МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет фізико-математичної та природничої освіти

Кафедра біології та хімії

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

освітній ступінь бакалавр

на тему: **МОРФОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЧЕРЕПА ЛЮДИНИ ЯК ОБ'ЄКТ ВИВЧЕННЯ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ БІОЛОГІЇ**

Виконав: студент 4 курсу, 41 групи
Освітня програма Середня освіта
(Біологія та здоров'я людини. Хімія)
спеціальності 014.05 Середня освіта
(Біологія та здоров'я людини)
Голик Роман Васильович
Керівник: к.б.н., доц. Сорокіна С.І.
Рецензент: к.п.н., доц. Декарчук М.В.

Умань–2026

ЗМІСТ

ВСТУП…… 3
Розділ 1. ВИВЧЕННЯ МОРФОЛОГІЇ ЧЕРЕПА ЛЮДИНИ..... 7
1.1. Морфофункціональна характеристика черепа людини…….. 7
1.2. Сучасні можливості комп’ютерної томографії у вивченні антропометрії черепа…… 16
1.3. Антропогенез та онтогенез черепа людини: еволюційні та індивідуальні аспекти будови…….. 22
Розділ 2. ВИВЧЕННЯ ЗМІСТУ ТЕМИ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ БІОЛОГІЇ…… 28
2.1. Аналіз чинних навчальних програм з біології (базова і профільна школа)…….. 28
2.2. Місце теми «Будова черепа людини» у структурі курсу «Людина і її здоров’я»……. 30
2.3. Традиційні та інноваційні методи роботи при вивченні будови черепа……... 31
2.4. Використання міжпредметних підходів при вивченні будови черепа людини……. 33
Розділ 3. МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ТА ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ВИВЧЕННЯ МОРФОЛОГІЇ ЧЕРЕПА В ШКІЛЬНОМУ КУРСІ БІОЛОГІЇ 36
ВИСНОВКИ……..... 48
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ…….. 50

ВСТУП

Актуальність теми. Одним із найважливіших завдань сучасної біологічної освіти є формування у школярів цілісного уявлення про людину як біологічний вид, що поєднує анатомічну, фізіологічну, психологічну та соціальну складові. Знання анатомічної будови організму, зокрема скелета, є основою для розуміння функціональної організації людини, її здоров'я, розвитку та еволюційного походження.

Особливе місце в анатомії займає череп людини, який виконує життєво важливі функції: захищає головний мозок, утворює основу обличчя, бере участь у процесах мовлення, дихання, живлення, сприйняття навколишнього середовища. Череп є не лише анатомічним, а й еволюційно значущим утворенням, адже його морфологічні особливості відображають історію розвитку людини та її відмінність від інших приматів.

Вивчення будови черепа людини у шкільному курсі біології має не лише пізнавальне, а й практичне значення. Знання його морфології є основою розуміння анатомії голови, органів чуттів, діяльності мозку, а також медико-біологічних аспектів охорони здоров'я. Формування у здобувачів освіти чітких уявлень про будову черепа сприяє розвитку просторового мислення, візуалізацію складних біологічних структур, аналітичних умінь, логічного мислення та вміння застосовувати знання в життєвих ситуаціях.

Сучасна школа орієнтується на компетентнісний підхід у навчанні, який передбачає не лише засвоєння теоретичних знань, а й формування практичних умінь та навичок. Тому актуальним є пошук ефективних методичних прийомів, що забезпечують глибоке засвоєння матеріалу про морфологію черепа з використанням сучасних технологій навчання – цифрових моделей, інтерактивних презентацій, 3D-анатомічних програм, лабораторних практикумів і міжпредметних проєктів.

Крім того, вивчення черепа має міжпредметний характер, адже пов'язує біологію з медициною, фізикою, історією, антропологією,

психологією та мистецтвом. Таке поєднання створює умови для інтегрованого навчання, підвищує мотивацію школярів, розширює їхній світогляд та сприяє вихованню наукового мислення.

Не менш важливою є еволюційна й антропологічна складова теми. Аналіз будови черепа дозволяє учням простежити етапи розвитку людини, зрозуміти її біологічну природу, а також усвідомити значення анатомічних змін у процесі становлення виду *Homo sapiens*. Це формує у школярів науковий світогляд, толерантність до біологічного різноманіття та повагу до власного організму.

Таким чином, актуальність теми зумовлена необхідністю вдосконалення змісту і методики вивчення анатомії людини в шкільному курсі біології. Дослідження морфологічних особливостей черепа людини сприяє підвищенню ефективності навчального процесу, розвитку пізнавальної активності здобувачів освіти та формуванню компетентностей, необхідних для подальшого навчання і свідомого ставлення до власного здоров’я.

Мета роботи: розкрити морфологічні особливості будови черепа людини та обґрунтувати методику його вивчення у шкільному курсі біології з метою підвищення пізнавального інтересу та якості засвоєння знань здобувачами освіти.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати науково-теоретичні джерела з проблеми дослідження.
2. Визначити місце і значення теми «Череп людини» у чинних програмах шкільного курсу біології.
3. Розробити методичні прийоми, засоби і форми навчальної роботи для вивчення морфології черепа у школі.
4. Провести дослідно-експериментальну перевірку ефективності використання різних методичних підходів з використанням цифрових

інструментів візуалізації та елементів антропометрії (моделей, інтерактивних технологій тощо).

Об’єкт дослідження: процес вивчення анатомії людини у шкільному курсі біології.

Предмет дослідження: морфологічні особливості черепа людини та методичні підходи до їх вивчення у школі.

Для досягнення поставленої мети та виконання визначених завдань було використано комплекс взаємопов’язаних методів дослідження, що охоплюють теоретичний, емпіричний і педагогічний рівні аналізу:

1. *Теоретичні методи* – аналіз, порівняння, узагальнення й систематизація науково-теоретичних джерел з анатомії, антропології, педагогіки та методики навчання біології; вивчення чинних навчальних програм і підручників з біології людини. Застосування цих методів дало змогу розкрити сутність понятійного апарату дослідження, визначити місце теми «Череп людини» у змісті шкільного курсу біології.

2. *Емпіричні методи* – спостереження, практичні краніометричні вимірювання на навчальних моделях черепа, робота з цифровими анатомічними ресурсами (зокрема BioDigital Human), опитування учнів щодо сприйняття навчального матеріалу. Вони забезпечили отримання фактичних даних про морфологічні параметри та пізнавальну активність учнів.

3. *Педагогічний експеримент* – проведення фрагментів уроків біології з використанням розроблених методичних прийомів, інтерактивних технологій та моделей, порівняння результативності традиційного й інноваційного підходів до навчання.

4. *Методи кількісного та якісного аналізу результатів* – статистична обробка краніометричних даних (зокрема розрахунок індексу черепа та коефіцієнта кореляції), аналіз навчальних досягнень учнів, інтерпретація результатів дослідно-експериментальної роботи.

5. *Метод узагальнення педагогічного досвіду* – опрацювання і систематизація матеріалів, що дали змогу сформулювати методичні

рекомендації щодо ефективного вивчення морфології черепа людини у шкільному курсі біології.

Практичне значення дослідження полягає у розробці конкретних методичних рекомендацій, комплексних завдань з використанням цифрових ресурсів (BioDigital Human) та алгоритмів статистичної обробки даних в MS Excel. Матеріали роботи можуть бути використані: вчителями біології для вдосконалення викладання теми «Опорно-рухова система» у 8 класі; здобувачами вищої освіти природничих спеціальностей під час проходження педагогічної практики; для організації роботи біологічних гуртків, факультативів та підготовки учнів до олімпіад і конкурсів МАН; у навчальному процесі кафедри біології та хімії при викладанні дисциплін анатомічного та методичного циклів.

Апробація результатів дослідження відбувалася шляхом публікації у Випуску 28 «Наукових записок екологічної лабораторії УДПУ», а також обговорювалася на засіданнях проблемної групи і кафедри біології та хімії.

Публікації автора за темою дослідження:

Сорокіна С. І., Голик Р. В. Еволюційні зміни будови черепа людини в процесі антропогенезу. *Наукові записки екологічної лабораторії УДПУ*. Вип. 28. Умань, 2025. С. 186-190.

Структура роботи: кваліфікаційна робота складається зі вступу, трьох розділів та підрозділів до них, висновків, списку використаних джерел (45 найменувань). Основний текст роботи викладено на 49 сторінках. Загальний обсяг роботи – 55 сторінок. Робота містить 4 таблиці, 6 рисунків.

РОЗДІЛ 1
ВИВЧЕННЯ МОРФОЛОГІЇ ЧЕРЕПА ЛЮДИНИ

1.1. Морфофункціональна характеристика черепа людини

Череп – найбільш складно влаштована частина скелета. Його конструкція визначається розвитком головного кінця нервової трубки і переднього відділу кишкової трубки. У черепі людини, як і у всіх хребетних, виділяють дві частини (відділи): мозковий череп (кістки його розвиваються в тісному зв'язку з головним мозком і пов'язаними з ним органами чуття) і лицевий череп, кістки якого оточують початкові відділи травної і дихальної трубок [13].

Мозковий і лицевий відділи черепа в філогенезі і онтогенезі формуються відносно самостійно, хоча анатомічно тісно пов'язані один з одним. Череп дорослої людини складається з 23 постійних кісток. Череп розглядається в декількох позиціях, що звуться нормами [1].

Лицева норма – вид на череп спереду, дозволяє розглянути передній відділ склепіння – лоб, очниці, грушоподібний отвір, що веде в порожнину носа, верхню і нижню щелепи з їх альвеолярними частинами, в яких розташовуються зуби.

Бічна (латеральна) норма – вид на череп збоку, дає найбільш наочне уявлення про співвідношення мозкового і лицевого відділів, а також склепіння та основи черепа. У бічній нормі можна бачити всі кістки мозкового і більшість кісток лицевого відділів.

Вертикальна норма – вид на череп зверху, дає уявлення про форму склепіння черепа і кісток, що його складають – лобову, тім'яну і потиличну. У цій позиції видно вінцевий, сагітальний (стрілоподібний) і лямбдоподібний шви, лобові та тім'яні горби.

У потиличній нормі можна бачити лямбдоподібний та соскоподібно-потиличний шви, зовнішній потиличний виступ, каркові лінії та соскоподібні відростки.

Базилярна норма – вид на череп знизу, демонструє зовнішнє основу черепа, з розташованими на ньому кістковими утвореннями, а також кісткове піднебіння.

Мозковий відділ черепа (*neurocranium*) побудований з 8 кісток: непарних – лобової, клиноподібної, потиличної, решітчастої і парних - тім'яних і скроневих.

Верхню частину мозкового черепа називають склепінням, або дахом черепа, нижню частину – основою. Межею між склепінням та основою на зовнішній поверхні черепа є умовна лінія, що проходить від зовнішнього потиличного виступу вздовж верхньої каркової лінії до основи соскоподібного відростка, далі – над зовнішнім слуховим отвором, по основі виличного відростка скроневої кістки та по підскроневому гребеню великого крила клиноподібної кістки. Ця лінія продовжується до виличного відростка лобової кістки і по надочноямковому краю досягає носо-лобового шва [13].

Число кісток, що входять до складу мозкового відділу, може змінюватися як у бік збільшення, так і у бік зменшення. Останнє відбувається в результаті вікового або патологічного зарощування черепних швів. Збільшення числа кісток спостерігається при розділенні типових черепних кісток непостійними швами або внаслідок появи в черепі додаткових кісткових елементів.

Непостійні шви можуть розділяти будь-яку з кісток склепіння черепа. Вони утворюються при самостійному розвитку точок окостеніння, які зазвичай зливаються між собою. У потиличній кістці спостерігається відділення верхнього відділу луски за допомогою поперечного шва. Відособлена частина луски носить назву міжтім`яної кістки, *os intraparietale*.

Міжтім`яна кістка була знайдена в середині 19 століття на черепах інків, звідси походить її назва «Кістка інків».

Часто можна спостерігати лобовий, або метопічний, шов, що розділяє лобову кістку на дві половини. У дорослих повне розділення лобової кістки

спостерігається в 5,4% випадків, а сліди лобового шва – в 3,2%. На черепах дітей лобовий шов зустрічається значно частіше [24].

Додаткові кістки виявляються переважно в склепінні черепа. Ці кістки називають також вставними, або вормієвими. Залежно від локалізації вони підрозділяються на кістки швів і кістки тім`ячок. Кістки швів, *ossa suturalia*, найчастіше утворюються в ламбдоподібному шві, рідше – в сагітальному, соскоподібно-потиличному і лусковому, ще рідше – у вінцевому шві. Зазвичай в швах зустрічаються поодинокі кістки, але іноді їх число досягає декількох десятків і навіть сотень.

Кістки тім`ячок, *ossa fonticulorum*, нерідко розвиваються в потиличному, клиноподібному, соскоподібному тім`ячках. Рідше за інших зустрічається кістка лобового тім`ячка.

Основа черепа має зовнішню і внутрішню поверхні. Внутрішня поверхня основи черепа відображає форму головного мозку. На ній є піднесення і поглиблення, відповідно локалізації яких виділяють передню, середню і задню черепні ямки.

Зовнішню основу черепа підрозділяють на 3 відділи. Передній відділ з'єднується з кістками обличчя і утворює дах очних ямок і порожнини носа. Середній відділ тягнеться від основи крилоподібних відростків до лінії, що проходить через соскоподібні відростки і передній край великого отвору. Задній відділ зовнішньої основи черепа утворений потиличною та скроневою кістками. У ньому виділяють каркову, соскоподібну та кам'янисто-потиличну ділянки.

Основа черепа пронизана безліччю крупних і дрібних отворів, через які проходять черепні нерви і кровоносні судини. Кістки склепіння черепа по своїй будові відносяться до плоских кісток і мають тришарову будову. У них виділяють зовнішню і внутрішню компактні пластинки, між якими розташовується губчаста речовина – диплоє.

Диплоє найбільш розвинене в парасагітальній зоні склепіння, в скроневих областях його значно менше. У парасагітальній зоні зовнішня

пластинка товстіша за внутрішню, в бічних відділах склепіння співвідношення зворотне.

У губчастій речовині кісток мозкового черепа знаходять диплоїтичні канали, в яких розташовуються диплоїтичні вени. Ці канали вельми варіабельні за своєю формою, протяжністю і калібром. Диплоїтичні канали розташовуються як в склепінні, так і в основі черепа [16].

Однією з особливостей будови черепа є наявність в ньому пневматичних кісток (лобова, клиноподібна, решітчаста, скронева, верхньощелепна), які містять повітряносні пазухи або комірки.

Більшість пазух сполучаються з порожниною носа, граючи роль додаткових порожнин.

Значення додаткових порожнин полягає в тому, що вони піддають повітря, що вдихаємо, аеродинамічній дії, завдяки чому струмінь повітря відхиляється вгору і входить у зіткнення з нюховими рецепторами, розташованими в слизовій оболонці верхньої частини носової порожнини.

Висловлена думка, що повітряносні пазухи і осередки, розташовані в колі органів нюху, зору і слуху, грають роль термоізоляторів, сприяючи збереженню постійної температури навколо вказаних рецепторів. Крім того, навколоносові пазухи виконують функцію резонатора, тобто беруть участь в мовоутворенні.

У навколоносових пазухах нерідко розвиваються запальні і інші патологічні процеси, які можуть приводити до важких внутрішньочерепних ускладнень (менінгіту, абсцесу мозку). У розвитку цих ускладнень грають роль анатомічні особливості додаткових порожнин, варіанти їх будови [22].

Варіанти і аномалії розвитку мозкового відділу черепа можна розділити на декілька груп, хоча аномалії черепа такі численні, що будь-яке їх угрупування буде достатньо умовне.

I. *Деформації черепа* – пов’язані найчастіше з передчасним і асиметричним заростанням деяких швів, що приводить до нерівномірного зростання черепа в різних напрямах.

1. Батроцефалія – деформація черепа, викликана одночасним синостозом вінцевого, ламбдоподібного і лускового швів, характеризується сильним виступанням назад потиличної луски.

2. Брахіцефалія (син.: короткоголова) – деформація черепа при ранньому синостозі вінцевого шва; череп укорочений в передньозадньому напрямі і розширений, лоб збільшений, лобова луска має вертикальне положення або виступає вперед.

3. Оксіцефалія (син.: акроцефалія) – деформація черепа, викликана передчасним заростанням вінцевого і ламбдоподібного швів; череп загострений, лоб похилий і, як би продовжує лінію носових кісток.

4. Пахіцефалія – укорочення черепа, обумовлене передчасним окостенінням ламбдоподібного шва.

5. Плагіоцефалія (син.: скошеність черепа, череп косий) – деформація черепа при асиметричному заростанні швів, найчастіше при облітерації на одній стороні вінцевого шва; виражається в асиметрії лоба, а також лицевого відділу черепа.

6. Скафоцефалія (син.: череп човноподібний) – деформація черепа при ранньому заростанні сагітального шва, краї якого виступають на зразок півнячого гребеня; череп звужений в поперечному і подовжений в передньозадньому напрямі, що додає голові схожість з перевернутим човном.

7. Сфеноцефалія – клиноподібна форма черепа унаслідок раннього заростання швів.

8. Трігоноцефалія – деформація черепа в результаті раннього заростання лобового шва, характеризується трикутною формою лобової кістки з серединним гребенем на ній, сильним виступанням вперед лобових горбів.

9. Туррицефалія (син.: череп баштовий) – деформація черепа, що є різновидом оксицефалії, при якій голова має циліндричну форму без загостреної верхівки; виникає внаслідок передчасного заростання вінцевого та лямбдоподібного швів.

II. *Відсутність або дефекти кісток, розвиток додаткових кісток.*

Акранія – відсутність кісток склепіння черепа.

Гемікранія – недорозвинення половини черепа.

Голоакранія – дефект кісток склепіння черепа при аненцефалії, що захоплює великий отвір.

Мероакранія – дефект кісток склепіння черепа при аненцефалії, що не захоплює великого отвору.

Діцефалія – подвоєння голови і кісток черепа.

Краніосхизіс (син.: череп розщеплений) – розщеплювання черепа при аненцефалії і інших вадах розвитку головного мозку.

III. Додаткові частини кісток або додаткові отвори черепа.

Горбиста спинка сідла – аномальний кістковий виступ на задній поверхні спинки турецького сідла.

1. Вал потиличний – кістковий виступ на потиличній лусці, що утворюється при сильній розвиненості верхніх каркових ліній і злитті їх з найвищими карковими лініями, добре виражений на черепах неандертальців, у сучасної людини буває розвинений тільки в середній частині.

2. Канал глибокої скроневої артерії – непостійний канал скроневої луски, що починається в борозні, утвореній одній з гілок середньої менінгеальної артерії.

3. Канал черепно-глотковий – аномальний канал в тілі клиноподібної кістки, що проходить від дна гіпофізарної ямки до зовнішньої поверхні основи черепа; утворюється на місці заросло стеблинки гіпофізарного мішечка, містить невеликі скупчення клітин передньої частки гіпофіза.

4. Вість сідла – аномальна кісткова шпилька на передній поверхні спинки турецького сідла, виступаюча в гіпофізарну ямку.

5. Отвір венозний (син.: отвір Везалія) – непостійний отвір у великому крилі клиноподібної кістки, розташований назад від круглого і медіально від овального отворів; є емісарієм, який містить судину, що сполучає печеристий синус з крилоподібним венозним сплетенням.

6. Отвір крилоподібно-остистий (син.: отвір Чивініні) – непостійний отвір, що утворюється внаслідок окостеніння крилоподібно-остистої зв'язки, розташовується між латеральною пластинкою крилоподібного відростка і клиноподібною вістю.

Конструкція лицевого відділу черепа пов'язана найбільшою мірою з розвитком порожнини носа, щелеп, дихальною і травною функціями.

Мовна функція також накладає відомий відбиток на лицевий череп. Ряд особливостей будови нижньої щелепи людини пов'язують з дією м'язів, що беруть участь в акті мовлення [16].

Відповідно до розвитку, функціонального значення і конструкційних особливостей лицевий череп підрозділяють на очноямково-скроневий, носовий і щелепний відділи.

Очноямково-скроневий відділ включає очну ямку, передній відділ середньої черепної ямки, передню глибоку частину скроневої ямки, підскроневу і крило-піднебінну ямки.

Носовий відділ включає зовнішній ніс, порожнину носа, навколоносові пазухи.

Щелепний відділ складають верхні і нижня щелепи, виличні кістки.

Однією з особливостей будови верхньої і нижньої щелеп є наявність в них скупчень пластинок компактної речовини, що розподіляють напругу, яка виникає при розжовуванні їжі, і далі передають її на інші кістки, ці скупчення деякі дослідники позначають як «контрфорси». У верхній щелепі розрізняють лобно-носовий, виличний, крилопіднебінний і піднебінний контрфорси [16].

Лобно-носовий або передній контрфорс проходить від альвеолярного підвищення ікла по тілу і лобовому відростку верхньої щелепи, досягаючи носової частини лобової кістки. Правий і лівий контрфорси з'єднуються поперечно розташованими кістковими валами в носовій частині лобової кістки.

Виличний, або альвеолярно-виличний, контрфорс починається від альвеолярних підвищень I і II великих кутніх зубів і переходить на виличну кістку; звідси тиск передається вгору на виличний відросток лобової кістки і назад по виличній дузі на середню частину основи черепа.

Лобно-носовий і виличний контрфорси з'єднуються поперечними кістковими пластинками, що проходять по надочноямковому краю.

Крило-піднебінний контрфорс йде від альвеолярних підвищень останніх великих кутніх зубів і горба верхньої щелепи по крилоподібному відростку клиноподібної кістки і перпендикулярній пластинці піднебінної кістки і основі черепа.

Піднебінний контрфорс утворений піднебінними відростками верхніх щелеп і горизонтальними пластинками піднебінних кісток, що сполучають праву і ліву зубні дуги в поперечному напрямі.

У нижній щелепі розрізняють альвеолярний і висхідний контрфорси.

Альвеолярний контрфорс прямує від базальної дуги до альвеолярних підвищень.

Висхідний контрфорс проходить по гілці щелепи до вінцевого і виросткового відростків.

Аномалії і пороки розвитку лицевого відділу черепа дуже різноманітні і мають різне походження, багато із них входить в синдром множинних пороків розвитку. Нерідко вони поєднуються з аномаліями мозкового відділу.

1. Апрозопія – порок розвитку, при якому відсутній або недорозвинені кістки обличчя, є наслідком зупинки розвитку лицевих виступів у ембріона.

2. Арінія – відсутність зовнішнього носа, при цьому є аплазія носових кісток, що поєднується з гіпоплазією або аплазією решітчастої кістки, відсутністю передщелепи, дефектом перегородки носа, розщепленням верхньої губи.

3. Дізартроз черепно-лицевий – порушення процесу окостеніння фіброзного з’єднання між основою черепа і лицевими кістками, що виявляється рухливістю кісток лицевого скелета по відношенню до черепа.

4. Дізостоз нижньощелепний (син.: дізостоз ото-мандібулярний) – порушення розвитку, пов’язане з дефектом I зябрової дуги, виражається в гіпоплазії нижньої щелепи, особливо її гілки, неправильному формуванні скронево-нижньощелепного суглоба, іноді спостерігається атрезія зовнішнього слухового проходу.

5. Дізостоз щелепно-черепний (син.: синдром Петерс–Хевельса) – характеризується гіпоплазією верхньої щелепи, виличних дуг, прогенією, укороченням переднього відділу основи черепа. Успадковується за аутосомно-домінантним типом.

6. Діпрозопія – порок розвитку, при якому подвоєні кістки обличчя, поєднується, як правило, з краніосхізом, рахісхізом і аненцефалією.

7. Латерогнатія – одностороннє збільшення шийки і головки суглобового відростка, а іноді і гілки і тіла нижньої щелепи; супроводжується асиметрією обличчя.

8. Мікрогенія (син.: мікрогнатія нижня, прогнатія помилкова, опістогенія) – недорозвинення нижньої щелепи. Буває двосторонньою і (рідко) односторонньою, спостерігається при хромосомних хворобах, генних синдромах, аномаліях зябрових дуг.

9. Мікрогнатія (син.: мікрогнатія верхня, прогенія помилкова, опістогнатія) – малі розміри верхньої щелепи, обумовлені недорозвиненням її тіла і альвеолярного відростка.

10. Полігнатія – утворення додаткових альвеолярних відростків або альвеолярних дуг.

11. Прогенія (син.: прогнатія нижня, макрогнатія, прогнатизм мандибулярний) – характеризується масивним підборіддям, надмірним розвитком нижньої щелепи. Зустрічається досить часто. Відмічаються

аномалії прикусу, іноді – передчасне руйнування молярів нижньої щелепи. Тип спадковості – аутосомно-домінантний з неповною пенентрантністю.

12. Прогнатія (син.: прогнатія верхня) – надмірне виступання верхньої щелепи з сильним нахилом вперед передніх зубів. Одна з найбільш поширених аномалій.

13. Розщілина верхньої щелепи (син.: *gnathoschisis, schistognathia*) – захоплює альвеолярний відросток на межі власне щелепи і передщелепи, виникає унаслідок незрощення верхньощелепного і середнього носового відростків, може тягнутися до різцевого отвору; буває одно- і двостороннім, часто поєднується з розщеплюванням верхньої губи і піднебіння.

14. Розщілина піднебіння (син.: палатосхіз, «вовча паща», *uranoschisis*) – обумовлена незрощенням або неповним зрощенням піднебінних виступів в ембріональному періоді; буває повною (щілина в м'якому і твердому піднебінні), частковою (тільки у м'якому або тільки в твердому піднебінні), серединною, одно- і двосторонньою, крізною або підслизовою; може захоплювати частину кісткового піднебіння або все піднебіння до різцевого каналу і розповсюджуватися на альвеолярний відросток.

1.2. Сучасні можливості комп'ютерної томографії у вивченні антропометрії черепа

Роботи з вивчення загальної й приватної конституції (соматотипа та краніотипа) та анатомічних особливостей структур головного мозку нечисленні. При цьому, ознаки мозкового черепа не включаються в більшість сучасних конституціональних схем, що, на думку ряду вчених, представляється абсолютно виправданим, оскільки жодна з існуючих типологій не враховує основну функцію мозкового черепу – захист головного мозку від зовнішніх, перш за все механічних, дій.

Можливість виділення у складі соматичної приватної конституції так званих локальних (регіональних) конституцій, які можна розглядати як морфо-функціональні комплекси, приурочені до певної системи або частини

організму і пов’язані з локальними проявами реактивності організму. Прикладом локальної конституції можуть бути краніотипи. Об’єктивно існуючим комплексом адаптивних морфометричних параметрів, які є інтегральними показниками розмірів і форми мозкового черепа (діаметри), макроструктури (товщина кісток, компактних пластинок і диплоє), що визначають і відображають його конструкційну стійкість і профіль індивідуального розвитку, є краніотип [29].

Традиційні типології та способи опису форми черепа людини засновані на використанні методу індексів або уподібненні його форми геометричним тілам. Метод індексів піддається давній та обґрунтованій критиці антропологів. Опис і класифікація шляхом уподібнення геометричному тілу застосовується відносно рідко, так як надмірно схематизує форму черепа і фактично характеризує лише склепіння черепа (найчастіше у вертикальній нормі).

У зв’язку з цим представляється, що розробка типології мозкового черепа на підставі комплексу морфогеометричних параметрів, що визначають його конструкційну стійкість як оболонки, що захищає головний мозок від зовнішніх механічних впливів, є актуальною краніологічною проблемою анатомії, антропології, нейрохірургії та судової медицини.

Оскільки сучасна медицина розвивається в напрямку створення і застосування сучасних малоінвазивних, високоефективних і безпечних для життя пацієнта методів діагностики різних захворювань, то виникає необхідність використання, як класичних антропометричних методів, так і комп’ютерно-томографічної морфометрії, яка є суттєвим доповненням до загальної антропометричної програми з визначення рівня фізичного розвитку.

Комп’ютерна томографія відкриває найбагатші можливості для відображення складних за будовою анатомічних структур. Тому вивчення просторової організації мозкового черепа людини, засноване на комп’ютерно-томографічному методі дослідження як найбільш адекватному

й точному способі опису форм і розмірів біологічних об’єктів у просторі, на разі, є одним із перспективних напрямків медичної краніології [29].

Слід звернути увагу, що більша частина відомостей щодо розмірних характеристик мозкового відділу черепа суперечлива, отримана переважно на трупному або недостатньо репрезентативному матеріалі. В зв’язку із цим виникає проблема відповідності даних анатомічних досліджень, виконаних на секційному матеріалі, вітальним показникам структур головного мозку та неможливості прямої екстраполяції анатомічних показників в клінічну практику. Дану прогалину можливо заповнити лише даними всебічного вивчення мофрометричних показників всіх структур головного мозку сучасним методами прижиттєвої діагностики, що і виконується в останні роки як вітчизняними вченими [6] так і зарубіжними дослідниками [35].

Комп’ютерно-томографічні характеристики й тривимірні реконструкції черепа використовуються при розробці принципово нових методів: дистракційної корекції краніофаціальних деформацій тадисостозів у дітей, стереолітографічному моделюванні, – що дозволило більш точно планувати реконструктивні операції на кістках склепіння й основи черепа [34]. Вони необхідні для візуалізації окремих структур черепа, повітряносних пазух, чіткого визначення взаємин патологічного процесу, для оптимізації вибору хірургічних доступів і способів видалення новоутворень черепа, зберігаючи життєво важливі судинно-нервові структури [42].

Завдяки сучасним комп’ютерним томографам ELscintSelect SP зрізи у аксіальній площині можна перетворювати в інші ортогональні проекції (фронтальну, сагітальну, косу сагітальну) без втрати якості зображення, що дозволяє не проводити додаткове сканування в цій площині і, таким чином зменшує променеве навантаження.

Крім того для коректного визначення положення і розмірів шлуночків головного мозку враховуються їх взаєморозташування із поверхнею мозку та зовнішні орієнтири [29].

З метою покращення візуалізації використовують співставлення магнітно-резонансної томографії та краніограм із врахуванням сферичності черепу й черепного індексу [29]. Поряд з цим авторами не враховуються вікові та статеві особливості, виявлені в будові мозолистого тіла та інших структур, що не дозволяє прийняти запропонований метод як абсолютно відповідний до анатомічних особливостей.

Методи стереотаксичного наведення із застосуванням вентрикулографії й стереотаксичних атласів, що використовувалися дотепер, не враховували варіабельності головного мозку пацієнтів, що призводило до помилок наведення. Впровадження в стереотаксис комп'ютерної й магнітно-резонансної томографії дозволяє підвищити точність наведення та вимірювання потрібних структур. Перспективним є метод «накладання» комп'ютерних стереотаксичних атласів на томографічні зрізи, при цьому структури, зображені в атласі, можуть «розтягуватися» або «стискатися» відповідно до форми й розмірів реальної структури [31]. Діагностичні томографи, що використовуються у вітчизняних клініках, не дозволяють здійснювати накладання комп'ютерних атласів на дисплеї. У зв'язку з цим використовуються прості геометричні методи переносу інформації із зображень стереотаксичного атласу на відповідні їм томограми [12].

На сучасному етапі розроблено велику кількість методів антропологічного трьохвимірного дослідження черепа, що дозволяє розчленовувати структури на складові частини, які легко описуються й вимірюються. Зазначена система має ряд суттєвих недоліків: вузьке коло застосування (побудувавши модель голови людини, неможливо перенести її на інші частини тіла), відсутність зв'язку моделі з реальним об'єктом і комп'ютерно-томографічними ознаками.

Об'єктно-орієнтований підхід до моделювання трьохвимірних об'єктів голови усуває зазначені недоліки і являється програмно реалізований в графічній системі AutoCAD R2000. Для роботи з такою програмою достатньо внести в робоче креслення КТ-зображення й накласти на нього базову

сіткову модель, враховуючи основні антропометричні точки. У подальшому виводиться результат вимірювання структур голови та їх співвідношення. Для свого вдосконалення й застосування на практиці вказана програма вимагає врахування вікових, морфометричних і статевих особливостей комп'ютерно-томографічних параметрів анатомічних структур мозкового відділу черепа [29].

Виявлення індивідуально-типологічних особливостей будови шлуночків головного мозку дає додаткову інформацію при роботі з пацієнтами, що мають неврологічну і нейрохірургічну патологію.

Зростання інтересу до вивчення взаємозв'язків соматотипу та індивідуальної анатомічної мінливості будови головного мозку обумовлений прагненням лікарів різних спеціальностей до стандартизації способів лікування хворих, з урахуванням характерних морфологічних особливостей, властивих різним конституційним типами [29].

В період останніх п'яти років з'явився ряд вітчизняних комплексних антропометричних досліджень структур мозкового відділу черепа з урахуванням конституційних, статевих і вікових особливостей. Так, Ю.Г. Шевчук у здорових міських юнаків та дівчат Поділля загальних груп, різного віку та різних краніотипів встановив межі довірчих інтервалів і процентильного розмаху комп'ютерно-томографічних параметрів III й IV шлуночків, переднього рогу й центральної частини бічних шлуночків, а також поперечного розміру бічної ямки та середньої ширини борозен півкуль головного мозку [28].

Встановлені закономірностей змін комп'ютерно-томографічних параметрів ліквороутримуючих структур головного мозку в здорових юнаків і дівчат Поділля в залежності від віку та краніотипу, а також зв'язків даних параметрів головного мозку з показниками будови й розмірів тіла, що дозволило побудувати регресійні рівняння індивідуальних параметрів ліквороутримуючих структур головного мозку [28]. Також доведено, що більшість комп'ютерно-томографічних параметрів ліквороутримуючих

структур головного мозку мають статистично значуще більші, або тенденції до більших значень у хворих на епілепсію юнаків і дівчат як в загальних групах, так і в брахіцефалів, ніж у відповідних групах здорових юнаків або дівчат [17].

В дослідженнях О.О. Гавриленко вперше визначені відмінності КТ-розмірів мозочка й основних ядер кінцевого мозку [7], а в дослідженнях І.В. Гунаса – деяких анатомічних утворень, що розташовані в середній черепній ямці [10] у здорових міських юнаків і дівчат Поділля різних краніотипів і соматотипів та зафіксовані статеві розбіжності розмірів зазначених структур мозку між однаковими за віком, краніотипом і соматотипом юнаками та дівчатами.

У дослідженні А.В. Шаюк було встановлено комп'ютерно-томографічні розміри анатомічних структур передньої черепної ямки та зорового нерва в здорових міських юнаків і дівчат зазначеного регіону загальної групи, різного віку, краніотипів і соматотипів, а також взаємозв'язки цих розмірів із антропометричними та соматотипологічними параметрами тіла [27].

У дівчат найбільша кількість достовірних відмінностей або тенденцій відмінностей КТ розмірів анатомічних утворень ПЧЯ та ЗН встановлена між представницями різного віку, а найменша – між дівчатами різних краніотипів. У юнаків найбільша кількість достовірних відмінностей або тенденцій відмінностей КТ розмірів анатомічних утворень ПЧЯ та ЗН встановлена між представниками різного віку та краніотипів, а найменша – між юнаками різних соматотипів.

Враховуючи незначну кількість робіт із зазначеної тематики, невивченість проблеми, проведені подальші дослідження матимуть як теоретичне, так і практичне значення і стануть рушійним етапом для визначення сукупного ряду параметрів, які пов'язані із віковими, статевими та соматотипологічними особливостями анатомічних структур мозкового відділу черепа.

1.3. Антропогенез та онтогенез черепа людини: еволюційні та індивідуальні аспекти будови

Череп людини зазнає суттєвих морфологічних змін протягом усього онтогенезу. Формування його структур відбувається під впливом росту мозку, розвитку органів чуття, зубощелепного апарату та функціонального навантаження. У новонароджених череп має великі розміри мозкового відділу відносно лицевого, що пояснюється інтенсивним ростом головного мозку [4]. Кістки черепа новонародженого тонкі, між ними є широкі шви й тім’ячка, які забезпечують рухомість кісток під час пологів і подальший ріст мозку. У ранньому дитинстві спостерігається активний розвиток лицевого відділу черепа, зокрема щелеп і навколоносових пазух, що пов’язано з прорізуванням зубів і поступовим формуванням мовлення [14].

У молодшому шкільному віці (7–12 років) зростає співвідношення між мозковим і лицевим відділами, завершується формування постійного прикусу, зміцнюються шви та суглоби. У підлітковому віці (13–18 років) череп зазнає значних змін під впливом гормональних процесів: збільшується об’єм лицевого відділу, завершується осифікація швів, формується остаточний тип обличчя [21]. У дорослому віці череп досягає стабільних розмірів і пропорцій, після чого морфологічні зміни сповільнюються. У похилому віці відбуваються інволюційні процеси – згладжуються шви, зменшується висота обличчя, редукуються альвеолярні відростки через втрату зубів [14].

Таким чином, вікові зміни черепа людини відображають закономірності росту, дозрівання та старіння організму, що має важливе значення для антропології, морфології й клінічної медицини [19].

Таблиця 1.1

Морфологічні особливості черепа людини в різні вікові періоди [4; 14; 19]

Віковий період	Характерні особливості черепа	Функціональні та а анатомічні зміни
Новонароджений (0–1 рік)	Мозковий відділ значно більший за лицевий; кістки тонкі, еластичні; наявні широкі шви та тім’ячка.	Активний ріст мозку; формування швів; поступове закриття тім’ячок.
Раннє дитинство (1–6 років)	Розвиток щелеп, прорізування молочних зубів; збільшення навколоносових пазух.	Посилення функцій жування та мовлення; активний ріст лицевого відділу.
Молодший шкільний вік (7–12 років)	Змінюються пропорції між мозковим і лицевим відділами; заміна молочних зубів на постійні.	Формується постійний прикус; зміцнення швів і суглобів.
Підлітковий вік (13–18 років)	Інтенсивне зростання лицевого черепа; завершення осифікації швів.	Гормональні зміни стимулюють формування остаточних рис обличчя.
Дорослий вік (19–60 років)	Стабільні розміри й пропорції черепа; поступове зрощення швів.	Максимальна функціональна зрілість організму.
Похилий вік (після 60 років)	Редукція альвеолярних відростків, згладжування швів, зменшення висоти обличчя.	Інволюційні процеси, втрата зубів, зменшення об’єму кісткової тканини.

Як видно з таблиці 1.1, у процесі росту людини череп зазнає суттєвих морфологічних змін, що відображають етапи розвитку мозку, зубощелепного апарату та функціональне навантаження його структур

Проблема антропогенезу – одна з ключових у сучасній біології, антропології та морфології людини. Особливу роль у її дослідженні відіграє вивчення черепа, який є не лише опорною структурою голови, але й індикатором складних еволюційних процесів, що супроводжували становлення людини розумної (*Homo sapiens*). Череп відображає інтеграцію морфологічних, функціональних і нейробіологічних змін, пов’язаних із розвитком головного мозку, органів чуття, мовлення та інтелектуальної діяльності.

Упродовж еволюції від давніх приматів до сучасної людини спостерігаються суттєві морфологічні та структурні трансформації черепа – збільшення об’єму мозкового відділу, зменшення вісцерального, модифікація лицьових кісток і щелепного апарату, що зумовлені не лише біологічними, а й соціальними чинниками.

Дослідження еволюційних змін будови черепа, здійснюване на основі краніологічних, морфометричних і порівняльно-анатомічних методів, дає змогу поглибити розуміння закономірностей фізичної еволюції людини, виявити адаптивні тенденції у формуванні сучасного типу *Homo sapiens* і окреслити взаємозв’язки між біологічними та культурними аспектами розвитку людства.

Сучасна краніологія охоплює кілька основних напрямів дослідження. До них належить краніометрія – вимірювання різних частин черепа, розрахунок черепних індексів і математичне опрацювання отриманих даних. Краніоскопія передбачає опис форми черепа в різних проєкціях для визначення особливостей розвитку його окремих структур, виявлення дискретно-варіативних ознак (аномальних швів, отворів, додаткових кісток тощо) та встановлення об’єму мозку. Краніографія полягає у створенні точної графічної копії черепа за допомогою діоптографа – приладу, що

дозволяє зображати на папері тіло людини або його частини. У першій половині XX століття, під час дослідження взаємозв'язків між кістковою основою та м'якими тканинами обличчя, виник новий метод – графічна та пластична (скульптурна) реконструкція зовнішності людини за її черепом. Цей підхід набув широкого застосування не лише в антропології, а й у судово-медичній практиці [25].

Краніологічні дослідження мають широке застосування в антропології. У морфології людини вони використовуються для вивчення закономірностей варіацій і взаємозв'язків ознак будови черепа, а також вікових змін і статевих відмінностей. Такі дослідження допомагають розв'язувати як загальнотеоретичні, так і прикладні завдання антропології. У межах вчення про антропогенез дані краніології застосовують для характеристики етапів фізичної еволюції людини та людиноподібних мавп, що дає змогу виокремити комплекси ознак, властиві певним стадіям формування черепа.

У расознавчих дослідженнях аналіз черепного матеріалу дає підстави робити висновки щодо шляхів диференціації расових типів. Порівняння краніологічних серій, що належать до однієї або різних історичних епох і територій, дозволяє виявити спільні риси або відмінності давніх популяцій.

Великого поширення набули роботи, присвячені реконструкції зовнішності давніх і сучасних людей за черепом. Вважається, що багато рис будови черепа – наприклад, положення виличних кісток чи профіль обличчя – могли формуватися під впливом генетичних змін, спричинених метисацією та подальшою ізоляцією популяцій.

Формування черепа (*cranium*) у представників хордових було зумовлене трьома головними чинниками: розвитком головного мозку, виділенням органів чуття та пристосуванням до активного способу здобування їжі.

У процесі еволюції приматів, що завершилася появою сучасної людини (*Homo sapiens*), відбулися суттєві зміни у співвідношенні відділів черепа. Це проявилося у збільшенні мозкового черепа та зменшенні вісцерального. Така

трансформація була наслідком, з одного боку, інтенсивного розвитку півкуль великого мозку, а з іншого – ослаблення функцій щелепного апарату, зумовленого формуванням чіткої артикуляції та розвитку мови.

Дослідження особливостей будови черепа [38; 40; 41] і хребетного стовпа [37; 43] із застосуванням сучасних інструментальних методів достовірно підтвердили зв'язок цих структур зі збільшенням об'єму головного мозку. Водночас з'ясовано, що еволюційні траєкторії розвитку нейрокраніуму та вісцерального черепа формувалися під впливом різних чинників.

Особливу роль у процесах антропогенезу й еволюції вищих хребетних відіграє стрес. Підвищення рівня стресу внаслідок різких змін навколишнього середовища впливає на активність нейромедіаторних систем і пов'язані з ними поведінкові реакції, що може ініціювати подальші еволюційні зміни [32]. Зокрема, морфологічні перетворення кісток вісцерального черепа у людини та її предкових форм, імовірно, перебували під значним впливом екологічних факторів, передусім кліматичних умов [33].

Показано, що морфометричні характеристики нейрокраніуму є більш стабільними та демонструють меншу расову варіабельність на різних етапах онтогенезу порівняно з вісцеральним черепом [40]. Водночас тривають спроби визначити основні еволюційні закономірності морфологічних перетворень нейрокраніуму людини [39].

Морфологічні та структурні зміни головного мозку й черепа гомінідів тісно пов'язані з формуванням і розвитком когнітивних функцій людини. На ці процеси й надалі істотно впливають чинники зовнішнього середовища. В епоху інформаційних технологій виникли якісно нові умови, у межах яких продовжується сучасний етап антропогенезу – становлення людини, її свідомості, життєвого досвіду та соціальних взаємозв'язків [20].

Розвиток інтелекту не лише розширює адаптивні можливості виду *Homo sapiens*, а й створює передумови для дії нових, специфічно людських

чинників еволюції, які не властиві іншим представникам ссавців. Людина, залишаючись частиною природи, водночас є якісно особливим її проявом, тому суспільні явища не можна безпосередньо ототожнювати з біологічними процесами.

Науково доведено, що расові та етнічні відмінності між племенами, народностями й націями мають складний взаємозв'язок, а сучасні народи, як правило, характеризуються неоднорідним расовим складом. Як підкреслював Ч. Дарвін, усе сучасне людство, незалежно від расових відмінностей, належить до єдиного біологічного виду, представники якого є рівноцінними у фізіологічному та психологічному аспектах.

Еволюційні зміни будови черепа людини є відображенням складного процесу антропогенезу, в якому взаємодіяли біологічні, екологічні та соціальні чинники. Формування сучасного типу черепа було зумовлене, передусім, інтенсивним розвитком головного мозку, ускладненням сенсорних систем і становленням мовлення. Збільшення об'єму мозкового черепа та одночасне зменшення вісцерального свідчать про глибоку перебудову функціональної організації черепа у процесі еволюції гомінідів.

Краніологічні дослідження дають змогу простежити етапи фізичної еволюції людини, встановити особливості формування її расових та популяційних відмінностей, а також зрозуміти зв'язок морфології черепа з когнітивними можливостями виду *Homo sapiens*. Морфологічна стабільність нейрокраніуму та більша варіабельність вісцерального черепа відображають різні адаптаційні шляхи цих структур у відповідь на зміни середовища.

Еволюція черепа не лише свідчить про фізичний прогрес виду, але й про розвиток психічних і соціальних властивостей людини. У сучасну епоху антропогенез триває під впливом нових умов життя – технологічних, культурних і когнітивних факторів, які формують сучасний тип людини як біосоціальної істоти. Отже, еволюційні зміни будови черепа є не просто анатомічними перетвореннями, а відображенням глибинних процесів становлення людської природи та свідомості.

РОЗДІЛ 2
ВИВЧЕННЯ ЗМІСТУ ТЕМИ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ БІОЛОГІЇ

2.1. Аналіз чинних навчальних програм з біології (базова і профільна школа)

Вивчення анатомії людини в шкільному курсі біології є фундаментальною складовою формування природничо-наукової компетентності та здоров'язбережувальних навичок здобувачів освіти. Зміст сучасних навчальних програм базується на компетентнісному підході, що передбачає не лише теоретичне засвоєння знань про будову тіла, а й розвиток здатності аналізувати взаємозв'язок структури та функції біологічних систем [18].

У базовій середній школі (7 клас) вивчення анатомічного матеріалу інтегроване у курс біології, де акцент зміщено на цілісність організму та функціональне значення систем органів. У профільній школі (10–11 класи) анатомічні знання поглиблюються в межах курсів «Біологія і екологія» або спеціальних курсів («Основи анатомії і фізіології людини»), де пріоритет надається дослідницькій та проєктній діяльності (табл. 2.1) [3].

Сучасна парадигма біологічної освіти вимагає синергії класичних морфологічних методів (препарування, мікроскопія, робота з муляжами) та інноваційних ІКТ-інструментів. Використання 3D-візуалізації та інтерактивних платформ, таких як *Labster, Visible Body* та *BioDigital Human*, дозволяє деталізувати вивчення важкодоступних для прямого спостереження анатомічних структур (рис. 2.1) [26; 30; 36].

Таблиця 2.1

Вивчення анатомічних тем у шкільному курсі біології

Рівень освіти	Клас	Назва курсу	Основні теми, пов’язані з анатомією людини	Форми діяльності учнів	Освітні ресурси
Базова середня	7	Людина і її здоров’я	Будова клітин і тканин людини; системи органів; здоровий спосіб життя	Спостереження, лабораторні роботи, демонстрації	Підручник, плакати, моделі, цифрові симуляції
Профільна школа	10–11	Біологія і екологія; Основи анатомії, фізіології людини	Клітинний, тканинний, органний рівні організації; регуляція функцій організму; взаємодія систем	Проєктна, дослідницька діяльність, мікроскопія, віртуальні експерименти	Labster, Visible Body, BioDigital Human

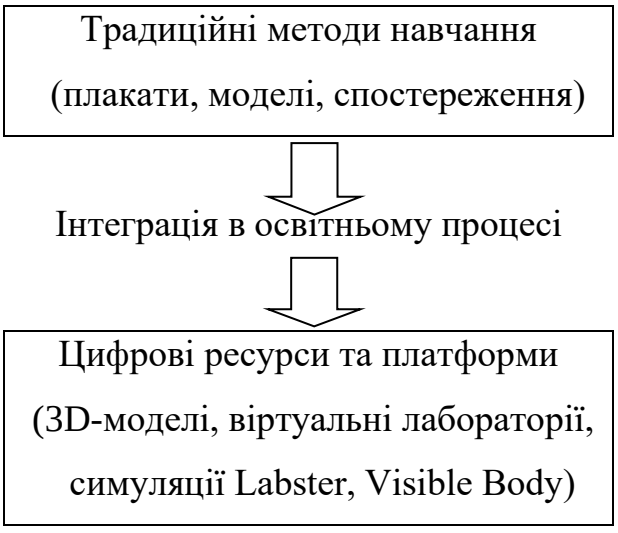


Рисунок 2.1. Інтеграція традиційних і цифрових засобів навчання анатомії людини

Аналіз чинних навчальних програм з біології для основної та профільної школи свідчить про послідовну реалізацію компетентнісного

підходу, де вивчення анатомії людини трансформується з теоретичного опису будови органів у прикладний інструмент формування здоров'язбережувальної компетентності та відповідної поведінки. Наступність між рівнями освіти забезпечується через поступове ускладнення матеріалу – від цілісного ознайомлення з функціональними системами у 7 класі до глибокого аналізу морфо-функціональних закономірностей на організмовому рівні у профільних 10–11 класах. Ключовою особливістю сучасного етапу є виражена тенденція до інтеграції традиційних методів навчання з інноваційними цифровими технологіями. Поєднання класичної наочності з інтерактивними 3D-моделями та віртуальними лабораторіями дозволяє подолати абстрактність складних анатомічних понять, забезпечуючи високий рівень візуалізації та стимулюючи дослідницьку активність учнів у процесі вивчення морфології людини.

2.2. Місце теми «Будова черепа людини» у структурі курсу «Людина і її здоров'я»

Тема «Будова черепа людини» є структурним елементом розділу «Опорно-рухова система» і виступає логічним продовженням вивчення загальної будови скелета. Вона посідає особливе місце в курсі «Людина і її здоров'я», оскільки забезпечує фундаментальне розуміння еволюційних, анатомічних і функціональних аспектів організації людського організму. Вивчення морфології черепа дозволяє здобувачам освіти усвідомити складність та досконалість біологічних структур, що формувалися в процесі тривалої адаптації до прямоходіння та розвитку вищої нервової діяльності [9].

У процесі викладання матеріалу основний акцент зміщується з простого переліку кісток на глибокий аналіз взаємозв'язку між формою черепа та його ключовими функціями. Зокрема, розглядається роль черепної коробки у надійному захисті головного мозку, специфіка будови лицевого відділу, що визначає індивідуальні риси людини, а також участь кісткових

структур у формуванні артикуляційного апарату. Такий підхід забезпечує наступність у навчанні, адже опанування особливостей будови черепа створює необхідний когнітивний базис для подальшого вивчення центральної нервової системи, аналізаторів та складних фізіологічних процесів мозкової діяльності.

Методичне значення розділу також полягає у потужному інтеграційному потенціалі. Вивчення будови черепа сприяє формуванню стійких міжпредметних зв’язків: з історією – через аналіз антропогенезу та еволюційних змін кісткового рельєфу; з образотворчим мистецтвом – у контексті пластичної анатомії та пропорцій обличчя; з медициною – через ознайомлення з основами краніології та стоматології. Крім того, залучення інформатики через використання 3D-візуалізацій дозволяє осучаснити процес вивчення анатомічних структур, роблячи його наочним та інтерактивним [23].

Таким чином, тема виступає не просто окремим дидактичним блоком, а вузловою точкою, де перетинаються біологічні знання про людину як біосоціальну істоту.

2.3. Традиційні та інноваційні методи роботи при вивченні будови черепа

Сучасна методика викладання біології передбачає поєднання традиційних і інноваційних форм навчання (рис. 2.2).

Демонстраційні матеріали – це моделі черепа, анатомічні препарати, муляжі, таблиці, а також цифрові 3D-візуалізації, що дозволяють показати просторові співвідношення кісток і швів [2].

Практичні роботи передбачають визначення окремих кісток черепа, встановлення їхнього розташування, порівняння з черепами інших хребетних, побудову краніометричних вимірів. Такі завдання формують

просторове мислення, вміння працювати з наочністю та анатомічними термінами.

Інтерактивні технології – 3D-моделі, віртуальні лабораторії, мобільні додатки – відкривають нові можливості у вивченні анатомії. Віртуальні середовища дозволяють «розбирати» череп на складові, обертати його у просторі, змінювати масштаб і бачити взаємозв'язки між мозковим і лицевим відділами [8].



Рис. 2.2. Методи вивчення черепа людини в шкільному курсі біології

Ефективність вивчення остеології, зокрема складної будови черепа людини, безпосередньо залежить від гармонійної взаємодії класичних та передових методичних інструментів. Традиційні засоби наочності, такі як натуральні препарати, муляжі та плакати, залишаються фундаментальною базою для формування первинних уявлень про морфологію кісток, проте їх використання обмежується статичністю та складністю демонстрації внутрішніх структур. Натомість інтеграція інноваційних технологій, зокрема 3D-візуалізації та віртуальних симуляцій, дозволяє трансформувати процес

навчання з пасивного спостереження у динамічне дослідження. Завдяки можливості інтерактивного маніпулювання цифровими об’єктами – масштабуванню, пошаровому розбору та детальному огляду синусів і каналів – учні глибше розуміють просторову організацію краніологічних структур. Таким чином, синергія практичної роботи з фізичними моделями та віртуального моделювання забезпечує перехід від репродуктивного відтворення знань до активного формування просторового мислення, що є критично важливим для засвоєння анатомічної термінології та розуміння функціональної цілісності скелета голови.

2.4. Використання міжпредметних підходів при вивченні будови черепа людини

Тема «Будова черепа людини» володіє потужним інтеграційним потенціалом, оскільки дозволяє поєднати фундаментальні біологічні знання з прикладними аспектами медицини, фізики, історії та мистецтва. Реалізація міжпредметних зв’язків сприяє подоланню фрагментарності знань здобувачів освіти, формуючи цілісну наукову картину світу, розвиваючи аналітичне мислення та просторову уяву.

У процесі вивчення теми доцільно застосовувати інтеграційні вектори, що забезпечують багатогранність сприйняття навчального матеріалу: біологія та історія – вивчення морфології черепа логічно пов’язується з еволюційним розвитком людини та процесами антропогенезу; аналіз археологічних знахідок і порівняння черепів давніх гомінідів із черепом сучасної людини дозволяє простежити зв’язок між біологічною еволюцією та розвитком культури [25; 27]; медицина та фізика – ознайомлення учнів із методами візуалізації (рентгенографія, КТ, МРТ) демонструє практичну значущість анатомії; розгляд принципів роботи діагностичних приладів поглиблює розуміння фізичних явищ (рентгенівське випромінювання, магнітний резонанс) та їх ролі в сучасній клінічній практиці [11; 12]; мистецтво – вивчення пластичної анатомії та пропорцій обличчя допомагає

розкрити естетичний аспект біологічних знань, формуючи навички точного спостереження та розуміння гармонії людського тіла; інформатика – залучення цифрових 3D-моделей та віртуальних лабораторій забезпечує інтерактивність навчання, сприяючи одночасному розвитку цифрової компетентності та глибокому засвоєнню топографії кісток черепа [8; 30; 36].

Застосування таких підходів підвищує пізнавальну активність учнів, стимулює інтерес до суміжних дисциплін та закладає фундамент для свідомого професійного самовизначення. Використання міжпредметних зв'язків дозволяє перетворити статичний анатомічний матеріал на динамічне дослідження, де кожен структурний елемент черепа розглядається як точка перетину природничих і гуманітарних знань. Це сприяє розвитку критичного мислення, оскільки учні вчаться самостійно встановлювати причинно-наслідкові зв'язки між біологічною формою та її функціональним або історичним контекстом. Крім того, такий підхід забезпечує глибоку інтелектуальну залученість, формуючи в майбутніх фахівців здатність до комплексного розв'язання складних завдань у міждисциплінарному науковому середовищі (табл. 2.2).

Впровадження міжпредметного підходу при вивченні будови черепа людини є ефективною стратегією модернізації біологічної освіти, що дозволяє вийти за межі суто морфологічного опису об'єктів. Інтеграція знань із природничих, гуманітарних та технологічних дисциплін забезпечує багатогранне сприйняття анатомічного матеріалу, де біологічна структура розглядається одночасно як результат тривалої еволюції, об'єкт медичної діагностики, фізична модель та еталон мистецьких пропорцій. Такий підхід не лише сприяє міцнішому засвоєнню складних термінів і топографічних особливостей черепа, а й стимулює пізнавальний інтерес здобувачів освіти, закладаючи фундамент для формування наукового світогляду та свідомого професійного самовизначення у майбутньому.

Таблиця 2.2.

Міжпредметні зв’язки при вивченні теми «Будова черепа людини»

Навчальний предмет	Приклад інтеграції	Очікуваний результат навчання
Біологія	Аналіз еволюційних змін черепа в процесі	Формування уявлень про єдність будови та функцій організму людини, розуміння її походження
Медицина	Ознайомлення з рентгенографією, КТ, МРТ, судово-медичними аспектами	Усвідомлення прикладного значення анатомічних знань у медицині
Мистецтво	Вивчення пропорцій обличчя, пластичної анатомії, побудова портрету	Розвиток естетичного сприйняття, просторової уяви, точності спостережень
Інформатика	Використання програм 3D-моделювання черепа	Формування цифрової грамотності, навичок візуалізації та моделювання
Історія	Аналіз черепів давніх людей у контексті археологічних відкриттів	Розуміння зв’язку між біологічною еволюцією та культурним розвитком людства
Фізика	Вивчення принципів роботи медичних приладів для візуалізації черепа	Розуміння фізичних основ сучасних діагностичних технологій

РОЗДІЛ 3
МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ТА ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ВИВЧЕННЯ МОРФОЛОГІЇ ЧЕРЕПА В ШКІЛЬНОМУ КУРСІ БІОЛОГІЇ

Мета й завдання дослідження

Ефективне засвоєння анатомічного матеріалу в шкільному курсі біології потребує поєднання теоретичних знань з практичною діяльністю здобувачів освіти. Вивчення морфології черепа як одного з ключових об’єктів анатомії людини має не лише пізнавальне, а й виховне значення, оскільки сприяє розвитку просторового мислення, формуванню наукового світогляду та розумінню еволюційних аспектів будови організму. Практичні роботи з елементами дослідження, вимірювання та графічного аналізу дозволяють здобувачам освіти оволодіти основами біометричних методів і підвищують мотивацію до вивчення біології.

Метою проведеного дослідження є демонстрація можливостей використання шкільних або навчально-демонстраційних матеріалів для вивчення морфологічних особливостей черепа людини та розробка методичних рекомендацій для їх застосування у процесі навчання біології.

Завдання дослідно-експериментальної роботи:

1. Ознайомитися з основними морфологічними орієнтирами черепа людини – глабела (*glabella*), потилична точка (*opisthocranion*), евріон (*euryon*), основана точка (*basion*), брегма (*bregma*) – та навчитися їх визначати на моделях або зображеннях.

2. Виконати вимірювання базових краніометричних параметрів – довжини, ширини та висоти черепа – відповідно до стандартної методики.

3. Обчислити краніальний (цефалічний) індекс та провести його статистичний аналіз у межах навчальної вибірки.

4. Побудувати графічні моделі результатів дослідження (гістограма розподілу індексу, діаграма розсіяння «довжина – ширина» тощо).

5. Розробити методичні рекомендації щодо використання отриманих результатів у навчальному процесі для формування пізнавальної та здоров'язбережувальної компетентностей здобувачів освіти.

Матеріали й методи

Матеріали: навчальна вибірка моделей черепа або муляжі (або 3D-моделі/фотознімки реальних черепів в архіві/доступні онлайн-скани); штангенциркуль або лінійка з точністю до 1 мм (для моделей), або цифрові інструменти вимірювання в програмі 3D-viewer; таблиці для запису вимірів, калькулятор або Excel.

Методи:

1. Вимірювання краніальної довжини (*glabella–opisthocranion*) – в мм.

2. Вимірювання краніальної ширини (*maximum cranial breadth*) – в мм.

3. Вимірювання краніальної висоти (*basion–bregma або ін.*) – в мм (за можливості).

4. Розрахунок краніального індексу (Cranial Index, CI) проводився за загальноприйнятою формулою:

ІЧ (CI) = (ШЧ / ДЧ) × 100

де ІЧ (CI) – індекс черепа; ШЧ (cranial width) – найбільша ширина черепа (відстань між точками *euryon*); ДЧ (cranial length) – найбільша довжина черепа (відстань між точками *glabella* та *opisthocranion*).

5. Обробка даних: обчислення середнього (*mean*), стандартного відхилення (*SD*), побудова гістограми індексу, діаграми розсіяння «довжина – ширина», середні порівняння за статтю (якщо є дані про стать моделей).

Примітка: у шкільних умовах використовують моделі або фото; реальні людські залишки в школі не застосовувати (етичні норми).

Хід експерименту (протокол для заняття)

Мета роботи: навчитися визначати основні розміри черепа – довжину, ширину та висоту, а також оцінювати варіацію показників.

Обладнання:

Навчальна модель черепа (віртуальні ресурси, наприклад, BioDigital Human [30]).

Лінійка або штангенциркуль (для вимірювань).

Таблиця для запису результатів або програма Excel.

Калькулятор.

Основні точки (орієнтири) черепа:

1. Глабела (*glabella*) – найвиступаюче місце на лобі між бровами.

2. Опістокраніон (*opisthocranion*) – найвиступаюча точка потилиці.

3. Евріон (*euryon*) – найширші бокові точки черепа (справа і зліва).

4. Базіон (*basion*) – середина переднього краю великого отвору в основі черепа.

5. Брегма (*bregma*) – місце, де сходяться шви між тім'яними та лобовою кістками [15; 44].

Хід роботи:

Ознайомлення з основними орієнтирами черепа (рис. 3.1):

1. Визначення краніальної довжини

Виміряй відстань між глабелою та опістокраніоном (лоб – потилиця).

Запиши результат у міліметрах.

Зроби три вимірювання, знайди середнє значення.

2. Визначення краніальної ширини

Виміряй найбільшу відстань між двома боковими точками евріонами (найширше місце черепа).

Виконати три вимірювання, знайти середнє значення.

3. Визначення краніальної висоти

Виміряй відстань від базіона до брегми (від основи до верхівки черепа).

Зроби три вимірювання, обчисли середнє.

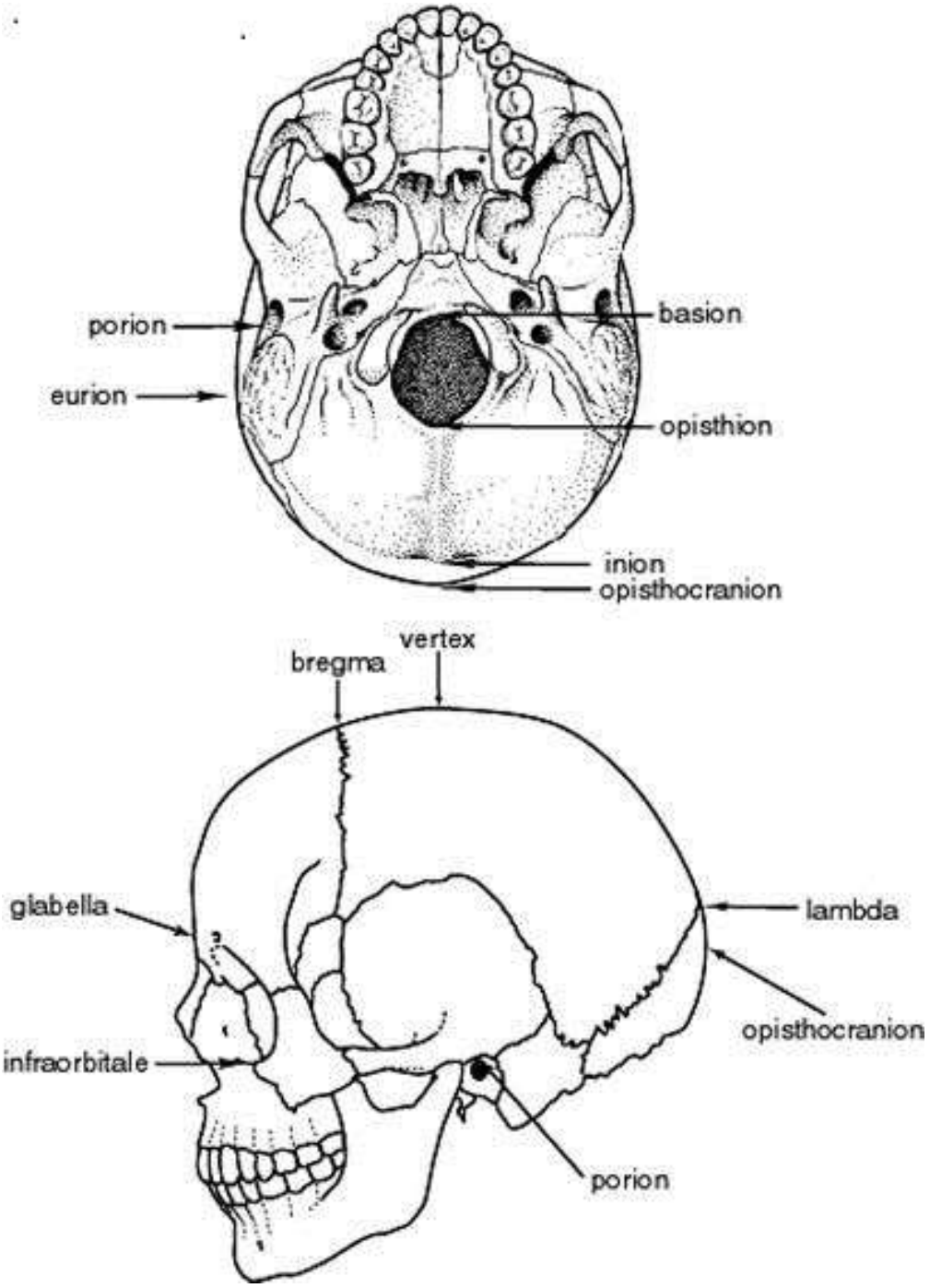


Рис. 3.1. Основні орієнтири черепа: надперенісся (*glabella*), найвіддаленіша точка потилиці (*opisthocranion*), найвіддаленіша точка бокової поверхні черепа (*euryon*), основна точка на передньому краї великого потиличного отвору (*basion*), тім'яна точка на стику швів (*bregma*) [15]

Обчислення індексу черепа (ІЧ):

Індекс черепа визначається за формулою [4; 15]:

ІЧ = (ширина черепа / довжина черепа) × 100

де ІЧ – індекс черепа

За значенням ІЧ виділяють три основні типи черепів:

ІЧ < 75 – довгоголовий тип (доліхоцефальний);

ІЧ = 75–80 – середньоголовий тип (мезоцефальний);

ІЧ > 80 – короткоголовий тип (брахіцефальний) [15].

Результати дослідження та їх аналіз

У ході виконання дослідження було проведено серію краніометричних вимірювань на навчальних моделях черепа (n = 10). Отримані показники використано для розрахунку індексу черепа (ІЧ) та виявлення типів черепів серед вибірки (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1

Результати краніометричних вимірювань та розрахунку індексу черепа на навчальних моделях (n=10)

№	Довжина (мм)	Ширина (мм)	Висота (мм)	Індекс черепа (ІЧ)	Тип черепа
1	180	145	130	80,6	брахіцефальний
2	188	140	135	74,5	доліхоцефальний
3	190	150	138	78,9	мезоцефальний
4	176	135	125	76,7	мезоцефальний
5	182	142	128	78,0	мезоцефальний
6	184	148	136	80,4	брахіцефальний
7	192	150	140	78,1	мезоцефальний
8	186	138	130	74,2	доліхоцефальний
9	178	146	132	82,0	брахіцефальний
10	185	142	133	76,8	мезоцефальний

Середній індекс черепа (ІЧ) = 78,0 ± 2,8

Переважаючий тип черепа – мезоцефальний (50 % вибірки).

Будуємо графічні моделі:

Рисунок 3.2. Стовпчикова діаграма розподілу ІЧ на навчальних моделях черепа (n = 10).

Рекомендація для побудови в Excel:

1. Увести значення ІЧ у стовпець.

2. Використати вставку → «Вставити гістограму».

3. Вісь X – значення індексу черепа; вісь Y – кількість навчальних моделей (n = 10).

4. Додати підпис: Рис. 3.2. Розподіл типів черепів за індексом ІЧ на навчальних моделях черепа (n = 10).

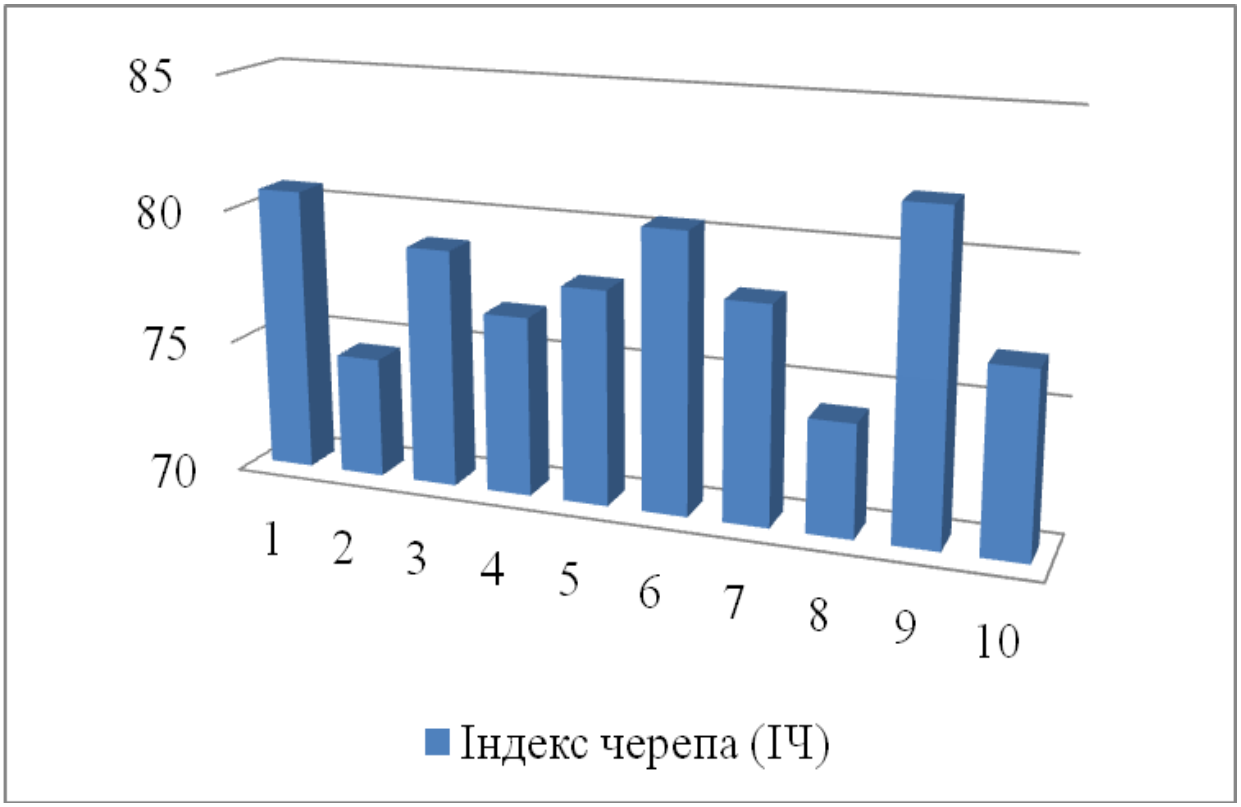


Рис. 3.2. Розподіл типів черепів за індексом ІЧ на навчальних моделях черепа (n = 10)

Рисунок 3.3. Діаграма розсіяння «довжина – ширина черепа» з лінією тренда (лінійне наближення для кореляції).

Рекомендація для побудови в Excel:

1. У Excel побудувати графік «Точкова діаграма (scatter)»;

2. Вісь X – довжина, вісь Y – ширина черепа;

3. Додати трендову лінію (лінійне наближення), що відображає кореляцію між довжиною та шириною черепа.

4. Визначення кореляції між довжиною та шириною черепа

Позитивна кореляція означає, що зі збільшенням однієї величини (наприклад, довжини черепа) збільшується й інша величина (ширина черепа). Іншими словами, розміри черепа змінюються пропорційно.

Перевірте коефіцієнт кореляції (r): $r > 0 \rightarrow$ позитивна кореляція; $r < 0 \rightarrow$ негативна кореляція; $r \approx 0 \rightarrow$ кореляція відсутня.

Інтерпретація: якщо точкова діаграма показує, що точки групуються вздовж зростаючої лінії, то між довжиною та шириною черепа спостерігається позитивна кореляція.

5. Додати підпис: Рис. 3.3. Залежність ширини черепа від його довжини на навчальних моделях черепа.

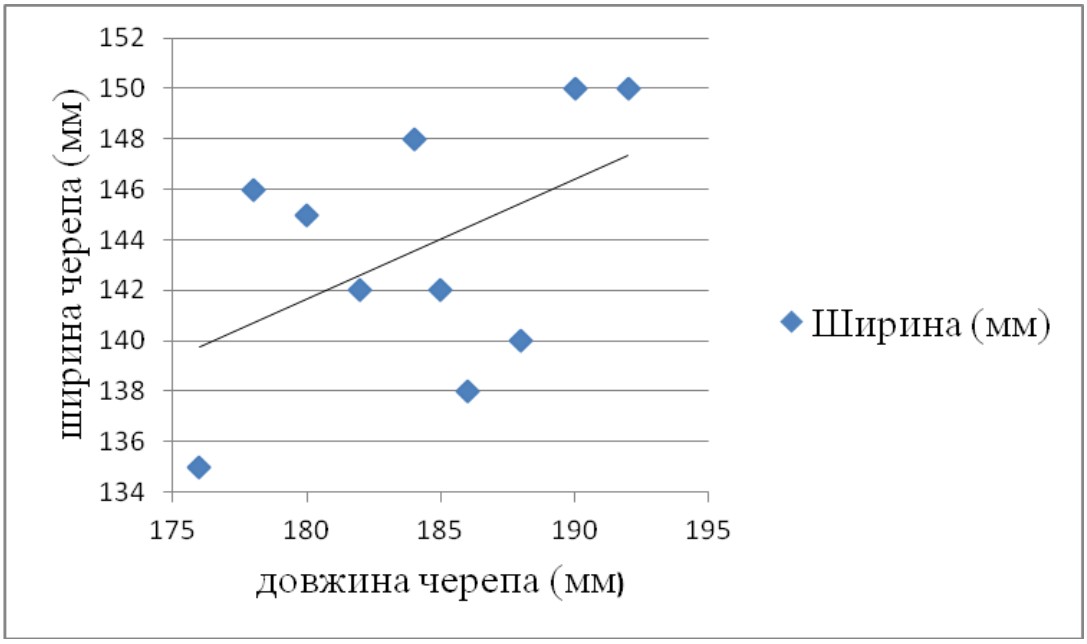


Рис.3.3. Залежність ширини черепа від його довжини на навчальних моделях черепа

Рисунок 3.4. Стовпчикова діаграма типів черепів

Рекомендація для побудови в Excel:

1. Підрахувати кількість черепів кожного типу (доліхо-, мезо-, брахіцефальних).

2. У Excel вибрати «Вставка → Діаграма → Стовпчикова».

3. Додати підпис: Рис. 3.4. Частотний розподіл типів черепів серед навчальних моделях черепа.

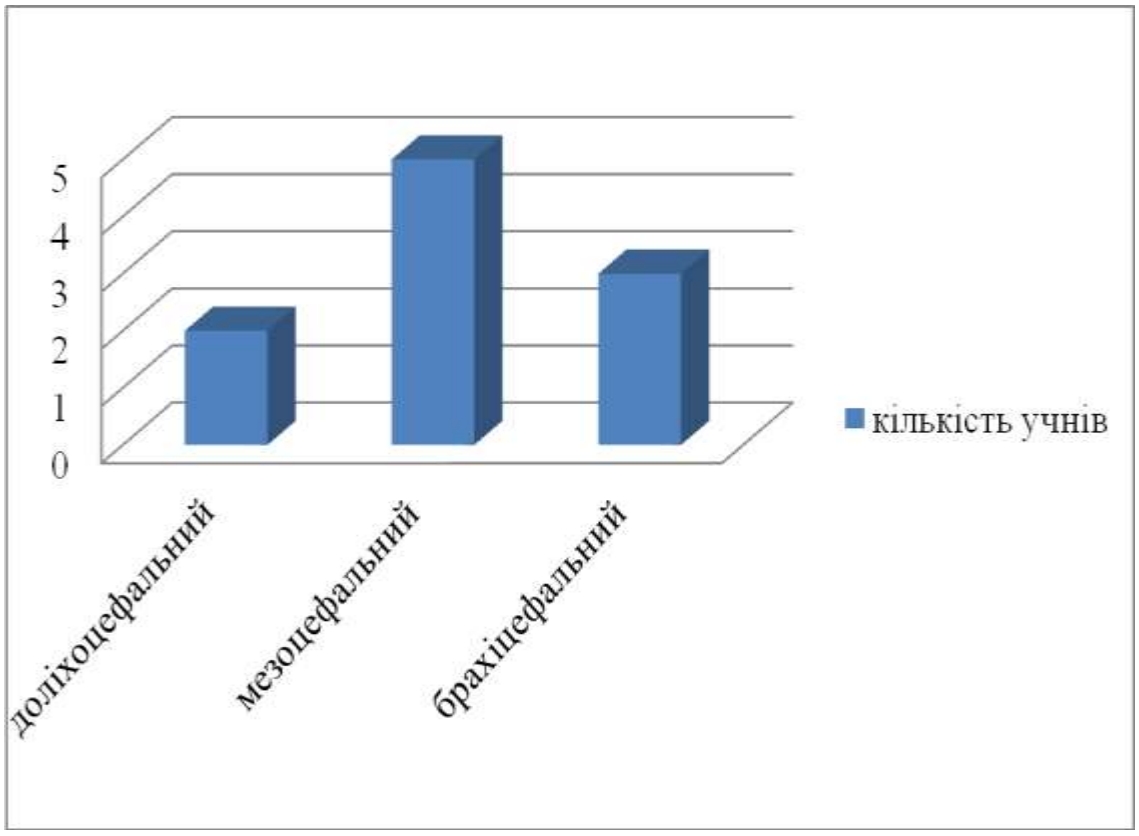


Рис. 3.4. Частотний розподіл типів черепів серед навчальних моделях черепа

Аналіз результатів

Побудовано графічні моделі:

Рисунок 3.2. Стовпчикова діаграма розподілу ІЧ навчальних моделей (n = 10).

Рисунок 3.3. Діаграма розсіяння «довжина – ширина черепа» з лінією тренда (лінійне наближення для кореляції).

Рисунок 3.4. Стовпчикова діаграма типів черепів.

Аналіз показав, що більшість моделей (50 %) мають мезоцефальний тип черепа, що відповідає середньостатистичним даним для європеоїдної популяції [4; 30].

Спостерігається позитивна кореляція між довжиною та шириною черепа ($r \approx 0{,}65$), що свідчить про пропорційне збільшення розмірів у межах навчальних моделей черепа.

Отримані дані підтверджують можливість використання шкільних моделей для ознайомлення здобувачів освіти із методами антропометрії, розрахунком краніального індексу та побудовою простих статистичних графіків.

Висновки до практичної роботи

1. Проведено серію краніометричних вимірювань на навчальних моделях черепа людини з метою визначення основних морфологічних параметрів.

2. Визначено, що серед досліджуваної вибірки навчальних моделей переважає мезоцефальний тип черепа (50 %).

3. Середній індекс черепа (ІЧ) становить $78{,}0 \pm 2{,}8$, що відповідає середньоголовому (мезоцефальному) типу.

4. За результатами аналізу встановлено позитивну кореляцію ($r \approx 0{,}65$) між довжиною та шириною черепа, тобто зі збільшенням однієї величини пропорційно збільшується інша. Такий показник є нормальним для анатомічних структур, оскільки ріст кісток черепа регулюється спільними генетичними та гормональними факторами.

5. Побудовані графічні моделі (гістограма, діаграма розсіяння, стовпчикова діаграма) дозволяють візуалізувати статистичні зв’язки та варіації морфологічних ознак.

6. Отримані результати підтверджують можливість проведення елементарних антропометричних досліджень у шкільних умовах для

формування навичок вимірювання, аналізу даних і побудови графіків у програмі MS Excel.

Методичні рекомендації щодо використання практичної роботи в освітньому процесі

Тема уроку (відповідно до чинної програми «Біологія. 8 клас»):

Розділ: «Людина»

Тема: «Анатомічні особливості людини. Череп як частина скелета» [18].

Освітня мета: Ознайомити здобувачів освіти з основними краніометричними орієнтирами черепа людини, навчити виконувати антропометричні вимірювання, розраховувати індекс черепа та аналізувати зв’язок між морфологією і функцією.

Компетентнісний потенціал:

Пізнавальна компетентність: самостійне виконання вимірювань, обчислень та формулювання висновків на основі власних досліджень.

Інформаційно-цифрова компетентність: навички роботи з MS Excel для візуалізації біологічних даних.

Здоров’язбережувальна компетентність: розуміння індивідуальної варіативності анатомічних ознак як норми.

Ціннісне ставлення: виховання поваги до науки та етичних принципів антропологічних досліджень.

Методичні поради:

Візуалізація. Використовувати навчальні моделі, 3D-зображення або інтерактивні онлайн-ресурси (наприклад, BioDigital Human [30]).

Термінологія. Обов’язково пояснити учням значення кожного орієнтира черепа (*glabella, opisthocranion, euryon, basion, bregma*), демонструючи їх безпосередньо на моделі.

Проблемне навчання. Для активізації пізнавального інтересу на етапі закріплення знань запропонувати учням кейс-запитання: *«Чому в немовлят*

індекс черепа може змінюватися значно швидше, ніж у дорослих?». Це допоможе пов’язати вимірювання з анатомічними факторами (наявність тім’ячок, незарощених швів та інтенсивний ріст головного мозку).

Цифрова обробка. Демонструвати побудову графіків у MS Excel поетапно: введення даних → вибір типу діаграми → додавання підписів → аналіз тренду.

Математична інтеграція. Звернути увагу на кореляцію як приклад застосування математичних методів у біології, пояснюючи, що пропорційність розмірів є ознакою гармонійного розвитку.

Очікувані результати навчання:

Учні розпізнають та показують основні частини та орієнтири черепа на моделях.

Уміють проводити елементарні біометричні вимірювання з дотриманням точності.

Самостійно розраховують індекс черепа (CI) та визначають морфотип (доліхо-, мезо- чи брахіцефалія).

Аргументовано пояснюють вплив фізіологічних особливостей розвитку (зокрема дитячого віку) на зміну морфометричних параметрів.

Уміють будувати та інтерпретувати гістограми й точкові діаграми в електронних таблицях.

Розуміють біологічне значення позитивної кореляції між параметрами організму.

У ході проведеної дослідно-експериментальної роботи було розроблено та апробовано методику виконання краніометричних вимірювань, адаптовану для використання у шкільному курсі біології людини. Результати дослідження підтвердили, що залучення навчальної вибірки моделей черепа є ефективним засобом для формування у здобувачів освіти стійких практичних і дослідницьких навичок. Процес розрахунку краніального індексу та подальша побудова статистичних діаграм засобами ІКТ сприяють розвитку

логічного мислення учнів і глибшому розумінню природної варіації анатомічних ознак людини.

Виявлена у межах вибірки позитивна кореляція між довжиною і шириною черепа стала доказом пропорційності морфологічних параметрів, що має вагоме навчальне значення для демонстрації біологічних закономірностей. Отримані дані мають високу педагогічну цінність, оскільки наочно демонструють можливість інтеграції елементів справжньої наукової діяльності в процес вивчення анатомії. Сформульовані за результатами дослідження методичні рекомендації пропонуються для використання вчителями біології при проведенні уроків та практичних занять, що дозволить комплексно формувати пізнавальну, дослідницьку та здоров’язбережувальну компетентності сучасних школярів.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі наведено теоретичне узагальнення та розв’язано практичне завдання щодо розробки методики вивчення морфологічних особливостей черепа людини у шкільному курсі біології. Результати проведеного дослідження дозволили сформулювати такі висновки:

1. На основі аналізу науково-теоретичних джерел встановлено, що череп людини є складною анатомічною структурою, морфологічні особливості якої обумовлені тривалим процесом антропогенезу та онтогенетичного розвитку. Виявлено, що сучасна наука використовує високотехнологічні методи (зокрема комп’ютерну томографію) для краніометричних досліджень, що підкреслює актуальність ознайомлення учнів із основами антропометрії.
2. Визначено місце і значення теми «Череп людини» у чинних програмах шкільного курсу біології. З’ясовано, що у чинних навчальних програмах з біології для 8 класу тема «Будова черепа людини» посідає ключове місце у розділі «Опорно-рухова система». Вона є фундаментом для формування цілісного уявлення про організм, проте потребує впровадження інноваційних та міжпредметних підходів для кращої візуалізації складних анатомічних структур та підвищення мотивації школярів.
3. Розроблено та апробовано методичні прийоми вивчення морфології черепа, що базуються на поєднанні традиційної роботи з муляжами та використання сучасних цифрових ресурсів, таких як інтерактивний анатомічний атлас BioDigital Human. Такий підхід забезпечує інтерактивність навчання та сприяє реалізації компетентнісного підходу.
4. Дослідно-експериментальна робота підтвердила, що використання елементів антропометрії (вимірювання краніальної довжини, ширини та висоти) дозволяє учням самостійно ідентифікувати морфотипи

(доліхо-, мезо- та брахіцефалію). Встановлено, що серед досліджуваної вибірки моделей переважає мезоцефальний тип (50%), а виявлена позитивна кореляція ($r \approx 0,65$) між параметрами свідчить про пропорційність розвитку черепа. Встановлено, що інтеграція методів статистичної обробки даних у програмі MS Excel при аналізі біологічних об’єктів значно підвищує рівень інформаційно-цифрової та дослідницької компетентностей здобувачів освіти. Це дозволяє учням не лише засвоювати фактичний матеріал, а й самостійно виявляти біологічні закономірності.

Сформульовані методичні рекомендації для вчителів біології акцентують увагу на доцільності використання проблемного навчання (наприклад, аналіз вікових особливостей черепа немовляти) та міжпредметних зв’язків, що сприяє формуванню наукового світогляду та свідомого ставлення до власного здоров’я.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Анатомія людини : підручник / С. М. Білаш та ін. ; за ред. С. М. Білаша. Київ : Всеукр. спец. вид-во «Медицина», 2023. 279 с. URL: https://www.medpublish.com.ua/anatomija-ljudini-pidruchnik-sm-bilash-mm-koptev-om-pronina-om-byeljayeva-ta-in/p-1016.html (дата звернення: 20.12.2025).
2. Біологія : підруч. для 8 кл. закл. загал. серед. освіти / Тагліна О.В., Самойлов А.М., Утєвська О.М., Довгаль Л.В. Харків : Видавництво «ТОВ Видавництво «Ранок»», 2025. 256 с. URL: https://pidruchnyk.com.ua/2928-biologiia-taglina-8-klas-2025.html (дата звернення: 11.02.2026).
3. Біологія і екологія. Програма для 10–11 класів закладів загальної середньої освіти. Київ : МОН України, 2019. URL: https://share.google/6zhsiIt1TTFdZ34lN (дата звернення: 21.02.2026).
4. Бочкова Н.Л. Анатомія людини. Частина 1. Анатомія опорно-рухового апарату : навчальний посібник. КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ : «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2021. 258 с. URL: https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/be557c77-8997-4248-a65f-d668fcc1f7c1/content (дата звернення: 20.02.2026).
5. Будзин В., Гузій О. Основи медичних знань : навч. посіб. Львів : ЛДУФК, 2018. 148 с.
6. Гавриленко О. О. Відмінності комп’ютерно-томографічних розмірів мозочка у юнаків та дівчат різних соматотипів. *Вісник морфології.* 2010. 16 (1). С.179-183. URL: https://surl.li/affcoh (дата звернення: 12.02.2026).
7. Гавриленко О. О. Нормативні комп’ютерно-томографічні розміри мозочка та основних ядер кінцевого мозку у юнаків та дівчат Поділля : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.03.01 / О. О. Гавриленко ; Вінниц. нац. мед. ун-т ім. М. І. Пирогова. Вінниця, 2011. 21 с. URL: https://surl.li/rcuxsw (дата звернення: 11.01.2026).
8. Гнатюк В. В. Віртуальні лабораторії в біологічній освіті: моделювання експериментальних досліджень. *Академічні візії*. 2023. 21. С. 1-14. URL:

https://www.academy-vision.org/index.php/av/article/view/479/438 (дата звернення: 08.01.2026).

9. Грицуляк Б.В., Грицуляк В.Б. Анатомія і фізіологія людини : навчальний посібник. Івано-Франківськ, 2021. 135 с. URL: https://surl.li/xwnipt (дата звернення: 12.01.2026).
10. Гунас І. В., Бабич Л. В., Ясько В. В.Особливості комп'ютерно-томографічних розмірів середньої черепної ямки в здорових юнаків і дівчат різних краніотипів. *Український медичний альманах*. 2013. Том 16, № 3. С. 52-55. URL: https://surl.li/kuzhag (дата звернення: 25.02.2026).
11. Дідич В.М., Назаренко Н.С. Фізичні основи звукових та ультразвукових методів дослідження в медицині. Вінниця, ВНМУ, 2024. 101 с. URL: https://surl.lt/ybsdeo (дата звернення: 11.02.2026).
12. Дьяченко А. П., Фоминих Т. А., Кобицький М.М. Череп людини з точки зору анатомії ідентичних об'єктів. *Клінічна анатомія та оперативна хірургія.* 2007. Т.6, № 4. С. 34-36. URL: https://surl.lt/qwdyhx (дата звернення: 10.02.2026).
13. Кравчук С. Ю. Анатомія людини. Чернівці, 2007. 600 с.
14. Коц С.М., Коц В.П. Вікова анатомія та фізіологія людини : навчальний посібник. Харків : ХНПУ, 2022. 300 с. URL: https://surl.li/jzbkdc (дата звернення: 20.02.2026).
15. Малюченко І. О Практикум з антропології : навчальний посібник. Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2013. 104 с. URL: https://surl.lt/rrpabj (дата звернення: 11.10.2025).
16. Матешук-Вацеба Л. Р. Нормальна анатомія : навч.-метод. посібник / Львів. нац. мед. ун-т ім. Данила Галицького. 2-ге вид. Львів : Наукове товариство ім. Шевченка ; Вінниця : Нова Книга, 2019. 432 с. URL: https://surl.li/luhehw (дата звернення: 23.11.2025).
17. Московко С. П., Гунас І.В., Шевчук Ю.Г. Зв'язки комп'ютерно-томографічних параметрів ліквороутримуючих структур головного мозку

з антропометричними та соматотипологічними показниками хворих на епілепсію юнаків і дівчат загальних груп. *Світ медицини та біології.* 2013. № 4(42). С. 37-42. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/S_med_2013_4%2842%29__14 (дата звернення: 23.10.2025).

18. Навчальна програма з біології для 6–9 класів : затв. наказом МОН України від 07.06.2017 № 804. Київ : МОН, 2017. 40 с. URL: https://pmg17.vn.ua/wp-content/uploads/2022/06/biolohiia.-navchalna-prohrama-dlia-zahalnoosvitnikh-zakladiv-6-9-klasy.pdf (дата звернення: 30.10.2025).
19. Пикалюк В. С., Османов А. Ю. Філо-, онтогенез органів і систем людини. Сімферополь, 2011. 312 с. URL: https://anatomycsmu.at.ua/ClinicalAnatomy/filo-ontogenez.pdf (дата звернення: 20.10.2025).
20. Помогайбо В.М., Петрушов А.В., Власенко Н.О. Основи антропогенезу : підручник для студентів вищих навчальних закладів. Київ : Академвидав, 2015. 176 с. URL: https://surl.lu/ccruov (дата звернення: 27.11.2025).
21. Поправко О.В. Антропологія : навчальний посібник. Мелітополь : Вид-во МДПУ ім. Богдана Хмельницького,. 2016. 285 с. URL: https://surl.lu/cwckmt (дата звернення: 23.10.2025).
22. Прилуцький О. К. Морфо-функціональна анатомія черепа. *Актуальні проблеми сучасної медицини*. 2013. Т. 13, Вип. 2(42). С. 282–286. URL:
23. https://repository.pdmu.edu.ua/handle/123456789/6053 (дата звернення: 03.11.2025).
24. Романюк Р. К. Підготовка вчителя біології профільної школи: теорія і практика : монографія. Видавець ПП «Євро-Волинь». Житомир, 2021. 424 с. URL: https://surl.li/tyjqeo (дата звернення: 17.10.2025).
25. Свиридов О. І. Анатомія людини / За ред. І. І. Бобрика. К. : Вища шк., 2001. 399 с.
26. Сегеда, С. Антропологія : навч. посібник. К. : Либідь, 2001. 336 с.

27. Узун Т. М. Цифрові ресурси у навчанні біології у закладах загальної середньої освіти. *Студентський науковий вимір проблем природничо-математичної освіти в контексті інтеграції України до єдиного європейського і світового освітнього простору* : тези доп. VI Всеукр. студ. наук.-практ. інтернет-конф. (м. Глухів, 16 трав. 2024 р.). Глухів : ГНПУ ім. О. Довженка, 2024. С. 186–190.
28. Шаюк А. В. Комп'ютерно-томографічні параметри анатомічних структур передньої черепної ямки та зорового нерва у осіб різних конституціональних типів : дис. ... канд. мед. наук : 14.03.01 / Шаюк Андрій Васильович ; Нац. мед. ун-т ім. О. О. Богомольця МОЗ України. Київ, 2011. 279 с.
29. Шевчук Ю. Г. Комп'ютерно-томографічні параметри центральної частини бічних шлуночків головного мозку в юнаків і дівчат Поділля різних соматотипів. *Світ Медицини та Біології*. 2016. №1(55). С. 109-112. URL: https://womab.com.ua/ua/smb-2016-01/5919 (дата звернення: 30.11.2025).
30. Шепітько В. І. Нові можливості комп'ютерної томографії в антропометричних дослідженнях черепа. *Світ медицини та біології.* 2014. № 2(44). С. 203-208. URL: https://repository.pdmu.edu.ua/handle/123456789/3009 (дата звернення: 14.12.2025).
31. BioDigital Human – інтерактивна анатомічна модель людини : електрон. ресурс. URL: https://human.biodigital.com. (дата звернення: 16.12.2025).
32. Cappabianca P., Alfieri A., deDivitis E. Atlas of endoscopic anatomy for end onasalintracranialsurgery. Wien; NewYork: Springer-Verlag, 2001. 136 p.
33. Evteev A., Cardini A. L., Morozova I., O'Higgins P. Extreme climate, rather than population history, explains midfacial morphology of Northern Asians. *Am J Phys Anthropol.* 2014. № 153(3). P. 449–462. DOI: https://doi.org/10.1002/ajpa.22444

34. Evteev A., Syutkina T., Grosheva A., Santos P., Ghirotto S., Hanihara T., Hubbe M., Menéndez L.P. Disparate and parallel craniofacial climatic adaptations in native populations of Asia, North America, and South America. *Journal of Anatomy*. 2024. Vol. 245, Iss. 5. P. 699–724. DOI: https://doi.org/10.1111/joa.14115
35. Engelbrecht V., Preis S., Hassler W. [et al.] CT and MRI of congenital sinonasal ossifying fibroma. 2009. Vol. 41, № 7. P. 526-529. URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10450850/ (дата звернення: 30.11.2025).
36. Gunstad J., Paul R.H., Cohen R.A. [etal.] Relationship Between Body Mass Indexand Brain Volumein Healthy Adults. *International Journal of Neuroscience*. 2008. Vol. 118. P. 1582-1593. URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18853335/ (дата звернення: 29.10.2025).
37. Labster. Virtual Labs for Biology Education : електрон. ресурс. URL: https://www.labster.com (дата звернення: 30.11.2025).
38. Manfreda E., Mitteroecker P., Bookstein F. L., Schaefer K. Functional morphology of the first cervical vertebra in humans and nonhuman primates. *Anatomical Record*. 2006. № 289B. P. 184–194. URL: https://anatomypubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ar.b.20113 (дата звернення: 20.12.2025).
39. Neubauer S., Gunz P., Hublin J.-J. The pattern of endocranial ontogenetic shape changes in humans. *J Anat.* 2009. № 215(3). P. 240–255. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1469-7580.2009.01106.x
40. Reyes-Centeno H., Harvati K., Jäger G. Tracking modern human population history from linguistic and cranial phenotype. *Sci Rep*. 2016. № 6. P. 36645.
41. Sardi M. L., Ramírez Rozzi F. V. Different Cranial Ontogeny in Europeans and Southern Africans. *PLoS One*. 2012. № 7(4). P. e35917. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0035917

42. Singh N., Harvati K., Hublin J. J., Klingenberg C. P. Morphological evolution through integration: a quantitative study of cranial integration in Homo, Pan, Gorilla and Pongo. *J. Hum Evol.* 2012. № 62(1). P. 155–164. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2011.11.006
43. Torres A, Acebes JJ, López L, Marnov A, Viñals J, Serra JM, Maũos M, Monner A. Complicaciones de la cirugía craneofacial en tumores de base craneal anterior [Complications of craniofacial resection in anterior skull base tumors]. *Neurocirugia (Astur)*. 2005. Vol. 16, № 6. P. 492-8. URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16378131/ (дата звернення: 11.12.2025).
44. Whitcome K. K., Shapiro L. J., Lieberman D. E. Fetal load and the evolution of lumbar lordosis in bipedal hominins. *Nature*. 2007. № 450(7172). P. 1075–1078. DOI: https://doi.org/10.1038/nature06342
45. White T. D., Folkens P. A. Human Osteology. 3rd ed. Academic Press, 2005. 688 p.