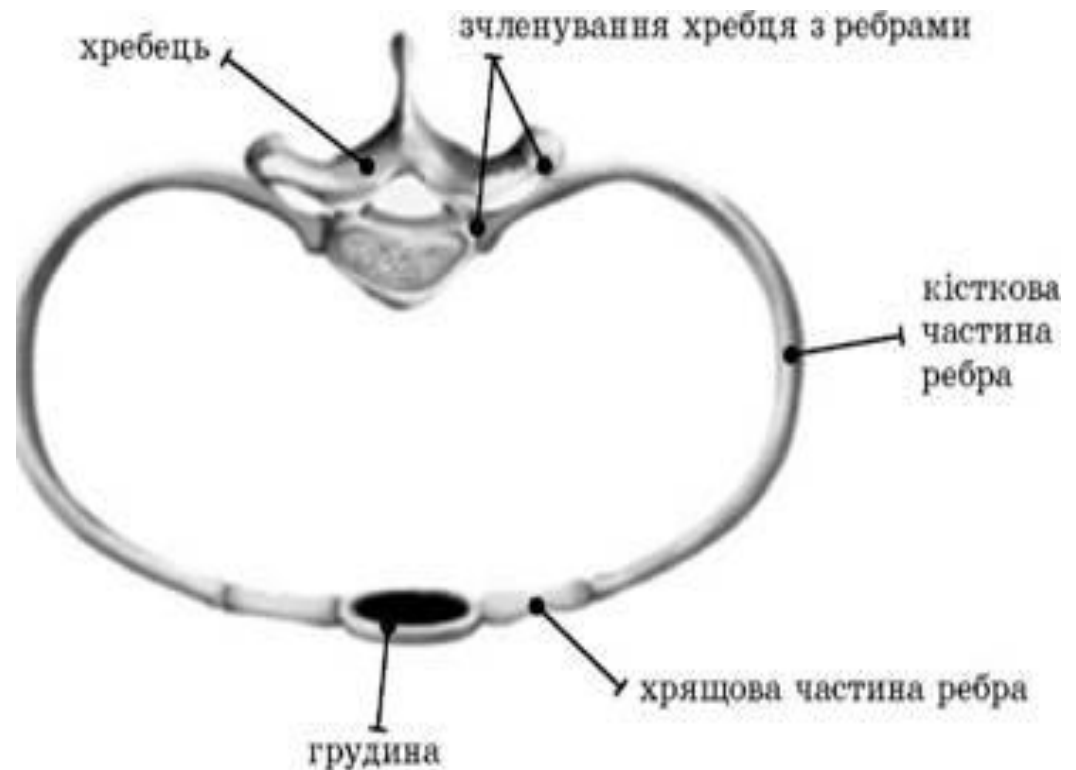
- Розвиток хребців починається з накопичення мезенхімових клітин з кожного склеротома навколо нотохорди. Ці клітини диференціюються на модель гіалінового хряща для кожного хребця, які потім ростуть і врешті-решт костеніють у кістку через процес ендохондральної окостеніння. У міру зростання розвиваються хребців нотохорда значною мірою зникає. Однак невеликі ділянки нотохордної тканини зберігаються між сусідніми хребцями і це сприяє формуванню кожного міжхребцевого диска.



# Розвиток хребетного стовпа і грудної клітини

- Ребра і грудина також розвиваються з мезенхіми. Спочатку ребра розвиваються як частина моделі хряща для кожного хребця, але в області грудної клітки реберна частина відокремлюється від хребця до восьмого тижня. Хрящова модель ребра потім окостеніє, за винятком передньої частини, яка залишається як реберний хрящ. Грудина спочатку формується як парні моделі гіалінового хряща по обидва боки передньої середньої лінії, починаючи протягом п'ятого тижня розвитку. Хрящові моделі ребер прикріплюються до бічних сторін розвивається грудини. Зрештою, дві половини хрящової грудини зливаються разом уздовж середньої лінії, а потім костеніють у кістку. Манубрій і тіло грудини спочатку перетворюються в кістку, при цьому мечоподібний відросток залишається як хрящ до кінця життя.

# Розвиток хребетного стовпа і грудної клітини



# Розвиток осьового скелету.

## Скелет кінцівок

- **Пояс верхніх кінцівок** (плечовий) складається з лопаток і ключиць. Ключиці з'єднуються з грудиною та лопатками, а останні утворюють суглоб із плечовою кісткою.
- **Пояс нижніх кінцівок** (тазовий) представлений трьома парами зрослих тазових кісток – лобних (лобкових), клубових і сідничних. Зростаючись, ці кістки утворюють кульшову западину, куди входить головка стегнової кістки.

# Розвиток осьового скелету.

## Скелет кінцівок



# Аномалії розвитку опорно-рухового апарату

- Аномалії розвитку кінцівок мають складну і широку класифікацію. Їх можна розділити на дві великі групи:
- Неповноцінність кінцівок. Це вроджена відсутність (ампутація) рук, ніг або пальців. Кінцівка може бути відсутня повністю, або не вистачає її частини (наприклад, передпліччя, стопи і т.д.).
- Аномалії розвитку кінцівок, обумовлені подвоєнням, зрощенням, присутністю додаткових елементів, (наприклад, наявність шостого пальця або зрощені пальці на руці).

# Аномалії розвитку опорно-рухового апарату



Аномалії розвитку кінцівок у дітей закладаються ще в утробі. До основних причин належать:

генетичний фактор;

мутації;

інфекції на 3-7 тижні вагітності;

прийом деяких медикаментів;

виникнення перетяжок;

прийом алкоголю, наркотиків, тютюну.

Мал 1. синдактилія – зрощені пальці; Мал 2. присутністю додаткових пальців

# Клишоногість



Клишоногість (клишавість) — захворювання опорно-рухового апарату, займає перше місце серед інших вроджених вад опорно-рухової системи. Це викривлення стопи, при якому хворий опирається не на підошву, а на зовнішній край стопи, внутрішній край піднятий та повернутий угору, утворюючи виражену увігнутість.



# Розвиток скелетних м'язів

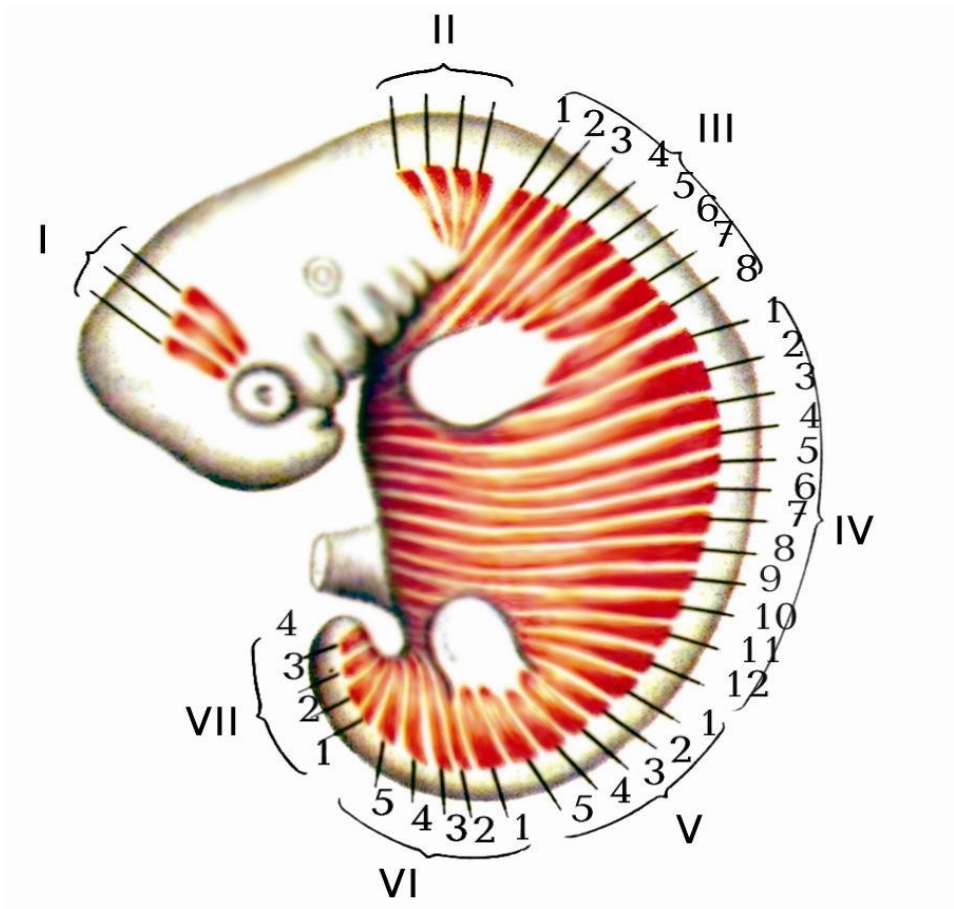
- Більшість посмугованих скелетних м'язів людини в ембріогенезі розвивається з міотомів спинної (дорсальної) частини середнього зародкового листка мезодерми, що розташована по боках від хорди, і тільки деякі з них (жувальні, мімічні) розвиваються з мезенхіми зябрових дуг.
- У мезодермі є два відділи – спинний (дорсальний), що розташований по обидва боки нервової трубки і хорди, та з'єднаний з ним сегментарною ніжкою мезодерми вентральний відділ (спланхнотом). Наприкінці 3-го тижня ембріогенезу в спинному відділі мезодерми в напрямку від голови до хвостового кінця тіла зародка утворюються парні, кубоподібної форми випини – спинні сегменти, або соміти. До кінця 4-го тижня ембріонального розвитку у зародка нараховується до 40 сомітів: 3 – 5 потиличних, 8 шийних, 12 грудних, 5 поперекових, 5 крижових, 4 – 5 хвостових. Усередині кожного соміта з'являється порожнина (міоцель), яка поділяє товщу соміта на присередню та бічну пластинку.



# Розвиток скелетних м'язів

- Нижня частина присередніх пластинок сомітів перетворюється на склеротом ( від лат. *scleros* – твердий). За рахунок склеротомів розвивається хребтовий стовп. Спинні частини присередніх пластинок сомітів, які залишаються після утворення склеротомів, називають міотомами, з них утворюються передусім скелетні м'язи тулуба. За місцем розташування міотоми поділяються на передвушні (3), потиличні (4), шийні (8), грудні (12), поперекові (5), крижові (5) та куприкові (4).

# Міотоми скелетних м'язів



**Схема сегментарного розташування міотомів скелетних м'язів 4-тижневого ембріона людини.**

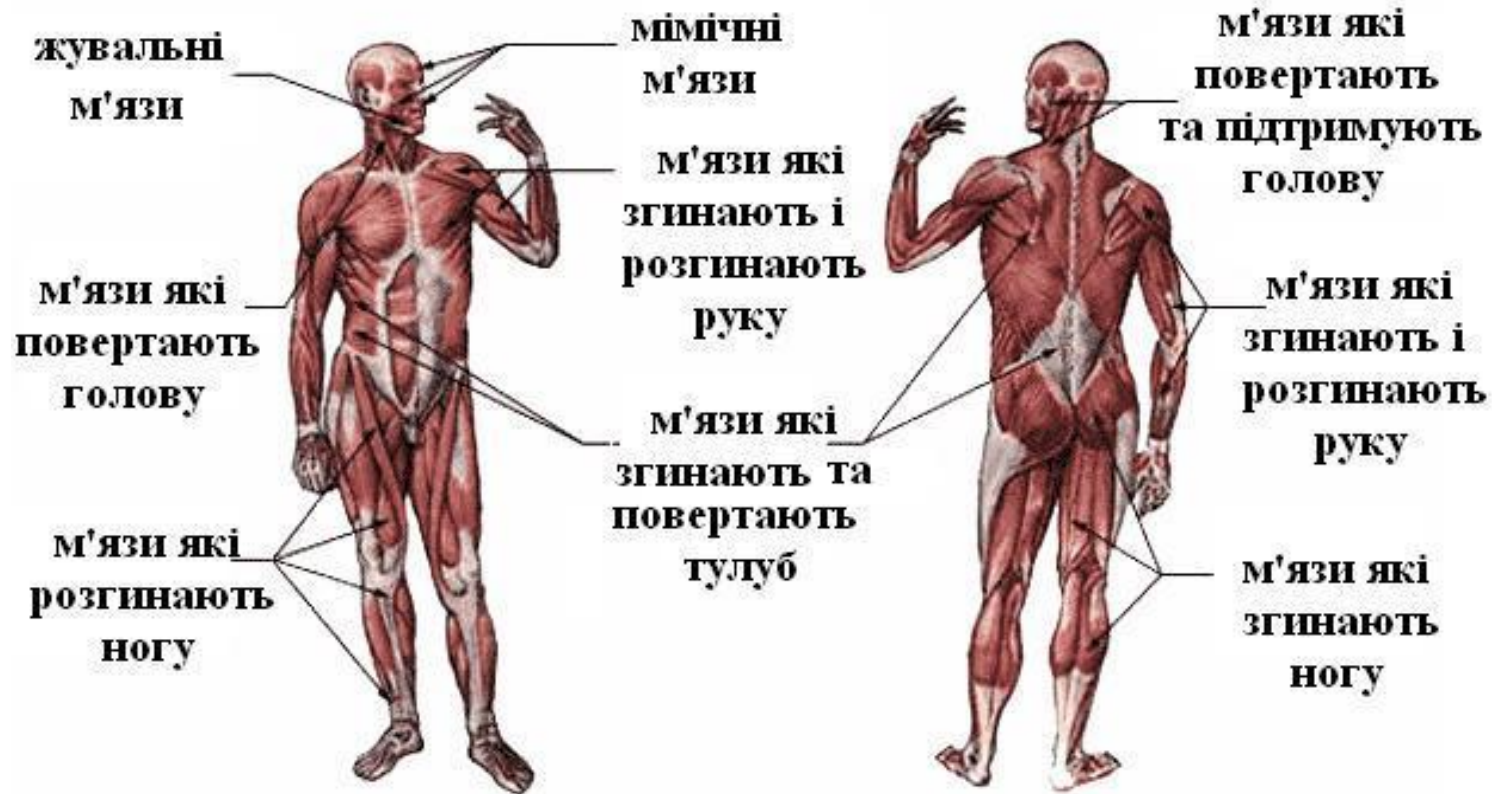
# Розвиток скелетних м'язів

- З розростанням міотомів та перетворенням їх у синтиціальну масу їх порожнина зникає. Із синтиціальної маси утворюються посмуговані м'язові волокна, які мають метамерне положення. Розростаючись за сегментарним типом у вентральному напрямку, міотоми поділяються на вентральну і дорсальну частини. На цій стадії розвитку кожний з міотомів отримує зв'язок з певною ділянкою нервової трубки – невромером, від якого до міотома підходять нервові волокна майбутнього спинномозкового нерва. Ці волокна супроводжують м'язи, які виникають з того чи іншого міотома.

# Розвиток скелетних м'язів

- З дорсальних частин міотомів розвиваються глибокі (власні) м'язи спини, які іннервуються задніми гілками спинномозкових нервів. Вентральні частини міотомів започатковують розвиток м'язів, які розташовані на передній і бічній поверхнях тулуба (глибокі м'язи грудей, м'язи передньої та бічної стінок черевної порожнини, окремі м'язи кінцівок). Ці м'язи іннервуються передніми гілками спинномозкових нервів.
- У процесі розвитку під час розростання м'язової тканини відповідно розвиваються і розгалужуються нервові волокна. Тому рівень відходження нерва до м'яза може вказувати на рівень його закладки. Прикладом може бути діафрагма, яка розташовується з четвертого і п'ятого шийних міотомів, опускається до нижнього отвору грудної клітки й іннервується видовженим діафрагмовим нервом із шийного нервового сплетення.

# М'язовий апарат



# Розвиток скелетних м'язів

- Усі м'язи, що розвиваються з одного міотома, іннервуються одним спинномозковим нервом. У тих випадках, коли зростаються між собою сусідні міотоми, кожен із них не втрачає зв'язку з відповідним нервом. Тому м'язи, які розвиваються з декількох міотомів, іннервуються кількома нервами (наприклад, прямий м'яз живота).
- На ранніх стадіях ембріонального розвитку міотоми на кожному боці відділені один від одного сполучнотканинними перегородками, зберігаючи сегментарне розташування. Після народження залишок сегментації виявляють у глибоких м'язах спини, міжребрових м'язах і прямому м'язі живота.

# Розвиток скелетних м'язів

- У процесі розвитку спостерігається переміщення багатьох м'язів. Розрізняють три групи таких м'язів. Частина м'язів, яка розвивається на тулубі і нікуди не переміщується, називають автохтонною (від грецького *autos* – той самий, *chton* – земля, *autochtonos* – місцевий) – глибокі м'язи спини, міжреброві м'язи, м'язи живота. Друга група – це м'язи, які перемістилися з тулуба чи голови на кінцівки. Це трункофугальні м'язи (від лат. *truncus* – тулуб, *fugere* – бігти; тікати), які розвиваються з ветральних частин міотомів та зябрових м'язів; дистальними кінцями вони переходять з тулуба і черепа на верхні кінцівки і прикріплюються до їх кісток. До трункофугальних м'язів належать: трапецієподібний, груднинно-ключично-соскоподібний, великий і малий ромбоподібні, передній зубчастий, лопатково-пі'язиковий, підключичний м'язи і м'яз – підіймач лопатки. Третя група м'язів – трункопетальні (від лат. *truncus* – тулуб, *petere* – спрямовувати, тобто спрямовані до тулуба) – великий і малий грудні м'язи, найширший м'яз спини. Вони розвиваються з мезенхімальних закладок верхньої кінцівки і своїми верхніми кінцями переміщуються на тулуб, де прикріплюються до його кісток.

# Гістологічна класифікація м'язової тканини

<b>Ектодермальна</b>	<b>Епідермальна</b> (шкірна ектодерма)	Міоепітеліальні клітини ектодермальних залоз
	<b>Нейральна</b> (нервова трубка)	Гладенькі м'язові клітини райдужної оболонки ока
<b>Мезодермальна</b>	<b>Міотомна</b> (міотоми мезодерми)	Посмугована скелетна м'язова тканина
	<b>Целомічна</b> (міоепікардіальна пластинка спланхнотому)	Серцева м'язова тканина міокарду – серцевого м'язу
	<b>Мезенхімна</b> (несеgmentована мезодерма – мезенхіма)	Гладенька м'язова тканина судин та внутрішніх органів



# Аномалії розвитку скелетних м'язів

- Досить часто зустрічаються аномалії розвитку скелетних м'язів, особливо на верхніх кінцівках. Найпоширеніші з них – це повна відсутність окремих м'язів, поява нових м'язів; різні зміни форми, положення та розмірів м'язів (відсутність або недостатність розвитку окремих частин м'яза і його сухожилків, з'єднання з іншими м'язами, зміна початку і прикріплення).

- Дякую за увагу!