

Яценко І.В., Карем Р.С. Абузнайд  
Авер'янова Л.О., Гетманець О.М.

**СУДОВО-ВЕТЕРИНАРНІ КРИТЕРІЇ  
ВИЗНАЧЕННЯ ВІКУ І СТАТІ ВЕЛИКОЇ  
РОГАТОЇ ХУДОБИ МОЛОЧНОГО  
НАПРЯМУ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗА  
МОРФОЛОГІЧНИМИ  
ОСОБЛИВОСТЯМИ  
НОСОМОЗКОВОГО ВІДДІЛУ ЧЕРЕПА**

Forensic veterinary criteria to determine  
age and sex of dairy cattle by  
morphological features of naso-cerebral  
section of skull

**МОНОГРАФІЯ**

Харків– 2017

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХАРКІВСЬКА ДЕРЖАВНА ЗООВЕТЕРИНАРНА АКАДЕМІЯ**  
Кафедра ветеринарно-санітарної експертизи та судової  
ветеринарної медицини  
**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТОРОНІКИ**  
Кафедра біомедичної інженерії

**Яценко І.В., Карем Р.С. Абузнайд, Авер'янова Л.О.**  
**Гетманець О.М.**

**СУДОВО-ВЕТЕРИНАРНІ КРИТЕРІЇ**  
**ВИЗНАЧЕННЯ ВІКУ І СТАТІ ВЕЛИКОЇ**  
**РОГАТОЇ ХУДОБИ МОЛОЧНОГО**  
**НАПРЯМУ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗА**  
**МОРФОЛОГІЧНИМИ ОСОБЛИВОСТЯМИ**  
**НОСОМОЗКОВОГО ВІДДІЛУ ЧЕРЕПА**

**Монографія**

**Харків – 2017**

УДК 619:340.6:636.22/.28:611.715

ББК 48.1

С 89

*Рецензенти:*

**Ткачук С.А.**, доктор ветеринарних наук, професор кафедри ветеринарно-санітарної експертизи Національного університету біоресурсів і природокористування України.

**Гаврилін П.М.**, доктор ветеринарних наук, професор, завідувач кафедри нормальної та патологічної анатомії Дніпропетровського аграрно-економічного університету.

**Сердюков Я.К.**, кандидат ветеринарних наук, доцент кафедри патологічної анатомії Національного університету біоресурсів і природокористування України.

**С 89 Судово-ветеринарні критерії визначення віку і статі великої рогатої худоби молочного напрямку продуктивності за морфологічними особливостями носомозкового відділу черепа: Монографія / І.В. Яценко, Карем Р.С. Абузнайд, Л.О. Авер'янова, О.М. Гетманець. – Харків: ФОП Бровін, 2017. – 218 с.**

*Рекомендовано до друку:*

Вченою радою Харківської державної зооветеринарної академії,  
протокол № 3 від 22 грудня 2016 р.

Радою науково-методичного центру «Агроосвіта» МОН України,  
протокол № 2 від 21 лютого 2017 р.

Монографічна робота присвячена дослідженню морфологічних особливостей носомозкового відділу черепа великої рогатої худоби молочного напрямку продуктивності в залежності від статі у широкому віковому діапазоні (від народження до 10 років) на різних рівнях структурної організації. Встановлено, що оцінка інформативних кількісних параметрів черепа (краніометричних, рентгеноденситометричних, спектральних) і формалізація його якісних ознак (краніоскопічних, рентгеноморфологічних) дозволяє всебічно, об'єктивно і достовірно встановити вік ВРХ на основі обґрунтованого еталонно-тестового принципу. Останній є базою для авторської комп'ютерної програми «Skull Cattle», котра автоматизує розроблені способи визначення віку і статі ВРХ за черепом, нівелює помилки під час опрацювання результатів досліджень, підвищує точність і об'єктивність краніологічних експертиз.

Остеологічна технологія, в основі якої лежить урахування цілісності черепа, кількості й складності застосованих методик його дослідження, дозволяє визначити вік великої рогатої худоби молочного напрямку продуктивності за якісними і кількісними параметрами його носомозкового відділу від народження до 10-річного віку з точністю 2–10 міс.

Монографія буде корисною ветеринарно-санітарним експертам, судово-ветеринарним експертам, викладачам, студентам магістрантам вищих навчальних закладів аграрного профілю, біологам, фахівцям післядипломної освіти.

УДК 619:340.6:636.22/.28:611.715

ББК 48.1

С 89

@ Яценко І.В., Карем Р.С. Абузнайд, Авер'янова Л.О., Гетманець О.М., 2017

# З М І С Т

Перелік умовних позначень.....	6
<b>ВСТУП.....</b>	<b>7</b>

## *Розділ 1.*

<b>ПРОБЛЕМИ, ЗАВДАННЯ І МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ ВІКУ І СТАТІ БІОЛОГІЧНОГО МАТЕРІАЛУ ЗА МОРФОЛОГІЧНИМИ ОСОБЛИВОСТЯМИ НОСО-МОЗКОВОГО ВІДДІЛУ ЧЕРЕПА.....</b>	<b>11</b>
--	-----------

1.1. Вирішення діагностичних завдань у судово-ветеринарній експертизі за значеннями морфологічних параметрів кісток скелету .....	11
---	----

## *Розділ 2*

<b>МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ КРИТЕРІЇВ ВІКУ І СТАТІ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ ЗА МОРФОЛОГІЧНИМИ ОСОБЛИВОСТЯМИ НОСОМОЗКОВОГО ВІДДІЛУ ЧЕРЕПА.....</b>	<b>25</b>
---	-----------

2.1. Матеріал для дослідження.....	25
------------------------------------	----

2.2. Методи дослідження.....	26
------------------------------	----

## *Розділ 3*

<b>КРАНІОСКОПІЧНІ ОЗНАКИ ТА КРИТЕРІЇ ВИЗНАЧЕННЯ ВІКУ І СТАТІ ВРХ ЗА НОСОМОЗКОВИМ ВІДДІЛОМ ЧЕРЕПА.....</b>	<b>36</b>
---	-----------

3.1. Потилична поверхня черепа.....	36
-------------------------------------	----

3.2. Дорсальна поверхня черепа .....	42
--------------------------------------	----

3.3. Латеральна поверхня черепа.....	44
--------------------------------------	----

3.4. Вентральна поверхня черепа.....	52
--------------------------------------	----

## *Розділ 4*

<b>РЕНТГЕНОСТРУКТУРНІ І РЕНТГЕНОДЕНСИТОМЕТРИЧНІ ОЗНАКИ НОСОМОЗКОВОГО ВІДДІЛУ ЧЕРЕПА ТА КРИТЕРІЇ ВИЗНАЧЕННЯ ВІКУ І СТАТІ ВРХ.....</b>	<b>60</b>
--	-----------

4.1. Рентгеноструктурний аналіз основної частини потиличної кістки та основної клиноподібної кістки ВРХ з віком .....	60
---	----

4.2. Динаміка комп'ютерно-томографічних денситометричних показників структур носомозкового відділу черепа ВРХ, залежно від віку та статі.....	70
---	----

4.3. Спосіб визначення віку та статі ВРХ за комп'ютерно-томографічними денситометричними показниками носомозкового відділу черепа .....	75
---	----

4.4. Комп'ютерно-томографічні параметри та КТ-кортикальний індекс рогового відростку лобової кістки, залежно від віку і статі ВРХ .....	84
---	----

4.5. Спосіб визначення віку і статі ВРХ за комп'ютерно-томографічними параметрами рогового відростку лобової кістки та КТКІ....	88
---	----

4.6. Динаміка показника Хаунсфілда різних структур носомозкового відділу черепа ВРХ залежно від віку і статі ВРХ .....	95
4.7. Спосіб визначення віку і статі ВРХ за значеннями параметра Хаунсфілда <i>HU</i> носомозкового відділу черепа .....	100

## ***Розділ 5***

### **ВИЗНАЧЕННЯ ВІКУ І СТАТІ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ ЗА КРАНІОМЕТРИЧНИМИ ПАРАМЕТРАМИ.....104**

5.1. Динаміка нелінійних морфометричних параметрів носомозкового відділу черепа ВРХ залежно від віку та статі .....	104
5.2. Спосіб визначення віку і статі ВРХ за нелінійними морфометричними параметрами носомозкового відділу черепа .....	106
5.3. Визначення віку і статі ВРХ за лінійними морфометричними параметрами носомозкового відділу черепа ВРХ .....	108
5.3.1. Динаміка морфометричних параметрів дорсо-латеральної поверхні носомозкового відділу черепа ВРХ залежно від віку та статі.....	108
5.3.2. Спосіб визначення віку і статі за лінійними морфометричними параметрами дорсо-латеральної поверхні носомозкового відділу черепа ВРХ .....	116
5.3.3. Динаміка лінійних морфометричних параметрів вентральної поверхні носомозкового відділу черепа ВРХ, залежно від віку та статі.....	124
5.3.4. Спосіб визначення віку і статі за лінійними морфометричними параметрами вентральної поверхні носомозкового відділу черепа ВРХ .....	131
5.3.5. Динаміка лінійних морфометричних параметрів потиличної поверхні черепа ВРХ залежно від віку та статі .....	138
5.3.6. Спосіб визначення віку і статі за лінійними морфометричними параметрами потиличної поверхні черепа ВРХ .....	144
5.4. Визначення віку та статі ВРХ за краніометричними індексами .....	151

## ***Розділ 6***

### **СПЕКТРОСКОПІЧНІ ОЗНАКИ ТА КРИТЕРІЇ ВИЗНАЧЕННЯ ВІКУ І СТАТІ ВРХ ЗА НОСОМОЗКОВИМ ВІДДІЛОМ ЧЕРЕПА.....157**

6.1. Аналіз спектроскопічних параметрів тіла потиличної кістки ВРХ в залежності від віку та статі .....	158
6.2. Аналіз спектроскопічних параметрів верхньощелепної кістки ВРХ в залежності від віку та статі .....	163

*Розділ 7*

**РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ  
ВИЗНАЧЕННЯ ВІКУ І СТАТІ ВРХ ЗА НОСОМОЗКОВИМ  
ВІДДІЛОМ ЧЕРЕПА НА РІЗНИХ РІВНЯХ ЙОГО СТРУКТУРНОЇ  
ОРГАНІЗАЦІЇ.....170**

*Розділ 8*

**АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ КРИТЕРІЇВ ВИЗНАЧЕННЯ ВІКУ  
І СТАТІ ВРХ МОЛОЧНОГО НАПРЯМУ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗА  
МОРФОЛОГІЧНИМИ ОСОБЛИВОСТЯМИ НОСОМОЗКОВОГО  
ВІДДІЛУ ЧЕРЕПА.....175**

Висновки..... 187  
Пропозиції виробництву..... 189  
Публікація результатів дослідження..... 189  
Список використаних джерел..... 192

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ВРХ – велика рогата худоба,

ВОЩ – відносна оптична щільність,

ГР – губчаста речовина кістки,

КР – компактна речовина кістки,

РЗ – рентгенівський знімок,

КТДП – комп'ютернотомографічний денситометричний показник,

КТКІ – комп'ютернотомографічний кортикальний індекс,

ОФДА – однофакторний дисперсійний аналіз,

КТ – комп'ютерна томографія,

HU – параметр Хаунсфілда,

♂ – самець,

♀ – самка.

*„Будьте дерзки в своих целях, будьте смелы в своих гипотезах, но точны в своих наблюдениях и осторожны в своих выводах”.*

*Шарль Рише – Французский физиолог*

## ВСТУП

Фундаментальність морфології полягає у тому, що вона є базою для розвитку як класичної, так і прикладної біології, археології, тваринництва, гуманної та ветеринарної медицини тощо. Комплексні дослідження, в основі яких лежать морфологічні методи і методи суміжних наук, дають початок новим прикладним напрямам, зокрема судово-ветеринарній краніології, предметом дослідження якої є череп тварин на різних етапах онтогенезу і на всіх рівнях його структурної організації.

Аналіз літератури щодо краніологічних критеріїв у широкому віковому діапазоні, залежно від статі, зокрема у продуктивних тварин, показав, що це питання досліджене фрагментарно.

**Актуальність теми.** Судово-ветеринарна експертиза біологічного матеріалу тварин дозволяє об'єктивізувати судово-ветеринарні злочини у разі виявлення випадків фальсифікації м'ясної сировини [1–4]; ідентифікації об'єктів браконьєрства чи винайденні решток викраденої і забитої на м'ясо худоби [5]; виявленні слідів злочину жорстокого поводження з тваринами із смертельним наслідком [6]. Діагностичні дослідження у судово-ветеринарній експертизі базуються на морфологічних параметрах біологічного матеріалу [7–10]. Інформативним об'єктом для цього є скелет [11–14]. У кістці зберігаються морфологічні ознаки, за якими можна об'єктивно встановити етіологію травматичних пошкоджень, навіть через значний проміжок часу після того; вік, стать, стан організму тварини; умови утримання та особливості експлуатації; обставини і термін загибелі тварин [15]; визначити видову належність туши [16] тощо.

Серед усього розмаїття біологічного матеріалу найбільш інформативним для судово-ветеринарної експертизи є череп [17]. Його, як такого, що не являє особливої товарної та харчової цінності, залишають неподалік від місця забою викраденої тварини.

Проведення судово-ветеринарної краніологічної експертизи має базуватися на науково обґрунтованих, апробованих експертних технологіях, котрі включають комплекс структурних критеріїв у широкому віковому діапазоні [18–20] з обов'язковою автоматизацією опрацювання результатів досліджень [21]. Їх обмеженість не дозволяє досягти такої мети.

У зв'язку з вищевикладеним, дослідження вікових морфологічних особливостей черепа, зокрема великої рогатої худоби, з урахуванням статі,



для завдань судово-ветеринарної експертизи має наукову й практичну актуальність.

**Зв'язок роботи з науковими роботами, планами, темами.** Робота є частиною наукової теми «Морфологічні параметри організму тварин як об'єкти судово-ветеринарної експертизи», яка виконується на базі кафедри ветеринарно-санітарної експертизи та судової ветеринарної медицини Харківської державної зооветеринарної академії. Держ. реєстраційний номер – 0109U008561.

**Мета і завдання дослідження.** Мета дослідження – визначити комплекс судово-ветеринарних якісних і кількісних вікових морфологічних критеріїв носомозкового відділу черепа великої рогатої худоби молочного напрямку продуктивності залежно від статі та розробити способи визначення віку і статі тварин за цими критеріями.

Для досягнення мети були поставлені такі **задачі**:

1. Визначити вікові макроскопічні особливості носомозкового відділу черепа ВРХ та виявити еталонно-тестові критерії для встановлення її віку.

2. Дати рентгеноморфологічну характеристику та виявити еталонно-тестові вікові критерії потиличної і клиноподібної кісток черепа ВРХ.

3. Виявити комп'ютерно-томографічні денситометричні особливості окремих структур носомозкового відділу черепа ВРХ залежно від віку і статі. Розробити способи вікової та статевої ідентифікації ВРХ за цими особливостями черепа.

4. Виконати аналіз динаміки краніометричних параметрів ВРХ залежно від віку і статі. Розробити способи визначення віку і статі тварин за цими параметрами.

5. Встановити вікові і статеві спектроскопічні особливості тіла потиличної та верхньощелепної кісток черепа ВРХ. Розробити спосіб визначення віку і статі ВРХ за цими особливостями.

6. Визначити інформативність окремих морфологічних параметрів носомозкового відділу черепа ВРХ для встановлення статі та віку тварин.

7. З'ясувати ступінь впливу факторів віку і статі ВРХ на ступінь достовірності результатів краніологічних експертиз.

8. Оптимізувати судово-ветеринарні дослідження краніологічного матеріалу та обґрунтувати застосування комп'ютерної обробки інформації для інтеграції й автоматизації операцій під час визначення віку і статі ВРХ.

*Об'єкт дослідження* – морфологічні критерії віку і статі ВРХ залежно від краніометричних параметрів носомозкового відділу.

*Предмет дослідження* – морфологічні параметри носомозкового відділу черепа ВРХ у залежності від віку і статі.

**Методи дослідження:** анатомічне препарування (підготовки кісток до досліджень); краніоскопічний (визначення вікових особливостей ВРХ за макроскопічними маркерами носомозкового відділу черепа); рентгенографічний (виявлення вікових рентгеномаркерних ознак); КТ-денситометричний (визначення вікових і статевих особливостей окремих структур черепа за рентгенівською щільністю); краніометричний

(встановлення метричних характеристик носомозкового відділу черепа); інфрачервона спектроскопія (визначення відносної оптичної щільності кісткової тканини); біометричний (аналізу метричних показників); регресійний аналіз (встановлення залежності морфологічних параметрів черепа ВРХ від віку і статі).

**Наукова новизна одержаних результатів.** Вперше на основі комплексу якісних і кількісних параметрів носомозкового відділу черепа розроблено способи діагностики віку ВРХ молочного напрямку продуктивності, залежно від статі, у віковому діапазоні від народження до 10 років. Встановлені якісні краніоскопічні параметри черепа та виявлені рентгенографічні особливості основної частини потиличної і основної клиноподібної кісток базуються на еталонно-тестовому принципі дослідження.

Об'єктивно та з допустимою похибкою вік і стать ВРХ дозволяє діагностувати розроблена інтегруюча система маркерних кількісних та формалізованих якісних краніологічних показників.

Вперше для аналізу динаміки рентгенщільності окремих структур черепа ВРХ, залежно від віку та статі, запропоновано математичну модель взаємодії рентгенівського випромінювання з кістковою структурою, що описується законом Бугера, а також отримано ряд КТ-денситометричних параметрів кісток.

Вперше з'ясовано ступінь впливу факторів віку і статі ВРХ на ступінь достовірності результатів краніологічних експертиз. Показано, що у значній мірі на них впливають вік, а значно менше – стать і випадкові фактори.

Новим є визначені краніометричні параметри черепів ВРХ в залежності від віку і статі тварин, які є базою для розрахунку дискримінантних та регресійних рівнянь і розробки способів краніологічної технології.

Оптимізовано судово-ветеринарні дослідження краніологічного матеріалу. Набув подальшого розвитку процес автоматизації краніологічних досліджень ВРХ на різних рівнях структурної організації із залученням комп'ютерних технологій. Вперше для автоматизації визначення віку і статі ВРХ молочного напрямку продуктивності розроблено авторську комп'ютерну програму «*Skull Cattle*».

Наукова новизна розроблених способів визначення віку і статі ВРХ за структурними параметрами черепа підтверджена двома деклараційними патентами України на корисну модель № 99469; № 101871.

**Практичне значення одержаних результатів.** Поглиблено, доповнено і оптимізовано універсальну систему дослідження скелета голови ВРХ в морфології, патологічній анатомії, судово-ветеринарній експертизі, ветеринарно-санітарній експертизі.

Підготовлено науково-методичні рекомендації «Визначення віку і статі великої рогатої худоби молочного напрямку продуктивності за комплексом краніологічних параметрів».

Фахівцям-експертам запропоновано авторську комп'ютерну програму «*Skull Cattle*» для визначення віку і статі ВРХ за комплексом морфологічних

параметрів носомозкового відділу черепа на різних рівнях його структурної організації.

Одержані результати використовують під час викладання навчальних дисциплін і для проведення наукових досліджень на кафедрах у вищих навчальних закладах, а також у лабораторіях науково-дослідних закладів України.

Отримані дані щодо судово-ветеринарних критеріїв визначення віку і статі ВРХ за морфологічними особливостями носомозкового відділу черепа можуть бути використані для написання навчальних посібників, довідників, методичних рекомендацій, підготовці атласів.

**Апробація результатів дослідження.** Результати досліджень викладено та обговорено на науково-практичних конференціях: міжнар. наук.-практ. і навч.-метод. конф. «Проблеми, новітні здобутки, та перспективи розвитку вет.-сан. експертизи та судової вет. мед.» (Харківська держ. зоовет. академія, 22–23 травня 2014 р.); звітних наук.-практ. і навч.-метод. конф. Харків. держ. зооветеринарної академії (Харків. держ. зооветеринарна академія, 14–15 травня 2015 року; 17–18 травня 2016 р.); міжнар. наук.-практ. конф. «Інноваційність розвитку сучасного аграрного виробництва» (Львів. нац. ун-т вет. мед. та біотехнології ім. С. З. Гжицького, 30–31 жовтня 2014 р.); Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. «Роль науки у вирішенні актуальних проблем сучасної вет. мед.» (Полтавська держ. аграрна академія, 17–18 лютого 2015 р.); «Сучасні аспекти та перспективи розвитку вет. мед.» (Сумський НАУ, 10–12 червня 2015 р.); «Актуальні проблеми продовольчої безпеки (екологічна та біологічна безпека, якість та безпечність продукції АПК)» (ННЦ «ІЕКВМ», 8–12 червня 2015 р.); Всеукр. наук.-практ. конф. «Актуальні питання та сучасні досягнення у вирішенні проблем інфекційної патології» (Полтавська держ. аграрна академія, 8–9 жовтня 2015 р.); XX міжнар. молодіжному форумі «Радіоелектроніка та модель у XXI столітті» (Харк. нац. ун-т радіоелектроніки, 19–21 квітня 2016 р.).

**Публікації результатів дослідження.** За матеріалами монографічної роботи опубліковані 17 наукових праць, з яких 8 статей – у наукових фахових виданнях України, 4 статті – у наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних науково-метричних баз даних, 2 – деклараційні патенти України на корисну модель, науково-методичні рекомендації, 2 – тези наукових доповідей.

## Розділ 1

# ПРОБЛЕМИ, ЗАВДАННЯ І МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ ВІКУ І СТАТІ БІОЛОГІЧНОГО МАТЕРІАЛУ ЗА МОРФОЛОГІЧНИМИ ОСОБЛИВОСТЯМИ НОСОМОЗКОВОГО ВІДДІЛУ ЧЕРЕПА

### 1.1. Вирішення діагностичних завдань у судово-ветеринарній експертизі за значеннями морфологічних параметрів кісток скелету

Актуальність теми зумовлена тим, що за морфологічними та фізико-хімічними особливостями остеологічний матеріал є одним із найбільш інформативних об'єктів судово-ветеринарної експертизи [22–23].

Класифікації об'єктів судово-біологічної експертизи вченими приділяється велика увага. Об'єкти прийнято поділяти за комплексом ознак на групові або постійні (загальні) – видові [24], вікові ознаки [25], обумовлені імунологічними властивостями та генотипом організму [26], та особливі, мінливі або непостійні (індивідуальні): ознаки захворювань, вад скелету, особливості постнатального онтогенезу [28–30], специфіка використання тварин (робочі, спортивні), напрямом продуктивності (м'ясний, сальний, м'ясо-сальний, молочний, м'ясний, комбінований), особливостями утримання, фізіологічним станом [27].

Судово-медична ідентифікація особи за скелетованими трупами, окремими кістками чи їх фрагментами належить до найбільш складних і трудомістких експертних досліджень [31–35].

Методологічно відпрацьований алгоритм судово-ветеринарної остеологічної експертизи полягає у тому, що під час дослідження анатомічно цілих кісток скелета основним є порівняльно-анатомічний метод, інші методи – допоміжні; у разі дослідження великих кісткових уламків – основними методами є порівняльно-анатомічний, остеометричний і дискримінантний аналіз. Встановлення видової належності дрібних, а також обгорілих кісткових уламків можливе методом ІЧ-спектроскопії з наступним дискримінантним аналізом за значенням відносної оптичної щільності їх золи [33–37].

Відомо, що індивідуальний розвиток організму, у т. ч. скелету, описується законом безперервності розвитку, який полягає в асинхронності й гетерохронії систем організму, законом провізорності розвитку організму, який констатує, що на кожному етапі розвитку відбувається нова генерація органів і систем, законом нерівномірності розвитку підсистем у великих

системах (Д. Хакслі), теорією системогенезу (Б. Анохін), законом безповоротності еволюції (Л. Долло) [72].

Окремі характеристики скелету знаходяться у взаємозалежності, що обумовлена екологічними, адаптаційними [73], видовими [74], віковими [75], породними, фізіологічними, індивідуальними, соматометричними показниками, тому в експертній практиці дослідження розпочинають із встановлення загальних ознак біологічного об'єкта [76].

Акцент на вікові та видові морфологічні особливості кісткової тканини ссавців і птиці робить професор С. А. Ткачук [77] та О. М. Киричок [78].

В арсеналі судово-ветеринарної експертизи, як дидактичне забезпечення для визначення видової належності кісток тварин, є атласи [80-81], академічна та спеціальна анатомічна література [82-84], а також зразки для порівняння (колекції музейних кісткових препаратів, шліфи, гістологічні препарати тощо) [63-66].

На початковому етапі аналізу кісткового матеріалу невідомої належності проводять його остеоскопію, враховуючи особливості скульптури кістки, визначають її номенклатуру та відносять кістковий матеріал до скелету тварини чи людини [79].

Як у гуманній, так і у ветеринарній медицині остеоскопічний метод є інформативним для визначення видової, вікової і статевої належності кісткового матеріалу [89-95].

Серед всього розмаїття біологічного матеріалу найбільш інформативним для визначення видової належності, статі, віку, раси, встановлення непостійних (індивідуальних) ознак є череп [38-40] або нижня щелепа [41, 42].

Крім того, як зазначають у спеціальній науковій літературі, достатньо інформативним остеологічним матеріалом є шийні і грудні хребці [43-50], поперекові хребці [51, 52], ребра [53], груднина [54-56], таз [57], стегнова кістка [58], кістки гомілки [59], кістки кисті [60], кістки ступні [61, 62], кістки передпліччя [63], плечова кістка [64], лопатки і ключиці [65], зуби [66-71].

Остеологічні критерії в деяких випадках є основою для індивідуального ототожнення особи, а також диференціації кісток людини від тваринних кісток, які можуть зустрічатись, наприклад, під час розкопок поховань, археологічних робіт, тощо [102-104].

Суттєве значення скелету кінцівок в цілому і окремих їх ланок полягає в тому, що вони несуть інформативні ознаки, котрі входять до показників, що достовірно характеризують видову, статеву і вікову належність об'єкта досліджень [96-101].

Дослідниками виявлена закономірність росту кісток кінцівок. Встановлено, що найбільш інтенсивно вони ростуть в перші місяці постнатального онтогенезу [105, 106]. Доведено, що в період новонародженості тварин помітно збільшується маса, довжина і ширина кісток кінцівок, проте у наступні періоди, темп їх росту дещо знижується [107].

Визначення віку людини за скелетованими останками – одне з найбільш відповідальних і складних завдань сучасної судової остеології. Одним з основних критеріїв, що використовуються для ідентифікації віку по черепу, є стан зубчастих швів склепіння черепа. Проте способи оцінки віку за ступенем облітерації швів розроблені недостатньо повно. Відомості про норми облітерації швів можуть використовуватися в діагностиці краніосиностозу (краніостенозу) [108–110].

Таким чином, у гуманній медицині сформувалася чітка апробована система остеоскопічних критеріїв, котрі використовуються в експертній практиці у т. ч. і для видової диференціації кісток людини від кісток тварин. У ветеринарній медицині подібні дослідження проводяться, але вони не систематизовані, фрагментарні. Краніологічні дослідження ВРХ для завдань судової ветеринарної експертизи не проводилися.

Одним із небагатьох неінвазивних методів, який дає змогу дослідити тонкі структури кісткового органа без порушення його анатомічної цілісності є рентгенографія. Цей метод може бути використаним у разі дослідження фрагментованих чи озолених кісток, при відсутності характерних анатомічних ознак, а також як самостійно, так і у комплексі з іншими методами дослідження в експертній практиці [111, 112].

Рентгенологічні методи дозволяють встановити не лише вік, а й стать, расу, в деяких випадках є основою для індивідуального ототожнення [113].

Рентгеноструктурні особливості скелету окремих видів тварин досліджували вчені різних наукових напрямів, зокрема з'ясовували їх статеві, вікові, видові особливості: у ВРХ, коня, свині [114, 115].

Досліджуючи морфофункціональний адаптогенез кісток пальців теличок за різної рухової активності В. В. Яшиною [116] встановлено, що найшвидше синостозування відбуваються у вінцевих кістках, а потім у путових. Морфологічно цей процес проявляється утворенням грубоволокнистої тканини на хрящових трабекулах метафізарного хряща і діаметафізарній субхондральній кістковій тканині.

Користуючись такими морфологічними критеріями, можна визначити приблизний вік плода, що має суттєве значення в судовій ветеринарній медицині [117, 118].

Вікові особливості синостозування дослідники визначили у фалангах пальців кисті ВРХ [119–121], довгих трубчастих кістках людей [123], кістках кисті [123] та ступні [124], променевих та ліктьових кістках [125], хребцях [126], ребрах [127], а також проаналізовано їх значення для вікової діагностики біологічних об'єктів.

Никифоренко О. О. та співавт. [128, 129] провели комплексне дослідження, у т.ч. рентгенологічне, закономірностей морфогенезу гемопоетичних компонентів кісткового мозку та системи кровотворного мікрооточення в скелеті свині свійської.

Авторами встановлено наявність в скелеті поросят протягом неонатального та молочного періодів двох основних структурно-

функціональних форм кісткового мозку – остеобластичного та кровотворного.

Досліджуючи кісткову тканину кісткових органів добових телят, ягнят, поросят і цуценят з використанням морфологічних методів, ряд авторів [130, 131] встановили, що структура губчастої і компактної грубоволокнистої кісткової тканини має загальнобіологічні закономірності та властивості, які зумовлені біологічною зрілістю, особливостями внутрішньоутробного остеогенезу та положенням кісткового органа, що залежить від біомеханічного навантаження генетично визначеного в філогенезі.

Дослідженнями закономірностей вікової інволюції кісток скелету на рентгенограмах встановлено, що ознаки старіння кісток мають виражений статевий диморфізм, а швидкість появи і вираженість вікових маркерів старіння кісток залежить від їх розташування у скелеті [132–134].

Крім того, як відомо, остеопіти (апіостози, екзостози і вузли, кістково-хрящові утворення) є компенсаторно-приспосувальними змінами кісткової тканини. Вони виникають у відповідь на посилені механічні навантаження з віком [135–136].

Своєчасна діагностика й кількісна оцінка ступеня остеопорозу є актуальною проблемою практичної медицини [137]. Вікові зміни трубчастих кісток залежать від статі біологічного об'єкта та зумовлені зменшенням ступеня мінералізації кісткової тканини, стоншенням компактної речовини, що спричиняє утворення вогнищ остеопорозу, які на рентгенограмах мають форму видовжених щілин [138].

Випадки остеопорозу реєструються у літніх людей та старих тварин. Це відбувається через зміни мінерального насичення кісткових органів, порушення кальцієвого гомеостазу, суттєвих змін структури плазматичних мембран остеоцитів [139], концентрації гормонів в крові, зокрема естрогенів [140], у разі видалення тимусу [141], за нестачі або неправильного співвідношення в раціоні солей кальцію і фосфору, гіповітамінозу *D*, дефіциту у раціоні білків, життєво необхідних мікроелементів (Кобальту, Мангану, Йоду тощо), недостаті моціону та ультрафіолетового опромінювання тварин, ацидотичного стану організму, хронічних захворювань травної системи, ускладнення кетозу [142–145].

Відомо, що топографічно різні зони трубчастих кісток тварин мають різну мінеральну насиченість [146].

Інформативними рентгенологічними ознаками віку людини є час утворення вогнищ окостеніння та процеси синостозування у трубчастих кістках, які у здорових людей відбуваються послідовно з віком. Вікова атофія кісткових пластинок губчастої речовини приводить до розширення кістковомозкової ділянки діафізу в бік епіфізів. У зв'язку з цим залишки епіфізарної лінії спостерігаються до старечого віку [147].

Нині під час проведення судових експертиз біологічних об'єктів, а також для дослідження археологічного біологічного матеріалу все частіше застосовують комп'ютерну томографію [148, 149].

Під час проведення судово-остеологічної експертизи фрагментованих чи спалених кісткових фрагментів використовують метод мікрорентгенографії кісткових шліфів [150].

Характерне зображення рентген-тіні шліфів залежить від мінералізації остеонів, їх форми та розташування. Зазначені ознаки можна застосувати для видової диференціації ребер, проте дослідження, щодо визначення віку і статі ВРХ за особливістю рентгеноструктури шліфів, проведені не були [151].

Розроблено спосіб визначення видової належності довгих трубчастих кісток новонароджених дітей та дрібних домашніх тварин за допомогою мікрорентгенограм шліфів з них [152]. Авторами показано, що цей спосіб дозволяє встановити вікові особливості кісткової тканини, зокрема динаміку, види і форми остеонних структур, динаміку їх мінералізації. Зазначені мікроостеорентгенографічні критерії використовують у судовій медицині під час ідентифікації особи за кістковими залишкам в інтервалі від 1 до 90 років.

У спеціальній науковій літературі описані результати рентгенографічних досліджень кісток як осьового, так і периферичного відділів скелету, у т.ч. у судово-ветеринарній експертизі [153–154]. Так, В. В. Кам'янський із співавт. [155] встановили інформативні вікові рентгенологічні критерії кісток дистальних ланок грудних кінцівок ВРХ. Автор стверджує, що діагностика віку ВРХ за остеоскопічними [156] та рентгенографічними [157] ознаками кісток п'ястка та ратичною кісткою можлива у межах 3-х вікових діапазонів – 0–2-міс., 2–36-міс. і 36–144-міс. віку. Макроскопічними маркерами віку ВРХ за кістками п'ястка є вираженість горбистості третьої кістки п'ястка, наявність чи відсутність метафізарного хряща, епіфізарно-діафізарного синостозу, а також форма дистального каналу п'ястка; за ратичною кісткою – вираженість рельєфності підошовної поверхні, екзостозів, остеопорозних проявів.

Рентгенографічними критеріями діагностики віку ВРХ є структура губчастої речовини (діаметр комірок, товщина трабекул, їх просторова упорядкованість), компактної речовини кісткової тканини (сітчаста чи щільна структура) та морфологічні особливості метафізарної частини кістки (за винятком ратичної кістки). Присутність екзостозів на кістках пальців є допоміжними, орієнтовними віковими критеріями [159].

Класичні макроостео- та рентгеноструктурні дослідження кісток дистальних ланок тазових кінцівок ВРХ провів М. М. Бондаревський [160–161]. Автором встановлено, що маркерами віку ВРХ за кістками плесна є: структура метафізарного хряща, вираженість епіфізарно-діафізарного синостозу, форма отвору дистального каналу плесна, висота міжблокової вирізки; за ратичною кісткою – характер рельєфності підошовної поверхні, вираженості остеопорозних ознак, наявності екзостозів в ділянках розгинального відростка та згинальної горбистості; за путовою та вінцевою: особливості вираженості екзостозів дистальної частини діафіза.

Остеоскопічні та рентгеноструктурні параметри кісток плесна і пальців тазової кінцівки мають різну ступінь інформативності, котрі в сукупності дозволяють діагностувати вік ВРХ у відносно широких вікових діапазонах, а



саме, за путовою та ратичною – в межах чотирьох (0–2, 2–36, 36–120, 120–144 міс.), за путовою і вінцевою – в межах п'яти (2–18, 18–36, 36–120, 120–144 міс.) вікових діапазонів.

Для оцінки стану кісткової системи запропоновано використовувати рентгенографію з наступною денситометрією [162-163]. За допомогою цього методу можна неінвазивно, орієнтовно оцінити морфологічні параметри кісткової тканини [164–170].

Нині широко застосовують метод ультразвукової денситометрії для з'ясування морфофункціонального стану кісткової тканини, а також діагностики вікового остеопорозу [171–173].

Бондаревський М. М. [174] вперше провів рентгеноденситометричні дослідження кісток дистальних ланок тазових кінцівок ВРХ та встановив, що процес взаємодії рентгенівського випромінювання з кістковою структурою плесна і пальців описується законом Бугера. Автором розроблено теоретичні основи математичного моделювання цієї взаємодії та алгоритм аналізу отриманих даних, який є основою способу визначення віку ВРХ за рентгеноденситометричними показниками (РДП) кісток плесна і пальців тазової кінцівки. Доведено, що за РДП кісток плесна, путових і вінцевих кісток можна діагностувати вік ВРХ від народження до 5 років, проте за ратичними кістками – від народження до 10 років.

Рентгеноденситометричним методом можна визначати вікову динаміку співвідношення товщини кортикального шару і діаметра кісток, оптичну щільність губчастої та компактної речовин, їх співвідношення – індекс Barnet-Nordin [175–177].

Таким чином, розробка, класифікація і апробація інформативних рентгеноостеоструктурних критеріїв з метою встановлення видової, вікової і статевої належності біологічного матеріалу є актуальним, науково значимим і перспективним напрямом досліджень [178].

Проте аналіз вітчизняної та зарубіжної наукової літератури показав, що робіт подібного характеру у ветеринарній медицині досить мало, вони не систематизовані, поодинокі і не відображають проблему діагностики віку та статі за рентгенологічними особливостями кісток скелету, у т. ч. за черепом, зокрема ВРХ.

У комплексі остеологічних досліджень на різних рівнях структурної організації кісткових залишків надійним є метод виготовлення гістопрепаратів чи шліфів кісткової тканини [179]. За такої ситуації він певною мірою компенсує обмежені можливості остеоскопічного і остеометричного та інших остеологічних методів. Крім того, особливо надійним цей метод є тоді, коли в результаті дії екзогенних чинників білкові структури кісткової тканини зруйновані [180].

Гістологічний метод дослідження має важливе значення для вирішення багатьох завдань у судовій експертизі біологічного матеріалу. Проблема гістологічного дослідження кісткової тканини є однією з найважливіших у судовій медицині [181]. Метод підрахунку кількості різних мікроскопічних елементів кісткової тканини для визначення віку вперше запропонував

Керлі ЕР у 1965 році, а в тому ж році Ю. М. Гладишев створив оригінальну класифікацію остеонів і остеонних систем [182].

В науковій літературі з'явилися публікації, в яких наводяться основні положення досліджень, що присвячені визначенню віку людини. Авторами розроблено нові високоточні методи мікроостеометричного визначення біологічного віку людини. Створена методична основа застосування мікроостеометричних даних в комп'ютерному аналізі зображень, що забезпечує високу точність результатів, економію робочого часу і розширює можливості документування та контролю роботи експертів [183].

Спосіб визначення віку людини за морфометричними параметрами гістологічних препаратів кісткової тканини запропонували Ю.І. Піголкін із співавт. [184]. Згідно цього способу за морфометричними параметрами гістологічних препаратів кісткової тканини, зокрема поздовжніх і поперечних зрізів 3-го ребра, поперечних зрізів епіфіза і діафіза більшої гомілкової кістки, вимірюють співвідношення площ хрящової і кісткової тканини у перехідній зоні ребра, протяжність зони активного остеогенезу, діаметр гаверсових каналів ендотрабекулярних остеонів, кількість ендотрабекулярних остеонів, отримані результати вводять у регресійні рівняння, в результаті розрахунку яких, отримують значення віку людини. Спосіб дозволяє визначати вік людини з точністю 1,5-2 роки, зокрема в інтервалі від 18 до 50 років.

Найближчим прототипом вищезазначеного винаходу була робота Lozurone E. та ін Favia A. [185], у якій вперше в судово-медичній практиці була зроблена спроба використовувати для визначення віку принципово новий набір параметрів, зокрема таких, які характеризують губчасту кісткову тканину. Проте кількість параметрів, досліджених авторами цитованої роботи, була недостатньою для визначення віку і розробки на їх основі моделі, придатної для практичного застосування.

Оригінальна класифікація остеонів і остеонних систем Ю. М. Гладишева, була використана В. Ф. Мордасовим [186] для розробки критеріїв визначення віку за кількістю остеонних структур різних типів, які підраховують у препаратах кісткової тканини. Проте, як показали недавні дослідження, цей метод має суттєвий недолік через труднощі диференціювання різних форм остеонів та інших досліджуваних елементів, а, як результат, неточність їх підрахунку і, відповідно, недостовірність результатів [187].

Наукові повідомлення вітчизняних вчених [188] щодо мікроскопічних особливостей кісткової тканини людини і тварин значно розширили уявлення про видові, вікові, статеві особливості кісткової тканини. Остеони за формами поділяють на ті, що розвиваються, зрілі, резорбуючі та перехідні. Критерієм перебудови кісткової тканини є наявність уламкових структур остеонів у кістковій тканині.

Первинні остеони у людини є тимчасовими структурами та з віком трансформуються у вторинні остеони.

Зміни структури кісткової тканини стегнової кістки ВРХ відбуваються закономірно: вона пластинчаста у місячних тварин, вираженої зональної будови (зовнішні та внутрішні загальні пластинки, остеонний шар в якому остеони розташовані концентричним рядами) – у статевозрілих тварин [189]. Вікові зміни кісткової тканини залежать від особливостей структури стовбурових остеогенних клітин [190], остеоцитів [191], остеокластів [192], клітин моноцитарного ряду [193]. Маркерами зрілості скелету як живих, так і загинувших тварин є мікроморфологічні особливості кісток [194].

Рядом авторів запропоновано способи видової диференціації фрагментів кісток людини і деяких видів тварин за їх гістологічною структурою [195]. Хоча мікроскопічний метод є достатньо надійним, проте і він обмежений щодо видової диференціації спалених кісток до білого ступеня розжарювання.

За гістологічною структурою трубчастої кістки у межах поперечного перерізу рекомендують визначати вік ряд авторів [196], мікроструктурними особливостями недекальцинованих та декальцинованих шліфів лобової кістки деяких тварин [197], особливостями будови гаверсових каналів і спонгіози [198], морфометричними параметрами поздовжніх і поперечних зрізів 3-го ребра та поперечних зрізів епіфізів, діафіза великої гомілкової кістки, за співвідношенням площі хрящової і кісткової тканин, протяжністю зони активного остеогенезу, діаметром гаверсових каналів, діаметром та кількістю ендотрабекулярних остеонів [199], відносною товщиною періостального шару [200], ознаками хвороб кісткової системи [201], характеристиками мікроструктури спонгіози [202].

Мікроскопічна будова кісток тварин простіша, ніж людини. У різних видів тварин вона має спільні і відмінні риси розвитку [203]. Середня кількість остеонів кісткової тканини тварин (у т. ч. ВРХ) значно більша, проте розміри гаверсових каналів значно менші, ніж у людей [204].

Новак В. П. і Дудка В. Б. [205], провівши комплексні морфологічні, морфометричні, рентгенологічні, гістохімічні та електронно-мікроскопічні дослідження кісткової тканини кісток зейгоподія тазової кінцівки коня, ВРХ та собаки, встановили, що пальце- і фалангоходячі ссавці мають достовірну різницю у співвідношенні компактної і губчастої речовин, відносній товщині компакти та діаметрі остеонів і їх каналів, а також ними описані загальні закономірності і видоспецифічні особливості структурної організації субхондральної епіфізарної та діафізарної зон більшої гомілкової кістки в нормі у тварин досліджених видів.

Аналіз спеціальної наукової літератури показав, що вченими розроблено способи встановлення віку людини за мікроструктурними особливостями лобової кістки [206] та окремими кістками черепа [207], ребер [208], груднини [209], плечових і стегнових кісток [210], більшої та меншої гомілкових кісток [211], ліктьових і променевих кісток [212]. Як вважають автори, використання з метою ідентифікації двох і більше кісток дає точніші результати, ніж дослідження однієї кістки [213].

Вікові особливості розвитку кісткової тканини, крім якісних, проявляються й кількісними ускладненнями остеонних конструкцій. Встановлено, що в середині діафіза стегнової кістки коня остеони дрібніші, ніж в проксимальному і дистальному епіфізах цієї ж кістки, гаверсові канали середини діафіза дещо меншого діаметра, проти гаверсових каналів епіфізів [214].

У полі зору мікроскопа поперечних кісткових шліфів птахів помітно 70-150 круглих і овальних каналів остеонів; в кістковій тканині ВРХ і свиней їх більше 20; в кістках людини їх 10–20 [215].

Таким чином, розміри остеонів мають значення для встановлення віку людини чи тварини за станом кісткової системи.

Відсутність зв'язку мікроструктури кісткової тканини із статтю і ростом людини виявлено за результатами мікроостеометрії гістозрізів ребер і великої гомілкової кістки людини [216]. Доведено, що товщина компакти, внутрішніх загальних пластинок, трабекул, кількість остеонів корелюють із товщиною ребер.

Вікові зміни мікроструктури кісткової тканини залежать від факторів зовнішнього середовища і, зокрема, моціону [217]. Встановлено, що процеси ремоделювання кісткової тканини пришвидшуються механічними навантаженнями будь-якого характеру: збільшується товщина компактного шару діафіза, кількості губчастої речовини, зменшується висота і ширина кістковомозкової ділянки діафіза, змінюється розташування кісткових трабекул, чіткість ліній меж хряща і його субхондральної кістки [218], відсутність навантаження – до їх сповільнення [219], а перенавантаження ж призводять до дистрофічних змін в кістковій тканині [220, 221].

В постнатальному онтогенезі механізми перебудови кісткової тканини приводять до адаптації маси, пропорцій, розміру кістки і тривають до віку, коли скелет набуває дифенітивного стану [222].

Процеси енхондрального окостеніння, кальцифікація та утворення кісткової тканини в епіфізарних пластинках росту стимулює ріст трубчастих кісток у довжину [223].

За співвідношенням мінерального, органічного та клітинного компонентів аналізують динаміку мікроструктури кісткової тканини в постнатальному онтогенезі [224]. Так, наявність шаруватості компактної речовини в структурі нижньої щелепи та в трубчастих кістках кінцівок тюленя, які мають тісний корелятивний зв'язок, К. К Чапский [225] пов'язує з харчовим фактором, який значно послаблюється в зимово-осінній і погортається у весняно-літній періоди, у зв'язку з чим процеси остеогенезу і ремодуляції чергуються, а шари в компактній речовині є їх відображенням. Безперервність чергування процесів моделювання і перебудови кісткового матриксу з віком підтверджують ряд авторів [226, 227].

Морфофункціональний адаптогенез кісток пальців теличок за різної рухової активності проявляється тим, що утробний синостоз путових і вінцевих кісток характеризується відсутністю полярності метафізарного хряща і незавершеністю структури епіметафізарної субхондральної кістки. В

ратичних кістках спостерігається інтенсивний енхондральний і ендосмальний остеогенез. На першому етапі розвитку путові, вінцеві і ратичні кістки мають утробні структури: грубоволокнисту кісткову тканину, сітчастої будови компактного шару, примітивну губчасту речовину з фрагментом хрящової тканини в трабекулах і осередками синостозу в метафізарних хрящах. Заміщення утробних структур і настання зрілості кісткової тканини пальців відбувається асинхронно. Повний фізіологічний синостоз відбувається спочатку у вінцевих кістках, а потім в путових [228].

Мікроструктурні дослідження кісток плесна для завдань судово-ветеринарної експертизи провів М. М. Бондаревський [229]. Автором встановлено, що визначення віку ВРХ за кістками плесна можливе за інформативними мікроструктурними параметрами, зокрема загальною кількістю остеонів, кількістю первинних та вторинних циліндричних остеонів, а також наявністю вторинних дочірних остеонів на одиниці площі шліфа. Автором показано, що менш інформативними є показники кількості первинних та вторинних багатоканальних остеонів, а також фолькманівських каналів. Доведено, що спосіб визначення віку ВРХ за мікроструктурними параметрами компактної речовини діафіза кісток плесна з використанням розроблених рівнянь регресії дозволяє діагностувати вік ВРХ з точністю  $\pm 15,3$  міс.

В кінці XIX ст. в наукових публікаціях з'явилися роботи щодо техніки остеометричних досліджень [230]. Значний вклад в розвиток остеометрії внесли вітчизняні морфологи та вчені з ближнього зарубіжжя [231-233].

Найбільш інформативним, з точки зору остеологічної експертизи, є череп [234]. Краніометрії приділяли увагу вчені медики, біологи, лікарі ветеринарної медицини, криміналісти, антропологи. Дослідники розробляли краніологічні параметри для з'ясування видової належності, статі, пропорцій тіла тощо. Так, дані А. І. Холамова [235, 236] свідчать про наявність метричних статевих відмінностей в будові черепа людини, а, отже, можуть бути використаними для встановлення статі за кістковими залишками людини.

Краніометричні дослідження тварин проводяться з метою визначення вікових змін та статевої диференціації [237, 238]. Так, Ahmed Yahaya [237] розробив остеометричні точки, а на їх основі – остеометричні виміри черепа дорослих нігерійських верблюдів з урахуванням статі тварин.

Подібні дослідження проведені Sami Özcan [239–240] щодо черепа овець. Автором розроблено 38 краніометричних вимірів, а також черепно-лицьові індекси для різних типів овець.

Ряд авторів застосували виміри більшого потиличного отвору черепа для визначення віку і статі [241–243].

Статеві краніометричні відмінності кролів з'ясував К. М. Salih [244]. Ним проаналізована інформативність 18 лінійних вимірів. Дослідник встановив, що достовірна різниця між черепами самок і самців спостерігається за відстанню між вилицями, висотою basion-bragma, maxilla-альвеолярною довжиною, висотою орбіт і параметрами потиличного отвору.

Ряд авторів [245–249] провели морфологічний та краніометричний аналізи кози. Автором визначені краніологічні точки та на їх основі розроблені краніометричні виміри та індекси.

Залежність між віком корів і їх краніометричними параметрами досліджували ряд авторів [250, 251]

Так, Andrea Kőrösi [250] на 108 черепах тварин в широкому віковому діапазоні – від 2 до 16 років провів дослідження та розробив рівняння лінійної регресії. Коефіцієнт кореляції показує тісний зв'язок між віком і краніометричними вимірами, зокрема, досить інформативними виявилися ширина і довжина черепа, ширина і довжина лобової кістки і лицьового відділу черепа. Показано, що довжина базальної поверхні черепа з віком змінюється менше ніж її ширина, а довжина рогових відростків лобової кістки залежить від віку кастрації волів.

Таксономічні дослідження черепів зубра і домашньої худоби провели ряд авторів [252–254].

Зокрема, Franciszek Kobryńczuk [252]. В результаті було встановлено, що використовуючи 5 краніологічних вимірів і 3 індекса, а також дискримінантні функції можна диференціювати черепа зазначених видів. Результати цього аналізу було використано для оцінки ступеня взаємозв'язку гібридів з батьківськими формами.

Вікові зміни носомозкового відділу черепа за динамікою верхньощелепних кісток проаналізував V. Paral [255], а Garaj P. et al. [256] дослідили краніометричні параметри муфлонів.

Не дивлячись на те, що череп є інформативним остеологічним об'єктом, інші частини осьового, а також периферичний відділ скелету людини і тварин, також є цікавими з точки зору дослідження вікових особливостей будови. Так, авторами доведено, що метричні показники кісток п'ястка овець північно-українського типу кросбреду та вихідних порід тісно корелюють з розвитком всього скелету і особливо його масою [257], а також м'ясністю туш [258].

Дані отримані М. І. Лебедевим [259] щодо вікових і функціональних особливостей будови кісток пальців тазових кінцівок коня мають особливий інтерес. Автором стверджується, що рушійними факторами кісток пальців в постнатальному періоді онтогенезу є пристосування організму до умов середовища мешкання. Доведено, що в 3–4-річному віці тварин абсолютна маса кісток пальців стає сталою і далі мало змінюється з віком.

З віком котів відбувається зменшення абсолютних приростів довжини і маси кісток периферичного скелету, проте довжина і маса кісток тазових кінцівок дещо переважає довжину і масу кісток грудних кінцівок [260]. Ці дані підтверджені дослідженнями інших авторів [261].

Класичні дослідження впливу обмеженої рухливості на морфофункціональні особливості скелету проведені В. В. Костюком [262–263]. Автор дійшов висновку, що з віком змінюється співвідношення росту маси скелета грудної кінцівки і маси тіла. Більше того, встановлено, що маса різних кісток кінцівки з віком збільшується з різною інтенсивністю, градієнт

її зменшується спостерігається в проксимально-дистальному напрямку, хоча виключенням є кістки п'ястка. Найбільш інтенсивно ріст кісток грудної кінцівки спостерігається в перші 6 місяців постнатального онтогенезу.

Дослідником також встановлено, що потовщення діафіза трубчастих кісток грудної кінцівки має прямо пропорційну залежність від збільшення маси тіла тварин і продовжується довше, ніж його ріст у довжину.

Іншими дослідженнями В. В. Козира [264] з'ясовано динаміку росту абсолютної маси, питомої маси, лінійних показників, хімічного складу і міцності плечової, лопаткової кістки і кісток п'ястка бичків червоної степової, симентальської, герефордської та української м'ясної порід в умовах степової зони України з віком тварин. Встановлено, що з віком бичків абсолютна маса кісток збільшується до 2,5 року, а їх питома маса зменшується. Збільшення зазначених лінійних та нелінійних остеометричних показників кісток продовжується до 30-міс. віку. Мінеральний склад кісток стабілізується у 18-міс. тварин і до 30-міс. віку вміст хімічних елементів у них залишається практично без змін.

Оцінюючи остеометричні параметри деяких кісток скелету, М. А. Григор'єва [265] на основі дискримінантного аналізу розробила діагностичну модель, котра дозволяє визначити соматотип людини за плечовою, променевою і стегною кістками. Точність такої класифікації складає 75 %.

За результатами досліджень, проведених В. В. Кам'янським [266] дефінітивних розмірів більшість лінійних остеометричних параметрів кісток п'ястка і пальців грудної кінцівки ВРХ досягають до 20-міс. віку, за винятком деяких остеометричних параметрів кісток п'ястка (параметри діафіза) та ратичної кістки (параметри підшви та зачіпного краю). Нелінійні виміри кісток зберігають тенденцію до збільшення протягом усього досліджуваного періоду (до 144 міс.), за винятком об'єму (до 20 міс.). Автор експериментальним шляхом встановив інформативні остеометричні параметри, котрі ним використані для розробки способу визначення віку ВРХ на основі комп'ютерної програми.

Остеологічна діагностична технологія за кістками п'ястка та пальців кисті, розроблена В. В. Кам'янським [267], дозволяє визначати вік ВРХ в інтервалі від народження до 36-міс. – з точністю  $\pm 3$  місяці, від 36 до 144 міс. –  $\pm 2$  роки.

Класичні остеометричні дослідження кісток дистальних ланок тазових кінцівок для завдань судово-ветеринарної експертизи виконав М. М. Бондаревський [268]. Автором встановлено, що значення лінійних параметрів кісток плесна і пальців тазової кінцівки достовірно збільшуються від народження ВРХ до 20-міс. віку, досягаючи дефінітивних ознак за винятком загальної площі поперечного перерізу середини діафіза ПлК (збільшується до 36-міс. віку); ширини і довжини підшовної поверхні та довжини зачіпного краю, котрі достовірно збільшуються протягом всього періоду дослідження (до 12 років).

Доведено, що значення нелінійних параметрів (маси і густини) кісток плесна і пальців достовірно збільшуються від народження ВРХ до 20-міс.

віку. У тварин 1,8–12-річного віку зберігається тенденція до збільшення цих показників. Значення об'єму кісток плесна та пальців достовірно збільшуються від народження до 20-міс. віку. Показники об'єму ратичної кістки збільшуються від народження до 12-річного віку [269].

Виявлені вікові закономірності метричних параметрів кісток плесна і пальців тазової кінцівки ВРХ покладено в основу способу визначення віку тварини за такими інформативними остеометричними параметрами: на кістках плесна – найбільша довжина, сагітальний та сегментальний перерізи основи, діафіза і епіфіза; загальна площа поперечного перерізу діафіза, площа компактної речовини на поперечному перерізі діафіза; маса, об'єм, густина; на путовій і вінцевій кістках – сагітальний та сегментальний перерізи епіфіза, діафіза, голівки; найбільша довжина; маса, об'єм, густина; всі лінійні остеометричні параметри ратичної кістки належать до інформативних (пряма довжина і ширина суглобової поверхні, ширина і довжина підшовної поверхні, довжина зачіпного краю) [270].

Встановлено, що між віком ВРХ та абсолютними значеннями остеометричних параметрів кісток плесна і пальців тазової кінцівки існує тісний кореляційний зв'язок: коефіцієнт детермінації для нелінійних  $R^2=0,893-0,983$  та лінійних вимірювань –  $R^2=0,954-0,998$ . Розраховане рівняння регресії дозволяє діагностувати вік за абсолютними остеометричними показниками цих кісток від народження ВРХ до 12-и років [271–273].

Підсумовуючи вищевикладені результати огляду літератури, зазначаємо, що остеологічні параметри біологічних об'єктів достатньо розкриті в гуманній медицині [5, 23, 26, 38, 41, 54, 57, 67, 96, 110, 11, 115]. У ветеринарній медицині і, зокрема, для вирішення завдань судово-ветеринарної експертизи, ці питання методологічно не розроблені і не апробовані, наявні дані не можуть забезпечити вирішення усіх завдань, які ставлять органи слідства перед ветеринарно-санітарними і судовими експертами [13–16, 21]. Не систематизованість спеціальних фундаментальних досліджень, а, отже, відсутність відповідних науково-обґрунтованих критеріїв щодо черепа ВРХ не дозволяють об'єктивно та з високою мірою достовірності оцінити ці об'єкти з точки зору їх вікової та статевої характеристики, хоча цей розділ в судово-ветеринарній експертизі може виявитись чи не найголовнішим.

Проведений аналіз наукових джерел показує, що остеологічні дослідження активно використовуються в морфології, зоології, археології, антропології, лікувальній справі, ветеринарно-санітарній експертизі тощо для вирішення діагностичних завдань у разі винайдення археологічного матеріалу, оцінювання мінерального обміну речовин за структурою кісток скелета, впливу гіпокінезії і навантаження на структурні зміни в ньому; за клінічних досліджень генезу вікових остеопатичних змін тощо [3, 4, 6, 8, 18, 19, 25].

Об'єктами дослідження можуть бути кістки як осьового, так і периферичного скелету ссавців і птиці: анатомічно цілі, фрагментовані,



спалені. Вибір схеми дослідження, визначення комплексу відповідних методів залежить від конкретних обставин та завдань, поставлених на вирішення експерту: визначення видової належності, вікової і статеві характеристики біологічного об'єкта за остеологічним матеріалом [22, 36, 37].

Діагностичні дослідження остеологічного матеріалу фахівцями експертного напрямку проводяться послідовно, від неруйнівних, малокоштовних до руйнівних з використанням складного лабораторного та апаратурного обладнання. Обрання комплексу методів остеологічного дослідження залежить від призначення і самостійності методу; врахування обмежень у використанні; надійності, об'єктивності і обґрунтованості, правильності і правдивості, достовірності отриманих результатів [22].

Очевидним є те, що відпрацьованими, апробованими, надійними і об'єктивними остеологічними методами є остеоскопія, рентгенографія, остеометрія. Вони не змінюють властивостей об'єкта в процесі його дослідження, а, отже, практично не мають обмежень щодо використання [75, 160, 174, 226, 229, 267, 269, 270–273]. Проте подібні дослідження на черепі ВРХ молочного напрямку продуктивності в широкому віковому діапазоні для використання в судово-ветеринарній експертизі віку і статі не розроблені.

Для видової діагностики кісткової тканини, особливо спаленої використовуються спектральні методи дослідження, проте практичне їх використання значно обмежене через необхідність використання спеціального обладнання і необхідності залучати вузько кваліфікованих фахівців [288]. Цей фактор є стримуючим для широкого застосування в практичній експертній роботі цього метода. Очевидно, він може бути застосованим і для визначення віку тварин за спаленим черепом, у т.ч. ВРХ, проте подібні повідомлення у літературі відсутні [21, 22, 24, 156, 157, 160, 174, 267, 287, 289].

Використання інформаційних технологій для автоматизації результатів дослідження, у т.ч. судово-експертних – перспективний напрям, який дозволяє віднести експертну процедуру на вищий рівень. Проте розроблені комп'ютерні програми для вирішення завдань судово-ветеринарних експертиз поодинокі [22, 174, 267], а щодо черепа ВРХ, відсутні.

Наукові роботи щодо комплексного підходу до остеологічних макро- і мікроскопічних досліджень біологічного матеріалу тварин у віковому аспекті малочисельні. Розробка способів визначення віку тварин за кістками скелету, у т.ч. черепа, мусять базуватись на науково-обґрунтованих і апробованих критеріях.

Аналіз наукових джерел показав, що краніологічні дослідження ВРХ для завдань судової ветеринарної експертизи, особливо з урахуванням її специфіки, не проводилися [283, 293]. Це є наслідком неможливості надання висновку експертизи у категоричній формі або призводить до експертних помилок.

Отже, розробка краніологічних технологій для встановлення віку і статі ВРХ можуть виявитися фундаментальними в судово-ветеринарній експертизі біологічного матеріалу тваринного походження.

## Розділ 2

# МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ КРИТЕРІЇВ ВІКУ І СТАТІ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ ЗА МОРФОЛОГІЧНИМИ ОСОБЛИВОСТЯМИ НОСОМОЗКОВОГО ВІДДІЛУ ЧЕРЕПА

### 2.1. Матеріал для дослідження

Монографічна робота виконана упродовж 2014–2016 рр. на кафедрі ветеринарно-санітарної експертизи та судової ветеринарної медицини Харківської державної зооветеринарної академії.

Для дослідження матеріал відібрано від 88 голів самок і 88 голів самців ВРХ від народження до 10 років, української червоно-рябої породи. Всі роботи виконували у відповідності до «Європейської конвенції про захист хребетних тварин» [274], яких використовують для експериментальних та наукових цілей» (Страсбург, 1995), «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах» (Перший національний конгрес з біоетики, 2001) [275], Закону України № 3447-IV «Про захист тварин від жорстокого поводження» [276].

Матеріалом для досліджень був носомозковий відділ черепа ВРХ молочного напрямку продуктивності. Зазначені кістки відбирали від тварин, які за клінічними показниками були здоровими, без будь-яких проявів захворювань кісткової системи, після забою. Всього досліджено 176 черепів. Всю вибіркочу сукупність було розбито на 11 вікових груп (табл. 2.1).

*Таблиця 2.1*

**Кількісна характеристика дослідженого матеріалу**

Вікові групи (міс.)		Самки	Самці	Разом
1	0-2	8	8	16
2	2-4	8	8	16
3	4-6	8	8	16
4	6-9	8	8	16
5	9-12	8	8	16
6	12-18	8	8	16
7	18-24	8	8	16
8	24-30	8	8	16
9	30-36	8	8	16
10	36-60	8	8	16
11	60-120	8	8	16
<b>Всього, голів</b>		<b>88</b>	<b>88</b>	<b>176</b>

## 2.2. Методи дослідження

Кістковий матеріал препарували від м'яких тканин, висушували на повітрі за кімнатної температури. Його досліджували макрокраніоскопічним, рентгенографічним, КТ-денситометричним, комп'ютерно-томографічним, краніометричним, спектроскопічним методами (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Розподіл досліджуваного матеріалу за методами дослідження

з/п	Методи дослідження	Статеві групи		Всього
		Самці	Самки	
1	Краніоскопічний	88	88	176
2	Рентгенографічний	33	33	66
3	КТ-денсито-метричний	33	33	66
4	Комп'ютерно-томографічний	33	33	66
5	Краніометричний	88	88	176
6	Спектроскопічний	33	33	66
<b>Разом</b>		<b>308</b>	<b>308</b>	<b>616</b>

Краніоскопічний метод. Для уніфікації результату краніоскопічного дослідження ВРХ, носомозкові відділи черепів самців і самок описували за однією і тією ж схемою. Отримані краніоскопічним методом фактичні дані співставляли, виділяючи ознаки, характерні для діагностики віку і статі тварин.

Рентгенографічний метод. Для рентгенографії основну частину потиличної кістки та основну клиноподібну кістку випилювали з носомозкового відділу черепа. Зазначені кістки черепа піддавали рентгенографії у дорсо-ветральной проекції, зберігаючи їх природній взаємозв'язок.

Рентгенографію кісток здійснювали на цифровому рентгенівському апараті *FireCR* за таких параметрів: фокусна відстань трубки до рентген-плівки – 90 см, напруга на трубці – 50 кВ, сила струму – 60 мА/с, експозиція – 0,1 сек.

Комп'ютерно-томографічний метод. В роботі досліджували КТ-зображення черепів ВРХ. Черепи ВРХ сканували за допомогою рентгенівського спірального комп'ютерного томографа *Siemens Somatom Emotion*. Параметри експозиції: анодна напруга 130 кВ, струм трубки 30 мА, час – 1,5÷7,5 с. Матриця реконструкції 512×512 пікселів, товщина зрізу – 3 мм. Черепи укладались на деку томографа вздовж центральної осі. Результати КТ-сканування відображались у програмі *EFilmLite 3.1 (Merge Healthcare)* робочої станції томографа. В ній були використані опції зберігання обраних для подальшого аналізу зображень у графічному форматі *\*.bmp*, а також засоби зміни масштабу, вибору діапазону яскравості (КТ-вікна), інтерактивного вимірювання розмірів тощо. Загальним методом подальшого дослідження є *Single-Slice QCT* (однозрізова кількісна КТ) [279].

На КТ-зрізах черепів ми проаналізували у віковому аспекті та залежно від статі комп'ютерно-томографічні денситометричні показники (КТДП) різних структур носомозкового відділу черепа ВРХ, зокрема, потиличного виростка, яремного відростка, клиноподібної кістки, тіла потиличної кістки, луски потиличної кістки, верхньощелепної кістки.

Для визначення КТ-параметрів рогового відростку лобової кістки попередньо обирали певний КТ-зріз черепа, який за положенням маркувальної лінії на КТ-топограмі відповідав рівню середини основи рогового відростку. Кожний обраний КТ-зріз зберігали у діапазоні чисел Хаунсфілда для кісткової тканини («кісткове вікно», ширина вікна  $W=2000 HU$ , середина вікна  $L=480 HU$ ). За цієї умови на зрізі найкраще вирізнялися кісткові структури.

Подальший аналіз обраних КТ-зрізів проводили у програмі X-Rays V.3, яка розроблена у Харківському національному університеті радіоелектроніки [277–278]. Для цього обраний КТ-зріз отримували з програми *EFilmLite* 3.1 шляхом збереження у графічному форматі \*.bmp. Визначення зовнішнього ( $D$ ) та внутрішнього ( $d$ ) діаметрів рогового відростку лобової кістки проводили шляхом аналізу денситограми КТ-зрізу черепа ВРХ у перерізі рогового відростку, де він являв собою концентричну кільцеву структуру. Визначались величини зовнішнього та внутрішнього діаметрів у пікселях, а також кортикальний індекс (КТКІ), який застосовували для оцінки стану трубчастих кісток  $КТКІ=(D-d)/D$  [280]. (1)

Для визначення метричних розмірів було враховано змінну величину поля реконструкції КТ-зрізу (FOV).

Прямий денситометричний аналіз з вимірюванням коефіцієнтів ослаблення в одиницях Хаунсфілда  $HU$ , проводили після КТ-сканування носомозкового відділу черепа й комп'ютерної обробки сигналу та автоматичного реконструювання графічного зображення зрізу (графічна матриця). При цьому кожній клітинці матриці відповідає розрахований комп'ютером коефіцієнт ослаблення тканин, виражений в одиницях Хаунсфілда (од.  $HU$ ). Коефіцієнт ослаблення за змістом аналогічний ступеню почорніння рентгенограми, тобто він показує, на скільки тканина здатна поглинати (послаблювати) рентгенівські промені.

Вимірювання параметра Хаунсфілда  $HU$  проводили в різних ділянках мозкової (гачкоподібний відросток, яремний відросток, потиличний виросток) і вісцеральної (різцева кістка) частин черепа, з урахуванням віку та статі ВРХ.

Краніометричний метод. Дослідження лінійних остеометричних параметрів носомозкового відділу черепа ВРХ проводили за методикою, що описана Driesch von den A. [281] і С. К. Рудиком [282] в нашій модифікації [283] за допомогою електронного штангенциркуля ДСТУ–10 з точністю до 0,05 мм. Отримані результати вносили у розроблені нами краніометричні карти з подальшою біометричною обробкою.

Абсолютну масу носомозкового відділу черепа визначали на вагах марки ВЛКТ-500. Об'єм досліджуваних черепів встановлювали за об'ємом

витісненої дистильованої води у скляній ємності (см<sup>3</sup>). Щільність визначали за відношенням маси носомозкового відділу черепа до його об'єму, за формулою:  $\rho = m : V$  (2)

де  $\rho$  – щільність (г/см<sup>3</sup>);  $m$  – маса носомозкового відділу черепа (г);  $V$  – носомозкового відділу черепа (см<sup>3</sup>).

Визначення промірів носомозкового відділу черепа ВРХ проводили за визначеними нами краніологічними точками. На дорсо-латеральній поверхні носо-мозкового відділу черепа ВРХ нами визначено 17 остеометричних точок, а на їх основі розроблено 11 краніометричних параметрів (табл. 2.3, рис. 2.1–2.2).

Таблиця 2.3

**Остеометричні виміри на дорсо-латеральній поверхні носо-мозкового відділу черепа**

Символи	Назва точки, виміру	Пояснення
<b>Краніометричні точки:</b>		
<i>cc</i>	Корнуальна каудальна точка	розташовується на задній поверхні основи рогового відростку лобової кістки
<i>cn</i>	Корнуальна назальна точка	розташовується на передній поверхні основи рогового відростку лобової кістки
<i>ac</i>	Апікальна корнуальна точка	розташовується на верхівці рогового відростку лобової кістки
<i>b</i>	Брегма (шовна лобно-вискова точка)	розташовується в місці з'єднання міжлобового та лобно-вискового швів в медіанній площині
<i>r</i>	Реніон	розташовується на передньому кінці носової кістки в медіанній площині
<i>n</i>	Назіон	розташовується в точці з'єднання міжлобового та міжносогового швів в медіанній площині
<i>nl</i>	Латеральна точка носової кістки	розташовується на носо-верхньощелепному шві в середині довжини носової кістки
<i>nm</i>	Медіальна точка носової кістки	розташовується на міжносоговому шві на середині довжини носової кістки
<i>min</i>	Різцево-верхньощелепова точка	розташовується на оральному кінці різцево-верхньощелепового шва з латеральної поверхні
<i>tm</i>	Максилярна горбова точка	розташовується аборальному краї горба верхньої щелепи
<i>p</i>	Простіон	розташовується на оральному кінці міжрізцевого шва
Символи	Назва точки, виміру	Пояснення
<i>r</i>	Рініон	розташовується на назальному кінці міжносогового шва
<i>tb</i>	Точка щічного горба	розташовується на вершині щічного горба
<i>fl</i>	Лобно-слізна точка	розташовується на латеральному кінці лобно-слізного шва дорсального краю очної орбіти
<i>ov</i>	Орбітальна вентральна точка	розташовується в місці пересікання лобового відростка виличної кістки та вентрального краю очної орбіти
<i>om</i>	Орбітальна медіальна точка	розташована в медіальному куті очної орбіти в ділянці слізного отвору
<i>ol</i>	Орбітальна латеральна точка	Розташована в ділянці латерального кінця шва виличного відростка лобової кістки та лобового відростка виличної кістки

Символи	Назва точки, виміру	Пояснення
<b>Краніометричні параметри:</b>		
1	Довжина рогового відростка лобової кістки	відстань між корнуальною каудальною точкою ( <i>cc</i> ) і апікальною каудальною точкою ( <i>ac</i> )
2	Товщина рогового відростка лобової кістки	відстань між корнуальною каудальною точкою ( <i>cc</i> ) та корнуальною назальною ( <i>cn</i> ) точками
3	Міжрогова ширина лобових кісток	відстань між лівою ( <i>cn</i> ) та правою ( <i>cn</i> <sup>l</sup> ) корнуальними назальними точками
4	Довжина лобової кістки	відстань між точками брегма ( <i>b</i> ) та назіон ( <i>n</i> )
5	Довжина носової кістки	відстань між точками рініон ( <i>r</i> ) та назіон ( <i>n</i> )
6	Пряма ширина носової кістки	відстань між латеральною ( <i>nl</i> ) та медіальною ( <i>nm</i> ) точками носової кістки
7	Довжина ВЩК	відстань між різцево-верхньощелепною точкою ( <i>min</i> ) та максиллярною горбовою точкою ( <i>tm</i> )
8	Щічна ширина черепа	відстань між лівою ( <i>tb</i> ) та правою ( <i>tb</i> <sup>l</sup> ) точками щічного горба
9	Довжина входу в носову порожнину	відстань між точками простіон ( <i>p</i> ) і рініон ( <i>r</i> )
10	Зовнішня орбітальна висота	відстань між лобно-слізною ( <i>fl</i> ) і орбітальною вентральною ( <i>ov</i> ) точками
11	Зовнішня орбітальна ширина	відстань між орбітальною медіальною ( <i>om</i> ) і орбітальною латеральною ( <i>ol</i> ) точками

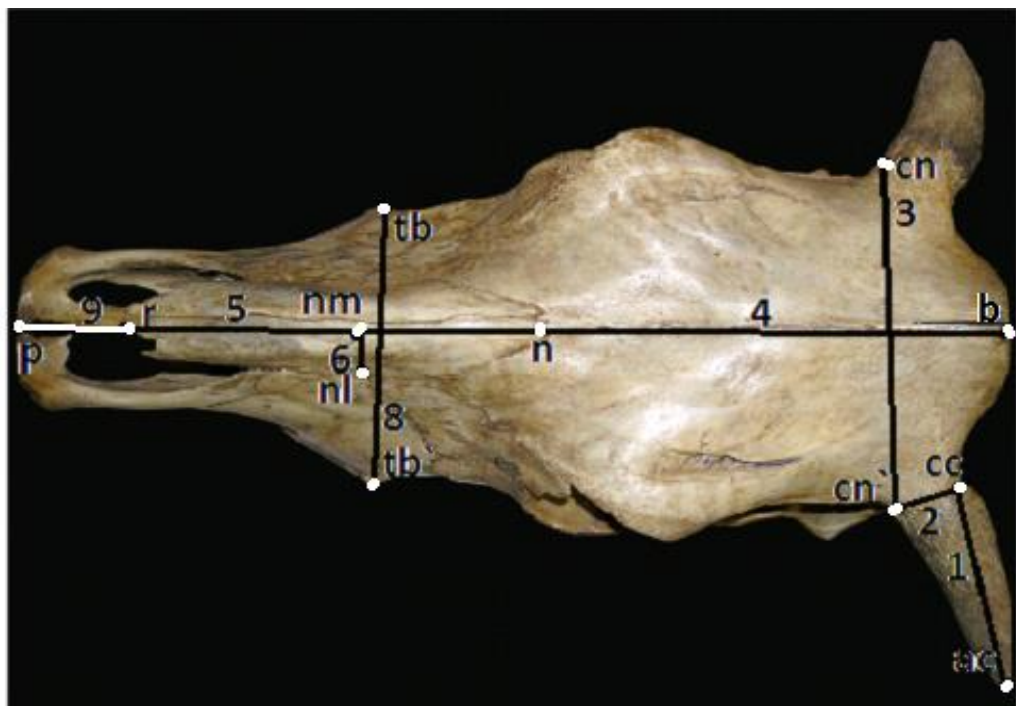


Рис. 2.1. Краніометричні параметри. Дорсо-латеральна поверхня носомозкового відділу черепа. Макрофото: цифрова фотокамера «Olimpus C – 5060 «Wide Zoom» (пояснення в тексті)

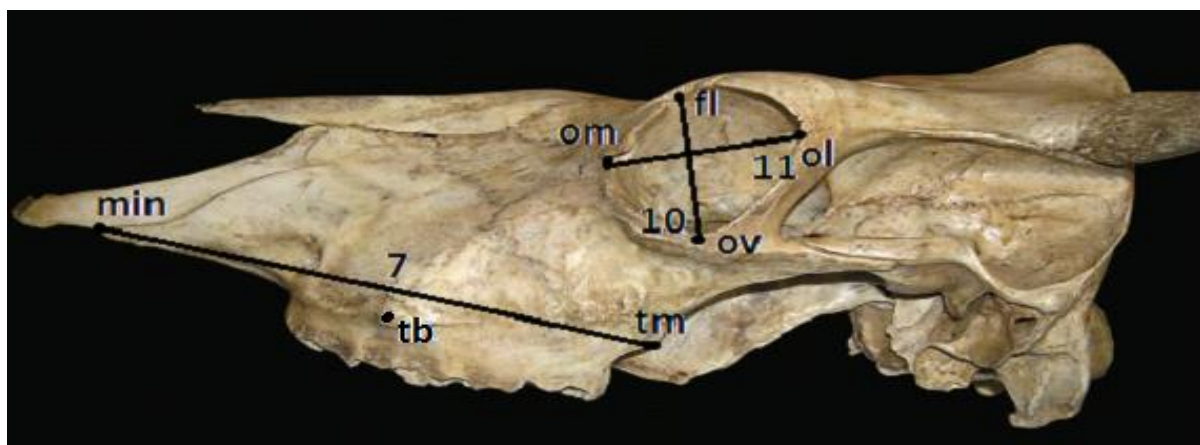


Рис. 2.2. Краніометричні параметри. Латеральна поверхня носомозкового відділу черепа. Макрофото: цифрова фотокамера «Olimpus C – 5060» Wide Zoom» (пояснення в тексті)

До краніологічних параметрів на вентральній поверхні носомозкового відділу черепа ВРХ відносимо: під'язикові отвори, виростковий канал, глоткові горбки, овальний отвір, хоани, кісткове піднебіння, передні (великі) піднебінні отвори, носопіднебінні щілини, різцева щілина.

На вентральній поверхні носомозкового відділу черепа ВРХ нами визначено 8 краніометричних точок, а на їх основі розроблено 8 краніометричних параметрів (табл. 2.4, рис. 2.3).

Таблиця 2.4

**Остеометричні виміри на вентральній поверхні носомозкового відділу черепа**

Символи	Назва точки, виміру	Пояснення
<b>Краніометричні точки:</b>		
<i>ba</i>	Базіон	знаходиться на нижньому краї великого потиличного отвору в медіанній площині
<i>pr</i>	Премолярна рostrальна точка	знаходиться на рівні рostrального краю Р <sub>1</sub> з медіальної поверхні
<i>ci</i>	Точка циліндро	знаходиться на вершині валикоподібного потовщення піднебінного відростка різцевої кістки
<i>os</i>	Окципітально-сфеноїдальна точка	знаходиться на межі рostrального кінця тіла потиличної кістки і аборального кінця клиноподібної кістки
<i>gp</i>	Точка gamuli pterigoidei	знаходиться на латеральній поверхні гачкоподібних відростків крилоподібної кістки
<i>st</i>	Стафіліон	знаходиться на аборальному краї горизонтальної пластинки піднебінної кістки в медіанній площині
<i>ma</i>	Молярна аборальна точка	знаходиться на рівні аборального краю М <sub>3</sub> з медіальної поверхні
<i>po</i>	Піднебінна оральна точка	на найбільшій виступаючій частині орального краю піднебінної кістки в медіанній площині
<b>Краніометричні параметри:</b>		
12	Довжина черепа	відстань між точками базіон ( <i>ba</i> ) та простіон ( <i>p</i> )
13	Довжина беззубого краю	відстань між премолярною рostrальною точкою ( <i>pr</i> ) та точкою циліндро ( <i>ci</i> )
14	Довжина тіла потиличної кістки	відстань між точкою базіон ( <i>ba</i> ) та окципітально-сфеноїдальною точкою ( <i>os</i> ) в медіанній площині

Символи	Назва точки, виміру	Пояснення
15	Довжина хоан	відстань між окципітально-сфеноїдальною точкою ( <i>os</i> ) та точкою стафіліон ( <i>st</i> )
16	Ширина хоан	відстань між лівою ( <i>gp</i> ) та правою ( <i>gp'</i> ) точками <i>gamuli pterigoidei</i>
17	Аборальна ширина кісткового піднебіння	відстань між лівою ( <i>ma</i> ) та правою ( <i>ma</i> ) молярними аборальними точками
18	Ростральна ширина кісткового піднебіння	відстань між лівою ( <i>pr</i> ) та правою ( <i>pr'</i> ) премолярною ростральною точками
19	Довжина піднебінної кістки	відстань між стафіліоном ( <i>st</i> ) і піднебінно-оральною точкою ( <i>po</i> )

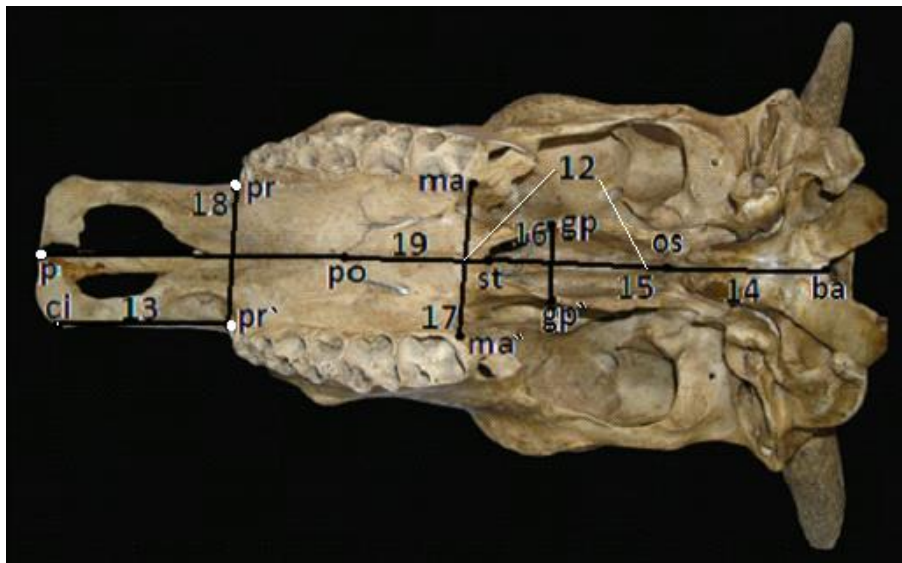


Рис. 2.3. Краніометричні параметри. Вентральна поверхня носо-мозкового відділу черепа. Макрофото: цифрова фотокамера «*Olimpus C – 5060 Wide Zoom*» (пояснення в тексті)

Краніологічними параметрами на потиличній поверхні носо-мозкового відділу черепа ВРХ є: висковий гребінь, форма міжтім'яної кістки, великий потиличний отвір, потиличні виростки, яремні відростки, війна ямка, потиличні гребені.

На потиличній поверхні носо-мозкового відділу черепа ВРХ нами визначено 10 остеометричних точок, а на їх основі розроблено 7 краніометричних параметрів (табл. 2.5, рис. 2.4).

Таблиця 2.5

**Остеометричні виміри на потиличній поверхні носо-мозкового відділу черепа**

Символи	Назва точки, виміру	Пояснення
<b>Краніометричні точки:</b>		
<i>ba</i>	Базіон	точка на нижньому краї великого потиличного отвору в медіанній площині
<i>b</i>	Брегма (шовна лобно-вискова точка)	розташовується в місці з'єднання міжлобового та лобно-вискового швів в медіанній площині
<i>ft</i>	Лобно-вискова точка	точка між каудальним кінцем зовнішнього лобового гребеня і верхнім кінцем вискового гребеня



<i>Символи</i>	<i>Назва точки, виміру</i>	<i>Пояснення</i>
<i>t</i>	Темпоральна точка	точка між каудальним кінцем виличного відростка вискової кістки і нижнім кінцем вискового гребеня
<i>op</i>	Опістіон	точка на верхньому краї великого потиличного отвору в медіанній площині
<i>co</i>	Конділярно-окципітальна точка	точка з'єднання латерального кінця верхнього краю великого потиличного отвору і потиличного виростка
<i>cd</i>	Конділярна верхня точка	найвища точка потиличного виростка
<i>cv</i>	Конділярна нижня точка	найнижча точка потиличного виростка
<i>cl</i>	Конділярна латеральна точка	найбільш виступаюча точка середньої довжини латерального краю потиличного виростка
<i>cm</i>	Конділярна медіальна точка	найбільш виступаюча точка середньої довжини медіального краю потиличного виростка
<b>Краніометричні параметри:</b>		
20	Висота потиличної поверхні	відстань між брегмою ( <i>b</i> ) і базіоном ( <i>ba</i> )
21	Дорсальна потилична ширина	відстань між лівою ( <i>ft</i> ) та правою ( <i>ft'</i> ) лобно-висковими точками
22	Вентральна потилична ширина	відстань між лівою ( <i>t</i> ) та правою ( <i>t'</i> ) точками темпораліс
<i>Символи</i>	<i>Назва точки, виміру</i>	<i>Пояснення</i>
23	Вертикальний переріз великого потиличного отвору	відстань між точками базіон ( <i>ba</i> ) і опістіон ( <i>op</i> )
24	Поперечний переріз великого потиличного отвору	відстань між лівою ( <i>co</i> ) та правою ( <i>co'</i> ) конділярно-окципітальними точками
25	Довжина потиличного виростка	відстань між конділярною верхньою ( <i>cd</i> ) і конділярною нижньою ( <i>cv</i> ) точками
26	Ширина потиличного виростка	відстань між конділярною латеральною ( <i>cl</i> ) і конділярною медіальною ( <i>cm</i> ) точками



Рис. 2.4. Краніометричні параметри. Потилична поверхня носомозкового відділу черепа. Макрофото: цифрова фотокамера «*Olimpus C – 5060 Wide Zoom*» (пояснення в тексті)

Аналіз мінливості окремих структур носомозкового відділу чепепа спонукав нас до обчислення відносних показників (індексів), які характеризують величину окремих розмірів структур черепа у відносних числах та визначити достовірність їх відмінностей. Індеси відображають узагальнені ознаки, і можуть використовуватися як критерії вікової і статевої ідентифікації біологічного матеріалу. Визначали такі індеси (табл. 2.6.):

Таблиця 2.6

**Краніометричні індеси носомозкового відділу черепа ВРХ**

№ з/п	Назва індекса	Символ	Пояснення	Формула
<b>Дорсо-латеральна поверхня</b>				
1	Індекс рогового відростку лобової кістки	<i>C</i>	відношення товщини (вимір 2) до довжини (вимір 1) рогового відростка лобової кістки, виражене у відсотках	$C = \frac{2}{1} \times 100\%$
2	Індекс лобової кістки	<i>F</i>	відношення міжрогової ширини (вимір 3) до довжини лобової кістки (вимір 4), виражене у відсотках	$F = \frac{3}{4} \times 100\%$
3	Індекс носової кістки	<i>N</i>	відношення прямої ширини (вимір 6) до довжини носової кістки (вимір 5), виражене у відсотках	$N = \frac{6}{5} \times 100\%$
4	Індекс кісткової орбіти	<i>O</i>	відношення зовнішньої орбітальної висоти (вимір 10) до зовнішньої орбітальної ширини (вимір 11), виражене у відсотках	$O = \frac{10}{11} \times 100\%$
5	Довжинно-лобний індекс	<i>F<sub>c</sub></i>	відношення міжрогової ширини (вимір 3) до довжини черепа (12)	$F_c = \frac{3}{12} \times 100\%$
<b>Вентральна поверхня</b>				
6	Довжинно-широтний індекс черепа	<i>Cr</i>	відношення щічної ширини черепа (вимір 9 до його довжини (вимір 12), виражене у відсотках	$Cr = \frac{9}{12} \times 100\%$
7	Індекс хоан	<i>H</i>	відношення ширини (вимір 16) до довжини (вимір 15) хоан, виражене у відсотках	$H = \frac{16}{15} \times 100\%$
8	Індекс ширини кісткового піднебіння	<i>Po</i>	відношення ростральної ширини (вимір 18) до аборальної ширини (вимір 17) кісткового піднебіння, виражене у відсотках	$Po = \frac{18}{17} \times 100\%$
9	Ростаральний індекс піднебінної ширини	<i>Pr</i>	відношення ростральної ширини кісткового піднебіння (18) до довжини черепа (12), виражене у відсотках	$Pr = \frac{18}{12} \times 100\%$
10	Аборальний піднебінний індекс	<i>Pa</i>	відношення аборальної ширини кісткового піднебіння (17) до довжини черепа (12), виражене	$Pa = \frac{17}{12} \times 100\%$

№ з/п	Назва індекса	Символ	Пояснення	Формула
			у відсотках	
<b>Потилична поверхня</b>				
11	Індекс потиличної поверхні	<i>Of</i>	відношення висоти потиличної поверхні (вимір 20) до вентральної потиличної ширини (вимір 22), виражене у відсотках	$Of = \frac{20}{22} \times 100\%$
12	Індекс великого потиличного отвору	<i>F</i>	відношення вертикального перерізу великого потиличного отвору (вимір 23) до його поперечного перерізу (вимір 24), виражене у відсотках	$F = \frac{23}{24} \times 100\%$
13	Індекс потиличного виростку	<i>Co</i>	відношення ширини потиличного виростку (вимір 26) до його довжини (вимір 25), виражене у відсотках	$Co = \frac{26}{25} \times 100\%$
14	Довжинно-бітемпоральний індекс	<i>Tt</i>	відношення вентральної потиличної ширини (вимір 22) до довжини черепа (вимір 12), виражене у відсотках	$Tt = \frac{22}{12} \times 100\%$
15	Індекс потиличної висоти	<i>Oc</i>	відношення висоти потиличної поверхні (вимір 20) до довжини черепа (вимір 12), виражене у %	$Oc = \frac{20}{12} \times 100\%$

З метою перевірки достовірності запропонованих краніометричних індексів для вікових груп ВРХ обох статей було застосовано однофакторний дисперсійний аналіз (ОФДА) за Н. А. Плохинським [285] та Г.Ф. Лакіним [286] для встановлення впливу віку і статі тварин, на значення певного індексу.

Для розробки методики визначення віку і статі ВРХ за значеннями краніометричних індексів, ми застосували дискримінантний аналіз за В. Ю. Урбахом [287].

Краніоспектроскопічний метод. Для приготування озолої проби, відбирали зразки кісткової тканини із ВЦК (аборально від підорбітального отвору), а також з тіла потиличної кістки (в ділянці м'язових горбків). Інфрачервону спектроскопію проводили за методикою Л. Л. Шафранського із співавт. [288] та Ю. С. Вайль із співавт. [289].

Озолення кісткової тканини здійснювали протягом 6 год. у муфельній печі за температури 600 °С. Далі кісткову золу протягом 30 хв. розтирали у агатовій ступці, а після змішування її з бромистим калієм (1:300), повторно розтирали. Із отриманої суміші у пресформі і вакуумі під тиском 200 атмосфер пресували пігулку. ІЧ-спектр пігулки записували на апараті «Avatar-360», фірми Nicolet – інфрачервоний спектрометр з Фур'є перетворювачем в інтервалі частот 567–3433 см<sup>-1</sup>.

Для обробки і подальшого аналізу спектрів виділили вісім характерних смуг поглинання, наявних у кожному з одержаних спектрів: 567 см<sup>-1</sup>,

603  $\text{cm}^{-1}$ , 632  $\text{cm}^{-1}$ , 1047  $\text{cm}^{-1}$ , 1091  $\text{cm}^{-1}$ , 3433  $\text{cm}^{-1}$ . Ці смуги відображають деформаційні і валентні коливання фосфатних і карбонатних груп. Методом базисної лінії виключали вплив дифузного (фонового) ослаблення випромінювання [289]. Аналізуючи ІЧ-спектрограми озолених проб кісткової тканини носомозкового відділу черепа проводили підрахунок відносної оптичної щільності (ВОЩ) смуг поглинання, котрі характеризують відносну концентрацію досліджуваних мінеральних компонентів у кістковій тканині.

Відносну оптичну щільність (ВОЩ) смуги поглинання, з урахуванням поправки на фон, обчислювали за формулою:

$$D = \lg \frac{T_{\delta}}{T} \quad (3)$$

де  $T_{\phi}$  – коефіцієнт пропускання фону за даної довжини хвилі;  
 $T$  – визначений коефіцієнт пропускання для тієї ж довжини хвилі.

Для автоматизації процесу встановлення віку ВРХ з урахуванням її статі на різних рівнях їх структурної організації носомозкового відділу черепа нами розроблена авторська комп'ютерна програма «*Skull Cattle*» та обґрунтована її методологія.

Варіаційно-статистичну обробку цифрових показників виконували на персональному комп'ютері з використанням стандартних програмних пакетів «*Microsoft Excel*», «*Maple-9*». Достовірність визначали за критерієм Ст'юдента. Результати середніх значень вважали статистично достовірними за  $p \leq 0,05$ ;  $p \leq 0,01$ ,  $p \leq 0,001$ .

Фотографування носомозкового відділу черепа проводили цифровою фотокамерою «*Olimpus C-5060 Wide Zoom*», а також сканували за допомогою сканера «*Epson perfection V100 photo*» з наступним виготовленням фотознімків.

## Розділ 3

# КРАНІОСКОПІЧНІ ОЗНАКИ ТА КРИТЕРІЇ ВИЗНАЧЕННЯ ВІКУ І СТАТІ ВРХ ЗА НОСОМОЗКОВИМ ВІДДІЛОМ ЧЕРЕПА

### 3.1. Потилична поверхня черепа

Потилична поверхня черепа новонароджених тварин (0–2 міс) складається з однієї парної (тім'яна) та двох непарних кісток (міжтім'яна і потилична), які у зв'язку з раннім віком тварин характеризуються своїми морфологічними особливостями (рис. 3.1). Тім'яні та міжтім'яна кістки добре виражені і значною мірою знаходяться на дорсальній поверхні черепа, з'єднані з лобовими кістками за допомогою синхондрозу. У ділянці топографічної межі тім'яних, міжтім'яної та двох лобових кісток присутнє невеличке «джерельце», формою правильного трикутника, заповнене хрящовою тканиною.

Міжтім'яна кістка форми правильного трикутника, вершина якого спрямована орально і розділяє тім'яні кістки. Аборально міжтім'яна кістка відділена від потиличної кістки добре вираженим потиличним гребенем.

Потилична луска у новонароджених телят серцеподібної форми, яка своєю вершиною спрямована вентрально, розділяє парні латеральні частини потиличної кістки та частково формує дорсальний край великого потиличного отвору. У центрі потиличної поверхні, на межі між лускою потиличної кістки та міжтім'яною кістками, знаходиться невеличке підвищення – зовнішній потиличний виступ.

Парні латеральні частини потиличної кістки формують дорсолатеральні краї більшого потиличного отвору. У зв'язку з тим, що між парними латеральними частинами потиличної кістки частково вклинюється луска потиличної кістки, дорсальний край більшого потиличного отвору залишається частково не замкненим. Кожна латеральна частина потиличної кістки має виростки, вентральні кінці заокругленої форми.

У тварин віком від 2 до 4 місяців структурні компоненти потиличної поверхні черепа суттєво не відрізняються від попередньої вікової групи, проте помітні деякі особливості, що пов'язані зі зміною лінійних розмірів кісток черепа. Завдяки інтенсивному росту лобових кісток в аборальному напрямку розміри «джерельця» на лобовій поверхні черепа значно зменшені, проте повне зростання тім'яних і лобових кісток не реєструється. Тім'яні кістки дещо зміщені аборально завдяки росту лобових кісток та з'єднані з ними за допомогою синхондрозу. Добре помітні межі міжтім'яної кістки, яка зберігає форму правильного трикутника.

Форма потиличної луски дещо змінюється, у порівнянні з попередньою віковою групою, за рахунок її росту у вентролатеральному напрямку вона

набуває П-подібної форми. Зовнішній потиличний виступ суттєво не змінює своєї форми.

Парна латеральна частина потиличної кістки повністю формує дорсальний край більшого потиличного отвору витісняючи, таким чином, вентральний край потиличної луски. Форма вентральних країв потиличних виростків заокруглена, згладжена. Дорсально над потиличними виростками добре виражена дорсальна виросткова ямка. З'єднання латеральної частини потиличної кістки з потиличною лускою здійснюється за рахунок синхондрозу, що забезпечує збільшення лінійних розмірів черепа.

У ВРХ віком від 4 до 6 місяців продовжує реєструватися інтенсивне збільшення лінійних розмірів кісток черепа, що відображається на їх топографії та зовнішній формі. Лобові кістки за рахунок росту в аборальному напрямку повністю витісняють тім'яні та міжтім'яну кістки на потиличну частину черепа, формуючи добре помітне міжрогове підвищення.

Тім'яні кістки зміщуються на потиличну поверхню черепа утворюють вийну пластинку, яка без помітних меж з'єднується з міжтім'яною кісткою та лускою потиличної кістки. У центрі потиличної поверхні реєструється помітний, добре розвинутий зовнішній потиличний виступ.

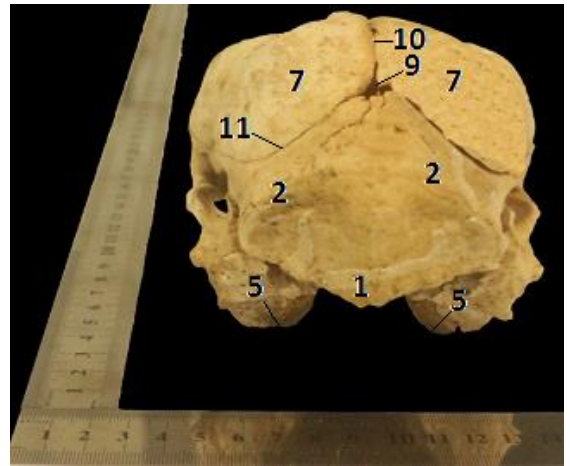
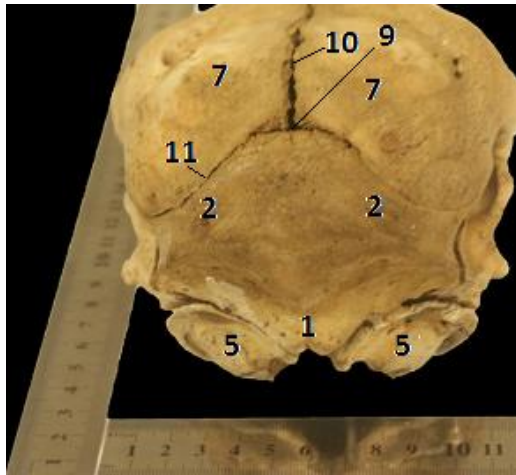
Парні латеральні частини потиличної кістки дорсально з'єднані з лускою потиличної кістки за рахунок синхондрозу. Вони також формують дорсальний край більшого потиличного отвору. Парні латеральні частини потиличної кістки з'єднуються над більшим потиличним отвором, за рахунок синхондрозу.

Вентральні краї суглобових виростків набувають загостреної форми. Яремні відростки, у порівнянні з попередніми віковими групами тварин, значно зміщуються вентро-медіально.

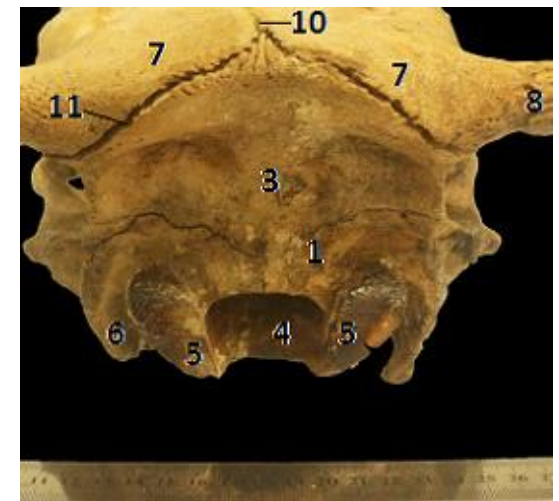
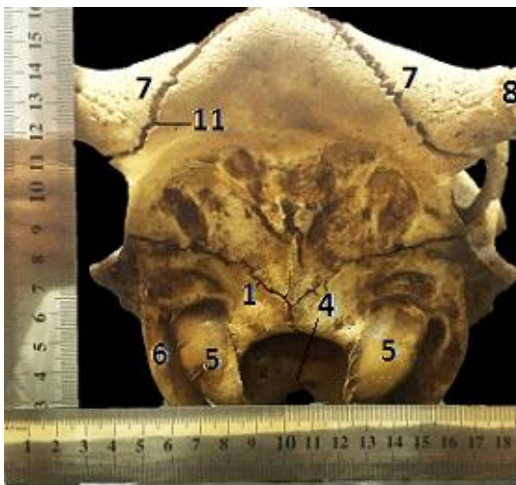
У тварин 6-9 міс. віку продовжує реєструватися збільшення лінійних розмірів кісток черепа, та, як наслідок, деяка зміна їх форми і топографії. Вийна пластинка, яка утворилася внаслідок злиття тім'яних та міжтім'яної кісток, добре помітна, дорсально вона з'єднана з лобовими кістками за рахунок синхондрозу, вентрально відділена від луски потиличної кістки добре помітною вийною лінією. Вийна пластинка разом з лускою потиличної кістки утворюють єдину, відносно рівну п-подібну пластину, яка формує задню і частково бічну стінку черепа. В центральній частині потиличної поверхні реєструється добре виражений зовнішній потиличний виступ.

Латеральні частини потиличної кістки дорсально з'єднуються за допомогою синхондрозу з лускою потиличної кістки, а вентрально формують дорсальний край більшого потиличного отвору, з'єднуючись над ним за допомогою синхондрозу.

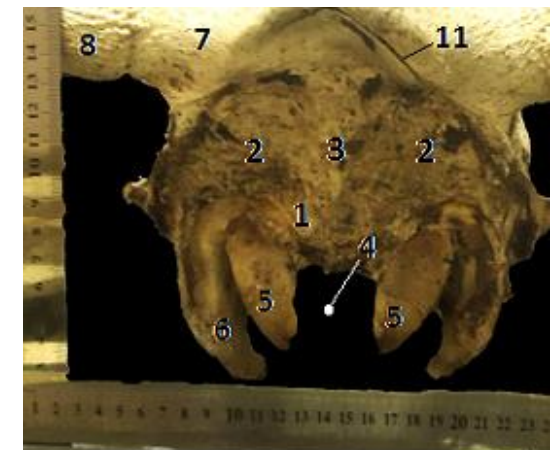
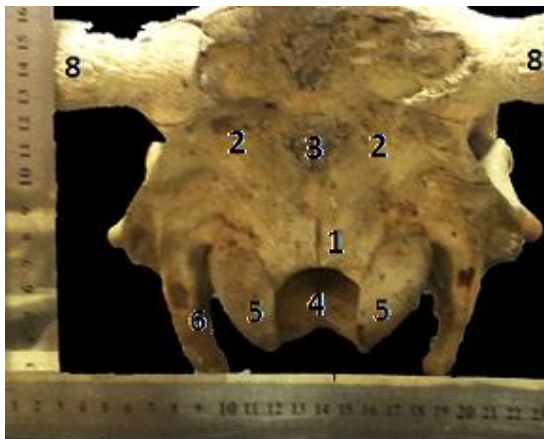
Потиличні виростки з добре розвинутими суглобовими поверхнями та загостреними вентральними краями. Яремні відростки спрямовані вентро-медіально, у порівнянні з попередньою віковою групою, більш масивні і видовжені.



А



б



В

А

Б

Рис. 3.1. Носомозковий відділ черепа ВРХ (потилична поверхня): А – самця, Б – самки. а – 0-2 міс., б – 12-18 міс., в – 60-120 міс. Макрофото. Цифрова фотокамера «Olimpus C – 5060» Wide Zoom» 1 – луска потиличної кістки; 2 – тім'яна кістка; 3 – міжтім'яна кістка; 4 – більший потиличний отвір; 5 – потиличний виросток; 6 – яремний відросток; 7 – лобова кістка; 8 – роговий відросток лобової кістки; 9 – джерельце; 10 – сагітальний шов; 11 – лобно-тім'яний шов.

У тварин віком від 9 до 12 місяців потилична поверхня черепа не зазнає суттєвих змін. Вийна пластинка дорсально з'єднана з лобовими кістками за допомогою синхондрозу. Вентрально відділена від луски потиличної кістки добре помітною вийною лінією.

Луска потиличної кістки з вираженою рельєфною поверхнею та дещо втиснена. У центрі потиличної поверхні розташоване добре виражене, рельєфне зовнішнє потиличне підвищення. Вентрально луска потиличної кістки, за допомогою синхондрозу з'єднана з латеральними частинами потиличної кістки.

Латеральні частини потиличної кістки з добре розвинутими потиличними виростками, а також дорсальні виросткові ямки. Яремні відростки за ступенем розвитку подібні до попередньої групи тварин.

У ВРХ віком від 12 до 18 місяців структура потиличної поверхні черепа, у порівнянні з попередньою віковою групою, суттєво не змінюється, проте реєструються і деякі візуальні відмінності. Слід відзначити, що зовнішнє потиличне підвищення починає набувати клиноподібної форми з розширеним дорсальним та звуженим вентральним кінцями. Поверхня його стала більш пласкою та горбистою, що, очевидно, пояснюється морфофункціональною адаптацією черепа до механічних навантажень. Луска потиличної кістки дорсально відділена від вийної пластинки добре помітною вийною лінією, а вентрально з'єднана з латеральними частинами потиличної кістки за допомогою синостозу.

Латеральні частини потиличної кістки суттєво не відрізняються від аналогічних у попередніх вікових груп тварин. Вони мають добре розвинуті потиличні виростки з вираженими дорсальними виростковими ямками. Латеральні частини потиличної кістки над великим потиличним отвором з'єднані за допомогою синостозу, що реєструється у вигляді шва, спрямованого перпендикулярно до дорсального краю великого потиличного отвору.

Потиличні виростки добре розвинуті, виросткові ямки та яремні відростки добре виражені.

У ВРХ віком від 18 до 24 місячного віку ріст кісток черепа зберігається, що особливо помітно на прикладі лобових кісток, які продовжують зміщуватися аборально. При цьому, дорсальний край вийної пластинки, яка утворилася внаслідок злиття тім'яних та міжтім'яної кісток, також зміщена і спрямована під певним кутом до луски потиличної кістки (нависає над нею).

Інтенсивність росту лобових кісток, очевидно, обумовлює і збереження синхондрального з'єднання вийної пластинки з вищезгаданими лобовими кістками. Зовнішній потиличний виступ набуває вираженої клиноподібної форми. Луска та латеральні частини потиличної кістки з'єднані між собою за допомогою синостозу, шов якого добре виражений.

У ВРХ віком від 24 до 30 місячного віку суттєвих змін у структурі потиличної поверхні черепа, у порівнянні з попередньою віковою групою тварин, не реєструється. Лобові кістки зберігають тенденцію до росту в



аборальному напрямку, зміщуючи дорсальний край вийної пластинки. З'єднання між вийною пластинкою та лобовими кістками зберігає ознаки синхондрозу.

Потилична поверхня має виражену П-подібну, відносно пласку поверхню у центрі якої знаходиться зовнішній потиличний виступ клиноподібної форми з рельєфною поверхнею. Луска та латеральні частини потиличної кістки з'єднані між собою за допомогою синостозу, лінія якого добре помітна під час візуального огляду.

Потиличні виростки добре розвинуті, виросткові ямки згладжені, яремні відростки аналогічної макроструктурної характеристики, як у тварин попередньої вікової групи.

У ВРХ віком від 30 до 36 місяців реєструється відносна стабільність структурних компонентів потиличної поверхні. Серед найбільш виражених змін, у порівнянні з попередньою віковою групою, слід відзначити ознаки синостозування вийної пластинки та лобових кісток. Потилична поверхня відносно пласка, вираженої П-подібної форми. У її центрі знаходиться зовнішній потиличний виступ з вираженою рельєфною поверхнею. З'єднання луски та латеральних частин потиличної кістки має ознаки добре вираженого синостозу, що візуально реєструється у вигляді кісткових швів. Потиличні виростки та яремні відростки добре розвинуті, виросткові ямки відносно слабо виражені.

У ВРХ віком від 36 до 60 місяців потилична поверхня черепа характеризується ознаками завершення росту, що пояснюється повним синостозуванням вийної пластинки з лобовими кістками та луски потиличної кістки з латеральними частинами потиличної кістки. В ділянці синостозування вищезгаданих кісток, шви відсутні. Зовнішній потиличний виступ добре виражени, рельєфний. Потилична поверхня відносно рівна, вираженої П-подібної форми.

Потиличні виростки та яремні відростки добре розвинуті, масивні. Суглобові поверхні виростків добре виражені дещо піднімаються над латеральними поверхнями потиличної кістки.

Структура потиличної поверхні черепа у ВРХ віком від 60 до 120 місяців відрізняється своєю завершеністю. У порівнянні з попередньою віковою групою форма потиличної поверхні П-подібна, більш ширша, відносно пласка з виступаючим рельєфним зовнішнім потиличним виступом. На місці з'єднання двох латеральних частин потиличної кістки над більшим потиличним отвором утворюється невеличкий гребінь, який разом з зовнішнім потиличним виступом розділяють луску потиличної кістки на дві частини.

Отже, аналіз вікової динаміки краніоскопічних характеристик ВРХ дозволив виявити маркерні інформативні ознаки (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

**Краніоскопічні вікові діагностичні ознаки на потиличній поверхні черепа**

Морфологічні ознаки	Вікові групи, міс.											
	0-2	2-4	4-6	6-9	9-12	12-18	18-24	24-30	30-36	36-60	60-120	
Наявність джерельця на лобовій поверхні черепа	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Вираженість тім'яної та міжтім'яної кісток	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
З'єднання латеральних частин потиличної кістки над більшим потиличним отвором	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Утворення вийної пластинки	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Вираженість лінії синостозування луски та латеральних частин потиличної кістки	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-
Вираженість лінії синостозування вийної пластинки та лобових кісток	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Облітерація кісткових швів	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+

### 3.2. Дорсальна поверхня черепа

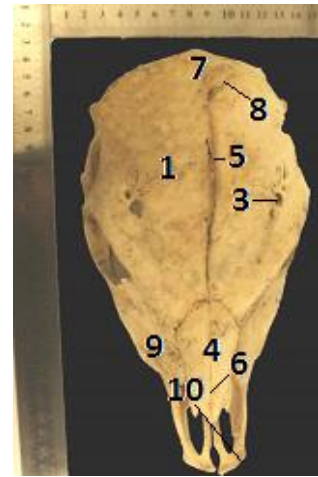
У новонародженої ВРХ віком до 2 місяців дорсальна поверхня черепа утворена лобовими, носовими, а також частково тім'яними та міжтім'яною кістками (рис. 3.2). Чіткої межі між потиличною та дорсальною поверхнями черепа не спостерігається, оскільки відсутній міжроговий гребінь. Лобові кістки в ділянці їх топографічних меж з тім'яними та міжтім'яною кістками утворюють «джерельце» правильної трикутної форми, заповнене хрящовою тканиною. Максимальну площу дорсальної поверхні черепа новонароджених тварин утворюють лобові кістки, які помітно випуклі в ділянці лобової луски. Між собою однойменні кістки з'єднані в медіанній площині синхондрозом та утворюють лобовий шов.

Надочні отвори подвійні, один отвір, як правило, більшого, а інший – меншого діаметру. Вони, як правило, правильно-округлої форми. Поряд з надочними отворами знаходяться ще ряд дрібніших отворів до яких тянуться дрібні борозни. Це свідчить про інтенсивну васкуляризацію цієї ділянки голови. Від надочних отворів відходить слабо виражена судинна борозна.

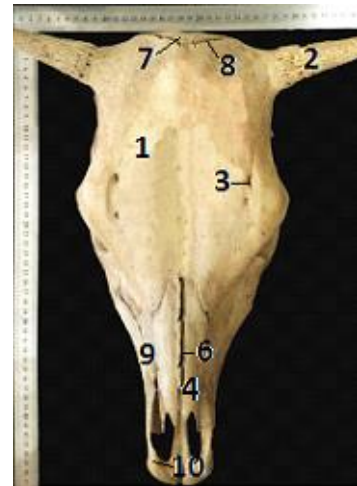
Назально лобові кістки за допомогою синхондрозу з'єднані з носовими кістками.

У тварин віком від 2 до 4 місячного віку спостерігається помітний ріст лобових кісток, особливо в аборальному напрямку. Спостерігається помітне зменшення розмірів «джерельця», воно майже повністю закрито кістковою тканиною. Тім'яні та міжтім'яна кістки зміщуються на потиличну поверхню черепа. Випуклість лобових кісток помітно зменшується. Реєструється деяке збільшення довжини судинної борозни як в назальному, так і аборальному напрямках. Надочні отвори, переважно, правильної округлої форми та зберігають тенденцію до збільшення діаметра. Назально лобові кістки за допомогою синхондрозу з'єднані з носовими кістками, які, у порівнянні з аналогічними кістками попередньої вікової групи тварин, більшої довжини та з'єднані між собою в медіанній площині синхондрозом.

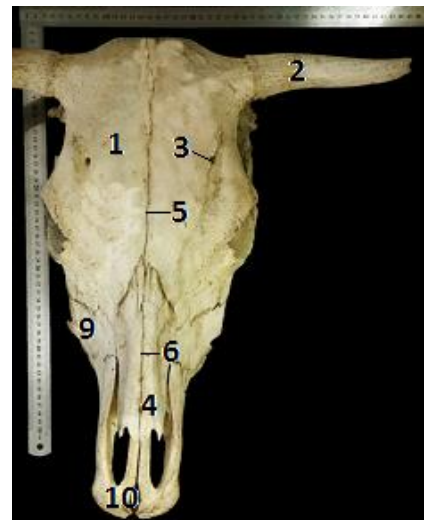
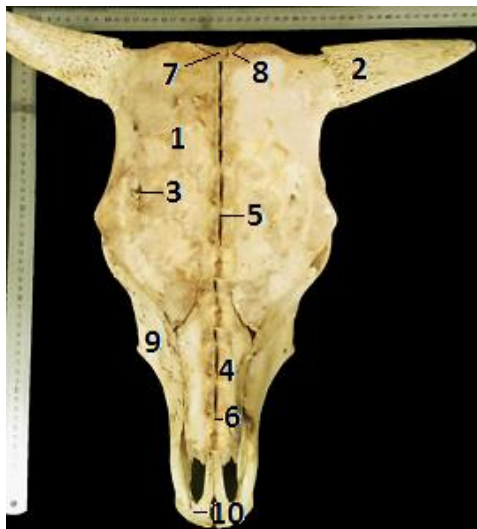
У ВРХ віком від 4 до 6 місяців ріст кісток черепа зберігається, що особливо помітно на зміні лінійних розмірів лобових кісток. Відбувається повне зміщення тім'яних та міжтім'яних кісток на потиличну поверхню з утворенням вийної пластинки. У цей період постнатального онтогенезу ВРХ добре виражені рогові відростки та міжроговий гребінь. Рогові відростки помітно васкуляризовані, про що свідчить велика кількість живильних отворів різної форми та діаметру на його поверхні. Шийка рогових відростків лобових кісток виражена слабо. Лобові кістки набувають вираженої, відносно пласкої поверхні, з'єднані між собою за допомогою синхондрозу з утворенням лобового шву. Добре виражена судинна борозна, яка стає більш видовженою в назальному напрямку. На її дні реєструються надочні отвори, переважно однакового діаметру та форми.



а



б



в

А

Б

Рис. 3.2. Носомозковий відділ черепа ВРХ (дорсальна поверхня): А – самця, Б – самки. а – 0-2 міс., б – 12-18 міс., в – 60-120 міс. Макрофото. Цифрова фотокамера «Olimpus C – 5060» Wide Zoom». 1 – лобова кістка; 2 – роговий відросток лобової кістки; 3 – надорбітальний отвір; 4 – носова кістка; 5 – сагітальний шов; 6 – міжносовий шов; 7 – тім'яна кістка; 8 – лобно-тім'яний шов; 9 – верхньощелепна кістка; 10 – різцева кістка.

Назально лобові кістки за допомогою синхондрозу з'єднуються з носовими кістками, які стають більш масивними і видовженими, у порівнянні з аналогічними кістками попередньої вікової групи тварин. Носові кістки також з'єднуються за допомогою синхондрозу.

У ВРХ віком від 6 до 9 місяців дорсальна поверхня черепа характеризується збільшенням лінійних розмірів кісток, що її утворюють. Лобові кістки зберігають тенденцію до збільшення лінійних розмірів у довжину та ширину. Їхня поверхня відносно пласка, розділена в медіанній площині лобовим швом. Рогові відростки лобових кісток виражені, добре васкуляризовані. Біля їх основи помітне звуження з гладенькою поверхнею – шийка рогового відростка лобової кістки. Міжроговий гребінь добре виражений.

Судинний канал та надочні отвори суттєво не відрізняються за своєю структурою від аналогічних утворень попередньої вікової групи.

Носові кістки більших лінійних розмірів, у порівнянні з попередньою віковою групою, з'єднані між собою та лобовою кісткою за допомогою синхондрозу.

У тварин від 9 до 12 місячного віку зберігається тенденція до збільшення лінійних розмірів кісток черепа. Лобові кістки за рахунок свого росту в аборальному напрямку дещо зміщені за потиличну поверхню та формують більш виражений потиличний гребінь.

Рогові відростки добре васкуляризовані, з добре вираженою шийкою, збільшуються в розмірах.

Структура судинного каналу та надочних отворів суттєво не відрізняється від тварин попередньої вікової групи. Лобовий шов добре помітний, утворений переважно за рахунок синостозування.

Лінійні розміри носових кісток також збільшуються, у порівнянні з попередньою віковою групою. Лобові та носові кістки з'єднані між собою за допомогою синостозу. На місці з'єднання помітні шви.

У ВРХ від 12 до 18 місячного віку кістки дорсальної поверхні черепа зберігають динаміку до збільшення лінійних розмірів. Помітний ріст лобових кісток у ширину, а також аборально. Збільшуються лінійні розміри рогових відростків лобових кісток, їх основа з вираженою шийкою. Поверхня рогового відростка з великою кількістю живильних отворів та невеличких борозен, що свідчить про високу ступінь їх васкуляризації. Міжроговий гребінь добре виражений, більш розвинутий, у порівнянні з попередньою віковою групою.

Лобовий шов добре виражений. Він знаходиться у медіанній площині і є місцем синостозування одноіменних лобових та носових кісток. Останні з'єднуються між собою шляхом синостозування. Надочні отвори добре виражені, видовжено-овальної, а також округлої форми.

У ВРХ від 18 до 24 міс. віку, у порівнянні з попередньою віковою групою, дорсальна поверхня черепа відносно більшої площі за рахунок росту лобових кісток та їх рогових відростків, а також носових кісток.

Лобові кістки зміщуються за потиличну поверхню, формуючи ще більш помітний міжроговий гребінь. Роговий відросток лобової кістки добре розвинутий та пронизаний великою кількістю живильних отворів. Вздовж рогового відростку тягнеться велика кількість борозен. Основа рогу оточена, має помітно виражену, відносно широку шийку. У медіанній площині лобові та носові кістки з'єднані синостозом.

У ВРХ віком від 24 до 30 місяців тенденція до збільшення лінійних розмірів дорсальної поверхні черепа зберігається. Лобові кістки ростуть в аборальному та латеральних напрямках. Рогові відростки добре розвинуті. На них чітко виділяється шийка і вінчик рогу. Роговий відросток щільно вкритий сіткою живильних отворів та борозен. Міжроговий горб масивний, розташований над потиличною поверхнею. Лобові та носові кістки з'єднані синостозом. Носові кістки видовжені, широкі.

Добре розвинутий судинний канал, в якому виражені надочні отвори.

У ВРХ віком від 30 до 36 місяців розміри дорсальної поверхні черепа зберігають тенденцію до збільшення. Ще більш масивними стають лобові та носові кістки. Аборально лобові кістки, разом з вийною пластинкою, формують масивний міжроговий гребінь. Рогові відростки стають ще більш масивнішими, пронизані великою кількістю живильних отворів та борозен. Вінчик рога підвищується над рівнем його шийки. Судинний канал та надочні отвори добре виражені, спостерігається тенденція до зміщення їх у аборальному напрямку. Лобові та носові кістки з'єднані за допомогою синостозу.

У тварин віком від 36 до 60 місяців розміри дорсальної поверхні черепа набувають максимальних розмірів, що особливо помітно на лобовій поверхні, яка збільшується як в аборальному, так і у латеральному напрямках. Рогові відростки лобових кісток збільшуються, у порівнянні з попередньою віковою групою, майже у двічі. Кількість живильних отворів, на їх поверхні, значно зменшується. Борозни, які тягнуться вздовж поверхні рогових відростків рельєфні, виражені. Вінчик рогу добре виражений, знаходиться вище рівня його шийки.

Міжроговий гребінь дуже масивний, нависає над потиличною поверхнею. Судинні канали, у порівнянні з попередніми віковими групами, глибокі, з вираженими судинними отворами.

Лобові та носові кістки з'єднані за допомогою синостозу, формують виражений лобовий шов.

У тварин віком від 60 до 120 місяців лінійні розміри дорсальної поверхні черепа суттєво не змінюються, у порівнянні з попередньою віковою групою. Лобові кістки широкі та довгі. Рогові відростки масивні, довгі та у більшості випадків дещо закручені в назальному напрямку. Вінчик та шийка рогів добре виражені. Міжроговий гребінь більш масивний, ніж у попередній віковій групі. Судинні канали та надочні отвори дуже добре розвинуті та зміщені від очної кісткової орбіти аборально. Лобові та носові кістки синостозовані, шви добре помітні не облітеровані.

Маркерні краніоскопічні ознаки на дорсальній поверхні черепа наведені у табл. 3.2.

Таблиця 3.2

**Краніоскопічні вікові діагностичні ознаки на дорсальній поверхні черепа**

Морфологічні ознаки	Вікові групи, міс.										
	0-2	2-4	4-6	6-9	9-12	12-18	18-24	24-30	30-36	36-60	60-120
Випуклість лобових кісток	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Вираженість джерельця	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Зміщення тим'яних і міжтим'яних кісток	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Вираженість шийки і вінчика рогового відростка	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+

**3.3. Латеральна поверхня черепа**

Латеральна поверхня черепа у ВРХ представлена тим'яною, скроневою, кам'янистою, виличною, слізною, верхньощелепною та різцевою кістками (рис. 3.3).

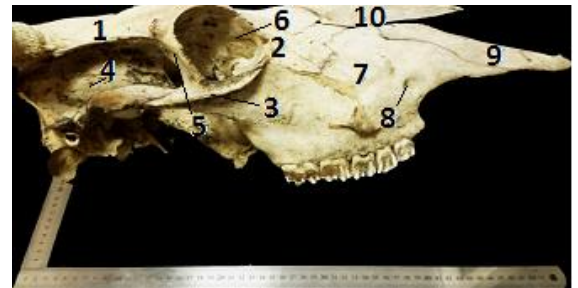
У новонароджених тварин віком 0-2 місяці зовнішня форма та топографія вищезгаданих кісток дещо відрізняється від дорослих тварин. Тим'яна кістка являє собою увігнуту кісткову пластинку, котра каудально частково заходить на потиличну поверхню та виходить за каудальний край лобової кістки. Вискова кістка також має пластинчасту структуру. Латерально від неї відходить виличний відросток, котрий за допомогою синхондрозу з'єднується із висковим відростком виличної кістки. Виличний відросток скроневої кістки разом з скронеvim відростком виличної кістки утворюють виличну дугу, котра у порівнянні із дорослими тваринами є достатньо тонкою. Лобний відросток виличної кістки разом з виличним відростком лобової кістки з'єднуються за допомогою синхондрозу та формують каудальний край кісткової орбіти. На латеральній поверхні виличної кістки реєструється ледь помітний виличний гребінь. Рострально та дорсально вилична кістка межує із ВЩК та слізною кістками, які з'єднані між собою синхондральними швами, котрі зовні мають вигляд тонких ліній. Форма зовнішнього слухового отвору – неправильна овальна. Щічний горб на поверхні верхньощелепної кістки не помітний. Рострально ВЩК за допомогою синхондрозу з'єднуються із різцевими кістками.



а



б



в

А

Б

Рис. 3.3. Носомозковий відділ черепа ВРХ (латеральна поверхня): А – самця, Б – самки. а – 0-2 міс., б – 12-18 міс., в – 60-120 міс. Макрофото. цифрова фотокамера «*Olimpus C – 5060*» *Wide Zoom*». 1 – лобова кістка; 2 – сліз'яна кістка; 3 – вилична дуга; 4 – вискова ямка; 5 – орбітальна дуга; 6 – очна орбіта; 7 – верхньощелепна кістка; 8 – підорбітальний отвір; 9 – різцева кістка; 10 – носова кістка.

У ВРХ віком 2–4 місяці спостерігається збільшення лінійних розмірів кісток латеральної поверхні черепа. Поверхня тім'яної кістки набуває ще більш увігнутої форми, а її каудальний край зміщується ближче до рівня каудального краю лобових кісток, що пояснюється інтенсивним ростом останніх. Форма скроневої кістки суттєво не змінюється, її виличний відросток стає більш масивним, у порівнянні з попередньою віковою групою. Форма і розміри виличної кістки суттєво не змінюються, виличний гребінь також суттєво не змінює своїх розмірів.

Лобовий відросток виличної кістки за допомогою зубчастого синхондрозу, з'єднується з виличним відростком лобової кістки. Скроневий відросток виличної кістки також за допомогою синхондрозу з'єднується з



випучким відростком скроневої кістки. Форма з'єднання – лінійна. Слізна кістка має пластинчасту структуру, її лінійні розміри, у порівнянні із попередньою віковою групою, дещо збільшені. Слізна кістка межує з лобовою, носовою, верхньощелепною та виличною кістками і з'єднується з ними за допомогою синхондрозу, який із зовні утворений не зубчастими, а ламаними лініями. Зовнішній слуховий отвір неправильної овальної форми. Щічний горб на поверхні верхньощелепної кістки не помітний. Ростральні верхньощелепні кістки за допомогою синхондрозу з'єднуються із різцевими кістками. Форма з'єднання – лінійна, без зубчаста.

У ВРХ віком 4–6 місяців відзначається інтенсивне збільшення лінійних розмірів кісток черепа, у тому числі і латеральної його поверхні. Тім'яна кістка набуває ще більш увігнутої поверхні, а її каудальний край повністю зміщується на латеральну поверхню за рахунок інтенсивного росту лобових кісток. З'єднання між тім'яною та скроневою кістками набуває виражених ознак синостозу, а зовнішня форма шва стає зубчастою. Виличний відросток скроневої кістки добре розвинутий, масивний та за допомогою синхондрозу з'єднується із скронеvim відростком виличної кістки. Форма з'єднання – лінійна. З'єднання лобового відростка виличної кістки з виличним відростком лобової кістки зберігає ознаки синхондрозу, зубчастої форми. Виличний гребінь добре помітний, у порівнянні із попередньою віковою групою. Лінійні розміри слізної кістки помітно збільшуються. На межі з'єднання її із лобовою, верхньощелепною та виличною кістками утворюються зубчасті синостози. З'єднання слізної та носової кісток зберігає ознаки синхондрозу.

Щічний горб на верхньощелепній кістці добре помітний. Ростральні верхньощелепні кістки за допомогою синхондрозу з'єднуються із різцевими кістками. Форма з'єднання лінійна.

У ВРХ віком 6–9 місяців зберігається тенденція до збільшення лінійних розмірів черепа. За рахунок збільшення площі лобових кісток відбувається збільшення глибини скроневої ямки. При цьому, поверхня тім'яної кістки набуває плоскої поверхні. Розміри скроневої кістки залишаються відносно сталими, проте спостерігається виражене збільшення виличного відростка, котрий синхондрозом з'єднується із скронеvim відростком виличної кістки. Синхондральне з'єднання також реєструється між лобовим відростком виличної кістки та виличним відростком лобової кістки. Площа виличної кістки та виличний гребінь помітно збільшуються. Розміри слізної кістки також збільшуються. На межі її з'єднання із лобовою, верхньощелепною та виличною кістками реєструються синостозні з'єднання, подібні до попередньої вікової групи. З'єднання слізної кістки із носовою зберігає ознаки синхондрозу.

На верхньощелепній кістці добре виражений щічний горб. Ростральні, верхньощелепні кістки, за допомогою синхондрозу, з'єднуються із різцевими. Форма з'єднання – лінійна.

У ВРХ віком 9–12 місяців зберігається тенденція до збільшення лінійних розмірів кісток латеральної поверхні черепа. Форма тім'яної кістки

залишається без особливих змін, проте зберігається тенденція до збільшення її площі. На межі з'єднання тім'яної кістки з лобовою та скроневою кістками реєструються синостози, вираженої зубчастої форми. Площа скроневої кістки дещо збільшується, у порівнянні із попередньою віковою групою. Збільшуються також розміри виличного відростка, котрий за допомогою синхондрозу з'єднується із скронеvim відростком виличної кістки. Зовнішня форма синхондрозу – у вигляді косо-повздожньої прямої лінії. Лобовий відросток виличної кістки, а також виличний відросток лобової кістки також з'єднуються за допомогою синхондрозу, проте на відміну від попереднього з'єднання, форма останнього – зубчата. Розміри виличної кістки також зберігають тенденцію до збільшення. Особливо масивним стає виличний гребінь. Площа слізної кістки також збільшується. Структура та форма її з'єднань із суміжними кістками є аналогічними з попередньою віковою групою, проте реєструється також синостоз між слізною та носовою кістками. Слід відзначити, що у тварин цієї вікової групи добре розвинутий щічний горб. Ростральні верхньощелепні кістки за допомогою синхондрозу з'єднуються із різцевими. Форма з'єднання – лінійна.

Структура кісток латеральної поверхні черепа у ВРХ віком 12–18 міс. не має суттєвих відмінностей від попередньої вікової групи. Зберігається загальна тенденція до збільшення їх розмірів. Розміри тім'яної кістки дещо збільшуються на межі її з'єднання із лобовою та скроневою кістками реєструються синостози, котрі мають виражену зубчасту структуру. Реєструється тенденція до збільшення розмірів скроневої кістки, зокрема її виличного відростку, котрий стає ще більш масивним, у порівнянні з попередньою віковою групою та за допомогою синхондрозу з'єднується із скронеvim відростком виличної кістки. Аналогічне з'єднання реєструється і на межі лобового відростка виличної кістки з виличним відростком лобової кістки. Спостерігаються ознаки збільшення виличного гребеня, який набуває ще більш масивних розмірів. Відзначається збільшення розмірів слізної кістки. Структура її з'єднань із лобовою, носовою та виличною кістками, у переважній більшості являє собою синостози лінійної форми. Натомість синостоз між слізною та верхньощелепною кістками, у переважній більшості, зубчастої структури. Між верхньощелепною, носовою та різцевими кістками реєструються синхондральні з'єднання. На поверхні верхньощелепної кістки реєструється добре розвинутий щічний горб.

У ВРХ віком 18–24 місяці зберігається тенденція до збільшення розмірів кісток латеральної поверхні черепа. Не дивлячись на загальну тенденцію, розміри тім'яної кістки залишаються відносно сталими. Скронева кістка зберігає тенденцію до збільшення. З'єднання між вище згаданими двома кістками аналогічне до попередньої вікової групи і утворене синостозом зубчастої форми. З'єднання між виличним відростком скроневої кістки та скронеvim відростком виличної кістки зберігає ознаки синхондрозу. Аналогічний вид з'єднання реєструється між лобовим відростком виличної кістки та виличним відростком лобової кістки. Розміри виличного гребеня та виличної кістки суттєво не збільшуються. Дорсально вилична кістка за

допомогою синостозу, що має вигляд вигнутої лінії, з'єднується із слізною кісткою. Ростральна вилична кістка, за допомогою зубчастого синостозу, з'єднується з верхньощелепною кісткою. Аналогічний вигляд зубчастого синостозу реєструється між слізною та верхньощелепною кістками. Між слізною, лобовою та носовою кістками реєструється, переважно, синостоз лінійної форми. Між верхньощелепною, носовою та різцевою кістками зберігаються ознаки синхондрального з'єднання. Щічний горб добре виражений. Зовнішній слуховий отвір правильної округлої форми.

У ВРХ віком 24-30 міс. тенденція до збільшення лінійних розмірів латеральної поверхні черепа зберігається. Тім'яна кістка набуває ще більш вираженої пласкої поверхні, а її з'єднання з скроневою кісткою – ще більш вираженої зубчастої форми. Скронева кістка дещо видовжується рострально, а її виличний відросток набуває ще більш вираженої масивності, у порівнянні із попередньою віковою групою. Виличний відросток скроневої кістки та скроневий відросток виличної кістки утворюють косо-повздожне з'єднання у вигляді прямої лінії, котре все більше набуває ознак синостозу. Натомість, лобовий відросток виличної кістки та виличний відросток лобової кістки з'єднуються за допомогою синхондрозу зубчастої форми. На черепі тварин цієї вікової групи добре розвинутий виличний гребінь, котрий огинає вентральну частину кісткової орбіти. Вилична кістка збільшується в розмірах, особливо рострально, зберігаючи зубчасте з'єднання із верхньощелепною кісткою. Дорсально вилична кістка за допомогою лінійного синостозу з'єднується із слізною кісткою. Розміри слізної кістки також дещо збільшуються, у порівнянні із попередньою віковою групою. Ростральна вона за допомогою зубчастого синостозу з'єднана із верхньощелепною кісткою, дорсально – за допомогою лінійних синостозів з'єднана із лобовою та носовою кістками. Верхньощелепна кістка, рострально, за допомогою лінійного шва, з'єднується із різцевою кісткою. На верхньощелепній кістці добре помітний щічний горб. Зовнішній слуховий отвір правильної округлої або овальної форми дещо більших розмірів, у порівнянні з попередньою віковою групою.

У ВРХ віком 30–36 місяців зберігається незначна тенденція до збільшення лінійних розмірів латеральної поверхні кісток черепа. Тім'яна кістка дещо видовжена рострально, її з'єднання із скроневою кісткою зберігає виражену зубчасту форму. Виличний відросток скроневої кістки та скроневий відросток виличної кістки з'єднуються косо-повздожньо, аналогічно до попередньої вікової групи, а їх з'єднання набуває все більш виражених ознак синостозу. Виличний гребінь масивний, із загостреною вершиною, оточує вентральну частину кісткової орбіти та витягується рострально і каудально. Розміри виличної кістки дещо збільшуються рострально, де вона, за допомогою зубчастого синостозу, з'єднується із верхньощелепною кісткою. Дорсально вилична кістка синостозом лінійної форми з'єднується із слізною кісткою. Зберігається тенденція до збільшення лінійних розмірів слізної кістки, котра рострально, за допомогою вираженого зубчастого синостозу, з'єднується із верхньощелепною кісткою, а дорсально,

за допомогою лінійного синостозу – із лобовою кісткою. Зберігається тенденція до збільшення розмірів верхньощелепної кістки. На її поверхні помітний добре розвинутий, масивний щічний гребінь. Ростральна верхньощелепна кістка, за допомогою синостозу лінійної форми, з'єднується із різцевими кістками. Зберігається тенденція до збільшення діаметру зовнішнього слухового отвору, який має правильну овальну або округлу форму.

У ВРХ віком 36–60 місяців помітно збільшуються лінійні розміри кісток латеральної поверхні черепа. Тім'яна кістка видовжується рострально. Її з'єднання із скроневою кісткою має вигляд вираженого зубчастого синостозу. Сконева кістка також збільшується, особливо це помітно на виличному відростку, котрий стає значно масивнішим, у порівнянні із попередньою віковою групою. Скроневий відросток виличної кістки та виличний відросток скроневої кістки з'єднуються за допомогою косо-повздожнього синостозу. Лобний відросток виличної кістки та виличний відросток лобової кістки з'єднуються за допомогою синостозу, а шов синостозування стає ледь помітним. Дуже добре розвинутий виличний гребінь, він сильніше витягується латерально, а його вершина стає більш гострою, у порівнянні із попередньою віковою групою. Розміри виличної кістки дещо збільшуються рострально і дорсально. На межі з'єднання виличної кістки із верхньощелепною та слізною кістками утворюються добре виражені зубчасті з'єднання. Слізна кістка, у порівнянні із попередньою віковою групою, помітно збільшується. На межі її з'єднання із верхньощелепною кісткою помітний добре виражений зубчастий синостоз. Дорсально слізна кістка з'єднується із лобовою кісткою за допомогою як зубчастого, так і лінійного синостозів. Верхньощелепна кістка масивна, помітно збільшується, у порівнянні із попередньою віковою групою. На її поверхні знаходиться добре виражений, масивний щічний горб, котрий у порівнянні із попередньою віковою групою, значно витягується латерально. Ростральна верхньощелепна кістка за допомогою синостозу з'єднується із різцевою кісткою. Зовнішній слуховий отвір суттєво не збільшується, правильно-округлої або овальної форми.

У ВРХ віком 60–120 місяців спостерігаються ознаки стабілізації лінійних розмірів, а кістки латеральної поверхні черепа набувають вигляду завершеної будови. Тім'яна кістка не змінює своїх лінійних розмірів, у порівнянні із попередньою віковою групою. На межі з'єднання тім'яної та скроневої кісток спостерігаються ознаки облітерації кісткового шва. Його попередня зубчаста структура стає майже непомітною. Виличний відросток скроневої кістки, а також скроневий відросток виличної кістки з'єднуються ледь помітним косо-повздожнім синостозом. Ознаки облітерації помітні і на межі з'єднання лобового відростка виличної кістки та виличного відростка лобової кістки. Розміри виличної кістки істотно не змінюються, проте спостерігається видовження виличного гребеня, який зміщується і на скроневий відросток. Ростральна та дорсально вилична кістка за допомогою ледь помітних зубчастих швів з'єднується із верхньощелепною та слізною

кістками. Слізна кістка дещо збільшена, рострально вона, за допомогою вираженого зубчастого синостозу, з'єднується із верхньощелепною кісткою. Дорсально спостерігається часткова облітерація шва, що з'єднує слізну кістку із лобовою. Верхньощелепна кістка добре розвинута, масивна, має виражений, масивний щічний горб, котрий значно збільшений, у порівнянні із попередньою віковою групою тварин. Зовнішній слуховий отвір суттєво не змінює своїх розмірів.

Інформативні краніоскопічні вікові діагностичні ознаки на латеральній поверхні черепа наведено у табл. 3.3.

Таблиця 3.3

**Краніоскопічні вікові діагностичні ознаки на латеральній поверхні черепа**

Краніоскопічні ознаки	Вікові періоди, міс.				
	0-4	4-30	30-36	36-60	60-120
1. З'єднання тім'яної та скроневої кісток	синхондроз	синостоз			облітерація шва
2. З'єднання виличного відростка скроневої кістки та скроневого відростка виличної кістки	синхондроз			синостоз	часткова облітерація шва
3. З'єднання лобового відростка виличної кістки та виличного відростка лобової кістки	синхондроз			синостоз	часткова облітерація шва
4. З'єднання слізної та лобової кісток	синхондроз	синостоз			часткова облітерація шва
5. Щічний горб	не помітний		добре помітний	масивний, витягнутий латерально	дуже масивний

**3.4. Вентральна поверхня черепа**

Вентральна поверхня носомозкового відділу черепа утворена тілом потиличної кістки, клиноподібною кісткою, лемішем, крилоподібними кістками, піднебінними кістками, піднебінними відростками верхньощелепних (ВЩК) та різцевих кісток (рис. 3.4).

У ВРХ віком від новонароджених до 2 місяців тіло потиличної кістки трапецієподібною форми. Тіло потиличної кістки за допомогою синхондрозу каудально з'єднується з латеральними частинами потиличної кістки, формуючи більший потиличний отвір. Рострально воно синхондрозом з'єднується з клиноподібною кісткою, формуючи на межі з'єднання слабо виражений парний м'язовий горбок. Клиноподібна кістка з'єднується з передклиноподібною кісткою також синхондрозом.

Латерально від тіла клиноподібної кістки відходять крила, вільні каудальні краї яких формують рваний отвір. Вентрально крила за допомогою синхондрозу з'єднуються із піднебінною кісткою.

Аборальні краї піднебінної кістки разом з крилами формують хоани. В медіанній площині хоани розділені на дві рівні половини добре розвинутою кістковою пластинкою – лемішем. Аборально леміш частково закриває поверхню передклиноподібної кістки.

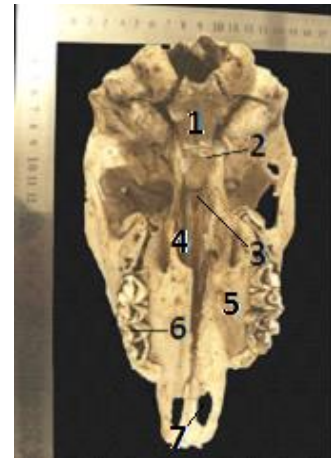
На вентральній поверхні, носомозкового відділу черепа, на межі переходу піднебінних кісток у ВЦК розташовані менші піднебінні отвори. Вищезгадані парні кістки відділені одна від одної чітким синхондральним з'єднанням. У медіанній площині піднебінні та ВЦК з'єднані між собою синхондрозом. Аналогічні синхондральні з'єднання реєструється між ВЦК та різцевими кістками. На ВЦК реєструються 3-и пари премолярів.

У ВРХ віком від 2 до 4-місячного віку спостерігається збільшення лінійних розмірів кісток вентральної поверхні носомозкового відділу черепа, у порівнянні із попередньою віковою групою. Тіло потиличної кістки помітно збільшується у медіанній площині, набуваючи, більш видовженої форми, аналогічна тенденція спостерігається для клиноподібної та передклиноподібної кісток. Між вищезгаданими кістковими органами зберігається синхондральне з'єднання. Аналогічне з'єднання спостерігається між тілом потиличної кістки та її латеральними частинами. Крила крилоподібної кістки також спрямовані вентро-ростро-латерально, дещо потовщені, у порівнянні з попередньою віковою групою, з'єднуються з піднебінними кістками синхондрозом.

Піднебінні ВЦК та різцеві кістки вентральної поверхні черепа зберігають між собою синхондральне з'єднання. У медіанній площині вони також з'єднані між собою за допомогою синхондрального шва. Рострально вищезгаданий шов закінчується різцевою щілиною, котра, у порівнянні з тваринами попередньої вікової групи, збільшується у розмірі.

На зубних аркадах ВЦК поряд із вираженими 3-а парами комірок для премолярів, з'являється комірка для 1-ї пари молярів.

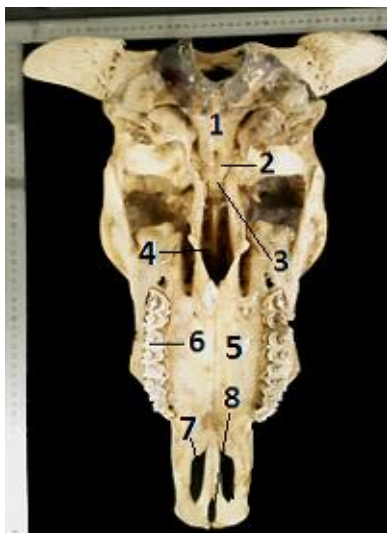
У ВРХ віком від 4 до 6 місяців реєструється інтенсивне збільшення лінійних розмірів кісток вентральної поверхні черепа. Помітне збільшення лінійних розмірів тіла потиличної кістки, яке каудально з'єднується з латеральними частинами потиличної кістки за допомогою синостозу.



а



б



в

А

Б

Рис. 3.4. Носомозковий відділ черепа ВРХ (вентральна поверхня): А – самця, Б – самки. а – 0-2 міс., б – 12-18 міс., в – 60-120 міс. Макрофото. цифрова фотокамера «*Olimpus C – 5060*» *Wide Zoom*». 1 – тіло потиличної кістки; 2 – глоткові горбки; 3 – тіло клиноподібної кістки; 4 – хоани; 5 – кісткове піднебіння; 6 – зуби верхньої зубної дуги; 7 – носоподібні щілини; 8 – різцева щілина.

Ростральню, між тілом потиличної кістки та клиноподібною кісткою, зберігається синхондральне з'єднання, на межі якого знаходяться м'язові горбки, котрі, у порівнянні із попередньою віковою групою, набувають вираженої масивності і добре розвинуті. Клиноподібна та передклиноподібна кістки зберігають синхондральне з'єднання.

Лінійні розміри крилоподібних кісток значно збільшені. Вони спрямовані вентро-ростральню та за допомогою синостозу з'єднуються з піднебінними кістками, формуючи масивні хоани.

Передклиноподібна кістка повністю закрита лемішем. Розміри останнього значно збільшені, у порівнянні із попередньою віковою групою, особливо це стосується висоти леміша.

Спостерігається синостозування піднебінних кісток з ВЩК, аналогічне з'єднання реєструється і між самими одноіменними кістками у медіанній площині. Проте, між різцевими та ВЩК кістками зберігається синхондральне з'єднання.

У медіанній площині різцеві кістки з'єднані також за допомогою синхондрального шва, який ростральню закінчується різцевою вирізкою, котра збільшується у розмірах, у порівнянні з попередньою віковою групою. На ВЩК реєструються 3-и пари комірок для премолярів та 1-а пара комірок для молярів, а також реєструються ознаки прорізування 2-ї пари молярів.

У ВРХ віком 6–9 місяців зберігається динаміка до збільшення лінійних розмірів кісток вентральної поверхні носомозкового відділу черепа. Тіло потиличної кістки набуває вираженої рельєфності. На межі синостозування тіла потиличної кістки з її латеральними частинами утворюються гребені. Ростральню спостерігається збільшення м'язових горбків на межі з клиноподібною кісткою. Клиноподібна кістка збільшується у довжину, у медіанній площині, на її поверхні реєструється утворення гребеня. Каудально та ростральню клиноподібна кістка з'єднується з тілом потиличної кістки та передклиноподібною кістками за допомогою синхондрозу. Латерально від тіла клиноподібної кістки відходять крила крилоподібної кістки, спрямовані вентро-ростральню та за допомогою синостозу з'єднуються з піднебінними кістками. Розміри хоан суттєво не змінюються. Реєструється тенденція до збільшення висоти леміша.

Піднебінні кістки за допомогою синостозу з'єднуються з ВЩК. У медіанній площині одноіменні кістки з'єднуються за допомогою синостозу та утворюють специфічний шов. На межі з'єднання піднебінних кісток шов з рівною поверхнею, а на межі з'єднання ВЩК – зубчастою. Різцеві кістки синхондрозом з'єднуються з ВЩК. У медіанній площині вони також зберігають синхондральне з'єднання, яке переходить у різцеву вирізку, котра дещо збільшується, у порівнянні з попередньою групою.

На верхньощелепній зубній аркаді кількість зубних комірок та зубів залишається незмінною, у порівнянні із попередньою віковою групою.

У ВРХ віком від 9 до 12-міс. віку лінійні розміри вентральної поверхні черепа зберігають динаміку до збільшення лінійних розмірів. Тіло



потиличної кістки, клиноподібна та передклиноподібна кістки зберігають синхондральне з'єднання.

На поверхні клиноподібної кістки реєструється добре виражений гребінь, який у медіанній площині ділить клиноподібну кістку на дві частини. М'язові горбки набувають ще більш вираженої масивності, у порівнянні з попередньою віковою групою. З'єднання клиноподібної з передклиноподібною кісткою та тілом потиличної кістки залишається синхондральним. Крила крилоподібної кістки спрямовані вентро-рострально та з'єднуються синостозом з піднебінними кістками. Хоани суттєво не змінюють своїх розмірів. Леміш має відносно сталі лінійні розміри, у порівнянні із попередньою віковою групою.

З'єднання піднебінних та ВЩК з чітко вираженими швами синостозування. У медіанній площині шов, що з'єднує вищезгадані піднебінні кістки, у вигляді рівної лінії, котра набуває зубчастої форми на межі з'єднання одноіменних ВЩК. Різцеві кістки, у медіанній площині зберігають синхондральне з'єднання, котре закінчується різцевою вирізкою. Вона зберігає відносно стабільні лінійні розміри, у порівнянні з черепом тварин попередньої вікової групи.

Кількість зубів на верхній аркаді зберігається аналогічною з попередньою віковою групою, проте реєструється тенденція до прорізування 2-ї пари молярів.

У ВРХ віком 12–18 міс. зберігається тенденція до збільшення лінійних розмірів кісток вентральної поверхні черепа. Тіло потиличної кістки на межі з'єднання з латеральними частинами утворює виражені гребені синостозування. Рострально тіло потиличної кістки синхондрозом з'єднується з клиноподібною кісткою. На межі цього з'єднання реєструються м'язові горбки, котрі, у порівнянні із попередньою віковою групою, стають ще більш масивнішими. На межі між клиноподібною та передклиноподібною кістками зберігається виражене синхондральне з'єднання. Крила, що відходять з латеральних боків клиноподібної кістки, спрямовані вентро-рострально за допомогою зубчастого синостозу з'єднуються з піднебінними кістками та утворюють хоани. Розміри та форма хоан зберігають відносну стабільність, у порівнянні із попередньою віковою групою.

Піднебінні та ВЩК з'єднуються за допомогою вираженого зубчастого синостозування. У медіанній площині структура синостозування вищезгаданих одноіменних кісток є аналогічною з попередньою віковою групою. Різцеві кістки у медіанній площині з'єднуються синхондрозом, аналогічно з попередньою віковою групою. Розміри різцевої вирізки суттєво не змінюються. На верхній аркаді реєструється чітке прорізування 2-ї пари молярів.

У ВРХ віком 18–24 місяці зберігається тенденція до збільшення лінійних розмірів кісток вентральної поверхні черепа. З'єднання клиноподібної кістки з тілом потиличної кістки та передклиноподібною кістками залишається синхондральним. М'язові горбки стають ще більш масивнішими, їх верхівка спрямована вентро-каудально. Крила

крилоподібної кістки спрямовані вентро-рострально і стають більш потовщеними, у порівнянні із попередньою віковою групою. Розміри хоан суттєво не змінюються. Висота леміша, у порівнянні із попередньою віковою групою, є дещо більшою і становить майже  $\frac{1}{2}$  висоти хоан.

З'єднання одноіменних кісток вентральної поверхні черепа: піднебінних, ВЩК та різцевих є аналогічним до попередньої вікової групи. У верхній зубній аркаді чітко реєструється утворення 2-ї пари молярів.

У ВРХ віком 24–30 місяців зберігається тенденція до збільшення лінійних розмірів кісток вентральної поверхні черепа. Спостерігається деяке видовження тіла потиличної кістки, а також клиноподібної кістки ростро-каудально. Клиноподібна кістка та тіло потиличної кістки зберігають синхондральне з'єднання. М'язові горбки суттєво не змінюють своєї форми та розмірів. Клиноподібна та передклиноподібна кістки зберігають синхондральне з'єднання. Крила крилоподібної кістки спрямовані вентро-рострально, за допомогою зубчастого синостозу з'єднуються із піднебінними кістками. Розміри та форма хоан суттєво не змінюються, у порівнянні із попередньою віковою групою. Висота леміша зберігається без суттєвих змін. Піднебінні, ВЩК та різцеві кістки з'єднуються між собою аналогічно до попередніх вікових груп. Кількість зубів у верхній аркаді залишається без змін, аналогічною до попередньої вікової групи.

У ВРХ віком 30–36 місяців лінійні розміри кісток вентральної поверхні черепа зберігають тенденцію до збільшення. Реєструється збільшення м'язових бугрів вони стають ще більш масивнішими, а їх вершини більш чітко спрямовані вентро-каудально, у порівнянні із попередньою віковою групою. На межі між клиноподібною та тілом потиличної кістки спостерігаються ознаки часткового синостозування цих кісток. Проте на межі між клиноподібною та передклиноподібною кістками зберігається синхондральне з'єднання. Крила крилоподібної кістки стають ще більш масивнішими та видовжені вентро-рострально. Реєструється деяке збільшення висоти хоан, проте висота леміша суттєво не змінюється. З'єднання піднебінних, ВЩК та різцевих кісток зберігається аналогічним до попередньої вікової групи. Зовнішня форма швів синостозування не змінюється.

У верхній зубній аркаді реєструються ознаки прорізання 3-ї пари молярів.

У ВРХ віком 36–60 місяців динаміка збільшення лінійних розмірів кісток вентральної поверхні черепа зберігається. Реєструється повне синостозування між тілом потиличної та клиноподібною кістками. На межі синостозування вищезгаданих кісток відсутні ознаки шва, проте розташовані масивні м'язові горбки. З'єднання між клиноподібною та передклиноподібною кістками зберігає ознаки синхондрозу. Крила крилоподібної кістки становляться більш масивнішими, подовжуються вентро-рострально. Висота хоан збільшується, а леміша – залишається без суттєвих змін. З'єднання піднебінних, ВЩК та різцевих кісток зберігають свою структуру аналогічно з попередньою віковою групою.

На верхньощелепній зубній аркаді з'являється третя пара молярів.

У ВРХ віком 60–120 місяців реєструються ознаки максимального збільшення лінійних розмірів вентральної поверхні черепа. Максимального ступеня розвитку досягають м'язові горбки, котрі значно збільшуються, потовщуються та витягуються вентро-каудально, займаючи значну поверхню тіла потиличної та клиноподібної кісток. Клиноподібна та передклиноподібна кістки також з'єднуються за допомогою синостозу. Крила крилоподібних кісток досягають максимальної довжини та масивності, спрямовані вентро-рострально. Висота хоан сягає максимуму, а леміша - залишається без змін, у порівнянні із черепами тварин попередньої вікової групи. З'єднання однойменних піднебінних, ВЦК та різцевих кісток залишається аналогічним до попередньої вікової групи.

У верхній зубній аркаді реєструються 3-и пари премолярів та 3-и пари молярів. У деяких тварин спостерігаються випадки випадіння молярів.

Отже, за результатами краніоскопічного аналізу встановлено, що відносно стабільних лінійних розмірів кістки вентральної поверхні черепа сягають у тварин віком 5 років. На вентральній поверхні черепа важливими маркерами вікової диференції є кількість зубів у верхньощелепних зубних аркадах, структура з'єднань кісток: тіла потиличної кістки з латеральними частинами потиличної кістки; з'єднання тіла потиличної кістки з клиноподібною кісткою; з'єднання клиноподібної з передклиноподібною кістками; з'єднання піднебінних кісток з ВЦК (рис. 3.4).

Помітних якісних відмінностей у структурі кісток вентральної поверхні черепа самців і самок ВРХ не спостерігається. Проте відзначається тенденція до збільшення лінійних розмірів кісток черепа самців, у порівнянні із самками з віком.

Таблиця 3.4

## Краніоскопічні вікові діагностичні ознаки на вентральній поверхні черепа

Вікові групи, міс.	Кількість зубів у верхній зубній аркаді	Характеристика з'єднання між кістками				М'язові горбки
		тіло потиличної кістки + латеральні частини потиличної кістки	тіло потиличної кістки + клиноподібні кістки	Клиноподібні кістки + передклиноподібна кістка	піднебінні+ ВЦК	
0-2	3 пари премолярів	синхондроз	синхондроз	синхондроз	синхондроз	слабко виражені
2-4	3 пари премолярів; ознаки прорізування 1-ї пари молярів	синхондроз	синхондроз	синхондроз	синхондроз	слабко виражені
4-6	3 пари премолярів;	синостоз	синхондроз	синхондроз	синостоз	виражені
6-9	1 пара молярів					
9-12	3 пари премолярів; ознаки прорізування 2-ї пари молярів					
12-18	3 пари премолярів;	синостоз	синхондроз	синхондроз	синостоз	виражені
18-24	2 пари молярів					
24-30	3 пари премолярів; 2 пари молярів					виражені, верхівка спрямована вентро-каудально
Вікові групи, міс.	Кількість зубів у верхній зубній аркаді	Характеристика з'єднання між кістками				М'язові горбки
		тіло потиличної кістки + латеральні частини потиличної кістки	тіло потиличної кістки + клиноподібні кістки	Клиноподібні кістки + передклиноподібна кістка	піднебінні+ ВЦК	
30-36	3 пари премолярів; ознаки прорізування 3-ї пари молярів	синостоз	синостоз	синхондроз	синостоз	добре виражені, верхівка спрямована вентро-каудально
36-60	3 пари премолярів; 3 пари молярів	синостоз	синостоз	синхондроз	синостоз	добре виражені, масивні
60-120	3 пари премолярів; 3 пари молярів; спостерігається випадіння деяких премолярів	синостоз	синостоз	синостоз	синостоз	дуже виражені, масивні

## Розділ 4

# РЕНТГЕНОСТРУКТУРНІ І РЕНТГЕНО- ДЕНСИТОМЕТРИЧНІ ОЗНАКИ НОСОМОЗКОВОГО ВІДДІЛУ ЧЕРЕПА ТА КРИТЕРІЇ ВИЗНАЧЕННЯ ВІКУ І СТАТІ ВРХ

### 4.1. Рентгеноструктурний аналіз основної частини потиличної кістки та основної клиноподібної кістки ВРХ з віком

Основна частина потиличної та основна клиноподібна кістка належать до типу змішаних не парних кісток черепа та перебувають у топографічному взаємозв'язку. На рентгенограмах (РГ) основна частина потиличної кістки (*pars basilaris*) трапецієподібної шестигранної форми. В аборальному напрямку, в ділянці переходу зовнішньої поверхні кістки на її мозкову поверхню, утворюється чітка рентгенощільна увігнута лінія компактної кісткової тканини, яка є частиною великого потиличного отвору і формує аборальний край кістки на рентгенограмі (рис. 4.1).

У передньому (оральному) напрямку основна частина потиличної кістки з'єднується з основною клиноподібною кісткою. У тварин, віком від новонароджених до 3-х років це з'єднання у вигляді ламаної «хвилеподібної» лінії низької рентгенощільності, яка є типовим синхондрозом.

У аборально-латеральному напрямках, основна частина потиличної кістки відділена від потиличних виростків у їх синхондральних з'єднаннях, які реєструються під час візуального огляду черепа у самок ВРХ до 6–9 міс. віку, а у самців, у деяких випадках – до 18–24 міс. віку. Аборально-латеральні краї основної частини потиличної кістки утворені губчастою кістковою тканиною, яка без помітної межі на РГ переходить у потиличні виростки.

Латеро-орально основна частина потиличної кістки з чітко вираженими краями, котрі на РГ утворені, здебільшого, рентгенощільними лініями компактної кісткової тканини.

Кісткова тканина основної частини потиличної кістки утворена переважно губчастою кістковою тканиною, котра заповнює увесь її внутрішній простір та незначною кількістю компактної кісткової тканини, яка формує зовнішню та внутрішню поверхні кістки, яка на РГ помітна у вигляді рентгенщільних ліній, котрі, переважно, формують краї кістки.

Основна клиноподібна кістка (*os basisphenoidale*) на РГ форми конуса із зрізаною вершиною. Основа конусу спрямована аборально, а вершина – орально. Аборально базисфеноїд з'єднується з основною частиною потиличної кістки за допомогою синхондрозу, який на РГ реєструється у вигляді тонкої хвилястої лінії низької рентгенщільності. Синхондральне з'єднання, основної частини потиличної кістки та базисфеноїду у ВРХ, за

нашими спостереженнями, перетворюється на синостоз у тварин 3-річного віку.

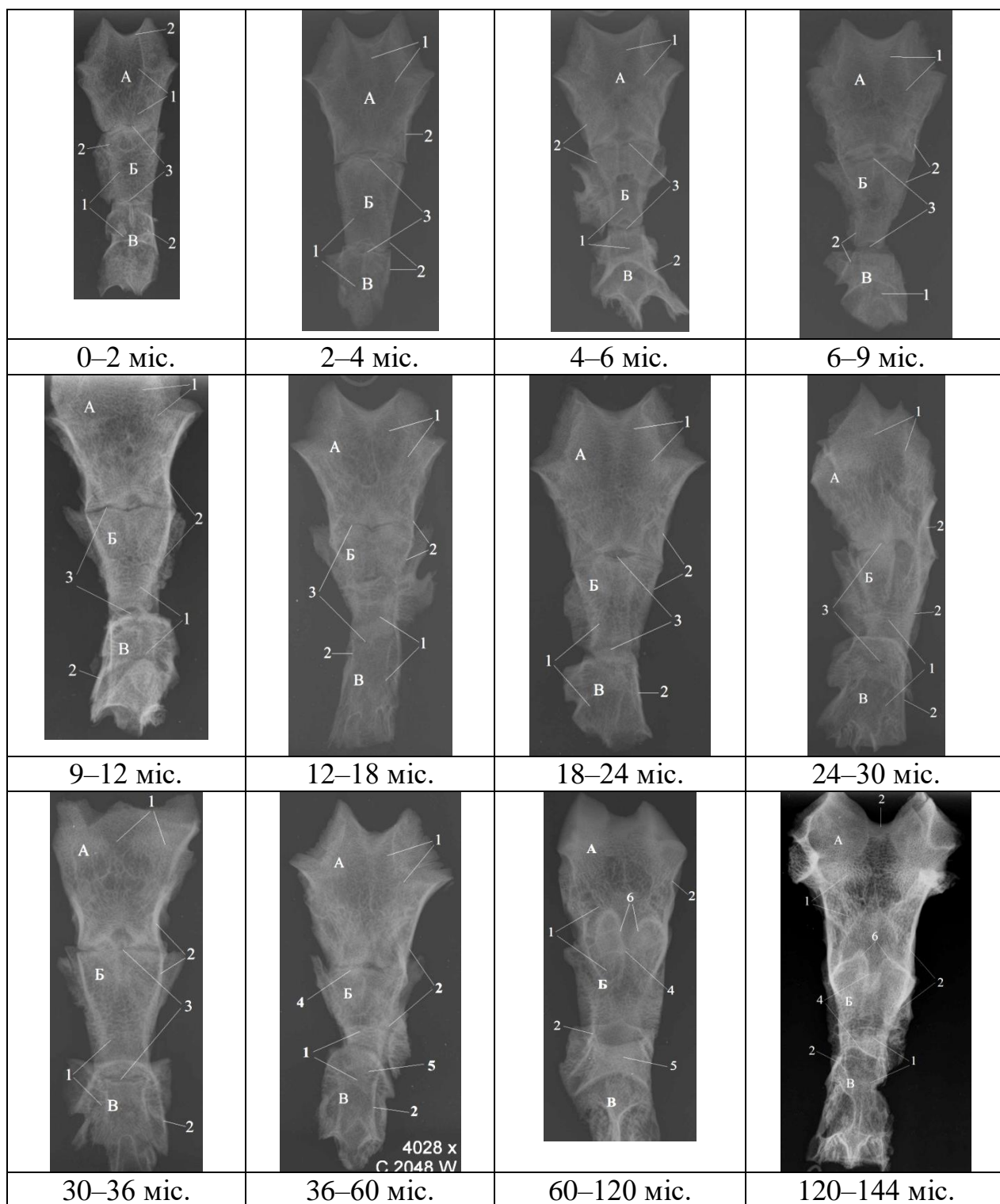


Рис. 4.1. Рентгенограми (дорсо-вентральна проекція) черепа: А – основна частина потиличної кістки; Б – базисфеноїд, В – фрагмент пресфеноїду. 1 – губчаста кісткова речовина, 2 – компактна кісткова речовина, 3 – синхондроз, 4 – синостоз, 5 – злиття базисфеноїду з пресфеноїдом без помітної межі, 6 – компактна кісткова тканина м'язових горбків.

На РГ синостоз реєструється у вигляді рентгенощільної прямої або дещо хвилястої лінії. Орально базисфеноїд, за допомогою синхондрозу, з'єднується з передклиноподібною кісткою (пресфеноїдом). Синхондральне з'єднання бази- та пресфеноїду реєструється, як правило, до 3-и річного віку, а у тварин старше 3-х років спостерігається злиття базисфеноїду з пресфеноїдом без помітних меж, а у деяких випадках – з утворенням специфічної розмежувальної рентгенощільної лінії синостозу.

Кісткова тканина основної частини потиличної кістки та базисфеноїду у ВРХ віком від народження до 2 місяців відносно низької рентгенощільності, утворена, здебільшого, губчастою кістковою тканиною, яка рівномірно заповнює внутрішній простір досліджуваних кісток, формує здебільшого дрібні комірочки, а в центральній ділянці – крупні комірочки неправильної, округлої та овальної форм.

Просторова орієнтація трабекул слабо виражена. КР на РГ слабо виражена і реєструється по краях кісткових органів у вигляді тонких ліній відносно низької рентгенощільності. Основна частина потиличної кістки, базисфеноїд та пресфеноїд, що знаходяться у безпосередньому топографічному взаємозв'язку, послідовно з'єднані синхондрозами, які на рентгенівських знімках у вигляді хвилястої лінії низької рентгенощільності.

У ВРХ віком від 2 до 4-х міс. рентгеноструктура кісткової тканини основної частини потиличної кістки та базисфеноїду суттєво не відрізняється від попередньої вікової групи. Спостерігається тенденція до збільшення рентгенощільності кісткових органів за рахунок посилення мінералізації губчастої та компактною кісткової тканини.

Губчаста кісткова тканина становить основну частку досліджуваних кісткових органів та повністю заповнює їх внутрішній простір. Трабекули, ГР набувають більш впорядкованої просторової орієнтації та формують комірочки різної форми і розмірів. Найбільш складна просторова орієнтація трабекул ГР реєструється в основній частині потиличної кістки. Відносно тонкі балки ГР тонкими тяжами спрямовані уздовж центральної вісі кістки (від переднього до заднього кінців кістки). Максимальна щільність ГР реєструється уздовж бічних стінок кістки. У цих ділянках трабекули, як правило, зорієнтовані уздовж зовнішніх стінок. Розміри та форма комірок ГР неоднорідні, по периметру реєструються дрібні комірочки, які наближаючись до центральної вісі кістки набувають середніх, а іноді й великих розмірів.

Структура ГР базисфеноїду, у порівнянні з основною частиною потиличної кістки, характеризується меншою впорядкованістю трабекул. Вони, як правило, зорієнтовані хаотично та рівномірно заповнюють внутрішній простір кістки, формуючи дрібні комірочки.

КР найкраще виражена на бічних стінках основної частини потиличної кістки й сформована у вигляді тонких, рентгенощільних ліній.

Структура синхондральних з'єднань без помітних змін. Вона аналогічна попередній віковій групі.

У ВРХ віком від 4 до 6 міс. продовжує реєструватися тенденція до підвищення рентгенощільності кісткової тканини досліджуваних кісткових

органів (рис. 4.1), що пояснюється посиленням процесів її мінералізації. ГР заповнює увесь внутрішній простір основної частини потиличної кістки та базисфеноїду, за винятком їх центральних ділянок, в яких реєструються невеликі за площею центри низької рентгенощільності, що, очевидно, пояснюється місцевими процесами резорбції.

Трабекули ГР, у порівнянні з попередньою віковою групою, набувають більш вираженої просторової орієнтації. У тих ділянках основної частини потиличної кістки, де добре розвинута компакта, трабекули ГР, як правило, зорієнтовані у паралельному з нею напрямку. Проте реєструються також трабекули, які у вигляді силових ліній під кутом відходять від компактної речовини стінок до центру кістки. На рентгензнімках базисфеноїду структура ГР більш однорідна. У основній частині потиличної кістки та базисфеноїду трабекули формують комірки неправильної, округлої чи витягнуто-овальної форми різного діаметру, який, як правило, збільшується у напрямку до центру кістки.

Компактна речовина, що формує поверхневі стінки, добре розвинута і на РГ реєструється у вигляді рентгенощільних ліній, які найкраще виражені на латерооральному та аборальному краях кістки.

З'єднання між основною частиною потиличної кістки та базисфеноїдом, а також між базисфеноїдом та пресфеноїдом на РГ мають вигляд хвилястих ліній низької рентгенощільності. Це пояснюється наявністю хрящової тканини, характерної для синхондрального з'єднання.

В період з 6 до 9-міс. віку ВРХ рентгеноструктура губчастої та компактної кісткової тканини основної частини потиличної кістки та базисфеноїду не зазнає суттєвих змін, у порівнянні з попередньою віковою групою. Реєструється тенденція до зниження загальної рентгенощільності кісткової тканини, у порівнянні з попередньою віковою групою, що можливо пов'язане з фізіологічними особливостями мінерального обміну у тварин цього віку.

Губчаста речовина (ГР) має аналогічну з попередньою віковою групою рентгенструктуру. Її трабекули зорієнтовані вздовж компактної кісткової речовини бічних стінок. Комірки ГР переважно округлої, овальної та неправильної форми.

У центральній ділянці основної частини потиличної кістки та базисфеноїду реєструються незначні за площею центри низької рентгенощільності. КР утворена відносно тонкими рентгенощільними лініями бічних стінок досліджуваних кісток.

Синхондральні з'єднання добре виражені, мають вигляд хвилястих ліній низької рентгенощільності.

Рентгеноструктура кісткової тканини основної частини потиличної кістки та базисфеноїду у ВРХ віком від 9 до 12 міс. суттєво не відрізняється від попередніх вікових груп, проте характеризується підвищеною рентгенощільністю. Максимальна частина площі кісткових органів на рентгенівських знімках основної частини потиличної кістки та базисфеноїду утворена також губчастою кістковою тканиною. У порівнянні з



базисфеноїдом, трабекули губчастої кісткової речовини основної частини потиличної кістки, характеризуються більш вираженою просторовою орієнтацією і спрямовані, як правило, паралельно компактній кістковій тканині бічних стінок, за винятком аборальної частини кістки, в якій трабекули здебільшого зорієнтовані перпендикулярно до її повздовжньої вісі.

Комірки ГР здебільшого округлої, видовжено-овальної, веретеноподібної або неправильної форм. У напрямку до центру кістки, діаметр комірок збільшується, утворюючи дрібно-, середньо- та крупнокоміркову губчасту кісткову речовину. Внаслідок цього центральна частина основної частини потиличної кістки відносно низької рентгенощільності (рис. 4.1). КР у вигляді рентгенощільних, добре виражених, видовжених ліній, що формують бічні латеро-оральні стінки кістки.

ГР базисфеноїду, у порівнянні з основною частиною потиличної кістки, щільніше заповнюють її внутрішній простір. В аборальній та центральній частині базисфеноїду трабекули, переважно, зорієнтовані під кутом від бічних стінок до центру, а в оральній частині – паралельно до повздовжньої (медіанної) вісі кістки, формуючи, переважно, дрібні комірки.

В центральній частині базисфеноїду реєструються комірки великого діаметру. Їх форма переважно овальна, та округла. Латерально від центральної вісі ГР базисфеноїду оточена рентгенощільними лініями компактної кісткової речовини. Аборально базисфеноїд синхондрально з'єднується з основною частиною потиличної кістки у вигляді хвилястої лінії низької рентгенощільності. Орально реєструється аналогічне з'єднання з пресфеноїдом.

У ВРХ 12–18-міс. віку рентгеноструктура основної частини потиличної кістки та базисфеноїду не зазнає суттєвих структурних змін, у порівнянні з попередньою віковою групою. ГР кістки розвинута гірше, проте спостерігається більш чітка просторова орієнтація трабекул. Вони потовщені і спрямовані в тих же напрямках, що і у відповідних кістках черепа тварин попередньої вікової групи.

Центральна та аборальна ділянки кістки складаються переважно з комірок середнього та крупного діаметру, видовжено овальної або неправильної форми. Центральна та аборальна ділянки кістки відносно низької рентгенощільності. КР, що формує латерооральні краї, розвинута відносно слабо.

ГР базисфеноїду добре розвинута. Вона складається з комірок дрібного та середнього діаметру. В аборальній ділянці кістки трабекули під кутом відходять від латеральних країв медіааборально. В оральній ділянці кістки трабекули спрямовані вздовж її центральної вісі. КР розвинута дещо слабо. Вона дещо нижчої рентгенощільності, у порівнянні з попередньою віковою групою, формує переважно латеральні краї кістки.

Синхондральні з'єднання на аборальному та оральному краях базисфеноїду потоншуються.

Рентгеноструктурні елементи кісткової тканини основної частини потиличної кістки та базисфеноїду у ВРХ 18–24-міс. віку підвищеної рентгенощільності, у порівнянні з попередньою віковою групою. ГР основної частини потиличної кістки рівномірно заповнює внутрішній простір кістки. Трабекули потовщені, добре виражена їх просторова орієнтація. Більша частина трабекул спрямована вздовж латерооральних країв кістки, які утворені рентгенощільними лініями компактної кісткової тканини. В аборальній ділянці кістки трабекули зорієнтовані перпендикулярно до центральної вісі кістки. Комірки ГР мають різний діаметр. В центральній частині кістки комірки переважно великого та середнього діаметру, а по периметру – переважно дрібного та середнього.

ГР базисфеноїду також добре розвинута, заповнює увесь її внутрішній простір, який по краях обмежений тонкими рентгенощільними смужками компактної кісткової речовини. Від латеральних стінок базисфеноїду, трабекули під кутом відходять до центральної ділянки кістки медіоаборально. Від аборального та орального країв трабекули переважно спрямовані паралельно до центральної вісі базисфеноїду.

Синхондральні з'єднання на аборальному та оральному краях кістки утворені дуже тонкими майже рівними лініями низької рентгенощільності, які місцями пронизані тоненькими рентгенощільними ниткоподібними структурами, що свідчить про початок процесів осифікації.

Рентгеноструктурні компоненти основної частини потиличної кістки та базисфеноїду у ВРХ 24–30-міс. віку зберігають тенденцію до мінералізації і мають вищу рентгенощільність, у порівнянні з попередньою віковою групою ВРХ.

ГР основної частини потиличної кістки добре вираженої просторової орієнтації трабекул, аналогічно попередній віковій групі ВРХ. Проте, зазначаємо, що трабекули, особливо в центральній частині кістки, значно потовщені та мінералізовані й спрямовані у напрямках дії силових навантажень.

Вся центральна ділянка кістки складається переважно з великих, рентгенощільних комірок, видовжено-овальної або неправильної форми. Оральна та аборальна ділянки кістки складаються переважно із комірок дрібного та середнього діаметру. Компактна речовина латерооральних країв потовщена, рентгенощільна.

ГР базисфеноїду також вираженої впорядкованої трабекулярної структури. У аборальній та частково центральній ділянках кістки трабекули під кутом відходять від латеральних країв кістки медіоаборально.

В оральній та частково центральній частині кістки трабекули майже під прямим кутом проходять через центральну вісь кістки та зв'язують латеральні стінки між собою, утворюючи своєрідне кільце з потовщених, рентгенощільних трабекул. Комірки у центральній ділянці кістки переважно великого та середнього діаметрів, а в ділянках аборального та орального країв – дрібного.

Оральна та аборальна базисфеноїд закінчується синхондрозами у вигляді ледь помітних ліній з низькою рентгенощільністю. Особливо ледь помітною стає межа між бази- та пресфеноїдом.

Процеси мінералізації основної частини потиличної кістки та базисфеноїду у тварин 30–36-міс. віку продовжують реєструватись, про що свідчить підвищена рентгенощільність досліджуваних кісток, у порівнянні з попередньою віковою групою (рис. 4.1). ГР основної частини потиличної кістки нерівномірно заповнює внутрішній простір кістки.

В центральній її ділянці масивні трабекули високої рентгенощільності утворюють великі комірочки. Аборальна ділянка основної частини потиличної кістки складається переважно з комірочок дрібного та середнього діаметру, трабекули яких зорієнтовані перпендикулярно до центральної вісі кістки. Уздовж латеро-оральних країв тягнуться масивні рентгенощільні трабекули, які утворюють комірочки великого та середнього діаметрів. Ближче до орального краю кістки реєструються дрібні комірочки. КР розвинута добре. Вона рентгенощільна, утворює латерооральні краї кістки.

ГР базисфеноїду має, порівняно з основною частиною потиличної кістки, упорядкованішу структурну організацію. Її трабекули рівномірно заповнюють внутрішній простір кістки. У аборальній ділянці кістки трабекули під кутом відходять від латеральних стінок і спрямовані медіоаборально.

В центральній ділянці кістки трабекули спрямовані переважно під прямим кутом, відходять від латеральних стінок та з'єднують їх між собою, утворюючи своєрідне кільце. Від орального краю кістки відходять достатньо тонкі трабекули, спрямовані до латеральних стінок та центру кістки. Латеральні краї базисфеноїду утворені рентгенощільними лініями компактною кістковою тканиною. Аборальні та оральні краї базисфеноїду закінчуються синхондральними з'єднаннями, які нагадують відносно тонкі лінії низької рентгенощільності. У деяких ділянках синхондрози мають зони підвищеної рентгенощільності, що свідчить про процеси заміщення хрящової тканини кістковою.

Рентгеноструктурні компоненти основної частини потиличної кістки та базисфеноїду у ВРХ віком 36–60 міс. мають, у порівнянні з попередньою віковою групою, відносно високу рентгенощільність. Рентгеноструктура ГР основної частини потиличної кістки рівномірно заповнює внутрішній простір кістки, добре впорядкована.

Трабекули у центральній ділянці кістки потовщені, утворюють густу сітку переплетень з комірочками, переважно великого діаметру. Максимальної товщини та рентгенощільності утворюють трабекули, уздовж латерооральних країв кістки, які, в свою чергу, утворені рентгенощільною компактною кістковою речовиною. У аборальній ділянці основна частина потиличної кістки заповнена переважно дрібнокомірочною губчастою кістковою речовиною, трабекули якої зорієнтовані переважно перпендикулярно до центральної вісі кістки.

ГР базисфеноїду добре розвинута та утворює густу сітку трабекулярних переплетінь на всій площі кістки. Латеральні краї кістки утворені рентгенщільною компактною кістковою тканиною. В аборальній ділянці від латеральних стінок медіоаборально відходять трабекули досягаючи, в деяких випадках, аборального краю кістки.

Центральну ділянку кістки пронизує густа сітка рентгенощільних трабекул, котрі майже під прямим кутом сполучають латеральні стінки кістки та утворюють своєрідне рентгенощільне кільце. Від орального краю базисфеноїду трабекулярні тяжі спрямовані до центральної ділянки кістки та латеральних стінок.

Аборальний край базисфеноїду у ВРХ цього віку з основною частиною потиличної кістки з'єднаний за допомогою рентгенощільної лінії синостозу. У деяких випадках в ділянці синостозування, частково залишаються фрагменти хряща. Проте, оральний край кістки без помітних меж, за допомогою трабекулярних містків, сполучається з пресфеноїдом.

Рентгеноструктурні компоненти основної частини потиличної кістки та базисфеноїду у ВРХ 60–120-міс. віку характеризуються високою рентгенощільністю та рядом особливостей, що відрізняють їх від кісток вищерозглянутих вікових груп.

ГР основної частини потиличної кістки утворена переважно великими рентгенощільними трабекулами, котрі у центральній частині кістки утворюють комірки великого діаметру, переважно неправильної форми. Паралельно латеральним краям кістки, які сформовані з рентгенощільної компактною кістковою речовиною, утворюється сплетіння з рентгенощільних трабекул, котрі утворюють крупнокоміркову губчасту речовину. В аборальній ділянці кістки утворене густе сплетіння з рентгенощільних трабекул, котрі спрямовані переважно під прямим кутом до центральної вісі кістки. В оральній ділянці основної частини потиличної кістки реєструються два ущільнення овальної форми – м'язові горбки з характерними рентгенощільними контурами компактною кістковою тканиною, які частково охоплюють аборальну ділянку базисфеноїду.

ГР базисфеноїду утворює густу сітку трабекулярних переплетень. В аборальній частині кістки товсті, рентгенощільні трабекули під кутом спрямовані від латеральних стінок до аборального краю кістки. В цій ділянці утворюються комірки переважно великого та середнього діаметрів.

В центральній ділянці трабекули утворюють густе переплетіння, що зв'язує латеральні стінки базисфеноїду між собою. Від орального краю кістки трабекули спрямовані до центральної ділянки базисфеноїду та латеральних його стінок.

В аборальному напрямку базисфеноїд з'єднується з основною частиною потиличної кістки за допомогою синостозу, повністю замінивши хрящову тканину. Синостоз на РГ у вигляді тонкої, рентгенщільної, ледь помітної лінії. Проте орально злиття базисфеноїду з пресфеноїдом – без помітних меж.

Рентгеноструктурні компоненти основної частини потиличної кістки та базисфеноїду у ВРХ 120–144-міс. віку підвищеної рентгенощільності з добре розвинутою компактною кістковою речовиною високої рентгенощільності.

Структура ГР основної частини потиличної кістки неоднорідна і утворена комірками великого, середнього та дрібного діаметру. Вздовж латеральних стінок кістки, а також частково в її центральній ділянці реєструються потовщені, рентгенощільні трабекули, котрі утворюють складні сплетіння крупнокоміркової ГР.

В оральній ділянці кістки трабекулярні сплетіння утворюють характерну дрібнокоміркову губчасту кісткову речовину. У цій ділянці кістки трабекули ГР спрямовані від орального краю до її центру. В аборолатеральних ділянках кістки трабекули також утворюють дрібнокоміркову губчасту речовину та спрямовані у виростки потиличної кістки.

КР добре розвинута, рентгенощільна. На рентгенівських знімках вона утворює латеральні краї кістки, а також помітна у вигляді рентгенощільних контурів м'язових горбків в оральній ділянці кістки.

ГР базисфеноїду неоднорідна. В центральній ділянці кістки трабекулярні сплетіння утворюють крупнокоміркову губчасту речовину, котра складається з комірок, як правило, неправильної форми. Трабекули зорієнтовані майже під прямим кутом та зв'язують латеральні стінки кістки. В аборальній ділянці кістки ГР переважно дрібнокоміркова, а її трабекули спрямовані під кутом від латеральних стінок до аборального краю базисфеноїду.

В оральній ділянці також реєструється дрібнокоміркова ГР, трабекули якої спрямовані аборально.

В аборальному напрямку базисфеноїд з'єднується з основною частиною потиличної кістки за допомогою синостозу у вигляді тонкої рентгенощільної ниткоподібної лінії. Аналогічний синостоз реєструється між бази- та пресфеноїдом.

Отже, результати рентгеноструктурного аналізу свідчать про те, що в досліджуваних кістках черепа ВРХ, у період від народження до 10-річного віку, відбуваються постійні процеси перебудови, що, очевидно, пов'язане з впливом комплексу факторів, у т.ч. віку (табл. 4.1).

Вікові структурні зміни проявляються у періодичній зміні рентгенощільності досліджуваних кісткових органів, які частіше проявляються у період інтенсивного росту й розвитку тварини та є наслідком різної інтенсивності мінерального обміну в організмі. З віком відбувається постійна ремоделювання як компактною, так і губчастою кістковою тканиною, що проявляється особливостями їх структурної організації, яка, як правило, з віком стає більш складною та упорядкованою, відповідно до дії силових навантажень на кістку.

Структура синхондральних з'єднань також зазнає перебудови і у зазначені у табл. 4.1 вікові періоди повністю, як правило, заміщується кістковою тканиною з утворення рентгенощільних ліній синостозу. В цілому

результати рентгеноструктурного аналізу компонентів кісткової тканини та з'єднань між досліджуваними кістками дають змогу орієнтовно визначити вікову належність кісткового матеріалу.

Таблиця 4.1

**Краніорентгеноскопичні вікові діагностичні ознаки основної частини потиличної кістки, базисфеноїду та пресфеноїду**

Рентгеноскопичні параметри	Вікові періоди, міс.					
	0–24*	0–36	24–120	36–120	36–120	60–120
1. Синхондральне з'єднання між основною частиною потиличної кістки та потиличними виростками	+	±	–	–	–	–
2. Синхондральне з'єднання між основною частиною потиличної кістки та базисфеноїдом, а також між база-та пресфеноїдом	+	+	±	–	–	–
3. Синостоз основної частини потиличної кістки з потиличними виростками	–	–	+	+	+	+
4. Злиття базисфеноїду з пресфеноїдом без видимих меж	–	–	±	+	±	±
5. Синостоз основної частини потиличної кістки з базисфеноїдом	–	–	±	+	+	+
6. Поява рентген щільних ліній м'язових горбків	–	–	–	–	–	+
7. Утворення рентгенощільної лінії на місці злиття базисфеноїду з пресфеноїдом	–	–	–	–	–	–

*Примітка: 0–24\* – від народження до 24-х місячного віку; «+» – ознака виражена; «–» – ознака відсутня; «±» – ознака виражена або відсутня до певного віку.*

Отже, рентгеноструктурними критеріям вікової диференціації основної частини потиличної кістки і основної клиноподібної кістки є: синхондральне з'єднання між основною частиною потиличної кістки та потиличними виростками; синхондроз між основною частиною потиличної кістки та базисфеноїдом, а також між бази- і пресфеноїдом; синостоз основної частини потиличної кістки з потиличними виростками; повне злиття базисфеноїду з пресфеноїдом без видимих меж; синостоз основної частини потиличної кістки з базисфеноїдом; поява рентген щільних ліній м'язових горбків; утворення рентгенощільної лінії в ділянці злиття базисфеноїду з пресфеноїдом.

Синхондральне з'єднання між основною частиною потиличної кістки та потиличними виростками у ВРХ реєструється в постнатальний період онтогенезу ВРХ від народження до 24-місячного віку. Синхондроз між основною частиною потиличної кістки та базисфеноїдом, а також між бази- і пресфеноїдом ВРХ проявляється від народження до 36-місячного віку.

Синостоз основної частини потиличної кістки з потиличними виростками спостерігається на рентгенограмах в період від 24- до 144-місячного віку, а синостоз основної частини потиличної кістки з базисфеноїдом реєструється у період з 36- до 144-міс. віку. Злиття базисфеноїду з пресфеноїдом без видимих меж реєструється у період з 36- до 120-місячного віку.

Поява рентгенощільних ліній м'язових горбків на основній частині потиличної кістки і основній клиноподібній кістці рентгенографічно спостерігається з 60- до 144-міс. віку ВРХ. Утворення рентгенощільної лінії на місці злиття базисфеноїду з пресфеноїдом відбувається в період з 120- до 144-міс. віку ВРХ.

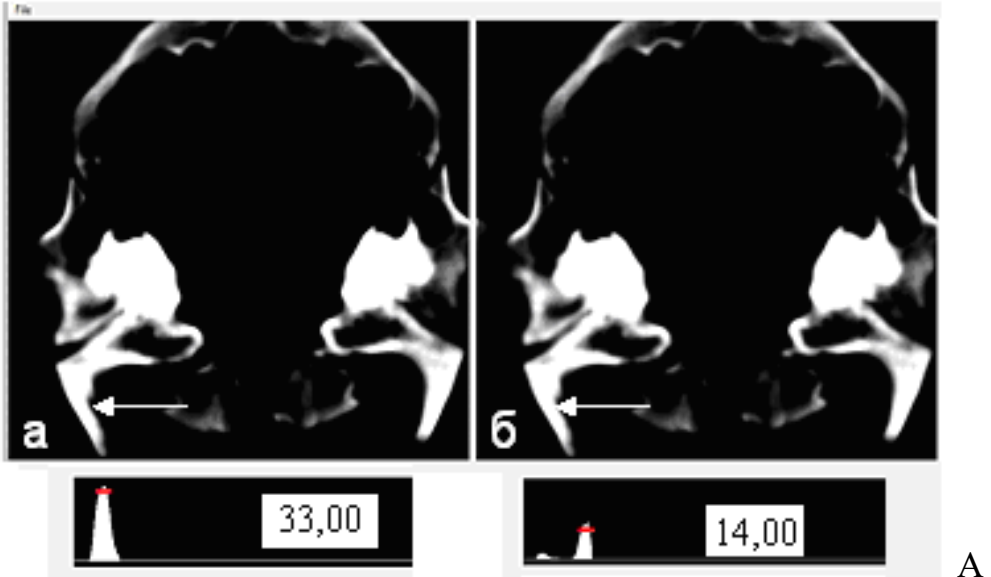
Рентгеноструктурні параметри потиличної кістки і основної клиноподібної кістки є не інформативними для диференціації статі ВРХ протягом всього постнатального періоду онтогенезу.

#### **4.2. Динаміка комп'ютерно-томографічних денситометричних показників структур носомозкового відділу черепа ВРХ залежно від віку та статі**

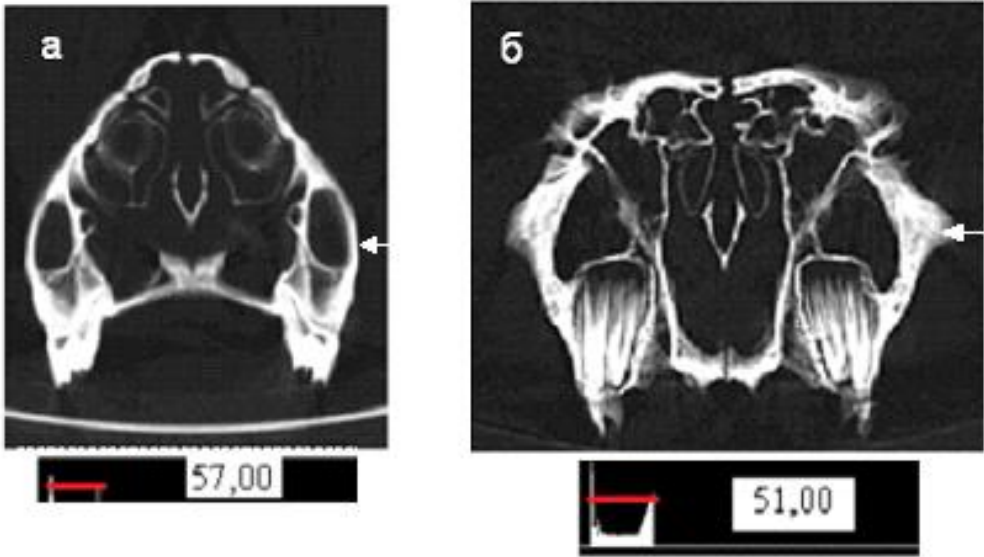
Динамічність фізіологічної перебудови кісткової тканини обумовлена віковими, статевими, метаболічними особливостями, характером механічного навантаження, впливом патологічних факторів на організм тварин тощо. Динамічне співвідношення у кістковій речовині клітин та неклітинної речовини, мінерального і органічного компонентів, а також води, визначають механічні властивості кістки, як природного композитного матеріалу.

Метод рентгеноденситометрії черепа ВРХ дозволив кількісно оцінити ступінь поглинання рентгенівського випромінювання кісткою в залежності від її щільності, хімічного складу, товщини. Всі ці параметри є важливими діагностичними показниками, які змінюються з віком [165, 291–293].

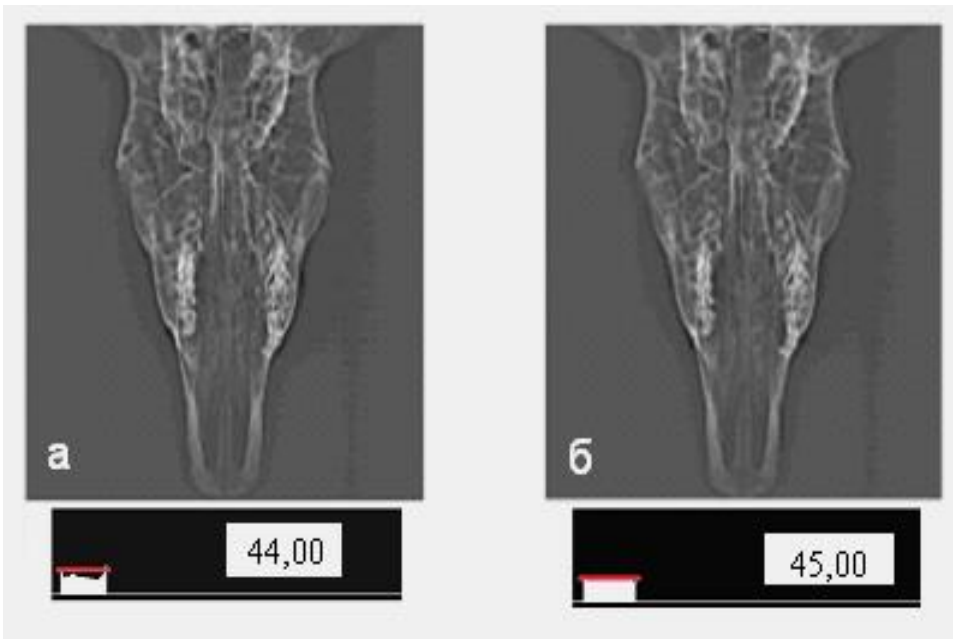
У цьому підрозділі монографії ми проаналізували у віковому аспекті та залежно від статі показники КТДП різних структур носомозкового відділу черепа ВРХ, зокрема потиличного відростка, яремного відростка, клиноподібної кістки, тіла потиличної кістки, луски потиличної кістки, ВЩК (рис. 4.2).



A



Б



B



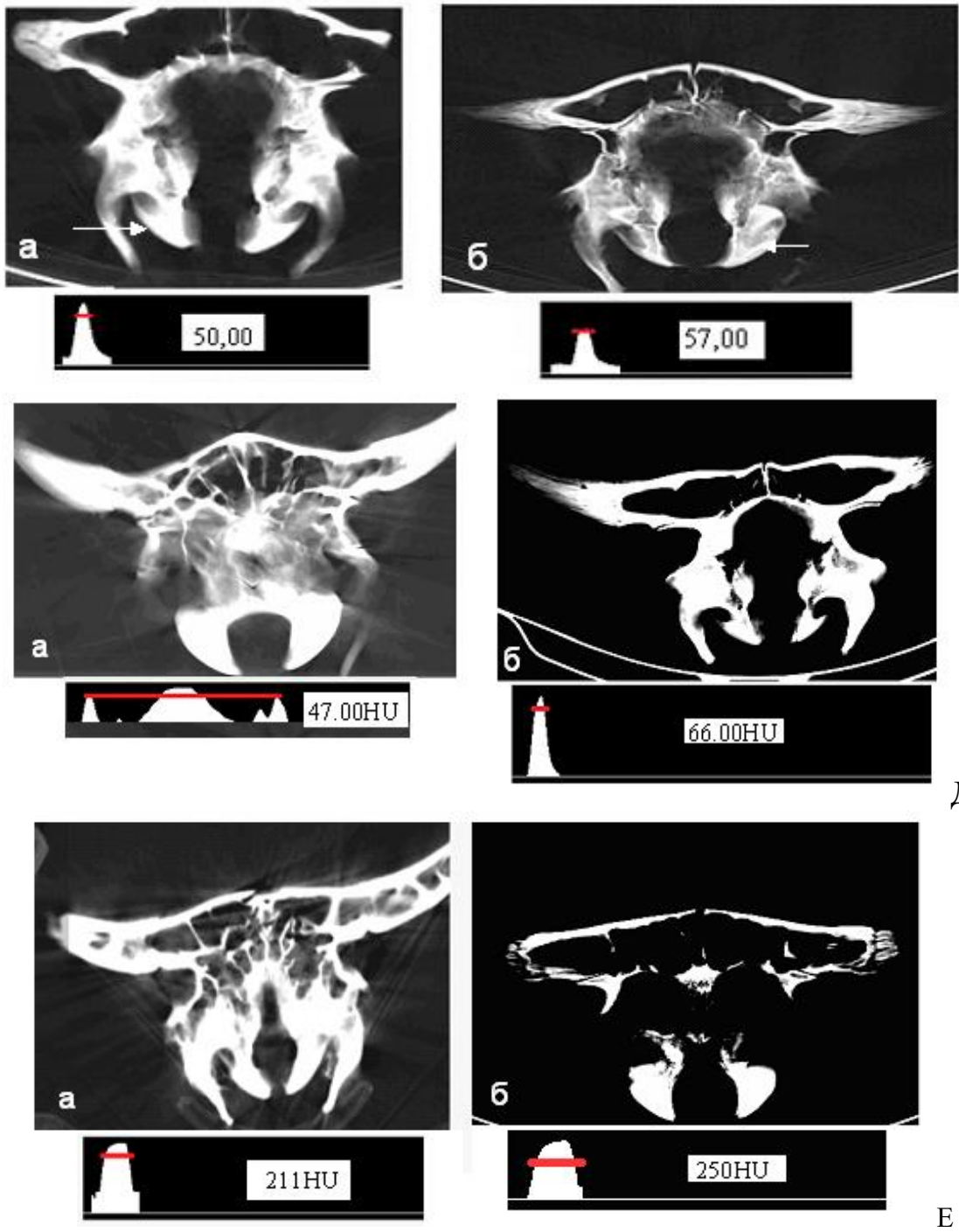


Рис. 4.2. Комп'ютерно-томографічні денситограми: а – самки, б – самця; А – яремного відростка, 1-а дослідна група (0–2 міс.); Б – верхньощелепної кістки, 6-а дослідна група (12–18 міс.); В – клиноподібної кістки, 9-а дослідна група (30–36 міс.); Г – потиличний виросток, 9-а дослідна група (30–36 міс.); Д – тіла потиличної кістки, 9-а дослідна група, 30–36 міс.; Е – луска потиличної кістки 11-а вікова група (60–120 міс.). Спіральний комп'ютерний томограф *Siemens Somatom Emotion*

Встановлено, що вікова динаміка КТДП окремих структур носомозкового відділу черепа самців ВРХ характеризується тим, що найбільші значення зареєстровані в ділянці луски потиличної кістки, а дещо менші – тіла потиличної кістки, ВЩК і клиноподібної кістки, потиличного виростка. Найменші значення КТДП спостерігаються в ділянці яремних відростків.

У самок ВРХ динаміка КТДП окремих структур носомозкового відділу черепа характеризується тим, що найбільші значення зареєстровані в ділянці луски потиличної кістки, а дещо менші – в ділянці верхньощелепної кістки, тіла потиличної кістки, клиноподібної кістки, потиличних виростків, яремних відростків. Найменші значення КТДП спостерігаються в ділянці клиноподібної кістки (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

**КТДП показники окремих структур черепа ВРХ з віком і залежно від статі**

Групи тварин	Вік тварин (міс.)	КТДП показники, $M \pm m$ ; $n=3$	
		самці	самки
<i>КТДП показники лобної кістки</i>			
1	0-2	-	-
2	2-4	-	-
3	4-6	78,0±1,73	61,33±2,02**
4	6-9	94,33±0,88 <sup>ΔΔΔ</sup>	119,0±1,16 <sup>ΔΔΔ***</sup>
5	9-12	97,0±1,16	105,0±1,45 <sup>ΔΔ**</sup>
6	12-18	87,33±2,02 <sup>ΔΔΔ</sup>	98,33±0,88 <sup>Δ***</sup>
7	18-24	84,33±1,45 <sup>Δ</sup>	97,0±1,16 <sup>***</sup>
8	24-30	251±1,16 <sup>ΔΔΔ</sup>	109,0±1,16 <sup>ΔΔ***</sup>
9	30-36	260,0±1,73 <sup>ΔΔ</sup>	91,33±1,45 <sup>ΔΔΔ***</sup>
10	36-60	262,0±1,73	100,33±1,45 <sup>Δ***</sup>
11	60-120	207,33±2,03 <sup>ΔΔΔ</sup>	96,0±1,73 <sup>***</sup>
<i>КТДП показники основи рога</i>			
1	0-2	-	-
2	2-4	39,00±0,58	17,00±1,16 <sup>***</sup>
3	4-6	41,67±1,86	22,00±1,16 <sup>Δ***</sup>
4	6-9	49,33±1,45 <sup>Δ</sup>	45,00±1,16 <sup>ΔΔΔ*</sup>
5	9-12	47,33±1,45	33,00±1,16 <sup>ΔΔ***</sup>
6	12-18	54,67±1,20 <sup>Δ</sup>	48,33±0,88 <sup>ΔΔΔ**</sup>
7	18-24	60,67±2,33	50,00±1,16 <sup>*</sup>
8	24-30	51,67±1,20 <sup>Δ</sup>	51,33±1,45
9	30-36	62,00±1,16 <sup>ΔΔ</sup>	33,00±1,16 <sup>ΔΔΔ***</sup>
10	36-60	44,33±1,45 <sup>ΔΔΔ</sup>	49,67±1,20 <sup>ΔΔΔ*</sup>
11	60-120	49,00±1,55	39,33±0,8 <sup>ΔΔ**</sup>
<i>КТДП показники потиличного виростка</i>			
1	0-2	16,33±0,88	56,33±0,88 <sup>***</sup>
2	2-4	42,00±1,16 <sup>ΔΔΔ</sup>	35,00±1,16 <sup>ΔΔ*</sup>
3	4-6	47,33±1,45 <sup>Δ</sup>	36,33±0,33 <sup>**</sup>
4	6-9	49,00±0,58	43,00±1,16 <sup>ΔΔ**</sup>
5	9-12	59,00±1,16 <sup>ΔΔ</sup>	49,00±0,58 <sup>ΔΔ**</sup>
6	12-18	42,33±0,88 <sup>ΔΔΔ</sup>	35,00±1,16 <sup>ΔΔΔ**</sup>

Групи тварин	Вік тварин (міс.)	КТДП показники, $M \pm m$ ; $n=3$	
		самці	самки
<i>КТДП показники лобної кістки</i>			
7	18-24	28,67±0,67 <sup>ΔΔ</sup>	30,33±0,88 <sup>Δ</sup>
8	24-30	28,67±0,67	48,33±0,88 <sup>ΔΔΔ***</sup>
9	30-36	36,00±1,16 <sup>ΔΔ</sup>	47,67±1,20**
10	36-60	19,67±1,20 <sup>ΔΔΔ</sup>	38,00±1,16 <sup>ΔΔ***</sup>
11	60-120	29,00±1,16 <sup>ΔΔ</sup>	37,00±0,58**
<i>КТДП показники яремного відростка</i>			
1	0-2	15,33±0,88	30,67±1,20***
2	2-4	12,33±0,88	21,67±1,20 <sup>ΔΔ***</sup>
3	4-6	15,33±0,88	17,67±0,67 <sup>Δ</sup>
4	6-9	20,33±0,88 <sup>Δ</sup>	19,00±1,16
5	9-12	20,33±0,88	20,33±0,88
6	12-18	21,33±0,88	21,00±1,16
7	18-24	13,33±0,88 <sup>ΔΔ</sup>	11,67±1,20 <sup>ΔΔ</sup>
8	24-30	13,00±0,67	21,00±1,16 <sup>ΔΔ***</sup>
9	30-36	14,68±0,67	12,33±0,88 <sup>ΔΔ</sup>
10	36-60	14,00±0,67	18,33±0,88 <sup>ΔΔ*</sup>
11	60-120	15,00±0,88	20,00±0,58**
<i>КТДП показники клиноподібної кістки</i>			
1	0-2	37,00±1,16	37,00±1,16
2	2-4	32,33±1,45	29,33±1,45 <sup>Δ</sup>
3	4-6	46,33±0,88 <sup>ΔΔ</sup>	41,33±0,88 <sup>ΔΔ*</sup>
4	6-9	36,33±0,88 <sup>ΔΔ</sup>	35,67±1,20 <sup>Δ</sup>
5	9-12	31,00±1,16 <sup>Δ</sup>	37,33±0,88*
6	12-18	32,33±1,45	38,33±1,45*
7	18-24	43,00±1,73 <sup>ΔΔ</sup>	38,33±1,45
8	24-30	40,33±1,45	38,33±1,45
9	30-36	46,67±1,20 <sup>Δ</sup>	40,33±1,45*
10	36-60	43,00±1,16	42,00±1,16
11	60-120	53,33±0,88 <sup>ΔΔ</sup>	45,33±0,88**
<i>КТДП показники тіла потиличної кістки</i>			
1	0-2	53,00±1,73	51,33±1,45
2	2-4	40,33±1,45 <sup>ΔΔ</sup>	37,67±1,20 <sup>ΔΔ</sup>
3	4-6	50,33±1,73 <sup>Δ</sup>	48,00±1,16 <sup>ΔΔ</sup>
4	6-9	58,67±0,88	53,00±1,73*
5	9-12	50,33±1,73 <sup>Δ</sup>	46,33±1,45 <sup>Δ</sup>
6	12-18	52,33±1,45	50,00±1,73
7	18-24	55,67±1,20	54,33±1,45
8	24-30	54,67±1,20 <sup>Δ</sup>	59,33±0,88 <sup>Δ*</sup>
9	30-36	64,00±2,00 <sup>ΔΔ</sup>	47,67±1,20 <sup>ΔΔ***</sup>
10	36-60	59,33±0,88 <sup>ΔΔ</sup>	60,00±0,58 <sup>ΔΔΔ</sup>
11	60-120	72,00±1,16	63,00±2,00*
<i>КТДП показники луски потиличної кістки</i>			
1	0-2	281,00±1,16	214,00±1,16***
2	2-4	205,33±1,73 <sup>ΔΔΔ</sup>	187,33±1,52 <sup>ΔΔΔ***</sup>
3	4-6	253,00±1,45 <sup>ΔΔΔ</sup>	264,00±1,45 <sup>ΔΔΔ***</sup>

Групи тварин	Вік тварин (міс.)	КТДП показники, $M \pm m$ ; $n=3$	
		самці	самки
<i>КТДП показники лобної кістки</i>			
4	6-9	251,00±1,16	312,00±1,67 <sup>△△△***</sup>
5	9-12	215,33±1,16 <sup>△△△</sup>	261,00±1,16 <sup>△△△***</sup>
6	12-18	211,00±1,45	206,67±1,45 <sup>△△△</sup>
7	18-24	210,00±1,73	197,00±1,52 <sup>△△**</sup>
8	24-30	210,33±1,73	203,33±1,45 <sup>△*</sup>
9	30-36	208,00±1,45	207,00±1,16
10	36-60	208,67±1,45	208,67±1,67
11	60-120	220,00±0,88 <sup>△△</sup>	212,00±1,45 <sup>**</sup>
<i>КТДП показники верхньощелепної кістки</i>			
1	0-2	104,00±1,16	62,00±1,16 <sup>***</sup>
2	2-4	74,00±1,16 <sup>△△△</sup>	78,00±0,88 <sup>△△△*</sup>
3	4-6	86,33±1,45 <sup>△△</sup>	42,00±1,16 <sup>△△△***</sup>
4	6-9	31,00±1,16 <sup>△△△</sup>	42,00±1,16 <sup>**</sup>
5	9-12	49,33±0,88 <sup>△△△</sup>	53,33±2,03 <sup>△△</sup>
6	12-18	34,33±1,45 <sup>△△△</sup>	38,33±1,45 <sup>△△</sup>
7	18-24	34,33±1,45	45,00±1,16 <sup>△**</sup>
8	24-30	41,00±1,56 <sup>△</sup>	69,00±1,16 <sup>△△△***</sup>
9	30-36	49,33±0,88 <sup>△△</sup>	46,33±1,45 <sup>△△△</sup>
10	36-60	30,67±1,20 <sup>△△△</sup>	47,67±1,20 <sup>***</sup>
11	60-120	43,00±1,16 <sup>△△</sup>	52,33±0,88 <sup>△**</sup>

Примітка: \* $p \leq 0,05$ ; \*\* $p \leq 0,01$ ; \*\*\* $p \leq 0,001$  – у порівняння між самцями і самками;  
<sup>△</sup> $p \leq 0,05$ ; <sup>△△</sup> $p \leq 0,01$ ; <sup>△△△</sup> $p \leq 0,001$  – у порівняння між наступною і попередньою групами.

Таким чином, КТДП аналізованих ділянок носомозкового відділу черепа ВРХ, які досліджувалися, достатньо відрізняються. Проте залежність віку тварини від значень КТДП (регресія) для різних ділянок черепа є не однозначною, що не дозволить застосувати регресійний аналіз для визначення віку і статі ВРХ за цими показниками.

#### 4.3. Спосіб визначення віку та статі ВРХ за комп'ютерно-томографічними денситометричними показниками носомозкового відділу черепа

Для перевірки достовірності різниці КТДП для вікових груп тварин обох статей (кожна вікова група містила по 3 черепа) було застосовано однофакторний дисперсійний аналіз (ОФДА) [285], щоб встановити, чи впливає деякий якісний фактор  $F$  (у нашому випадку – вік та стать тварини), який має  $n$  рівнів – «градацій» ( $n = 22$  групи з урахуванням віку та статі), на значення КТДП ( $X$ ), що досліджувався.

Попередньо за допомогою критерія Пірсона нами було встановлено, що розподіл значень усіх КТДП ( $X$ ) в кожній статево-віковій групі (з 22-х) надійно наближається до нормального. Це дає підставу застосувати ОФДА.

Основною ідеєю застосування ОФДА для встановлення віку і статі ВРХ за носомозковим відділом черепа полягає у порівнянні «факторної дисперсії», яка породжується впливом фактора (вік та стать тварини), і «залишкової дисперсії», яка обумовлена випадковими причинами. Якщо відмінність між цими дисперсіями є значимою (на рівні значущості  $p$ ), то фактор має істотний вплив на КТДП ( $X$ ). У цьому випадку середні спостережувані значення ( $X$ ) на кожному рівні градації – групі середні для кожної з 22-х груп – розрізняються також значимо (на рівні значущості  $p$ ). ОФДА ми застосовували, враховуючи, що кількість порівнювальних груп є великою. Він практично замінює застосування попарного порівняння груп згідно критерію Стюдента, проте коли відмінність між дисперсіями не є значущою, ОФДА не може вказати на те, між якими групами не існує достовірної різниці, в цьому випадку залишається застосовувати критерій Стюдента.

ОФДА нами було проведено на базі отриманих значень КТДП за стандартною програмою *Microsoft Excel* (команди: «Сервіс: Аналіз даних: Однофакторний дисперсійний аналіз») (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

#### Результати застосування ОФДА

Назва частини носомозкової ділянки черепа	Рівень достовірності	Висновок
1. Потиличний виросток	$2,91 \cdot 10^{-32}$	достовірно
2. Яремний відросток	$5,71 \cdot 10^{-17}$	достовірно
3. Клиноподібна кістка	$8,53 \cdot 10^{-17}$	достовірно
4. Тіло потиличної кістки	$9,79 \cdot 10^{-20}$	достовірно
5. Луска потиличної кістки	$2,79 \cdot 10^{-47}$	достовірно
6. Верхньощелепна кістка	$1,96 \cdot 10^{-38}$	достовірно

Таким чином, проведений ОФДА дозволяє зробити висновок, що КТДП для усіх частин носомозкового відділу черепа ВРХ, які досліджувалися, розрізняються значимо (табл. 4.3). Це дає підставу застосувати дискримінантний аналіз [287] через те, що застосування регресійного аналізу для кожної з виділених частин носомозкової ділянки черепа для визначення віку тварини є не можливим, бо функції регресії залежності віку тварини від значень КТДП для кожної частини є не однозначними.

Для подальшого аналізу, як ознаки, використаємо такі позначення КТДП різних частин носомозкової ділянки черепа:  $X_1$  – потиличний виросток;  $X_2$  – яремний відросток;  $X_3$  – клиноподібна кістка;  $X_4$  – тіло потиличної кістки;  $X_5$  – луска потиличної кістки;  $X_6$  – верхньощелепна пазуха.

Суть дискримінантного аналізу за показниками КТДП різних частин носомозкового відділу черепа полягає у заміні шести ознак  $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$ , які характеризують вік та стать тварини, однією дискримінантною функцією  $X$  (значення ознак позначимо малими літерами  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$ ):

$$X = a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4 + a_5x_5 + a_6x_6 - X_0 \quad (1)$$

Значення дискримінантних коефіцієнтів  $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6$  та параметра  $X_0$  – межі розділу двох різних вікових груп певних статей – попередньо розраховували з аналізу та обробки результатів багаторазових вимірювань значень ознак  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$  для усієї кількості тварин (11 вікових груп самців та 11 вікових груп самок по 3 тварини в кожній групі, тобто для 66 черепів тварин) таким чином.

З вибірок вимірюваних значень  $x_i$  ( $i = 1, 2, \dots, 6$ ) утворювали дискримінантні матриці для самців ( $B$ ) та самок ( $C$ ) кожної вікової групи  $A$  ( $A = 1, 2, 3 \dots 11$ ):

$$B_{ik}^A = \sum_{j=1}^{n_A} (x_{i,j}^A - \bar{x}_i^A)(x_{k,j}^A - \bar{x}_k^A); \quad C_{ik}^A = \sum_{j=1}^{n_A} (x_{i,j}^A - \bar{x}_i^A)(x_{k,j}^A - \bar{x}_k^A), \quad (2)$$

де  $i, k$  – номери ознак (цих ознак шість);  $n_A$  – кількість тварин у кожній віковій групі  $A$  ( $n_A = 3$ ) (за номером тварини  $j$  проводили підсумовування);

$\bar{x}_{i;k}^A$  – середньовибіркові (середньогрупові) значення відповідних ознак.

За допомогою програми комп'ютерних обчислень «*Maple-12*» на основі проведених вимірів КТДП були отримані дискримінантні матриці, в яких літери  $B$  та  $C$  відповідають самцям або самкам, відповідно, числові індекси – номеру вікової групи.

Для визначення віку та статі тварини дискримінантні матриці об'єднували в одну коваріантну матрицю:

$$S_{ik} = \frac{B_{ik}^1 + B_{ik}^2 + \dots + B_{ik}^{11} + C_{ik}^1 + C_{ik}^2 + \dots + C_{ik}^{11}}{n_1 + n_2 + \dots + n_{22} - N}, \quad (3)$$

де  $n_1 = n_2 = \dots = n_{22} = 3$  – кількість тварин в кожній віковій групі;  $n = 22$  – загальна кількість статево-вікових груп, які необхідно надійно розрізнити (дискримінувати) між собою. Таким чином, з виразу (3) помітно, що чим більше зроблено попередніх вимірів КТДП, тим точніше визначена коваріантна матриця.

Одержана така коваріантна матриця:

$$S = \begin{bmatrix} 2.9402 & 0.2273 & -0.3559 & -0.0200 & 0.7652 & -0.3104 \\ 0.2273 & 2.5466 & -0.2345 & 1.8082 & 1.5679 & -0.2875 \\ -0.3559 & -0.2345 & 4.5466 & -0.2802 & 1.2425 & 0.2277 \\ -0.0200 & 1.8082 & -0.2802 & 5.9048 & -0.0073 & -0.7802 \\ 0.7652 & 1.5679 & 1.2425 & -0.0073 & 4.9250 & 0.1214 \\ -0.3104 & -0.2875 & 0.2277 & -0.7802 & 0.1214 & 4.6373 \end{bmatrix}. \quad (4)$$

Для визначення дискримінантних коефіцієнтів ( $a_i$ ) дискримінантного рівняння (1) розв'язували таку систему лінійних рівнянь, яку для скорочення записано у матричному вигляді:

$$S_{ik} a_i = \bar{x}_k^{A_1} - \bar{x}_k^{A_2}. \quad (5)$$

де  $A_1$  і  $A_2$  – дві різні порівнювані групи тварин з 22-х, за отриманими значеннями КТДП черепів за якими визначали вік та стать тварини. Після обчислення дискримінантних коефіцієнтів ( $a_i$ ), розраховували виправлені вибіркові оцінки дисперсії розподілу ознак для кожної групи тварин згідно з формулами:

$$D(B^A) = \frac{\sum_{i,j} a_i a_j B_{ij}^A}{n_A - 1}, \quad D(C^A) = \frac{\sum_{i,j} a_i a_j C_{ij}^A}{n_A - 1}, \quad (6)$$

де за індексами  $i$  та  $j$  передбачали підсумовування (згортку) від одного до шести;  $n_A = 3$  тварини. Оцінки стандартних відхилень є коренями квадратними з відповідних вибіркових дисперсій (7):

$$S(B^A) = \sqrt{D(B^A)}, \quad S(C^A) = \sqrt{D(C^A)}. \quad (7)$$

Параметр межі розділу між групами різного віку і статі  $A_1$  і  $A_2$  –  $X_0$  розраховували таким чином:

$$X_0 = \frac{S(A_1)\bar{X}_{A_2} + S(A_2)\bar{X}_{A_1}}{S(A_1) + S(A_2)}, \quad (8)$$

де  $\bar{X}_{A_1, A_2} = \sum_{i=1}^6 a_i \bar{x}_i^{A_1, A_2} = a_1 \bar{x}_1^{A_1, A_2} + a_2 \bar{x}_2^{A_1, A_2} + \dots + a_6 \bar{x}_6^{A_1, A_2}$  (бо ознак шість).

Для визначення віку та статі всі вікові групи тварин порівнювали з першою віковою групою для самців ( $B_1$ ), згідно [287]. Згідно розробленого нами способу, якщо значення усіх дискримінантних функцій попарного порівняння ( $X$ ) під час підстановки у рівняння (1) одержаних значень ознак  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$  з урахуванням розрахованих значень дискримінантних коефіцієнтів ( $a$ ) і параметрів межі розділу двох різних вікових груп певних статей ( $X_0$ ) є від'ємними, то череп належить самцеві 1-ї вікової групи ( $B_1$ ). Якщо ж отримані значення дискримінантних функцій ( $X$ ) мають різні знаки, то череп належить тварині тієї групи за віком та статтю, для якої алгебраїчне значення ( $X$ ) є максимальним.

Значення теоретичної помилки визначення віку та статі тварини ( $\alpha$ ) у відсотках для попарного порівняння розраховували за формулою (9):

$$\alpha = \frac{1}{2} \left[ 1 + \operatorname{erf} \left( - \left| \frac{\bar{X}_A - \bar{X}_B}{S(A) + S(B)} \right| \right) \right] \cdot 100 \%, \quad (9)$$

де  $\operatorname{erf}(x)$  – інтеграл ймовірності:  $\operatorname{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-t^2} dt$ .

Одержані значення дискримінантних коефіцієнтів ( $a$ ) і параметрів ( $X_0$ ) дискримінантного рівняння (1), а також теоретична помилка визначення (9) для кожного попарного міжгрупового порівняння розраховані нами на колекції черепів ВРХ відомого віку і статі (B1-B2...B1 – B1-C1...C11).

$$\begin{aligned}
X_{B2} &= 14,26x_1 + 20,19x_2 + 7,96x_3 + (-8,65x_4) + (-25,96x_5) + (-5,43x_6) - (-6050,97); \\
X_{B3} &= 13,59x_1 + 9,06x_2 + 6,92x_3 + (-3,25x_4) + (-12,43x_5) + (-2,90x_6) - (-2961,07); \\
X_{B4} &= 12,53x_1 + 9,63x_2 + 5,14x_3 + (-3,62x_4) + (-12,04x_5) + (-14,85x_6) - (-3700,74); \\
X_{B5} &= 19,19x_1 + 20,47x_2 + 8,03x_3 + (-7,66x_4) + (-24,68x_5) + (-10,27x_6) - (-5224,83); \\
X_{B6} &= 13,05x_1 + 21,02x_2 + 7,99x_3 + (-8,00x_4) + (-24,55x_5) + (-13,94x_6) - (-6070,53); \\
X_{B7} &= 8,25x_1 + 15,92x_2 + 9,37x_3 + (-5,87x_4) + (-22,79x_5) + (-14,34x_6) - (-6696,30); \\
X_{B8} &= 8,16x_1 + 15,62x_2 + 8,32x_3 + (-5,81x_4) + (-22,24x_5) + (-12,87x_6) - (-6068,99); \\
X_{B9} &= 11,91x_1 + 16,24x_2 + 10,81x_3 + (-3,98x_4) + (-24,25x_5) + (-10,55x_6) - (-5919,40); \\
X_{B10} &= 5,26x_1 + 16,29x_2 + 9,20x_3 + (-5,50x_4) + (-22,71x_5) + (-15,50x_6) - (-6771,80); \\
X_{B11} &= 8,64x_1 + 12,32x_2 + 10,92x_3 + (-1,63x_4) + (-20,18x_5) + (-12,09x_6) - (-4512,32); \\
X_{C1} &= 19,24x_1 + 28,64x_2 + 10,94x_3 + (-9,48x_4) + (-28,30x_5) + (-7,39x_6) - (-5793,42); \\
X_{C2} &= 13,47x_1 + 30,80x_2 + 9,53x_3 + (-12,15x_4) + (-33,30x_5) + (-4,36x_6) - (-6401,39); \\
X_{C3} &= 7,32x_1 + 7,02x_2 + 4,33x_3 + (-4,52x_4) + (-7,53x_5) + (-13,22x_6) - (-2999,06); \\
X_{C4} &= 5,80x_1 + (-5,58x_2) + (-1,64x_3) + (-0,12x_4) + 7,98x_5 + (-13,48x_6) - 1263,29 \\
X_{C5} &= 12,35x_1 + 10,04x_2 + 4,48x_3 + (-5,33x_4) + (-9,99x_5) + (-13,25x_6) - (-2835,04); \\
X_{C6} &= 11,17x_1 + 23,30x_2 + 9,73x_3 + (-8,93x_4) + (-26,52x_5) + (-13,25x_6) - (-6838,81); \\
X_{C7} &= 10,11x_1 + 18,05x_2 + 9,45x_3 + (-6,41x_4) + (-26,48x_5) + (-11,78x_6) - (-6307,37); \\
X_{C8} &= 16,19x_1 + 21,05x_2 + 5,97x_3 + (-5,83x_4) + (-26,36x_5) + (-5,74x_6) - (-5369,66); \\
X_{C9} &= 15,87x_1 + 18,46x_2 + 10,03x_3 + (-7,55x_4) + (-25,63x_5) + (-11,32x_6) - (-6130,30); \\
X_{C10} &= 12,72x_1 + 19,34x_2 + 10,19x_3 + (-5,68x_4) + (-25,27x_5) + (-10,89x_6) - (-5766,73); \\
X_{C11} &= 12,10x_1 + 19,13x_2 + 10,61x_3 + (-4,95x_4) + (-24,35x_5) + (-9,86x_6) - (-5548,89).
\end{aligned}$$

Інформативність виміряних рентгеноденситометричних показників (КТДП), зокрема, в ділянці потиличного виростка (ознака  $j_1$ ); яремного виростка (ознака  $j_2$ ); клиноподібної кістки (ознака  $j_3$ ); тіла потиличної кістки (ознака  $j_4$ ); луски потиличної кістки (ознака  $j_5$ ) та верхньощелепної кістки (ознака  $j_6 = 6$ ) для визначення статі ВРХ за значеннями відстані Махалобіса, наведено на рис. 4.3.

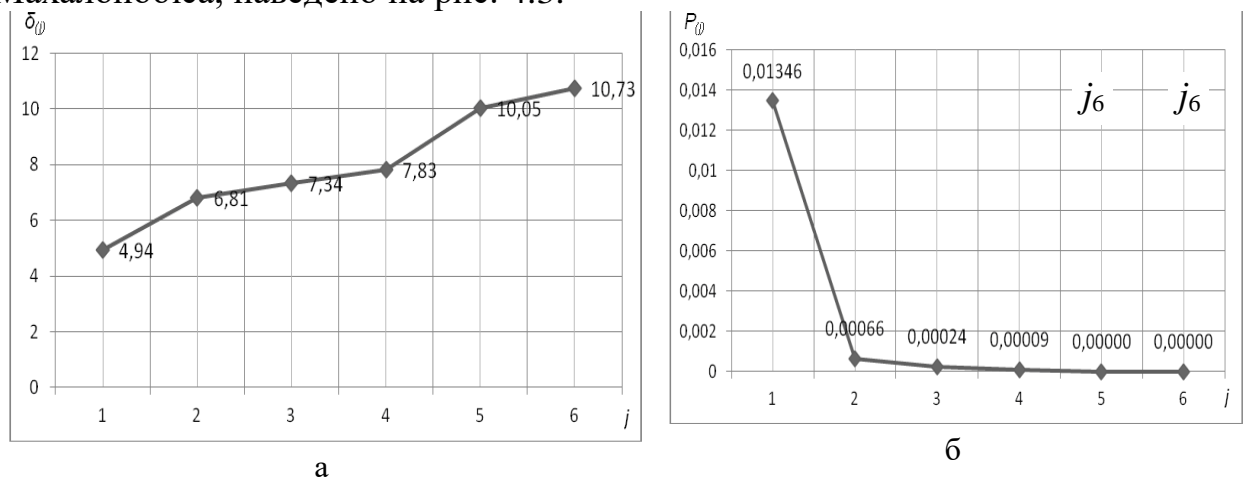


Рис. 4.3. Інформативність значень КТДП окремих ділянок черепа для визначення статі ВРХ: а – відстані Махалобіса ( $\delta$ ); б – ймовірності помилки визначення статі ВРХ ( $P_j$ )

Таким чином, метод рентгеноденситометрії є досить інформативним, тому що залучення всіх шести вимірів КТДП ( $j_1-j_6$ )



приводить до збільшення відстані Махаланобіса ( $\delta$ ) з 4,94 до 10,73 одиниць, при цьому теоретична ймовірність помилки визначення статі ВРХ ( $P_j$ ) зменшується з 1,35 до 0 %. Навіть одне перше вимірювання КТДП в ділянці потиличного виростку ( $j_1$ ) дає теоретичну ймовірність помилки визначення статі ВРХ, яка складає 1,35 %.

Найбільш інформативним є значення КТДП в ділянці яремного відростку ( $j_2$ ), бо воно суттєво збільшує відстань Махаланобіса ( $\delta$ ) з 4,94 до 6,81 одиниць, при цьому теоретична ймовірність помилки визначення статі ВРХ стрімко зменшується з 1,35 до 0,07 %.

Правильність визначення віку і статі ВРХ за запропонованим способом підтверджена нами у «сліпому експерименті».

### Спосіб визначення віку та статі ВРХ за КТДП носомозкового відділу черепа

Таблиця 4.4

Значення коефіцієнтів ( $a$ ) та параметрів ( $X_0$ ) дискримінантного рівняння для попарного порівняння, а також теоретичної помилки порівняння

Попарне порівняння	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	Межа розділу, $X_0$	Помилка, %
$B_2B_1$	14,26	20,19	7,96	-8,65	-25,96	-5,43	-6050,97	0
$B_3B_1$	13,59	9,06	6,92	-3,25	-12,43	-2,90	-2961,07	0
$B_4B_1$	12,53	9,63	5,14	-3,62	-12,04	-14,85	-3700,74	0
$B_5B_1$	19,19	20,47	8,03	-7,66	-24,68	-10,27	-5224,83	0
$B_6B_1$	13,05	21,02	7,99	-8,00	-24,55	-13,94	-6070,53	0
$B_7B_1$	8,25	15,92	9,37	-5,87	-22,79	-14,34	-6696,30	0
$B_8B_1$	8,16	15,62	8,32	-5,81	-22,24	-12,87	-6068,99	0
$B_9B_1$	11,91	16,24	10,81	-3,98	-24,25	-10,55	-5919,40	0
$B_{10}B_1$	5,26	16,29	9,20	-5,50	-22,71	-15,50	-6771,80	0
$B_{11}B_1$	8,64	12,32	10,92	-1,63	-20,18	-12,09	-4512,32	0
$C_1B_1$	19,24	28,64	10,94	-9,48	-28,30	-7,39	-5793,42	0
$C_2B_1$	13,47	30,80	9,53	-12,15	-33,30	-4,36	-6401,39	0
$C_3B_1$	7,32	7,02	4,33	-4,52	-7,53	-13,22	-2999,06	0
$C_4B_1$	5,80	-5,58	-1,64	-0,12	7,98	-13,48	1263,29	0
$C_5B_1$	12,35	10,04	4,48	-5,33	-9,99	-10,33	-2835,04	0
$C_6B_1$	11,17	23,30	9,73	-8,93	-26,52	-13,25	-6838,81	0
$C_7B_1$	10,11	18,05	9,45	-6,41	-26,48	-11,78	-6307,37	0
$C_8B_1$	16,19	21,05	5,97	-5,83	-26,36	-5,74	-5369,66	0
$C_9B_1$	15,87	18,46	10,03	-7,55	-25,63	-11,32	-6130,30	0
$C_{10}B_1$	12,72	19,34	10,19	-5,68	-25,27	-10,89	-5766,73	0
$C_{11}B_1$	12,10	19,13	10,61	-4,95	-24,35	-9,86	-5548,89	0

Для перевірки дії запропонованого способу визначення віку та статі ВРХ у «сліпому експерименті» були відібрані три черепа самців віком 1

місяць (зразок № 1 – 1-а вікова група), 20 місяців (зразок № 2 – 7-а вікова група) і 58 місяців (зразок № 3 – 10-а вікова група) та 3 черепа самок віком 5 місяців (зразок № 4 – 3-тя вікова група), 16 місяців (зразок № 5 – 6-та вікова група) і 90 місяців (зразок № 6 – 11-а вікова група). Значення КТДП для цих зразків наведені у табл. 4.5 У цій же таблиці наведені результати комп'ютерних обчислень дискримінантних функцій попарного порівняння для КТДП шести черепів, відібраних для експертизи та зроблені відповідні експертні висновки. Для дискримінантних функцій порівняння зроблено такі скорочення: *1B* – перша вікова група самців; далі цифрою позначено номер вікової групи, а індексами *B* або *C* – самця або самки.

Таблиця 4.5

**Перевірка дії запропонованого способу визначення віку та статі ВРХ**

Зразок № 1						Зразок № 2					
Значення КТДП						Значення КТДП					
$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$
16,0	15,0	37,0	53,0	281,0	104,0	42,0	14,0	32,0	40,0	205,0	74,0
Значення дискримінантних функцій та експертний висновок						Значення дискримінантних функцій та експертний висновок					
V1B2			-1442,36			V1B2			1116,96		
V1B3			-392,21			V1B3			988,04		
V1B4			-883,87			V1B4			814,23		
V1B5			-2273,76			V1B5			448,01		
V1B6			-1882,18			V1B6			784,15		
V1B7			-791,29			V1B7			1598,58		
V1B8			-1155,38			V1B8			1151,76		
V1B9			-1368,40			V1B9			1082,13		
V1B10			-817,55			V1B10			1511,53		
V1B11			-1774,77			V1B11			300,58		
V1C1			-2287,58			V1C1			624,94		
V1C2			-3022,97			V1C2			68,35		
V1C3			-348,56			V1C3			840,57		
V1C4			-480,05			V1C4			-516,10		
V1C5			-815,89			V1C5			611,46		
V1C6			-1577,15			V1C6			1170,61		
Зразок № 1						Зразок № 2					
Значення КТДП						Значення КТДП					
$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$
16,0	15,0	37,0	53,0	281,0	104,0	42,0	14,0	32,0	40,0	205,0	74,0
Значення дискримінантних функцій та експертний висновок						Значення дискримінантних функцій та експертний висновок					
V1C7			-1914,75			V1C7			731,70		
V1C8			-2147,87			V1C8			473,62		
V1C9			-1747,54			V1C9			982,20		
V1C10			-1896,79			V1C10			684,80		
V1C11			-1709,63			V1C11			743,90		
Висновок: самець з 1-ї групи						Висновок: самець з 7-ї групи					
Зразок № 3						Зразок № 4					

Значення КТДП						Значення КТДП					
$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$
19,0	14,0	43,0	59,0	208,0	30,0	36,0	18,0	41,0	48,0	264,0	42,0
Значення дискримінантних функцій та експертний висновок						Значення дискримінантних функцій та експертний висновок					
1B2B			873,26			1B2B			-243,44		
1B3B			780,32			1B3B			338,74		
1B4B			1131,18			1B4B			559,84		
1B5B			327,35			1B5B			701,71		
1B6B			959,81			1B6B			-204,39		
1B7B			1962,76			1B7B			764,51		
1B8B			1445,06			1B8B			293,32		
1B9B			1242,88			1B9B			48,04		
1B10B			1989,48			1B10B			731,41		
1B11B			662,59			1B11B			-420,23		
1B1C			362,81			1B1C			-786,77		
1B2C			-275,40			1B2C			1735,65		
1B3C			1193,14			1B3C			806,44		
1B4C			-53,01			1B4C			313,16		
1B5C			700,03			1B5C			316,25		
1B6C			1354,79			1B6C			72,32		
1B7C			919,93			1B7C			-408,31		
1B8C			229,66			1B8C			-903,75		
1B9C			1005,13			1B9C			-159,20		
1B10C			799,72			1B10C			-410,25		
1B11C			849,15			1B11C			-317,54		
Висновок: самець з 10-ї групи						Висновок: самка з 3-ї групи					
Зразок № 5						Зразок № 6					
Значення КТДП						Значення КТДП					
$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$
35,0	21,0	38,0	50,0	206,0	38,0	37,0	20,0	45,0	63,0	212,0	52,0
Значення дискримінантних функцій та експертний висновок						Значення дискримінантних функцій та експертний висновок					
1B2B			1289,28			1B2B			1001,27		
1B3B			1057,37			1B3B			963,75		
1B4B			1311,20			1B4B			1028,10		
1B5B			733,64			1B5B			447,25		
1B6B			1285,30			1B6B			889,68		
1B7B			1643,09			1B7B			1786,23		
1B8B			1637,07			1B8B			1297,94		
1B9B			1493,02			1B9B			1223,32		
1B10B			1614,68			1B10B			1742,		
1B11B			790,78			1B11B			553,51		
1B1C			899,16			1B1C			580,95		

1B2C	249,11	1B2C	-116,22
1B3C	1287,66	1B3C	1031,05
1B4C	-113,69	1B4C	-252,71
1B5C	930,84	1B5C	697,69
1B6C	1675,26	1B6C	1271,67
1B7C	1177,31	1B7C	828,97
1B8C	665,49	1B8C	395,59
1B9C	1366,93	1B9C	1031,01
1B10C	1102,29	1B10C	793,16
1B11C	1137,96	1B11C	1860,84
Висновок: самка з 6-ї групи		Висновок: самка з 11-ї групи	

Таким чином, для 1-го зразка всі значення дискримінантних функцій у порівняння з  $V_1$  є від'ємними, таким чином, зразок належить самцеві з 1-ї вікової групи (0–2 міс.).

Для 2-го зразка найбільше значення дискримінантної функції відповідає порівнянню  $V_{1B7}$  (1598,57), тому зразок належить самцеві з 7-ї вікової групи (18–24 міс.).

Для 3-го зразка найбільше значення дискримінантної функції відповідає порівнянню  $V_{1B10}$  (1989,48) – зразок належить самцеві з 10-ї вікової групи (36–60 міс.).

Для 4-го зразка найбільше значення дискримінантної функції відповідає порівнянню  $V_{1C3}$  (806,44) – зразок належить самці з 3-ї вікової групи (4–6 міс.).

Для 5-го зразка найбільше значення дискримінантної функції відповідає порівнянню  $V_{1C6}$  (1675,26) – зразок належить самці з 6-ї вікової групи (12–18 міс.).

Для 6-го зразка найбільше значення дискримінантної функції відповідає порівнянню  $V_{1C11}$  (1860,84) – зразок належить самці з 11-ї вікової групи (60–120 міс.).

Застосований алгоритм дискримінантного аналізу може бути використаний для створення комп'ютерних програм і автоматизації рентгено-денситометричних досліджень.

Отже, доведена можливість застосування дискримінантного аналізу для визначення віку та статі ВРХ за рентгено-денситометричними показниками частин носомозкової ділянки черепа в широкому віковому діапазоні. За допомогою дисперсійного аналізу виділені найбільш інформативні частини носомозкової ділянки черепа, для яких рентгено-денситометричні показники розрізняються значно. Подальший дискримінантний аналіз необхідно проводити за цими показниками. Визначення віку та статі ВРХ може бути здійснено за рахунок порівнянн усіх статево-вікових груп ВРХ з 1-ю віковою групою самців (середній вік – 1 міс.). При цьому помилка порівняння наближається до нуля.

#### 4.4. Комп'ютерно-томографічні параметри та КТ-кортикальний індекс рогового відростку лобової кістки залежно від віку і статі ВРХ

Роговий відросток лобової кістки ВРХ є такою структурою черепа, який несе комплекс морфологічних ознак, за якими можуть бути визначені вік і стать тварини, у т.ч. і за кістковими фрагментами. За структурою роговий відросток є трубчастим, конічним, порожнистим кістковим утворенням, адже у нього заходить лобова пазуха.

Основою для математичного моделювання КТ-денситограми рогового відростку лобової кістки є фізико-математичний аналіз процесу взаємодії досліджуваної кістки з рентгенівським випромінюванням у процесі КТ-сканування. Для цього використовували математичну модель КТ-зрізу рогового відростку лобової кістки, який має конічну форму.

Візуальне визначення точок відліку розмірів на комп'ютерному зображенні та їх маркування вручну є досить неточними через обмежену контрастну чутливість зорового аналізатора людини. Отже, необхідно застосувати додатковий метод аналізу КТ-зображення, який дав би можливість об'єктивно визначити розміри морфологічних структур. Побудова профілю яскравості (КТ-денситограми) дає можливість виміряти розмір кістки з урахуванням її менш щільних, а, отже, малоконтрастних шарів (ендостальної поверхні).

Для визначення КТ-денситометричних показників (КТДП), денситограми будували в ділянці основи рогового відростку лобової кістки (рис. 4.4). Подальший аналіз обраних КТ-зрізів проводили у програмі *X-Rays V.3*. Для цього обраний КТ-зріз отримували з програми *EFilmLite 3.1* шляхом збереження у графічному форматі *\*.bmp*. (рис. 4.4).

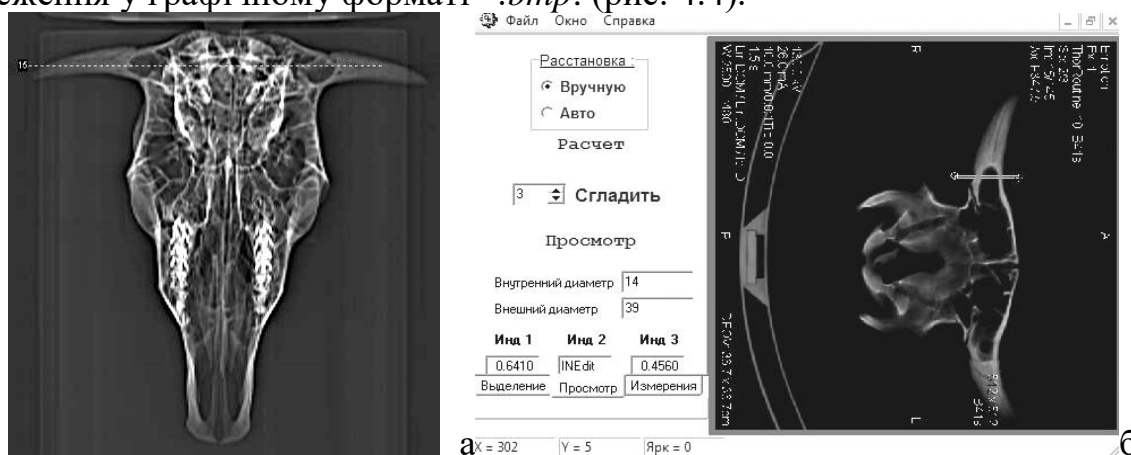


Рис. 4.4. Рентгенівська КТ-топограма черепа корови (а) і робоче вікно програми *X-Rays V.3* з аксіальним КТ-зрізом (б). Спіральний комп'ютерний томограф *Siemens Somatom Emotion*



Рис. 4.5. Поперечний переріз в ділянці основи рогового відростку лобової кістки ВРХ. Макрофото. Сканер «Epson perfection V100 photo»: 1 – лобова пазуха; D – зовнішній діаметр; d – внутрішній діаметр

На першому етапі дослідження було проведене математичне моделювання КТ-денситограми рогового відростку лобової кістки, яке базувалось на фізико-математичному аналізі процесу взаємодії досліджуваної кістки з рентгенівським випромінюванням у процесі КТ-сканування. Для цього використовували математичну модель КТ-зрізу рогового відростку лобової кістки (основи рогу), який має конічну форму.

Переріз рогового відростку лобової кістки на рівні основи являє собою тонке кільце пористої кісткової тканини (рис. 4.5), товщина стінки якого становить  $\frac{D-d}{2}$

Товщина аксіального КТ-зрізу під час сканування складала  $\Delta=3$  мм. Розподіл яскравості зображення уздовж лінії D (рис. 4.5) являє собою функцію зміни коефіцієнта ослаблення рентгенівського випромінювання  $\mu$  тонким шаром кісткової тканини  $\Delta$  у поперечному перерізі рогового відростку лобової кістки (рис. 4.6).

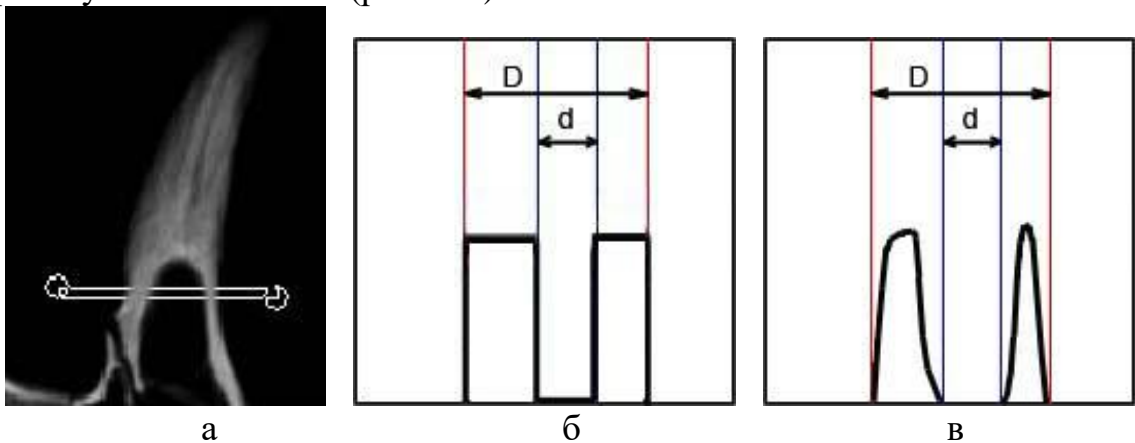


Рис. 4.6. КТ-денситограми перерізу рогового відростку: а – вибір зони інтересу; б – ідеальна КТ-денситограма; в – реальна КТ-денситограма. Спиральний комп'ютерний томограф Siemens Somatom Emotion

Взаємодія рентгенівського випромінювання з кістковою структурою описується законом Бугера-Ламберта-Бера:

$$I = I_0 e^{-\mu y}, \quad (10)$$

де  $I$  – інтенсивність випромінювання, яке пройшло крізь речовину;  $I_0$  – початкова інтенсивність випромінювання;  $\mu$  – лінійний коефіцієнт ослаблення випромінювання;  $y$  – товщина шару опроміненої речовини.

Проведеними морфометричними дослідженнями встановлено, що як у самців, так і у самок ВРХ значення зовнішнього діаметра ( $D$ ) основи рогового відростка лобової кістки достовірно більше за значення внутрішнього діаметра ( $d$ ) ( $p \leq 0,001$ ).

Аналізом вікової динаміки зовнішнього діаметра рогового відростка лобової кістки у міжстатевих сукупностях встановлено, що його значення у самців більше за самок ( $p \leq 0,001$ ) з 4–6-міс. віку (3-я група) до 66-міс. віку (10 група), за виключенням періодів постнатального онтогенезу – 12–18 міс. (6-а група) і 66–120 міс. (11 група) (рис. 4.7). В цей час значення зовнішнього діаметра рогового відростка лобової кістки у самців і самок достовірно не відрізняються.

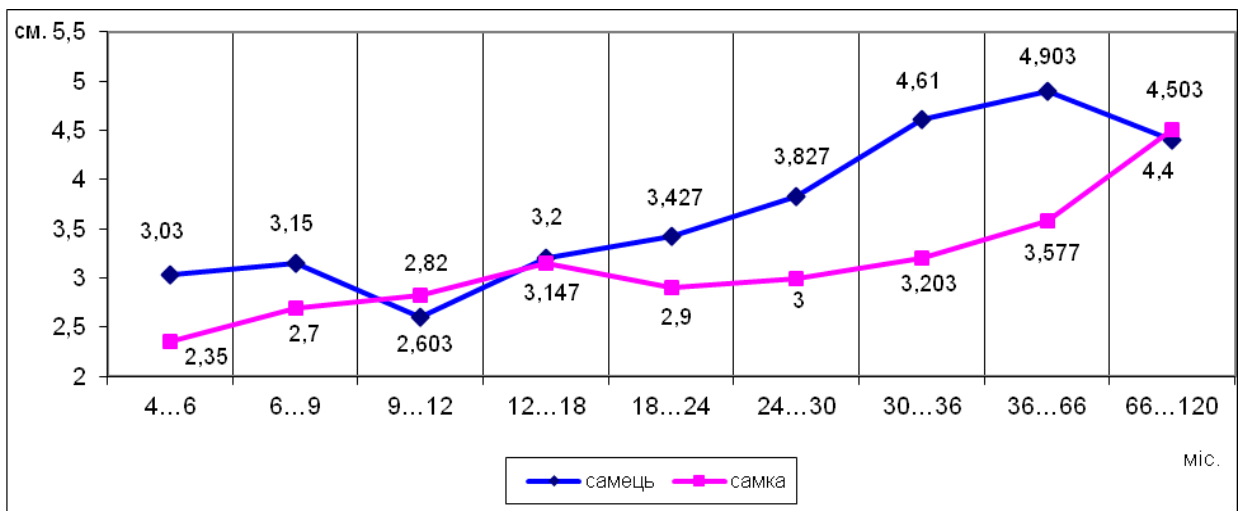


Рис. 4.7. Вікова динаміка зовнішнього діаметра рогового відростка лобової кістки ВРХ

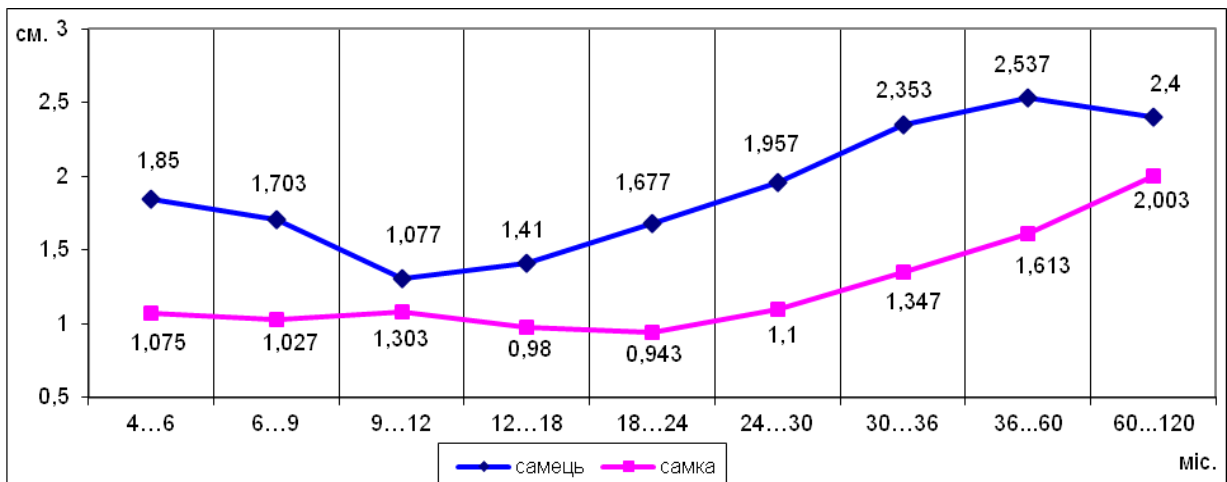


Рис. 4.8. Вікова динаміка внутрішнього діаметра рогового відростка лобової кістки ВРХ

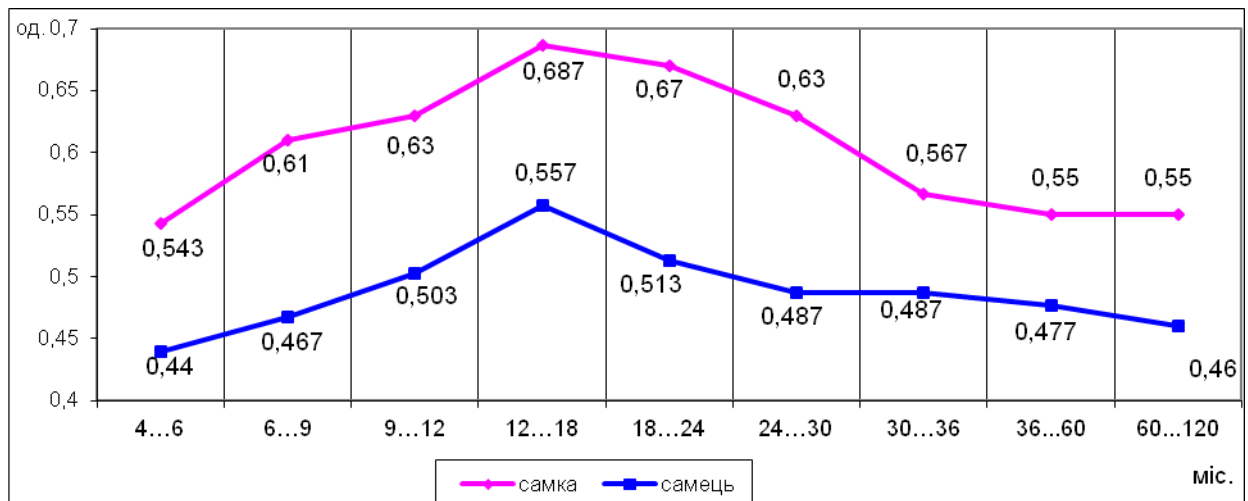


Рис. 4.9. Вікова динаміка КТКІ рогового відростка лобової кістки самців і самок ВРХ

Аналізуючи динаміку зовнішнього діаметра рогового відростка лобової кістки з віком приходимо до висновку, що з 4-міс віку (3-а група) його величина збільшується у самців ( $p \leq 0,01$ ) і самок ( $p \leq 0,05$ ). Проте у самців до 9-міс. віку він зменшується ( $p \leq 0,001$ ), а потім знову продовжує збільшуватися до 66-міс. віку (10-а група), досягаючи свого максимального значення. В останній досліджуваній період – 66-120 міс., зовнішній діаметр рогового відростка лобової кістки дещо зменшується ( $p \leq 0,01$ ).

У самок ВРХ зовнішній діаметр рогового відростка лобової кістки з 4-міс. віку збільшується ( $p \leq 0,05$ ), а вже до 24-міс. віку дещо зменшується ( $p \leq 0,05$ ), після чого знову збільшується до кінця досліджуваного періоду (11-група) ( $p \leq 0,001$ ).

Загальною закономірністю є те, що внутрішній діаметр рогового відростка лобової кістки у самців протягом усього терміну дослідження більший за такий же у самок ( $p \leq 0,001$ ).

Вікова динаміка внутрішнього діаметра основи рогового відростка лобової кістки як у самців, так і у самок ВРХ подібна до такої ж зовнішнього діаметра у цих тварин (рис. 4.8). Так, у самців з 4-міс. віку (3-а група) до 12-міс. віку (5-а група), величина внутрішнього діаметра рогового відростка лобової кістки зменшується ( $p \leq 0,001$ ), після чого з віком збільшується ( $p \leq 0,001$ ), досягаючи свого найбільшого значення у тварин 10-ї вікової групи (36-60 міс.), досягаючи найбільшого значення. Надалі, з 60-міс. віку значення аналізованого параметра дещо зменшується.

Величина внутрішнього діаметра рогового відростка лобової кістки у самок ВРХ, починаючи з 4-міс. віку (3-а група) дещо зменшується ( $p \leq 0,05$ ), а потім з 9- до 12-міс. віку дещо збільшується ( $p \leq 0,001$ ). З 12- до 24-міс. віку аналізований показник знову зменшується. Починаючи з 24-міс. віку (8-а група) внутрішній діаметр рогового відростка лобової кістки до кінця терміну дослідження прогресивно збільшується ( $p \leq 0,001$ ), досягаючи свого максимального значення.



Визначивши і проаналізувавши вікову динаміку зовнішнього ( $D$ ) і внутрішнього ( $d$ ) діаметрів рогового відростка лобової кістки узагальнимо їх аналізом комп'ютерно-томографічного кортикального індексу (КТКІ), який визначали як:  $КТКІ = \frac{D - d}{D}$ . (11)

Таким чином, КТКІ залежить від значення зовнішнього і внутрішнього діаметрів рогового відростка лобової кістки, а, отже, відображає і вікові зміни у ньому.

Загальною закономірністю динаміки КТКІ є те, що він протягом усього досліджуваного періоду більший у самок проти самців ( $p \leq 0,001$ ) (рис. 4.9).

Проте, як у самок, так і самців ВРХ його значення збільшуються від 4-міс. віку (3-а група), досягаючи свого максимального значення у 18-міс. віці (6-а група). Далі, до кінця досліджу (120-міс.), його величина зменшується.

Таку асинхронну динаміку аналізованого параметра як у самців, так і у самок ВРХ, очевидно, можна пояснити розвитком рогового відростка лобової кістки та проникненням лобової пазухи у нього з віком.

За зовнішнім та внутрішнім діаметрами рогові відростки лобових кісток самців ВРХ більші за такі ж у самок, проте КТКІ виявився більшим у самок, тобто товщина стінки рогових відростків лобової кістки більша у самок ВРХ, проти самців.

Отже, для визначення зовнішнього та внутрішнього діаметрів рогового відростку лобової кістки за даними комп'ютерної томографії спостерігаються варіабельність розмірів, проте КТ-кортикальний індекс (КТКІ) чітко відображає тенденцію вікових структурних змін.

#### 4.5. Спосіб визначення віку і статі ВРХ за комп'ютерно-томографічними параметрами рогового відростку лобової кістки та КТКІ

Результати вимірювань внутрішнього ( $d$ ) та зовнішнього ( $D$ ) діаметрів рогових відростків, а також індексу КТКІ ( $K$ ) наведено у табл. 4.6.

Таблиця 4.6

**Вікова динаміка внутрішнього і зовнішнього діаметрів (см), а також КТКІ рогових відростків лобових кісток ВРХ, ( $M \pm m$ ;  $n=3$ )**

Групи тварин, вік (міс.)	Показники	Самці	Самки
3 (4-6 міс.)	Внутрішній діаметр ( $d$ )	1,850±0,017	1,077±0,009***
	Зовнішній діаметр ( $D$ )	3,303±0,032	2,350±0,012***
	КТКІ	0,440±0,017	0,543±0,015*
4 (6-9 міс.)	Внутрішній діаметр ( $d$ )	1,703±0,020 <sup>ΔΔ</sup>	1,027±0,009 <sup>Δ***</sup>
	Зовнішній діаметр ( $D$ )	3,150±0,012 <sup>Δ</sup>	2,700±0,012 <sup>ΔΔΔ***</sup>
	КТКІ	0,467±0,015	0,610±0,012 <sup>Δ**</sup>
5 (9-12 міс.)	Внутрішній діаметр ( $d$ )	1,303±0,015 <sup>ΔΔΔ</sup>	1,077±0,009 <sup>Δ***</sup>
	Зовнішній діаметр ( $D$ )	2,603±0,015 <sup>ΔΔΔ</sup>	2,820±0,012 <sup>ΔΔ***</sup>
	КТКІ	0,503±0,015	0,630±0,012**
6	Внутрішній діаметр ( $d$ )	1,410±0,017 <sup>ΔΔ</sup>	0,980±0,006 <sup>ΔΔΔ***</sup>

Групи тварин, вік (міс.)	Показники	Самці	Самки
(12-18 міс.)	Зовнішній діаметр ( $D$ )	3,200±0,015 <sup>△△△</sup>	3,147±0,015 <sup>△△△</sup>
	КТКІ	0,557±0,003 <sup>△</sup>	0,687±0,009 <sup>△***</sup>
7 (18-24 міс.)	Внутрішній діаметр ( $d$ )	1,677±0,015 <sup>△△△</sup>	0,943±0,009 <sup>△***</sup>
	Зовнішній діаметр ( $D$ )	3,427±0,015 <sup>△△△</sup>	2,900±0,006 <sup>△△△***</sup>
	КТКІ	0,513±0,009 <sup>△△</sup>	0,670±0,012 <sup>***</sup>
8 (24-30 міс.)	Внутрішній діаметр ( $d$ )	1,957±0,009 <sup>△△△</sup>	1,100±0,006 <sup>△△△***</sup>
	Зовнішній діаметр ( $D$ )	3,827±0,015 <sup>△△△</sup>	3,000±0,012 <sup>△△△***</sup>
	КТКІ	0,487±0,009	0,630±0,012 <sup>***</sup>
9 (30-36 міс.)	Внутрішній діаметр ( $d$ )	2,353±0,015 <sup>△△△</sup>	1,347±0,015 <sup>△△△***</sup>
	Зовнішній діаметр ( $D$ )	4,610±0,012 <sup>△△△</sup>	3,203±0,009 <sup>△△△***</sup>
	КТКІ	0,487±0,009	0,567±0,009 <sup>△**</sup>
10 (36-60 міс.)	Внутрішній діаметр ( $d$ )	2,537±0,015 <sup>△△△</sup>	1,613±0,009 <sup>△△△***</sup>
	Зовнішній діаметр ( $D$ )	4,903±0,015 <sup>△△△</sup>	3,577±0,009 <sup>△△△***</sup>
	КТКІ	0,477±0,003	0,550±0,006 <sup>***</sup>
11 (60-120 міс.)	Внутрішній діаметр ( $d$ )	2,400±0,012 <sup>△△</sup>	2,003±0,015 <sup>△△△***</sup>
	Зовнішній діаметр ( $D$ )	4,400±0,012 <sup>△△△</sup>	4,503±0,015 <sup>△△△**</sup>
	КТКІ	0,460±0,006 <sup>△</sup>	0,550±0,006 <sup>***</sup>

Примітка: \* $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ; \*\*\*  $p \leq 0,001$  – у порівнянні самців і самок; <sup>△</sup> $p \leq 0,05$ ; <sup>△△</sup> $p \leq 0,01$ ; <sup>△△△</sup> $p \leq 0,001$  – у порівнянні з попередньою групою

Позначимо внутрішній діаметр літерою  $x$ , зовнішній – літерою  $y$ , а індекс КТКІ – літерою  $z$ .

Для подальшої обробки результатів вимірювань нами застосовано двохфакторний дисперсійний аналіз (за факторами статі та віку тварини) для середніх значень ознак самців і самок (табл. 4.6) також у межах програми *MS Excel-2010* за допомогою пакету «Аналіз даних» (табл. 4.7-4.9).

Таблиця 4.7

**Двохфакторний дисперсійний аналіз внутрішнього діаметру рогових відростків лобових кісток ВРХ**

Показники	Дисперсійний аналіз					
	$SS$	$df$	$MS$ – сума квадратів	Значення Фішера	$P$ -значення	$F$ критичне
Вік	2,28	8	0,28	8,20	0,0037254	3,44
Стать	2,02	1	2,02	57,98	6,22E-05	5,32
Випадкові фактори	0,28	8	0,03			
Всього	4,57	17				

Таким чином, на результати вимірювань внутрішнього діаметра рогового відростку лобової кістки суттєво впливають обидва чинники: вік (сила впливу становить 50 %, на рівні значущості  $p \leq 0,0038$ ) і стать (сила впливу становить 44 %, на рівні значущості  $p \leq 0,001$ ).

Таблиця 4.8

**Двохфакторний дисперсійний аналіз зовнішнього діаметру рогових виростків лобових кісток ВРХ**

Показники	Дисперсійний аналіз					
	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i> – сума квадратів	Значення Фішера	<i>P</i> -значення	<i>F</i> -критичне
Вік	6,40	8	0,80	4,50	0,024	3,44
Стать	1,52	1	1,52	8,54	0,02	5,32
Впливові фактори	1,42	8	0,18			
Всього	9,33	17				

Таким чином, на результати вимірювань зовнішнього діаметру суттєво впливає вік тварини (сила впливу становить 69 %, на рівні значущості  $p \leq 0,024$ ) і в меншій мірі – стать (сила впливу становить 16 %, на рівні значущості  $p \leq 0,020$ ).

Таблиця 4.9

**Двохфакторний дисперсійний аналіз КТКІ**

Показники	Дисперсійний аналіз					
	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i> – сума квадратів	Значення Фішера	<i>P</i> -значення	<i>F</i> -критичне
Вік	0,03	8	0,004	7,82	0,004	3,44
Стать	0,06	1	0,061	131,27	$3,048 \times 10^6$	5,32
Впливові фактори	0,003	8	0,0005			
Всього	0,09	17				

Таким чином, більш впливовою на результати вимірювань КТКІ є стать тварини (сила впливу становить 65 %, на рівні значущості  $p \leq 0,001$ ) і менш впливовим є вік (сила впливу становить 31 %, на рівні значущості  $p \leq 0,005$ ).

Графіки залежності середнього віку тварини від середніх значень ознак  $d$ ,  $D$  і  $K$  наведено на рис. 4.9. Ці рисунки свідчать про неможливість застосування регресійного аналізу для визначення віку та статі ВРХ, оскільки за цими кривими не можливо побудувати однозначні функції регресії. Проте результати двофакторного дисперсійного аналізу та рис. 4.10 вказують на можливість застосування дискримінантного аналізу, бо результати вимірювань суттєво відрізняються в залежності від віку та статі тварини.

Застосовували дискримінантний аналіз у два етапи. На першому етапі за результатами фактичних вимірювань визначали стать тварини: спочатку за КТКІ ( $z$ ), за яким роговий виросток лобової кістки найкраще розрізняється, далі одночасно за  $x$  та  $y$ , а потім за усіма трьома ознаками  $x$ ,  $y$  та  $z$ .

На другому етапі, для вже встановленої за роговими відростками лобових кісток ВРХ статі тварини, визначали вікову групу, до якої вона належить. Середні значення зовнішнього діаметра рогового відростку лобової кістки ( $x$ ) за стандартними методами класичного дискримінантного аналізу становлять:  $Mbx = 0,488$  для самців і  $Mcx = 0,604$  для самок та межу

розділу за статтю:  $Mbc_0 = 0,535$ . При цьому ймовірність неправильного визначення вікової групи ВРХ становить 0,097 %.

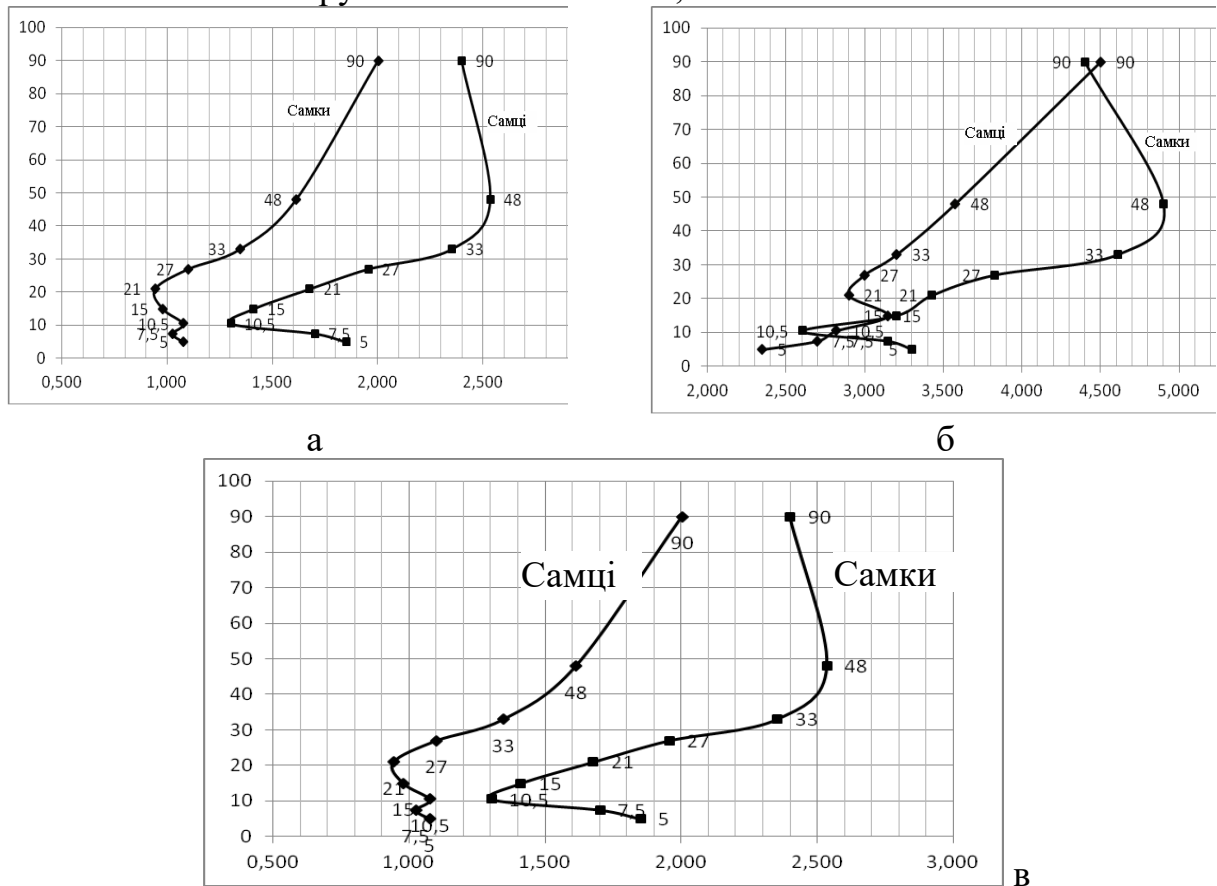


Рис. 4.10. Залежність середнього віку ВРХ (в місяцях) від: а – внутрішнього діаметру рогових виростків  $d$  ( $y$ ); б – зовнішнього діаметру рогових виростків лобових кісток ВРХ  $D$  ( $x$ ); в – КТКІ ( $z$ )

За значеннями внутрішнього діаметру рогового відростка лобової кістки ( $y$ ), дискримінантне рівняння має такий загальний вигляд:

$$X = a_1x + a_2y - X_0, \quad (12)$$

де  $a_1 = -48,625$  і  $a_2 = 1,375$  – коефіцієнти дискримінантного рівняння;  $X_0 = -23,823$  – межа розділу за статтю.

Для визначення статі тварини за внутрішнім діаметром рогового відростка лобової кістки ( $y$ ) ми спиралися на таке твердження: якщо  $X > 0$ , то череп ВРХ за роговим відростком лобової кістки належить самцю; якщо  $X < 0$ , то череп ВРХ за роговим відростком лобової кістки належить самці. Ймовірність неправильного визначення складає 0,097 %.

Одержані значення дискримінантних коефіцієнтів ( $a$ ) та параметрів межі розподілу за статтю ( $X_0$ ) склали основу для створення системи дискримінантних рівнянь за внутрішнім діаметром рогового відростка лобової кістки ( $y$ ) невідомої статевої належності:

$$X = -48,625x + 1,375y - (-3,823) \quad (13)$$

За усіма трьома ознаками: внутрішнім діаметром –  $x$ , зовнішнім діаметром –  $y$  та КТКІ –  $z$ , одержуємо таке дискримінантне рівняння у загальному вигляді:

$$X = a_1x + a_2y + a_3z - X_0, \quad (14)$$

де  $a_1 = 6,636$ ;  $a_2 = 22,349$ ;  $a_3 = -10,536$ ;  $X_0 = 2,972$ .

При цьому теоретична ймовірність неправильного визначення статі ВРХ за параметрами рогових відростків лобових кісток становить 0,076 %.

Результати визначення статі ВРХ за 54 черепами тварин (27 самців та 27 самок) наведено у табл. 4.10 за дискримінантними рівняннями (13).

Таблиця 4.10

**Визначення статі ВРХ за внутрішнім (x) і зовнішнім (y) діаметрами рогових відростків лобових кісток, а також КТКІ (z)**

Вікові групи	Середній вік, міс.	Самці ♂			Самки ♀		
		№ тварини			№ тварини		
		1	2	3	1	2	3
3	5	♂	♂	♂	♀	♀	♂
4	7,5	♂	♂	♂	♀	♀	♀
5	10,5	♂	♂	♂	♀	♀	♀
6	15	♂	♂	♂	♀	♀	♀
7	21	♂	♂	♂	♀	♀	♀
8	27	♂	♂	♂	♀	♀	♀
9	33	♂	♂	♂	♀	♀	♀
10	48	♂	♂	♂	♀	♀	♀
11	90	♂	♂	♂	♀	♀	♀

Фактична ймовірність невірною визначення становить значення  $p = \frac{1}{54} = 0,019$  (лише одне невірне визначення статі для 3-ї самки з 3-ї вікової групи), що є меншим за теоретичне передбачення.

Відстань Махаланобіса  $\delta$  [290] для параметрів рогових відростків лобових кісток самців та самок ВРХ з урахуванням однієї ознаки – x, за двома ознаками – x і y та за трьома ознаками – x, y і z, наведено на рис. 4.11.

Отже, з додаванням кожної нової ознаки відстань Махаланобіса ( $\delta$ ) збільшується з 2,177 до 2,784 одиниці, проте теоретична ймовірність помилки визначення статі тварини зменшується з 9,73 до 7,63 %.

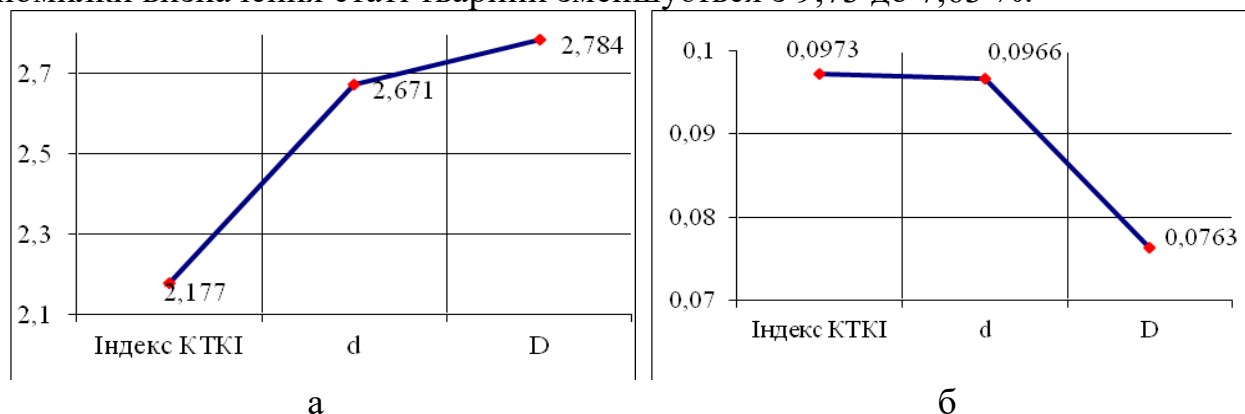


Рис. 4.11. Інформативність значень комп'ютерно-томографічного кортикального індекса для визначення статі ВРХ: а – відстань Махаланобіса  $\delta$  у разі доповнення додаткових ознак; б – теоретична ймовірність невірною визначення статі тварини у разі додавання додаткових ознак

Таким чином, за трьома ознаками ( $x, y, z$ ), вік тварин розрізняється з надійною ймовірністю за 7,63 %.

При визначенні середнього віку тварини встановленої статі за методами класичного дискримінантного аналізу [287] були одержані дискримінантні матриці для самців  $B_i$  різних вікових груп:  $i = 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11$ . З цих матриць побудована коваріантна матриця, такого вигляду:

$$S = \begin{bmatrix} 0.0006888888890 & -0.0001870370371 & -0.000027777777777 \\ -0.0001870370371 & 0.0008222222223 & 0.0002240740742 \\ -0.000027777777777 & 0.0002240740742 & 0.0003370370370 \end{bmatrix}.$$

Порівнювали черепа усіх дослідних тварин з черепами самців 3-ї вікової групи (B3). Дискримінантні коефіцієнти дискримінантних рівнянь (14) отримуємо розв'язавши систему лінійних рівнянь (15), яка записана у матричному вигляді:

$$S_{ik} a_i = \bar{x}_k^{B_p} - \bar{x}_k^{B_3}, \quad (15)$$

де  $\bar{x}_k^{B_p}$  – середні значення  $k$ -ї ознаки для вікової групи  $p = 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11$ .

Значення коефіцієнтів дискримінантних рівнянь для попарного порівняння, що були одержані в результаті розв'язання системи, а також значення параметрів ( $X_0$ ) межі розділу за віком між групами  $p = 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11$  та 3, наведено у табл. 4.11

Таблиця 4.11

**Значення коефіцієнтів ( $a$ ) та параметрів ( $X_0$ ) дискримінантних рівнянь для попарного порівняння КТДП різних груп самців ВРХ за віком**

Міжгрупове порівняння	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$X_0$
B4-B3	-291,09	-326,80	273,39	-1484,62
B5-B3	-1129,07	-1384,64	1014,43	-5740,41
B6-B3	-738,09	-453,33	587,70	-2460,36
B7-B3	-229,81	54,55	161,38	-130,34
B8-B3	363,52	822,92	-377,69	3462,06
B9-B3	1282,29	2215,98	-1228,13	10342,53
B10-B3	1682,98	2761,38	-1587,38	14863,69
B11-B3	1277,15	1929,44	-1118,16	9986,05

Одержані значення дискримінантних коефіцієнтів ( $a$ ) та параметрів межі розподілу за статтю ( $X_0$ ) склали основу для створення системи дискримінантних рівнянь визначення середнього віку самця, підставивши у вісім дискримінантних рівнянь виміряні значення ознак  $x, y$  та  $z$ , які відповідають значенням дискримінантних коефіцієнтів ( $a$ ) серед парних вікових груп тварин (B4-B3...B11-B3):

1.  $X_{B4} = -291,09x + (-326,80y) + 273,39z - (-1484,62)$ ;
2.  $X_{B5} = -1129,07x + (-1384,64y) + 1014,43z - (-5740,41)$ ;
3.  $X_{B6} = -738,09x + (-453,33y) + 587,70z - (-2460,36)$ ;

4.  $X_{B7} = -229,81x + 54,55y + 161,38z - (-130,34)$ ;
5.  $X_{B8} = 363,52x + 822,92y + 377,69z - 3462,06$ ;
6.  $X_{B9} = 1282,29x + 2215,98y + (-1228,13z) - 10342,53$ ;
7.  $X_{B10} = 1682,98x + 2761,38y + (-1587,38z) - 14863,69$ ;
8.  $X_{B11} = 1277,15x + 1929,44y + (-1118,16z) - 9986,05$ ;

Якщо значення усіх дискримінантних функцій ( $X$ ) є від'ємними, то роговий відросток лобової кістки ВРХ самця належить до 3-ї вікової групи (9-12 міс.). Якщо функції ( $X$ ) мають різні знаки, то роговий відросток лобової кістки ВРХ самця належить до тієї вікової групи, для якої алгебраїчне значення ( $X$ ) є максимальним.

Ймовірність неправильного визначення віку для усіх попарних порівнянь наближається до нуля.

За аналогічним принципом визначали середній вік самок ВРХ, якщо їх стать була встановлена попередньо. Методами класичного дискримінантного аналізу [287] були одержані дискримінантні матриці для рогових відростків лобових кісток самок  $C_i$  різних вікових груп:  $i = 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11$ .

З цих матриць була побудована коваріантна матриця, яка має такий вигляд:

$$S = \begin{bmatrix} 0.0003000000000 & -0.00002222222218 & -0.00003888888890 \\ -0.00002222222218 & 0.00038888888888 & -0.00002222222221 \\ -0.00003888888890 & -0.00002222222221 & 0.00032777777777 \end{bmatrix}.$$

Далі черепа усіх дослідних тварини порівнювалися з черепами самок 3-ї вікової групи ( $C_3$ ). Для знаходження коефіцієнтів відповідних дискримінаційних рівнянь  $X = a_1x + a_2y + a_3z - X_0$  розв'язували систему лінійних рівнянь, яка записана у матричному вигляді:

$$S_{ik} a_i = \bar{x}_k^{C_p} - \bar{x}_k^{C_3}, \quad (16)$$

де  $\bar{x}_k^{C_p}$  – середні значення  $k$ -ї ознаки для вікової групи  $p = 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11$ .

Значення коефіцієнтів дискримінантних рівнянь ( $a$ ) для попарного порівняння вікових груп самок, які були одержані в результаті розв'язання системи, а також значення параметрів ( $X_0$ ) межі розділу за віком між групами  $p = 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11$  та 3, наведені у табл. 4.12.

Таблиця 4.12

**Значення коефіцієнтів ( $a$ ) та параметрів ( $X_0$ ) дискримінантних рівнянь для попарного порівняння КТДП різних груп самок ВРХ за віком**

Міжгрупове порівняння	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$X_0$
C4-C3	-71,20	929,02	263,41	2400,89
C5-C3	137,45	1261,14	373,56	3632,85
C6-C3	-107,02	2117,29	580,00	5956,70
C7-C3	-295,88	1452,66	458,61	3983,09
C8-C3	255,85	1742,07	421,02	5230,86
C9-C3	1133,51	2318,17	371,16	8421,52
C10-C3	2133,75	3360,11	510,98	14694,17
C11-C3	3691,10	5891,77	873,53	29677,24

Одержані значення дискримінантних коефіцієнтів ( $a$ ) та параметрів межі розподілу за статтю ( $X_0$ ) склали основу для створення системи дискримінантних рівнянь визначення середнього віку самок, підставивши у вісім дискримінантних рівнянь виміряні значення ознак  $x$ ,  $y$  та  $z$ , які відповідають значенням дискримінантних коефіцієнтів ( $a$ ) серед парних вікових груп тварин (В4-В3...В11-В3):

1.  $X_{C4} = -71,20x + 929,02y + 263,41z - 2400,89$ ;
2.  $X_{C5} = 137,45x + 1261,14y + 373,56z - 3632,85$ ;
3.  $X_{C6} = -107,02x + 2117,29y + 580,00z - 5956,70$ ;
4.  $X_{C7} = -295,88x + 1452,66y + 458,61z - 3983,09$ ;
5.  $X_{C8} = 255,85x + 1742,07y + 421,02z - 5230,86$ ;
6.  $X_{C9} = 1133,51x + 2318,17y + 371,16z - 8421,52$ ;
7.  $X_{C10} = 2133,75x + 3360,11y + 510,98z - 14694,17$ ;
8.  $X_{C11} = 3691,10x + 5891,77y + 873,53z - 29677,24$ .

Згідно розробленого нами способу, якщо значення усіх дискримінантних функцій ( $X$ ) є від'ємними, то роговий відросток лобової кістки ВРХ самки належить до 3-ї вікової групи (С3: 9-12 міс.). Якщо функції ( $X$ ) мають різні знаки, то роговий відросток лобової кістки ВРХ самки належить до тієї вікової групи, для якої алгебраїчне значення ( $X$ ) є максимальним.

Ймовірності неправильного визначення віку для усіх попарних порівнянь наближені до нуля.

За методикою попарного порівняння було проведено визначення віку самок ВРХ за роговими відростками лобових кісток для 27 самок (табл. 4.6). Результати визначення свідчать про надійність застосування дискримінантного аналізу для визначення віку самок ВРХ, адже для усіх тварин вік було визначено абсолютно правильно.

Отже, в результаті застосування дискримінантного аналізу параметрів рогових виростків лобових кісток для встановлення віку та статі ВРХ за внутрішнім ( $x$ ) та зовнішнім ( $y$ ) діаметрами, а також КТКІ ( $z$ ), встановлено, що ці параметри достовірно розрізняються за статтю та віком тварини.

#### **4.6. Динаміка показника Хаунсфілда різних структур носомозкового відділу черепа ВРХ залежно від віку і статі ВРХ**

Кількісна шкала рентгенівської щільності (шкала Хаунсфілда, шкала радіоденсивності, денситометричних показників, англ.  $HU$ ) – шкала лінійного ослаблення випромінювання відносно дистильованої води, рентгенівська щільність якої прийнята за 0 од.  $HU$ . Для матеріалу  $X$  з лінійним коефіцієнтом ослаблення, величина  $HU$  визначається за формулою:

$$HU = \frac{\mu_x - \mu_{\text{води}}}{\mu_{\text{води}} - \mu_{\text{повітря}}} \times 1000 \quad (17)$$

де  $\mu$  – лінійні коефіцієнти ослаблення для води і повітря за стандартних умов. Отже, одна одиниця Хаунсфілда відповідає 0,1 % різниці в ослабленні



випромінювання між водою і повітрям, або приблизно 0,1 % коефіцієнта ослаблення води, оскільки коефіцієнт ослаблення повітря практично дорівнює нулю.

Середні денситометричні показники складають, од. *HU*: для повітря – (–1000 од. *HU*), оскільки воно практично не поглинає та має найменший коефіцієнт ослаблення; для жиру – (–120 од. *HU*), для м'яких тканин – (+40 од. *HU*), кісток – (+400 од. *HU* і вище), оскільки кістка поглинає рентгенівські промені найбільше за інші тканини та характеризується найбільшим коефіцієнтом ослаблення (+800...+3000 од. *HU*).

Після сканування об'єкта та комп'ютерної обробки сигналу реконструюється графічне зображення зрізу (графічна матриця). При цьому кожній клітинці матриці відповідає розрахований комп'ютером коефіцієнт ослаблення тканин, виражений в одиницях Хаунсфілда (од. *H*, або *Hounsfield Units*, або *HU*). Коефіцієнт ослаблення за змістом аналогічний ступеню почорніння рентгенограми, тобто він показує, на скільки тканина здатна поглинати (послаблювати) рентгенівські промені.

Доведено, що чим більший коефіцієнт ослаблення тканини, тим більше вона поглинає випромінювання, тим менше фотонів випромінювання доходить до детектора томографа і тим більше білою вона виглядає на КТ: кістка – біла, повітря – чорного кольору.

Можливість не лише візуально аналізувати досліджуваний об'єкт, але й проводити прямий денситометричний аналіз з вимірюванням коефіцієнтів ослаблення в одиницях Хаунсфілда *HU* є суттєвою перевагою КТ порівняно із звичайним рентгенологічним дослідженням.

Ми ж, у цьому розділі монографічної роботи, застосували шкалу Хаунсфілда *HU* для з'ясування вікових особливостей показника Хаунсфілда різних ділянок мозкової (гачкоподібний відросток, яремний відросток, потиличний виросток) і вісцеральної (різцева кістка) частин черепа, залежно від статі ВРХ для вирішення завдань судово-ветеринарної експертизи (рис. 4.12-4.14).

Загальною закономірністю динаміки параметра Хаунсфілда *HU* в ділянці різних структур носомозкового відділу черепа ВРХ є його збільшення з віком. Також характерним є той факт, що у самців він є більшим проти самок (рис. 4.15-4.18).

В ділянці гачкоподібного відростка черепа показник Хаунсфілда *HU* є мінімальним у самців і самок 1-ї вікової групи (0–2 міс.). Протягом постнатального онтогенезу він збільшується ( $p \leq 0,001$ ), досягаючи свого максимального значення у ВРХ 11-ї вікової групи (60–120 міс.). У міжстатевих сукупностях протягом усього терміну дослідження, показник Хаунсфілда *HU* самців ВРХ достовірно більший від такого ж у самок ( $p \leq 0,001$ ), проте у тварин 3-ї групи (4–6 міс.) та 8 групи (24–30 міс.) аналізований параметр черепа не має достовірної різниці.

В ділянці різцевої кістки показник Хаунсфілда *HU* є мінімальним у самців і самок 1-ї вікової групи (0–2 міс.). Протягом постнатального

онтогенезу він збільшується ( $p \leq 0,001$ ), досягаючи максимального значення у ВРХ 11-ї вікової групи (60–120 міс.).

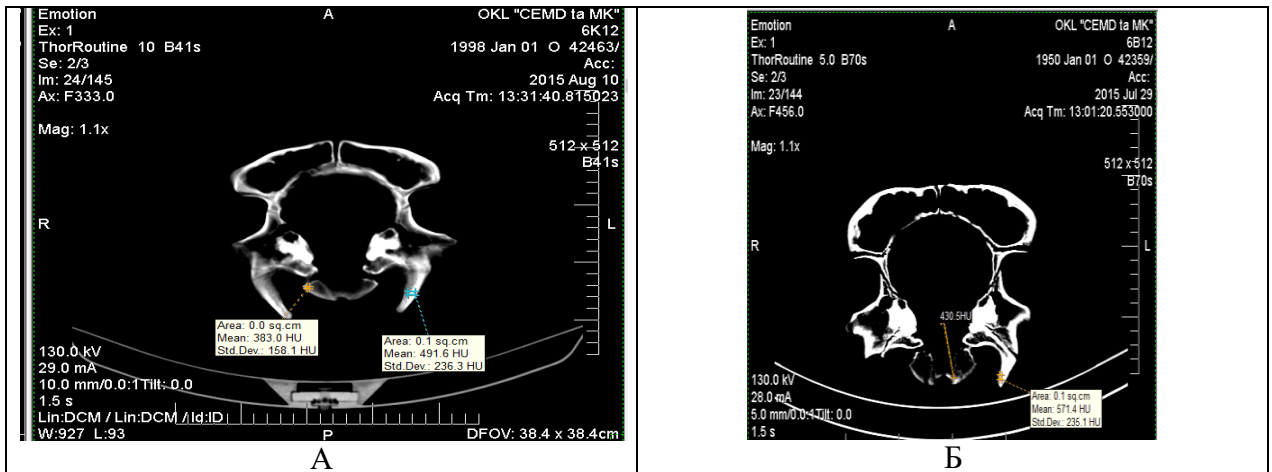


Рис. 4.12. Вимірювання показника Хаунсфілда  $HU$  в ділянці яремного відростка і потиличного виростка: А – самки, Б – самця. 6-а вікова група (12–18 міс.). Комп'ютерна томографія. *Siemens Somatom Emotion*

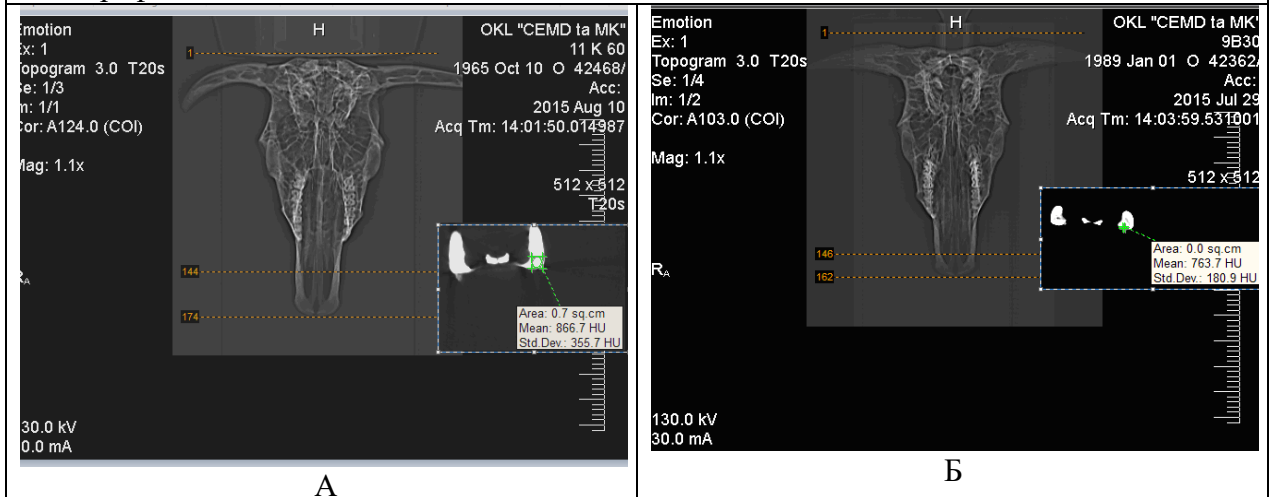


Рис. 4.13. Вимірювання показника Хаунсфілда  $HU$  в ділянці різцевої кістки ВРХ: А – самки 9-ї групи, Б – самця. 9-а вікова група (30–36 міс.). Комп'ютерна томографія. *Siemens Somatom Emotion*

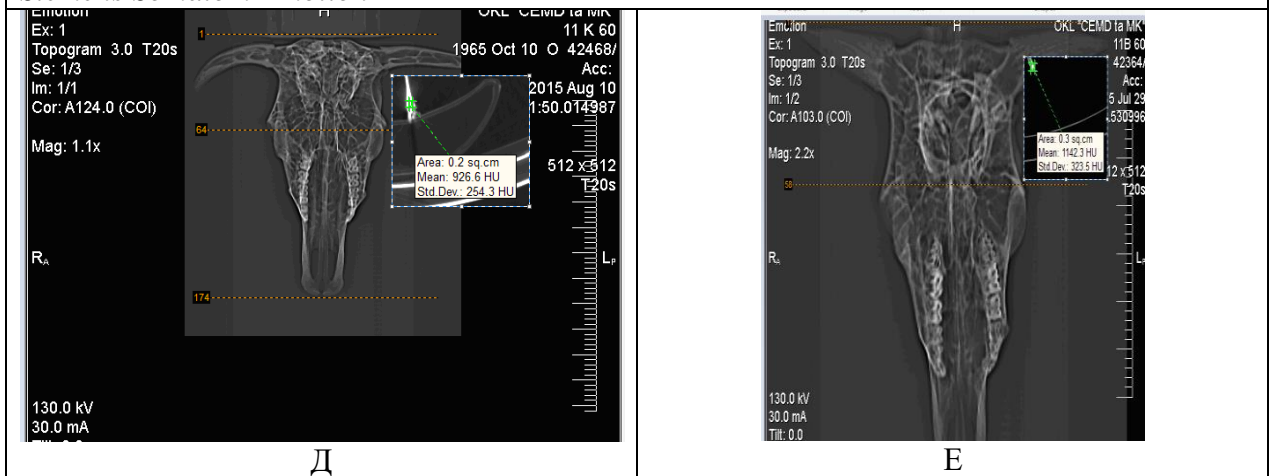


Рис. 4.14. Вимірювання показника Хаунсфілда  $HU$  в ділянці гачкоподібного відростка: А – самки, Б – самця. 11-а вікова група (60–120 міс.). Комп'ютерна томографія. *Siemens Somatom Emotion*

У міжстатевих сукупностях протягом усього терміну дослідження, показник Хаунсфілда  $HU$  самців ВРХ достовірно більший від такого ж у самок ( $p \leq 0,001$ ), за виключенням тварин 1-ї групи (0–2 міс.), у черепі яких аналізований параметр черепа не має достовірної різниці.

Аналіз показника Хаунсфілда  $HU$  в ділянці яремного відростка є мінімальним у самців і самок ВРХ 1-ї вікової групи (0–2 міс.). Протягом постнатального періоду онтогенезу він збільшується ( $p \leq 0,001$ ), досягаючи максимального значення у тварин 11-ї вікової групи (60–120 міс.). Особливістю показника Хаунсфілда  $HU$  в ділянці яремного відростка у міжстатевих сукупностях є те, що протягом усього терміну дослідження він достовірно більший у самців ВРХ ( $p \leq 0,001$ ), проти самок.

Особливістю показника Хаунсфілда  $HU$  в ділянці потиличного відростка є те, що він є мінімальним у самців і самок ВРХ 1-ї вікової групи (0–2 міс.). Протягом постнатального періоду онтогенезу він збільшується ( $p \leq 0,01$ ), досягаючи максимального значення у тварин 11-ї вікової групи (60–120 міс.). У самців ВРХ він достовірно починає збільшуватися з 4-міс. віку, а у самок – з 6-міс. віку.

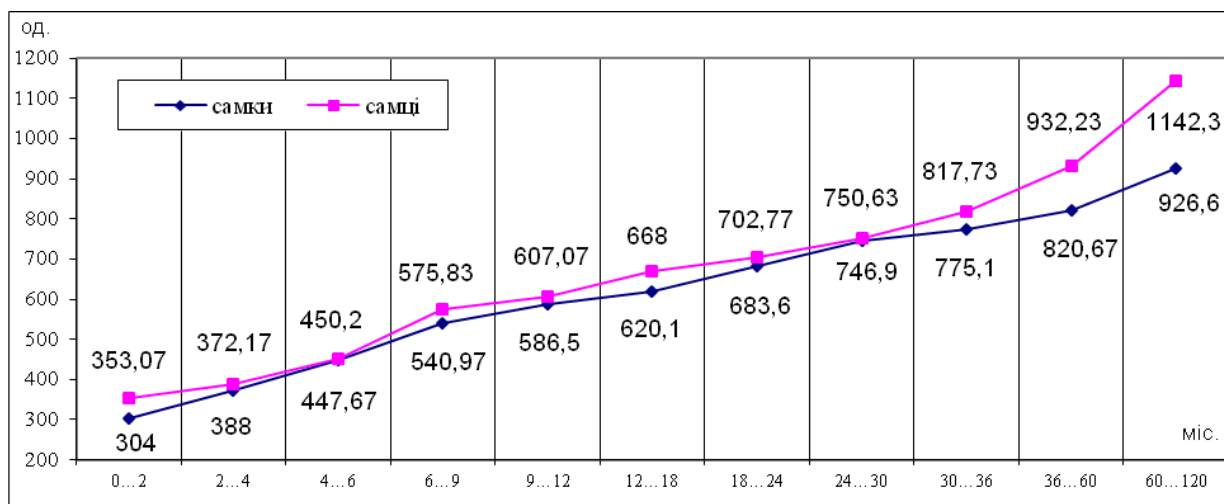


Рис. 4.15. Вікова динаміка показника Хаунсфілда ( $HU$ ) в ділянці гачкоподібного відростка черепа

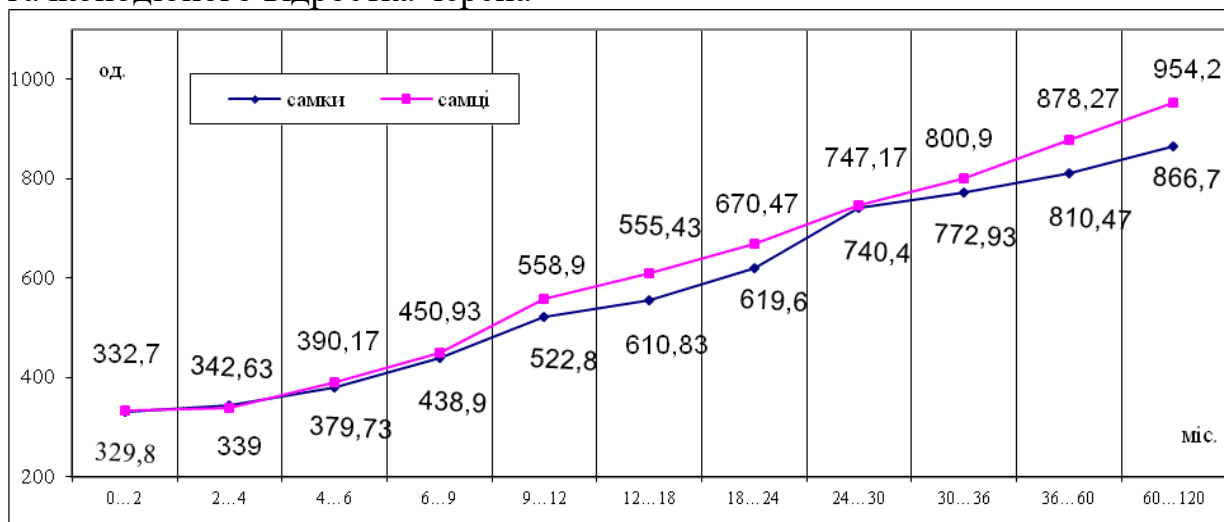


Рис. 4.16. Вікова динаміка показника Хаунсфілда (*HU*) в ділянці різцевої кістки

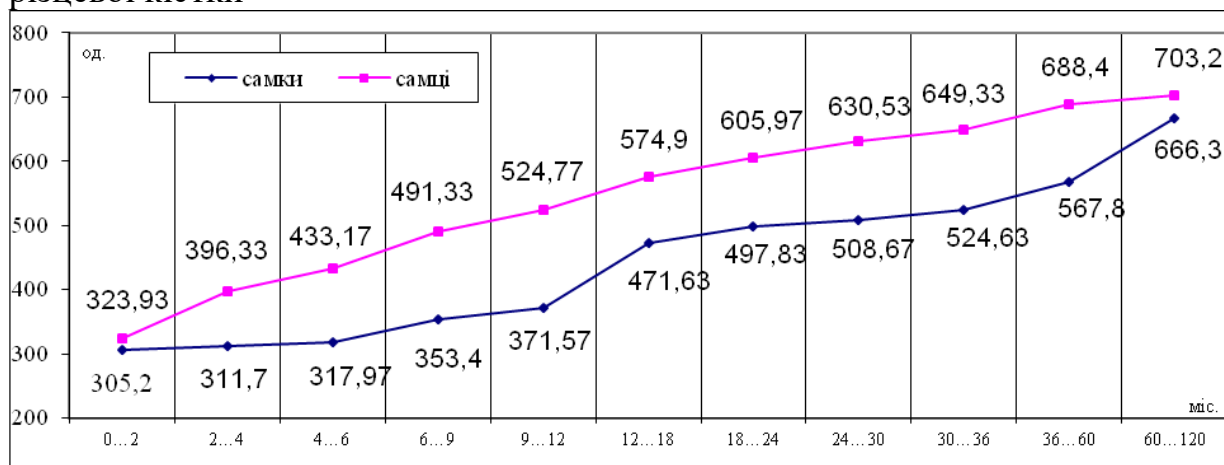


Рис. 4.17. Вікова динаміка показника Хаунсфілда в ділянці яремного відростка

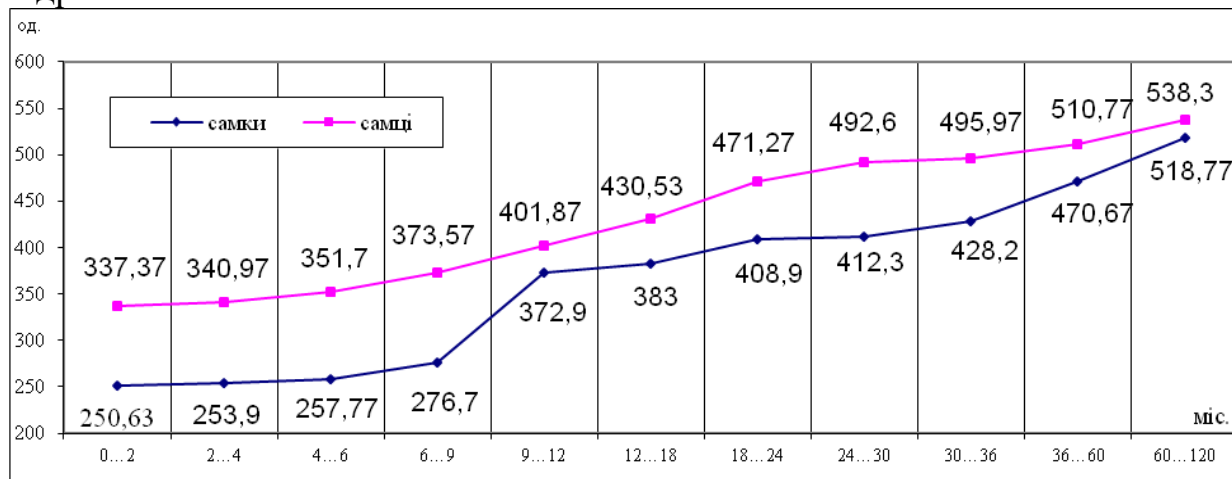


Рис. 4.18. Вікова динаміка показника Хаунсфілда (*HU*) в ділянці потиличного виростка

Особливістю показника Хаунсфілда *HU* в ділянці потиличного виростка у міжстатевих сукупностях є те, що протягом усього терміну дослідження він достовірно більший у самців ВРХ ( $p \leq 0,001$ ), проти самок.

Аналізуючи вікову динаміку показника Хаунсфілда *HU* окремих структур носомозкового відділу черепа самок ВРХ зазначаємо, що найбільші його значення реєструються в ділянці гачкоподібного відростка, дещо менші – в ділянках різцевої кістки і яремного відростка, а найменшими – в ділянці потиличного виростка.

Вікова динаміка показника Хаунсфілда *HU* окремих структур носомозкового відділу черепа самців ВРХ характеризується тим, що його значення в ділянках гачкоподібного відростка, різцевої кістки і яремного відростка до 6-міс. віку близькі між собою і не мають достовірної різниці. Починаючи з 6- (3 група) до 120-міс. віку (11 група) аналізований показник в ділянці яремного відростка достовірно зменшується ( $p \leq 0,001$ ) проти такого ж показника в ділянці гачкоподібного відростка і різцевої кістки. Достовірна різниця між показником Хаунсфілда *HU* черепа самців ВРХ спостерігається,

починаючи з 18-міс. віку (7 група) до кінця терміну дослідження – 120-міс. віку (11 група). Показник Хаунсфілда  $HU$  потиличного виростка самців ВРХ протягом усього періоду дослідження, достовірно менший за значення такого ж показника в інших досліджуваних ділянках черепа.

Отже, дослідженнями вікової динаміки показників Хаунсфілда  $HU$  у різних ділянках носомозкового відділу черепа, з урахуванням статі ВРХ, встановлено, що здатність кісткової тканини поглинати (послаблювати) рентгенівські промені у зазначених ділянках черепа, змінюється. Це, очевидно, пояснюється віковими змінами хімічного складу і фізичних властивостей кісткової тканини, що узгоджується з виявленими нами віковими рентгеноморфологічними змінами у кістковій тканині досліджених структур черепа.

#### 4.7. Спосіб визначення віку і статі ВРХ за значеннями параметра Хаунсфілда $HU$ носомозкового відділу черепа

Залежність віку тварини ( $t$ ) від значень параметру Хаунсфілда  $HU$  ( $x$ ) досліджували у межах нелінійного регресійного аналізу. Рівняння регресії має такий поліноміальний за параметром Хаунсфілда  $HU$  ( $x$ ) вигляд:

$$t = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + a_4x^4 + a_5x^5 + a_6x^6 \quad (18)$$

де  $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$  – значення коефіцієнтів регресії, що розраховані на контрольному краніологічному матеріалі методом найменших квадратів за допомогою системи комп'ютерних обчислень «Maple-12» (фірма «Maplesoft», 2008). Необхідний ступень регресії ( $n$ ) та кількість її членів визначали за допомогою методів перевірки статистичних гіпотез:

1) вимогою отримання максимального значення коефіцієнта детермінації рівняння (18)  $R^2$ , нормованого на кількість ступенів свободи  $s = 11 - n - 1$ ;

2) вимогою значущості усього рівняння (18) за Фішером на рівні  $p \leq 0,05$ ;

3) вимогою значущості за Стьюдентом кожного коефіцієнта  $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$  на рівні  $p \leq 0,05$ . Значення коефіцієнтів регресії  $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$ , коефіцієнта детермінації ( $R^2$ ) рівняння (18), значущість усіх його коефіцієнтів за Стьюдентом (позначено зірками) та стандартна помилка рівняння регресії ( $S$ ) у місяцях, наведено у табл. 4.13 для кожної з досліджуваних ділянок черепа. Значущість усіх отриманих рівнянь регресії за Фішером для різних ділянок черепа, що досліджувалися, становила не менш  $p \leq 0,001$ .

Таблиця 4.13

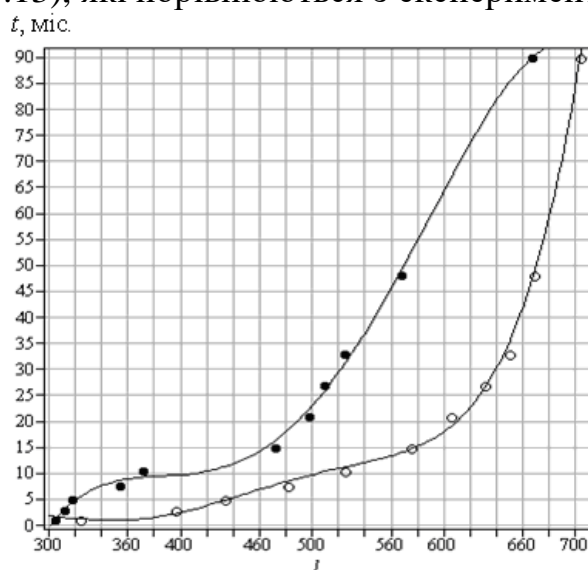
Значення коефіцієнтів регресії ( $a$ ) та параметрів рівняння регресії (18)

		самка	самець
Яремний відросток	$a_0$	-1248,27 **	-789,65*
	$a_1$	11,33**	10,37*
	$a_2$	-0,037**	-0,053*
	$a_3$	0,000054**	0,00013*
	$a_4$	$-2,74 \times 10^{-8}$ **	$-1,55 \times 10^{-7}$ *
	$a_5$	0	$7,27 \times 10^{-11}$ **

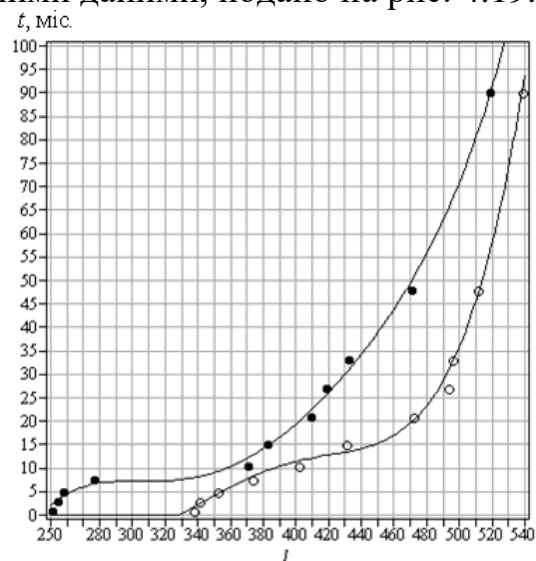
		самка	самець
	$R^2$	0,997	0,998
	S, міс.	1,52	1,11
Потиличний виросток	$a_0$	-3046,52**	0
	$a_1$	41,08**	-4,92***
	$a_2$	-0,22**	0,036***
	$a_3$	0,00057**	$-8,77 \times 10^{-5}$ ***
	$a_4$	$-7,31 \cdot 10^{-7}$ **	$7,09 \times 10^{-8}$ ***
	$a_5$	$3,75 \cdot 10^{-10}$ **	0
	$R^2$	0,998	0,854
	S, міс.	1,17	2,18
Гачкоподібний відросток	$a_0$	-76,84**	18,49**
	$a_1$	0,50**	-0,096***
	$a_2$	-0,0010***	0,00014***
	$a_3$	$7,40 \cdot 10^{-7}$ ***	0
	$a_4$	0	0
	$a_5$	0	0
	$R^2$	0,995	0,996
	S, міс.	1,87	1,57
Різева кістка	$a_0$	-1051,54*	-980,71 **
	$a_1$	10,50*	9,01**
	$a_2$	-0,041*	-0,032***
	$a_3$	0,000079*	0,000056 ***
	$a_4$	$-7,45 \times 10^{-8}$ **	$-4,70 \times 10^{-8}$ ***
	$a_5$	$2,74 \times 10^{-11}$ **	$1,55 \times 10^{-11}$ ***
	$R^2$	0,999	0,999
	S, міс.	1,23	0,73

Примітка: \* $p \leq 0,05$ ; \*\* $p \leq 0,01$ ; \*\*\* $p \leq 0,001$

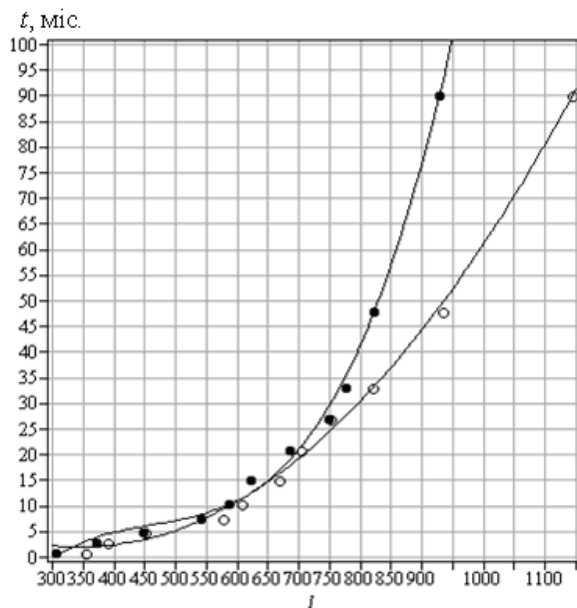
Графіки залежності віку ВРХ від значень параметру Хаунсфілда  $HU$  ( $x$ ), згідно рівнянь регресії (18) з урахуванням коефіцієнтів регресії (табл. 4.13), які порівнюються з експериментальними даними, подано на рис. 4.19.



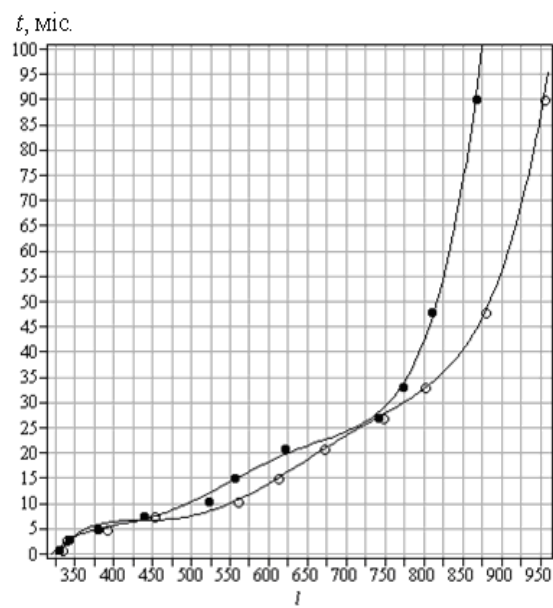
а – яремний виросток



б – потиличний виросток



в – гачкоподібний виросток



г – різцева кістка

Рис. 4.19. Залежність віку ВРХ від значень параметру Хаунсфілда  $HU(x)$  носомозкового відділу черепа ВРХ. ● – самки; ○ – самці

Таким чином, одержане рівняння регресії (18) можна надійно застосовувати для визначення віку ВРХ певної статі від значень параметру Хаунсфілда  $HU$ . Ці рівняння для яремного відростка (рис. 4.19 а) та потиличного відростка (рис. 4.19 б) дозволяють розрізняти також стать тварини практично від народження до 90-міс. віку. За параметром Хаунсфілда гачкоподібного відростку, а також параметром Хаунсфілда різцевої кістки, стать тварини можна розрізняти з 3-річного віку (рис. 4.19 г).

Інформативність показника Хаунсфілда ( $HU$ ) за результатами спіральної комп'ютерної томографії носомозкового відділу черепа в ділянці гачкоподібного відростка (ознака  $j_1$ ); різцевої кістки (ознака  $j_2$ ); яремного відростка (ознака  $j_3$ ); потиличного відростка (ознака  $j_4$ ) для визначення статі ВРХ за значеннями відстані Махалонобіса наведено на рис. 4.20.

Проведеним аналізом встановлено, що залучення всіх чотирьох вимірів ( $j_1-j_4$ ) приводить до збільшення відстані Махалонобіса ( $\delta$ ) з 1,22 до 4,04 одиниці, проте теоретична ймовірність помилки визначення статі ВРХ зменшується з 54 до 4 %.

Найбільш інформативною ознакою є 3-я ознака (показник Хаунсфілда  $HU$  в ділянці яремного відростка –  $j_3$ ), адже це вимірювання відразу збільшує відстань Махалонобіса ( $\delta$ ) майже на 1,68 одиниці (з 1,41 до 3,09 одиниці), а теоретична ймовірність помилки визначення статі ВРХ зменшується з 48 до 12 %. Після долучення четвертого вимірювання ( $j_4$ ), відстань Махалонобіса ( $\delta$ ) збільшується з 3,09 до 4,04 одиниці, а теоретична ймовірність помилки визначення статі ВРХ ( $P_j$ ) зменшується з 12 до 4 %.

Розраховані рівняння регресії (18) склали основу способу діагностики віку ВРХ за параметром Хаунсфілда  $HU$  яремного відростка, потиличного

виростка, гачкоподібного відростка, різцевої кістки черепа. Для перевірки їх діагностичної інформативності застосовано «метод сліпого дослідження». Для цього відібрано колекцію черепів ВРХ від народження до 10-річного віку.

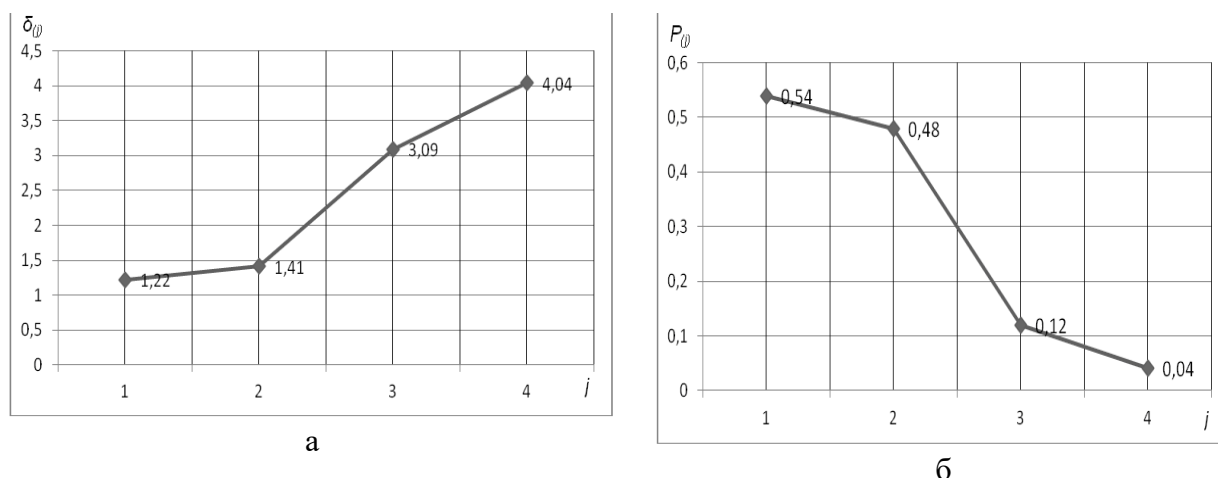


Рис. 4.20. Інформативність значень показника Хаунсфілда  $HU$  різних ділянок носомозкового відділу черепа для визначення статі ВРХ: а – відстань Махаланобіса ( $\delta$ ); б – теоретична ймовірність помилки визначення статі тварин статі ВРХ ( $P_j$ )

Визначення проводили таким чином. На експертизу надано череп ВРХ, невідомого віку. Проведено томографічні дослідження яремного відростку та потиличного виростку. Встановлено такі значення параметра Хаунсфілда  $HU$ : для яремного відростку  $x_1 = 575$ , а для потиличного виростку  $x_2 = 455$ .

Згідно розробленого нами способу, для одночасного встановлення віку і статі тварини за черепом, необхідно підставити у рівняння регресії, розраховані нами для кожного виду вимірів, попередньо виміряні значення параметра Хаунсфілда  $HU$ , як для самців, так і для самок, і одержати окремо набір оцінок значень віку ( $T_{1\delta}, T_{2\delta}, \dots, T_{k\delta}$  – для самців і  $T_{1\phi}, T_{2\phi}, \dots, T_{k\phi}$  – для самок), визначити середнє значення ( $M_\delta$  або  $M_\phi$ ) та відповідну дисперсію ( $D_\delta$  або  $D_\phi$ ). Стать тварини відповідає мінімальному значенню дисперсії ( $D_\delta$  або  $D_\phi$ ), а її середній вік – це відповідне значення  $M_\delta$  або  $M_\phi$ .

Підставивши ці значення в рівняння регресії (18) з урахуванням коефіцієнтів регресії (табл. 4.13), отримаємо можливі значення віку ВРХ: 1) за яремним відростком – це або самка віком 52,5 міс. (4 роки і 4 міс.), або самець віком 14,6 міс.; 2) за потиличним виростком – це або самка віком 41,3 міс., або самець віком 14,7 міс. Порівнявши ці результати, приходимо до висновку, що череп належить самцеві віком 14-15 міс.

Аналогічно, проведеними томографічними дослідженнями яремного відростку та потиличного виростку, встановлено такі значення параметра Хаунсфілда  $HU$ : для яремного відростку –  $x_1 = 662$ , а для потиличного виростку різцева кістка –  $x_2 = 518$ .

Підставивши ці значення у рівняння регресії (18) з урахуванням коефіцієнтів регресії (табл. 4.13, отримаємо можливі значення віку ВРХ: за



яремним виростком – це або самка віком 88,9 міс., або самець віком 43,5 міс.; за потиличним виростком – це або самка віком 88,8 міс., або самець віком 56,3 міс. Порівнявши ці результати, приходимо до висновку, що череп належить самці віком 88-89 міс.

Якщо розрахунки за даними параметра Хаунсфілда *HU* для яремного відростка та потиличного виростка вказують на те, що вік тварин перевищує 3 роки, то для більш достовірного встановлення статі тварини можна додатково використовувати порівняння з параметром Хаунсфілда *HU* гачкоподібного відростка, а також параметром Хаунсфілда *HU* різцевої кістки.

## Розділ 5

# ВИЗНАЧЕННЯ ВІКУ І СТАТІ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ ЗА КРАНІОМЕТРИЧНИМИ ПАРАМЕТРАМИ

Краніометричні параметри є частиною методології розробки діагностичних технологій визначення віку і статі ВРХ у широкому віковому діапазоні не руйнівними методами. Вони чітко формалізовані, що дає можливість достовірно, об'єктивно і обгрунтовано вирішити завдання поставлені перед судово-ветеринарним експертом. У зв'язку з цим, у цьому розділі монографічної роботи ми прагнули проаналізувати динаміку нелінійних та лінійних краніометричних параметрів і на основі цього аналізу розробити способи визначення віку і статі ВРХ молочного напрямку продуктивності.

### 5.1. Динаміка нелінійних морфометричних параметрів носомозкового відділу черепа ВРХ залежно від віку та статі

У цьому підрозділі монографічної роботи ми проаналізували не лінійні морфологічні параметри носомозкового відділу черепа досліджуваних тварин, залежно від віку та статі тварин, зокрема абсолютну масу, об'єм і щільність.

Проведеними дослідженнями встановлено, що показники маси, об'єму і щільності носомозкового відділу черепа є взаємозалежними, адже щільність черепа прямо залежить від його маси і об'єму. У зв'язку з цим, динаміку аналізованих показників черепа, на наш погляд, необхідно описувати комплексно.

Мінімальні значення маси, об'єму і щільності носомозкового відділу черепа реєструються як у самців, так і у самок ВРХ першої вікової групи (0-2 міс.) (рис. 5.1-5.3).

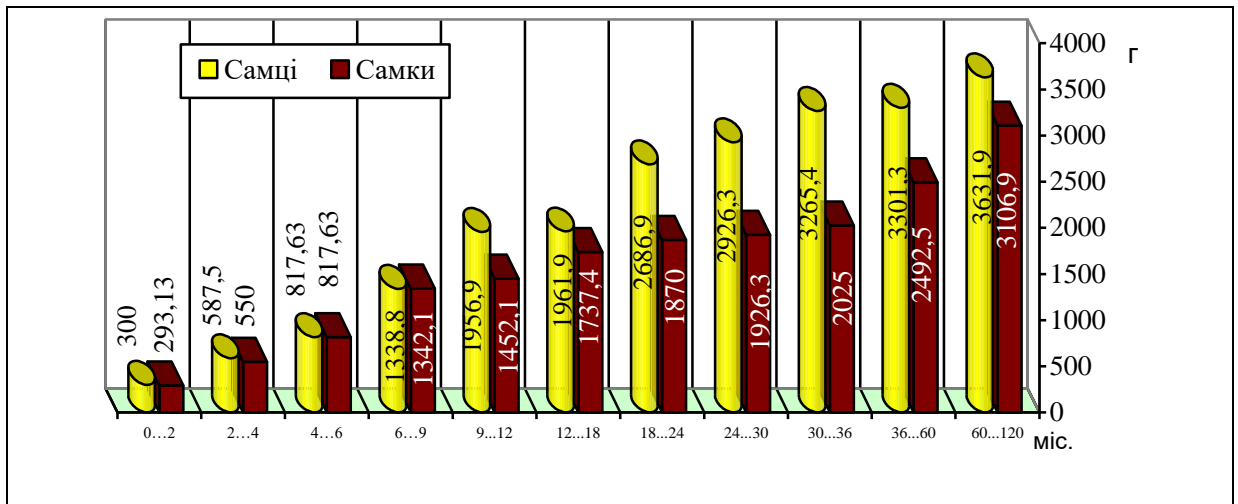


Рис. 5.1. Вікова динаміка абсолютної маси носомозкового відділу черепа ВРХ

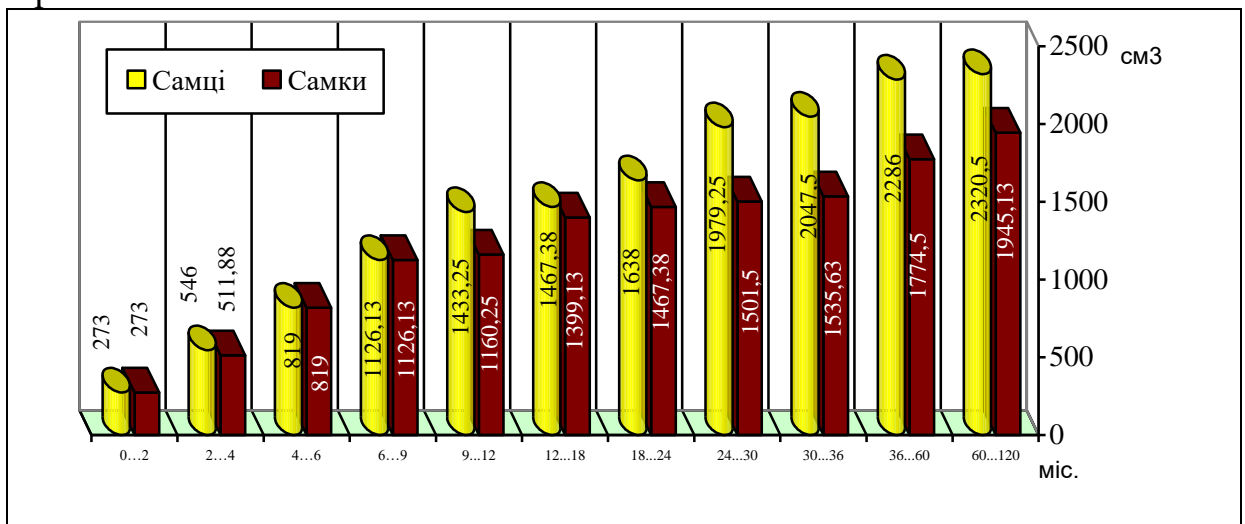


Рис. 5.2. Вікова динаміка абсолютного об'єму носомозкового відділу черепа ВРХ

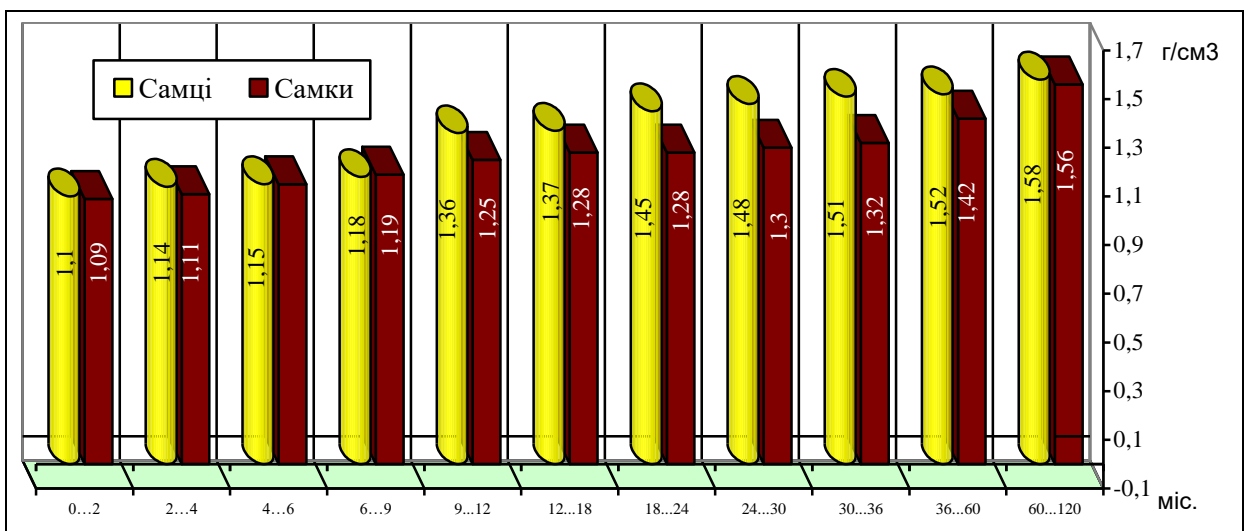


Рис. 5.3. Вікова динаміка щільності носомозкового відділу черепа ВРХ

Протягом постнатального періоду онтогенезу всі три вищезазначені нелінійні параметри носомозкового відділу черепа збільшується ( $p \leq 0,001$ ),

досягаючи максимального значення у тварин 11-ї вікової групи (60-120 міс.). Особливістю динаміки маси, об'єму і щільності черепа у міжстатевих сукупностях є те, що протягом усього терміну дослідження вони достовірно більші у самців ВРХ ( $p \leq 0,001$ ), проти самок.

Збільшення значень щільності кісткової тканини носомозкового відділу черепа обумовлене збереженням позитивної динаміки його маси і об'єму.

## 5.2. Спосіб визначення віку і статі ВРХ за нелінійними морфометричними параметрами носомозкового відділу черепа

На основі виявлених закономірностей вікової динаміки маси, об'єму та щільності носомозкового відділу черепа, з урахуванням статі ВРХ, нами застосовано регресійний аналіз, за допомогою якого виявлено тісний кореляційний зв'язок між досліджуваними параметрами (рис. 5.4), а також розраховано відповідні рівняння регресії.

Динаміка абсолютних значень маси, об'єму і щільності носомозкового відділу черепа ВРХ від народження до 10-річного віку описуються рівняннями регресії:

1) для визначення віку ВРХ ( $T$ ) різної статі за масою черепа ( $m$ ):

$$\text{самці: } T_{\delta m} = -15,54 + 87,70m - 142,29m^2 + 104,52m^3 - 33,87m^4 + 4,04m^5 \quad (1)$$

$$\text{самки: } T_{\text{♀}m} = -12,83 + 75,69m - 122,86m^2 + 86,03m^3 - 24,32m^4 + 2,56m^5 \quad (2)$$

2) для визначення віку ВРХ ( $T$ ) різної статі за об'ємом черепа ( $V$ ):

$$\text{самці: } T_{\delta V} = -57,50 + 398,80V - 901,41V^2 + 901,50V^3 - 405,61V^4 + 67,79V^5 \quad (3)$$

$$\text{самки: } T_{\text{♀}V} = 29,41 - 218,88V + 577,73V^2 - 648,39V^3 + 323,45V^4 + 56,01V^5 \quad (4)$$

3) для визначення віку ВРХ ( $T$ ) різної статі за щільністю черепа ( $\rho$ ):

$$\text{самці: } T_{\delta \rho} = 5431,85 - 21394,99\rho + 30140,69\rho^2 - 18248,12\rho^3 + 4042,57\rho^4 \quad (5)$$

$$\text{самки: } T_{\text{♀}\rho} = -346114 + 1348826\rho - 2093272\rho^2 + 1616976\rho^3 - 621708\rho^4 + 95197,18 \quad (6)$$

Таким чином, криві регресії відрізняються за масою носомозкового відділу черепа самок та самців починаючи з 7-8-місячного віку, за об'ємом – з 15-місячного віку, за щільністю – з 10-міс. віку (рис. 5.4).

Розраховані, таким чином, рівняння регресії склали основу способу діагностики віку ВРХ за нелінійним краніометричними параметрами. Виявлені властивості кривих регресії можуть бути застосовані для визначення статі ВРХ.

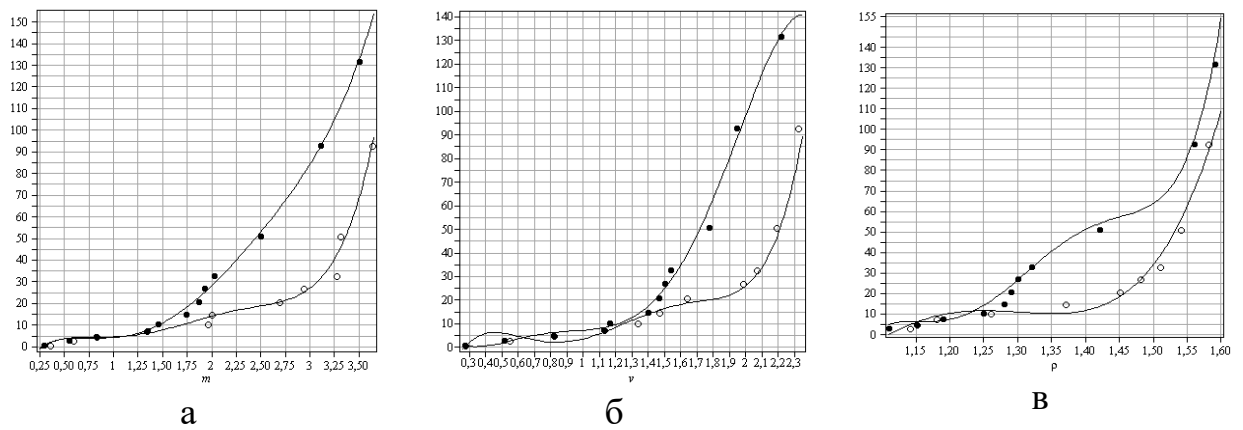


Рис. 5.4. Залежність абсолютної маси (а), абсолютного об'єму (б) та густини (в) носомозкового відділу черепа ВРХ від віку та статі. 1. ● – самки; ○ – самці

Інформативність не лінійних параметрів носомозкового відділу черепа ВРХ: маси –  $m$  (ознака  $j_1$ ), об'єму  $V$  – (ознака  $j_2$ ) та щільності  $\rho$  – (ознака  $j_3$ ) для визначення статі ВРХ за значеннями відстані Махалонобіса, наведено на рис. 5.5.

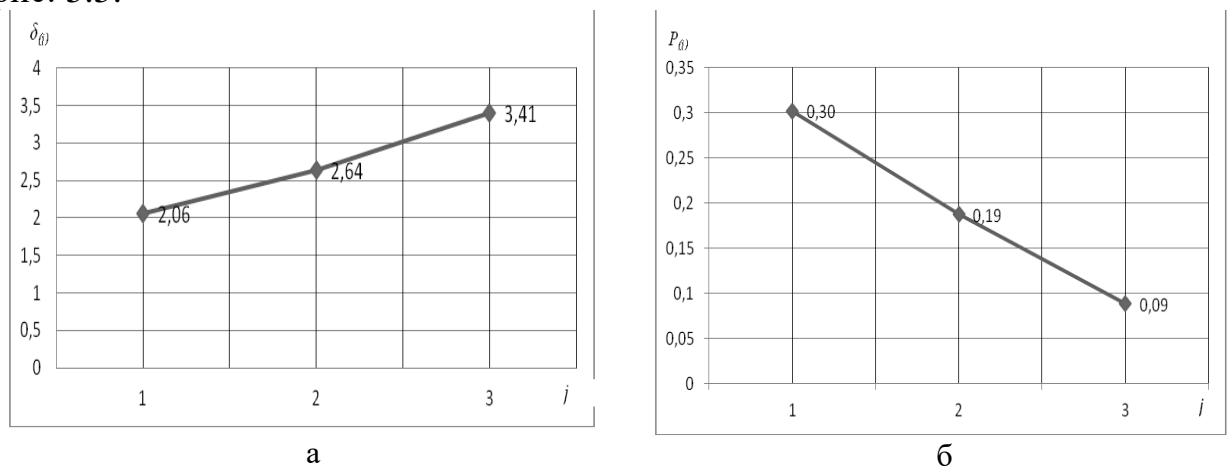


Рис. 5.5. Інформативність не лінійних параметрів носомозкового відділу черепа для визначення статі ВРХ:  $j = 1$  – маси;  $j = 2$  – об'єму;  $j = 3$  – щільності: а – відстань Махалонобіса ( $\delta$ ); б – ймовірності помилки визначення статі ВРХ ( $P_j$ )

Таким чином, залучення всіх трьох нелінійних вимірів носомозкового відділу черепа ( $j_1$ – $j_3$ ) призводить до збільшення відстані Махалонобіса ( $\delta$ ) з 2,06 до 3,41 одиниць з додаванням кожної наступної ознаки, при цьому ймовірність помилки визначення статі ВРХ ( $P_j$ ) зменшується з 30 до 9 %.

Для перевірки діагностичної інформативності рівнянь регресії, застосовано «метод сліпого дослідження». Для цього підготовлено колекцію черепів ВРХ від народження до 10-річного віку.

У носомозковому відділі черепа ВРХ невідомої статі та віку, нелінійні показники склали:  $m = 2,75$  кг; об'єм:  $V = 1,90$  дм<sup>3</sup>; та щільність  $\rho = 1,45$  г/см<sup>3</sup>. Ці значення були підставлені у рівняння регресії (1-б), в результаті чого одержані відповідні значення віку ВРХ:

за масою:  $T_{\delta m} = 21,4$  міс.;  $T_{\varphi m} = 67,7$  міс., за об'ємом:  $T_{\delta v} = 22,1$  міс.;  $T_{\varphi v} = 80,2$  міс., за щільністю:  $T_{\delta \rho} = 18,4$  міс.;  $T_{\varphi \rho} = 57,3$  міс.

Згідно розробленого нами способу, для одночасного встановлення віку і статі тварини за масою, об'ємом і щільністю необхідно підставити у розраховані нами рівняння регресії (1-6) для кожного виду вимірів, попередньо виміряні значення маси, об'єму і щільності носомозкового відділу черепа, як для самців, так і для самок, і одержати окремо набір оцінок значень віку ( $T_{1\delta}, T_{2\delta}, \dots, T_{k\delta}$  – для самців і  $T_{1\varphi}, T_{2\varphi}, \dots, T_{k\varphi}$  – для самок), визначити середнє значення ( $M_{\delta}$  або  $M_{\varphi}$ ) та відповідну дисперсію ( $D_{\delta}$  або  $D_{\varphi}$ ). Стать тварини відповідає мінімальному значенню дисперсії ( $D_{\delta}$  або  $D_{\varphi}$ ), а її середній вік – це відповідне значення  $M_{\delta}$  або  $M_{\varphi}$ .

З порівняння не лінійних краніометричних значень, розрахованих за формулами маси (1-2), об'єму (3-4) і щільності (5-6), можна зробити висновок, що череп належить самцеві віком 18-22 міс.

### **5.3. Визначення віку і статі ВРХ за лінійними морфометричними параметрами носомозкового відділу черепа ВРХ**

Структура скелета на різних рівнях структурної організації, у т.ч. і на макроскопічному рівні, значною мірою обумовлена біологічними особливостями виду тварин, характером локомоції, специфікою живлення, екологічними особливостями у природних або антропогенних біоценозах. Вищезазначені особливості, перш за все, проявляються зміною лінійних параметрів кісток, у т.ч. черепа.

#### **5.3.1. Динаміка морфометричних параметрів дорсо-латеральної поверхні носомозкового відділу черепа ВРХ залежно від віку та статі**

Проаналізовано 11 абсолютних морфометричних параметрів дорсо-латеральної поверхні носомозкового відділу черепа ВРХ у віковому діапазоні від народження до 10-річного віку. Надалі ці параметри використані нами як базові для розробки способу визначення віку і статі ВРХ. Порівняльно-морфометричний аналіз дорсо-латеральної поверхні носомозкового відділу черепа ВРХ різних статево-вікових груп досліджених тварин показав таке.

Довжина та товщина рогового відростка лобової кістки (рис. 5.6). Протягом всього періоду дослідження прослідковується тенденція до збільшення цього виміру у самців за такий же у самок ВРХ. Проте, починаючи від народження (1-а група) і до 6-міс. віку (3-я група) різниця аналізованого краніометричного параметра не достовірна. Починаючи з 9-міс. віку (4-а група) до 66-міс. віку (9-а група) простежується достовірна різниця в довжині рогового відростку лобової кістки ВРХ з переважанням

виміру у самців. Проте у тварин 10-ї вікової групи (66-120 міс.) зазначений вимір черепа самок достовірно більший ( $p \leq 0,001$ ), проти самців.

Найменші значення рогового відростку лобової кістки реєструються у тварин 2-ї вікової групи (2-4 міс.), адже у тварин 1-ї групи (0-2 міс.) зазначені анатомічні утворення не розвинуті, тому не піддавалися морфометричному аналізу. Максимального значення довжина рогового відростку лобової кістки як у самок, так і у самців досягає у тварин 11-ї вікової групи (66-120 міс.).

Аналіз тенденції збільшення аналізованого виміру з віком показав, що він відбувається у самців ВРХ від 2-міс. віку (2-а група) до 9-міс. віку (4-а група), далі, до 20-міс. віку (7-а група), стрімко збільшується ( $p \leq 0,001$ ), досягаючи свого межового значення – 14,35 см. У наступний період постнатального онтогенезу, довжина рогового відростку лобової кістки самців хоча і продовжує збільшуватися, проте його темп дещо менший, ніж у домежовому періоді.

Аналіз тенденції збільшення аналізованого виміру з віком у самок ВРХ показав, що він відбувається від 2-міс. віку (2-а група) до 13-міс. віку (5-а група), далі, до 22-міс. віку (7-а група), стрімко збільшується ( $p \leq 0,001$ ), досягаючи свого межового значення з показником 11,80 см.

У наступний період постнатального онтогенезу, довжина рогового відростку лобової кістки як у самок, так і у самців хоча і продовжує збільшуватися, проте його темп дещо менший, ніж у домежовому періоді. Особливістю є те, що у самок ВРХ 11-ї вікової групи значення аналізованого параметру стрімко збільшується ( $p \leq 0,001$ ) проти попередньої групи.

Товщина рогового відростку лобової кістки ВРХ у самців протягом усього періоду дослідження більша за таку ж у самок, хоча до 9-міс. віку така різниця не є достовірною, а лише має тенденцію до збільшення (рис. 5.7). Аналіз динаміки збільшення аналізованого виміру з віком показав, що він відбувається у самців ВРХ від 2-міс. віку (2-а група) до 9-міс. віку (4-а група) ( $p \leq 0,001$ ). Межового значення аналізований вимір у самців ВРХ у 15-міс. віку з показником 5,3 см. Надалі, в постмежовому періоді, до 120-міс. віку (11-а група), хоча і спостерігається його збільшення ( $p \leq 0,01$ ), проте з меншою інтенсивністю, ніж у домежовому періоді.

Товщина рогового відростку лобової кістки ВРХ у домежовому періоді самок ВРХ стрімко збільшується ( $p \leq 0,001$ ), досягаючи межового значення у 27-міс. віці з показником 5,68 см. У постмежовому періоді постнатального онтогенезу аналізований краніометричний параметр самок ВРХ хоча і продовжує збільшуватися до 120-міс. віку, проте з меншою інтенсивністю.

Міжрогова ширина лобових кісток ВРХ у самців протягом усього періоду дослідження більша за аналогічний вимір у самок від початку досліду до 10-річного віку тварин (рис. 5.8). Проте у ВРХ 2- і 3-ї вікових груп (2-6 міс.) ця різниця не достовірна.

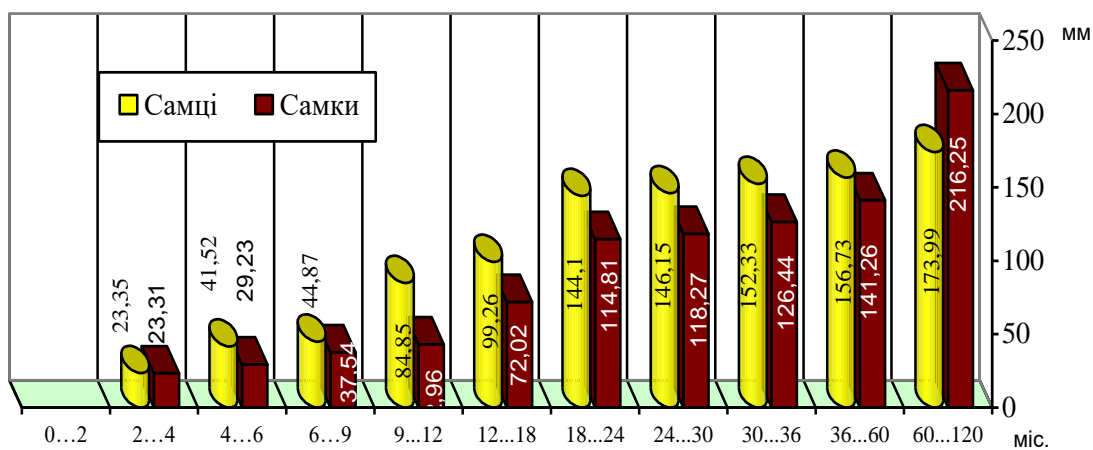


Рис. 5.6. Довжина рогового відростка лобової кістки ВРХ

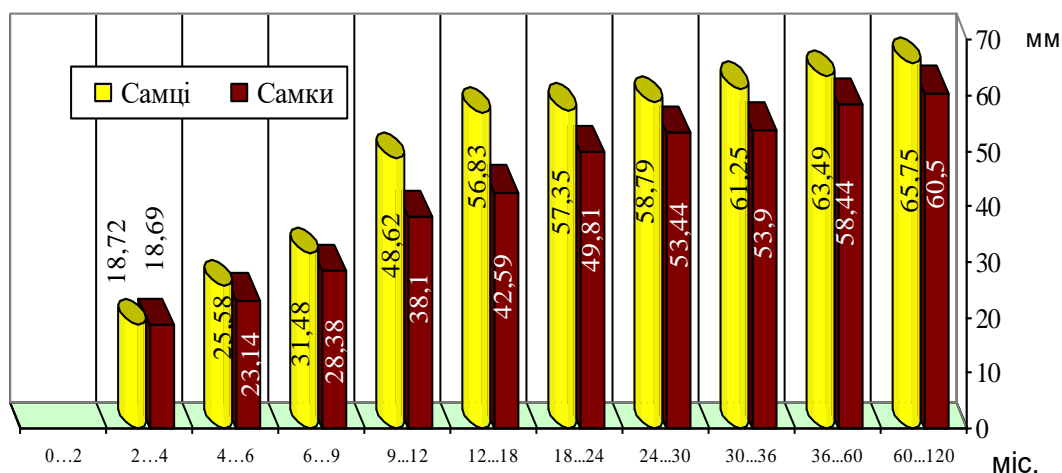


Рис. 5.7. Товщина рогового відростка лобової кістки ВРХ

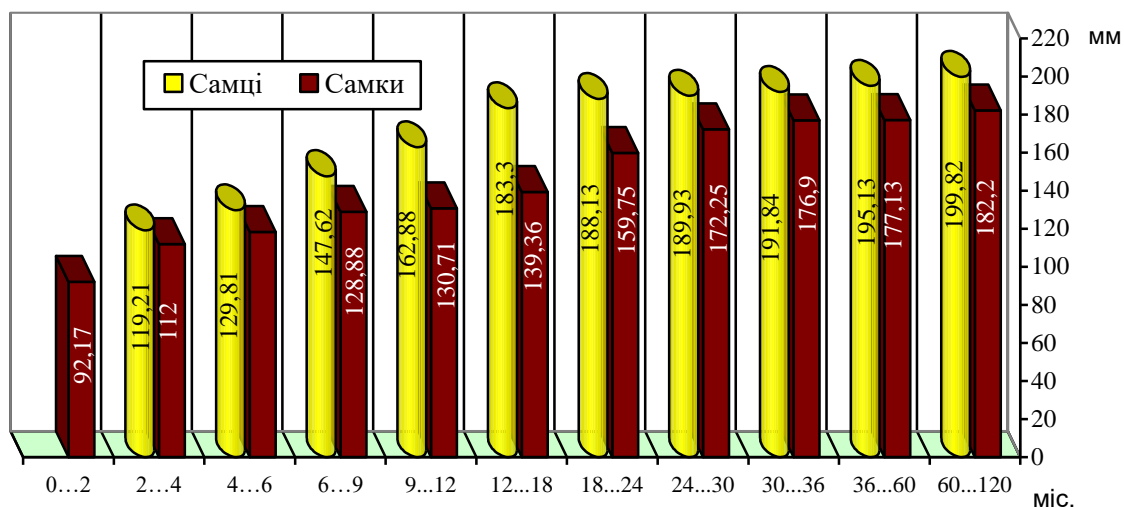


Рис. 5.8. Міжротова ширина лобових кісток ВРХ

Аналіз динаміки збільшення аналізованого виміру з віком показав, що він відбувається у самців ВРХ від 2-міс. віку (2-а група) до 6-міс. віку (6-а група) ( $p \leq 0,001$ ). Межового значення аналізований вимір у самців ВРХ у 15-міс. віку з показником 18,4 см. Надалі, в постмежовому періоді, до 120-міс.

віку (11-а група), хоча і спостерігається його збільшення ( $p \leq 0,05$ ), проте з меншою інтенсивністю, ніж у домежовому періоді.

Міжрогова ширина лобових кісток ВРХ у домежовому періоді самок ВРХ стрімко збільшується ( $p \leq 0,001$ ), досягаючи межового значення у 30-міс. віці з показником 17,6 см. У постмежовому періоді постнатального онтогенезу аналізований краніометричний параметр самок ВРХ хоча і продовжує збільшуватися ( $p \leq 0,05$ ), проте з меншою інтенсивністю до 120-міс. віку.

Довжина лобової кістки. Протягом усього періоду дослідження прослідковується тенденція, що довжина лобової кістки у самців більша за таку ж у самок ВРХ (рис. 5.9). Проте, починаючи від народження (1-а група) і до 120-міс. віку (11-а група) різниця аналізованого краніометричного параметра не достовірна. Найменші значення довжини лобової кістки реєструються у тварин 1-ї вікової групи (0-2 міс.). Максимального значення довжина лобової кістки досягає у тварин 11-ї вікової групи (66-120 міс.)

Аналіз тенденції збільшення аналізованого виміру з віком показав, що він відбувається у самців ВРХ від 1-міс. віку (1-а група) до 20-міс. віку (7-а група) ( $p \leq 0,001$ ), досягаючи свого межового значення з показником 19,70 см. Далі, в постмежовому періоді постнатального онтогенезу, до 120-міс. віку (11-а група), аналізований вимір черепа самців продовжує збільшуватися ( $p \leq 0,05$ ), проте із значно меншою інтенсивністю, ніж у домежовому періоді.

Аналіз тенденції збільшення довжини лобової кістки з віком у самок ВРХ показав, що він відбувається від народження (1-а група) до 120-міс. віку (11-а група) ( $p \leq 0,001$ ), досягаючи свого межового значення у 30-міс. віці (9-а група) з показником 15,0 см. В постмежовий період довжина лобової кістки у самок хоча і продовжує збільшуватися ( $p \leq 0,001$ ), проте його темп дещо менший, ніж у домежовому періоді.

Довжина та пряма ширина носової кістки. Носові кістки протягом усього періоду дослідження характеризуються збільшенням їх довжини і прямої ширини у самців і самок ВРХ (рис. 5.10-5.11). У міжгрупових сукупностях різниця між значенням досліджуваних параметрів у самців і самок не значна, і, в більшості періодів не має достовірної різниці.

Найменші значення довжини та прямої ширини носових кісток реєструються у тварин 1-ї вікової групи (0-2 міс.). Максимального значення аналізовані параметри досягають у тварин 11-ї вікової групи (66-120 міс.).

Так, довжина носових кісток у самців ВРХ збільшується від народження тварин (1-а група) до 10-міс. віку (5-а група) ( $p \leq 0,001$ ), досягаючи свого межового значення з показником 15,30 см.

Зазначений домежовий краніометричний показник самок ВРХ збільшується від народження тварин (1-а група) до 30-міс. віку (9-а група), досягаючи свого межового значення з показником 15,00 см.

Пряма ширина носових кісток у самців ВРХ збільшується від народження тварин (1-а група) до 13-міс. віку (6-а група) ( $p \leq 0,001$ ), досягаючи свого межового значення з показником 3,17 см. Зазначений домежовий краніометричний показник самок ВРХ збільшується від



народження тварин (1-а група) до 25-міс. віку (8-а група), досягаючи свого межового значення з показником 3,20 см.

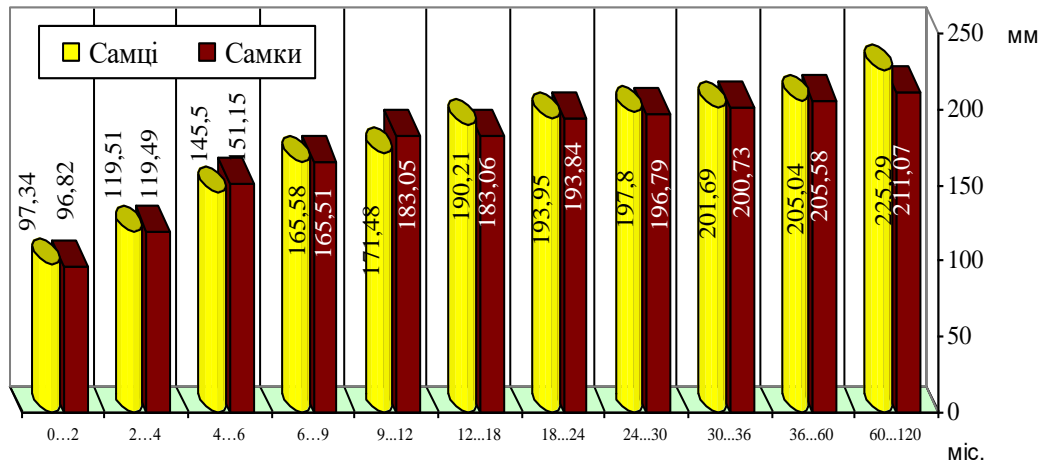


Рис. 5.9. Довжина лобової кістки ВРХ.

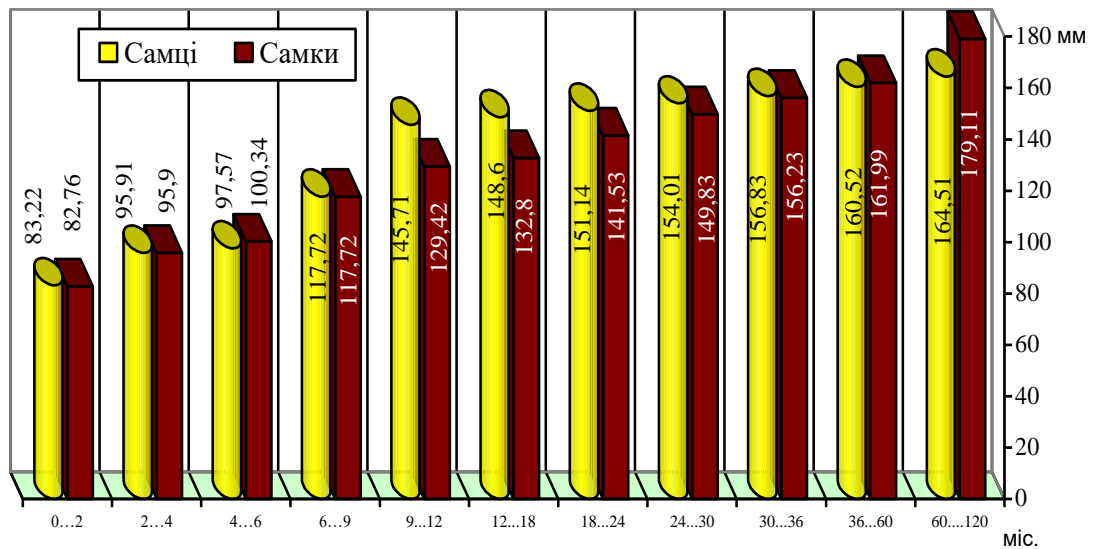


Рис. 5.10. Довжина носової кістки ВРХ.

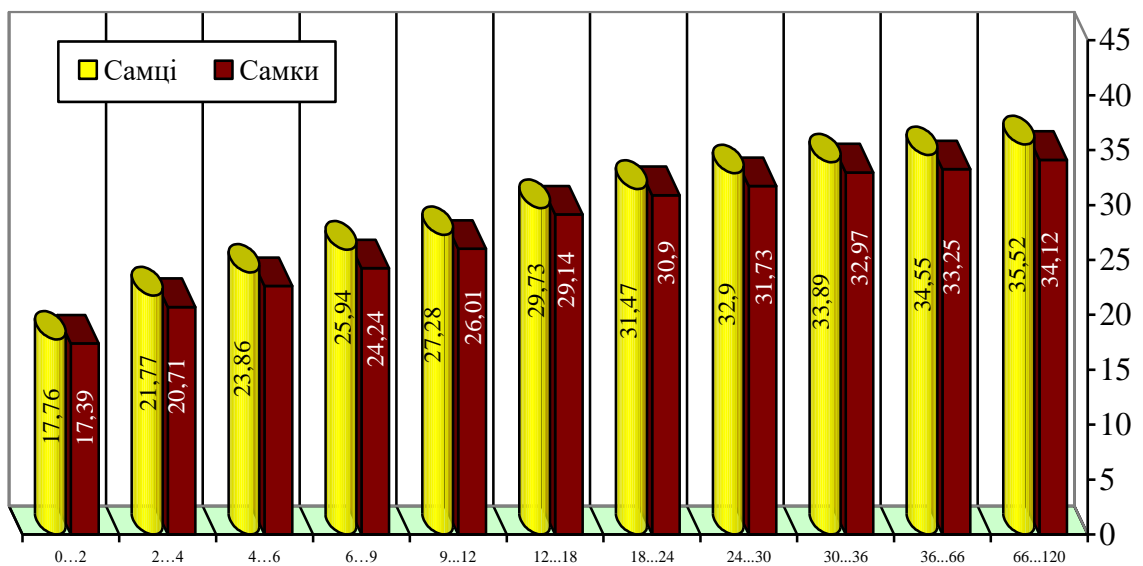


Рис. 5.11. Пряма ширина носової кістки ВРХ.

У постмежовому періоді довжина носових кісток і їх пряма ширина у самок і самців продовжує збільшуватися ( $p \leq 0,01$ ), проте темп їх збільшення не значний.

Довжина ВЩК протягом усього періоду дослідження характеризується збільшенням як у самців, так і у самок ВРХ (рис. 5.12). У міжгрупових сукупностях різниця між значенням досліджуваних параметрів у самців і самок не значна, і, в більшості періодів не має достовірної різниці.

Найменші значення довжини ВЩК реєструються у тварин 1-ї вікової групи (0-2 міс.). Максимального значення аналізовані параметри досягають у тварин 11-ї вікової групи (66-120 міс.).

Так, довжина ВЩК у самців ВРХ збільшується від народження тварин (1-а група) до 15-міс. віку (6-а група) ( $p \leq 0,001$ ), досягаючи свого межового значення з показником 15,00 см. Зазначений domeжовий краніометричний показник самок ВРХ збільшується від народження тварин (1-а група) до 15 міс. віку (6-а група), досягаючи свого межового значення з показником 18,00 см.

У постмежовому періоді продовжується збільшення аналізованого виміру черепа як самців, так і самок ВРХ, проте з меншою інтенсивністю.

Довжина входу в носову порожнину збільшується протягом всього періоду дослідження як у самців, так і у самок ВРХ (рис. 5.13). Найменші значення аналізованого краніометричного параметра реєструються у тварин 1-ї вікової групи (0-2 міс.). Максимального значення довжина ходу в носову порожнину досягає у тварин 11-ї вікової групи (66-120 міс.).

Аналіз тенденції збільшення аналізованого виміру з віком показав, що він відбувається у самців і самок ВРХ від народження (1-а група) до 20-міс. віку (7-а група) ( $p \leq 0,001$ ), досягаючи свого межового значення з показником у самок і самців 8,6 см. Далі, в постмежовому періоді постнатального онтогенезу, до 120-міс. віку (11-а група), аналізований вимір черепа самців продовжує збільшуватися ( $p \leq 0,05$ ), проте із значно меншою інтенсивністю, ніж у domeжовому періоді.

Щічна ширина черепа збільшується протягом всього періоду дослідження як у самців, так і у самок ВРХ (рис. 5.14). Найменші значення аналізованого краніометричного параметра реєструються у тварин 1-ї вікової групи (0-2 міс.). Максимального значення довжина ходу в носову порожнину досягає у тварин 11-ї вікової групи (66-120 міс.). Починаючи з 4-х місячного віку (3-я група) значення цього виміру у самців більші ( $p \leq 0,05$ ) за самок.

Аналіз тенденції збільшення аналізованого виміру з віком показав, що він відбувається у самців ВРХ від народження (1-а група) до 18-міс. віку (6-а група) ( $p \leq 0,001$ ), досягаючи свого межового значення з показником 19,5 см., а у самок – до 15-міс. віку з показником 12,5 см. Далі, в постмежовому періоді постнатального онтогенезу, до 120-міс. віку (11-а група), аналізований вимір черепа самців продовжує збільшуватися ( $p \leq 0,05$ ), проте із значно меншою інтенсивністю, ніж у domeжовому періоді.

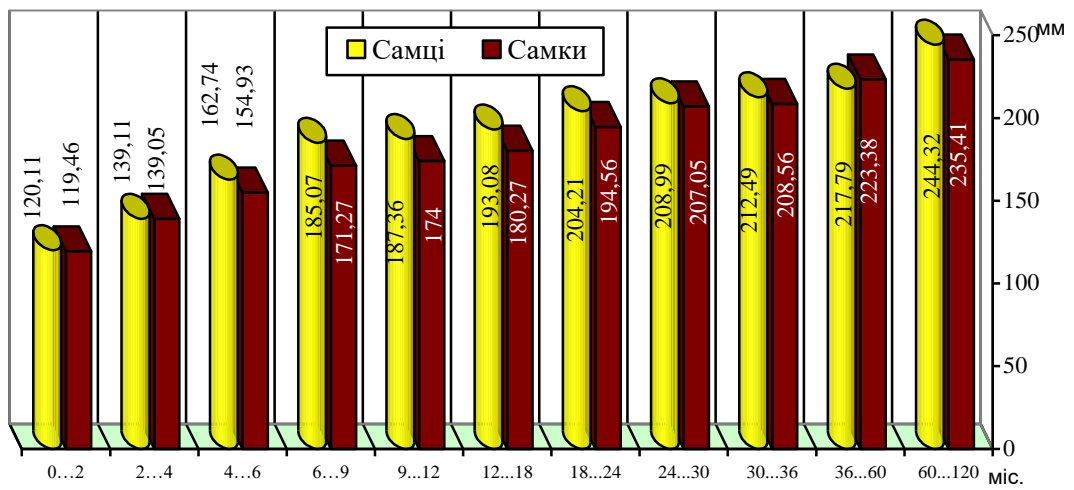


Рис. 5.12. Довжина ВЦК ВРХ

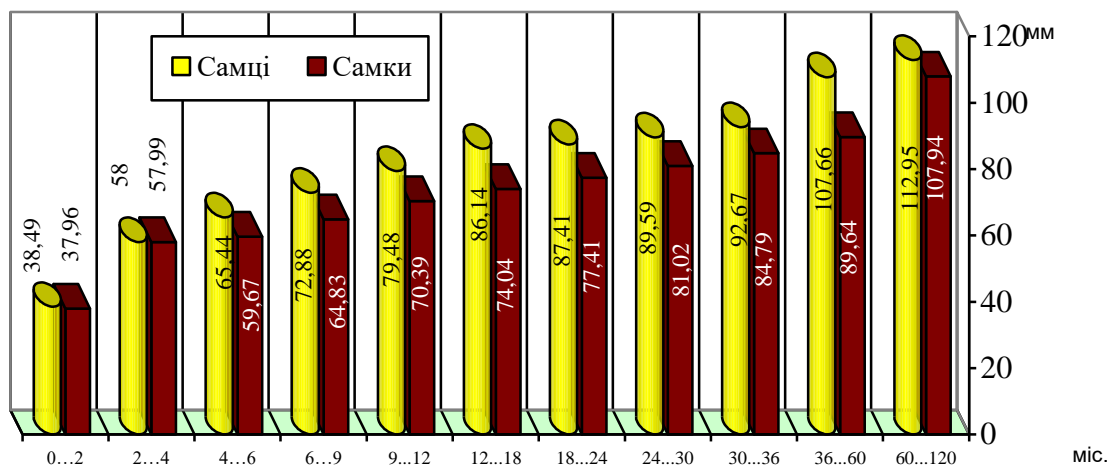


Рис. 5.13. Довжина входу в носову порожнину ВРХ

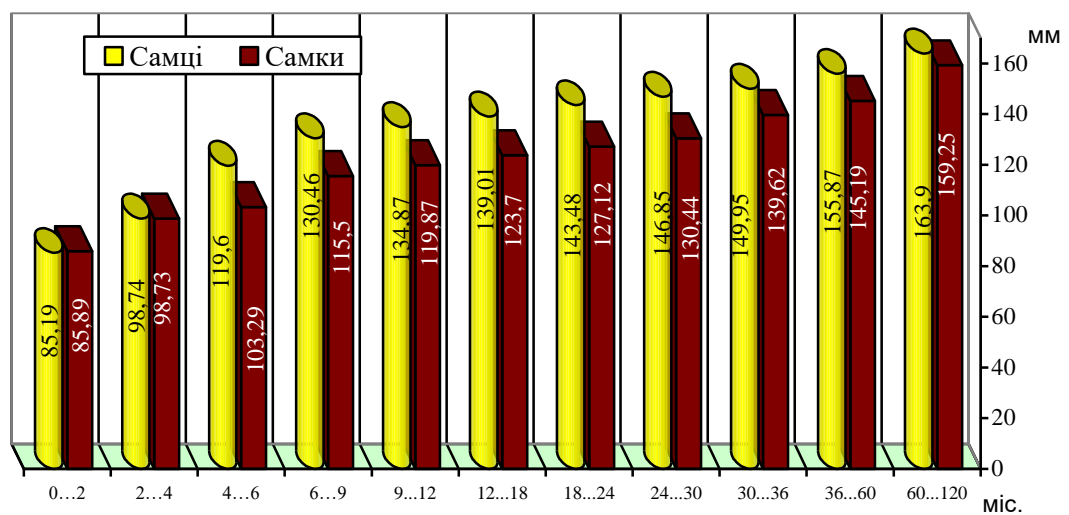


Рис. 5.14. Щічна ширина черепа ВРХ

Зовнішня орбітальна висота та ширина збільшуються протягом всього періоду дослідження як у самців, так і у самок ВРХ (рис. 5.15-5.16). Найменші значення аналізованих краніометричних параметрів реєструються у тварин 1-ї вікової групи (0-2 міс.). Максимального значення зазначені виміри досягають у тварин 11-ї вікової групи (66-120 міс.).

Починаючи від народження (1-а група) аналізовані краніометричні параметри у самців більші ( $p \leq 0,05$ ) за аналогічні виміри у самок.

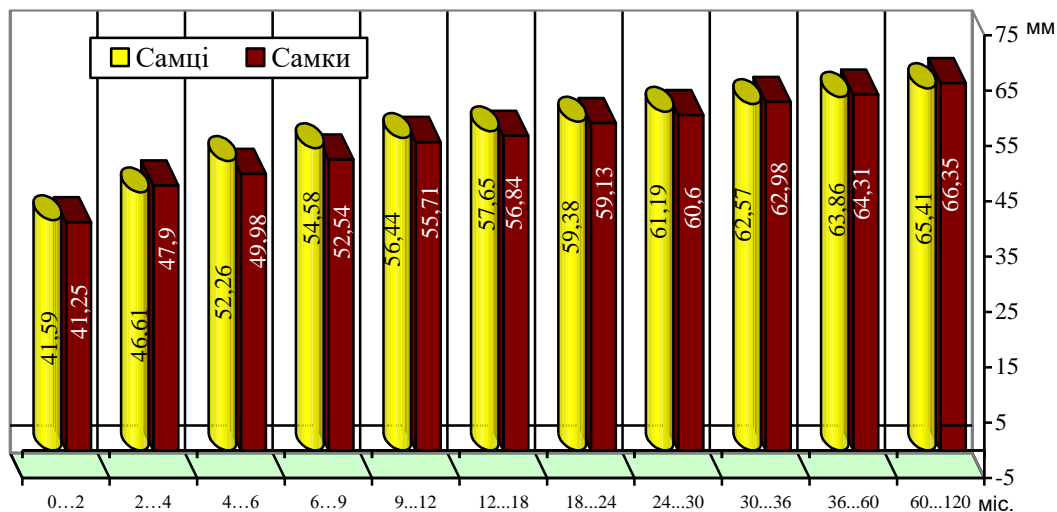


Рис. 5.15. Зовнішня орбітальна висота носомозкового відділу черепа ВРХ

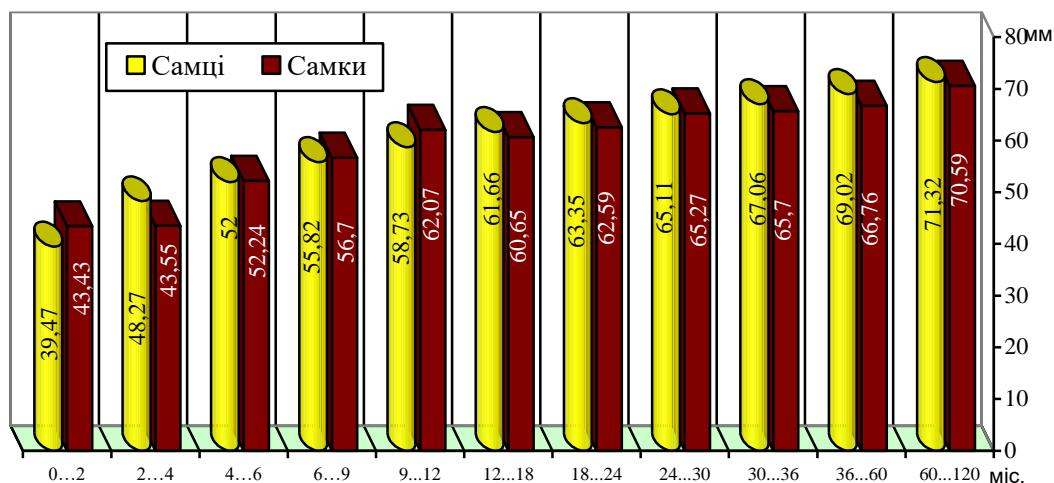


Рис. 5.16. Зовнішня орбітальна ширина носомозкового відділу черепа ВРХ

Аналіз тенденції збільшення зовнішньої орбітальної висоти з віком показав, що він відбувається від народження (1-а група) до 12-міс. віку (6-а група) ( $p \leq 0,001$ ), досягаючи свого межового значення у самців ВРХ з показником 6,30 см., а у самок – до 15-міс. віку з показником 6,10 см.

Збільшення зовнішньої орбітальної ширини з віком відбувається у самців ВРХ від народження (1-а група) до 15-міс. віку (6-а група) ( $p \leq 0,001$ ),

досягаючи свого межового значення з показником 6,960 см., а у самок – до 32-міс. віку з показником 6,58 см.

У постмежовому періоді постнатального онтогенезу, до 120-міс. віку (11-а група), зовнішня орбітальна висота і ширина самців та самок продовжує збільшуватися ( $p \leq 0,05$ ), проте із значно меншою інтенсивністю, ніж у домежовому періоді.

### **5.3.2. Спосіб визначення віку і статі за лінійними морфометричними параметрами дорсо-латеральної поверхні носомозкового відділу черепа ВРХ**

Рівень статистичної достовірності різниці середньовибіркових показників для двох суміжних вікових груп за критерієм Стюдента складав не менш 95 % довірчої ймовірності ( $p \leq 0,05$ ), а в деяких випадках привищував 99,9 % ( $p \leq 0,001$ ), що свідчить про достовірність розбиття усієї сукупності даних на 11 визначених вікових груп для самців і самок.

Аналіз залежності віку тварин ( $T$ ) обох статей від значень лінійних краніометричних параметрів ( $l$ ) для усіх параметрів потиличної поверхні черепа ВРХ свідчить про наявність тенденції: спостерігається межовий критерій ( $l_0$ ), котрий дає можливість увесь період постнатального онтогенезу тварини розділити на два вікові періоди: домежовий і постмежовий. Домежовий віковий період становить  $T_0 \approx 1-3$  роки. Він має практично лінійний характер з невеликим нахилом і деякою кривиною, що відповідає відносно швидкому росту структур черепа. У постмежовому віковому періоді ця залежність стає істотно більш крутою (рис. 5.18), що свідчить про уповільнення розвитку і збільшення розмірів кісток з віком. Тому стає складним описання залежності віку тварини від лінійних розмірів краніологічних параметрів потиличної поверхні черепа ВРХ у всьому віковому діапазоні однією функцією регресії.

З метою застосування регресійного аналізу введено дві функції регресії: одну – домежового вікового періоду лінійного остеометричного параметра потиличної поверхні черепа  $l < l_0$ :

$$T = a_0 + (a_1 \times l) + (a_2 \times l^2) + (a_3 \times l^3) \quad (7)$$

де  $T$  – вік тварини;  $l$  – значення лінійного остеометричного параметру;  $a_0, a_1, a_2, a_3$  – коефіцієнти рівняння регресії (7).

другу – постмежового вікового періоду  $l \geq l_0$ :

$$T = b_0 + (b_1 \times l) + (b_2 \times l^2) + (b_3 \times l^3) \quad (8)$$

де  $b_0, b_1, b_2, b_3$  – коефіцієнти рівняння регресії (8).

Третій ступень за лінійним параметром ( $l$ ) обох рівнянь регресії обумовлений наявністю певної кривизни залежності ( $T$ ) від ( $l$ ) як для  $l < l_0$ , так і для  $l \geq l_0$  за цими вимірами. Оптимальну кількість членів кожного рівняння регресій (чотири) визначали шляхом оптимізації цільової функції – коефіцієнта детермінації ( $R^2$ ) (нормованого на кількість ступенів свободи) за

умови виконання критеріїв перевірки статистичних гіпотез за Стьюдентом та за Фішером.

Обидві функції регресії об'єднували в одну за допомогою ступінчастої тета-функції Хевісайда  $\theta(x) = \begin{cases} 1, & x \geq 0; \\ 0, & x < 0. \end{cases}$

Таким чином, загальне рівняння регресії для залежності віку тварин ( $T$ ) від лінійних остеометричних параметрів потиличної поверхні черепа ( $l$ ) має такий вигляд:

$$T = (a_0 + a_1 \cdot l + a_2 \cdot l^2 + a_3 \cdot l^3) \cdot \theta(l_0 - l) + (b_0 + b_1 \cdot l + b_2 \cdot l^2 + b_3 \cdot l^3) \cdot \theta(l - l_0). \quad (9)$$

Значення коефіцієнтів рівняння регресії для домежового і постмежового вікових періодів тварини, межові значення лінійних краніометричних параметрів потиличної поверхні черепа ( $l_0$ ) та відповідний межовий вік тварини ( $\dot{O}_0$ ), наведено у табл. 5.1. Також у табл. 5.2 наведено розраховані нами значення коефіцієнтів детермінації ( $R^2$ ) для усього рівняння регресії (9), нормованих на кількість ступенів свободи, яка дорівнює кількості вимірів (11 – для самців і самок) мінус кількість коефіцієнтів рівняння регресії (3) (4 + 4 = 8).

Таблиця 5.1

**Коефіцієнти рівняння регресії домежового та постмежового періодів для дорсо-латеральної поверхні черепа**

Параметри		Стать тварини	
		Самки	Самці
<b>1. Довжина рогового відрітку лобової кістки</b>			
Коефіцієнти рівняння регресії для домежового періоду віку	$a_0$	-14,42	-0,26
	$a_1$	9,70	1,50
	$a_2$	-1,16	-0,02
	$a_3$	0,052	0,0013
Коефіцієнти рівняння регресії для пост-межового періоду віку	$b_0$	-1284,56	709,45
	$b_1$	247,61	-136,32
	$b_2$	-15,28	7,88
	$b_3$	0,31	-0,12
<b>2. Товщина рогового відрітку лобової кістки</b>			
Коефіцієнти рівняння регресії для ВРХ	$a_0$	-20,18	-17,12
	$a_1$	21,46	17,47
	$a_2$	-6,19	-4,40
	$a_3$	0,72	0,41
Коефіцієнти рівняння регресії	$b_0$	-5832,11	15477,14
	$b_1$	3465,75	-8119,75
	$b_2$	-687,06	1402,28
	$b_3$	45,61	-79,58
<b>3. Міжрогова ширина лобових кісток</b>			
Коефіцієнти рівняння регресії для ВРХ	$a_0$	40,03	13,80
	$a_1$	-10,34	-3,57
	$a_2$	0,77	0,28
	$a_3$	-0,012	-0,0042
Коефіцієнти рівняння регресії	$b_0$	-9797,15	1036,44
	$b_1$	3169,63	516,37

Параметри		Стать тварини	
		Самки	Самці
	$b_2$	-268,48	-47,54
	$b_3$	6,81	1,23
4. Довжина лобової кістки			
Коефіцієнти рівняння регресії для ВРХ	$a_0$	-195,38	-70,05
	$a_1$	45,37	16,28
	$a_2$	-3,43	-1,24
	$a_3$	0,086	0,033
Коефіцієнти рівняння регресії	$b_0$	28574,70	16797,44
	$b_1$	-4154,09	-2534,45
	$b_2$	199,54	126,18
	$b_3$	-3,16	-2,07
5. Довжина носової кістки			
Коефіцієнти рівняння регресії для ВРХ	$a_0$	-111,88	-33,66
	$a_1$	32,56	5,99
	$a_2$	32,56	-0,24
	$a_3$	0,11	0,0025
Коефіцієнти рівняння регресії	$b_0$	-8830,90	2388,66
	$b_1$	1705,99	-513,18
	$b_2$	-109,98	32,41
	$b_3$	2,38	-0,59
6. Пряма ширина носової кістки			
Коефіцієнти рівняння регресії для ВРХ	$a_0$	-142,22	21,11
	$a_1$	188,21	-22,47
	$a_2$	-83,26	6,29
	$a_3$	12,81	0
Коефіцієнти рівняння регресії	$b_0$	3156,34	-3,33
	$b_1$	447,73	-167,79
	$b_2$	-1287,99	54,69
	$b_3$	263,61	0
7. Довжина ВЩК			
Коефіцієнти рівняння регресії для ВРХ	$a_0$	-565,35	-119,75
	$a_1$	119,63	24,00
	$a_2$	-8,39	-1,60
	$a_3$	0,18	0,037
Коефіцієнти рівняння регресії	$b_0$	-6521,45	13185,89
	$b_1$	983,32	-1859,26
	$b_2$	-49,41	86,50
	$b_3$	0,83	-1,32
8. Довжина входу в носову порожнину			
Коефіцієнти рівняння регресії для ВРХ	$a_0$	-33,37	511,64
	$a_1$	22,63	-318,84
	$a_2$	-5,06	70,67
	$a_3$	0,39	-6,68
Коефіцієнти рівняння регресії	$b_0$	350,20	4132,29
	$b_1$	-136,81	-839,21
	$b_2$	16,50	42,59
	$b_3$	-0,56	0
9. Щічна ширина черепа			

Параметри		Стать тварини	
		Самки	Самці
Коефіцієнти рівняння регресії для ВРХ	$a_0$	-816,67	-111,34
	$a_1$	244,41	30,13
	$a_2$	-24,30	-2,69
	$a_3$	0,81	0,082
Коефіцієнти рівняння регресії	$b_0$	-7923,97	417,86
	$b_1$	1710,93	-84,28
	$b_2$	-123,40	3,92
	$b_3$	2,99	0
10. Зовнішня орбітальна висота			
Коефіцієнти рівняння регресії для ВРХ	$a_0$	-476,82	82,97
	$a_1$	296,61	-36,01
	$a_2$	-61,39	3,92
	$a_3$	4,26	0
Коефіцієнти рівняння регресії	$b_0$	32796,38	-5713,28
	$b_1$	-15759,86	1054,80
	$b_2$	2499,78	50,39
	$b_3$	-130,69	-11,62
11. Зовнішня орбітальна ширина			
Коефіцієнти рівняння регресії для ВРХ	$a_0$	-1413,49	40,19
	$a_1$	828,06	-18,03
	$a_2$	-160,60	2,06
	$a_3$	10,36	0
Коефіцієнти рівняння регресії	$b_0$	20930,14	-1,51
	$b_1$	-10686,73	68828,46
	$b_2$	1761,00	-10462,13
	$b_3$	-94,16	529,56

Також наведено стандартну помилку регресії ( $S$ ) у місяцях та рівень значущості ( $p$ ) рівняння (9) за Фішером.

Таблиця 5.2

**Значення параметрів рівняння регресії (9) дорсо-латеральної поверхні носомозкового відділу черепа ВРХ**

Параметри		Стать тварини	
		Самки	Самці
1. Довжина рогового відрітку лобової кістки			
Межове значення параметра, $l_0$ , см		11,80	14,35
Межове значення віку, $\delta_0$ , міс.		22	20
Коефіцієнт детермінації (норм.), $R^2$		0,993	0,981
Стандартна помилка регресії, $S$ , міс.		3,06	3,65
Значущість регресії за Фішером, $p \leq$		0,001	0,001
2. Товщина рогового відрітку лобової кістки			
Межове значення параметра, $l_0$ , см		5,30	5,68
Межове значення віку, $\delta_0$ , міс.		27	15
Коефіцієнт детермінації (норм.), $R^2$		0,994	0,972
Стандартна помилка регресії, $S$ , міс.		2,85	4,48
Значущість регресії за Фішером, $p \leq$		0,001	0,001
3. Міжрогова ширина лобових кісток			
Межове значення параметра, $l_0$ , см		17,60	18,40



Параметри	Стать тварини	
	Самки	Самці
Межове значення віку, $\partial_0$ , міс.	30	15
Коефіцієнт детермінації (норм.), $R^2$	0,982	0,984
Стандартна помилка регресії, $S$ , міс.	7,18	3,33
Значущість регресії за Фішером, $p \leq$	0,001	0,001
4. Довжина лобової кістки		
Межове значення параметра, $l_0$ , см	19,70	19,70
Межове значення віку, $\partial_0$ , міс.	20	20
Коефіцієнт детермінації (норм.), $R^2$	0,972	0,972
Стандартна помилка регресії, $S$ , міс.	6,64	6,64
Значущість регресії за Фішером, $p \leq$	0,001	0,001
5. Довжина носової кістки		
Межове значення параметра, $l_0$ , см	15,00	15,30
Межове значення віку, $\partial_0$ , міс.	30	10
Коефіцієнт детермінації (норм.), $R^2$	0,992	0,957
Стандартна помилка регресії, $S$ , міс.	3,39	5,43
Значущість регресії за Фішером, $p \leq$	0,001	0,001
6. Пряма ширина носової кістки		
Межове значення параметра, $l_0$ , см	3,20	3,17
Межове значення віку, $\partial_0$ , міс.	25	13
Коефіцієнт детермінації (норм.), $R^2$	0,987	0,916
Стандартна помилка регресії, $S$ , міс.	4,49	5,89
Значущість регресії за Фішером, $p \leq$	0,001	0,001
Параметри	Стать тварини	
	Самки	Самці
7. Довжина ВЩК		
Межове значення параметра, $l_0$ , см	18,00	20,30
Межове значення віку, $\partial_0$ , міс.	15	15
Коефіцієнт детермінації (норм.), $R^2$	0,979	0,990
Стандартна помилка регресії, $S$ , міс.	5,82	2,65
Значущість регресії за Фішером, $p \leq$	0,001	0,001
8. Довжина входу в носову порожнину		
Межове значення параметра, $l_0$ , см	8,60	8,60
Межове значення віку, $\partial_0$ , міс.	20	20
Коефіцієнт детермінації (норм.), $R^2$	0,986	0,947
Стандартна помилка регресії, $S$ , міс.	4,80	9,73
Значущість регресії за Фішером, $p \leq$	0,05	0,05
9. Щічна ширина черепа		
Межове значення параметра, $l_0$ , см	12,50	19,50
Межове значення віку, $\partial_0$ , міс.	15	18
Коефіцієнт детермінації (норм.), $R^2$	0,988	0,988
Стандартна помилка регресії, $S$ , міс.	4,29	2,49
Значущість регресії за Фішером, $p \leq$	0,001	0,001
10. Зовнішня орбітальна висота		
Межове значення параметра, $l_0$ , см	6,10	6,30
Межове значення віку, $\partial_0$ , міс.	15,0	12
Коефіцієнт детермінації (норм.), $R^2$	0,992	0,943
Стандартна помилка регресії, $S$ , міс.	3,53	7,67

Параметри	Стать тварини	
	Самки	Самці
Значущість регресії за Фішером, $p \leq$	0,001	0,01
11. Зовнішня орбітальна ширина		
Межове значення параметра, $l_0$ , см	6,58	6,96
Межове значення віку, $\partial_0$ , міс.	32,0	15
Коефіцієнт детермінації (норм.), $R^2$	0,979	0,973
Стандартна помилка регресії, $S$ , міс.	5,79	3,73
Значущість регресії за Фішером, $p \leq$	0,001	0,001

Аналізуючи значення розрахованої стандартної помилки визначення віку ВРХ за краніометричними параметрами дорсо-латеральної поверхні носомозкового відділу черепа зазначаємо, що за більшістю параметрів помилка для черепів самок дещо менша за самців, зокрема: за довжиною й товщиною рогового відросту лобової кістки, довжиною і прямою шириною носової кістки, довжиною входу в носову порожнину, зовнішньою орбітальною висотою і шириною.

В цілому стандартна похибка визначення віку тварини знаходиться в межах 2,5-10 місяців на усьому віковому діапазоні, що підтверджує достатню інформативність остеометричних параметрів дорсо-латеральної поверхні носомозкового відділу черепа ВРХ.

Порівняння передбаченн рівняння нелінійної регресії (9) з результатами вимірів лінійних остеометричних параметрів дорсо-латеральної поверхні носомозкового відділу черепа як для самців, так і для самок подано на рис. 5.18.

За вимірними значеннями лінійних параметрів дорсо-латеральної поверхні носомозкового відділу черепа ВРХ за допомогою рівняння регресії (9) з урахуванням даних табл. 5.2, або швидко за допомогою рис. 5.18 можна визначити не лише вік, але й стать тварини.

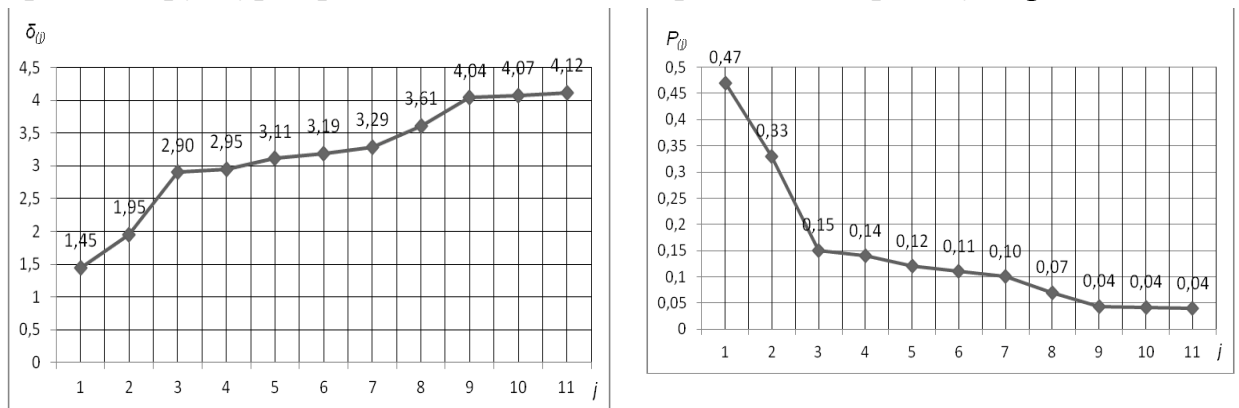
Інформативність лінійних параметрів дорсо-латеральної поверхні носомозкового відділу черепа, зокрема: довжини рогового відростку лобової кістки (ознака  $j_1$ ); товщини рогового відростку лобової кістки (ознака  $j_2$ ); міжрогової ширини лобових кісток (ознака  $j_3$ ); довжини лобової кістки (ознака  $j_4$ ); довжини носової кістки (ознака  $j_5$ ); прямої ширини носової кістки (ознака  $j_6$ ); довжини ВЦК (ознака  $j_7$ ); довжини входу в носову порожнину (ознака  $j_8$ ); щічної ширини черепа (ознака  $j_9$ ); зовнішньої орбітальної висоти (ознака  $j_{10}$ ); зовнішньої орбітальної ширини (ознака  $j_{11}$ ) за значеннями відстані Махалобіса, наведено на рис. 5.17.

Таким чином, залучення всіх одинадцяти вимірів дорсо-латеральної поверхні носомозкового відділу черепа ( $j_1-j_{11}$ ) приводить до збільшення відстані Махалобіса ( $\delta$ ) з 1,45 до 4,12 одиниць, при цьому ймовірності помилки визначення статі ВРХ зменшується з 47 до 4 %.

Найбільш інформативними вимірами дорсо-латеральної поверхні носомозкового відділу черепа є  $j_1-j_3$ , бо у разі їх залучення відстань Махалобіса ( $\delta$ ) суттєво збільшилася з 1,45 до 2,90 одиниць, а ймовірність помилки визначення статі ВРХ зменшується з 47 до 15 %. Після доповнення

комплексу вищезгаданих ознак  $j_1-j_3$  іншими вимірами дорсо-латеральної поверхні носомозкового відділу черепа ( $j_4-j_9$ ) відстань Махалонобіса ( $\delta$ ) збільшилася з 2,90 до 4,12 одиниць, а ймовірність помилки визначення статі ВРХ зменшилася 15 до 4 %.

Розраховані, таким чином, рівняння регресії склали основу способу діагностики віку ВРХ за лінійним остеометричними параметрами дорсо-латеральної поверхні носомозкового відділу черепа. Для перевірки їх діагностичної інформативності застосовано «метод сліпого дослідження». Для цього відібрано колекцію черепів ВРХ від народження до 10-річного віку. Визначення проводили таким чином. Виміряні лінійні параметри окремих структур черепа склали: довжина рогового відростку -  $l_1 = 13,0$  см.

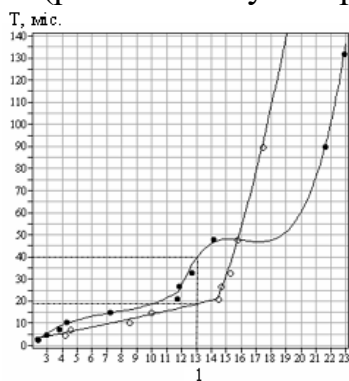


б

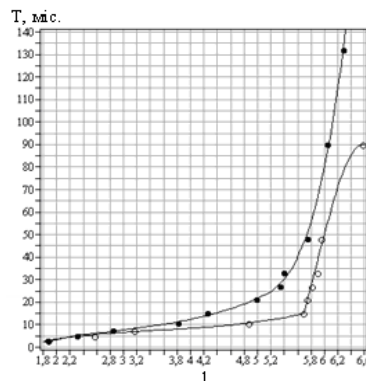
а

Рис. 5.17. Інформативність лінійних вимірів дорсо-латеральної поверхні носомозкового відділу черепа для визначення статі ВРХ: а – відстані Махалонобіса ( $\delta$ ); б – ймовірності помилки визначення статі ВРХ ( $P_j$ )

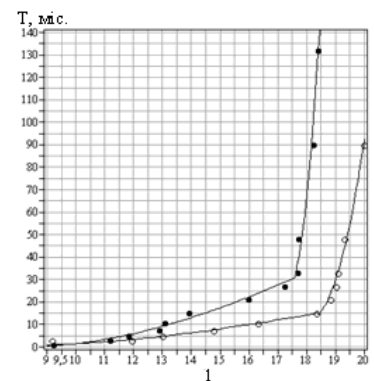
Цьому значенню відповідає череп самця віком 18 міс., або самки віком 40 міс. (рис 5.18 а пунктир); довжина лобової кістки -  $l_2 = 17,7$  см, яке вказує на те, що череп може належати або самцеві віком 10 міс., або самці віком 40 міс. (рис. 5.18 з пунктир).



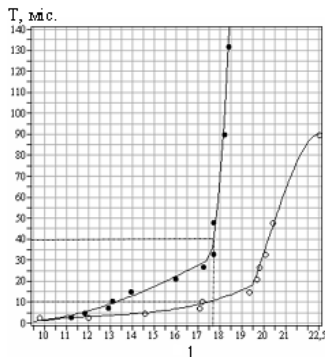
а – довжина рогового відростку лобової кістки



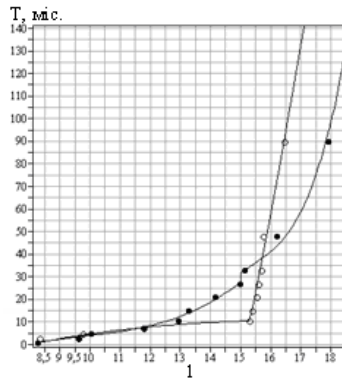
б – товщина рогового відростку лобової кістки



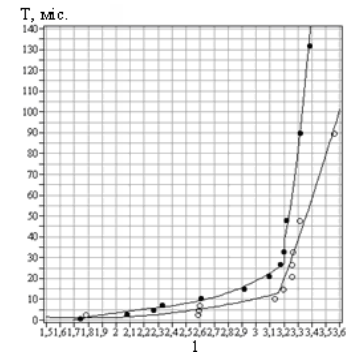
в – міжрогова ширина лобових кісток



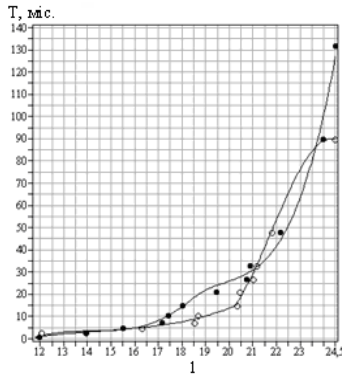
Г – довжина лобової кістки



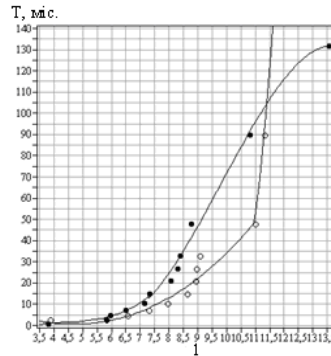
Д – довжина носової кістки



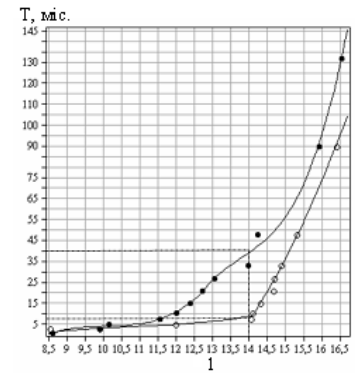
е – пряма ширина носової кістки



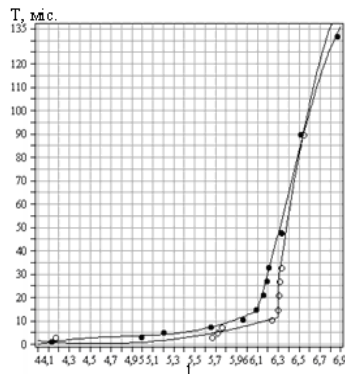
є – довжина ВЦК



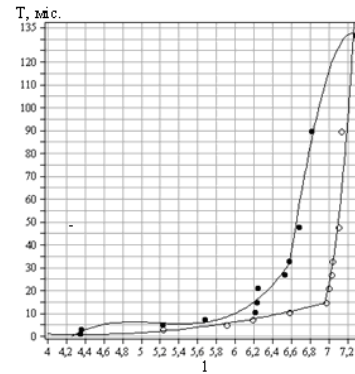
ж – довжина входу в носову порожнину



з – щічна ширина черепа



к – зовнішня орбітальна висота



л – зовнішня орбітальна ширина

Рис. 5.18. Залежність лінійних параметрів дорсо-латеральної поверхні носомозкового відділу черепа від віку ВРХ. ● – самки, ○ – самці.

Порівнявши ці результати, в межах стандартної похибки можна зробити висновок, що досліджуваній череп належить самці віком 40 міс. (3 роки 4 міс.). Провівши додаткове вимірювання щічної ширини черепа, отримали значення:  $l_3 = 14,0$  см, це вказує на приналежність черепа або самцеві віком 8 міс., або самці віком 40 міс. (рис. 5.18 з пунктир).

Згідно розробленого нами способу, для одночасного встановлення віку і статі тварини за вимірами дорсо-латеральної поверхні носомозкового відділу черепа, необхідно підставити у розраховані нами рівняння регресії (9), значення вимірів дорсо-латеральної поверхні носомозкового відділу черепа, як для самців, так і для самок, і одержати окремо набір оцінок значень віку ( $T_{1\delta}, T_{2\delta}, \dots, T_{k\delta}$  – для самців і  $T_{1\phi}, T_{2\phi}, \dots, T_{k\phi}$  – для самок),

визначити середнє значення ( $M_{\delta}$  або  $M_{\text{♀}}$ ) та відповідну дисперсію ( $D_{\delta}$  або  $D_{\text{♀}}$ ). Стать тварини відповідає мінімальному значенню дисперсії ( $D_{\delta}$  або  $D_{\text{♀}}$ ), а її середній вік – це відповідне значення  $M_{\delta}$  або  $M_{\text{♀}}$ .

Результати усіх трьох вимірів дозволяють зробити достовірний висновок, що череп належить самці ВРХ віком 40 міс. (3 роки 4 міс.).

### **5.3.3. Динаміка лінійних морфометричних параметрів вентральної поверхні носомозкового відділу черепа ВРХ, залежно від віку та статі**

Проаналізовано 8 абсолютних морфометричних параметрів вентральної поверхні носомозкового відділу черепа ВРХ у віковому діапазоні від народження до 10-річного віку. Надалі ці параметри використані нами як базові для розробки способу визначення віку і статі ВРХ. Порівняльно-морфометричний аналіз вентральної поверхні носомозкового відділу черепа ВРХ статеві-вікових груп досліджених тварин показав таке.

Довжина черепа ВРХ обох статей збільшується від народження до 120-міс. віку у самців та самок (11-а вікова група), причому інтенсивність темпу збільшення цього виміру у самців і самок майже однакова (рис. 5.19).

Найменше значення довжини черепа реєструється у тварин обох статей 1-ї вікової групи (0-2 міс.), причому значення цього виміру у самців має тенденцію до збільшення проти значення аналогічного виміру самок.

Показник аналізованого морфометричного виміру продовжує достовірно збільшуватися ( $p \leq 0,001$ ) до 10-міс. віку. Далі, до кінця терміну дослідження динаміка довжини черепа корів і биків є стабільною і хоча має достовірну різницю у міжгрупових сукупностях ( $p \leq 0,05$ ), проте ця різниця незначна.

Максимального значення довжина черепа досягає у самців і самок 11-ї вікової групи (60-120 міс.). Краніометричним аналізом встановлено, що в цей період постнатального онтогенезу абсолютне значення аналізованого параметра черепів самців ВРХ 11-ї вікової групи на 2,92 % ( $p \leq 0,05$ ) менше, у порівнянні з аналогічним показником самок.

Межове вікове значення довжини черепа становить для самців 10-міс., а для самок – 20 міс.

Довжина беззубого краю носомозкового відділу черепа ВРХ обох статей збільшується від народження до 120-міс. віку у самців та самок ( $p \leq 0,001$ ) (рис. 5.20). Найменше значення довжини беззубого краю носомозкового відділу черепа реєструється у тварин обох статей 1-ї вікової групи (0-2 міс.), причому значення цього виміру у самців має тенденцію до збільшення проти значення аналогічного виміру самок.

Довжина беззубого краю носомозкового відділу черепа самців ВРХ достовірно збільшується від народження до 9-міс. віку ( $p \leq 0,001$ ). У період з 9- до 12-міс. віку значення цього остеометричного показника майже не змінюється, а вже з 12- до 18-міс. віку збільшується ( $p \leq 0,001$ ). Період постнатального онтогенезу самців характеризується тим, що довжина

беззубого краю, хоч і збільшується з віком, проте це збільшення є незначним. В період з 66- до 120-міс. віку аналізований вимір збільшується більш інтенсивно ( $p \leq 0,001$ ).

Вікова динаміка довжини беззубого краю носомозкового відділу черепа самок ВРХ стрімко збільшується від народження до 12-міс. віку. Період з 12- до 30-міс. віку характеризується зменшенням темпів цього виміру ( $p \leq 0,05$ ), а з 30- до 120-міс. віку аналізований остеометричний параметр збільшується більш інтенсивно ( $p \leq 0,01$ ).

Інтенсивність темпу збільшення цього виміру у міжстатевій сукупності самців і самок від народження до 12-міс. віку майже однакова, проте з 12- до 36-міс. віку – довжина беззубого краю у самців більша за самок ( $p \leq 0,05$ ), а з 30-міс. віку до кінця терміну дослідження значення аналізованого виміру у самців хоч і має тенденцію до збільшення проти самок, проте ця різниця незначна.

Максимального значення довжина беззубого краю носомозкового відділу черепа ВРХ досягає у самців і самок 11-ї вікової групи (60-120 міс.). Остеометричним аналізом встановлено, що в цей період постнатального онтогенезу абсолютне значення аналізованого параметра черепів самців ВРХ 11-ї вікової групи дещо менше у порівнянні з аналогічним показником самок.

Таким чином, встановлені особливості динаміки довжини беззубого краю носомозкового відділу черепа ВРХ, очевидно, можна пояснити більш інтенсивним розвитком зубних рядів у самців, у порівнянні з самками.

Межове вікове значення довжини беззубого краю становить для самців 15-міс., а для самок – 10 міс.

Довжина тіла потиличної кістки обох статей збільшується від народження до 120-міс. ( $p \leq 0,001$ ) (рис. 5.21). Найменше значення довжини тіла потиличної кістки реєструється у тварин обох статей 1-ї вікової групи (0-2 міс.), причому значення цього виміру в самців на 25,50 % більше ( $p \leq 0,001$ ) проти значення аналогічного виміру самок. Протягом постнатального періоду онтогенезу цей краніометричний вимір самців ВРХ достовірно збільшується від народження до 4-міс. віку ( $p \leq 0,001$ ).

В період з 4- до 6-міс. вік значення цього остеометричного показника збільшується лише на 7 % проти попереднього періоду, а вже з 6- до 18-міс. віку – збільшується на 16,63 % ( $p \leq 0,001$ ).

Період постнатального онтогенезу самців з 18- до 66-міс. віку характеризується тим, що довжина тіла потиличної кістки хоч і збільшується, проте це збільшення є незначним, а в міжгрупових сукупностях в цей період має лише тенденцію до збільшення. В період з 66- до 120-міс. віку аналізований вимір збільшується більш інтенсивно на 5,01 % ( $p \leq 0,05$ ).

Вікова динаміка довжини тіла потиличної кістки самок ВРХ стрімко збільшується на 38,36 % від народження тварин до 12-міс. віку ( $p \leq 0,001$ ). Період з 12- до 120-міс. віку характеризується зменшенням темпів цього виміру ( $p \leq 0,05$ ), а в міжгруповій сукупності зазначений краніометричний параметр має тенденцію до збільшення.

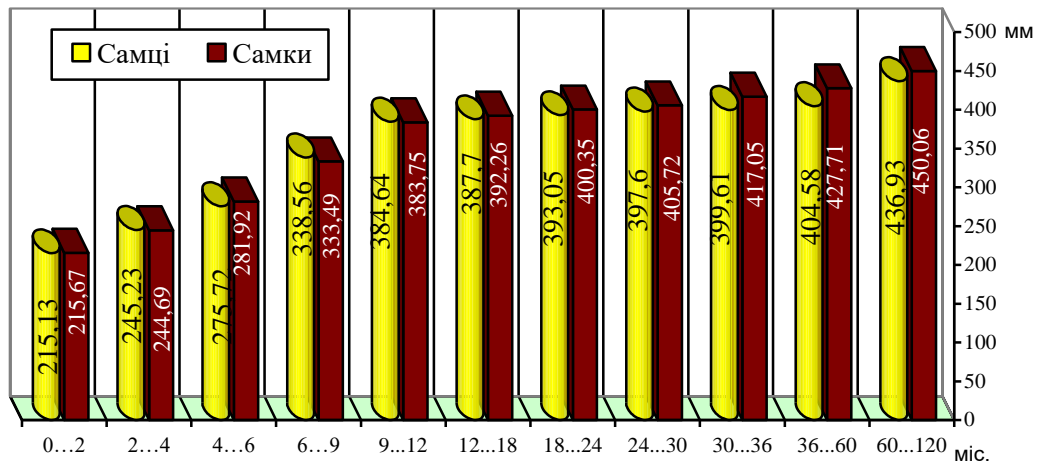


Рис. 5.19. Довжина черепа ВРХ

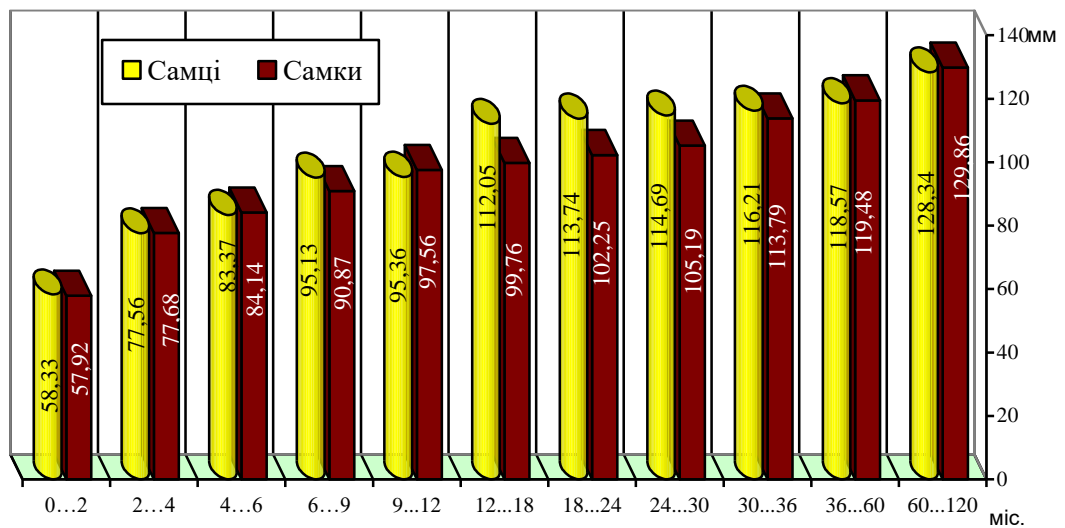


Рис. 5.20. Довжина беззубого краю носомозкового відділу черепа ВРХ

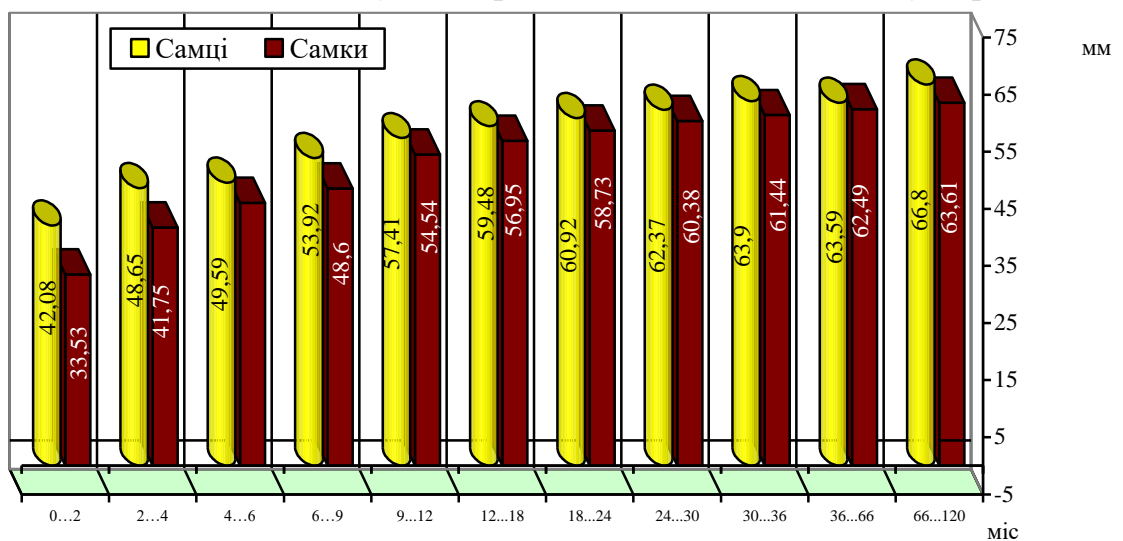


Рис. 5.21. Довжина тіла потиличної кістки ВРХ

Інтенсивність темпу збільшення цього виміру у міжстатевій сукупності самців і самок від народження до 9-міс. віку у самців більший за самок ( $p \leq 0,01$ ), проте з 9-міс. до кінця дослідного періоду – довжина тіла потиличної кістки у самців лише має тенденцію до збільшення проти самок, бо ця різниця незначна.

Максимального значення довжина тіла потиличної кістки сягає у самців і самок 11-ї вікової групи (60-120 міс.). Краніометричним аналізом встановлено, що в 120-міс. віці абсолютне значення аналізованого параметра самців ВРХ на 5,01 % ( $p \leq 0,05$ ) більше, у порівнянні з аналогічним показником самок.

Межове вікове значення довжини тіла потиличної кістки становить для самців і самок 20 міс.

Довжина хоан тварин обох статей збільшується від народження до 120-міс. віку у самців та самок ( $p \leq 0,001$ ) (рис. 5.22). Найменше значення довжини хоан реєструється у тварин обох статей 1-ї вікової групи (0-2 міс.), причому значення цього виміру у самців має тенденцію до збільшення проти значення аналогічного виміру самок.

Довжина хоан самців ВРХ достовірно стрімко збільшується від народження до 4-міс. віку (3-я група) на 14,63 % ( $p \leq 0,001$ ). В період з 4- (3 група) до 10-міс. віку (5 група) динаміка цього краніометричного показника сповільнюється і збільшується лише на 4,93 %, а вже з 12- до 120-міс. віку значення довжини хоан продовжує достовірно збільшуватися на 13,29 % ( $p \leq 0,001$ ) до кінця терміну дослідження.

Вікова динаміка довжини хоан самок ВРХ стрімко збільшується від народження до кінцевого терміну дослідження (120-міс. віку). Аналіз динаміки довжини хоан дозволив виділити 3-и періоди: перший – від народження до 18-міс. віку. З цей час розміри аналізованого краніометричного показника достовірно збільшуються на 20,33 % ( $p \leq 0,001$ ). другий період – з 18-міс. віку до 36-міс. віку. В цей період довжина хоан самок ВРХ продовжує збільшуватися, проте її темпи дещо сповільнюються. Третій період – від 36-міс. віку до 120-міс. віку характеризується більш інтенсивним збільшенням зазначеного краніометричного параметру на 9,35 % ( $p \leq 0,001$ ).

Інтенсивність темпу збільшення довжини хоан у міжстатевій сукупності самців і самок від народження до 36-міс. віку у самців більший за самок ( $p \leq 0,01$ ), проте з 36-міс. віку до кінця дослідного періоду – довжина хоан у самців лише має тенденції до зменшення проти самок, хоча ця різниця незначна.

Максимального значення довжина хоан досягає у самців і самок 11-ї вікової групи (60-120 міс.). Краніометричним аналізом встановлено, що в 120-міс. віці абсолютне значення аналізованого параметра самців ВРХ на 3,55 % ( $p \leq 0,05$ ) менше, у порівнянні з аналогічним показником самок.

Таким чином, встановлені особливості динаміки довжини хоан ВРХ, очевидно, можна зв'язати з розвитком дихальних шляхів з віком. Межове



вікове значення довжини хоан становить для самців 15-міс., а для самок – 30 міс.

Ширина хоан самців і самок ВРХ достовірно збільшується від народження до кінця терміну дослідження, зокрема у самців – на 23,83 %, а у самок – на 30,47 % ( $p \leq 0,001$ ) (рис. 5.23). Так, найменшим це значення є в 1-й віковій групі (2-4 міс.) і становить у самців на 10,05 % більше проти аналогічного краніометричного показника самок.

Максимального значення аналізований краніометричний параметр досягає у самців і самок 11-ї вікової групи (66-120 міс.). Протягом всього періоду дослідження у міжстатевій сукупності ширина хоан у самців має тенденцію до збільшення проти аналогічного виміру черепа у самок. Ця різниця є більш суттєвою протягом всього періоду дослідження, проте з віком зменшується.

Таким чином, встановлені особливості динаміки ширини хоан ВРХ, як і їх довжини, очевидно, можна зв'язати з розвитком та функціонуванням дихальних шляхів тварин. Межове вікове значення ширини хоан становить для самців – 15-міс., а для самок – 20 міс.

Аборальна ширина кісткового піднебіння самців і самок ВРХ достовірно збільшується від народження до кінця терміну дослідження, зокрема у самців – на 38,96 %, а у самок – на 36,61 % (рис. 5.24). Так, найменшим це значення є у тварин 1-ї вікової групи (2-4 міс.), що має тенденцію до збільшення проти аналогічного краніометричного показника самок.

Максимального значення аналізований краніометричний параметр досягає у самців і самок 11-ї вікової групи (66-120 міс.). Протягом усього періоду дослідження у міжстатевій сукупності ширина хоан у самців має тенденцію до збільшення проти аналогічного виміру черепа у самок. Ця різниця є більш суттєвою протягом всього періоду дослідження, проте з віком дещо зменшується.

Таким чином, встановлені особливості динаміки аборальної ширини кісткового піднебіння ВРХ, очевидно, можна пов'язати з розвитком і функціонуванням органів ротоглотки.

Межове вікове значення аборальної ширини кісткового піднебіння становить для самців 15-міс., а для самок – 25 міс.

Ростральна ширина кісткового піднебіння самців і самок ВРХ достовірно збільшується від народження до кінця терміну дослідження, зокрема у самців – на 28,96 %, а у самок – на 31,40 % ( $p \leq 0,001$ ) (рис. 5.25). Так, найменшим це значення є у 1-й віковій групі (2-4 міс.), воно має тенденцію до збільшення проти аналогічного краніометричного показника самок.

Максимального значення аналізований краніометричний параметр досягає у самців і самок 11-ї вікової групи (66-120 міс.).

Від народження до 18-міс. віку у між статевій сукупності ростральна ширина кісткового піднебіння самців має тенденцію до збільшення проти аналогічного виміру черепа самок. З 18- до 66-міс. віку ця закономірність

змінюється і величина аналізованого виміру самок має тенденцію до збільшення проти аналогічного виміру самців.

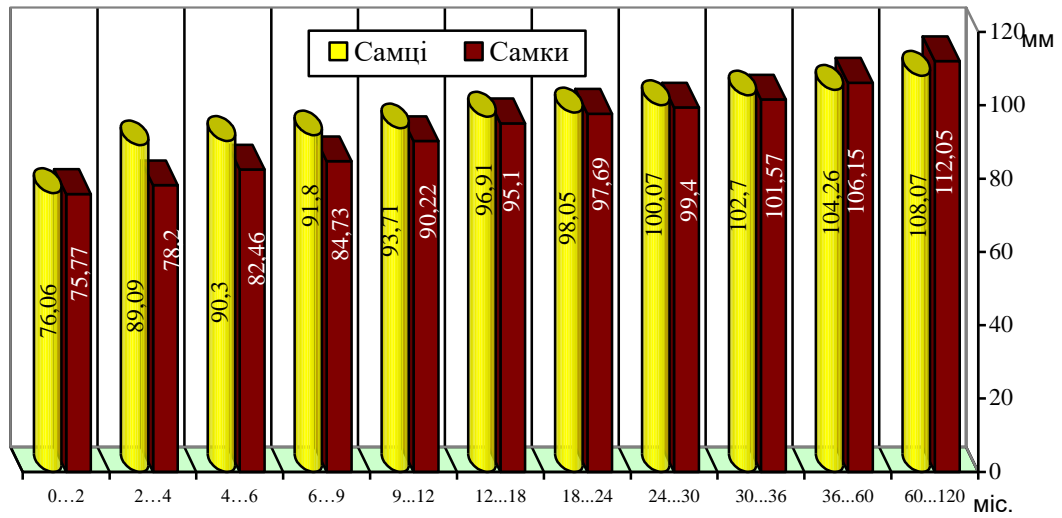


Рис. 5.22. Довжина хоан ВРХ

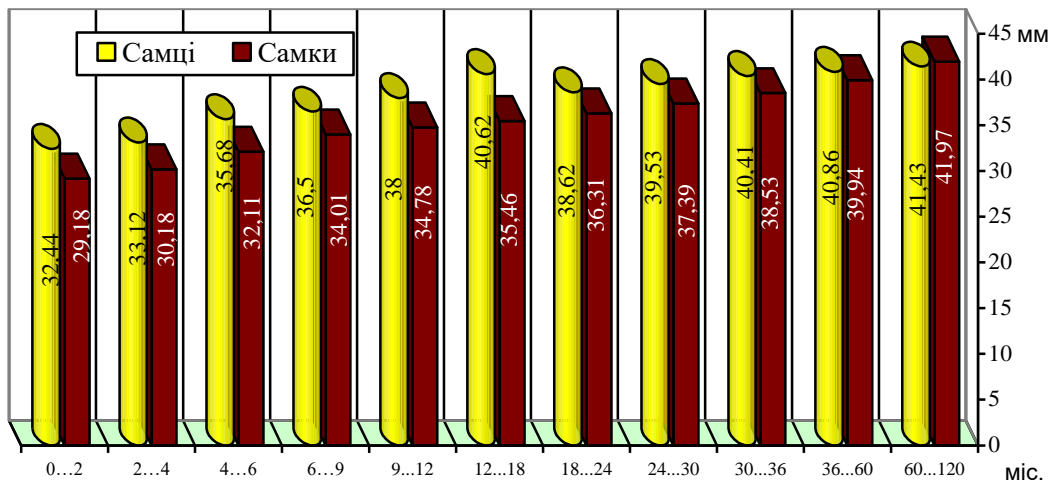


Рис. 5.23. Ширина хоан ВРХ

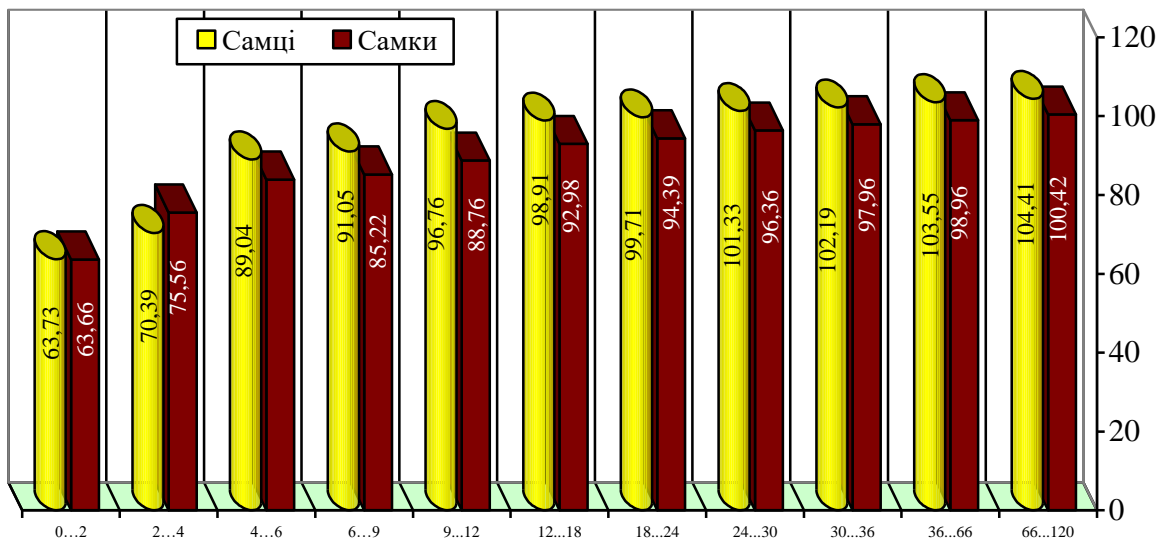


Рис. 5.24. Аборальна ширина кісткового піднебіння ВРХ

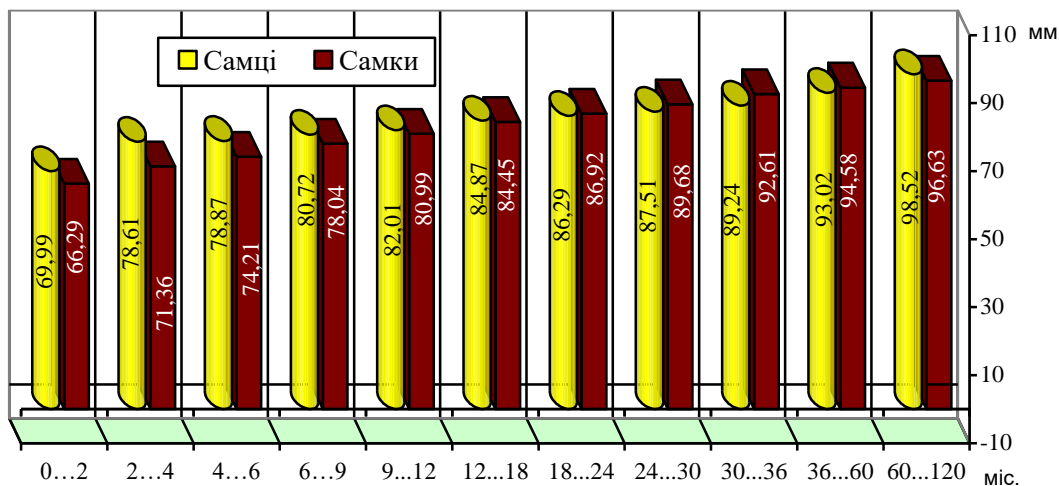


Рис. 5.25. Ростральна ширина кісткового піднебіння ВРХ

В останній період дослідження (66-120-міс. вік), ростральна ширина кісткового піднебіння самців стає знову дещо більшою за значення цього виміру у самок. Межове вікове значення ростральної ширини кісткового піднебіння становить для самців 15-міс., а для самок – 35 міс.

Довжина кісткового піднебіння самців і самок ВРХ достовірно збільшується від народження до кінця терміну дослідження, зокрема у самців – на 46,99 %, а у самок – на 47,92 % ( $p \leq 0,001$ ) (рис. 5.26). Так, найменшим це значення є в 1-й віковій групі (2-4 міс.) та має тенденцію до збільшення проти аналогічного краніометричного показника самок.

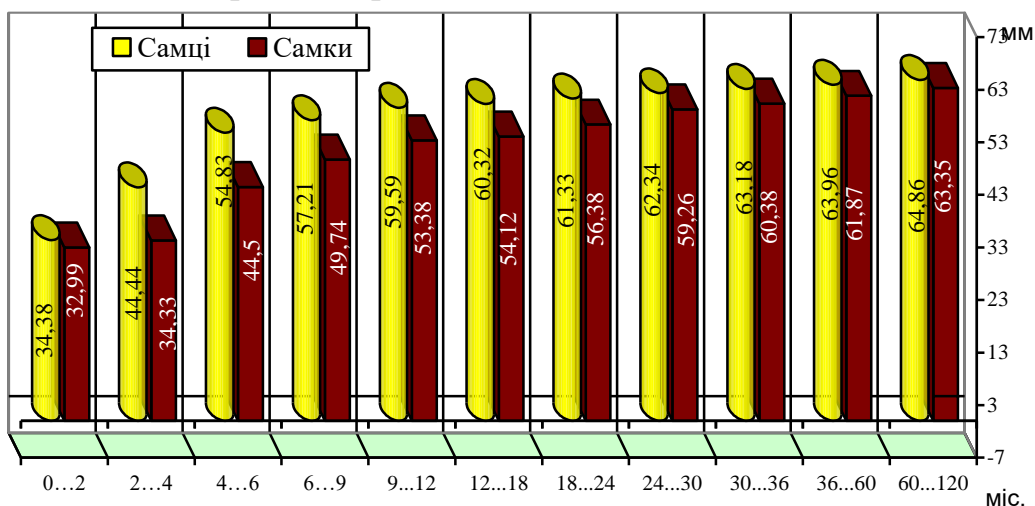


Рис. 5.26. Довжина піднебінної кістки ВРХ

Довжина кісткового піднебіння самців від народження до 12-міс. віку стрімко збільшується на 42,30 % ( $p \leq 0,001$ ), а в такі періоди постнатального онтогенезу і до завершення дослідного періоду (120-а доба) – характеризується збільшенням зазначеного виміру ( $p \leq 0,05$ ), проте з незначною інтенсивністю.

Довжина кісткового піднебіння самок від народження до 12-міс. віку стрімко збільшується на 38,20 % ( $p \leq 0,001$ ), а в такі періоди постнатального онтогенезу і до завершення дослідного періоду (120-а доба) – характеризується збільшенням зазначеного виміру ( $p \leq 0,05$ ), проте з незначною інтенсивністю.

Максимального значення аналізований краніометричний параметр досягає у самців і самок ВРХ 11-ї вікової групи (66-120 міс.), причому у самців характеризується тенденцією до збільшення проти самок. Межове вікове значення довжини кісткового піднебіння становить для самців 14-міс., а для самок – 35 міс.

#### **5.3.4. Спосіб визначення віку і статі за лінійними морфометричними параметрами вентральної поверхні носомозкового відділу черепа ВРХ**

Встановлено, що рівень статистичної достовірності різниці середньовибіркових показників для двох суміжних вікових груп за критерієм Стюдента складає не менш 95 % довірчої ймовірності ( $p \leq 0,05$ ), а в деяких випадках перевищував 99,9 % ( $p \leq 0,001$ ), що свідчить про достовірність розбиття усієї сукупності даних на 11 визначених вікових груп.

Аналіз залежності віку тварин ( $T$ ) обох статей від значень лінійних остеометричних параметрів ( $l$ ) для усіх параметрів вентральної поверхні черепа ВРХ свідчить про наявність такої тенденції: ця залежність від народження до деякого межового значення параметру ( $l_0$ ), яке відповідає віку тварини  $T_0 \approx 1-3$  роки. Він має, практично, лінійний характер з невеликим нахилом і деякою кривиною, що відповідає періоду відносно швидкого росту кісток. В постмежовому віковому періоді ця залежність стає істотно більш крутою (рис. 5.28), що свідчить про уповільнення розвитку і збільшення розмірів кісток з віком. Тому стає складним описання залежності віку тварини від лінійних розмірів параметрів вентральної поверхні черепа ВРХ у всьому віковому діапазоні однією функцією регресії.

З метою застосування регресійного аналізу було введено дві функції регресії: одну – до досягнення межового значення лінійного параметру вентральної поверхні носомозкового відділу черепа  $l < l_0$ :

$$T = a_0 + (a_1 \times l) + (a_2 \times l^2) + (a_3 \times l^3) \quad (10)$$

де  $T$  – вік тварини;  $l$  – значення лінійного остеометричного параметру;  $a_0, a_1, a_2, a_3$  – коефіцієнти рівняння регресії.

другу – після перевищення межового значення  $l \geq l_0$ :

$$T = b_0 + (b_1 \times l) + (b_2 \times l^2) + (b_3 \times l^3) \quad (11)$$

де  $b_0, b_1, b_2, b_3$  – коефіцієнти другого рівняння регресії.

Третій ступінь за лінійним параметром ( $l$ ) обох рівнянь регресії обумовлений наявністю певної кривини залежності ( $T$ ) від ( $l$ ) як для  $l < l_0$ , так і для  $l \geq l_0$  за даними вимірів вентральної поверхні носомозкового відділу

черепа. Оптимальну кількість членів кожного рівняння регресій (чотири) визначали шляхом оптимізації цільової функції – коефіцієнта детермінації ( $R^2$ ) (нормованого на кількість ступенів свободи) за умови виконання критеріїв перевірки статистичних гіпотез за Стьюдентом та за Фішером.

Обидві функції регресії об'єднували в одну за допомогою застосування ступінчастої тета-функції Хевісайда  $\theta(x) = \begin{cases} 1, & x \geq 0; \\ 0, & x < 0. \end{cases}$

Таким чином, загальне рівняння регресії для залежності віку тварин ( $T$ ) від лінійних остеометричних параметрів вентральної поверхні черепа ( $l$ ) має такий вигляд:

$$T = (a_0 + a_1 \cdot l + a_2 \cdot l^2 + a_3 \cdot l^3) \cdot \theta(l_0 - l) + (b_0 + b_1 \cdot l + b_2 \cdot l^2 + b_3 \cdot l^3) \cdot \theta(l - l_0). \quad (12)$$

На експериментальному матеріалі обчислено значення коефіцієнтів рівняння регресії для самців і самок ВРХ різного віку (від народження до 10 років), межові значення лінійних остеометричних параметрів кісток ( $l_0$ ), відповідний вік тварини ( $\dot{O}_0$ ); значення коефіцієнтів детермінації ( $R^2$ ) для усього рівняння регресії (12), нормованих на кількість ступенів свободи, яка дорівнює кількості вимірів (11 – для самців і самок) мінус кількість коефіцієнтів рівняння регресії (12) ( $4 + 4 = 8$ ); стандартну помилку регресії ( $S$ ) у місяцях та рівень значущості ( $p$ ) рівняння регресії (12) за Фішером (табл. 5.3; табл. 5.4).

Таблиця 5.3

**Значення параметрів рівняння регресії (12) вентральної поверхні носомозкового відділу черепа ВРХ**

Параметри	Стать тварини	
	Самки	Самці
1. Довжина черепа		
Межове значення параметра, $l_0$ , см	40,10	38,68
Межове значення віку, $\dot{O}_0$ , міс.	20	10
Коефіцієнт детермінації (норм.), $R^2$	0,956	0,959
Стандартна помилка регресії, $S$ , міс.	8,43	5,29
Значущість регресії за Фішером, $p \leq$	0,001	0,001
2. Довжина беззубого краю		
Межове значення параметра, $l_0$ , см	10,10	11,30
Межове значення віку, $\dot{O}_0$ , міс.	10	15
Коефіцієнт детермінації (норм.), $R^2$	0,994	0,996
Стандартна помилка регресії, $S$ , міс.	3,06	1,70
Значущість регресії за Фішером, $p \leq$	0,001	0,001
3. Довжина тіла потиличної кістки		
Межове значення параметра, $l_0$ , см	5,90	6,19
Межове значення віку, $\dot{O}_0$ , міс.	20	20
Коефіцієнт детермінації (норм.), $R^2$	0,994	0,993
Стандартна помилка регресії, $S$ , міс.	4,47	2,26
Значущість регресії за Фішером, $p \leq$	0,001	0,001
4. Довжина хоан		
Межове значення параметра, $l_0$ , см	10,05	9,90

Параметри	Стать тварини	
	Самки	Самці
Межове значення віку, $\delta_0$ , міс.	30	15
Коефіцієнт детермінації (норм.), $R^2$	0,932	0,992
Стандартна помилка регресії, $S$ , міс.	10,46	2,41
Значущість регресії за Фішером, $p \leq$	0,01	0,001
5. Ширина хоан		
Межове значення параметра, $l_0$ , см	3,75	4,06
Межове значення віку, $\delta_0$ , міс.	20	15
Коефіцієнт детермінації (норм.), $R^2$	0,994	0,994
Стандартна помилка регресії, $S$ , міс.	3,21	2,11
Значущість регресії за Фішером, $p \leq$	0,001	0,001
6. Аборальна ширина кісткового піднебення		
Межове значення параметра, $l_0$ , см	9,65	9,98
Межове значення віку, $\delta_0$ , міс.	25	15
Коефіцієнт детермінації (норм.), $R^2$	0,990	0,988
Стандартна помилка регресії, $S$ , міс.	4,09	2,18
Значущість регресії за Фішером, $p \leq$	0,001	0,001
Параметри	Стать тварини	
	Самки	Самці
7. Ростральна ширина кісткового піднебіння		
Межове значення параметра, $l_0$ , см	9,30	8,48
Межове значення віку, $\delta_0$ , міс.	35	15
Коефіцієнт детермінації (норм.), $R^2$	0,972	0,988
Стандартна помилка регресії, $S$ , міс.	6,75	2,18
Значущість регресії за Фішером, $p \leq$	0,001	0,001
8. Довжина піднебінної кістки		
Межове значення параметра, $l_0$ , см	9,30	6,25
Межове значення віку, $\delta_0$ , міс.	35	14
Коефіцієнт детермінації (норм.), $R^2$	0,980	0,956
Стандартна помилка регресії, $S$ , міс.	5,63	8,43
Значущість регресії за Фішером, $p \leq$	0,001	0,001

Таблиця 5.4

**Коефіцієнти рівняння регресії домежового та постмежового періодів віку за  
вентральною поверхнею черепа ВРХ**

Параметри	Стать тварини		
	Самки	Самці	
1. Довжина черепа			
Коефіцієнти рівняння регресії для домежового періоду	$A_0$	-261,11	-125,88
	$A_1$	27,36	12,99
	$A_2$	-0,94	0,44
	$A_3$	0,011	0,0051
Коефіцієнти рівняння регресії для пост-межового періоду	$b_0$	-96289,94	-33140,00
	$b_1$	6774,74	2398,66
	$b_2$	-158,86	-58,09
	$b_3$	1,24	0,47

Параметри	Стать тварини		
		Самки	Самці
<b>2. Довжина беззубого краю</b>			
Коефіцієнти рівняння регресії для домежового періоду віку	$a_0$	-65,72	66,36
	$a_1$	28,54	-25,11
	$a_2$	-4,14	2,98
	$a_3$	0,21	-0,10
Коефіцієнти рівняння регресії для пост-межового періоду	$b_0$	-7935,28	11704,51
	$b_1$	2116,34	-3071,87
	$b_2$	-188,38	264,95
	$b_3$	5,62	-7,49
<b>3. Довжина тіла потиличної кістки</b>			
Коефіцієнти рівняння регресії для домежового періоду	$a_0$	-262,18	-500,96
	$a_1$	184,34	307,97
	$a_2$	-42,74	-63,30
	$a_3$	3,33	4,38
Коефіцієнти рівняння регресії для пост-межового періоду	$b_0$	-2976,09	-2525,13
	$b_1$	851,17	664,45
	$b_2$	-58,17	-41,77
	$b_3$	0	0,14
<b>4. Довжина хоан</b>			
Коефіцієнти рівняння регресії для домежового періоду	$a_0$	-3686,73	220,43
	$a_1$	130052	-56,06
	$a_2$	-152,79	3,57
	$a_3$	5,99	0
Коефіцієнти рівняння регресії для пост-межового періоду	$b_0$	2998,05	-2050,00
	$b_1$	-599,76	254,13
	$b_2$	30,29	2,19
	$b_3$	0	-0,68
<b>5. Ширина хоан</b>			
Коефіцієнти рівняння регресії для домежового періоду	$a_0$	-3062,40	-5205,01
	$a_1$	2862,81	4315,92
	$a_2$	-893,13	-1191,04
	$a_3$	93,15	109,52
Коефіцієнти рівняння регресії для пост-межового періоду	$b_0$	-517,82	-6723,77
	$b_1$	137,69	2485,46
	$b_2$	1,93	-109,79
	$b_3$	0	-23,04
<b>6. Аборальна ширина кісткового піднебення</b>			
Коефіцієнти рівняння регресії для домежового періоду	$a_0$	-1122,88	-449,06
	$a_1$	450,49	172,72
	$a_2$	-59,90	-22,45
	$a_3$	2,65	0,97
Коефіцієнти рівняння регресії для пост-межового періоду	$b_0$	-2772,70	19547,21
	$b_1$	423,40	-2667,77
	$b_2$	-13,83	-54,96
	$b_3$	0	12,64
<b>7. Ростральна ширина кісткового піднебіння</b>			
Коефіцієнти рівняння регресії для домежового періоду	$a_0$	744,42	665,95
	$a_1$	-272,08	-182,54

Параметри		Стать тварини	
		Самки	Самці
періоду	$a_2$	31,80	12,51
	$a_3$	-1,16	0
Коефіцієнти рівняння регресії для пост-межового періоду	$b_0$	26745,38	16302,38
	$b_1$	-5743,86	-5381,54
	$b_2$	308,79	587,01
	$b_3$	0	-21,51
8. Довжина піднебінної кістки			
Коефіцієнти рівняння регресії для домежового періоду	$a_0$	744,42	-183,49
	$a_1$	-272,08	125,55
	$a_2$	31,80	-28,10
	$a_3$	-1,16	2,09
Коефіцієнти рівняння регресії для пост-межового періоду	$b_0$	26745,76	15520,56
	$b_1$	-5743,86	-4476,99
	$b_2$	308,79	215,01
	$b_3$	0	16,72

Аналізуючи значення розрахованої стандартної помилки визначення віку ВРХ за параметрами вентральної поверхні носомозкового відділу черепа зазначаємо, що стандартна похибка визначення віку тварини знаходиться в межах 1,7-10 місяців на усьому віковому діапазоні. Це підтверджує достатню інформативність остеометричних параметрів вентральної поверхні носомозкового відділу черепа ВРХ.

Порівняння передбачення рівняння нелінійної регресії (12) з результатами вимірів лінійних параметрів вентральної поверхні носомозкового відділу черепа як для самців, так і для самок ВРХ, подано на рис. 5.28.

За вимірними значеннями лінійних остеометричних параметрів вентральної поверхні носомозкового відділу черепа ВРХ за допомогою рівняння регресії (12) з урахуванням даних з табл. 5.3, або швидко за допомогою рис. 5.28 можна надійно визначати не лише вік, але й стать тварини.

Інформативність лінійних вимірів на вентральній поверхні носомозкового відділу черепа, зокрема: довжини черепа (ознака  $j_1$ ); довжини беззубого краю (ознака  $j_2$ ); довжини тіла потиличної кістки (ознака  $j_3$ ); довжини хоан (ознака  $j_4$ ); ширини хоан (ознака  $j_5$ ); аборальної ширини кісткового піднебіння (ознака  $j_6$ ); ростральної ширини кісткового піднебіння (ознака  $j_7$ ); довжини піднебінної кістки (ознака  $j_8$ ) для визначення статі ВРХ за значеннями відстані Махалобіса, наведено на рис. 5.27.



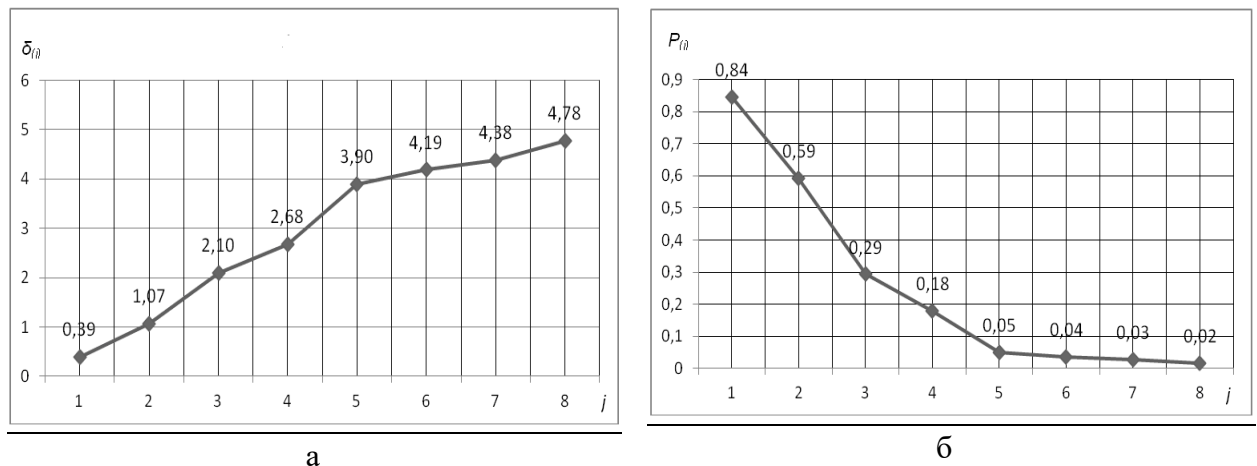


Рис. 5.27. Інформативність лінійних вимірів вентральної поверхні черепа для визначення статі ВРХ: а – відстань Махаланобіса ( $\delta$ ); б – ймовірності помилки визначення статі ВРХ ( $P_j$ )

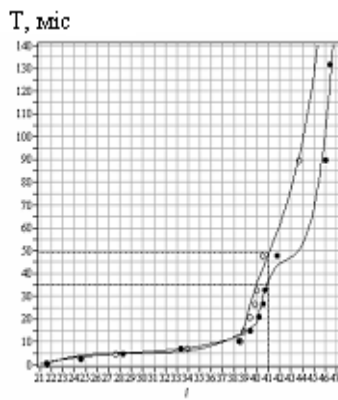
Отже, залучення всіх восьми вимірів вентральної поверхні носомозкового відділу черепа ( $j_1-j_8$ ) приводить до збільшення відстані Махаланобіса ( $\delta$ ) з 0,39 до 4,78 одиниць, при цьому ймовірності помилки визначення статі ВРХ зменшується з 84 до 2 %.

Найбільш інформативними виявилися ознаки  $j_1-j_5$ . У разі їх вимірювання відстань Махаланобіса ( $\delta$ ) збільшується з 0,39 до 3,90 одиниць, а ймовірність помилки статі ВРХ зменшується з 84 до 5 %.

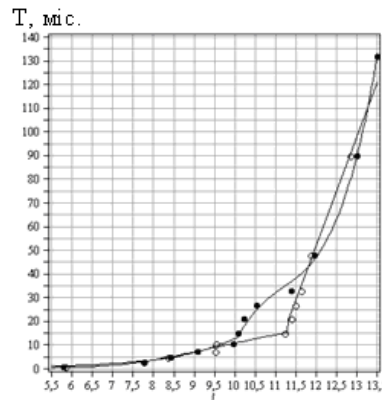
Доповнення ознак ( $j_1-j_5$ ) іншими ознаками ( $j_6-j_8$ ) не суттєво збільшує відстань Махаланобіса ( $\delta$ ) з 4,19 до 4,78 одиниць, а ймовірність помилки визначення статі ВРХ зменшується з 4 до 2 %. Це свідчить про те, що ознаки ( $j_6-j_8$ ) є малоінформативними для визначення статі ВРХ.

З метою перевірки діагностичної інформативності рівняння регресії (12) нами застосовано «метод сліпого дослідження». Для цього підібрано окрему колекцію черепів ВРХ від народження до 10-річного віку. Визначення проводили таким чином. Виміряна довжина носомозкового відділу черепа становить  $l_1 = 41,0$  см. Цьому значенню відповідає череп самця віком 48 міс. (4 роки), або самки віком 35 міс. (2 роки 11 міс.) (рис. 5.28 а пунктир).

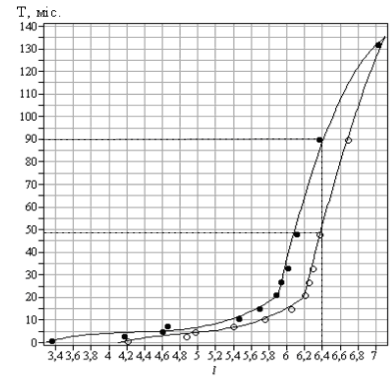
Далі виміряли довжину тіла потиличної кістки, яка становить  $l_2 = 6,40$  см, що вказує на те, що череп може належати або самцеві віком 48 міс. (4 роки), або самці віком 90 міс. (7 років 6 міс.) (рис. 5.28 в пунктир). Порівнявши ці результати, в межах стандартної похибки можна зробити висновок, що досліджуваний череп належить самцеві віком 48 міс. (4 роки). Провівши додаткове вимірювання довжини піднебінної кістки, отримали значення:  $l_3 = 6,40$  см, це вказує на приналежність черепа або самцеві віком 48 міс., або самці віком 95 міс. (7 років 11 міс.) (рис. 5.28 ж пунктир).



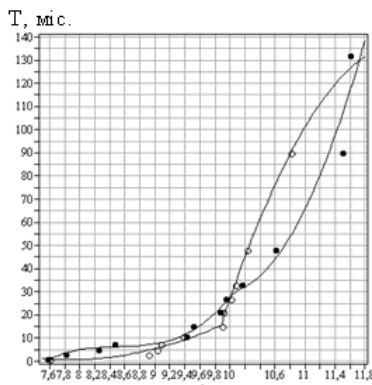
а – довжина черепа



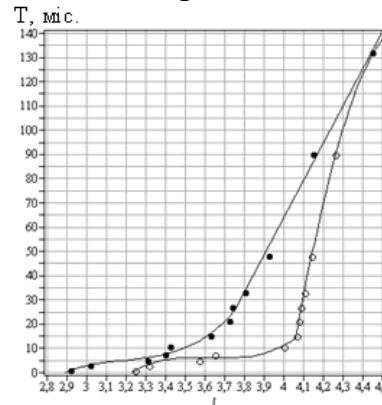
б – довжина беззубого краю



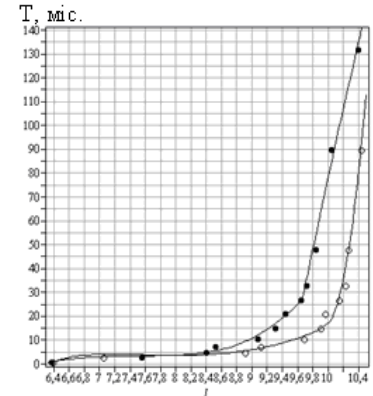
в – довжина тіла потиличної кістки



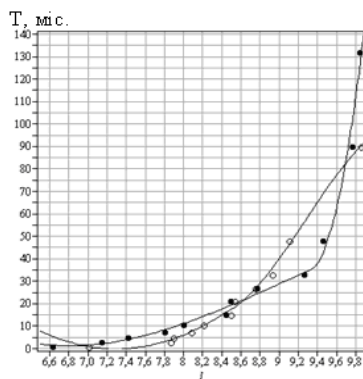
г – довжина хоан



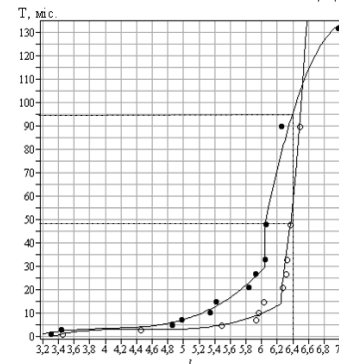
д – ширина хоан



е – аборальна ширина кісткового піднебіння



є – ростральна ширина кісткового піднебіння



ж – довжина піднебінної кістки

Рис. 5.28. Залежність лінійних остеометричних параметрів вентральної поверхні носомозкового відділу черепа від віку ВРХ. ● – самки, ○ – самці.

Згідно розробленого нами способу, для одночасного встановлення віку і статі тварини за вимірами вентральної поверхні носомозкового відділу черепа ВРХ, необхідно підставити у рівняння регресії (12), розраховані нами для кожного виміру, виміри вентральної поверхні носомозкового відділу черепа як для самців, так і для самок, і одержати окремо набір оцінок значень віку ( $T_{1\delta}, T_{2\delta}, \dots, T_{k\delta}$  – для самців і  $T_{1\phi}, T_{2\phi}, \dots, T_{k\phi}$  – для самок), визначити середнє значення ( $M_{\delta}$  або  $M_{\phi}$ ) та відповідну дисперсію ( $D_{\delta}$  або  $D_{\phi}$ ). Стат

тварини відповідає мінімальному значенню дисперсії ( $D_{\delta}$  або  $D_{\phi}$ ), а її середній вік – це відповідне значення  $M_{\delta}$  або  $M_{\phi}$ .

Результати усіх трьох вимірів дозволили зробити достовірний висновок: череп належить самцеві віком 48 міс. (4 роки).

### **5.3.5. Динаміка лінійних морфометричних параметрів потиличної поверхні черепа ВРХ залежно від віку та статі**

Проаналізовано сім абсолютних морфометричних параметрів потиличної поверхні черепа ВРХ у віковому діапазоні від народження до 10-и років. Надалі ці параметри використані нами як базові для розробки способу визначення віку і статі ВРХ. Порівняльно-морфометричний аналіз потиличної поверхні черепа статеві-вікових груп досліджених тварин показав таке.

Висота потиличної поверхні черепа як у самок, так і в самців збільшується від народження до 60-120-міс. віку у самців та самок, причому інтенсивність темпу збільшення цього виміру у самців і самок майже однакова (рис. 5.29).

Найменше значення висоти потиличної поверхні черепа реєструється у тварин обох статей 1-ї вікової групи (0-2 міс.), причому значення цього виміру в самців має тенденцію до збільшення за значення аналогічного виміру самок.

Показник аналізованого морфометричного виміру продовжує достовірно збільшуватися ( $p \leq 0,001$ ) до 18-міс. віку. Далі, до кінця терміну дослідження, динаміка висоти потиличної поверхні черепа самців і самок є стабільною і, хоча має достовірну різницю у міжгрупових сукупностях ( $p \leq 0,05$ ), проте ця різниця незначна.

Максимального значення висота потиличної поверхні черепа досягає у самців 11-ї вікової групи (60-120 міс.), а у самок – 12-ї групи (120-144 міс.). Остеометричним аналізом встановлено, що в цей період постнатального онтогенезу абсолютне значення аналізованого параметра черепів самців ВРХ 11-ї вікової групи дещо більший, у порівнянні з аналогічним показником самок.

Межове вікове значення висоти потиличної поверхні становить для самців 17-міс., а для самок – 10 міс.

Остеометричний аналіз дорсальної потиличної ширини черепа показав, що його збільшення спостерігається як у самок, так і у самців ВРХ від народження до кінця періоду дослідження – 120-міс. віку у самців та самок. Темп збільшення аналізованого параметра більший у самців, ніж у самок до 66-міс. віку, надалі – ця різниця незначна (рис. 5.30).

Найменше значення дорсальної потиличної ширини черепа реєструється у самців і самок 1-ї вікової групи (0-2 міс.), причому значення цього виміру у самців має тенденцію до збільшення за значення аналогічного виміру самок.

Показник аналізованого морфометричного виміру продовжує достовірно збільшуватися ( $p \leq 0,001$ ) до досягнення 12-міс. віку тварин. Далі, до кінця терміну дослідження, динаміка дорсальної потиличної ширини самців і самок є стабільною і, хоча має достовірну різницю у міжгрупових сукупностях ( $p \leq 0,05$ ), проте ця різниця незначна. Динаміка збільшення потиличної ширини самок у міжгрупових сукупностях більш інтенсивна, ніж у самців ( $p \leq 0,01$ ).

Максимальне значення потиличної ширини спостерігається у самців і самок 11-ї вікової групи (60-120 міс.). Морфометричним аналізом встановлено, що в цей період постнатального онтогенезу абсолютне значення аналізованого параметра черепів самців ВРХ 11-ї вікової групи має тенденцію до збільшення, у порівнянні з аналогічним показником самок. Межеве вікове значення становить: 24-міс. – у самців і 30 міс. віку – у самок.

Показники вентральної потиличної ширини збільшуються протягом постнатального періоду онтогенезу як у самок, так і у самців ВРХ від народження до кінця періоду дослідження: 120-міс. віку у самців і самок. Темп збільшення аналізованого параметра більший у самців, ніж у самок, проте наприкінці досліджуваного періоду ця закономірність змінюється (рис. 5.31).

Найменше значення потиличної ширини реєструється у самців і самок 1-ї вікової групи (0-2 міс.), причому значення цього виміру у самців має тенденцію до збільшення за значення аналогічного виміру самок.

Показник вентральної потиличної ширини тварин продовжує достовірно збільшуватися до досягнення ними 18-міс. віку ( $p \leq 0,001$ ). Причому найбільш інтенсивно це відбувається у тварин 2-ї групи (2-4 міс.) – у самців – на 28,89 %, а у самок – на 28,28 % ( $p \leq 0,001$ ), у порівнянні з тваринами 1-ї вікової групи (0-2 міс.).

З 18-и місячного віку аналізований показник продовжує достовірно збільшуватись до кінця дослідного періоду, проте менш інтенсивно.

Зазначаємо, що лише у самок 11-ї вікової групи (60-120 міс.) спостерігається стрімке збільшення значення вентральної потиличної ширини на 10,62 % ( $p \leq 0,001$ ) проти попередньої, 10-ї вікової групи (36-60 міс.), у міжгрупових сукупностях.

Максимального значення вентральна потилична ширина досягає у самців і самок 11-ї вікової групи (60-120 міс.).

Інтенсивність динаміки збільшення дорсальної потиличної ширини самок і самців до 18-міс. віку майже однакова, проте з 18-міс. віку і до 66-міс. віку зазначений вимір дещо більший у самців, ніж у самок. Остеометричним аналізом встановлено, що в цей період постнатального онтогенезу абсолютне значення аналізованого параметра черепів самок ВРХ 11-ї вікової групи більший на 5,26 % ( $p \leq 0,05$ ), у порівнянні з аналогічним показником самців.

Межеве вікове значення вентральної потиличної ширини становить: для самців 14-міс., а для самок – 15 міс.

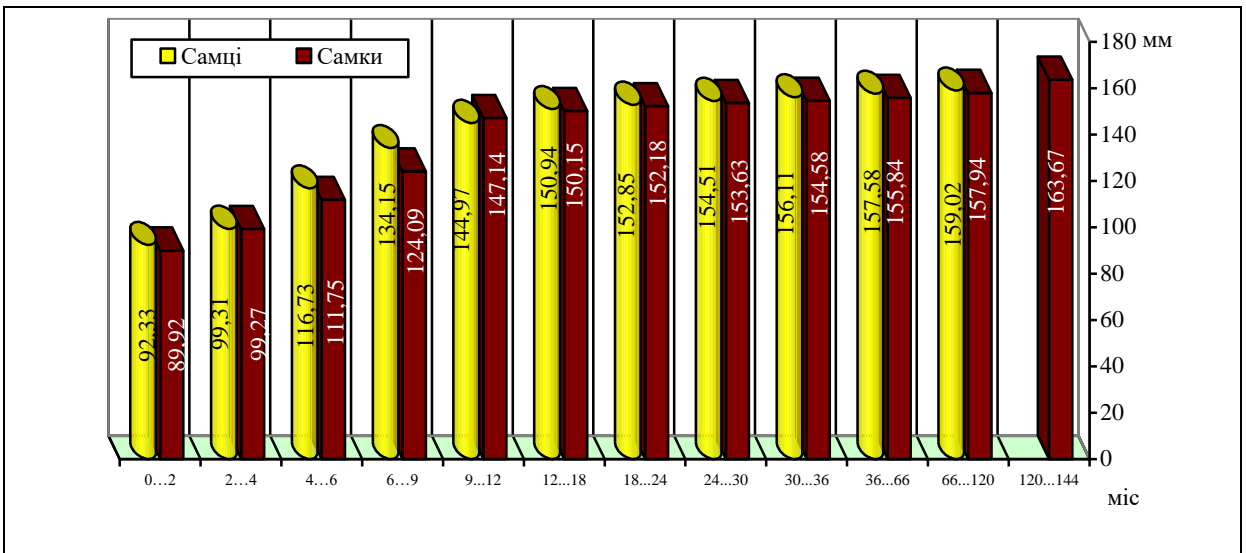


Рис. 5.29. Висота потиличної поверхні

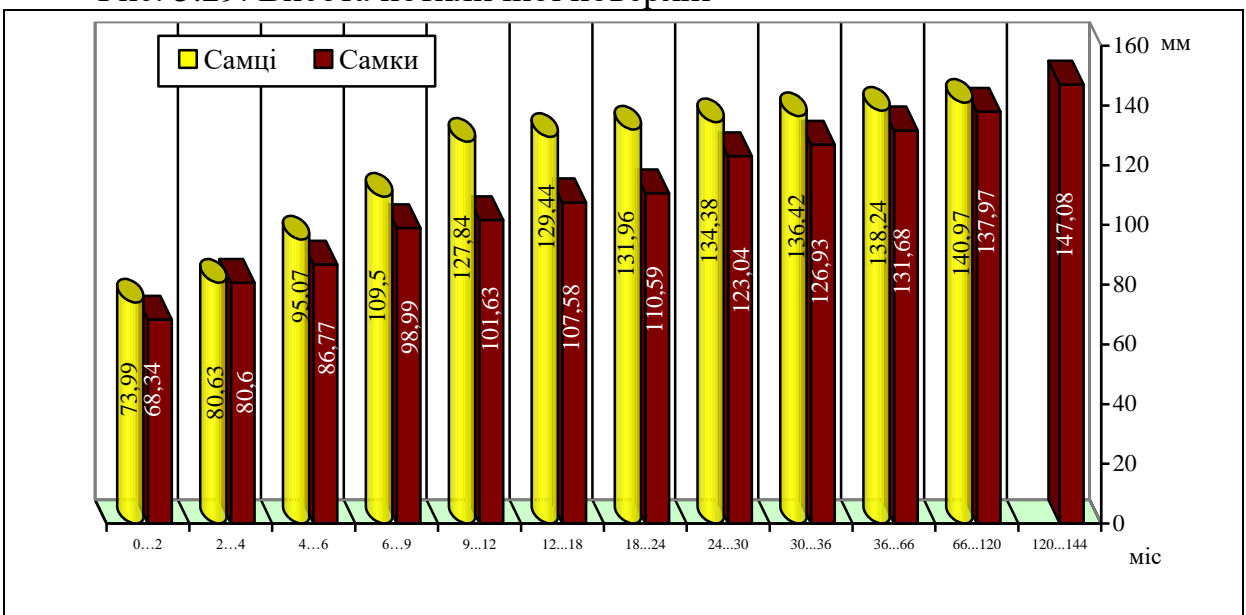


Рис. 5.30. Дорсальна потилична ширина

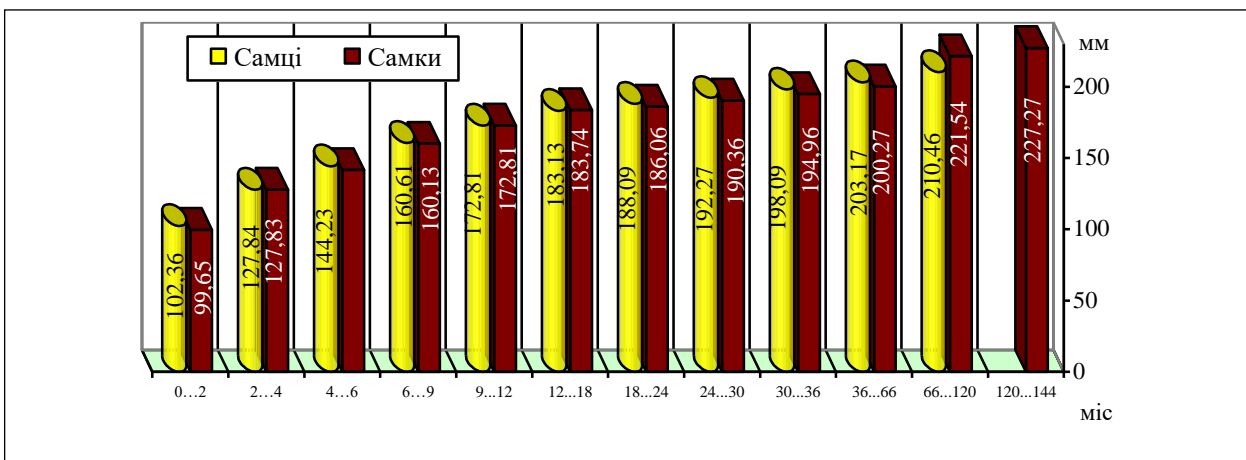


Рис. 5.31. Вентральна потилична ширина

Краніометричний аналіз вікової динаміки вертикального перерізу більшого потиличного отвору показав, що він збільшується протягом постнатального періоду онтогенезу як у самок, так і у самців ВРХ від народження до кінця періоду дослідження: 120-міс. віку у самців і самок. Темп збільшення цього параметра черепа більший у самців, ніж у самок (рис. 5.32).

Найменше значення вертикального перерізу великого потиличного отвору реєструється у самців і самок 1-ї вікової групи (0-2 міс.), причому значення цього виміру у самців має тенденцію до збільшення за значення аналогічного виміру самок.

Найбільш інтенсивно збільшення аналізованого морфометричного параметра черепа відбувається у тварин 4-ї вікової групи (6-9 міс.): у самців – на 16,55 % ( $p \leq 0,01$ ), а в самок – на 25,97 % ( $p \leq 0,001$ ), у порівнянні з тваринами 3-ї групи (4–6 міс.).

З 9-місячного віку аналізований показник продовжує достовірно збільшуватись ( $p \leq 0,05$ ) до кінця дослідного періоду, проте менш інтенсивно. Протягом всього періоду дослідження спостерігається незначна різниця в значеннях вертикального перерізу більшого потиличного отвору самців і самок.

Максимального значення вертикальний переріз великого потиличного отвору досягає у самців 11-ї вікової групи (60–120 міс.)

Межове вікове значення вентральної потиличної ширини становить: для самців 23-міс., а для самок – 32 міс.

Морфометричні показники поперечного перерізу більшого потиличного отвору збільшуються протягом постнатального періоду онтогенезу як у самок, так і у самців ВРХ від народження до кінця періоду дослідження: 120-міс. віку у самців і самок. Темп збільшення цього параметра черепа дещо більший у самців, ніж у самок (рис. 5.33).

Найменше значення поперечного перерізу більшого потиличного отвору реєструється у самців і самок 1-ї вікової групи (0–2 міс.), причому значення цього виміру у самців має тенденцію до збільшення за значення аналогічного виміру самок.

Найбільш інтенсивно збільшення аналізованого краніометричного параметра відбувається у тварин 4-ї вікової групи (6-9 міс.): у самців – на 16,55 % ( $p \leq 0,01$ ), а в самок – на 25,97 % ( $p \leq 0,0001$ ), у порівнянні з тваринами 3-ї вікової групи (4-6 міс.). Аналізований показник продовжує достовірно збільшуватись до кінця дослідного періоду. Протягом всього періоду дослідження спостерігається незначна різниця в значеннях вертикального перерізу великого потиличного отвору самців і самок.

Максимального значення поперечний переріз великого потиличного отвору досягає у самців і самок 11-ї вікової групи (60–120 міс.), з тією різницею, що у самців він дещо більший у порівнянні з аналогічним краніометричним виміром самок, хоча ця різниця не достовірна.

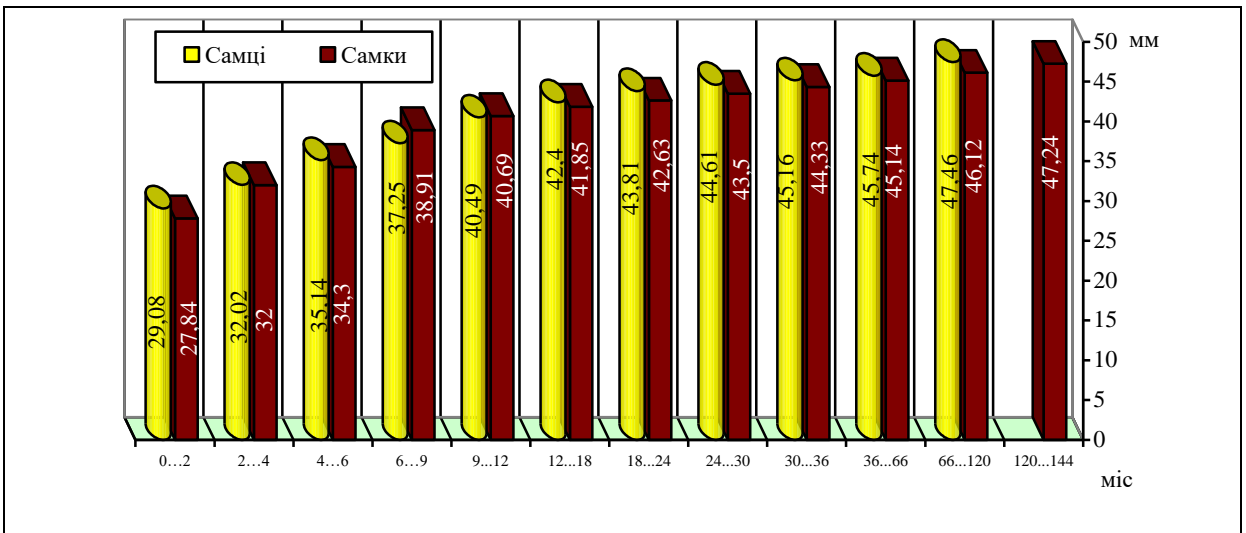


Рис. 5.32. Вертикальний переріз більшого потиличного отвору

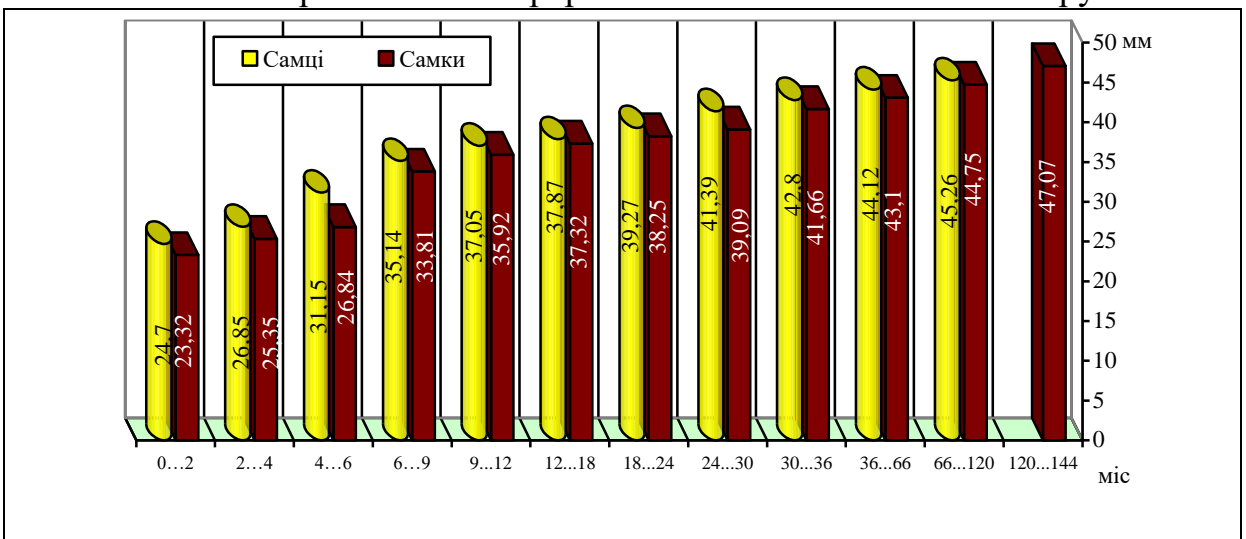


Рис. 5.33. Поперечний переріз більшого потиличного отвору

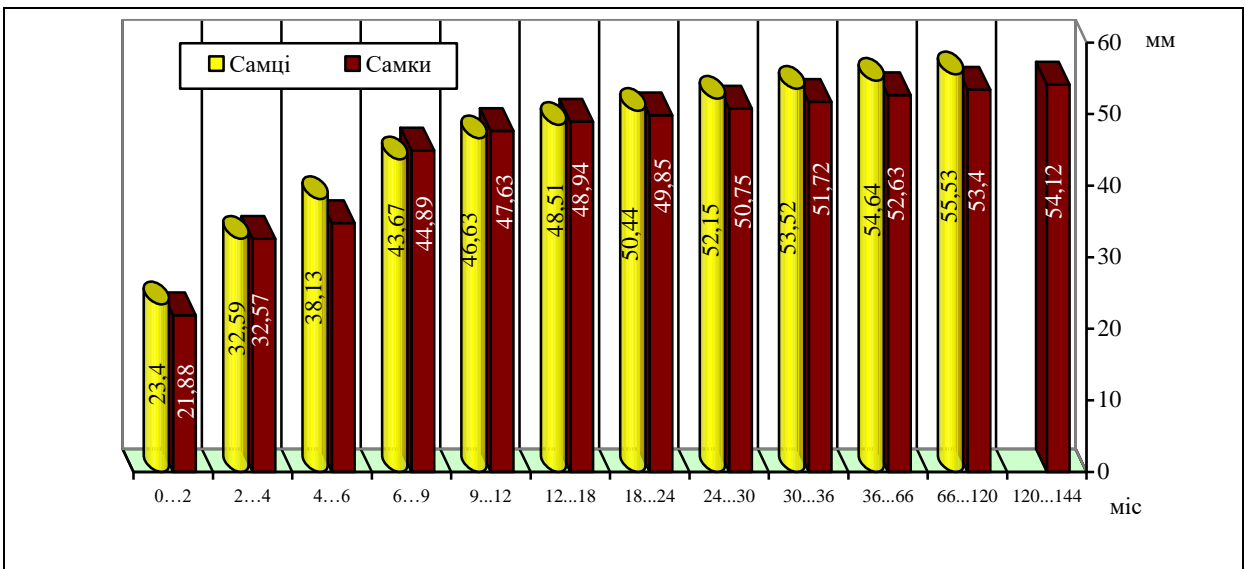


Рис. 5.34. Довжина потиличного виростка

Межове вікове значення вентральної потиличної ширини становить: для самців 30-міс., а для самок – 35 міс.

Довжина потиличного виростка черепа збільшується протягом постнатального періоду онтогенезу як у самок, так і у самців ВРХ від народження до кінця періоду дослідження: 120-міс. віку у самців та самок. Темп збільшення цього параметра черепа дещо більший у самців, ніж у самок (рис. 5.34).

Найменше значення довжини потиличного виростка реєструється у самців і самок 1-ї вікової групи (0–2 міс.), причому значення цього виміру у самців має тенденцію до збільшення за значення аналогічного виміру самок.

Найбільш інтенсивне збільшення аналізованого морфометричного параметра черепа відбувається у тварин від народження до 12-міс. віку (5-а вікова група). З цього терміну і до кінця дослідження аналізований показник продовжує достовірно збільшуватись, проте менш інтенсивно. Протягом всього періоду дослідження спостерігається незначна різниця в значеннях довжини потиличного виростка самців і самок.

Максимального значення довжина потиличного виростка досягає у самців 11-ї вікової групи (60–120 міс.), що дещо більше, у порівнянні з аналогічним краніометричним виміром самок, хоча ця різниця є не достовірною.

Межеве вікове значення вентральної потиличної ширини становить: для самців 20-міс., а для самок – 12 міс.

Морфометричний аналіз ширини потиличного виростка черепа збільшуються протягом постнатального періоду онтогенезу як у самок, так і у самців ВРХ від народження до кінця періоду дослідження: 120-міс. віку у самців та самок. Темп збільшення цього параметра черепа дещо більший у самців, ніж у самок (рис. 5.35).

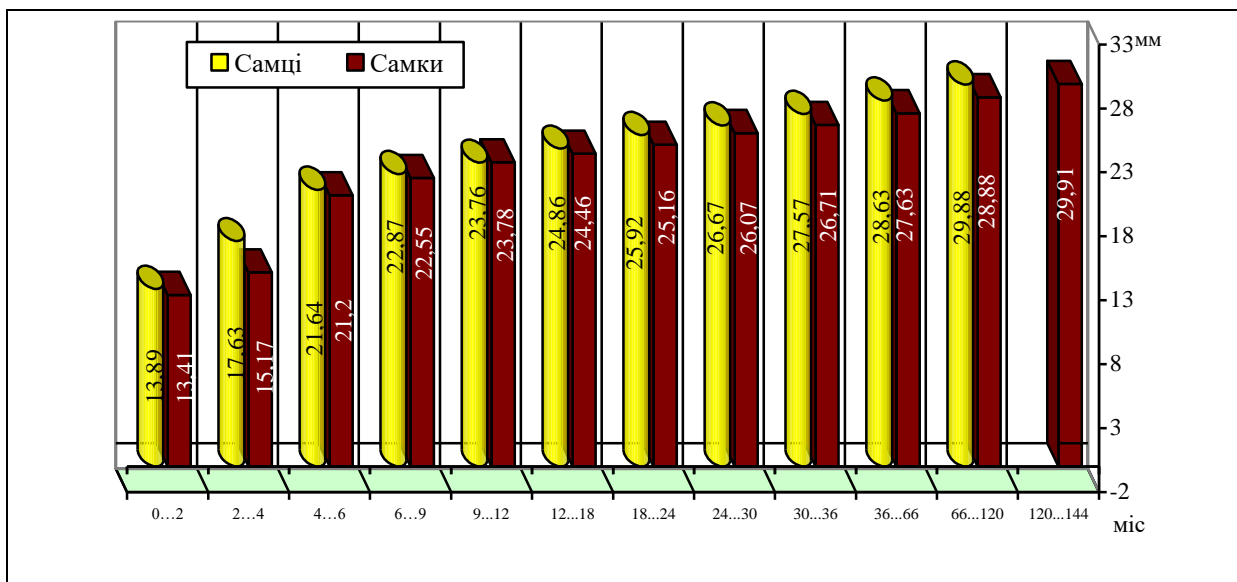


Рис. 5.35. Ширина потиличного виростка

Найменше значення ширини потиличного виростка реєструється у самців і самок 1-ї вікової групи (0–2 міс.), причому значення цього виміру у



самців збільшується та має тенденцію до збільшення за значення аналогічного виміру самок.

Найбільш інтенсивне збільшення аналізованого морфометричного параметра черепа відбувається у тварин від народження до 6-міс. віку (3-а група). З цього терміну і до кінця дослідження аналізований показник продовжує достовірно збільшуватись, проте менш інтенсивно. Протягом всього періоду дослідження спостерігається незначна різниця у значеннях ширини потиличного виростка самців і самок.

Максимального значення ширина потиличного виростка досягає у самців 11-ї групи (60–120 міс.), що дещо більше, у порівнянні з аналогічним краніометричним виміром самок, хоча ця різниця є не достовірною.

Межове вікове значення вентральної потиличної ширини становить: для самців 17-міс., а для самок – 20 міс.

### **5.3.6. Спосіб визначення віку і статі за лінійними морфометричними параметрами потиличної поверхні черепа ВРХ**

Враховуючи закономірності динаміки морфометричних параметрів потиличної поверхні черепа ВРХ, залежно від віку і статі тварин, описані нами в підрозділі 3.1, далі, для розробки способу визначення віку і статі за вище зазначеними параметрами потиличної поверхні черепа, ми провели регресійний аналіз отриманих середньогрупових значень за кожним морфометричним параметром. Для морфометричних параметрів потиличної поверхні черепа кожної вікової групи визначали середньовибіркові значення, проводили оцінку вибіркової дисперсії та середньоквадратичних відхилень.

Встановлено, що рівень статистичної достовірності різниці середньовибіркових показників для двох суміжних вікових груп за критерієм Стьюдента складав не менш 95 % довірчої ймовірності ( $p \leq 0,05$ ), а в деяких випадках привищував 99,9 % ( $p \leq 0,001$ ), що свідчить про достовірність розбиття усієї сукупності даних на 11 визначених вікових груп для самців і самок.

Аналіз залежності віку тварин ( $T$ ) обох статей від значень лінійних остеометричних параметрів ( $l$ ) для усіх краніометричних параметрів потиличної поверхні черепа ВРХ свідчить про наявність такої тенденції: спостерігається межовий віковий критерій ( $l_0$ ), котрий дає можливість розділити увесь період постнатального онтогенезу тварини на два вікові періоди: домежовий і постмежовий. Домежовий віковий період становить  $T_0 \approx 1-3$  роки. Збільшення морфометричних параметрів потиличної поверхні черепа має практично лінійний характер з невеликим нахилом і деякою кривизною, що відповідає відносно швидкому росту кісток.

У постмежовому віковому періоді ця залежність стає істотно більш крутою (рис. 5.37), що свідчить про уповільнення розвитку і збільшення розмірів кісток з віком. Тому стає складним описання залежності віку

тварини від лінійних морфометричних параметрів потиличної поверхні черепа ВРХ у всьому віковому діапазоні однією функцією регресії.

З метою застосування регресійного аналізу нами введено дві функції регресії: одну – домежового вікового періоду лінійного остеометричного параметра потиличної поверхні черепа  $l < l_0$ :

$$T = a_0 + a_1 \cdot l + a_2 \cdot l^2 + a_3 \cdot l^3 \quad (13)$$

де  $T$  – вік тварини;  $l$  – значення лінійного остеометричного параметру;  $a_0, a_1, a_2, a_3$  – коефіцієнти рівняння регресії (13), другу – постмежового вікового періоду  $l \geq l_0$ :

$$T = b_0 + b_1 \cdot l + b_2 \cdot l^2 + b_3 \cdot l^3 \quad (14)$$

де  $b_0, b_1, b_2, b_3$  – коефіцієнти рівняння регресії (14).

Третій ступень за лінійним параметром ( $l$ ) обох рівнянь регресії обумовлений наявністю певної кривизни залежності ( $T$ ) від ( $l$ ) як для  $l < l_0$ , так і для  $l \geq l_0$  за цими вимірами. Оптимальну кількість членів кожного рівняння регресій (чотири) визначали шляхом оптимізації цільової функції – коефіцієнта детермінації ( $R^2$ ) (нормованого на кількість ступенів свободи) за умови виконання критеріїв перевірки статистичних гіпотез за Стьюдентом та за Фішером.

Обидві функції регресії об'єднували в одну за допомогою ступінчастої тета-функції Хевісайда  $\theta(x) = \begin{cases} 1, & x \geq 0; \\ 0, & x < 0. \end{cases}$

Таким чином, загальне рівняння регресії для залежності віку тварин ( $T$ ) від лінійних остеометричних параметрів потиличної поверхні черепа ( $l$ ) має такий вигляд:

$$T = (a_0 + a_1 \cdot l + a_2 \cdot l^2 + a_3 \cdot l^3) \cdot \theta(l_0 - l) + (b_0 + b_1 \cdot l + b_2 \cdot l^2 + b_3 \cdot l^3) \cdot \theta(l - l_0). \quad (15)$$

Спираючись на базу морфометричних даних, отриманих експериментальним шляхом, для кожного виміру потиличної поверхні черепа ВРХ розраховано значення коефіцієнтів рівняння регресії для домежового ( $a$ ) і постмежового ( $b$ ) вікових періодів тварини, межові значення лінійних морфометричних параметрів потиличної поверхні черепа ( $l_0$ ) та відповідний межовий вік тварини ( $\hat{O}_0$ ), значення коефіцієнтів детермінації ( $R^2$ ) для усього рівняння регресії (15), нормованих на кількість ступенів свободи, яка дорівнює кількості вимірів (11 – для самців і самок) мінус кількість коефіцієнтів рівняння регресії (15) ( $4 + 4 = 8$ ), також наведено стандартну помилку регресії ( $S$ ) у місяцях та рівень значущості ( $p$ ) рівняння (15) за Фішером (табл. 5.5; табл. 5.6). Це дозволяє визначити вік ВРХ за лінійними значеннями потиличної поверхні черепа.

**Значення параметрів рівняння регресії (15) потиличної поверхні носомозкового відділу черепа ВРХ**

Параметри	Стать тварини	
	Самки	Самці
<b>1. Висота потиличної поверхні</b>		
Межове значення параметра, $l_0$ , см	15,10	15,63
Межове значення віку, $\partial_0$ , міс.	10	17
Коефіцієнт детермінації (норм.), $R^2$	0,967	0,969
Стандартна помилка регресії, $S$ , міс.	7,27	4,60
Значущість регресії за Фішером, $p \leq$	0,001	0,001
<b>2. Дорсальна потилична ширина</b>		
Межове значення параметра, $l_0$ , см	12,50	13,97
Межове значення віку, $\partial_0$ , міс.	30	24
Коефіцієнт детермінації (норм.), $R^2$	0,993	0,995
Стандартна помилка регресії, $S$ , міс.	4,89	3,32
Значущість регресії за Фішером, $p \leq$	0,001	0,001
<b>3. Вентральна потилична ширина</b>		
Межове значення параметра, $l_0$ , см	18,40	19,40
Межове значення віку, $\partial_0$ , міс.	15	14
Коефіцієнт детермінації (норм.), $R^2$	0,989	0,991
Стандартна помилка регресії, $S$ , міс.	4,23	2,40
Значущість регресії за Фішером, $p \leq$	0,001	0,001
<b>4. Вертикальний переріз великого потиличного отвору</b>		
Межове значення параметра, $l_0$ , см	4,50	4,61
Межове значення віку, $\partial_0$ , міс.	32	23
Коефіцієнт детермінації (норм.), $R^2$	0,996	0,993
Стандартна помилка регресії, $S$ , міс.	2,48	2,13
Значущість регресії за Фішером, $p \leq$	0,001	0,001
<b>5. Поперечний переріз великого потиличного отвору</b>		
Межове значення параметра, $l_0$ , см	4,26	4,42
Межове значення віку, $\partial_0$ , міс.	35	30
Коефіцієнт детермінації (норм.), $R^2$	0,987	0,933
Стандартна помилка регресії, $S$ , міс.	4,54	6,81
Значущість регресії за Фішером, $p \leq$	0,001	0,001
Параметри	Стать тварини	
	Самки	Самці
<b>6. Довжина потиличного виростка</b>		
Межове значення параметра, $l_0$ , см	5,10	5,35
Межове значення віку, $\partial_0$ , міс.	12	20
Коефіцієнт детермінації (норм.), $R^2$	0,935	0,973
Стандартна помилка регресії, $S$ , міс.	10,21	4,33
Значущість регресії за Фішером, $p \leq$	0,001	0,001
<b>7. Ширина потиличного виростка</b>		
Межове значення параметра, $l_0$ , см	2,82	2,90
Межове значення віку, $\partial_0$ , міс.	20	15
Коефіцієнт детермінації (норм.), $R^2$	0,981	0,987
Стандартна помилка регресії, $S$ , міс.	5,51	2,98
Значущість регресії за Фішером, $p \leq$	0,001	0,001

**Коефіцієнти рівняння регресії domeжового та постмежового вікового періоду для потиличної поверхні черепа ВРХ**

Параметри	Стать тварини		
	Самки	Самці	
<b>1. Висота потиличної поверхні</b>			
Коефіцієнти рівняння регресії для domeжового вікового періоду	$a_0$	-23,95	40,33
	$a_1$	3,50	-7,92
	$a_2$	-0,08	0,41
	$a_3$	0	0
Коефіцієнти рівняння регресії для пост-meжового вікового періоду	$b_0$	218,32	35695,54
	$b_1$	-116,37	1749,26
	$b_2$	6,80	-664,58
	$b_3$	0	26,02
<b>2. Дорсальна потилична ширина</b>			
Коефіцієнти рівняння регресії для domeжового вікового періоду	$a_0$	43,62	-296,15
	$a_1$	-12,44	90,68
	$a_2$	0,91	-9,08
	$a_3$	0	0,30
Коефіцієнти рівняння регресії	$b_0$	3368,42,55	2,55
	$b_1$	-723,14	-25574,04
	$b_2$	49,36	-269,83
	$b_3$	-1,03	56,99
<b>3. Вентральна потилична ширина</b>			
Коефіцієнти рівняння регресії для domeжового вікового періоду	$a_0$	19,28	7,39
	$a_1$	-3,65	-2,06
	$a_2$	0,18	0,16
	$a_3$	0	-0,0021
Коефіцієнти рівняння регресії для пост-meжового вікового періоду	$b_0$	-23869,49	5180,13
	$b_1$	3555,39	-569,79
	$b_2$	-176,71	16,45
	$b_3$	2,94	-0,041
<b>4. Вертикальний переріз великого потиличного отвору</b>			
Коефіцієнти рівняння регресії для domeжового вікового періоду	$a_0$	-952,48	-277,74
	$a_1$	853,96	244,26
	$a_2$	-252,88	-71,88
	$a_3$	24,83	7,17
Коефіцієнти рівняння регресії для пост-meжового вікового періоду	$b_0$	-2648,00	24137,00
	$b_1$	-3645,44	-4985,94
	$b_2$	1849,99	-1276,76
	$b_3$	-201,66	265,43
<b>5. Поперечний переріз великого потиличного отвору</b>			
Коефіцієнти рівняння регресії для domeжового вікового періоду	$a_0$	-254,82	-217,40
	$a_1$	273,18	212,06
	$a_2$	-96,94	-68,73
	$a_3$	11,56	7,57
Коефіцієнти рівняння регресії для пост-meжового вікового періоду	$b_0$	33753,76	33335,24
	$b_1$	-23089,71	-14678,35
	$b_2$	5227,21	1455,62
	$b_3$	-390,76	36,31
<b>6. Довжина потиличного виростка</b>			

Параметри		Стать тварини	
		Самки	Самці
Коефіцієнти рівняння регресії для домежового вікового періоду	$a_0$	5,25	-146,59
	$a_1$	-4,28	31,50
	$a_2$	1,12	-37,57
	$a_3$	0	3,53
Коефіцієнти рівняння регресії для пост-межового вікового періоду	$b_0$	3837,06	7417,07
	$b_1$	-1799,53	-2860,02
	$b_2$	206,42	243,52
	$b_3$	0	6,11
<b>7. Ширина потиличного виростка</b>			
Коефіцієнти рівняння регресії для домежового вікового періоду	$a_0$	43,72	-141,18
	$a_1$	-50,34	222,12
	$a_2$	14,71	-112,72
	$a_3$	0	18,97
Коефіцієнти рівняння регресії для пост-межового вікового періоду	$b_0$	-56446,26	$-1,62 \cdot 10^5$
	$b_1$	64016,84	$1,09 \cdot 10^5$
	$b_2$	-24192,81	-18412,25
	$b_3$	3047,35	0

Аналізуючи значення розрахованої стандартної помилки визначення віку ВРХ за краніометричними параметрами потиличної поверхні зазначаємо, що за більшістю вимірів помилка визначення віку для черепів самок дещо більша проти самців.

Передбачення рівняння нелінійної регресії (15) з результатами вимірів лінійних морфометричних параметрів потиличної поверхні черепа як для самців, так і для самок, порівнюються на рис. 5.37.

За значеннями лінійних морфометричних параметрів потиличної поверхні черепа ВРХ за допомогою рівняння регресії (15) з урахуванням даних з табл. 5.5; табл. 5.6, або швидко за допомогою рис. 5.37 можна визначити не лише вік, але й стать тварини.

Інформативність лінійних вимірювань потиличної поверхні носомозкового відділу черепа: висоти потиличної поверхні (ознака  $j_1$ ); дорсальної потиличної ширини (ознака  $j_2$ ); вентральної потиличної ширини (ознака  $j_3$ ); вертикального перерізу більшого потиличного отвору (ознака  $j_4$ ); поперечного перерізу більшого потиличного отвору (ознака  $j_5$ ); довжини потиличного виростка (ознака  $j_6$ ) і ширини потиличного виростка (ознака  $j_7$ ) для визначення статі ВРХ за значеннями відстані Махалобіса, наведено на рис. 5.36.

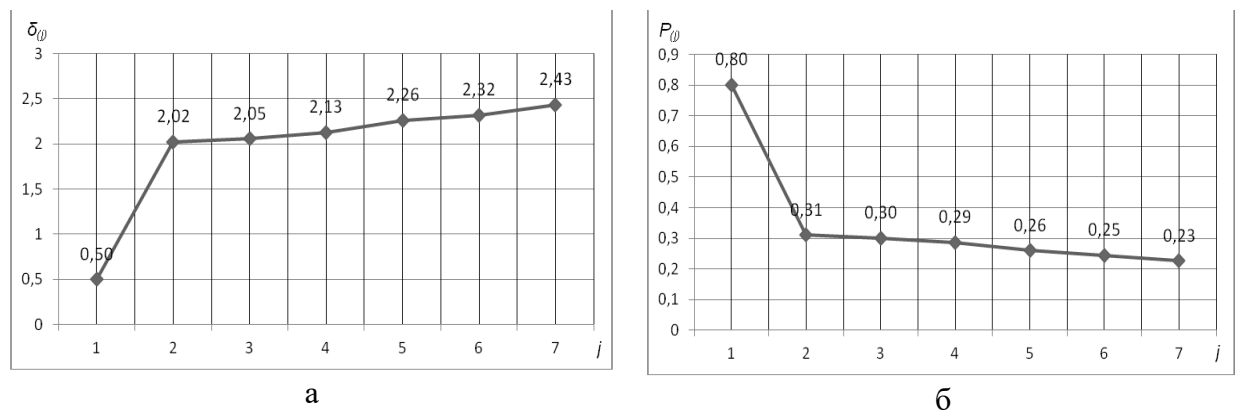


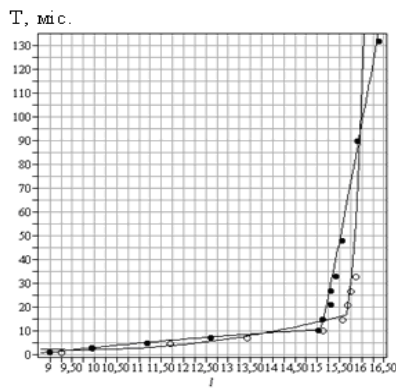
Рис. 5.36. Інформативність лінійних вимірів потиличної поверхні носомозкового відділу черепа для визначення статі ВРХ: а – відстані Махалобіса ( $\delta$ ); б – ймовірності помилки визначення статі ВРХ ( $P_j$ )

Таким чином, залучення всіх сімох вимірів потиличної поверхні носомозкового відділу черепа ВРХ ( $j_1-j_7$ ) приводить до збільшення відстані Махалобіса ( $\delta$ ) з 0,50 до 2,43 одиниць, при цьому ймовірності помилки визначення статі ВРХ ( $P_j$ ) зменшується з 80 до 23 %. Це свідчить про те, що лінійні виміри потиличної поверхні черепа є малоінформативними, бо загальна помилка визначення перевищує 20 %.

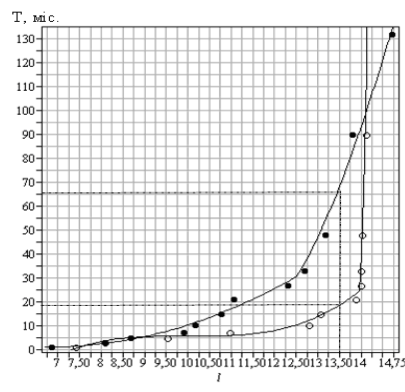
Проте, серед сімох вимірів потиличної поверхні черепа найбільш інформативною є вимір  $j_2$ , адже він збільшує відстань Махалобіса з 0,50 до 2,02 одиниць, а ймовірність помилки визначення при цьому зменшується з 80 до 31 %.

З метою перевірки діагностичної інформативності рівняння регресії (15) нами застосовано «метод сліпого дослідження». Для цього підібрано окрему колекцію черепів ВРХ від народження до 10-річного віку. Визначення проводили таким чином. Дорсальна потилична ширина становить:  $l_1 = 13,5$  см. Цьому значенню відповідає череп або самця віком 19 міс., або самки віком 97 міс. (8 років і міс.) (рис. 5.37 б, пунктир). Вентральна потилична ширина становить:  $l_2 = 19,5$  см, яке вказує на те, що череп може належати або самцеві віком 19 міс. (1 рік і 7 міс.), або самці віком 38 міс. (3 роки і 2 міс.) (рис. 5.37 в, пунктир).

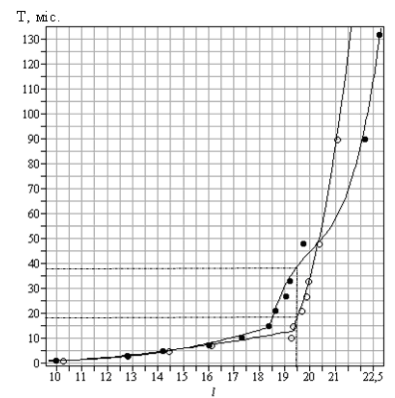
Згідно розробленого нами способу, для одночасного встановлення віку і статі тварини за вимірами потиличної поверхні черепа, необхідно підставити у рівняння регресії (15), значення вимірів потиличної поверхні черепа, як для самців, так і для самок, і одержати окремо набір оцінок значень віку ( $T_{1\delta}, T_{2\delta}, \dots, T_{k\delta}$  – для самців і  $T_{1\varphi}, T_{2\varphi}, \dots, T_{k\varphi}$  – для самок), визначити середнє значення ( $M_\delta$  або  $M_\varphi$ ) та відповідну дисперсію ( $D_\delta$  або  $D_\varphi$ ). Стать тварини відповідає мінімальному значенню дисперсії ( $D_\delta$  або  $D_\varphi$ ), а її середній вік – це відповідне значення  $M_\delta$  або  $M_\varphi$ .



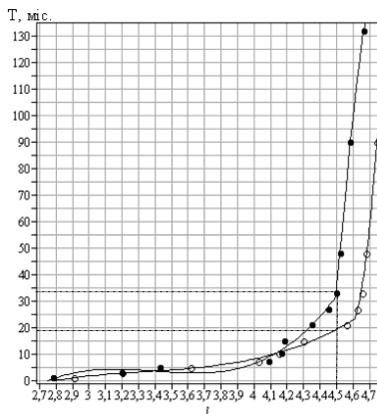
а – висота потиличної поверхні



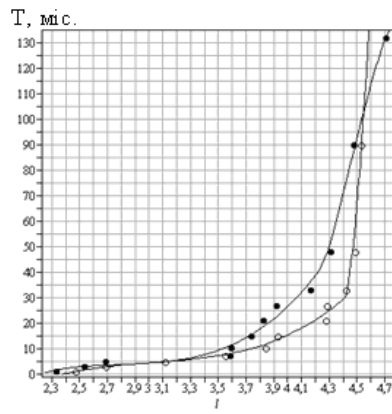
б – дорсальна потилична ширина



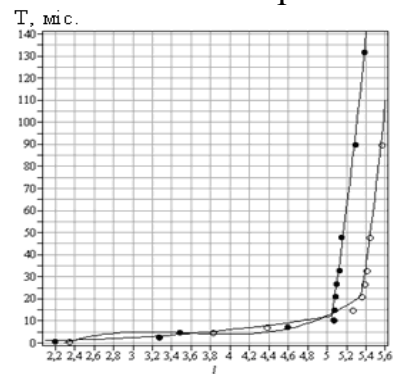
в – вентральна потилична ширина



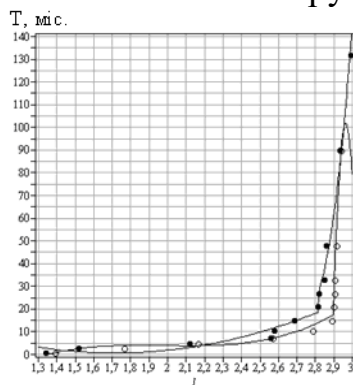
г – вертикальний переріз великого потиличного отвору



д – поперечний переріз великого потиличного отвору



е – довжина потиличного виростка



є – ширина потиличного виростка

Рис. 5.37. Залежність лінійних морфометричних параметрів потиличної поверхні черепа від віку ВРХ. ● – самки, ○ – самці.

Порівнявши ці результати, в межах стандартної похибки можна зробити висновок, що досліджуваний череп належить самцеві віком 19 міс. (1 рік 7 міс.).

Виконавши додатковий вимір вертикального перерізу великого потиличного отвору, отримали значення:  $l_3 = 4,5$  см, що вказує на приналежність черепа або самцеві віком 19 міс. (1 рік і 7 міс.), або самці віком 34 міс. (показано на рис. 5.37 з пунктиром).

Результати усіх трьох вимірів дозволяють зробити остаточний експертний висновок – череп належить самцеві віком 19 міс. (1 рік і 7 міс.).

Отже, для застосування регресійного аналізу необхідно використати дві нелінійні функції регресії третього ступеня за лінійними морфометричними параметрами потиличної поверхні черепа: domeжовий період (від народження до domeжового критерія) і постdomeжовий період (від domeжового критерію віку до кінцевого терміну дослідження). Коефіцієнти детермінації для об'єднаного рівняння регресії перевищують значення  $R^2 = 0,95$ , а стандартна похибка визначення віку тварини знаходиться в межах  $S = 2,1-10$  місяців на усьому віковому діапазоні, що підтверджує якість отриманих рівнянь регресії.

Залежність віку ВРХ від значень лінійних остеометричних параметрів потиличної поверхні черепа має тенденцію повільного збільшення у domeжовому періоді, що становить 1–3 роки і характеризується відносно швидким збільшенням морфометричних лінійних параметрів потиличної поверхні черепа, проте в постdomeжовому періоді ця залежність стає істотно більш крутою, що свідчить про уповільнення динаміки лінійних вимірів потиличної поверхні черепа з віком.

Межовий критерій віку має більше значення для морфометричних лінійних параметрів потиличної поверхні черепа самок ВРХ, ніж для самців.

Встановлювати вік і стать ВРХ можна у межах стандартної похибки регресії за значеннями кількох (не менш двох) вимірів потиличної поверхні черепа.

#### **5.4. Визначення віку та статі ВРХ за краніометричними індексами**

Аналіз абсолютних вікових краніологічних параметрів показав їх мінливість, що спонукало до обчислення відносних показників (індексів), які характеризують вікові краніометричні особливості у відносних числах та визначити достовірність їх відмінностей. Індокси відображають вікові загальногрупові ознаки, а їх показники можуть бути використані як критерії вікової та статевої ідентифікації для об'єктивізації експертиз і як вихідний матеріал для розробки методики визначення віку і статі ВРХ за результатами краніометрії.

Аналізували краніометричні індекси на дорсо-латеральній поверхні (індекс рогового відростку лобової кістки, індекс лобової кістки, індекс носової кістки, індекс кісткової орбіти, довжинно-лобний індекс); на вентральній поверхні (довжинно-широтний індекс черепа, індекс хоан, індекс ширини кісткового піднебіння, ростаральний індекс піднебінної ширини, аборальний піднебінний індекс); на потиличній поверхні (індекс потиличної поверхні, індекс великого потиличного отвору, індекс потиличного виростку, довжинно-бітемпоральний індекс, індекс потиличної висоти).

Попередньо за допомогою критерія Пірсона було встановлено, що розподіл значень усіх індексів ( $X$ ) в кожній віковій групі надійно наближається до нормального. Це дає підставу застосувати однофакторний дисперсійний аналіз (ОФДА) [285] для порівняння «факторної дисперсії», яка



породжується впливом фактора (вік тварини), і «залишкової дисперсії», яка обумовлена випадковими причинами (табл. 5.7).

Таблиця 5.7

**Результати застосування ОФДА**

Назва індексу	Стать тварини			
	Самці		Самки	
	Рівень достовірності	Достовірність результату	Рівень достовірності	Достовірність результату
1. Індекс рогового відростку лобової кістки	$1,81 \cdot 10^{-6}$	достовірно	$8,59 \cdot 10^{-14}$	достовірно
2. Індекс лобової кістки	0,800	не достовірно	0,00012	достовірно
3. Індекс носової кістки	0,073	не достовірно	0,733	не достовірно
4. Індекс кісткової орбіти	$7,42 \cdot 10^{-5}$	достовірно	$1,75 \cdot 10^{-11}$	достовірно
5. Довжинно-лобний індекс	0,0387	достовірно	$1,37 \cdot 10^{-5}$	достовірно
6. Довжинно-широтний індекс черепа	$3,07 \cdot 10^{-7}$	достовірно	$1,61 \cdot 10^{-5}$	достовірно
7. Індекс хоан	0,707	не достовірно	0,939	не достовірно
8. Індекс кісткового піднебіння	0,0413	достовірно	0,573	не достовірно
9. Ростаральний індекс піднебінної ширини	$7,04 \cdot 10^{-34}$	достовірно	$1,81 \cdot 10^{-13}$	достовірно
10. Аборальний піднебінний індекс	$4,54 \cdot 10^{-13}$	достовірно	$3,98 \cdot 10^{-13}$	достовірно
11. Індекс потиличної поверхні	0,464	не достовірно	$3,04 \cdot 10^{-8}$	достовірно
12. Індекс великого потиличного отвору	0,119	не достовірно	0,0041	достовірно
13. Індекс потиличного виростку	0,000245	достовірно	$6,19 \cdot 10^{-8}$	достовірно
14. Довжинно-бітемпоральний індекс	0,115	не достовірно	0,0663	не достовірно
15. Індекс потиличної висоти	$5,14 \cdot 10^{-6}$	достовірно	0,00203	достовірно

Якщо відмінність між цими дисперсіями є значимою (на рівні достовірності  $p$ ), то фактор має істотний вплив на індекс ( $X$ ); в цьому випадку середні спостережувані значення індексів ( $X$ ) на кожному рівні – групові середні – розрізняються також значимо (на рівні достовірності  $p$ ). Проведено ОФДА отриманих значень індексів за стандартною програмою *Microsoft Excel* (команди: «Сервіс: Аналіз даних: Однофакторний дисперсійний аналіз»).

Таким чином, проведений нами ОФДА краніометричних індексів дозволяє виділити найбільш інформативні (достовірні) індекси, які можна

застосувати для визначення віку тварин кожної статі. Ці індекси далі використовували як ознаки для подальшого аналізу, зокрема:  $X_1$  – індекс кісткової орбіти;  $X_2$  – довжинно-лобний індекс,  $X_3$  – довжинно-широтний індекс черепа;  $X_4$  – рогаральний індекс піднебінної ширини;  $X_5$  – аборальний піднебінний індекс;  $X_6$  – індекс потиличного виростку;  $X_7$  – індекс потиличної висоти.

Застосування регресійного аналізу за кожним з обраних індексів для визначення віку тварини не можливе, адже функції регресії залежності віку тварини від значень кожного з обраних індексів не є однозначними. Тому було залучено інші способи аналізу залежності віку і статі тварин від визначених краніометричних індексів, зокрема, дискримінантний аналіз [287].

Суть дискримінантного аналізу полягав у заміні сімох ознак  $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$ , які характеризують вік та стать тварини, однією дискримінантною функцією  $X$  (значення ознак будемо позначати надалі малими літерами  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7$ ):

$$X = a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4 + a_5x_5 + a_6x_6 + a_7x_7 - X_0 \quad (16)$$

Значення дискримінантних коефіцієнтів  $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7$  та параметра  $X_0$  – межі розділу двох різних вікових груп ВРХ певної статі – попередньо розраховували з аналізу та обробки результатів багаторазових вимірювань значень ознак  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7$  для усієї виборки тварин (11 вікових груп самців та 11 вікових груп самок по 8 тварин в кожній групі, тобто для 176 тварин), наведені у табл.5.8. З вибірок обчислених значень  $x_i$  ( $i = 1, 2, \dots, 7$ ) утворювали дискримінантні матриці для самців ВРХ ( $B$ ) та самок ВРХ ( $C$ ) кожної вікової групи  $A$  ( $A = 1, 2, 3 \dots 11$ ):

$$B_{ik}^A = \sum_{j=1}^{n_A} (x_{i,j}^A - \bar{x}_i^A)(x_{k,j}^A - \bar{x}_k^A); C_{ik}^A = \sum_{j=1}^{n_A} (x_{i,j}^A - \bar{x}_i^A)(x_{k,j}^A - \bar{x}_k^A) \quad (17)$$

де  $i, k$  – номери ознак (цих ознак сім);  $n_A$  – кількість тварин у кожній віковій групі  $A$  ( $n_A = 8$ ) (за номером тварини  $j$  проводили підсумовування);  $\bar{x}_{i;k}^A$  – середньовибіркові (середньогрупові) значення відповідних ознак.

Дискримінантні матриці ( $B_1$ - $B_{11}$  та  $C_1$ - $C_{11}$ , де числові індекси відповідають номеру вікової групи) були одержані за допомогою програми комп'ютерних обчислень «Maple-12».

Об'єдана коваріантна матриця для визначення віку та статі тварини утворюється із дискримінантних матриць та має такий вигляд:

$$S_{ik} = \frac{B_{ik}^1 + B_{ik}^2 + \dots + B_{ik}^{11} + C_{ik}^1 + C_{ik}^2 + \dots + C_{ik}^{11}}{n_1 + n_2 + \dots + n_{22} - N} \quad (18)$$

де  $n_1 = n_2 = \dots = n_{22} = 8$  – кількість тварин в кожній віковій групі;  $N = 22$  – загальна кількість вікових груп (11 – для самців та 11 – для самок), які необхідно диференціювати між собою. З виразу (18) помітно, що чим більше проведено попередніх вимірів, тим точніше визначена коваріантна матриця.

Таким чином, була одержана коваріантна матриця:

$$S = \begin{bmatrix} 61.92 & 1.42 & 0.63 & -0.89 & 1.72 & -1.25 & -2.68 \\ 1.42 & 20.22 & 5.53 & 3.14 & 3.86 & -0.87 & 5.52 \\ 0.63 & 5.53 & 9.15 & 1.91 & 2.53 & 0.61 & 3.50 \\ -0.89 & 3.14 & 1.91 & 4.51 & 2.39 & -1.84 & 3.19 \\ 1.72 & 3.86 & 2.53 & 2.39 & 4.89 & -1.77 & 3.83 \\ -1.25 & -0.87 & 0.61 & -1.84 & -1.77 & 19.96 & -3.02 \\ -2.68 & 5.52 & 3.50 & 3.19 & 3.83 & -3.02 & 7.33 \end{bmatrix}$$

Дискримінантні коефіцієнти ( $a_i$ ) дискримінантного рівняння (16) отримували шляхом розв'язання системи лінійних рівнянь, яку для скорочення записано у матричному вигляді:

$$S_{ik} a_i = \bar{x}_k^{A_1} - \bar{x}_k^{A_2}. \quad (19)$$

де  $A_1$  і  $A_2$  – дві різні порівнювані групи тварин з 22-х, за розрахованими індексами черепів яких визначають вік та стать тварини, череп якої було надано на експертизу. Після обчислення дискримінантних коефіцієнтів ( $a_i$ ), розраховували виправлені вибіркові оцінки дисперсії розподілу ознак для кожної групи тварин, згідно формул:

$$D(B^A) = \frac{\sum_{i,j} a_i a_j B_{ij}^A}{n_A - 1}, \quad D(C^A) = \frac{\sum_{i,j} a_i a_j C_{ij}^A}{n_B - 1}. \quad (20)$$

де за індексами  $i$  та  $j$  передбачається підсумовування (згортка) від одного до семи;  $n_A = n_B = 8$  тварин.

Оцінки стандартних відхилень є коренями квадратними з відповідних вибіркових дисперсій:

$$S(B^A) = \sqrt{D(B^A)}, \quad S(C^A) = \sqrt{D(C^A)}. \quad (21)$$

Параметр межі розділу між групами різного віку і статі  $A_1$  і  $A_2$  –  $X_0$  розраховується таким чином:

$$X_0 = \frac{S(A_1) \bar{X}_{A_2} + S(A_2) \bar{X}_{A_1}}{S(A_1) + S(A_2)}, \quad (22)$$

$$\text{де } \bar{X}_{A_1, A_2} = \sum_{i=1}^7 a_i \bar{x}_i^{A_1, A_2} = a_1 \bar{x}_1^{A_1, A_2} + a_2 \bar{x}_2^{A_1, A_2} + \dots + a_7 \bar{x}_7^{A_1, A_2} \quad (\text{ознак сім}).$$

Для визначення віку та статі всі вікові групи тварин порівнювали з першою віковою групою для самців (B1), згідно [287]. Згідно запропонованого нами способу, якщо значення усіх дискримінантних функцій попарного порівняння ( $X$ ) під час підстановки у рівняння (16) визначених значень ознак  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7$  з урахуванням дискримінантних коефіцієнтів ( $a$ ) і параметрів межі розділу двох різних вікових груп ВРХ певної статі є від'ємними, то череп належить самцеві 1-ї вікової групи. Якщо ж отримані значення  $X$  мають різні знаки, то череп

належить тварині тієї групи за віком та статтю, для якої алгебраїчне значення  $X$  є максимальним.

Теоретичне значення помилки визначення віку та статі тварини ( $\alpha$ ) у відсотках для попарного порівняння становить:

$$\alpha = \frac{1}{2} \left[ 1 + \operatorname{erf} \left( - \left| \frac{\bar{X}_A - \bar{X}_B}{S(A) + S(B)} \right| \right) \right] \cdot 100 \%, \quad (23)$$

де  $\operatorname{erf}(x)$  – інтеграл ймовірності:  $\operatorname{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-t^2} dt$ .

Значення дискримінантних коефіцієнтів ( $a$ ) і параметрів межі міжгрупового розподілу ( $X_0$ ) дискримінантного рівняння (16), а також значення теоретичної помилки визначення для кожного попарного порівняння вікових груп ВРХ, наведено у табл. 5.8.

Таблиця 5.8

**Значення коефіцієнтів ( $a$ ) та параметрів дискримінантного рівняння для попарного порівняння краніологічних індексів у вікових групах ВРХ, а також теоретичної помилки порівняння**

Попарне порівняння	Дискримінантні коефіцієнти							Межа розділу, $X_0$	Помилка, %
	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$		
$B_2B_1$	0,16	0,29	0,21	0,05	-0,23	-0,37	-0,63	-15,97	5,15
$B_3B_1$	-0,09	0,00	0,61	-1,62	1,36	-0,29	-0,52	-28,88	0,51
$B_4B_1$	-0,03	0,35	0,24	-2,57	0,11	-0,60	-0,01	-78,14	0,01
$B_5B_1$	-0,08	0,46	-0,08	-3,10	0,08	-0,68	-0,02	-108,06	0
$B_6B_1$	-0,12	0,74	-0,14	-3,11	-0,06	-0,69	0,02	-104,10	0
$B_7B_1$	-0,11	0,74	-0,04	-3,08	-0,14	-0,69	-0,01	-97,05	0
$B_8B_1$	-0,11	0,75	0,01	-3,08	-0,11	-0,71	-0,07	-97,25	0
$B_9B_1$	-0,12	0,74	0,08	-3,00	-0,14	-0,70	-0,08	-95,46	0
$B_{10}B_1$	-0,14	0,73	0,22	-2,77	-0,18	-0,65	-0,21	-90,55	0
$B_{11}B_1$	-0,14	0,69	0,27	-2,46	-0,54	-0,64	-0,50	-98,98	0
$C_1B_1$	0,08	0,05	0,05	-0,42	0,19	0,06	-0,08	3,70	30,60
$C_2B_1$	0,40	0,27	0,26	-1,13	0,50	-0,77	-0,58	-20,94	0,06
$C_3B_1$	-0,09	0,20	-0,24	-1,83	1,18	-0,05	-0,36	-43,00	0,06
$C_4B_1$	-0,33	0,25	-0,02	-2,40	0,44	-0,75	-0,57	-137,40	0,01
$C_5B_1$	-0,07	-0,13	0,45	-3,07	-0,69	-0,77	0,61	-116,62	0,07
$C_6B_1$	-0,06	-0,02	0,19	-2,93	-0,58	-0,73	0,61	-108,67	0,01
$C_7B_1$	-0,01	0,38	-0,48	-2,81	-0,59	-0,70	0,57	-107,66	0
$C_8B_1$	-0,08	0,55	-0,51	-2,87	-0,38	-0,53	0,35	-106,98	0
$C_9B_1$	-0,10	0,54	-0,32	-2,54	-0,44	-0,45	0,05	-99,34	0
$C_{10}B_1$	-0,02	0,50	-0,05	-2,38	-0,60	-0,55	0,13	-88,37	0
$C_{11}B_1$	-0,09	0,45	0,12	-2,45	-0,89	-0,62	-0,31	-117,60	0

Отже, максимальна помилка визначення віку та статі ВРХ (30,60 %) існує між 1-ю віковою групою самців та аналогічною групою самок ( $C_1B_1$ ) (їх середній вік становить 1 місяць). Це обумовлено тим, що структури черепа у цьому віці ще недостатньо розвинуті і тому їх краніометричні індекси мало різняться. Аналогічними причинами пояснюється помилка визначення 1-ї і 2-ї вікових груп самців ( $B_2B_1$ ), яка становить 5,15 %. При цьому помилка

порівняння черепів 1-ї вікової групи самців і 2-ї вікової групи самок ( $C_2B_1$ ) становить вже 0,06 % в результаті врахування статі тварин. З віком помилки визначення віку та статі тварин під час попарного порівняння суттєво зменшуються і наближаються до нуля.

Для перевірки дії запропонованого способу у «сліпому експерименті» для визначення віку та статі ВРХ були відібрані два черепа ВРХ : самця – віком 5 місяців (3-я вікова група, В3) та самки – віком 25 місяців (8-а вікова група, С8). Для першого зразка були отримані такі значення ознак:  $x_1 = 96,32$ ;  $x_2 = 43,35$ ;  $x_3 = 43,41$ ;  $x_4 = 28,53$ ;  $x_5 = 32,25$ ;  $x_6 = 56,71$ ;  $x_7 = 41,14$ ; для другого:  $x_1 = 92,98$ ;  $x_2 = 42,61$ ;  $x_3 = 35,46$ ;  $x_4 = 22,23$ ;  $x_5 = 26,34$ ;  $x_6 = 52,82$ ;  $x_7 = 37,92$ .

Ці значення підставляли у дискримінантні рівняння (16) з урахуванням значень дискримінантних коефіцієнтів ( $a$ ) і параметрів міжгрупового розподілу ( $X_0$ ) з табл. 5.8. Результати обчислень наведено у табл. 5.9.

Таблиця 5.9

Перевірка дії запропонованого способу визначення віку та статі ВРХ за краніометричними індексами

1-й череп				2-й череп			
$V_1B_2$	-0,56	$V_1C_1$	1,89	$V_1B_2$	1,66	$V_1C_1$	2,35
$V_1B_3$	<b>6,63</b>	$V_1C_2$	-1,02	$V_1B_3$	5,43	$V_1C_2$	3,29
$V_1B_4$	3,34	$V_1C_3$	0,92	$V_1B_4$	9,93	$V_1C_3$	7,05
$V_1B_5$	8,25	$V_1C_4$	-4,92	$V_1B_5$	10,99	$V_1C_4$	11,06
$V_1B_6$	-9,80	$V_1C_5$	-4,96	$V_1B_6$	10,61	$V_1C_5$	13,21
$V_1B_7$	-15,48	$V_1C_6$	-7,98	$V_1B_7$	4,55	$V_1C_6$	10,55
$V_1B_8$	-15,19	$V_1C_7$	-12,95	$V_1B_8$	4,46	$V_1C_7$	9,90
$V_1B_9$	-13,55	$V_1C_8$	-8,76	$V_1B_9$	5,36	$V_1C_8$	<b>13,55</b>
$V_1B_{10}$	-12,29	$V_1C_9$	-10,14	$V_1B_{10}$	4,85	$V_1C_9$	9,91
$V_1B_{11}$	-17,49	$V_1C_{10}$	-7,01	$V_1B_{11}$	0,66	$V_1C_{10}$	10,95
		$V_1C_{11}$	-12,57			$V_1C_{11}$	8,13

Таким чином, для 1-го зразка найбільше значення дискримінантної функції (1) дає порівняння черепів 1-ї та 3-ї вікових груп самців ( $V_1...V_3$ ), яке становить  $X = 6,63$ , отже череп належить самцеві ВРХ 3-ї вікової групи (вік 4–6 місяців) (табл. 5.9). Для 2-го зразка найбільше значення дискримінантної функції має порівняння черепів 1-ї вікової групи самців з 8-ю віковою групою самок ( $V_1...C_8$ ), яке становить:  $X = 13,55$ , таким чином, череп належить самці ВРХ з 8-ї вікової групи (вік 24–30 місяців).

Найбільш інформативними краніометричними індексами для визначення віку ВРХ кожної статі є:  $X_1$  – індекс кісткової орбіти;  $X_2$  – довжинно-лобний індекс;  $X_3$  – довжинно-широтний індекс черепа;  $X_4$  – ростральний індекс піднебінної ширини;  $X_5$  – аборальний піднебінний індекс;  $X_6$  – індекс потиличного виростку;  $X_7$  – індекс потиличної висоти.

Отже, дискримінантний аналіз краніометричних індексів ВРХ надійно дозволяє визначити вік і стать в широкому віковому діапазоні – від народження до 10-річного віку. Максимальна помилка визначення віку та статі ВРХ становить 30,60 % та існує між 1-ми віковими групами самців та самок (середній вік – 1 місяць). З віком ВРХ помилки визначення віку та

статі тварин під час попарного порівняння суттєво зменшуються і наближаються до нуля.

Дискримінанті рівняння можна використовувати у комплексі з іншими методами (краніоскопічним, порівняльно-анатомічним, остеометричним, рентгенологічним, гістологічним тощо). Запропонований спосіб визначення віку і статі ВРХ за краніометричними параметрами із застосуванням дискримінантного аналізу відрізняється високою достовірністю результатів, простотою і доступністю для всіх експертів.

## Розділ 6

# СПЕКТРОСКОПІЧНІ ОЗНАКИ ТА КРИТЕРІЇ ВИЗНАЧЕННЯ ВІКУ І СТАТІ ВРХ ЗА НОСОМОЗКОВИМ ВІДДІЛОМ ЧЕРЕПА

В краніологічній експертній технології, краніоскопічний, рентгенографічний, комп'ютерно-томографічний, денситометричний, краніометричний, гістологічний методи можуть бути доповнені спектроскопічними методами, особливо у тих випадках, коли на експертизу надходить змінений біологічний матеріал, який піддавався спалюванню, певний час перебував у несприятливих умовах зовнішнього середовища, значно фрагментований тощо. Маркерними ознаками спектроскопічних досліджень кісткового матеріалу є хімічні компоненти зразків (фосфати, карбонати тощо).

У зв'язку з цим, нас цікавило коло питань пов'язаних з можливістю використання ІЧ-спектроскопічного методу дослідження для аналізу якісних і кількісних характеристик мінеральної компоненти черепів ВРХ, зокрема з віком та в залежності від статі тварин, а на основі виявлених закономірностей розробити спосіб визначення віку і статі ВРХ.

Аналізу піддані дві частини носомозкового відділу черепа – лицьовий (верхньощелепна кістка) і мозковий (тіло потиличної кістки). Така спектроскопічна технологія залишає можливість судово-ветеринарної експертизи черепа навіть за його фрагментації на ці вищезазначені частини.

Аналізом спектрограм черепів ВРХ, нами встановлено, що мінеральна частина спектра відображена за хвильових чисел:  $\nu = 567 \text{ см}^{-1}$ ,  $\nu = 603 \text{ см}^{-1}$ ,  $\nu = 632 \text{ см}^{-1}$ ,  $\nu = 1047 \text{ см}^{-1}$ ,  $\nu = 1091 \text{ см}^{-1}$  та  $\nu = 3433 \text{ см}^{-1}$ . Через те, що якісних відмінностей у спектрограмах черепів ВРХ різних вікових діапазонів і в залежності від статі не виявлено, то в подальшому ми зосередили свою увагу на оцінці кількісних характеристик спектрів, тобто за відносною оптичною щільністю (ВОЩ) смуг поглинання.

## 6.1. Аналіз спектроскопічних параметрів тіла потиличної кістки ВРХ в залежності від віку та статі

Типовий спектр пропускання інфрачервоних (ІЧ) променів через досліджуваний озолений зразок тіла потиличної кістки подано на рис. 6.1. Смуги поглинання:  $\nu = 567 \text{ см}^{-1}$ ,  $\nu = 603 \text{ см}^{-1}$ ,  $\nu = 632 \text{ см}^{-1}$ ,  $\nu = 1047 \text{ см}^{-1}$ ,  $\nu = 1091 \text{ см}^{-1}$  та  $\nu = 3433 \text{ см}^{-1}$  містяться в спектрах усіх зразків, що досліджувалися, проте кількісні їх характеристики залежать від віку та статі тварини. Під час переходу від зразка до зразка зазначені смуги можуть зміщуватися на одиниці  $\text{см}^{-1}$ , тому наведені вище значення є усередненими за всіма спектрами.

Визначення коефіцієнта пропускання і відносної оптичної щільності (ВОЩ) виділених смуг поглинання на практиці ускладнюється тим, що поряд з селективним поглинанням, які є характерним для даної довжини хвилі, завжди має місце дифузне (фонове) ослаблення випромінювання. Для виключення останнього ми застосували найбільш поширений метод базисної лінії [289].

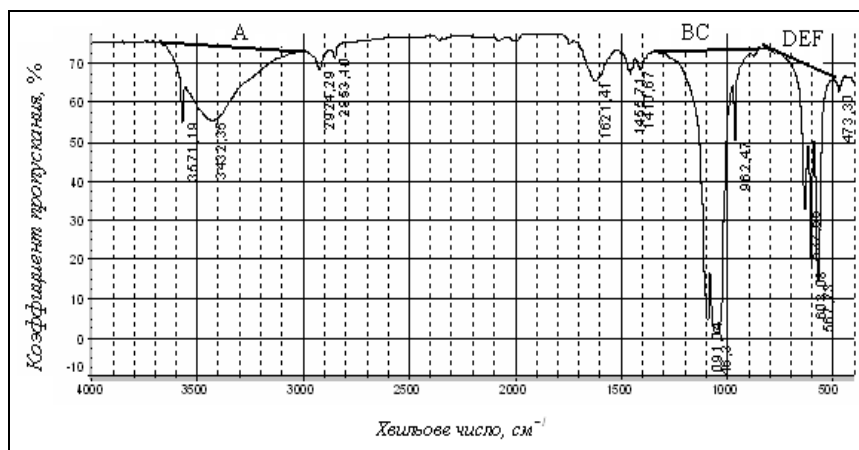


Рис. 6.1. Типовий ІЧ-спектр озолоного зразка тіла потиличної кістки самця ВРХ (5 років). «Avatar-360» з Фур'є перетворювачем

У зв'язку з цим, для кількісної оцінки інтенсивності фону на усіх виділених вище ділянках поглинання були проведені три базисні лінії, які інтерполюювали фонові умови на цих ділянках. На цих лініях визначали точки А, В, С, D, Е и F, координати яких відповідали хвильовим числам  $\nu = 3433 \text{ см}^{-1}$ ,  $\nu = 1091 \text{ см}^{-1}$ ,  $\nu = 1047 \text{ см}^{-1}$ ,  $\nu = 632 \text{ см}^{-1}$ ,  $\nu = 603 \text{ см}^{-1}$  і  $\nu = 567 \text{ см}^{-1}$  (рис. 6.1).

Таблиця 6.1

## Відносна оптична щільність тіла потиличної кістки залежно від віку та статі ВРХ, од., n=3, M±m

Вікова група		Хвильове число, см <sup>-1</sup>											
		D <sub>1</sub>		D <sub>2</sub>		D <sub>3</sub>		D <sub>4</sub>		D <sub>5</sub>		D <sub>6</sub>	
№	міс.	567		603		632		1047		1091		3433	
		♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
1	0–2	0,281 ±0,004	0,393 ±0,006 ΔΔΔ	0,247 ±0,004	0,355 ±0,006 Δ	0,201 ±0,006	0,164 ±0,005 ΔΔ	0,654 ±0,003	1,071 0,006 ΔΔΔ	0,463 ±0,004	0,981 ±0,008 ΔΔΔ	0,109 ±0,007	0,114 ±0,007
2	2-4	0,375 ±0,006 ***	0,390 ±0,006	0,349 ±0,006	0,352 ±0,006	0,165 ±0,005	0,170 ±0,005	0,698 ±0,004 ***	1,114 ±0,006 ΔΔΔ**	0,623 ±0,005 ***	0,630 ±0,001 ***	0,112 ±0,007	0,117 ±0,007
3	4-6	0,543± 0,008 ***	0,382± 0,006 ΔΔΔ	0,458± 0,008 ***	0,350± 0,006 ΔΔΔ	0,147±0, 004 ***	0,2 <sup>ΔΔΔ</sup> 88 ±0,008 ***	1,409 ±0,007 ***	1,031± 0,005 ΔΔΔ***	1,013 ±0,008 ***	0,580±0, 005 ΔΔΔ***	0,155 ±0,009 *	0,036 ±0,002 ΔΔΔ***
4	6-9	0,550 ±0,008	0,148 ±0,002 ΔΔΔ***	0,473 ±0,008	0,124 ±0,002 ΔΔΔ***	0,261 ±0,008 ***	0,076 ±0,003 ΔΔΔ***	1,755 ±0,009 ***	0,308 ±0,002 ΔΔΔ***	1,025 ±0,008	0,297±0, 005 ΔΔΔ***	0,105 ±0,006 **	0,033 ±0,002 ΔΔΔ
5	9- 12	0,277 ±0,004 ***	0,260 ±0,004 ***	0,235 ±0,004 ***	0,218 ±0,004 Δ***	0,138 ±0,004 ***	0,155 ±0,005 Δ***	0,679 ±0,003 ***	0,586 ±0,003 ΔΔΔ***	0,475 ±0,004 ***	0,304 ±0,002 ΔΔΔ	0,102 ±0,006	0,037 ±0,002 ΔΔΔ
6	12- 18	0,180 ±0,003 ***	0,528 ±0,008 ΔΔΔ***	0,168 ±0,003 ***	0,500 ±0,008 ΔΔΔ***	0,099 ±0,003 ***	0,288 ±0,008 ΔΔΔ***	0,419 ±0,002 ***	1,002 ±0,005 ΔΔΔ***	0,287 ±0,002 ***	1,005 ±0,002 ΔΔΔ***	0,037 ±0,002 ***	0,063 ±0,004 ΔΔ**
7	18- 24	0,370 ±0,006 ***	0,825 ±0,012 ΔΔΔ***	0,325 ±0,006 ***	0,683 ±0,010 ΔΔΔ***	0,192 ±0,006 *	0,335 ±0,010 ΔΔΔ*	0,709 ±0,004 ***	2,635 ±0,013 ΔΔΔ***	0,491 ±0,004 ***	1,505 ±0,008 ΔΔΔ***	0,075 ±0,005 *	0,102 ±0,006 Δ***
Вікова група		Хвильове число, см <sup>-1</sup>											
		D <sub>1</sub>		D <sub>2</sub>		D <sub>3</sub>		D <sub>4</sub>		D <sub>5</sub>		D <sub>6</sub>	
№	міс.	567		603		632		1047		1091		3433	
		♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀



8	24-30	0,420 ±0,006 **	0,270 ±0,004 $\Delta\Delta\Delta$ ***	0,367 ±0,006 **	0,216 ±0,004 $\Delta\Delta\Delta$ ***	0,190 ±0,006 ***	0,082 ±0,002 $\Delta\Delta\Delta$ ***	1,062 ±0,005 ***	0,675 ±0,003 $\Delta\Delta\Delta$ ***	0,648 ±0,005 ***	0,537 ±0,004 $\Delta\Delta\Delta$ ***	0,077 ±0,005	0,074 ±0,004 *
9	30-36	0,368 ±0,006 **	0,633 ±0,009 $\Delta\Delta\Delta$ ***	0,321 ±0,006 **	0,496 ±0,007 $\Delta\Delta\Delta$ ***	0,191 ±0,006 ***	0,269 ±0,008 $\Delta\Delta$ ***	0,718 ±0,004 ***	1,889 ±0,009 $\Delta\Delta\Delta$ ***	0,489 ±0,004 ***	1,184 ±0,010 $\Delta\Delta\Delta$ ***	0,040 ±0,002 **	0,101 ±0,006 $\Delta\Delta\Delta$ *
10	36-60	0,600 ±0,009 ***	0,672 ±0,010 $\Delta\Delta$ *	0,505 ±0,009 ***	0,624 ±0,010 $\Delta\Delta\Delta$ ***	0,186 ±0,005 **	0,362 ±0,011 $\Delta\Delta\Delta$ **	1,231 ±0,006 ***	2,020 ±0,010 $\Delta\Delta\Delta$ ***	0,912 ±0,007 ***	1,243±0,010 $\Delta\Delta\Delta$ *	0,084 ±0,005 **	0,128 ±0,008 $\Delta\Delta$ *
11	60-120	0,387 ±0,006 ***	0,165 ±0,003 ***	0,287 ±0,005 ***	0,150 ±0,002 $\Delta\Delta\Delta$ ***	0,174 ±0,005 ***	0,090 ±0,003 $\Delta\Delta\Delta$ ***	0,821 ±0,004 ***	0,344 ±0,002 $\Delta\Delta\Delta$ *	0,531 ±0,004 ***	0,237 ±0,002 $\Delta\Delta\Delta$ ***	0,048 ±0,003 **	0,041 ±0,003 ***

Примітка: \* $p \leq 0,05$ ; \*\* $p \leq 0,01$ ; \*\*\* $p \leq 0,001$  – у порівнянні між самцями і самками;  $\Delta p \leq 0,05$ ;  $\Delta\Delta p \leq 0,01$ ;  $\Delta\Delta\Delta p \leq 0,001$  – у порівнянні між наступною і попередньою групами.

Отримані, таким чином, середні значення ВОЩ ( $D$ ) для досліджуваних зразків тіла потиличної кістки ВРХ та їх статистичні похибки, наведено у табл. 6.1. Аналіз результатів показав, що між значеннями ВОЩ ( $D$ ) і віком тварин ( $T$ ) є суттєва статистична від'ємна кореляція. Отримані від'ємні значення свідчать про те, що значення ВОЩ ( $D$ ) тіла потиличної кістки зменшується з віком тварин ( $T$ ). Сильна від'ємна кореляція ( $r = -0,95$ ) реєструється для смуги поглинання  $571 \text{ см}^{-1}$  (рис. 6.2).

Найменшу відносну статистичну похибку мають виміри за значень хвильових чисел  $\nu = 1047 \text{ см}^{-1}$  та  $\nu = 1091 \text{ см}^{-1} - 0,5-1 \%$ ; у діапазоні хвильових чисел  $\nu = 567-632 \text{ см}^{-1}$  відносна похибка становить  $1,5-3 \%$ , а для значення хвильового числа  $\nu = 3433 \text{ см}^{-1}$  вона є найбільшою – близько  $6 \%$  (табл. 6.2).

Для моделювання залежності віку ВРХ від ВОЩ ( $D$ ) тіла потиличної кістки застосовано регресійний аналіз. Формула має такий загальний вигляд:

$$T = \frac{a[1 + \sin(b\sqrt{d} + c)]}{d} \quad (1)$$

де  $a$ ,  $b$  та  $c$  – параметри регресії, значення яких отримані методом найменших квадратів (табл. 6.2). Відповідні значення коефіцієнтів детермінації ( $R^2$ ) для кожного рівняння регресії (1) та його стандартної помилки у місяцях ( $S$ ), подано у табл. 6.2.

Аналіз статистичної похибки визначення віку ВРХ за спектроскопічними параметрами тіла потиличної кістки показав, що вона дещо більша для зазначеної кістки самок, ніж для самців за всіма хвильовими числами, за виключенням  $\nu = 1091$ . При цьому вік ВРХ можна визначати за ГЧ-спектрами пропускання озолоного тіла потиличної кістки від народження до 10-и річного віку зі стандартною похибкою в діапазоні від 3-х до 8-и місяців.

Таблиця 6.2

**Значення коефіцієнтів регресії ( $a$ ), детермінації ( $R^2$ ) та статистична похибка ( $S$ ) визначення віку ВРХ за ВОЩ тіла потиличної кістки**

Хвильове число, $\nu$ , $\text{см}^{-1}$	Коефіцієнти регресії						Коефіцієнт детермінації, $R^2$		Статистична похибка визначення віку, $S$ , міс.	
	$a$		$b$		$c$		$\text{♂}$	$\text{♀}$	$\text{♂}$	$\text{♀}$
	$\text{♂}$	$\text{♀}$	$\text{♂}$	$\text{♀}$	$\text{♂}$	$\text{♀}$				
567	15,0	15,0	60,0	50,0	-1,5	-1,5	0,961	0,982	5,97	6,09
603	13,0	15,0	70,0	50,0	1,5	-0,5	0,966	0,973	5,58	7,53
632	8,0	10,0	90,0	45,0	2,0	-1,2	0,970	0,986	5,15	5,45
1047	37,0	40,0	35,0	25,0	1,5	-2,3	0,978	0,976	4,54	7,11
1091	26,0	40,0	60,0	25,0	1,5	-2,3	0,952	0,988	6,64	5,08
3433	2,2	4,0	85,0	85,0	1,5	1,5	0,989	0,991	3,14	4,43

На рис. 6.2. криві, що відповідають рівнянню регресії (1) порівнюються з експериментальними даними. Найбільш інформативними в аспекті визначення віку та статі ВРХ за ВОЩ тіла потиличної кістки є ГЧ-спектри пропускання, які відповідають хвильовим числам  $\nu = 632 \text{ см}^{-1}$ ,  $\nu = 1091 \text{ см}^{-1}$  і

$\nu = 3433 \text{ см}^{-1}$ , на яких криві регресії (1) для самок та самців чітко відрізняються.

Для перевірки їх діагностичної інформативності застосовано «метод сліпого дослідження». Для цього відібрано колекцію черепів ВРХ від народження до 10-річного віку. Від черепів відібрано фрагменти тіла потиличної кістки і проведено їх спектроскопічне дослідження за методикою описаною вище. Згідно методики проведення ІЧ-досліджень та за формулою (1) з урахуванням даних табл. 6.2 були одержані такі значення ВОЩ цієї кісткової тканини: на смузі пропускання  $\nu = 567 \text{ см}^{-1}$ :  $D_1 = 0,49$  (цьому значенню відповідає тіло потиличної кістки самки ВРХ віком 57 міс. або самця віком 41 міс); на смузі поглинання  $\nu = 603 \text{ см}^{-1}$ :  $D_2 = 0,37$  (цьому значенню відповідає тіло потиличної кістки новонародженої самки або самця віком 39 міс).

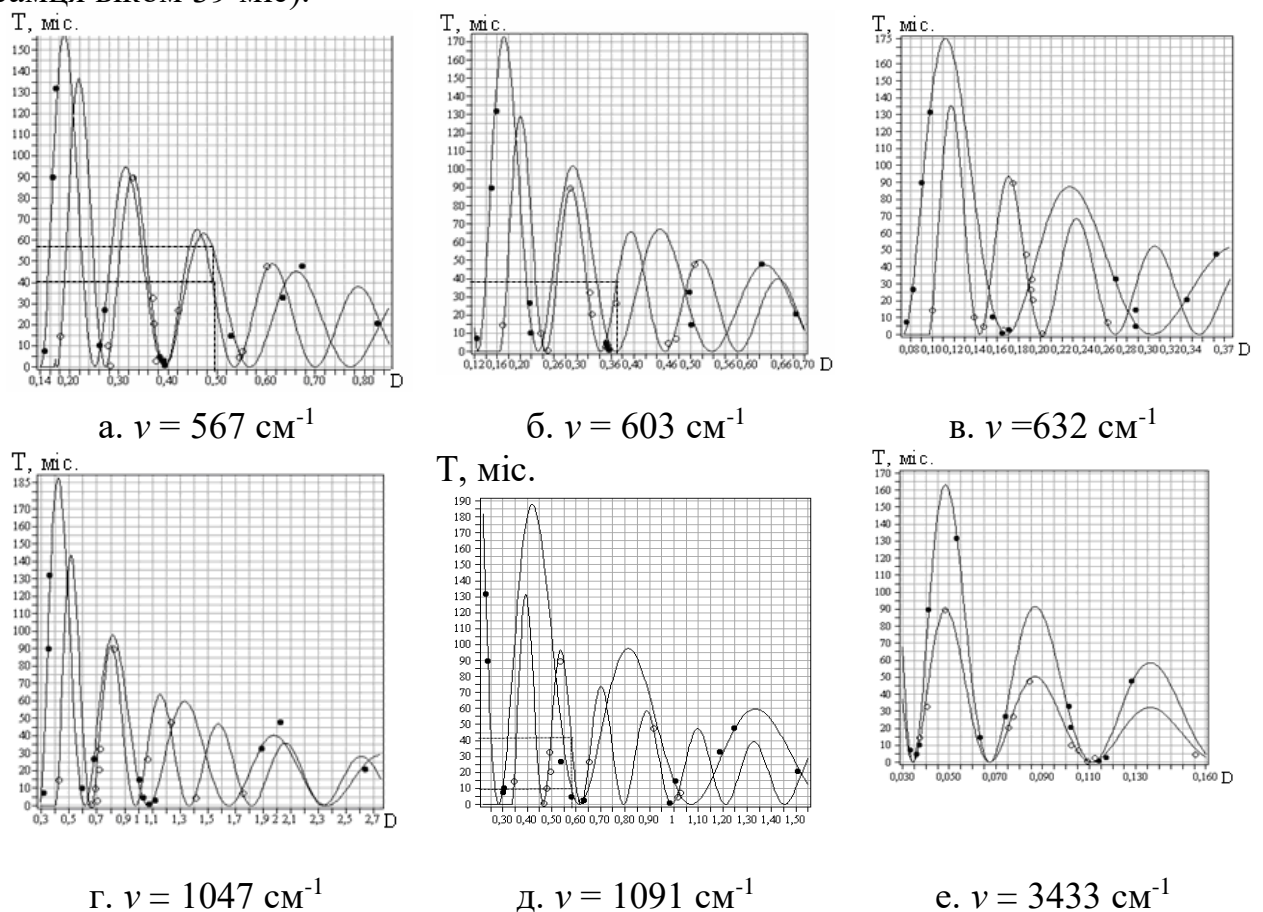


Рис. 6.2. Залежність віку ВРХ від ВОЩ тіла потиличної кістки за різного значення хвильових чисел ( $\nu$ ): ● – самки; ○ – самці

Згідно розробленого нами способу, для одночасного встановлення віку і статі тварини за значеннями ВОЩ потиличної кістки ВРХ, необхідно підставити у рівняння регресії (1), попередньо виміряні значення ВОЩ потиличної кістки ( $\nu$ ), як для самців, так і для самок, і одержати окремо набір оцінок значень віку ( $T_{1\delta}, T_{2\delta}, \dots, T_{k\delta}$  – для самців і  $T_{1\phi}, T_{2\phi}, \dots, T_{k\phi}$  – для самок), визначити середнє значення ( $M_{\delta}$  або  $M_{\phi}$ ) та відповідну дисперсію ( $D_{\delta}$  або  $D_{\phi}$ ). Стать тварини відповідає мінімальному значенню дисперсії ( $D_{\delta}$  або  $D_{\phi}$ ), а її середній вік – це відповідне значення  $M_{\delta}$  або  $M_{\phi}$ .

Порівнявши отримані результати цих досліджень, робимо висновок, що тіло потиличної кістки належить самцеві віком 39-41 міс.

Для більшої достовірності визначали ВОЩ на іншій смузі пропускання. Наприклад, на смузі  $\nu = 1091 \text{ см}^{-1}$ :  $D_3 = 0,58$  (цьому значенню ВОЩ відповідає тіло потиличної кістки самки віком 10 міс. або самця віком 42 міс).

Остаточний результат: тіло потиличної кістки належить самцеві віком 39-42 міс., що знаходиться у межах статистичної похибки. Відповідні виміряні значення ВОЩ та розраховані значення віку ВРХ наведені на рис. 6.2. а, б, д пунктиром.

Таким чином, метод інфрачервої спектроскопії дозволив встановити вік тварини за спектроскопічними параметрами тіла потиличної кістки і дав можливість констатувати, що виявлена голова з великою мірою вірогідності належать саме викраденому й забитому бикові.

Отже, доведена можливість визначення віку та статі ВРХ за ІЧ-спектрами пропускання озолоного зразка тіла потиличної кістки ВРХ у віковому діапазоні від народження до 10-річного віку зі стандартною похибкою визначення в діапазоні від 3-х до 8-ми місяців. Встановлення віку і статі ВРХ необхідно проводити шляхом визначення ВОЩ озолених кісток черепа (або їх фрагментів) на кількох (не менш двох) смугах ІЧ-пропускання. Встановлення віку і статі ВРХ можуть бути проведені на анатомічно-цілому, а також спаленому матеріалі.

## **6.2. Аналіз спектроскопічних параметрів верхньощелепної кістки ВРХ в залежності від віку та статі**

Типовий спектр пропускання інфрачервоних (ІЧ) променів через досліджуваний озолений зразок ВЩК подано на рис. 6.3. Встановлено, що смуги поглинання:  $\nu = 567 \text{ см}^{-1}$ ,  $\nu = 603 \text{ см}^{-1}$ ,  $\nu = 632 \text{ см}^{-1}$ ,  $\nu = 1047 \text{ см}^{-1}$ ,  $\nu = 1091 \text{ см}^{-1}$  та  $\nu = 3433 \text{ см}^{-1}$  присутні у спектрах усіх зразків, проте кількісна їх характеристика залежить від віку та статі тварини.

Під час переходу від зразка до зразка зазначені смуги можуть зміщуватися на одиниці  $\text{см}^{-1}$ , тому наведені вище значення є усередненими за усіма спектрами, які досліджували.

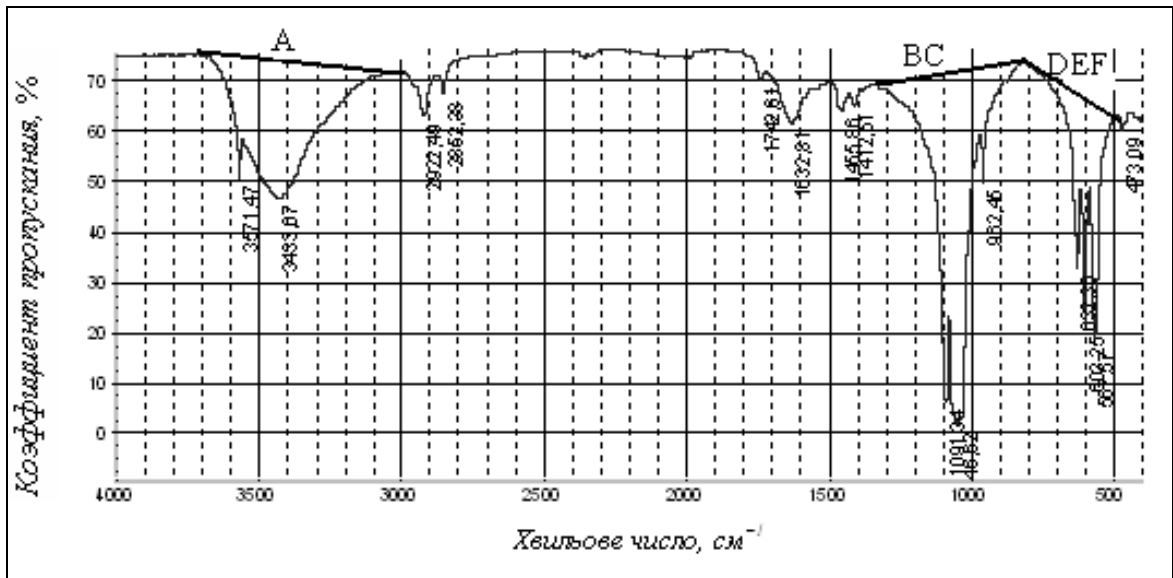


Рис. 6.3. Типовий ІЧ-спектр озолоного зразка тіла верхньощелепної кістки самця ВРХ (5 років). «Avatar-360» з Фур'є перетворювачем

Для виключення дифузне (фонове) ослаблення випромінювання ми застосували найбільш поширений метод базисної лінії [289]. Для цього провели три базисні лінії, які інтерполюють фонові умови на виділених ділянках.

На базисних лініях визначали точки А, В, С, D, Е и F, які відповідають хвильовим числам  $\nu = 3433 \text{ cm}^{-1}$ ,  $\nu = 1091 \text{ cm}^{-1}$ ,  $\nu = 1047 \text{ cm}^{-1}$ ,  $\nu = 632 \text{ cm}^{-1}$ ,  $\nu = 603 \text{ cm}^{-1}$  і  $\nu = 567 \text{ cm}^{-1}$  (рис. 6.3).

Отримані, таким чином, середні значення ВОЩ для досліджуваних зразків ВЩК ВРХ та їх статистичні похибки наведено в табл. 6.3.

Таблиця 6.3.

Відносна оптична щільність верхньощелепної кістки залежно від віку та статі ВРХ, од., n=3, M±m

Вікова група		Хвильове число, см <sup>-1</sup>											
		D <sub>1</sub>		D <sub>2</sub>		D <sub>3</sub>		D <sub>4</sub>		D <sub>5</sub>		D <sub>6</sub>	
№	міс.	567		603		632		1047		1091		3433	
		♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
1	0-2	0,547 ±0,008	0,541 ±0,008	0,452 ±0,008	0,438 ±0,007	0,239 ±0,007	0,269 ±0,008 <sup>Δ</sup>	1,530 ±0,008	1,905 ±0,010 ΔΔΔ	0,956 ±0,008	1,002 ±0,002 ΔΔ	0,095 ±0,006	0,195 ±0,012 ΔΔ
2	2-4	0,719 ±0,010 ***	0,580± 0,009 ΔΔΔ*	0,721 ±0,012 ***	0,451 ±0,007 ΔΔΔ	0,343 ±0,010 **	0,284 ±0,008 ΔΔ	1,983 ±0,011 ***	1,850 ±0,009 ΔΔΔ*	1,025 ±0,008* *	1,081 ±0,001 ΔΔ***	0,107 ±0,006	0,215 ±0,013 ΔΔ
3	4-6	0,760 ±0,011* ***	0,517 ±0,008 ΔΔΔ**	0,696 ±0,0120	0,468 ±0,007 ΔΔΔ	0,327 ±0,010	0,276 ±0,008 ΔΔΔ	2,598 ±0,013 ***	1,009 ±0,005 ΔΔΔ***	1,608 ±0,013 ***	0,954 ±0,008 ΔΔΔ***	0,134 ±0,008 *	0,068 ±0,004 ΔΔ***
4	6-9	0,764 ±0,012	0,252 ±0,004 ΔΔΔ***	0,728 ±0,012	0,154 ±0,002 ΔΔΔ***	0,444 ±0,013 **	0,115 ±0,004 ΔΔΔ***	2,579 ±0,013	0,368 ±0,002 ΔΔΔ***	1,570 ±0,013	0,442 ±0,004 ΔΔΔ***	0,136 ±0,008	0,165 ±0,010 ***
5	9-12	0,575 ±0,009 ***	0,106 ±0,002 ΔΔΔ***	0,553 ±0,009 ***	0,132 ±0,002 ΔΔΔ**	0,326 ±0,010 **	0,052 ±0,003 ΔΔΔ***	1,690 ±0,009 ***	0,284 ±0,001 ΔΔΔ***	1,053 ±0,008 ***	0,160 ±0,001 ΔΔΔ***	0,105 ±0,006* ***	0,151 ±0,009 <sup>Δ</sup>
6	12-18	0,579 ±0,009	0,454 ±0,007 ΔΔΔ***	0,555 ±0,009	0,392 ±0,006 ΔΔΔ***	0,320 ±0,009	0,251 ±0,007 ΔΔ***	1,489 ±0,007 ***	1,068 ±0,005 ΔΔΔ***	0,887 ±0,007 ***	0,528 ±0,004 ΔΔΔ***	0,057 ±0,003 **	0,063 ±0,004 **

продовження таблиці 6.3

Вікова група		Хвильове число, см <sup>-1</sup>											
		D <sub>1</sub>		D <sub>2</sub>		D <sub>3</sub>		D <sub>4</sub>		D <sub>5</sub>		D <sub>6</sub>	
№	міс.	567		603		632		1047		1091		3433	
		♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
7	18-24	0,521 ±0,008 **	0,464 ±0,007 ΔΔΔ	0,444 ±0,007 ***	0,389 ±0,006 ΔΔΔ	0,252 ±0,008 **	0,171 ±0,005 ΔΔ***	1,401 ±,007 ***	1,114 ±0,006 ΔΔΔ**	0,509 ±0,004 ***	0,844 ±0,007 ΔΔΔ***	0,089 ±0,005 **	0,071 ±0,004 Δ***
8	24-30	0,377 ±0,006 **	0,478 ±0,007 ΔΔΔ	0,270 ±0,005 ***	0,491 ±0,007 <sup>Δ</sup> ΔΔ***	0,218 ±0,006* ***	0,244 ±0,007 Δ**	0,794 ±0,004 ***	1,695 ±0,009 ΔΔΔ***	0,523 ±0,004 ***	0,884 ±0,007 ΔΔΔ*	0,055 ±0,003 **	0,075 ±0,005 Δ
9	30-36	0,283 ±0,004 **	0,671 ±0,010 ΔΔΔ***	0,275 ±0,005 ***	0,555 ±0,008 ΔΔΔ**	0,214 ±0,006 ***	0,330 ±0,010 ΔΔΔ**	0,594 ±0,003 ***	2,517 ±0,013 ΔΔΔ***	0,394 ±0,003 ***	1,291 ±0,010 ΔΔΔ***	0,038 ±0,002 ***	0,099 ±0,006 ΔΔΔ*
10	36-60	0,513 ±0,008 ***	0,435 ±0,007 ΔΔ***	0,427 ±0,007 ***	0,354 ±0,006 ΔΔ***	0,215 ±0,006 ***	0,222 ±0,006 ***	1,281 ±0,006 ***	1,483 ±0,007 ΔΔΔ***	0,822 ±0,007 ***	0,770 ±0,006 ΔΔ***	0,083 ±0,005 **	0,096 ±0,006 ***
11	60-120	0,474 ±0,007* ***	0,074 ±0,001 ΔΔΔ***	0,410 ±0,007 ***	0,074 ±0,001 ΔΔΔ***	0,277 ±0,008 **	0,045 ±0,001 ΔΔΔ***	1,107 ±0,006 ***	0,241 ±0,001 ΔΔΔ***	0,694 ±0,006 ***	0,105 ±0,008 ΔΔΔ***	0,047 ±0,003 **	0,083 ±0,005 ΔΔ

Примітка: \* $p \leq 0,05$ ; \*\* $p \leq 0,01$ ; \*\*\* $p \leq 0,001$  – у порівнянні між самцями і самками; <sup>Δ</sup> $p \leq 0,05$ ; <sup>ΔΔ</sup> $p \leq 0,01$ ; <sup>ΔΔΔ</sup> $p \leq 0,001$  – у порівнянні між наступною і попередньою групами.

Аналіз результатів дослідження показав, що між значеннями ВОЩ ( $D$ ) і віком тварин ( $T$ ) є суттєва статистична від’ємна кореляція. Отримані від’ємні значення свідчать про те, що значення ВОЩ ( $D$ ) ВЩК зменшується з віком тварин ( $T$ ). Сильна від’ємна кореляція ( $r = -0,95$ ) реєструється для смуги поглинання  $571 \text{ см}^{-1}$  (рис. 6.4).

З цієї таблиці можна бачити, що найменшу відносну статистичну похибку мають виміри при значеннях хвильових чисел  $1047 \text{ см}^{-1}$  та  $1091 \text{ см}^{-1}$  (від 0,5 % до 1 %); в діапазоні від  $567 \text{ см}^{-1}$  до  $632 \text{ см}^{-1}$  відносна похибка становить від 1,5 до 3 %, а для значення  $3433 \text{ см}^{-1}$  вона є найбільшою – близько 6 %.

Для моделювання залежності віку ВРХ від ВОЩ ВЩК було застосовано формулу (1), у якому  $a$ ,  $b$  та  $c$  – коефіцієнти регресії, значення яких отримані методом найменших квадратів на контрольному краніологічному матеріалі, константи. Також розраховано відповідні значення коефіцієнтів детермінації ( $R^2$ ) для кожного рівняння та його стандартної помилки у місяцях ( $S$ ) (табл. 6.4).

Таблиця 6.4

**Значення коефіцієнтів регресії ( $a$ ), детермінації ( $R^2$ ) та статистична похибка ( $S$ ) визначення віку ВРХ за спектроскопічними параметрами верхньощелепної кістки**

Хвильове число, $\nu$ , $\text{см}^{-1}$	Параметри регресії						Коефіцієнт детермінації, $R^2$		Статистична похибка визначення віку, $S$ , міс.	
	$a$		$b$		$c$		$\text{♂}$	$\text{♀}$	$\text{♂}$	$\text{♀}$
	$\text{♂}$	$\text{♀}$	$\text{♂}$	$\text{♀}$	$\text{♂}$	$\text{♀}$				
567	21,0	12,0	55,0	30,0	1,5	1,7	0,972	0,971	5,42	7,74
603	18,0	9,0	75,0	45,0	-2,0	0,0	0,958	0,978	6,69	6,73
632	13,0	5,5	63,0	65,0	-0,5	2,0	0,957	0,974	6,79	7,25
1047	50,0	40,0	15,0	15,0	-1,5	2,5	0,974	0,970	5,24	7,88
1091	31,0	20,0	20,0	20,0	-2,5	3,5	0,989	0,984	3,38	5,71
3433	2,1	4,0	95,0	90,0	0,0	0,3	0,985	0,974	4,02	7,28

Аналіз статистичної похибки визначення віку ВРХ за спектроскопічними параметрами ВЩК показав, що вона дещо більша для зазначеної кістки самок, ніж для самців за всіма хвильовими числами, за виключенням  $\nu = 1091$ . При цьому, вік ВРХ можна визначати за ІЧ-спектрами пропускання озолоного ВЩК ВРХ від народження до 10-и річного віку зі стандартною похибкою в діапазоні від 3-х до 8-и місяців. На рис. 6.4 криві, які відповідають рівнянню регресії (1) порівнюються з експериментальними даними.



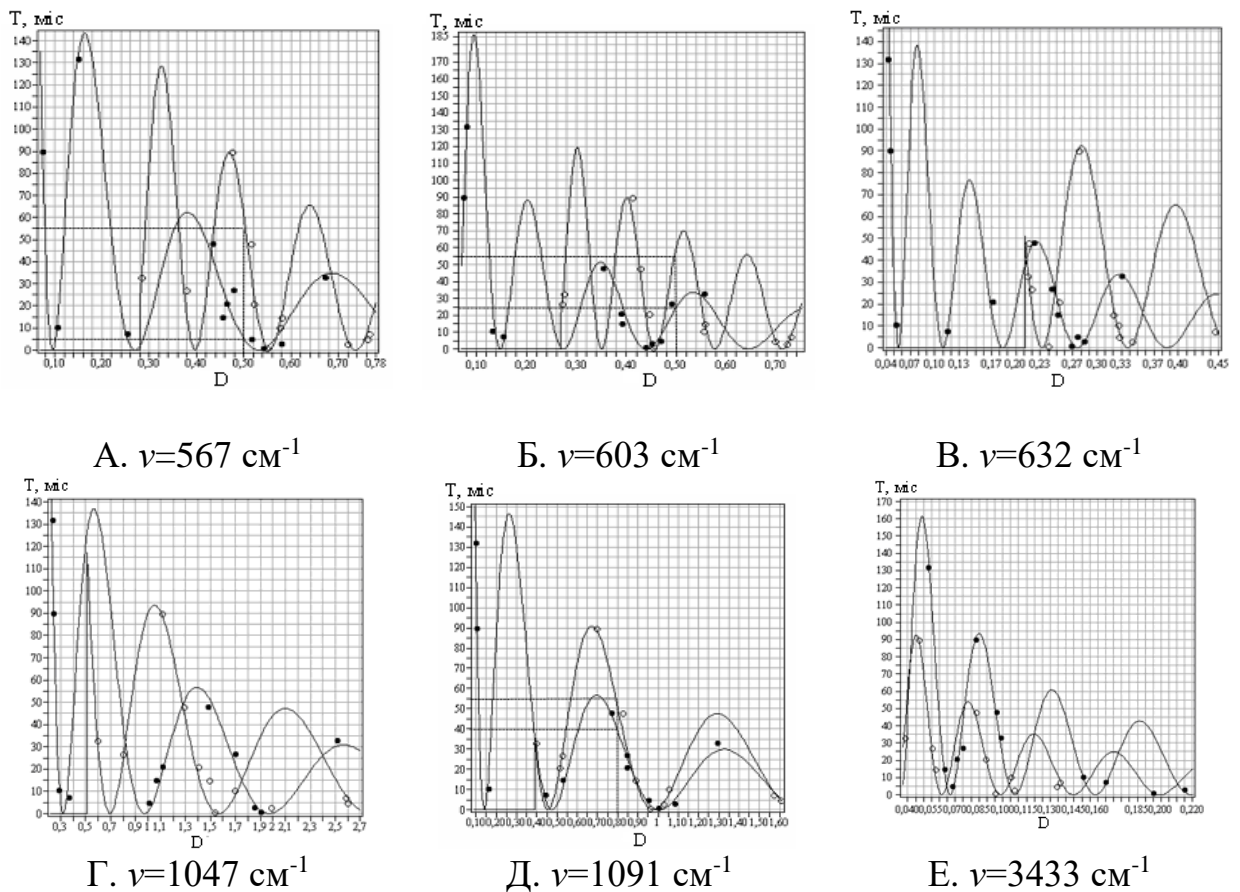


Рис. 6.4. Залежність віку ВРХ від ВОЩ верхньощелепної кістки: ● – самки; ○ – самці

Найбільш інформативними в аспекті визначення віку та статі ВРХ за ВОЩ ВЩК є ІЧ-спектри пропускання, що відповідають хвильовим числам  $\nu = 567 \text{ см}^{-1}$ ,  $\nu = 603 \text{ см}^{-1}$ ,  $\nu = 632 \text{ см}^{-1}$ ,  $\nu = 1047 \text{ см}^{-1}$  і  $\nu = 3433 \text{ см}^{-1}$ , для яких криві регресії для самок та самців добре розділяються.

Інформативність виміряних значень відносної оптичної щільності озолених кісток черепа (ВОЩ) за хвильових чисел:  $\nu = 567 \text{ см}^{-1}$  (ознака  $j_1$ );  $\nu = 603 \text{ см}^{-1}$  (ознака  $j_2$ );  $\nu = 632 \text{ см}^{-1}$  (ознака  $j_3$ );  $\nu = 1047 \text{ см}^{-1}$  (ознака  $j_4$ );  $\nu = 1091 \text{ см}^{-1}$  (ознака  $j_5$ ) та  $\nu = 3433 \text{ см}^{-1}$  (ознака  $j_6$ ) для визначення статі ВРХ за значеннями відстані Махалонобіса наведена на рис. 6.5.

Таким чином, застосування всіх шести ознак ВОЩ ( $j_1$ – $j_6$ ) збільшує відстань Махалонобіса ( $\delta$ ) з кожним вимірюванням майже лінійно 3,77 до 9,88 одиниць, а ймовірність помилки визначення статі ВРХ при цьому зменшується з 5,9 до 0 %. Проте найбільш інформативною є ознака  $j_2$  ( $\nu = 603 \text{ см}^{-1}$ ), бо за її застосування відстань Махалонобіса ( $\delta$ ) збільшується з 3,77 до 5,25 одиниць, а ймовірність помилки статі ВРХ суттєво знижується з 5,9 до 0,9 %.

Розраховане, таким чином, рівняння регресії (1) склало основу способу діагностики віку ВРХ за ВОЩ ВЩК. Для перевірки їх діагностичної інформативності застосовано «метод сліпого дослідження». Для цього відібрано колекцію черепів ВРХ від народження до 10-річного віку.

Визначення проводили таким чином. Із обставин кримінальної справи відомо, що в агрофірмі «А» було викрадено з молочно-товарної ферми бика віком 4 роки 6 місяців (за даними зоотехнічної документації). Згодом, в результаті слідчих дій, в лісі було виявлено голову тварини. М'які тканини на них були частково згнивші, а частково висохші. Під час проведення судово-ветеринарної експертизи встановлено, що досліджений об'єкт є головою ВРХ. Для встановлення віку тварини було відібрано фрагменти ВЦК і проведено їх спектроскопічне дослідження.

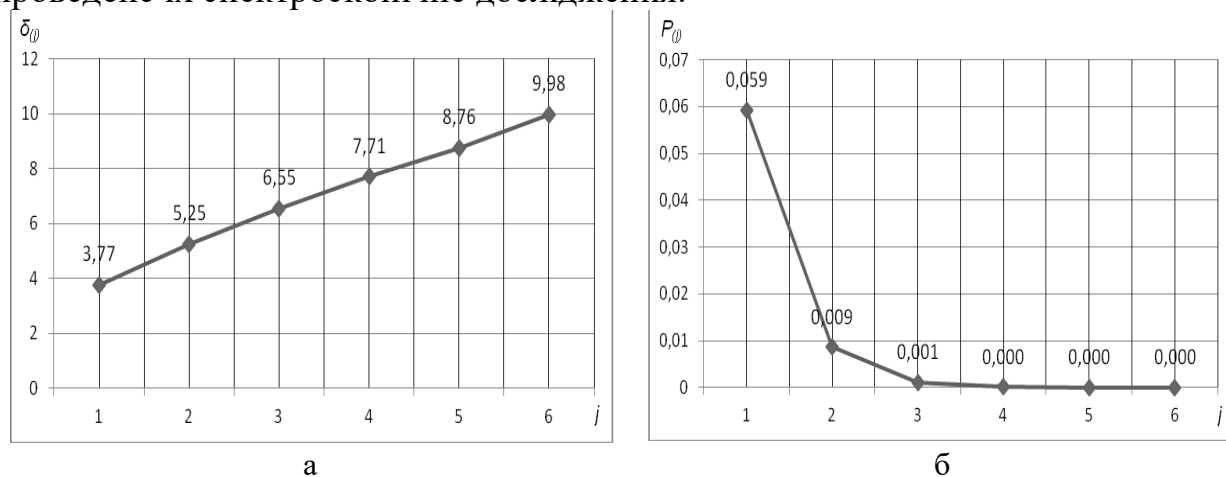


Рис. 6.5. Інформативність значень ВОЩ озолених кісток черепа для визначення статі ВРХ: а – відстані Махаланобіса ( $\delta$ ); б – ймовірності помилки визначення статі ВРХ ( $P_j$ )

Згідно з методикою проведення ІЧ-досліджень та за формулою (1) були одержані такі значення ВОЩ цієї кістки: на смузі пропускання  $567 \text{ см}^{-1}$   $D_1 = 0,60$  (цьому значенню відповідає ВЦК самки віком 5 міс. або самця віком 55 міс); на близькій смузі  $603 \text{ см}^{-1}$   $D_2 = 0,50$  (цьому значенню відповідає ВЦК самки віком 25 міс., або самця віком 55 міс).

Згідно розробленого нами способу, для одночасного встановлення віку і статі тварини за значеннями ВОЩ ВЦК ВРХ, необхідно підставити у рівняння регресії (1), виміряні значення ВОЩ ВЦК ( $\nu$ ), як для самців, так і для самок, і одержати окремо набір оцінок значень віку ( $T_{1\delta}, T_{2\delta}, \dots, T_{k\delta}$  – для самців і  $T_{1\phi}, T_{2\phi}, \dots, T_{k\phi}$  – для самок), визначити середні значення ( $M_\delta$  або  $M_\phi$ ) та відповідну дисперсію ( $D_\delta$  або  $D_\phi$ ). Стать тварини відповідає мінімальному значенню дисперсії ( $D_\delta$  або  $D_\phi$ ), а її середній вік – це відповідне значення  $M_\delta$  або  $M_\phi$ .

Порівнявши отримані результати, можна зробити висновок, що досліджена ВЦК належить самцеві віком 55 міс.

Для більшої достовірності визначають ВОЩ на іншій смузі пропускання. Наприклад, на смузі  $\nu = 1091 \text{ см}^{-1}$ ,  $D_3 = 0,80$ . Цьому значенню ВОЩ відповідає ВЦК самки віком 40 міс., або самця віком 55 міс.

Остаточо можна зробити висновок: ВЦК належить самцеві віком 55 міс. (4 роки і 7 міс.).

## Розділ 7

# РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВІКУ І СТАТІ ВРХ ЗА НОСОМОЗКОВИМ ВІДДІЛОМ ЧЕРЕПА НА РІЗНИХ РІВНЯХ ЙОГО СТРУКТУРНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ

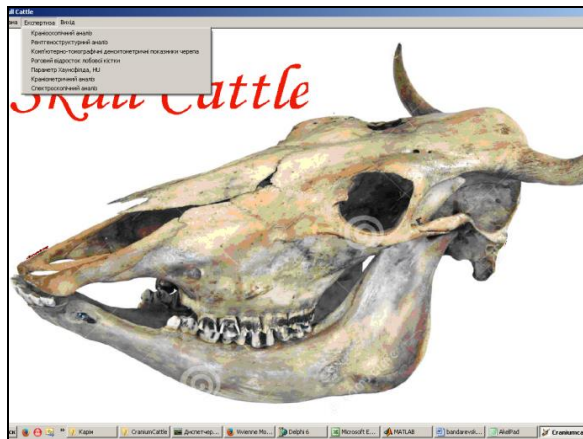
Завданням останнього розділу монографічної роботи було створити комп'ютерну програму «*Skull Cattle*», котра б автоматизувала та інтегрувала результати краніоскопічного, рентгеноструктурного, КТ-денситометричного, спектроскопічного, краніометричного методів дослідження. Метою її створення було інтегрувати способи визначення віку і статі ВРХ за морфологічними особливостями черепа, автоматизувати процеси проведення окремих дослідницьких операцій, зменшення затрат часу на краніологічні експертизи і зменшення трудоемності експертів, автоматизувати розрахункову складову дослідження, отримати логістичну систему експертної технології.

Розроблена програма оцінює отримані результати за анатомічно-цілими черепами, або їх фрагментами. Управління програмою здійснюється операційною системою *Windows XP*, а також більш сучасними версіями *Windows*. Панель керування програми «*Skull Cattle*» подана у вікні (рис. 7.1 а).

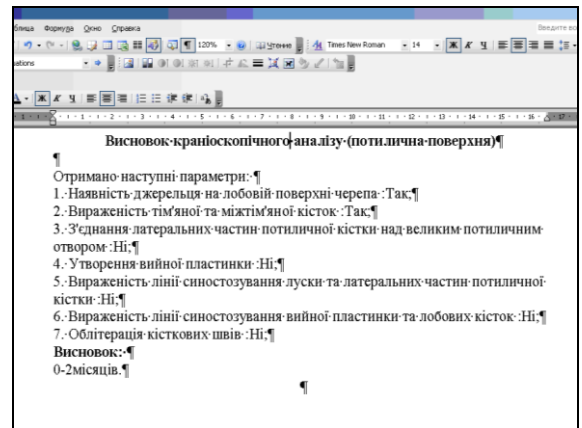
Кожний вид експертизи і відповідне йому робоче вікно викликається пунктом в меню «Експертиза», зокрема «Краніоскопічний аналіз», «Рентгеноструктурний аналіз», «Комп'ютерно-томографічні денситометричні показники черепа», «Роговий відросток лобової кістки», «Параметр Хаунсфілда», «Краніометричний аналіз», «Спектроскопічний аналіз».

Кожне робоче вікно спеціалізоване відповідно до вхідних даних, але обов'язково у нижній частині робочого вікна міститься кнопка для розрахунку результату – «*Результат*»; значення віку й статі (в залежності від методу експертизи може бути відсутнім), а також кнопка для генерації результатів дослідження «*Протокол дослідження*» (рис. 7.1 б).

Послідовність уведення значень у одному вікні програми або послідовність використання віком програми не має значення. Можна залишити порожнім поле для введення даних у разі, якщо є сумніви щодо ознаки. На будь-якому етапі дослідження можна отримати результат – вік і стать тварини. Складений документ, як текстовий файл (рис. 7.1 б) можна додати до іншого документа, у т.ч. експертного висновку.



а



б

Рис. 7.1. Комп'ютерна програма «Skull Cattle». Копія екрана монітора комп'ютера: а – панель керування програми; б – приклад згенерованого звіту програмним засобом

Меню «Краніоскопічний аналіз» відкриває вікно, основною функцією якого є автоматичне визначення віку ВРХ за результатами краніоскопічних даних (розділ 3), які експерт отримує на досліджуваному матеріалі та вводить ці дані у поля введення.

Вікно «Краніоскопічний аналіз» (рис. 7.2 а) складається з рядків, що показують краніоскопічні параметри, які можна описати на черепі (наявність джерельця на лобовій поверхні черепа, вираженість тім'яної та міжтім'яної кісток, утворення вийної пластинки тощо). Причому ці параметри згруповані на чотири вкладки, відповідно до поверхні черепа («Потилична поверхня черепа», «Дорсальна поверхня черепа», «Вентральна поверхня черепа», «Латеральна поверхня черепа»).

Експерт визначає наявність показника і вводить отримані значення у відповідні вікна введення робочої зони вікна програми (шляхом вибору показника з випадаючого списку «Так» або «Ні»).

Командою «Результат», напроти кнопки з'являється цифра, котра вказує вік тварини у місяцях. У тому випадку, якщо сукупність проаналізованих ознак з будь-якої причини не узгоджуються між собою, то в панелі «результат» з'являється повідомлення «Не можливо встановити» (рис. 7.4 а). За такої ситуації необхідно анулювати введені варіанти і повторно ввести уточнені дані.

У вікно «Рентгеноструктурний аналіз» (рис. 7.2 б) вводяться рентгеноструктурні показники (злиття базисфеноїду з пресфеноїдом без видимих меж, поява рентген-щільних ліній м'язових горбків, тощо). Процес введення даних і отримання результату проводиться аналогічно, як для краніоскопічного аналізу. Робота вікна «Рентгеноструктурний аналіз» базується на основі запропонованого оригінального аналізу, описаного у підрозділі 4.1.

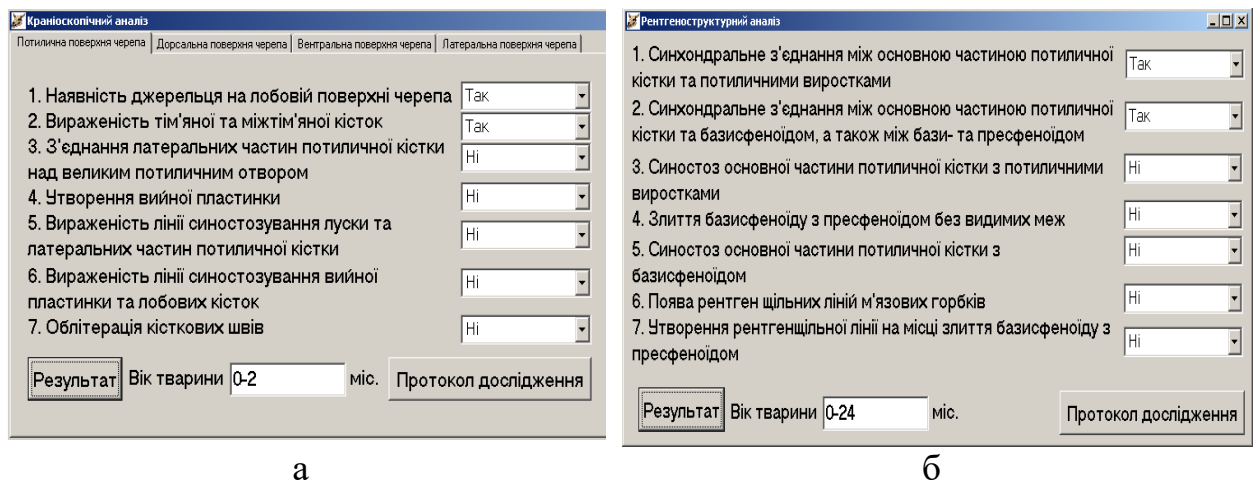


Рис. 7.2. Комп'ютерна програми «Skull Cattle». Копія екрана монітора комп'ютера: а – вікно «Краніоскопічний аналіз»; б – вікно «Рентгеноструктурний аналіз»

У вікно «Комп'ютерно-денситотомографічні показники черепа» (рис. 7.4) вводяться відповідні значення, при чому, при недостатності показників з'явиться повідомлення з описанням необхідних показників, які треба ввести. Розрахунок проводиться за оригінальною формулою. Робота вікна «Комп'ютерно-денситотомографічні показники черепа» базується на основі запропонованого оригінального аналізу описаного у підрозділах 4.2-4.3.

У вікно «Роговий відросток лобової кістки» (рис. 7.3 б) та «Параметр Хаунсфілда» (рис. 7.4 а) вводяться відповідні показники.

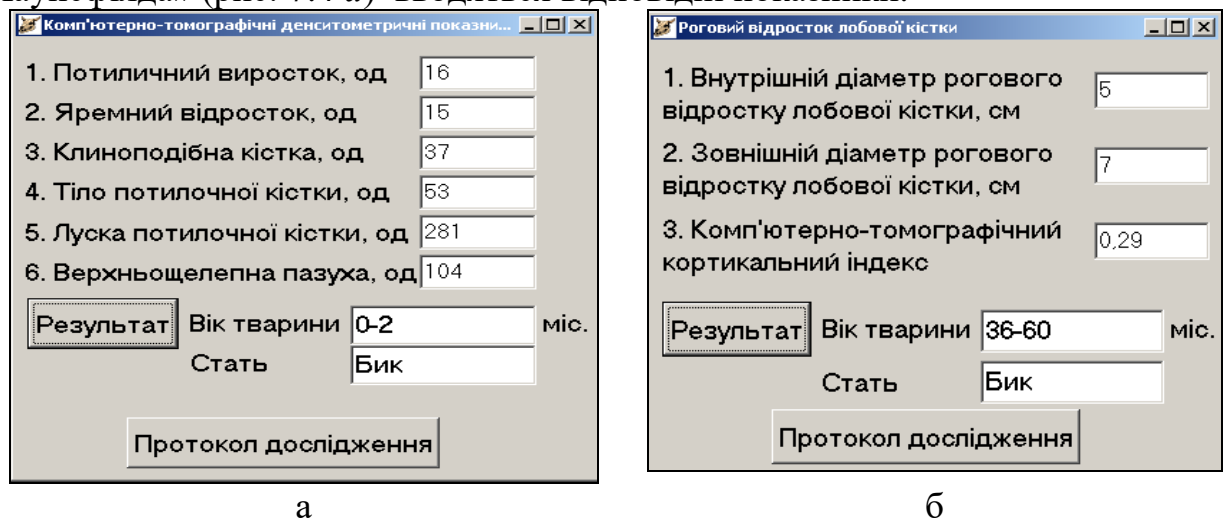


Рис. 7.3. Комп'ютерна програми «Skull Cattle». Копія екрана монітора комп'ютера: а – вікно «Комп'ютерно-денситотомографічні показники черепа»; б – вікно «Роговий відросток лобової кістки»

Процес введення даних і отримання результату проводиться аналогічно, як для вікна «Комп'ютерно-денситотомографічні показники черепа». Розрахунок проводиться автоматично за оригінальною формулою, яка є невід'ємною частиною програми. Робота вікна «Роговий відросток лобової кістки» базується на основі запропонованого оригінального аналізу описаного у підрозділах вище.

Вікно «Краніометричний аналіз» (рис. 7.4 б) складається з двох частин, зокрема, «Нелінійні краніометричні показники» та «Лінійні краніометричні показники». У вікні «Нелінійні краніометричні показники», розрахунок віку та статі проводиться на основі маси, об'єму та щільності черпа. В свою чергу, вікно «Лінійні краніометричні показники» поділяється ще на чотири підпункти (три поверхні та краніометричні індекси). Розрахунок проводиться, виходячи з оригінальної формули. Робота вікна «Краніометричний аналіз» базується на основі запропонованого оригінального аналізу, описаного у підрозділах 5.1-5.4.

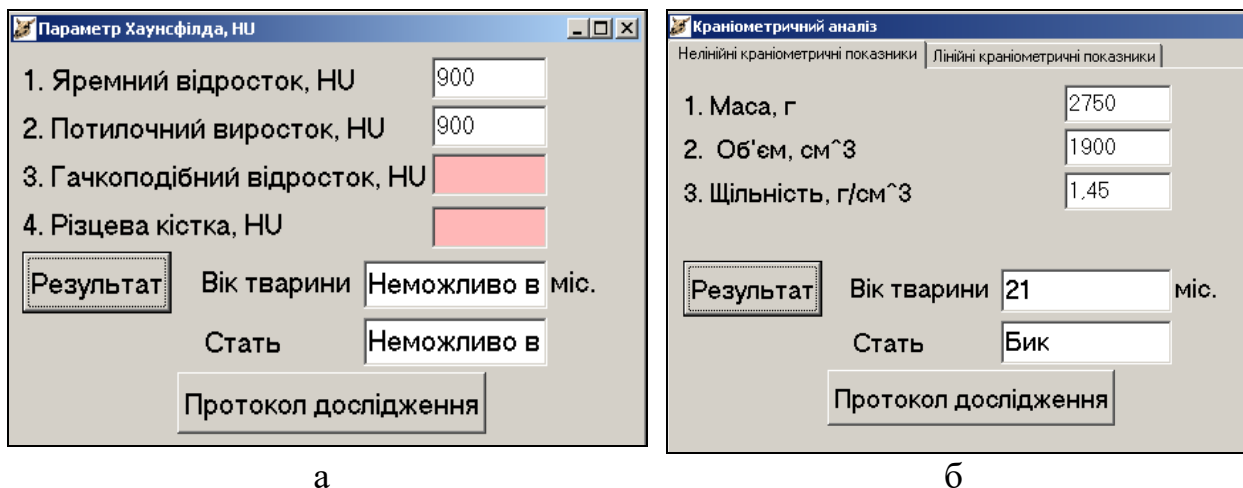


Рис. 7.4. Комп'ютерна програма «Skull Cattle». Копія екрана монітора комп'ютера: а – вікно «Параметр Хаунсфілда»; б – вікно «Краніометричний аналіз»

Вікно «Спектроскопічний аналіз» (рис. 7.5 а) складається з двох робочих вкладок («Потилична кістка», «Верхньощелепна кістка»).

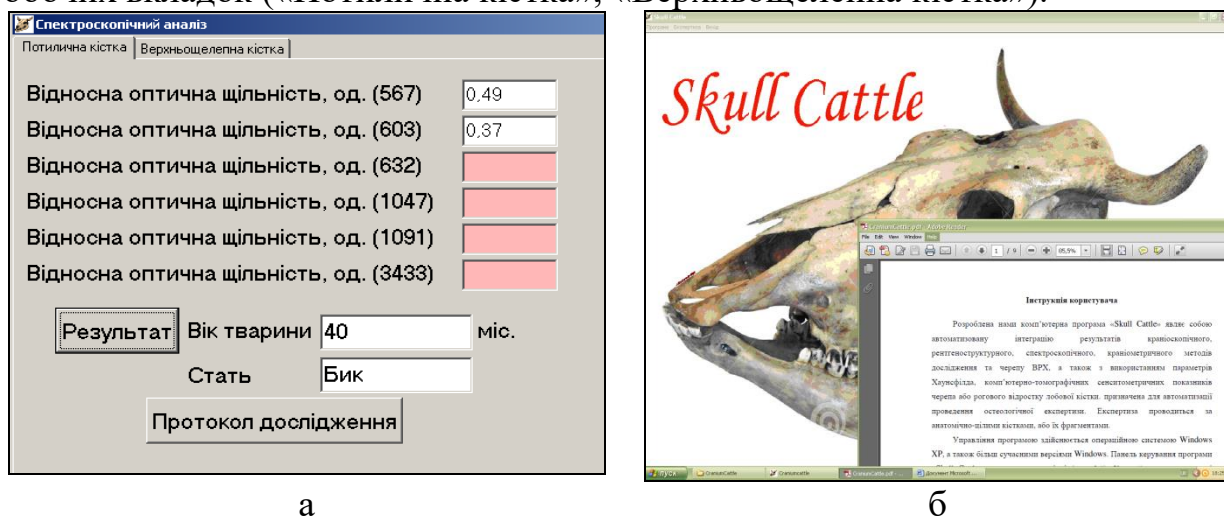


Рис. 7.5. Комп'ютерна програма «Skull Cattle». Копія екрана монітора комп'ютера: а – вікно «Спектроскопічний аналіз»; б – меню «Інструкція»

Ввівши відповідні значення відносної оптичної щільності на певній довжині хвилі, проводиться розрахунок віку та статі ВРХ. Розрахунок

проводиться виходячи з оригінального підходу, описання якого наведено у підрозділах вище.

Значення вимірювань виражається у вигляді цілих чи дробових чисел. Дробова частина числа від цілої відділяється комою.

Меню комп'ютерної програми «*Skull cattle*» «Програма» містить структурні підрозділи: «Про авторів» – інформація про авторів, які розробили комп'ютерну програму «*Skull cattle*», «Інструкція» – вказівки щодо користування програмою (рис. 7.6, 7.5 б).

Проведені експериментальні остеологічні дослідження із залученням авторської комп'ютерної програми «*Skull Cattle*» гарантують правильність досліджень у разі визначення віку ВРХ за залишками, сприяють зручності в роботі, скорочують термін експертиз на 50 %.

Остаточне значення віку з використанням комп'ютерної програми «*Skull Cattle*» необхідно обґрунтовувати співпадінням комплексу ознак, які встановлені в процесі проведення конкретної краніологічної експертизи.

Зазначаємо, що які б не були досконалі комп'ютерні технології, остаточне вирішення питання щодо віку тварини за кістковими фрагментами залишається за експертом, він же особисто несе відповідальність за висновок.

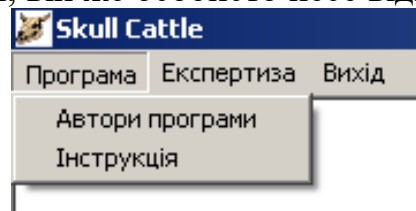


Рис. 7.6. Робоче вікно програми «*Skull cattle*» (меню «Програма»). Копія екрана монітора комп'ютера

## Розділ 8

# АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ КРИТЕРІЇВ ВИЗНАЧЕННЯ ВІКУ І СТАТІ ВРХ МОЛОЧНОГО НАПРЯМУ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗА МОРФОЛОГІЧНИМИ ОСОБЛИВОСТЯМИ НОСОМОЗКОВОГО ВІДДІЛУ ЧЕРЕПА

Підвищення якості судово-ветеринарних експертиз базується на розробці нових і удосконаленні класичних методів дослідження. Цей процес неможливий без глибоких знань закономірностей індивідуального розвитку організму тварини в цілому та окремих його органів і систем, в особливості.

Серед всього розмаїття біологічного матеріалу досить інформативним для судово-ветеринарної експертизи є череп, на що вказують: Рудик С. К., [18]; Р. И. Лихотоп [17]; І. В. Яценко [88, 283]; В. Л. Фенцик [90, 114]; О. В. Коченкова [110]; В. Н. Звягин [207]; А. И. Холамов [235].

Череп, як такий, що не являє особливої товарної та харчової цінності залишають неподалік від місця забою на м'ясо, викраденої тварини, місця браконьєрства тощо. Тому проведення судово-ветеринарної краніологічної експертизи цього матеріалу має базуватися на науковообґрунтованих, апробованих методичних рекомендаціях, інструкціях, котрі включають комплекс структурних критеріїв у широкому віковому діапазоні. Їх обмеженість не дозволяє досягти такої мети.

Проведені нами комплексні морфологічні дослідження черепів ВРХ у широкому віковому діапазоні, з урахуванням статі та віку тварин для завдань судово-ветеринарної експертизи, є перспективним науковим напрямом для поглибленого дослідження окремих структур черепа, зокрема рогового відростку лобової кістки, додаткових носових пазух, порожнини черепа, зубів тощо.

Проведення судово-ветеринарної краніологічної експертизи цього матеріалу має базуватися на науково обґрунтованих, апробованих методиках, котрі включають комплекс структурних критеріїв у широкому віковому діапазоні з урахуванням статі тварини. Нині їх обмеженість не дозволяє досягти такої мети.

У зв'язку з вищевикладеним, дослідження вікових морфологічних особливостей черепа, зокрема ВРХ, з урахуванням статі тварин, для завдань судово-ветеринарної експертизи має наукову й практичну актуальність.

В межах цієї монографічної роботи нам необхідно було визначити комплекс судово-ветеринарних якісних і кількісних вікових морфологічних критеріїв носомозкового відділу черепа ВРХ молочного напрямку продуктивності, залежно від статі, та розробити способи визначення віку і статі тварин за цими критеріями.



Матеріалом дослідження були носомозкові відділи черепа ВРХ червоно-рябої породи. Загалом досліджено 176 черепів ВРХ: 88 – самців та 88 – самок, віком від новонароджених до 10 років. В залежності від застосованих методів дослідження було сформовано дослідні групи: 11 – самців і 11 – самок.

Для досягнення поставленої мети і реалізації завдань дослідження, нами застосовано такі взаємодоповнюючі методи: краніоскопічний, рентгено-морфологічний, рентгеноденситометричний, комп'ютерно-денситотографічний, краніометричний, спектроскопічний, котрі забезпечили формування судово-ветеринарної краніологічної технології, що узгоджується із повідомленнями І. В. Яценка [22, 36, 88].

Власні дослідження ми побудували за принципом краніологічної технології, котра передбачає послідовний перехід від простих, менш інформативних до більш складних і більш інформативних методів дослідження. У зв'язку з цим на початковому етапі нами проведено краніоскопічний аналіз черепів, виділено ряд параметрів, якісна характеристика яких дозволила встановити відповідні вікові діапазони.

На наш погляд, важливим критерієм вікової диференціації ВРХ за потиличною поверхнею черепа є: наявність джерельця на лобовій поверхні черепа, а також ступінь сформованості тім'яної і міжтім'яної кісток, з'єднання латеральних частин потиличної кістки над більшим потиличним отвором, утворення вийної пластинки; вираженість лінії синостозування луски та латеральних частин потиличної кістки, вираженість лінії синостозування вийної пластинки та лобових кісток, настання облітерації кісткових швів черепа. Таким чином, враховуючи особливості будови потиличної поверхні черепа, можна виділили 5 вікових діапазони: 0-4, 4-18, 18-24, 30-36, 36-120 міс.

Нами підтверджено, що важливими параметрами дорсальної поверхні черепа в аспекті вікової диференціації є: ступінь випуклості лобових кісток, вираженість джерельця, зміщення тім'яних і міжтім'яних кісток, вираженість шийки і вінчика рогового відростка лобової кістки. Враховуючи ознаки будови дорсальної поверхні черепа можна виділили 3-и вікові діапазонів: 0-4, 4-12, 12-120 міс.

Критеріями вікових краніологічних особливостей на латеральній поверхні черепа є вид з'єднання: тім'яної та скроневої кісток, відростків у виличній та орбітальній дугах, слізної і лобової кісток, ступінь вираженості щічного горба. Враховуючи ці ознаки будови латеральній поверхні черепа можна виділили 5 вікових діапазонів: 0-4; 4-30; 30-36; 36-60; 60-120 міс.

Вікову диференціацію носомозкового відділу черепа ВРХ за вентральною поверхнею проводили за такими інформативними критеріями: кількість зубів чи комірок для зубів у верхній зубній аркаді, вид з'єднання кісток, ступінь вираженості м'язових горбків. На основі систематизації цих краніоскопічних ознак нам вдалося виділити 7 вікових діапазонів: 0-2, 2-4, 4-12, 12-30, 30-36, 36-60, 60-120 міс.

Таким чином, нами виявлено ряд краніоскопічних параметрів різного ступеня інформативності, котрі в сукупності дозволяють діагностувати вік ВРХ у відносно широкому віковому діапазоні – від народження до 120-міс. віку.

Встановлено, що з віком відбувається постійна ремоделювання як компактною, так і губчастою кістковою тканиною в основній частині потиличної кістки, базисфеноїди та пресфеноїди, яка, як правило, стає більш складною та упорядкованою. З віком синхондрози заміщуються синостозами з утворення рентген-щільних ліній. В цілому, результати рентгеноструктурного аналізу компонентів кісткової тканини та з'єднань між досліджуваними кістками дають змогу орієнтовно визначити вікову належність кісткового матеріалу. Доведено, що рентгеноструктурні параметри потиличної кістки і основної клиноподібної кістки не інформативні для диференціації статі ВРХ протягом усього постнатального періоду онтогенезу.

Для підвищення об'єктивності результатів вікової діагностики, рентгеноструктурні дослідження нами доповнені рентгеноденситометричним і комп'ютерно-денсито-томографічним методами. Залежність віку тварини від значень КТДП (регресія) для досліджених ділянок черепа, зокрема потиличного виростка, яремного відростка, клиноподібної кістки, тіла і луски потиличної кістки, верхньощелепної кістки, є не однозначною, що не дозволило нам застосувати регресійний аналіз для визначення віку і статі ВРХ за цими показниками.

За допомогою однофакторного дисперсійного аналізу зазначених ділянок черепа ВРХ встановлено, що їх КТДП розрізняються значимо, тому для визначення віку і статі ВРХ нами було розраховане дискримінантне рівняння.

Нами виявлено, що інформативність вимірювань КТДП у різних ділянках черепа свідчить, що метод рентгеноденситометрії є досить інформативним, тому що залучення всіх шести вимірів КТДП, зокрема: потиличного виростка (ознака  $j_1$ ), яремного відростка (ознака  $j_2$ ), клиноподібної кістки (ознака  $j_3$ ), тіла потиличної кістки (ознака  $j_4$ ), луски потиличної кістки (ознака  $j_5$ ), верхньощелепної кістки (ознака  $j_6$ ), приводить до збільшення відстані Махалобіса, при цьому ймовірності помилки визначення статі ВРХ зменшується з 1,35 до 0 %. Навіть одне, перше вимірювання КТДП в ділянці потиличного виростку ( $j_1$ ), дає ймовірність помилки визначення статі ВРХ, яка складає 1,35 %. Найбільш інформативним є значення КТДП в ділянці яремного відростку ( $j_2$ ), бо воно суттєво збільшує відстань Махалобіса, при цьому ймовірності помилки визначення статі ВРХ стрімко зменшуються з 1,35 до 0,07 %.

Проведеними дослідженнями встановлено, що значення зовнішнього і внутрішнього діаметрів основи рогового відростка лобової кістки варіабельні, проте КТ-кортикальний індекс чітко відображає тенденцію вікових структурних змін. Він, протягом усього періоду дослідження, достовірно більший у самок проти самців. Проте, як у самок, так і у самців його значення достовірно збільшуються з 4-міс. віку (3-а група), досягаючи

свого максимального значення у 18-міс. віці (6-а група). Далі, до кінця досліджу (120-міс.), його величина зменшується. Таку асинхронну динаміку, очевидно, можна пояснити розвитком рогового відростка лобової кістки та проникненням лобової пазухи у нього з віком.

Таким чином, більш впливовою на результати вимірювань КТКІ є стать тварини (сила впливу – 65 %) і менш впливовим є вік (сила впливу – 31 %).

Роговий відросток лобової кістки ВРХ є такою структурою черепа, який несе комплекс морфологічних ознак, за якими можуть бути визначені вік і стать тварини, у т.ч. і за кістковими фрагментами. Для визначення КТ-денситометричних показників, денситограми ми будували в ділянці основи рогового відростку. Подальший аналіз обраних КТ-зрізів проводили у програмі X-Rays V.3, яку розробили вчені Харківського національного університету радіоелектроніки.

Через те, що значення аналізованих вимірів рогового відростку суттєво різняться в залежності від віку та статі тварини, застосування регресійного аналізу для визначення віку та статі ВРХ не можливе. Це спонукало нас застосувати дискримінантний аналіз. За усіма трьома ознаками: внутрішнім діаметром, зовнішнім діаметром та КТКІ, одержано дискримінантне рівняння.

Інформативність значень комп'ютерно-томографічного кортикального індекса свідчить, що залучення всіх 3-х вимірів приводить до зменшення теоретичної ймовірності помилки визначення статі ВРХ з 9,73 до 7,63 %.

На наш погляд, можливість проводити прямий денситометричний аналіз окремих структур черепа (гачкоподібний відросток, яремний відросток, потиличний виросток, різцева кістка) з вимірюванням коефіцієнтів ослаблення за шкалою рентгенівської щільності Хаунсфілда є суттєвою перевагою комп'ютерної томографії, порівняно із звичайним рентгенологічним дослідженням.

Нами підтверджено, що загальною закономірністю динаміки параметра Хаунсфілда в ділянках різних структур черепа ВРХ, зокрема гачкоподібного і яремного відростків, потиличного виростка, різцевої кістки, є його достовірне збільшення з віком. Також характерним є той факт, що у самців він більший проти самок, з різним ступенем достовірності. Це, очевидно, можна пояснити віковими змінами хімічного складу і фізичних властивостей кісткової тканини, що узгоджується з виявленими нами віковими рентгеноморфологічними змінами кісткової тканини досліджених структур черепа.

Залежність віку тварини від значень параметру Хаунсфілда, виміряного на дослідному матеріалі, описується рівнянням регресії. При цьому, статистична похибка визначення віку і статі ВРХ сягає: 1,17-1,87 міс. (у самок) і 0,73-2,18 міс. (у самців).

Доведено, що одержане нами рівняння регресії можна надійно застосовувати для визначення віку ВРХ певної статі від значень параметру Хаунсфілда. Причому воно для яремного відростка та потиличного виростка дозволяє розрізняти також стать тварини практично від народження до 90-

міс. віку. За параметром гачкоподібного відростку, а також різцевої кістки, стать тварини можна розрізняти, починаючи з 3-річного віку.

Інформативність показника Хаунсфільда, свідчить про те, що залучення всіх чотирьох вимірів: гачкоподібного відростка (ознака  $j_1$ ), різцевої кістки (ознака  $j_2$ ); яремного відростка (ознака  $j_3$ ); потиличного виростка (ознака  $j_4$ ), приводить до збільшення відстані Махалонобіса, проте ймовірності помилки визначення статі ВРХ зменшується з 54 до 4 %.

Найбільш інформативною ознакою є 3-я ознака (показник Хаунсфільда в ділянці яремного відростка (ознака  $j_3$ ), адже це вимірювання відразу зменшує значення теоретичної помилки визначення статі ВРХ з 48 до 12 %. Після долучення четвертого вимірювання (показник Хаунсфільда потиличного виростка (ознака  $j_4$ ), значення теоретичної помилки визначення статі ВРХ зменшується з 12 до 4 %.

Наступний етап досліджень передбачав аналіз комплексу нелінійних та лінійних краніометричних параметрів. Абсолютні значення маси, об'єму і щільності зберігають тенденцію до збільшення протягом всього досліджуваного періоду, тобто від народження до 10-річного віку. Виявлені нами особливості динаміки маси та об'єму обумовлюють рівномірне збільшення значень щільності носомозкового відділу черепа протягом усього періоду дослідження.

Встановлено, що інформативність нелінійних параметрів носомозкового відділу черепа ВРХ для визначення статі ВРХ за значеннями відстані Махалонобіса: маси, об'єму та щільності, свідчить про те, що з додаванням кожної наступної ознаки, ймовірність помилки визначення статі ВРХ зменшується з 30 до 9 %.

На наш погляд, важливим критерієм вікової і статеві диференціації є лінійні розміри черепа. Для об'єктивної оцінки динаміки процесів росту в постнатальному періоді онтогенезу, ми проаналізували динаміку краніометричних лінійних вимірів на: дорсо-латеральній поверхні – 8, потиличній поверхні – 7; вентральній поверхні – 6.

Аналіз залежності віку тварин обох статей від значень лінійних краніометричних параметрів для усіх параметрів черепа ВРХ, свідчить про наявність тенденції: спостерігається межовий критерій, котрий дає можливість увесь період постнатального онтогенезу тварини розділити на два вікові періоди: domeжовий і постмежовий. Domeжовий віковий період становить  $T_0 \approx 1-3$  роки, що відповідає відносно швидкому росту структур черепа. У постмежовому віковому періоді ця залежність стає більш істотною, що свідчить про уповільнення розвитку і збільшення розмірів черепа з віком.

Нами встановлено, що залежність між віком ВРХ та краніометричними параметрами математично описується рівняннями регресії. Застосовуючи це рівняння можна визначити вік і стать тварин у широкому віковому діапазоні – від народження до 10 років.

Доведено, що стандартна похибка визначення віку тварин за краніометричними показниками дорсо-латеральної поверхні черепа ВРХ становить 2,5-10 міс.; вентральної поверхні – 1,7-10 міс. та потиличної

поверхні: для самок ВРХ – 7,27 міс., проте для черепів самців ця помилка дещо менша – 4,60 міс. Це підтверджує їх достатню інформативність для краніологічної експертизи.

Підтверджено, що інформативність зазначених лінійних параметрів дорсо-латеральної поверхні носомозкового відділу черепа для визначення статі ВРХ за значеннями відстані Махалобіса, свідчить про те, що залучення всіх 11 вимірів дорсо-латеральної поверхні черепа, зокрема: довжини рогового відростку лобової кістки (ознака  $j_1$ ), товщини рогового відростку лобової кістки (ознака  $j_2$ ), міжрогової ширини лобових кісток (ознака  $j_3$ ), довжини лобової кістки (ознака  $j_4$ ), довжини носової кістки (ознака  $j_5$ ), прямої ширини носової кістки (ознака  $j_6$ ), довжини ВЦК (ознака  $j_7$ ), довжини входу в носову порожнину (ознака  $j_8$ ), щічної ширини черепа (ознака  $j_9$ ), зовнішньої орбітальної висоти (ознака  $j_{10}$ ), зовнішньої орбітальної ширини (ознака  $j_{11}$ ), приводить до зменшення ймовірності помилки визначення статі ВРХ з 47 до 4 %. Найбільш інформативними вимірами є перші три ознаки ( $j_1-j_3$ ), бо у разі їх залучення ймовірність помилки статі ВРХ зменшилася з 47 до 15 %. Після доповнення комплексу вищезгаданих ознак іншими вимірами – з четвертого до дев'ятого ( $j_4-j_9$ ), ймовірність помилки зменшилася 15 до 4 %.

Нами підтверджено, що інформативність зазначених лінійних вимірювань потиличної поверхні черепа для визначення статі ВРХ за значеннями відстані Махалобіса, свідчить, що залучення всіх сімох вимірів зменшує ймовірність помилки визначення статі ВРХ з 80 до 23 %. Це свідчить про те, що лінійні виміри потиличної поверхні черепа є малоінформативними, бо загальна помилка визначення статі ВРХ перевищує 20 %.

Інформативність зазначених лінійних вимірів вентральної поверхні черепа для визначення статі ВРХ за значеннями відстані Махалобіса, свідчить, що залучення всіх восьми вимірів, зокрема: довжини черепа (ознака  $j_1$ ), довжини беззубого краю (ознака  $j_2$ ), довжини тіла потиличної кістки (ознака  $j_3$ ), довжини хоан (ознака  $j_4$ ), ширини хоан (ознака  $j_5$ ), абсоральної ширини кісткового піднебіння (ознака  $j_6$ ), ростральної ширини кісткового піднебіння (ознака  $j_7$ ), довжини піднебінної кістки (ознака  $j_8$ ), приводить до збільшення відстані Махалобіса, при цьому ймовірності помилки визначення статі ВРХ зменшується з 84 до 2 %.

Найбільш інформативними виявилися перші п'ять ознак ( $j_1-j_5$ ). У разі їх вимірювання теоретична ймовірність помилки визначення статі ВРХ зменшилася з 84 до 5 %. Доповнення іншими ознаками ( $j_6-j_8$ ) ймовірність помилки визначення статі ВРХ зменшується з 4 до 2 %.

Проведеними дослідженнями встановлено, що найбільш інформативними краніометричними індексами для визначення віку ВРХ кожної статі є:  $X_1$  – індекс кісткової орбіти;  $X_2$  – довжинно-лобний індекс;  $X_3$  – довжинно-широтний індекс черепа;  $X_4$  – рогаральний індекс піднебінної ширини;  $X_5$  – абсоральний піднебінний індекс;  $X_6$  – індекс потиличного віростку;  $X_7$  – індекс потиличної висоти.

Доведено, що дискримінантний аналіз краніометричних індексів ВРХ надійно дозволяє визначити вік і стать в широкому віковому діапазоні – від народження до 10-річного віку. Максимальна помилка визначення віку та статі ВРХ становить 30,60 % та існує між першими віковими групами самців та самок (середній вік – 1 місяць). З віком ВРХ помилки визначення віку та статі тварин під час попарного порівняння суттєво зменшуються і наближаються до нуля.

Проведеними дослідженнями підтверджено думку ряду авторів, зокрема М. М. Бондаревського [229]; В. В. Кам'янського [266]; Л. Л. Шафранського [288]; Ю. С. Вайль [289], що у тих випадках, коли на експертизу надходять дрібні кісткові уламки або їх зольні рештки, доцільним є використання методу ІЧ-спектроскопії. Тому, на завершальному етапі власних досліджень нами проведено спектроскопічне дослідження озолених проб потиличної і верхньощелепної кісток. Будь-яких якісних відмінностей в ІЧ-спектрограмах ми не виявили, тому їх аналіз проводили за кількісною характеристикою – ВОЩ смуг поглинання, котрі характеризують відносну концентрацію досліджуваних мінеральних компонентів кістки.

На завершальному етапі нами проведено спектроскопічне дослідження озолених проб потиличної і верхньощелепної кісток для встановлення віку і статі ВРХ за дрібними кістковими уламками або зольними рештками черепа. Якісних відмінностей в ІЧ-спектрограмах ми не виявили, тому їх аналіз проводили за кількісною характеристикою – відносною оптичною щільністю смуг поглинання в діапазоні хвильових чисел від 567 до 3433, які характеризують відносну концентрацію мінеральних компонентів кістки.

Враховуючи вікові особливості динаміки ВОЩ на контрольному матеріалі розраховані нами коефіцієнти регресії ( $a$ ,  $b$ ,  $c$ ), які є константами та разом з обчисленими значеннями ВОЩ кісткової тканини ( $x$ ) ВРХ невідомої вікової належності (кістки, що пройшли експертизу), були базою для створення рівняння нелінійної регресії.

Одержане рівняння є основою способу діагностики віку і статі ВРХ за ВОЩ кісток черепа. Запропонований спосіб дає можливість визначити вік ВРХ від народження до 10 років за значеннями ВОЩ озоленої кісткової тканини потиличної і верхньощелепної кісток з середньою помилкою 7,5 міс.

Інформативність виміряних значень відносною оптичною щільністю озолених кісток черепа (ВОЩ) за хвильових чисел:  $\nu = 567 \text{ см}^{-1}$  (ознака  $j_1$ );  $\nu = 603 \text{ см}^{-1}$  (ознака  $j_2$ );  $\nu = 632 \text{ см}^{-1}$  (ознака  $j_3$ );  $\nu = 1047 \text{ см}^{-1}$  (ознака  $j_4$ );  $\nu = 1091 \text{ см}^{-1}$  (ознака  $j_5$ ) та  $\nu = 3433 \text{ см}^{-1}$  (ознака  $j_6$ ), свідчить, що застосування всіх шести ознак ВОЩ ( $j_1$ – $j_6$ ) збільшує відстань Махалобіса ( $\delta$ ) з кожним вимірюванням майже лінійно 3,77 до 9,88 одиниць, а ймовірність помилки визначення статі ВРХ при цьому зменшується з 5,9 до 0 %. Проте найбільш інформативною є ознака  $j_2$  ( $\nu = 603 \text{ см}^{-1}$ ), бо за її застосування відстань Махалобіса ( $\delta$ ) збільшується з 3,77 до 5,25 одиниць, а ймовірність помилки статі ВРХ суттєво знижується з 5,9 до 0,9 %.

В процесі виконання монографічної роботи ми звернули увагу на інформативність вибору ознак для встановлення віку та статі ВРХ за морфологічними особливостями носомозкового відділу черепа. Вибір оптимальної (за критерієм максимуму достовірності) системи інформаційних ознак – це класичне завдання статистичного синтезу в умовах апіорної невизначеності. При цьому ранжування ознак за інформативністю здійснюється за величиною показника достовірності діагностики або ймовірності невірної визначення. В якості такого показника статистичної інформативності найчастіше обирають відстань Махалонобіса [290] та розраховану на її підставі ймовірність помилки визначення.

Для визначення віку та статі ВРХ за певними параметрами різних вимірів черепа нами було виділено 11 вікових діапазонів для самців та самок ВРХ: 1-й – від народження до 2 місяців; 2-й – від 2 до 4 місяців; 3-й – від 4 до 6 місяців; 4-й – від 6 до 9 місяців; 5-й – від 9 до 12 місяців; 6-й – від 12 до 18 місяців; 7-й – від 18 до 24 місяців; 8-й – від 24 до 30 місяців; 9-й – від 30 до 36 місяців; 10-й – від 36 до 60 місяців і 11-й – від 60 до 120 місяців. Середні за віковими діапазонами значення ознак для практично усіх вимірів черепів ВРХ різної статі достовірно різняться на рівні  $p \leq 0,05$ . У певних вікових діапазонах було можливо визначати не лише вік, але й стать тварини. Проте питання щодо вибору найбільш інформативних вимірювань (ознак) для визначення віку і статі ВРХ залишається відкритим. Відповідь на це питання може дати обчислення відстані Махалонобіса між певними ознаками для самців та самок ВРХ різних вікових груп (з одинадцяти). Класичне визначення квадрату відстані Махалонобіса  $\delta^2$  для ознаки  $A$ , яку вимірювали, є таким:

$$\delta^2 = \sum_{i=1}^{11} \left( \frac{m_{bi}^{(A)} - m_{ci}^{(A)}}{\sigma} \right)^2,$$

де  $m_{bi}^{(A)}$  – середнє значення ознаки  $A$  для самців  $i$ -тої вікової групи;  $m_{ci}^{(A)}$  – середнє значення ознаки  $A$  в такій самій  $i$ -тій групі за віком для самок; середнє квадратичне відхилення ( $\sigma$ ) визначали як найбільше для ознаки  $A$  у  $i$ -тій віковій групі самців або самок:  $\sigma = \max\{\sigma_{bi}^{(A)}, \sigma_{ci}^{(A)}\}$ . Ми для підвищення надійності оцінок далі обрали в якості  $\sigma$  середнє внутрішньогрупове відхилення ( $\sigma_A$ ) для усієї вибірки з 22 середніх значень ознаки  $A$ :  $m_{bi}^{(A)}$  і  $m_{ci}^{(A)}$  ( $i = 1, 2, \dots, 11$ ).

Якщо вимірюється ще одна ознака  $B$ , то відстань Махалонобіса визначається як середня квадратична, згідно узагальненої теореми Піфагора:

$$\delta = \sqrt{\sum_{i=1}^{11} \left( \frac{m_{bi}^{(A)} - m_{ci}^{(A)}}{\sigma_A} \right)^2 + \sum_{i=1}^{11} \left( \frac{m_{bi}^{(B)} - m_{ci}^{(B)}}{\sigma_B} \right)^2}.$$

Так само діємо у разі додавання інших ознак. Ймовірність помилки неправильного визначення статі тварини обчислюється за відомим значенням відстані ( $\delta$ ), згідно формули:

$$P \leq 1 - \Phi\left(\frac{\delta}{2}\right),$$

де  $\Phi(x)$  – нормальний інтегральний розподіл.

Для дослідження впливу факторів віку, статі та випадкових факторів на достовірне визначення віку та статі ВРХ, за результатами досліджень різних характеристик носомозкового відділу черепа ми застосували дисперсійний аналіз [285]. Як відомо, дисперсійний аналіз є потужним математичним методом статистичної обробки результатів експериментів. Він являє собою спосіб статистичної оцінки проявлення залежності результативної ознаки від одного або кількох факторів. Перевагою цього методу є те, що він дає досить надійні висновки щодо вибірок невеликого обсягу.

Нами досліджено можливість встановлення віку та статі ВРХ за результатами вимірювань нелінійних та лінійних краніометричних, спектральних, рентгеноденситометричних та комп'ютерно-томографічних параметрів носомозкового відділу черепа ВРХ та його окремих ділянок. Ці дослідження є підставою для достовірного визначення віку та в окремих вікових діапазонах і статі ВРХ в експертній практиці. Проте існує потреба у надійному статистичному обґрунтуванні достовірності й надійності результатів досліджень, що були проведені. Тому нами застосовано метод двохфакторного дисперсійного аналізу для встановлення сили впливу і достовірності впливу на результативну ознаку факторів – віку і статі тварини, а також випадкових факторів.

Нами визначена сила впливу  $\eta$  (у %) кожного з двох факторів – віку і статі тварини на результати експериментів, а також достовірність впливу  $p$  за F-критерієм Фішера (табл. 8.1).

Для об'єктивності встановлення віку і статі ВРХ в широкому віковому діапазоні за результатами комплексних краніологічних досліджень черепа та його окремих ділянок на різних рівнях структурної організації та за різного стану, за допомогою двохфакторного дисперсійного аналізу нами з'ясовано силу і достовірність впливу на результативну ознаку двох факторів – встановлення віку та статі тварини.

Доведено, що на визначення віку і статі тварин за лінійними краніометричними показниками, більшою мірою, достовірно впливає вік тварин, а меншою мірою – стать і випадкові фактори. Проте, на результати спектроскопічних параметрів значною мірою впливають випадкові фактори і вік, а значно менше – стать.



Таблиця 8.1

**Сила впливу ( $\eta$ ) факторів віку і статі тварини на результати експериментів та достовірність їх впливу ( $p$ ) за F-критерієм Фішера**

Види вимірювань, ознаки		Фактори				
		Вік		Стать		Випадкові
1. Не лінійні краніометричні		$\eta$ , %	$p \leq$	$\eta$ , %	$p \leq$	$\eta$ , %
1	Маса	90	0,001	6	0,01	4
2	Об'єм	93	0,001	4	0,01	3
3	Щільність	89	0,001	6	0,01	5
Лінійні краніометричні показники						
1) вентральна поверхня						
1	Довжина черепа	100	0,001	0	0,05	0
2	Довжина беззубого краю	98	0,001	0	немає	2
3	Довжина тіла потил. кістки	92	0,001	6	0,001	2
4	Довжина хоан	93	0,001	1	немає	6
5	Ширина хоан	81	0,001	17	0,001	2
6	Аборальна ширина кіст. підн.	96	0,001	2	0,01	2
7	Ростральна ширина кіст. підн.	96	0,001	1	немає	3
8	Довжина піднебіння	91	0,001	7	0,001	2
2) дорсо-латеральна поверхня						
1	Довжина рогового відростка	94	0,001	2	немає	4
2	Товщина рогового відростка	96	0,001	3	0,001	1
3	Міжрогова ширина	89	0,001	8	0,001	3
4	Довжина лобової кістки	99	0,001	0	немає	1
5	Довжина носової кістки	98	0,001	0	немає	2
6	Пряма ширина носової кістки	99	0,001	1	0,001	0
7	Довжина ВЩК	98	0,001	1	0,05	1
8	Довжина входу в носову пор.	95	0,001	4	0,001	1
9	Щічна ширина черепа	92	0,001	6	0,001	2
10	Зовнішня орбітальна висота	99	0,001	0	немає	1
11	Зовнішня орбітальна ширина	99	0,001	0	немає	1
3) потилична поверхня						
1	Висота потиличної поверхні	100	0,001	0	немає	0
2	Дорсальна потилична повер.	91	0,001	6	0,001	3
3	Вентральна потилична повер.	100	0,001	0	немає	0
4	Вертикальний переріз	99	0,001	0	немає	1
5	Поперечний переріз	99	0,001	1	0,001	0
6	Довжина потиличн. виростка	99	0,001	0	немає	1
7	Ширина потиличн. виростка	99	0,001	1	0,01	0
Спектроскопічні показники						
1	567	47	немає	1	немає	52
2	603	50	немає	1	немає	49

Види вимірювань, ознаки		Фактори				
		Вік		Стать		Випадкові
3	632	36	немає	4	немає	60
4	1047	38	немає	4	немає	58
5	1091	37	немає	4	немає	59
6	3433	44	немає	2	немає	54
4. Параметр Хаунсфілда ( <i>HU</i> )						
1	Гачкоподібний виросток	96	0,001	2	0,05	2
2	Різцева кістка	99	0,001	1	0,01	0
3	Відділ яремного відростку	82	0,001	16	0,001	2
4	Відділ потиличного відростку	84	0,001	14	0,001	2
5. Комп'ютерно-томографічні денситометричні показники (КТДП)						
1	Потиличний виросток	42	немає	7	немає	51
2	Яремний відросток	48	немає	16	0,05	36
3	Клиноподібна кістка	82	0,01	2	немає	16
4	Тіло потиличної кістки	82	0,01	6	0,05	12
5	Луска потиличної кістки	5	немає	89	0,001	6
6	Верхньощелепна кістка	66	немає	0	немає	34

Проведеними нами дослідженнями підтверджено, що із комп'ютерно-денситотомографічних показників, за параметром Хаунсфілда на визначення віку і статі ВРХ, більшою мірою, достовірно впливає вік тварин, значно менше – стать і випадкові фактори. На значення КТДП суттєво впливає вік ВРХ, стать і випадкові фактори.

Таким чином, найбільш інформативними методами визначення віку і статі ВРХ є краніометрія та комп'ютерна денситотомографія окремих ділянок черепа. Недостатня інформативність ІЧ-спектроскопії озолених кісток черепа та рентгенівської денситометрії свідчить про те, що, в більшості випадків, ці методи дослідження можуть бути залучені, не як самостійні, а як додаткові, поруч з іншими інформативними методами.

Доведено, що між анатомічною цілісністю черепа, кількістю і складністю застосованих методів дослідження та рівнем точності визначення за ним віку і статі ВРХ, існує прямий зв'язок. Це дало нам можливість запропонувати оптимальну схему проведення краніологічної експертизи.

Достовірність результатів досліджень суттєво підвищує регресійний і дискримінантний аналізи.

Значна пошкодженість черепа ВРХ значно зменшує його діагностичну цінність, а, отже, обґрунтованість та доказовість експертизи, тому потребує залучення комплексу взаємодоповнюючих методів дослідження (табл. 8.2).

**Схема оптимізації краніологічних досліджень ВРХ у залежності від їх анатомічного стану біологічного матеріалу**

Методики дослідження	Стан кісткового матеріалу		
	анатомічно цілий	великі фрагменти	дрібні чи озолені фрагменти,
Краніоскопія	+	+	–
Краніометрія			–
Рентгенографія	–		+
Рентгеноденситометрія	–		
ІЧ–спектроскопія	–	–	
Регресійний аналіз	+	+	+
Дискримінантний аналіз	+	+	+

Для автоматизації та оптимізації процесу визначення віку ВРХ за носомозковим відділом черепа ВРХ розроблена авторська комп'ютерна програма «*Skull Cattle*», котра перетворює процес визначення віку і статі ВРХ на керовану діяльність експерта.

Виконана нами монографічна робота є частиною нового наукового напрямку – судово-ветеринарної експертизи. Зазначаємо, що питання залучення до складу експертизи об'єктів дослідження, формулювання завдання і розробка остеологічних технологій нині вимагає суттєвого удосконалення.

В межах цієї роботи ми прагнули залучити краніоскопічний та порівняльно-віковий, рентгенографічний, рентгено-денситометричний, комп'ютерно-денситотографічний, порівняльно-краніометричний, спектроскопічний методи дослідження і, залучивши комп'ютерні технології, поставити їх на рівень сучасних досягнень судово-ветеринарної науки і практики.

Таким чином, виконання монографічної роботи «Судово-ветеринарні критерії визначення віку і статі великої рогатої худоби молочного напрямку продуктивності за морфологічними особливостями носомозкового відділу черепа» завершилося встановленням комплексу судово-ветеринарних якісних і кількісних вікових морфологічних критеріїв носомозкового відділу черепа ВРХ молочного напрямку продуктивності, залежно від статі та розробленням способів визначення віку і статі тварин за цими критеріями в широкому віковому діапазоні – від народження до 10-років.

# ВИСНОВКИ

У монографічній роботі теоретично обґрунтовано та експериментально доведено, що череп ВРХ молочного напрямку продуктивності є високоінформативною частиною осьового скелета для визначення віку і статі тварин, а також розроблено способи діагностики її віку і статі за краніологічними критеріями на різних рівнях структурної організації у широкому віковому діапазоні – від народження до 10-ти років. Ці способи дають можливість достовірно розрізнити носомозковий відділ черепа ВРХ за віком та статтю у всьому віковому діапазоні. За результатами відповідних вимірювань надійно визначається вік тварини з помилкою від 2 до 10 місяців. Стать тварини є результатом порівняння двох вибірок, які містять значення віку окремо для самців і для самок, що передбачено попередньо розробленою теоретичною моделлю, та обчислення середньо вибіркового значення віку і відповідних вибіркового дисперсій. Стать тварини відповідає виборці з найменшою дисперсією, а вік є середньо вибіркового значенням. Достовірність встановлення статі обчислюється за критерієм Стюдента.

1. Краніологічними макроскопічними маркерами віку ВРХ є:

– на потиличній поверхні – вираженість тім'яної та міжтім'яної кісток, характер з'єднання латеральних частин потиличної кістки над великим потиличним отвором, утворення вийної пластинки, вираженість лінії синостозування луски та латеральних частин потиличної кістки, а також вийної пластинки та лобових кісток, облітерація кісткових швів;

– на дорсальній поверхні – наявність джерельця, ступінь випуклості лобових кісток, ступінь зміщення тім'яних і міжтім'яних кісток, вираженість шийки і вінчика рогових відростків лобових кісток; на латеральній поверхні

– вид з'єднання тім'яної та скроневої кісток, відростків у виличній та орбітальній дугах, слізної і лобової кісток, ступінь вираженості щічного горба;

– на вентральній поверхні – кількість зубів чи комірок для зубів у верхній зубній аркаді, вид з'єднання кісток, ступінь вираженості м'язових горбків.

2. Краніологічними рентгенокопічними маркерами віку ВРХ є: синхондральне з'єднання між основною частиною потиличної кістки та потиличними виростками, синхондральне з'єднання між основною частиною потиличної кістки та базисфеноїдом, а також між бази- та пресфеноїдом, синостоз основної частини потиличної кістки з потиличними виростками, злиття базисфеноїду з пресфеноїдом без видимих меж, синостоз основної частини потиличної кістки з базисфеноїдом, поява рентген щільних ліній м'язових горбків, утворення рентгенщільної лінії в ділянці злиття базисфеноїду з пресфеноїдом.

Рентгеноструктурні параметри потиличної кістки і основної клиноподібної кістки є не інформативними для диференціації статі ВРХ протягом усього постнатального періоду онтогенезу.

3. Процес поглинання рентгенівського випромінювання кістковими структурами черепа ВРХ описується законом Бугера. Розроблені теоретичні основи математичного моделювання цього процесу та алгоритми аналізу отриманих даних є основою способу визначення віку і статі ВРХ за КТДП окремих структур черепа від народження до 10-річного віку. При цьому теоретичне значення помилки невірною визначення віку наближається до 0.

4. Між віком ВРХ та абсолютними краніометричними параметрами існує тісний статистичний зв'язок: коефіцієнт детермінації для нелінійних ( $R^2=0,851-0,997$ ) та лінійних вимірювань ( $R^2=0,992-0,996$ ) є дуже великим. Одержане рівняння регресії для залежності віку тварин ( $T$ ) від певних остеометричних параметрів черепа ( $l$ ):  $T=(a_0+a_1 \times l+a_2 \times l^2+a_3 \times l^3) \times \theta(l_0-l)+(b_0+b_1 \times l+b_2 \times l^2+b_3 \times l_3) \times \theta(l-l_0)$  дозволяє діагностувати вік ВРХ за відповідними вимірами черепа від народження до 10-ти років зі стандартною помилкою регресії близько 5 місяців. Спосіб визначення віку і статі ВРХ за краніометричними індексами є допоміжним у комплексі з абсолютними краніометричними параметрами.

5. Найбільш інформативними спектроскопічними краніологічними даними є ПЧ-спектри поглинання потиличної і верхньощелепної кісток, які відповідають характерним значенням хвильових чисел:  $\nu = 567 \text{ см}^{-1}$ ,  $\nu = 603 \text{ см}^{-1}$ ,  $\nu = 632 \text{ см}^{-1}$ ,  $\nu = 1047 \text{ см}^{-1}$ ,  $\nu = 1091 \text{ см}^{-1}$ , і  $\nu = 3433 \text{ см}^{-1}$ . Їх кількісні характеристики суттєво залежать від віку ( $T$ ) і статі тварини та описуються рівнянням нелінійної регресії:  $T = \frac{a[1 - \sin(b\sqrt{x} + c)]}{x}$ , яке дозволяє визначити вік ВРХ від народження до 10-ти років зі стандартною похибкою 3-8 місяців ( $p \leq 0,05$ ). При цьому теоретичне значення помилки визначення статі тварин у разі послідовного залучення усіх шести спектроскопічних показників зменшується з 6 до 0 %.

6. За результатами багатофакторного дисперсійного аналізу на визначення віку і статі ВРХ впливають: за лінійними краніометричними показниками – вік тварин (81–100 %,  $p \leq 0,001$ ), стать (0–17 %,  $p \leq 0,001$ ) і випадкові фактори (0–6 %,  $p \leq 0,001$ ); за результатами ПЧ-спектроскопічних досліджень – випадкові фактори (49–59 %), вік (36–50 %) і стать (1–4 %); за параметром Хаунсфілда ( $HU$ ) – вік тварин (82–96 %,  $p \leq 0,001$ ), стать – 1–16 % ( $p \leq 0,001$ ) і випадкові фактори (0–2 %); за значеннями КТДП – вік ВРХ (5–82 %,  $p \leq 0,01$ ), стать (2–89 %,  $p \leq 0,001$ ) і випадкові фактори (6–51 %).

7. Оптимізована остеологічна технологія, в основі якої лежить урахування стану кісткового матеріалу, кількості і складності застосованих методик його дослідження дозволяє визначити вік ВРХ молочного напрямку продуктивності за якісними і кількісними параметрами носомозкового відділу черепа від народження до 10-річного віку з точністю 2–10 міс.

8. Розроблені способи вікової і статевої ідентифікації ВРХ за комплексом структурних краніологічних параметрів на різних рівнях їх структурної організації можуть бути оптимізовані завдяки авторській комп'ютерній програмі «Skull Cattle», котра автоматизує процес обробки даних, скорочує термін розрахунків, видає результати у вигляді протоколів, а, отже, пришвидшує проведення остеологічної експертизи.

## ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

З метою визначення віку і статі ВРХ молочного напрямку продуктивності за структурними параметрами носомозкового відділу черепа фахівцям запропоновано:

1. Використовувати розроблені способи діагностики віку і статі ВРХ за інформативними морфологічними параметрами носомозкового відділу черепа для складання експертного висновку.

2. Науково-методичні рекомендації «Визначення віку і статі ВРХ молочного напрямку продуктивності за комплексом краніологічних параметрів».

3. Авторську комп'ютерну програму «*Skull Cattle*» для автоматизації краніологічних досліджень і оформлення їх результатів.

4. Розроблену схему оптимізації краніологічних досліджень під час проведення судово-ветеринарних експертиз.

5. Результати досліджень доцільно використовувати у навчальному процесі для підготовки лекційних матеріалів, проведення лабораторних занять, для написання навчально-методичної літератури із судової ветеринарної медицини та морфології сільськогосподарських тварин на факультетах ветеринарної медицини.

## ПУБЛІКАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

### Статті у наукових фахових виданнях України:

1. Абузнайд Карем Р. С. Значення морфологічних параметрів кісток скелету для вирішення діагностичних завдань у судово-ветеринарній експертизі / Абузнайд Карем Р. С. // Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини : Збірник наукових праць Харківської державної зооветеринарної академії. – Харків, 2014. – Вип. 29, ч. 2. – С. 280-249.

2. Абузнайд Карем Р. С. Динаміка лінійних морфометричних параметрів вентральної поверхні носо-мозкового відділу черепа великої рогатої худоби залежно від віку та статі / Карем Р. С. Абузнайд // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2015. – № 3 (78). – С. 175-181.

3. Абузнайд Карем Р. С. Судово-ветеринарне значення динаміки нелінійних остеометричних параметрів носомозкового відділу черепа великої рогатої худоби у віковому аспекті / Карем Р. С. Абузнайд, І. В. Яценко, О. М. Гетманець // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. – 2014. – Том 16, № 3 (60), ч. 2. – С. 128-133.

4. Яценко І. В. Методичні підходи до остеоскопічного та остеометричного дослідження носомозкового відділу черепа великої рогатої худоби в аспекті судової ветеринарної експертизи / Яценко І. В., Карем Р. С. Абузнайд // Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини : Збірник

наукових праць Харківської державної зооветеринарної академії. – Харків, 2014. – Вип. 28, ч. 2. – С. 200-207.

5. Яценко І. В. Судово-ветеринарне визначення віку та статі великої рогатої худоби за лінійними остеометричними параметрами потиличної поверхні черепа / І. В. Яценко, Карем Р. С. Абузнайд, О. М. Гетманець // Науково-технічний бюллетень НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК. – 2014. – Т. 2, № 3. – С. 111-120.

6. Яценко І. В. Значення морфометричних параметрів дорсо-латеральної поверхні носомозкового відділу черепа великої рогатої худоби для вирішення діагностичних завдань у судово-ветеринарній експертизі / І. В. Яценко, Карем Р. С. Абузнайд, О. М. Гетманець // Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини : Збірник наукових праць Харківської державної зооветеринарної академії. – Харків, 2015. – Вип. 30, ч. 2. – С. 314-324.

7. Абузнайд Карем Р. С. Визначення віку та статі за краніометричними індексами великої рогатої худоби у судово-ветеринарній експертизі / Карем Р. С. Абузнайд, І. В. Яценко, О. М. Гетманець // Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини : Збірник наукових праць Харківської державної зооветеринарної академії. – Харків, 2015. – Вип. 31, ч. 2. – С. 226-234.

8. Авер'янова Л. О. Вікові та статеві рентгеноморфоденситометричні особливості рогового відростку лобової кістки великої рогатої худоби в аспекті судово-ветеринарної експертизи / Л. О. Авер'янова, Карем Р.С. Абузнайд, І. В. Яценко // Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини : Збірник наукових праць Харківської державної зооветеринарної академії. – Харків, 2016. – Вип. 32, ч. 2. – С. 230-237.

#### **Статті у наукових фахових виданнях України,**

##### **включених до міжнародних наукометричних баз даних**

9. Абузнайд Карем Р. С. Судово-ветеринарне визначення віку та статі великої рогатої худоби за спектроскопічними параметрами інфрачервоного поглинання озолої верхньощелепної кістки / Карем Р. С. Абузнайд, І. В. Яценко, О. М. Гетманець // Вісник Сумського нац. аграрного університету. – 2015. – Вип. 7 (37). – С. 80-85.

10. Яценко І. В. Значення остеометричних параметрів вентральної поверхні носомозкового відділу черепа для визначення віку і статі великої рогатої худоби у судово-ветеринарній експертизі / І. В. Яценко, Карем Р. С. Абузнайд, О. М. Гетманець // Ветеринарна медицина : міжвідомчий тематичний науковий збірник. – 2015. – № 101. – С. 35-41.

11. Яценко І. В. Встановлення віку і статі великої рогатої худоби за параметрами інфрачервоних спектрів поглинання тіла потиличної кістки у судово-ветеринарній експертизі / І. В. Яценко, Карем Р. С. Абузнайд, О. М. Гетманець // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2015. – Вип. 217, ч. 1. – С. 195-204.

12. Рентгеноструктурний аналіз основної частини потиличної кістки та основної клиноподібної кістки великої рогатої худоби в аспекті судово-ветеринарної експертизи / І. В. Яценко, В. В. Кам'янський, І. В. Яценко // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної

медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. – 2015. – Том 17, № 3 (63). – С. 359-369.

### **Деклараційні патенти України на корисну модель**

13. Деклараційний патент України на корисну модель № 99469 Спосіб визначення віку та статі великої рогатої худоби за остеометричними параметрами носомозкового відділу черепа / Карем Р. С. Абузнайд, І. В. Яценко, О. М. Гетманець; заявлено 24.11.2014 р.; опубліковано 10.06.2015 р., Бюл. № 11. – 4 с.

14. Деклараційний патент України на корисну модель № 101871 Спосіб визначення віку та статі великої рогатої худоби методом інфрачервоної спектроскопії кісток черепа / Карем Р. С. Абузнайд, І. В. Яценко, О. М. Гетманець; заявлено 23.02.2015 р.; опубліковано 12.10.2015 р., Бюл. № 19. – 6 с.

### **Тези наукових доповідей**

15. Абузнайд Карем Р. С. Динаміка лінійних морфометричних параметрів потиличної поверхні черепа великої рогатої худоби залежно від віку та статі / Карем Р. С. Абузнайд, І. В. Яценко, О. М. Гетманець // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Роль науки у вирішенні актуальних проблем сучасної ветеринарної медицини» 17-18.02.2015 р. – Полтава : ТОВ НВП «Укрпромторгсервіс», 2015. – С. 9-18.

16. Абузнайд Карем Р. С. Застосування КТ-денситометрії в дослідженні морфологічних параметрів великої рогатої худоби / Карем Р. С. Абузнайд // Матеріали ХХ ювілейного міжнародного молодіжного форуму «Радіоелектроніка та модель у ХХІ столітті» : Збірник матеріалів форуму. – Харків : ХНУРЕ, 2016. – Т. 1. – С. 88-90.

### **Науково-методичні рекомендації**

17. Абузнайд Карем Р.С. Визначення віку і статі великої рогатої худоби молочною продуктивності за комплексом краніологічних параметрів : Науково-методичні рекомендації / Карем Р. С. Абузнайд, І. В. Яценко. – РВВ ХДЗВА, 2015. – 141 с.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Хвиля С. І. К вопросу выявления фальсификации состава мясного сырья и продукции / С. І. Хвиля, И. М. Чернуха, В. М. Горбатова // Мясной бизнес. — 2005. — № 4 (33). — С. 62-64.
2. Парук А. П. Использование биофизических методов при определении фальсификаций мяса / А. П. Парук, Т. В. Курмакава, К. И. Скрябина // Мясное дело. — 2005. — № 7. — С. 10-11.
3. Образцов В. П. Судебно-ветеринарная экспертиза / В. П. Образцов. — 2-е изд. — Киев : Урожай, 1986. — 176 с.
4. Труш А. М. Основные принципы идентификационных исследований продукции животноводства, решаемые судебно-ветеринарной экспертизой / А. М. Труш, Т. А. Труш // Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини : збірник наукових праць Харківської державної зооветеринарної академії. — Харків, 2007. — Вип. 13 (39), ч. 2. — С. 243-247.
5. Судово-ветеринарне визначення видової належності тварин за окремими фрагментами тіла / П. М. Гаврилін, О. Г. Прокушенкова, І. В. Яценко [та ін.] // Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини : збірник наукових праць Харківської державної зооветеринарної академії. — Харків, 2012. — Вип. 24, ч. 2. — С. 426-430.
6. Яценко І. В. Суспільна небезпека та об'єктивна сторона злочину жорстокого поводження з тваринами в аспекті судово-ветеринарної експертизи / І. В. Яценко, В. М. Кириченко // Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини : збірник наукових праць Харківської державної зооветеринарної академії. — Харків, 2014. — Вип. 28, ч. 2. — С. 259-272.
7. Роговский П. Я. Определение видовой принадлежности мяса зайца, кролика, домашнего кота и нутрии по анатомическому строению костей / П. Я. Роговский, Н. С. Репецкий // Морфологические особенности домашних млекопитающих : сборник научных трудов. — Киев, 1984. — С. 31-41.
8. Яценко І. В. Анатомічні параметри тазових кісток диких і домашніх видів дрібних тварин, як критерії ідентифікації у судовій ветеринарній медицині / І. В. Яценко // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. — 2005. — № 2. — С. 126-129.
9. Кисин М. В. Судебно-зоологическая экспертиза / М. В. Кисин // Социалистическая законность. — 1991. — № 2. — С. 58.
10. Воккен Г. Г. Некоторые особенности развития костного скелета животных / Г. Г. Воккен // Сборник научных трудов Ленинградского института усовершенствования ветеринарных врачей. — Ленинград, 1959. — Вып. 8. — С. 107-114.
11. Морфологические методы определения возраста по костным останкам / Ю. И. Пиголкин, В. В. Щербаков, Д. В. Богомолов [и др.] // Судебно-медицинская экспертиза. — 2001. — № 4. — С. 43-45.

12. Гаврилін П. М. Морфофункціональний статус кісткової системи неонатальних телят / П. М. Гаврилін // Ветеринарна медицина України. — Київ, 1997. — № 12. — С. 28-29.

13. Криштофорова Б. В. Морфологічні особливості кісткової тканини кісткових органів неонатальних ссавців / Б. В. Криштофорова, Ж. Г. Стегней, С. Д. Крилова // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького. — 2012. — Т. 14, № 3 (53), ч. 2. — С. 137-143.

14. Дудка В. Б. Некоторые аспекты морфоадаптивного ремоделинга костной ткани в эксперименте / В. Б. Дудка // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Уральской государственной академии ветеринарной медицины. — Троицк : УГАВМ, 2005. — С. 285-291.

15. Смирнов А. М. Определение видовой принадлежности мяса и мясопродуктов / А. М. Смирнов, А. Н. Туник, В. В. Светличкин // Ветеринария. — 2005. — № 5. — С. 52-54.

16. Ткачук С. А. Біомеханічні критерії видової належності м'яса великої рогатої худоби залежно від віку / С. А. Ткачук // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Ветеринарна медицина, якість і безпека продукції тваринництва». — 2013. — Вип. 188 (2). — С. 179-183.

17. Лихотоп Р. И. Особенности соединения костей черепа млекопитающих в зависимости от возраста и размеров животных / Р. И. Лихотоп, О. П. Мельник // Влияние антропогенных факторов на структурные преобразования органов, тканей, клеток человека и животных : материалы 2-й Всероссийской конференции. — Саратов, 1993. — С. 29.

18. Рудик С. К. Спланхнокраній Bovidae u Cervidae / С. К. Рудик. — Київ : Академія наук вищої освіти України, 2008. — 208 с.

19. Снеткова П. О. Морфофункціональні особливості кісткової системи собак неонатального та молочного періодів : автореф. дис. ... канд. ветеринарних наук : спец. 16.00.02 / П. О. Снеткова. — Київ : НУБіП України, 2010. — 23 с.

20. Мельник О. П. До питання рентгеноструктури лопатки деяких ссавців / О. П. Мельник, С. Б. Щукін, Ю. О. Бірук // Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини : збірник наукових праць Харківської державної зооветеринарної академії. — Харків, 2001. — Вип. 8 (32), Ч. 2. — С. 158-165.

21. Кам'янський В. В. Морфологічні параметри кісток п'ястка та пальців кисті при визначенні віку великої рогатої худоби : автореф. дис. ... канд. ветеринарних наук / В. В. Кам'янський. — Харків, 2011. — 21 с.

22. Яценко І. В. Структурні параметри скелету ссавців як об'єкти судово-ветеринарної експертизи при визначенні видової належності біологічного матеріалу : автореф. дис. ... доктора ветеринарних наук / І. В. Яценко. — Харків, 2009. — 38 с.

23. Томилин В. В. Исследование объектов биологического происхождения как источника идентификации личности / В. В. Томилин, М. В. Кисин // Судебно-медицинская экспертиза. — 1981. — № 2. — С. 36-41.
24. Яценко І. В. Комплексне дослідження тазової кістки дрібних ссавців для судово-ветеринарного встановлення її видової належності / І. В. Яценко // Науковий вісник Львівської національної академії ветеринарної медицини ім. С. З. Гжицького. — Львів, 2008. — Т. 10, № 2 (37), ч. 2. — С. 341–356.
25. Ткачук С. А. Визначення та оцінка характеристик динаміки росту маси тіла у постнатальному періоді онтогенезу курчат-бройлерів / С. А. Ткачук // Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. Серія «Ветеринарні науки». — Луганськ, 2007. — № 78 (101). — С. 621-627.
26. Слепцова Ж. В. Судебно-медицинская идентификация личности с использованием полиморфизма ряда молекулярно-генетических локусов генома человека : автореф. дис.. ... канд. медицинских наук / Ж. В. Слепцова. — Барнаул, 2005. — 21 с.
27. Криминалистическое описание внешности человека / А. М. Зинин, И. Ф. Виниченко, В. С. Житников, М. Н. Овсянникова. — Москва : ВНИИ МВД СССР, 1988. — 242 с.
28. Дудка В. Б. Експериментально-морфологічні дослідження кісткової тканини гомілки після односторонньої менісектомії / В. Б. Дудка // Український морфологічний альманах : науково-практичний журнал / Луганський державний медичний університет. — Луганськ, 2006. — Т. 4, ч. 2. — С. 130-131.
29. Jerome C. P. Decreased bone mass and strength in ovariectomized cynomolgus monkeys (*Macaca fascicularis*) / C. P. Jerome, C. H. Turner, C. J. Lees // *Calcif. Tissue Int.* — 1997. — Vol. 60 (3). — P. 265-270.
30. Postparturient hypocalcemia of dairy cows: a model for the study of the interdependence of Ca, Pi, and Mg homeostasis / J. L. Riond, N. Kocabagli, U. E. Spichiger [et al.] // *Bone.* — 1995. — № 17 (Suppl). — P. 429-434.
31. Возохин А. В. К вопросу об эффективности применения коллективного подхода в процессе идентификации личности / А. В. Возохин, Ю. В. Рябова, Ю. Е. Басаргин // Актуальные проблемы судебной медицины и медицинского права : материалы межрегиональной научно-практической конференции с международным участием. — Москва, 2014. — С. 96-101.
32. Потапов С. М. Введение в криминалистику : учебное пособие / С. М. Потапов. — Москва : РИО ВЮАКА, 1946. — 24 с.
33. Cattaneo C. Development of a classical discipline in the new millennium / C. Cattaneo // *Forensic anthropology : Forensic Sci Int.* — 2007. — № 165. — P. 185-193.
34. Abd-elaleem S. Talus measurements as a diagnostic tool for sexual dimorphism in Egyptian population / S. Abd-elhameed, A. Ewis // *J. Forensic Leg Med.* — 2012. — № 19. — P. 70-76.

35. Calcaneus radiograph as a diagnostic tool for sexual dimorphism in Egyptians / M. S Zakaria, A. H Mohammed, S. R Habib [et al.] // *J. Forensic Leg Med.* — 2010. — № 17. — P. 378-382.
36. Яценко І. В. Методологія досліджень кісткового матеріалу в судово-ветеринарній експертизі / І. В. Яценко // *Теорія та практика судової експертизи і криміналістики : збірник науково-практичних матеріалів.* — Харків : Право, 2008. — Вип. 8. — С. 339-348.
37. Яценко І. В. Структурні параметри скелета ссавців як об'єкти судово-ветеринарної експертизи при визначенні видової належності біологічного матеріалу / І. В. Яценко, П. М. Гаврилін // *Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини : збірник наукових праць Харківської державної зооветеринарної академії.* — Харків, 2010. — Вип. 21, ч. 2, т. 2. — С. 307-333.
38. Фенцик В. Л. Визначення видової належності скроневих кісток за анатомо-морфологічними та остеометричними ознаками / В. Л. Фенцик // *Український судово-медичний вісник.* — 2003. — № 1. — С. 26-30.
39. Пахоменко О. Е. Некоторые морфологические отличия осевого скелета двух производственных типов чернопестрого скота западной области Украины / О. Е. Пахоменко, В. А. Ковалева, Р. В. Билозор // *Доклады ТСХА.* — Таллин, 1963. — Вып. 85. — С. 290-294.
40. Yahaya A. A. Clinical implication of craniometric indices of the one humped camel (*Camelus dromedaries*) to oral Health and clinical Regional anaesthesia of the head / A. A. Yahaya, J. O. Olopade, H. D. Kwari // *J. vet. anat.* — 2011. — Vol. 4, № 1. — P. 19-31.
41. Особенности ассиметрии парных размеров нижней челюсти применительно к задачам остеологической идентификации личности / Г. А. Пашинян, С. Д. Арутюнов, В. Ф. Далланиян [и др.] // *Судебно-медицинская экспертиза.* — 2003. — № 1. — С. 10-14.
42. Яценко І. В. Остеоскопічна та остеометрична характеристики нижньої щелепи великої рогатої худоби для завдань судово-ветеринарної експертизи / І. В. Яценко, К. О. Шевченко // *Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини : збірник наукових праць Харківської державної зооветеринарної академії.* — Харків, 2014. — Вип. 28, ч. 2. — С. 272-278.
43. Wescott D. J. Sex variation in the second cervical vertebra / D. J. Wescott // *J. Forensic Sci.* — 2000. — № 45 (2). — P. 462-466.
44. Marino E. A. Sex estimation using the first cervical vertebra / E. A. Marino // *Am J. Phys Anthropol.* — 1995. — № 97 (2). — P. 127-133.
45. Marlow E. J. Sex determination using the second cervical vertebra— a test of the method / E. J. Marlow, R. F Pastor // *J. Forensic Sci.* — 2011. — № 56 (1). — P. 165-169.
46. Pastor R. F. Sexual dimorphism in vertebral dimensions at the T12/L1 junction. Proceedings of the 57th annual meeting of the American Academy of Forensic Sciences / R. F. Pastor, editor. - New Orleans, LA. Colorado Springs, CO : American Academy of Forensic Sciences, 2005. – Feb. 21-26. — P. 127-133.

47. Determination of sex for the 12th thoracic vertebra by morphometry of three-dimensional reconstructed vertebral models / S. B. Yu, U. Y. Lee, D. S. Kwak [et al.] // *J. Forensic Sci.* — 2008. — № 53. — P. 620-625.
48. Marino E. A. Sex estimation using the first cervical vertebra / E. A. Marino // *Am J. Phys Anthropol.* — 1995. — № 97 (2). — P. 127-133.
49. Metric method for sex determination based on the 12th thoracic vertebra in contemporary north-easterners in China / W. B. Hou, K. L. Cheng, S. Y. Tian [et al.] // *J. Forensic Leg Med.* — 2012. — № 19. — P. 137-143.
50. Bethard J. D. Sex determination from the second cervical vertebra: a test of Wescott's method on a modern American sample / J. D. Bethard, B. L. Seet // *J. Forensic Sci.* — 2013. — № 58 (1). — P. 101-103.
51. Sex assessment using measurements of the first lumbar vertebra / W. X. Zheng, F. B. Cheng, K. L. Cheng [et al.] // *Forensic Sci Int.* — 2012. — № 219 (285). — P. 1-5.
52. Меркулов А. И. Инволютивные изменения поясничного отдела позвоночника в рентгеновском изображении : автореф. дисс. ... канд. медицинских наук / А. И. Меркулов. — Воронеж, 1989. — 25 с.
53. Смольков Ю. А. Особенности рельефа минерализованной поверхности ребра человека в различных зонах / Ю. А. Смольков // *Архив анатомии, гистологии и эмбриологии.* — 1987. — № 9. — С. 5-13.
54. Незнакомцева Є. П. Рентгенометричний статус груднини в судово-медичній практиці встановлення віку людини / Є. П. Незнакомцева // *Актуальні питання морфології.* — Тернопіль, 1996. — Т. 2. — С. 458-459.
55. Macaluso P. J. The efficacy of sternal measurements for sex estimation in South African blacks / P. J. Macaluso // *Forensic Sci Int.* — 2010. — № 202 (111). — P. 1-7.
56. Singh J. Morphometric sex determination from various sternal widths of Northwest Indian sternums collected from autopsy cadavers: a comparison of sexing methods / J. Singh, R. K. Pathak, D. Singh // *Egypt J. Forensic Sci.* — 2012. — № 2 (1). — P. 18-28.
57. Незнакомцева Е. П. Сравнительная оценка оптической плотности костной и хрящевой ткани симфизов человека / Е. П. Незнакомцева // *Судебно-медицинская экспертиза.* — 1997. — № 3. — С. 10-17.
58. Bruzek J. A method for visual determination of sex using the human hip bone / J. Bruzek // *Am J. Phys Anthropol.* — 2002. — № 117. — P. 157-168.
59. Kretzoi M. The significance of Rudabanya prehuman finds in hominization research / M. Kretzoi // *Acta biol. Acad. Sci. Hung.* — 1980. — Vol. 31, № 4. — P. 12-17
60. Гончарова Н. Н. Методы определения пола человека по рентгенограмме кисти / Н. Н. Гончарова, О. В. Самоходская, М. В. Федулова // *Судебно-медицинская экспертиза.* — 2005. — № 5. — С. 21-26.
61. Identification of sex depending on radiological examination of foot and patella / W. M. Abdel Moneim, R. H. Abdel Hady, R. M. Abdel Maaboud [et al.] // *Am J. Forensic Med Pathol.* — 2008. — № 29. — P. 136-140.

62. Troy Case D. Sex determination from hand and foot bone lengths / D. Troy Case, A. H. Ross // *J. Forensic Sci.* — 2007. — № 52 (2). — P. 264-270.

63. Holman D. J. Determination of sex from arm bone measurements / D. J. Holman, K. A. Bennett // *Am J. Phys Anthropol.* — 1991. — № 84. — P. 421-426.

64. Rogers T. L. A visual method of determining the sex of skeletal remains using the distal humerus / T. L. Rogers // *J. Forensic Sci.* — 1999. — № 44 (1). — P. 57-60.

65. Sexual dimorphism of the scapula and the clavicle in a contemporary Greek population: applications in forensic identification / V. Papaioannou, E. Kranioti, P. Joveneaux [et al.] // *Forensic Sci Int.* — 2012. — № 217 (1-3). — P. 17-231.

66. Масна З. З. Динамика структуры и минерального состава твердых тканей зубочелюстного аппарата эволюционной, возрастной и экологической морфологии / З. З. Масна. — Белгород, 2006. — 106 с.

67. Карпова Т. Н. Судебно-стоматологическая идентификация личности / Т. Н. Карпова // *Состояние и перспективы развития.* — Москва : Медицинская книга, 2005. — 157 с.

68. Коньгина. О. В. Анатомо-морфологические особенности строения зубов и ушной раковины в идентификации личности человека : автореф. дисс. ... канд. медицинских наук / О. В. Коньгина. — Москва, 2005. — 22 с.

69. Ferguson J. W. Management of the unprompted maxillary canine / J. W. Ferguson // *Br. Dent. J.* — 1990. — Vol. 169. — P. 11-17.

70. Clark D. H. The British experience in Mass Disaster Dental identification / D. H. Clark // *Acta Medisinae legalis et Socialis.* — 1990. — Vol. 40. — P. 155-165.

71. Grigson S. Sex and age determination of some bones and teeth of domestic cattle / S. Grigson // *Ageing and Sexing Animal Bones from Archaeological Sites.* — 1982. — № 109. — P. 7-23.

72. Законы индивидуального развития человека и животных / Л. П. Тельцов, И. Р. Шашанов, В. А. Здоровинин [и др.] // *Материалы конференции.* — Саранск, 2007. — Т. 130, № 5. — С. 201.

73. Сторожук В. А. Реактивность суставного хряща и субхондральной костной ткани при односторонней менискэктомии / В. А. Сторожук, В. Б. Дудка // *Достижения ветеринарной медицины — XXI века : материалы международной научной конференции, посвященной 40-летию Института ветеринарной медицины Алтайского государственного аграрного университета.* — Барнаул : Изд-во АГАУ, 2002. — С. 128-129.

74. Чернов А. Т. Вікові особливості росту, будови та формоутворення довгих трубчастих кісток скелета під впливом гравітаційного перевантаження та в умовах захисту від нього (анатомо-експериментальне дослідження) : автореф. дис. ... канд. медичних наук : 14.03.01 / А. Т. Чернов ; Кримський державний медичний університет ім. С. І. Георгієвського. — Сімферополь, 2006. — 22 с.

75. Яценко І. В. Діагностична інформативність остеоскопічних та остеометричних параметрів кісток ступні великої рогатої худоби у судово-

ветеринарній експертизі / І. В. Яценко, М. М. Бондаревський, В. В. Кам'янський // Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини : збірник наукових праць Харківської державної зооветеринарної академії. — Харків, 2010. — Вип. 21, ч. 2, т. 2. — С. 334-340.

76. Lingner J. *Molecularbiologie und Molecularpathologie der organischer Knochenmatrix*. In: Seifert G. (Ed.): *Aktuelle Probleme der Osteologie* / J. Lingner —Fischer, Stuttgart, 1975. — P. 3-54.

77. Ткачук С. А. Вікова динаміка розвитку форми суглобових поверхонь скелета кінцівок бройлерів / С. А. Ткачук // Сучасне птахівництво. — 2012. — № 7. — С. 23-28.

78. Киричок О. М. Вікові зміни в кістках скелета при адаптації організму до загального зневоднення та в період реадaptaції : автореф. дис. ... канд. медичних наук : 14.03.01 / О. М. Киричок ; Тернопільська державна медична академія ім. І. Я. Горбачевського. — Тернопіль, 2003. — 20 с.

79. Яценко І. В. Видова експрес-ідентифікація дрібних тварин за анатомічними особливостями плечової кістки / І. В. Яценко, В. І. Симоненко // Матеріали IV Міжнародного конгресу спеціалістів ветеринарної медицини. — Київ : Національний аграрний університет, 2006. — С. 31-33.

80. Костюк В. К. Атлас анатомії свійських тварин. Osteologia : навчальний посібник / В. К. Костюк. — Київ : Аграрна освіта, 2001. — 78 с.

81. Попеско П. А. Атлас топографической анатомии с.-х. животных / П. А. Попеско. — Братислава : Словацкое из-во с.-х. литературы, 1962. — Т. 2. — 200 с.

82. Чернявский М. В. *Анатомо-топографические основы технологии и ветеринарно-санитарной экспертизы и товароведческой оценки продуктов убоя животных : справочник* / М. В. Чернявский. - 2-е изд. — Москва : Колос, 2002. — 376 с.

83. Хрусталева И. В. Морфофункциональный статус и тесты его определяющие / И. В. Хрусталева // Морфофункциональный статус млекопитающих. — Симферополь, 1995. — С. 3-4.

84. Хэм А. Костная ткань / А. Хэм, Д. Кормак // Гистология. — Москва : Мир, 1983. — Т. 3. — С.19-131.

85. Голубович Л. Л. Современное состояние и перспективы развития судебно-медицинской идентификации личности по костям, подвергшихся воздействию высокой температуры / Л. Л. Голубович, Н. С. Таланов // Судебно-медицинская экспертиза. — 1990. — № 4. — С. 45-47.

86. Акаевский А. И. *Анатомия домашних животных* / А. И. Акаевский. — 3-е изд. — Москва : Колос, 1984. — С. 259-277.

87. Роговский П. Я. Определение видовой принадлежности мяса зайца, кролика, домашнего кота и нутрии по анатомическому строению костей / П. Я. Роговский, Н. С. Репецкий // Морфологические особенности домашних млекопитающих : сборник научных трудов. — Киев, 1984. — С. 31-41.

88. Яценко І. В. Анатомічні особливості черепа як критерії встановлення видової належності дрібних тварин у судовій біологічній експертизі / І. В. Яценко // Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини

: збірник наукових праць Харківської державної зооветеринарної академії. — Харків : РВВ ХДЗВА, 2007. — Вип. 15 (40), ч. 2, т. 1. — С. 259-265.

89. Авдеев А. И. Модификация методики определения костного возраста по длинным трубчатым костям / А. И. Авдеев Е. С. Потеряйкин // Избранные вопросы судебно-медицинской экспертизы. — Хабаровск, 2005. — С. 130-132.

90. Фенцик В. Л. Метричні параметри скроневиx кісток в діагностиці краніотипу людини в зрілому, похилому і старечому віці / В. Л. Фенцик // Праці VI-ї Української конференції, присвяченої пам'яті академіка В. В. Фролькіса. — Київ : Інститут геронтології АМН України, 2005. — Т. 1. — С. 193-194.

91. Ткачук С. А. Вікові зміни характеристик опору трубчастих кісток стилоподію в постнатальному періоді онтогенезу курчат-бройлерів / С. А. Ткачук // Науковий вісник НАУ. — 2008. — Вип. 127. — С. 308-314.

92. Birkner R. Verknocherungen in der Wand des Foramen obturatum / R. Birkner, K. Consentius // Fortschr. Rontgenstr. — 1977. — Vol. 127, № 1. — P. 72-74.

93. Miles J. An almost perfect pubio index / J. Miles // Am. J. Phys. Anthropol. — 1986. — Vol. 69, № 1. — P. 2.

94. Renso S. Some consequences of the human pelvis / S. Renso // Arch. Ital. anat. E embriol. — 1984. — Vol. 89, № 2. — P. 131-140.

95. Sykes N. Sexing cattle horn-cores: problems and progress / N. Sykes, R. Symmons // International Journal of Osteoarchaeology. — 2007. — № 17 (5). — P. 514-523.

96. Новая методика определения возраста на основании возрастных изменений костей кисти / Ю. И. Пиголкин, А. В. Черепов, Н. Н. Гончаров [и др.] // Судебная медицинская экспертиза. — 2004. — № 3. — С. 3-7.

97. İşcan M. Y. Determination of sex from the tibia / M. Y İşcan, P. Miller-Shaivitz // Am. J. Phys. Anthropol. — 1984. — № 64. — P. 53-57.

98. Adult sex identification using digital radiographs of the proximal epiphysis of the femur at Suez Canal University Hospital in Ismailia, Egypt. Egypt / E. M. Mostafa, A. H. El-Elemi, M. A. El-Beblawy, W. Dawood // J. Forensic Sci. — 2012. — № 2. — P. 81-88.

99. Eshak G. Gender determination from hand bone length and volume using multidetector computed tomography / G. Eshak, H. Ahmed, E. Abdel Gawad // J. Forensic Leg Med. — 2011. — № 18. — P. 52-246.

100. Dabbs G. A method for estimating sex using metric analysis of the scapula / G. Dabbs, H. Peer, P. Moore-Jansen // J. Forensic Sci. — 2010. — № 55 (1). — P. 149-152.

101. Determination of sex from femora / G. Mall, K. Gehring, M. Graw, M. Hubig // Forensic Sci. Int. — 2000. — № 113. — P. 315-321.

102. Аверин В. А. Археолого-антропологические исследования погребений из плёских некрополей XVIII-XIX вв. личности / В. А. Аверин, С. В. Ерофеев, А. В. Возохин // Актуальные проблемы судебной медицины и



медицинского права : материалы межрегиональной научно-практической конференции с международным участием. — Москва, 2014. — С. 17-24.

103. Recommendations for the forensic diagnosis of sex and age from skeletons / F. W. Rosing, M. Graw, B. Marre [et al.] // *Homo*. — 2007. — № 58 (1). — P. 75-89.

104. Bruzek J. Methodology and reliability of sex determination from the skeleton / J. Bruzek, P. Murail // *Forensic anthropology and medicine : complementary sciences from recovery to death*. — Totowa : Humana Press, 2006. — P. 225-242.

105. Riesenfeld Alphonse. Age changes of bone size and mass in two strains of senescent rats / Riesenfeld Alphonse // *Acta anat.* — 1981. — Vol. 109, № 1. — P. 64-69.

106. Grand Theodore I. Body weight: its relationship to tissue composition, segmental distribution of mass, and motor function. III. The Didelphidae of French Guyana / I. Grand Theodore // *Austral. J. Zool.* — 1983. — Vol. 31, № 3. — P. 299-312.

107. Біоморфологія та закономірності розвитку локомоторного апарату ссавців / В. Ф. Мороз, С. К. Рудик, О. П. Мельник, В. В. Костюк // *Науковий вісник НАУ*. — 2005. — Вип. 89. — С. 27-34.

108. Kochenkova O.V. Variability of the form and obliteration of denticulate sutures of the human's skull / A. A. Zaichenko, O.V. Kochenkova // *XLVII Congress of Anthropological Society of Serbia with international participation. Programme and abstracts ( Krusevac, 27-31 May 2008)*. — 2008. — P. 95.

109. Kochenkova O. V. The influence of the age factor on denticulate suture closure of a human skull / A. A. Zaichenko, O.V. Kochenkova // *XLVIII Congress of Anthropological Society of Serbia with international participation (Prolom Banja, 01-05. Jun. 2009)*. — 2009. — P. 22-23.

110. Коченкова О. В. Изменчивость зубчатых швов черепа человека : автореферат дисс. ... кандидата медицинских наук / О. В. Коченкова. — Саратов, 2012. — 26 с.

111. Каипова З. А. Определение возраста по костям скелета рентгенологическим методом исследования / З. А. Кампова, О. А. Гиясов // *Судебно-медицинская экспертиза*. — 1991. — № 3. — С. 21-23.

112. Mundorff A. Z. Anthropological and radiographic comparison of vertebrae for identification of decomposed human remains / A. Z. Mundorff, G. Vidoli, J. Melinek // *J. Forensic Sci.* — 2006. — № 51 (5). — P. 1002-1004.

113. Evaluation of seven methods of estimating age at death from mature human skeletal remains / E. Vaccino, D. H. Ubelaker, L. A. Hayek, A. Zerilli // *J Forensic Sci.* — 1999. — Vol. 44 (5). — P. 931-936.

114. Фенцик В. Л. Визначення видової належності, статі, краніотипу і зросту за морфологічними та остеометричними ознаками скроневих кісток (на скелетованих, фрагментованих і спалених черепах) : автореф. дис. ... канд. медичних наук / В. Л. Фенцик. — Київ, 2005. — 20 с.

115. Григорян Э. А. Рентгенодозиметрический метод количественного определения минерального компонента костей / Э. А. Григорян, Г. П.

Жданов, В. А. Фрыгин // Вестник рентгенологии. — 1981. — № 3. — С. 20-23.

116. Яшина В. В. Морфофункціональний адаптогенез кісток пальців теличок при різній руховій активності : автореф. дис. ... канд. ветеринарних наук / В. В. Яшина. — Київ, 1994. — 21 с.

117. Криштофорова Б. В. Строение, рост и развитие суставных и метафизарных хрящей трубчатых костей конечностей животных при различной двигательной активности / Б. В. Криштофорова // Морфология органов движения сельскохозяйственных животных при различной технологии промышленного животноводства : сборник научных трудов / Московская ветеринарная академия. — Москва, 1987. — С. 18-30.

118. Гаврилін П. М. Структурно-функціональні особливості тканинних компонентів кісткових органів 120-ти денних телят / П. М. Гаврилін // Вісник Білоцерківського державного аграрного університету. — Біла Церква : БДАУ, 2000. — Вип. 11. — С. 17-22.

119. Криштофорова Б. В. Структурные особенности синостозов костных органов неонатальных телят / Б. В. Криштофорова, Ж. Г. Грабчак // Шляхи підвищення резистентності та продуктивності тварин : матеріали міжнародної наукової конференції (16-18.05.2001). — Дніпропетровськ, 2002. — С. 99-100.

120. Гаврилин П. Н. Особенности оксификации некоторых костных органов скелета телят неонатального и молочного периодов / П. Н. Гаврилин // Научные труды Крымского государственного аграрного университета. — Симферополь, 1999. — С. 33-31.

121. Гринаф А. Болезни конечностей крупного рогатого скота / А. Гринаф // Архив анатомии, гистологии, эмбриологии. — 1989. — Вып. 3. — С. 17-21.

122. Алексина Л. А. О динамике синостозирования длинных трубчатых костей человека / Л. А. Алексина // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. — 1985. — Т. LXXXIX, № 11. — С. 69-74.

123. Буров С. А. Особенности окостенения кисти и дистальной части предплечья и значение их при определении возраста / С. А. Буров, Б. Д. Резников // Судебно-медицинская экспертиза. — 1972. — Т. 15, № 1. — С. 21-24.

124. Саркисов К. А. Определение внутриутробного возраста плода и новорожденного по рентгенограмме коротких трубчатых костей кисти и стопы / К. А. Саркисов // Физико-технические методы исследования в судебной медицине : тезисы Пленума Правления Всесоюзного научного общества. — Москва : Ставрополь, 1972. — С. 118.

125. Желтиков А. А. Исследование возрастного развития локтевой и лучевой костей человека в судебно-медицинском отношении (гистологическое и микрорентгенографическое исследование) : автореф. дисс. ... канд. медицинских наук / А. А. Желтиков. — Воронеж, 1975. — 20 с.

126. Сахаров А. В. Морфофункциональная характеристика пластинки роста тела позвонка млекопитающих в онтогенезе : дис. ... доктора биологических наук 16.00.02 / А. В. Сахаров. — Саранск, 2009. — 35 с.
127. Незнакомцева Е. П. О некоторых новых возможностях рентгеноморфологической дифференциации ребер человека и собаки при идентификации личности по костям / Е. П. Незнакомцева, А. И. Туровцев // Современные вопросы судебно-медицинской экспертизы и экспертной практики. — Ижевск, 1975. — С. 313-315.
128. Никифорова О. О. Закономерности морфогенезу кровотоков скелета поросят неонатального і молочного періодів : автореф. дис. ... канд. ветеринарных наук : 16.00.02 «Патология, онкология і морфология тварин» / О. О. Никифорова ; Национальный аграрный университет. — Київ, 2008. — 2008. — 19 с.
129. Гаврилин П. М. Особенности формирования осередків гемопоезу в кістках поросят у неонатальний та молочний періоди / П. М. Гаврилин, О. О. Никифорова // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. — Дніпропетровськ, 2005. — № 2. — С. 74-79
130. Криштофорова Б. В. Морфологічні особливості кісткової тканини кісткових органів неонатальних ссавців / Б. В. Криштофорова, Ж. Г. Стегней, С. Д. Крилова // Науковий вісник ЛНУВМБТ ім. С. З. Гжицького. — 2012. — Т. 14, № 3, ч. 2. — С. 137-143.
131. Гаврилин П. Особенности динамики відносної площі тканинних компонентів кісток скелета плодів ВРХ / П. Гаврилин, С. Сосонний, О. Мирний // Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини : збірник наукових праць Харківської зооветеринарної академії. — Харків, 2008. — Вип. 18(43), ч. 2, т. 1. — С. 20-25.
132. Studies on the time frame for ossification of the medial clavicular epiphyseal cartilage in conventional radiography / Andreas Schmelting, Ronald Schulz, Walter Reisinger [et al.] // Int. J. Legal Med. — 2004, № 118 (1). — P. 5-8.
133. Development and morphogenesis of human wrist joint during embryonic and early fetal period / Fidel Hita-Contreras, Antonio Martínez-Amat, Raúl Ortiz [et al.] // J. Anat. — 2012. — № 220 (6). — P. 580-90.
134. Пиголкин Ю. И. Основные закономерности возрастной инволюции костной ткани / Ю. И. Пиголкин, М. В. Федулова, М. А. Юрченко // Судебно-медицинская экспертиза. — 2012. — № 6. — С. 13-15.
135. Спужак М. І. Рентгенологічна картина метаепіфізарних зон росту в нормі і при патології / М. І. Спужак, О. П. Шармазанова // Український радіологічний журнал. — 1996. — № 2. — С. 122-126.
136. Katz D. Age determination of the male os pubis / D. Katz, J. Suchey // Am. J. Phys. Anthropol. — 1986. — Vol. 69, № 4. — P. 427-435.
137. Гайбарян А. А. Новые возможности радиографической абсорбциометрии / А. А. Гайбарян, А. Р. Зарипова // Труды всероссийской конференции «Современные проблемы экспериментальной и клинической

медицины». — Воронеж : Издательство Воронежского гос. университета, 2000. — С. 4-8.

138. Янковский В. Э. Исследование остеопоротических изменений длинных трубчатых костей нижних конечностей для определения биологического возраста человека / В. Э. Янковский, В. Д. Киселев, С. В. Пятчук // Судебно-медицинская экспертиза. — 2006. — № 3. — С. 9-12.

139. Ершова О. Б. Клинико-эпидемиологическая характеристика остеопороза : автореф. дисс. ... доктора медицинских наук / О. Б. Ершова. — Ярославль, 1998. — 33 с.

140. Борак І. В. Причини порушення мінеральної щільності кісткової тканини в дітей із гломерунефритами / І. В. Борак // Проблеми остеології. — 2003. — Т. 6, № 4. — С. 37-38.

141. Кащенко С. А. Особливості будови окістя великогомілкових кісток білих лабораторних щурів статевозрілого віку після видалення тимуса / С. А. Кащенко // Проблеми остеології. — 2003. — Т. 6, № 4. — С. 72.

142. Борисевич Б. В. Етіологія, патогенез і патоморфологія остеодистрофії великої рогатої худоби : автореф. дис. ... доктора ветеринарних наук : 16.00.02 / Б. В. Борисевич ; Національний аграрний університетт. — Київ, 1999. — 35 с.

143. Differences in bone mineral content and density between male and female budgerigars (*Melopsittacus undulatus*) during the non-reproductive season / I. Fischer, A. Liesegang, M. Haessing [et al.] // J. Vet. Med. A. — 2006. — Vol. 53, № 9. — P. 456-457.

144. Effect of nutritional restriction and sire genotype on forelimb bone growth and carcass composition in crossbred lambs / M. A. Care, G. T. Gardner, R. S. Haegarty [et al.] // Austral. J. agr. res. — 2006. — Vol. 57, № 6. — P. 605-616.

145. Influence of early quantitative food restriction on long bone growth at different environmental temperatures in broiler chickens / L. D. G. Bruno, R.L. Furlan, E. B. Malheiros [et al.] // Br. Poult. Sci. — 2000. — Vol. 41. — P. 389-394.

146. Dirrigl F. J. Dual-energy X-ray Absorptiometry of Birds: an Examination of Excised Skeletal Specimens / F. J. Dirrigl, G. P. Dalsky, S. E. Warner // Journal of Veterinary Medicine Series A. — 2004. — Vol. 51(6). — P. 313-319.

147. Гармус А. К. О применении рентгенологического исследования большеберцовых костей при идентификации личности / А. К. Гармус // Физико-технические методы исследования в судебной медицине : тезисы Пленума Правления Всесоюзного научного общества. — Москва : Ставрополь, 1972. — С. 116-117.

148. Cesarani F. Whole-body three-dimensional multidetector CT of 13 Egyptian human mummies / F. Cesarani, M. Martina, A. Ferraris // AJR. — 2003. — № 180. — P. 597-606.

149. Onar V. Computed Tomographic analysis of the cranial cavity and neurocranium in the German shepherd dog (Alsatian) puppies / V. Onar, K. O. Kahvecioglu, V. Cebi // Veterinarski Arhiv. — 2002. — № 72 (2). — P. 57-66.

150. Голубович А. Л. Судово-медична ідентифікація особи за спаленими кістками передпліччя (комплексне медико-криміналістичне дослідження) : дис. ... канд. медичних наук / А. Л. Голубович. — Запоріжжя, 2006. — 154 с.

151. Туровцев А. И. Использование микрорентгенографии для дифференциации ребер человека, свиньи и барана / А. И. Туровцев // Судебно-медицинская экспертиза. — 1972. — Т. 15, № 1. — С. 9-12.

152. Способ идентификации личности по скелетированным костным останкам [Электронный ресурс] : патент РФ на изобретение / В. Ф. Мордасов, В. Н. Звягин, А. Н. Горшков [и др.] // FindPatent.RU. - № 96118764. Оpubл. 20.09.1998. — Режим доступа : <http://www.findpatent.ru/patent/210/2107461.html>. — Название с экрана.

153. Кам'янський В. В. Макроостеоскопічний аналіз деяких кісток кисті для визначення віку самок великої рогатої худоби у судовій ветеринарній експертизі / В. В. Кам'янський // Вісник Полтавської державної аграрної академії. — Полтава, 2010. — № 1. — С. 214-218.

154. Яценко І. В. Вікова рентгеноструктурна характеристика кісток плесна великої рогатої худоби в аспекті судової ветеринарної експертизи / І. В. Яценко, М. М. Бондаревський, В. В. Кам'янський // Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини : збірник наукових праць Харківської державної зооветеринарної академії. — Харків, 2013. — Вип. 26, ч. 2. — С. 274-279.

155. Кам'янський В. В. Макроостеоскопічний аналіз деяких кісток кисті для визначення віку самок великої рогатої худоби у судовій ветеринарній експертизі / В. В. Кам'янський // Вісник Полтавської державної аграрної академії. — Полтава, 2010. — № 1. — С. 214-218.

156. Кам'янський В. В. Діагностична інформативність структурних параметрів кісток скелету як об'єктів судово-остеологічної експертизи (огляд літератури) / В. В. Кам'янський // Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини : збірник наукових праць Харківської державної зооветеринарної академії. — Харків, 2010. — Вип. 21, ч. 2, т. 1. — С. 196-219.

157. Кам'янський В. В. Морфологічні параметри кісток п'ястка та пальців кисті при визначенні віку великої рогатої худоби у судовій ветеринарній медицині / В. В. Кам'янський, І. В. Яценко // Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини : збірник наукових праць Харківської державної зооветеринарної академії. - Харків, 2011. — Вип. 23, ч. 2, т. 2. — С. 536-549.

159. Кам'янський В. В. Визначення віку великої рогатої худоби за комплексом структурних параметрів кісток кисті : методичні рекомендації / В. В. Кам'янський, І. В. Яценко ; Харківська державна зооветеринарна академія. — Харків : РВВ ХДЗВА, 2010. — 62 с.

160. Яценко І. В. Судово-ветеринарні аспекти структурних особливостей кісток плесна і пальців тазової кінцівки великої рогатої худоби молочного напрямку продуктивності / І. В. Яценко, М. М. Бондаревський // Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини : збірник наукових праць Харківської державної зооветеринарної академії. — Харків, 2014. — Вип. 28, ч. 2. — С. 176-194.
161. Бондаревський М. М. Морфологічні діагностичні параметри кісток скелета у судово-остеологічній експертизі / М. М. Бондаревський // Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини : збірник наукових праць Харківської державної зооветеринарної академії. — Харків, 2011. — Вип. 23, ч. 2, т. 1. — С. 511-523.
162. Зарипова А. Р. Возможности цифрового сканирующего малодозного рентгеновского аппарата в диагностике остеопороза / А. Р. Зарипова, А. А. Гайбарян // Современные проблемы медицинской науки и практики : тезисы докладов — Казань : Экоцентр, 2000. — С. 123-124.
163. Мальцев С. В. Рентгеноденситометрия костной ткани у детей с различными формами рахита / С. В. Мальцев, Н. В. Зиятдинова, В. Б. Фофанов // Казанский медицинский журнал. — 2003. — № 1, т. 84.— С. 10.
164. Шармазанов С. А. Программный модуль для автоматизированного определения морфологических индексов остеопороза / С. А. Шармазанов, Е. К. Шармазанова, Л. А. Аверьянова // Медицина. — 2001. — № 1. — С. 59-61.
165. Рентгенівська морфоденситометрія при дослідженні вікових особливостей кісток кінцівок великої рогатої худоби / І. В. Яценко, М. М. Бондаревський, В. В. Кам'янський, Л. А. Авер'янова // Прикладная радиоэлектроника. Состояние и перспективы развития : сборник научных трудов 4-го Международного форума. — Харьков, 2011. — Т. 3. — С. 28-30.
166. MDCT: technical principles and future trends / M. Prokop, G. Marchal, T. J. Vogl [et al.] // Multidetector-row computed tomography scanning and contrast protocols. - Italia : Springer-Verlag, 2005. — P. 5-12.
167. Привалова Е. С. Компьютерная морфоденситометрия и ее возможности в экспериментальных и клинических исследованиях / Е. С. Привалова // Вестник Российской академии медицинских наук. — 1995. — № 3. — С. 39.
168. Возможности денситометрического анализа рентгенограмм в диагностике заболеваний околоносовых пазух / А. Л. Коссовой, В. А. Михайлов, Г. Г. Николаев, М. Г. Энненберг // Вестник рентгенологии и радиологии. — 1987. — № 6. — С. 74-79.
169. Малайчук В. П. Інформаційно-вимірювальні технології неруйнівного контролю / В. П. Малайчук, О. В. Мозговий, О. М. Петренко ; Дніпропетровський національний університет. — Дніпропетровськ, 2001. — 240 с.
170. Аврунин О. Г. Опыт разработки программного обеспечения для визуализации томографических данных / О. Г. Аврунин // Вісник НТУ «Харківський політехнічний інститут». — 2006. — № 23. — С. 3-8.

171. Самотаев А. А. Ультразвуковая остеометрия при оценке скелета лошади / А. А. Самотаев, А. С. Кузнецов // Ветеринария. — 2003. — № 9. — С. 34-38
172. Поворознюк В. В. Ультразвуковая денситометрия в оценке структурно-функционального состояния костной ткани / В. В. Поворознюк // Проблемы остеологии. — 1999. — Т. 2, № 3. — С. 23-27.
173. Dirrigl F. J. Dual-energy X-ray Absorptiometry of Birds : an Examination of Excised Skeletal Specimens / F. J. Dirrigl, G. P. Dalsky, S. E. Warner // Journal of Veterinary Medicine Series A. — 2004. — Vol. 51 (6). — P. 313-319.
174. Бондаревський М. М. Морфологічні особливості кісток плесна і пальців тазової кінцівки як критерії визначення віку великої рогатої худоби молочного напрямку продуктивності : автореф. дис. ... канд. ветеринарних наук / М. М. Бондаревський. — Харків, 2012. — 23 с.
175. Михайлов М. К. Использование цифрового сканирующего рентгеновского аппарата в количественной диагностике остеопороза / М. К. Михайлов, Р. Ф. Акберов, А. Р. Зарипова // Тезисы докладов 8-го съезда рентгенологов «Рентгено-радиология XXI века. Проблемы и надежды». — Москва, 2001. — С. 168.
176. Бурдина И. И. Рентгено-денситометрические данные в оценке изменения структуры ткани / И. И. Бурдина, И. М. Лебедеко, Р. В. Ставицкий // Медицинская радиология и радиационная безопасность. — 1996. — С. 58-61.
177. Белова И. Б. Цифровые технологии получения рентгеновского изображения: принцип формирования и типы : обзор литературы / И. Б. Белова, В. М. Китаева // Медицинская визуализация. — 2000. — С. 33-39.
178. Антонов А. О. Цифровая рентгенографическая система / А. О. Антонов, О. С. Антонов, С. А. Лытков // Медтехника. — 1995. — С. 3-18.
179. Возрастные изменения микроструктуры костной ткани и возможности их использования для идентификации личности / Ю. И. Пиголкин, Д. В. Богомолов, М. В. Федулова [и др.] // Судебно-медицинская экспертиза. — 2002. — № 3. — С. 17-20.
180. Пиголкин Ю. И. Определение возраста человека по костной ткани / Ю. И. Пиголкин, М. В. Федулова, Г. В. Золотенкова // Судебно-медицинская экспертиза. — 2012. — № 1. — С. 49-51.
181. Осипенкова Т. К. Патоморфология костной ткани и ее значение для судебной медицины : автореф. дис. ... канд. медицинских наук / Т. К. Осипенкова. — Москва, 2005. — 21 с.
182. Гладышев Ю. М. Микроскопические конструкции костной ткани и их судебно-медицинское значение : дис. ... доктора медицинских наук / Ю. М. Гладышев. — Воронеж, 1965. — 318 с.
183. Пиголкин Ю. И. Определение возраста человека по костной ткани / Ю. И. Пиголкин, М. В. Федулова, Г. В. Золотенкова // Судебно-медицинская экспертиза. — 2012. — №1. — С. 49-51.

184. Способ определения возраста человека по морфометрическим параметрам гистологических препаратов костной ткани : патент Рос. Федерация : МПК А61В 5/00 / Ю. И. Пиголкин, М. В. Федулова, Д. В. Богомолов, О. В. Самоходская, В. В. Щербаков, И. Н. Богомолова, Г. В. Золотенкова ; заявитель и патентообладатель Российский центр судебно-медицинской экспертизы МЗ РФ. — №2202280 ; заявл. 07.08.2001 ; опубликован 20.04.2003. — 5 с. ; ил.

185. Lozurone E. The structure of spongy trabeculae in relation to age in man / E. Lozurone, A. Favia // *Boll. Soc. Ital. Biol. Sper.* — 1995. — Vol. 71, № 7-8. — P. 175-180.

186. Мордасов В. Ф. Судебно-медицинское установление возраста человека по микроструктуре бедренной кости (микроскопическое и микрорентгенографическое исследование : автореф. дис. ... канд. медицинских наук / В. Ф. Мордасов. — Воронеж, 1989. — 25 с.

187. Lynnerup N. Intra- and inter-observer variation in histological criteria used in age at death determination based on femoral cortical bone / N. Lynnerup, J. L. Thomsen, B. Frohlich // *Forensic Science International.* — 1998. — Vol. 91, № 3. — P. 219-230.

188. Дудка В. Б. Структурная организация субхондральной костной ткани голени собак / В. Б. Дудка // *Ортопедия, травматология и протезирование.* — 1994. — № 4. — С. 93-94.

189. Домашевская Е. И. Морфо-функциональные особенности структуры длинных костей у некоторых позвоночных из разной среды обитания / Е. И. Домашевская, Н. В. Золотова-Гайдамака // *Проблемы остеологии.* — 2004. — Т. 7, № 3-4. — С. 113-116.

190. Астахова В. С. Остеогенные клетки-предшественники костного мозга человека / В. С. Астахова — Киев : Феникс, 2000. — 176 с.

191. McGarry J. G. The effect of cytoskeleton disruption on pulsative fluid flow — induced nitric oxide and prostaglandin E<sub>2</sub> release in osteocytes and osteoblasts / J. G. McGarry, J. Klein-Nulend, P. J. Prendergast // *Biochem. and biophys. res. commun.* — 2005. — Vol. 330, № 3. — P. 341-348.

192. Novack D. V. The osteoclast: or toe ? / D. V. Novack, S. L. Teitelbaum // *Annual review of pathology: mechanisms of disease.* — 2008. — P. 457-484.

193. Bresford J. Osteogenic stem cells and the stromal system of bone and marrow / J. Bresford // *Clin. Orthop.* — 1989. — № 240. — P. 270-280.

194. Tumarkin-Deratzian A. R. Bone surface texture as an ontogenetic indicator in long bones of the Canada goose *Branta Canadensis* (anseriformes: anatidae) / A. R. Tumarkin-Deratzian, D. R. Vann, P. Dodson // *Zoological Journal of the Linnean society.* — 2006. — Vol. 148. — P. 133-168.

195. Лук'янова А. Е. Метод определения состава костной ткани / А. Е. Лук'янова, Г. Н. Абросимов // *Архив анатомии, гистологии и эмбриологии.* — 1991. — Т. 100, № 2. — С. 88-91.

196. Ricqlès A. Recherches paléohistologiques sur les os longs des Tétrapodes. VII: Sur la signification fonctionnelle et l'histoire des tissus osseux



des Tétrapodes. Deuxième partie: fonctions / A. Ricqlès // *Annal Paléontol (Vertébrés)*. — 1976. — Vol. 62. — P. 71–119.

197. Зайченко А. А. Диаметры черепа и масса головного мозга / А. А. Зайченко, Ю. А. Гладилин // *Российские морфологические ведомости*. — М., 1999. — № 1-2. — С. 71-72.

198. Юрин А. И. Микроскопическое строение лобной кости человека и некоторых животных / А. И. Юрин // *Современные вопросы судебно-медицинской экспертизы и экспертной практики*. — Ижевск, 1975. — С. 311-312.

199. Способ определения возраста человека по морфологическим параметрам гистологических препаратов костной ткани [Электронный ресурс] : патент Рос. Федерация № 2202280 / Ю. И. Пиголкин, М. В. Федулова, Д. В. Богомолов, О. В. Самоходская // *FindPatent.RU* № 2202280. — Оpubл. 20.04.2003. — Режим доступа : <http://www.findpatent.ru/patent/223/2231973.html>. - Название с экрана.

200. Variation of the outer circumferential layer in the limb bones of bird / F. Ponton, A. Elżanowski, J. Castanet [et al.] // *J. Acta ornithol.* — 2004. — Vol. 39. — P. 21-24.

201. Спужак М. И. Общая рентгеносемиотика заболеваний костей / М. И. Спужак, Е. П. Шармазанова, Н. С. Лысенко // *Проблемы остеології*. — 2006. — Т. 9. — С. 109.

202. Эйдлин А. Л. О возможности изучения микроструктуры губчатого вещества костей на костных останках / А. Л. Эйдлин. — Ставрополь, 1971. — Вып. 6. — С. 107-109.

203. Применение количественных показателей для изучения возрастных особенностей костей человека в судебно-медицинском отношении / Ю. М. Гладышев, Н. Н. Семенов, Л. А. Дмитриенко [и др.] // *Физико-технические методы исследования в судебной медицине : тезисы Пленума Правления Всесоюзного научного общества*. — Москва : Ставрополь, 1972. — С. 119-120.

204. Джигора С. Т. Значение морфологической структуры гаверсовых каналов и спонгиозы при определении видовой принадлежности костей / С. Т. Джигора // *Врачебное дело*. — 1957. — № 1. — С. 49-56.

205. Новак В. П. Про комплексне морфофункціональне вивчення системи локомоторного апарату ссавців / В. П. Новак, А. П. Мельниченко, В. Б. Дудка // *Наукове забезпечення агропромислового комплексу України в сучасних умовах : матеріали науково-практичної конференції, присвяченої 75-річчю Білоцерківського державного с.-г. інституту*. — Біла Церква, 1995. — С. 93-94.

206. Юрин А. И. Микроскопическое строение лобной кости человека и некоторых животных / А. И. Юрин // *Современные вопросы судебно-медицинской экспертизы и экспертной практики*. — Ижевск, 1975. — С. 311-312.

207. Звягин В. Н. Определение возраста по микроструктуре костей черепа / В. Н. Звягин, Г. П. Джувалыков // Методические рекомендации Министерства здравоохранения СССР. — 1988. — № 10-11. — С. 1-16.
208. Незнакомцева Е. П. Комплексное исследование ребер детей и некоторых домашних животных для судебно-медицинского установления их видовой принадлежности : автореф. дис. ... канд. медицинских наук / Е. П. Незнакомцева. — Ивано-Франковск, 1979. — 17 с.
209. Лаптев Л. З. Возрастные особенности грудины в судебно-медицинском отношении : автореф. дис. ... канд. медицинских наук / Л. З. Лаптев. — Москва, 1971. — 17 с.
210. Осипенкова Т. К. Установление несовершенного остеогенеза для идентификации личности / Т. К. Осипенкова, Л. Н. Михайлова // Судебно-медицинская экспертиза. — 1996. — № 2. — С. 21-26.
211. Бабенко В. П. Разработка моделей и алгоритмов судебно-медицинской идентификации личности по макроструктурным признакам малоберцовой кости человека : дис. ... канд. медицинских наук / В. П. Бабенко. — 2006. — 141 с.
212. Желтиков А. А. Изменение толщины кортикального слоя и генеральных пластин в локтевой кости у лиц до 25 лет / А. А. Желтиков // Современная диагностика в судебной медицине. — Кишинев, 1981. — С. 141-144.
213. Estimation of age at death using cortical histomorphometry of the sternal end of the fourth rib / S. D. Stout, W. H. Dietze, M. Y. Iscan, S. R. Loth // J. Forensic Science. — 1994. — Vol. 39, № 3. — P. 778-784.
214. Дудка В. Б. Ультраструктурна організація диферену кісткової тканини в експерименті / В. Б. Дудка // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. — Дніпропетровськ, 2005. — № 2. — С. 250-251.
215. Олихов С. А. К вопросу о микроструктурном отличии костей человека и животных / С. А. Олихов // Вестник общественной гигиены, судебной и практической медицины. — 1904. — № 2. — С. 12-35.
216. Возрастные изменения микроструктуры костной ткани и возможности их использования для идентификации личности / Ю. И. Пиголкин, Д. В. Богомолов, М. В. Федулова [и др.] // Судебно-медицинская экспертиза. — 2002. — № 3. — С. 17-20.
217. Skerry T. M. The response of bone to mechanical loading and disuse: Fundamental principles and influences on osteoblast osteocyte homostasis / T. M. Skerry // Arch. biochem. and biophys. — 2008. — Vol. 473, № 2. — P. 117-123.
218. Carter D. R. Epigenetic mechanical factors in the evolution of long bone epiphyses / D. R. Carter, B. Mikic, K. Padian // Zoological J. of the Linnean society. — 2007. — Vol. 123. — P. 163-178.
219. Радіонова Н. В. Цитологічні механізми перебудов у кістках при гіпокінезії та мікрогравітації / Н. В. Радіонова ; Інститут зоології ім. І. І. Шмальгаузена. — Київ : Наукова думка, 2006. — 239 с.

220. Слесаренко Н. А. Структурно-механическая характеристика длинных трубчатых костей у пушных зверей в условиях гипокинезии / Н. А. Слесаренко, Т. Опоку-Аджеманг // Материалы республиканской научной конференции ветеринарных морфологов, посвящённой 100-летию со дня рождения профессора Акаевского А. И. (23-30 июня 1993г.). — Омск, 1993. — С. 40.
221. Бруско А. Т. Функциональная перестройка костей и ее клиническое значение / А. Т. Бруско, Г. В. Гайко ; Академия медицинских наук Украины ; Институт травматологии и ортопедии. — Луганск : Луганский государственный медицинский университет, 2005. — 211 с.
222. Bain S. D. Local modulation of skeletal growth and bone modeling in poultry / S. D. Bain, B. A. Watkins // J. of nutr. — 1993. — Vol. 123. — P. 317-322.
223. Gerber H. P. Angiogenesis and bone growth / H. P. Gerber, N. Ferrara // Trends cardiovasc med. — 2000. — Vol. 10. — P. 223-228.
224. Пикалюк В. С. Кількісний стереометричний аналіз мікроструктури кістки в растровій електронній мікроскопії / В. С. Пикалюк // Проблеми остеології. — 2003. — Т. 6, № 4. — С. 27-32.
225. Чапский К. К. Определение возраста некоторых млекопитающих по микроструктуре кости / К. К. Чапский // Известия естественнонаучного института им. П. Ф. Лесгафта / Академия педагогических наук РСФСР. - Москва, 1952. — Т. 25. — С. 47-65.
226. Бруско А. Т. Біомеханічні умови фізіологічної перебудови кісток / А. Т. Бруско // Проблеми остеології. — 2006. — Т. 9. — С. 30-31.
227. Buckwalter J. Bone biology (Part II. Formation, form, modeling, remodeling and regulation of cell function) / J. Buckwalter, M. Glincher, R. Cooper // J. Bone Jt. — 1995. — Vol. 77-A, № 8. — P. 1276-1289.
228. Яшина В. В. Морфофункціональний адаптогенез кісток пальців теличок при різній руховій активності : автореф. дис. ... канд. ветеринарних наук / В. В. Яшина. — Київ, 1994. — 21 с.
229. Бондаревський М. М. Визначення віку великої рогатої худоби за структурними параметрами кісток плесна та пальців тазової кінцівки : науково-методичні рекомендації / М. М. Бондаревський, І. В. Яценко ; Харківська державна зооветеринарна академія. — Харків : РВВ ХДЗВА, 2011. — 57 с.
230. Hennig D. Das Rassenbecken / D. Hennig // Archiv für Anthropologie. — 1885. — Vol. 16. — P. 161-228.
231. Рудик С. К. Подъязычный аппарат парнокопытных / С. К. Рудик. — Киев : Украинская сельскохозяйственная академия, 1986. — 59 с.
232. Бірук Ю. О. Алометрия деяких ланок грудної кінцівки нутрії — *Myocastor coypus* Molina / Ю. О. Бірук // Науковий вісник Національного аграрного університету. — Київ : 2003. — Вип. 64. — С. 194-197.
233. Мануйлов Э. А. Сравнительная краниометрия маралов, пятнистых оленей и помесей черно-пестрой голштинофризкой породы крупного

рогатого скота / Э. А. Мануйлов // Актуальные проблемы ветеринарной науки : тезисы докладов / МВА им. К. И. Скрябина. — Москва : МВА им. К. И. Скрябина, 1999. — С. 157-158.

234. Rogers L. T. Determining the sex of human remains through cranial morphology / L. T. Rogers // J. Forensic Sci. — 2005. — № 50. — P. 493-500.

235. Холамов А. И. Установление половой принадлежности черепа человека по основным краниометрическим параметрам / А. И. Холамов // Медицина: вызовы сегодняшнего дня : материалы международной научной конференции (г. Челябинск, июнь 2012 г.). — Челябинск : Два комсомольца, 2012. — С. 94-99.

236. Iscan M. Y. Forensic anthropology of sex and body size / M. Y. Iscan // Forensic Science International. — 2005. — № 147 (2). — P. 107-112.

237. Investigation of the osteometry of the skull of the one-humped camels. Part II: sex dimorphism and geographical variations in adults / Ahmed Yahaya, James O. Olopade, Hyelduku D. Kwari, Ibrahim M. // Journal of anatomy and Embryology. — 2012. — Vol. 117. — P. 34-44.

238. Al-Sagair O. Post-natal development in the linear and tric morphometrics of the camelidae skull / O Al-Sagair // ElMougy Embryol. — 2002. — № 31. — P. 232-236.

239. Comparative Morphometric Study on the Skull of the Tuj and Morkaraman Sheep / Özcan Sami, Aksoy Gürsoy, Kürtül İbrahim [et al.] // Kafkas Univ Vet Fak Derg research article. — 2010. — № 16 (1). — P. 111-114.

240. The Cranial Morphometric and Morphologic Characteristics of Mehraban Sheep in Western Iran / Karimi Isaac, Onar Vedat, Pazvant Gülsün [et al.] // Global Veterinaria. — 2011. — № 6 (2). — P. 111-117.

241. Estimation of sex by 3 DCT measurements of the foramen magnum / S. R. M Uysal, D. Gokharman, M. Kacar [et al.] // Journal of Forensic Sciences. — 2005. — № 50 (6). — P. 1310-1314.

242. Gapert R. Sex determination from the foramen magnum : discriminant function analysis in an eighteenth and nineteenth century British sample / R. Gapert, S. Black, J. Last // Int. J. Legal Med. — 2009. — № 123 (1). — P. 25-33.

243. Günay Y. The value of the size of foramen magnum in sex determination / Y. Günay, M. Altinkök // J. Clin. Forensic. Med. — 2000. — № 7 (3). — P. 147-156.

244. Salih K. M. Gross Anatomical And Morphometrical Studies to the Skull Bones of the Local Rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) / K. M. Salih // Vet. Res. Vol. — 2013. — № 12. — P. 2.

245. Monfared A. L. Gross Anatomical measurements of the head region of the iranian native cattle (*Bos taurus*) and their clinical value for regional anesthesia / A. L. Monfared // Glob. Vet. — 2013. — № 10 (2). — P. 219-22.

246. Sarma K. Morphological and craniometrical studies on the skull of Kagani goat (*Capra hircus*) of Jammu Region / K. Sarma // Int J Morphol. — 2006. — № 24 (3). — P. 449-455.

247. Borthakur S. Age related craniometrical study in local goat of Assam (*Capra hircus*) / S. Borthaku, Bhattacharya, M. Talukdar // *Indian J. Vet. Anat.* — 1998. — № 76. — P. 90-98.
248. Shawulu J. C. Morphology of the Bones of the skull in sahel Ecotypes of goats (*Capra Hircus*) in Nigeria / J. C. Shawulu, H. D. Kwari, J. O. Olopade // *J. vet. anat.* — 2011. — Vol. 4. — № 2. — P. 1-13.
249. Borthakur S. Post-natal study on the skull of Assam goat (*Capra hircus*) with an emphasis on sexual dimorphism / S. Borthakur // Thesis submitted to Assam Agricultural University. — Khanapara, 1990. — P. 449-455.
250. Kőrösi A. Correlation Between Skull Size and Age in Hungarian Grey Cattle / Andrea Kőrösi // *Archeometriai Műhely.* — 2013. — P. 259-274.
251. Bartosiewicz L. Skull formation in long horned cattle the Hungarian Grey / L. Bartosiewicz // *Archaeozoological studies in honour of Alfredo Riedel.* — 2005. — P. 303-312.
252. Kobryńczuk F. Taxonomic Studies on Skulls of European bison and Domestic Cattle Hybrids / F. Kobryńczuk, M. Krasieńska // *Acta Theriologica.* — 1987. — Vol. 32, № 12. - P. 203-218.
253. Sex determination by discriminate analysis of calcanei measurements / F. J. Inrona, G. DiVella, C. P. Campobasso, M. J. Dragone // *Forensic Sci.* — 1997. — № 42. — P. 723-726.
254. Discriminant functions for sex estimation of modern Japanese skulls / Y. Ogawa, K. Imaizumi, S. Miyasaka, M. Yoshino // *J. Forensic Leg Med.* — 2013. — № 20 (4). — P. 234-238.
255. Paral V. Growth of the Maxilla and Molarifonn Teeth in Cattle / V. Paral, O. Sterba // *Acta vet. Brno.* — 1996. — № 65. — P. 305-310.
256. Garaj P. Trofejova kvalita a kranioetricka charakteristika muflonej zveri vo velkej zvernici v Topol'ciankach / P. Garaj, L. Gasparik // *Folia venatoria.* — Bratislava, 1997. — № 26/27. — P. 27-38.
257. Захар'єв А. В. П'ясткова кістка, як показник розвитку скелету овець / А. В. Захар'єв // *Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини.* — Харків, 1999. — Вип. 5 (29), ч. 2. — С. 13-16.
258. Захар'єв А. В. Морфометричне дослідження скелетів баранів північно-українського типу кросбреду, порід прекос та ромні-марш в зв'язку з вираженістю м'ясних якостей / А. В. Захар'єв // *Проблеми зооінженерії і ветеринарної медицини : збірник наукових праць Харківського зооветеринарного інституту.* — Харків, 1999. — Вип. 5 (29), ч. 2. — С. 16-20.
259. Лебедев М. И. Возрастные и функциональные особенности строения пальца тазовой конечности лошади / М. И. Лебедев // *Сборник работ Ленинградского ветеринарного института.* — Москва ; Ленинград : Сельхозиздат, 1954. — Вып. 14. — С. 183-191.
260. Сахно Н. В. Рост костей периферического отдела скелета кошек в раннем постнатальном онтогенезе / Н. В. Сахно // *Ветеринария.* — 2003. — № 8. — С. 53-54.
261. Таштемирова Р. М. Возрастные изменения скелету и мышц тазовой конечности каракульских овец предгорной зоны Узбекистана :

автореф. дис. ... канд. ветеринарных наук / Р. М. Таштемирова. — Самарканд, 1983. — 26 с.

262. Костюк В. В. Морфофункціональні зміни в скелеті грудних кінцівок свійського бика при вирощуванні в умовах обмеженої рухливості / В. В. Костюк // Науковий вісник Національного аграрного університету. — Київ, 1999. — С. 94-97.

263. Костюк В. В. Возрастные изменения костей пальцев грудной конечности крупного рогатого скота при гипокинезии / В. В. Костюк // Морфофункциональный статус млекопитающих и птиц. — Симферополь, 1995. — С. 22-23.

264. Козир В. В. Породні особливості розвитку кісткової тканини у великої рогатої худоби / В. В. Козир // Вісник аграрних наук. — 2008. — № 9. — С. 31-33.

265. Григорьева М. А. Применение дискриминантного анализа в оценке соматотипа человека по длинным костям человека / М. А. Григорьева // Судебно-медицинская экспертиза. — 2004. — № 1. — С. 28-31.

266. Кам'янський В. В. Діагностична інформативність структурних параметрів кісток скелету як об'єктів судово-остеологічної експертизи (огляд літератури) / В. В. Кам'янський // Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини : збірник наукових праць Харківської державної зооветеринарної академії. — Харків, 2010. — Вип. 21, ч. 2, т. 1. — С. 196-219.

267. Кам'янський В. В. Морфологічні параметри кісток п'ястка та пальців кисті при визначенні віку великої рогатої худоби : автореф. дис. ... канд. ветеринарных наук / В. В. Кам'янський. — Харків, 2011. — 21 с.

268. Бондаревський М. М. Інформативність остеометричних параметрів путових кісток тазової кінцівки для визначення віку великої рогатої худоби у судово-ветеринарній експертизі / М. М. Бондаревський // Наукові праці Полтавської державної аграрної академії. Серія «Ветеринарна медицина». — 2011. — Вип. 3. — С. 3-8.

269. Вікові особливості показників маси, об'єму та густини кісток плесна великої рогатої худоби в аспекті судово-ветеринарної експертизи / М. М. Бондаревський, І. В. Яценко, О. М. Гетманець, В. В. Кам'янський // Науковий вісник Луганського національного аграрного університету. Серія «Ветеринарні науки». — Луганськ, 2011. — № 31. — С. 23-26.

270. Линейные остеометрические параметры костей плюсны и пальцев КРС как критерии диагностики возраста животных в судебно-ветеринарной экспертизе / Н. М. Бондаревский, О. М. Гетманец, В. В. Камянский, И. В. Яценко // Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения : материалы XV-й международной научно-производственной конференции. — Белгород, 2011. — С. 63.

271. Лінійні остеометричні параметри кісток плесна як критерії діагностики віку великої рогатої худоби у судово-ветеринарній експертизі / М. М. Бондаревський, І. В. Яценко, О. М. Гетманець, В. В. Кам'янський // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної

медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. — 2011. — Том 13, № 2 (48), ч. 1. — С. 344-349.

272. Бондаревський М. М. Osteометричні параметри вінцевих кісток тазової кінцівки великої рогатої худоби як критерії діагностики віку у судово-ветеринарній експертизі / М. М. Бондаревський // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. — 2011. — Вип. 151, ч. 3. — С. 69-77.

273. Бондаревський М. М. Osteометричні параметри ратичних кісток тазової кінцівки великої рогатої худоби як критерії діагностики віку у судово-ветеринарній експертизі / М. М. Бондаревський // Аграрний вісник Причорномор'я : збірник наукових праць Одеського державного аграрного університету. — Одеса, 2011. — Вип. 59. — С. 28-32.

274. Європейська конвенція про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідницьких або інших наукових цілей від 18.03.1986 р. [Електронний ресурс] / Верховна Рада України // Міжнародні документи (Рада Європи) : офіційний веб-портал - Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/main?find=1&sp=i&user=c393&text=%F2%E2%E0...> — Назва з екрану.

275. Резніков О. Г. Загальні етичні принципи експериментів на тваринах. Перший національний конгрес з біоетики / О. Г. Резніков // Ендокринологія. — 2003. — Т. 8, № 1. — С. 142-145.

276. Закон України № 3447-IV «Про захист тварин від жорстокого поводження» // Відомості Верховної Ради України : офіційне видання. — 2006. — № 27. — С. 990.

277. Анализ рентгенограммы метакарпальной кости кисти в диагностике остеопороза / Л. А. Аверьянова, А. И. Бых, В. М. Головенко [и др.] // Итоги работы университета за 1998-1999 годы и перспективы на 2000 год : сборник трудов. — Харьков, 2000. — С. 157-160.

278. Компьютерная обработка рентгенограмм в диагностике остеопороза / Л. А. Аверьянова, С. А. Кривцов, О. В. Скляр [и др.] // Новые информационные технологии : сборник трудов 5-й Международной конференции «Теория и техника передачи, приема и обработки информации». — Харьков : ХНУРЭ, 1999. — С. 213-214.

279. Clinical Use of Quantitative Computed Tomography and Peripheral Quantitative Computed Tomography in the Management of Osteoporosis in Adults : The 2007 ISCD Official Positions / K. Engelke, J. E. Adams, G. Armbrecht [et al.] // Journal of Clinical Densitometry : Assessment of Skeletal Health. — 2008. — Vol. 11, № 1. — P. 123-162.

280. Bartosiewicz L. Skull formation in long horned cattle the Hungarian Grey / L. Bartosiewicz // Archaeozoological studies in honour of Alfredo Riedel. — 2005. — P. 303-312.

281. Von den Driesch A. A guide to the measurement of animal bones from archaeological sites / A. von den Driesch // Peabody Museum Bulletin. — Cambridge, 1976. — № 1. - P. 1-137.

282. Рудик С. К. Спланхнокраній Cervide u Bovidae / С. К. Рудик. — Київ : Академія наук вищої освіти України, 2008. — 208 с.
283. Яценко І. В. Методичні підходи до остеоскопічного та остеометричного дослідження носомозкового відділу черепа великої рогатої худоби в аспекті судової ветеринарної експертизи / І. В. Яценко, Абузнайд Карем Р. С. // Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини : збірник наукових праць Харківської державної зооветеринарної академії. — Харків, 2014. — Вип. 28, ч. 2. — С. 200-207.
285. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников / Н. А. Плохинский. — Москва : Колос, 1969. — 256 с.
286. Лакин Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. — Москва : Высшая школа, 1968. — 284 с.
287. Урбах В. Ю. Статистический анализ в биологических и медицинских исследованиях / В. Ю. Урбах. — Москва : Медицина, 1975. — 295 с.
288. Шафранский Л. Л. Спектроскопия костей плода человека в инфракрасной области / Л. Л. Шафранский, А. Н. Васильев. — Алма-Ата : Наука КазССР, 1980. — 88 с.
289. Вайль Ю. С. Инфракрасные лучи в клинической диагностике и медико-биологических исследованиях / Ю. С. Вайль, Я. М. Варановский. — Ленинград : Медицина, 1969. — 239 с.
290. Mahalanobis Prasanta Chandra. On the generalised distance in statistics / Prasanta Chandra Mahalanobis // Proceedings of the National Institute of Sciences of India. — 1936. — № 2 (1). — P. 49-55.
291. Авер'янова Л. О. Особливості взаємодії фізичних полів з кістковою тканиною людини / Л. О. Авер'янова // Радіотехніка : всеукраїнський міжвідомчий науково-технічний збірник. — 2001. — Вип. 118. — С. 126-129.
292. Авер'янова Л. О. Автоматизоване визначення діаметру медулярної порожнини трубчастої кістки за її рентгенограмою / Л. О. Авер'янова, О. В. Скляр, О. П. Шармазанова // Електроніка и связь. — 2000. — Т. 2, № 8. — С. 291-292.
293. Абузнайд Карем Р. С. Застосування КТ-денситометрії в дослідженні морфологічних параметрів великої рогатої худоби / Карем Р. С. Абузнайд // Матеріали ХХ ювілейного міжнародного молодіжного форуму «Радіоелектроніка та модель у ХХІ столітті». — Харків : ХНУРЕ, 2016. — Т. 1. — С. 88-90.



# **СУДОВО-ВЕТЕРИНАРНІ КРИТЕРІЇ ВИЗНАЧЕННЯ ВІКУ І СТАТІ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ МОЛОЧНОГО НАПРЯМУ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗА МОРФОЛОГІЧНИМИ ОСОБЛИВОСТЯМИ НОСОМОЗКОВОГО ВІДДІЛУ ЧЕРЕПА**

## **Анотація**

Монографія присвячена дослідженню морфологічних особливостей носомозкового відділу черепа великої рогатої худоби молочного напрямку продуктивності в залежності від статі у широкому віковому діапазоні (від народження до 10 років) на різних рівнях структурної організації. Встановлено, що оцінка інформативних кількісних параметрів черепа (краніометричних, рентгеноденситометричних, спектральних) і формалізація його якісних ознак (краніоскопічних, рентгеноморфологічних) дозволяє всебічно, об'єктивно і достовірно встановити вік ВРХ на основі обґрунтованого еталонно-тестового принципу. Останній є базою для авторської комп'ютерної програми «*Skull Cattle*», котра автоматизує розроблені способи визначення віку і статі ВРХ за черепом, нівелює помилки під час опрацювання результатів досліджень, підвищує точність і об'єктивність краніологічних експертиз.

Остеологічна технологія, в основі якої лежить урахування цілісності черепа, кількості й складності застосованих методик його дослідження, дозволяє визначити вік великої рогатої худоби молочного напрямку продуктивності за якісними і кількісними параметрами його носомозкового відділу від народження до 10-річного віку з точністю 2–10 міс.

*Ключові слова:* череп, велика рогата худоба, вікова морфологія, стать, судово-ветеринарна експертиза.

# **СУДЕБНО-ВЕТЕРИНАРНЫЕ КРИТЕРИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗРАСТА И ПОЛА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА МОЛОЧНОГО НАПРАВЛЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ПО МОРФОЛОГИЧЕСКИМ ОСОБЕННОСТЯМ НОСОМОЗГОВОГО ОТДЕЛА ЧЕРЕПА**

## **Аннотация**

Монография посвящена установлению судебно-ветеринарных критериев определения возраста и пола крупного рогатого скота молочного направления продуктивности от рождения до 10-летнего возраста по морфологическим особенностям носомозгового отдела черепа на различных уровнях структурной организации, при различном состоянии черепа (нативном, поврежденном, сожженном).

Установлено, что оценка информативных количественных параметров черепа (краниометрических, КТ-денситометрических, спектральных) и формализация его качественных признаков (краниоскопических, рентгеноморфологических) позволяет всесторонне, объективно и достоверно установить возраст и пол КРС на основе обоснованного эталонно-тестового принципа. Последний является базой для разработанной авторской компьютерной программы «*Skull Cattle*», которая автоматизирует разработанные способы определения возраста и пола КРС, нивелирует

ошибки во время обработки результатов исследования, повышает точность и объективность краниологических экспертиз.

Определены макроскопические возрастные особенности носомозгового отдела черепа КРС, обобщенные в виде таблиц для экспресс-определения возраста и пола животных.

В основе способов определения возраста и пола КРС по информативным количественным методам лежат разработанные математические модели и соответствующие уравнения регрессии или дискриминантные уравнения.

Разработанные теоретические основы математического моделирования этого процесса и алгоритмы анализа полученных данных являются основой метода определения возраста и пола КРС по КТДП отдельных структур черепа от рождения до 10-летнего возраста. При этом теоретическое значение ошибки неверного определения возраста приближается к нулю.

Модифицирована методика краниометрии, описанная *Driesch von den A.* (1976) и С.К. Рудиком (2008). В динамике значений линейных краниометрических параметров выявлен межевой критерий, который разделяет весь период постнатального онтогенеза животных на домежевой и постмежевой периоды. Домежевой период составляет 1-3 года, при этом наблюдается относительно быстрый рост структур черепа. В постмежевой период характеризуется замедлением развития и увеличением размеров черепа.

Рассчитанное уравнение регрессии зависимости возраста животных ( $T$ ) от остеометрических параметров черепа ( $l$ )  $T=(a_0+a_1 \times l+a_2 \times l^2+a_3 \times l^3) \times \theta(l_0-l) + (b_0+b_1 \times l+b_2 \times l^2+b_3 \times l_3) \times \theta(l-l_0)$  позволяет диагностировать возраст КРС по соответствующим измерениям черепа от рождения до 10 лет со стандартной ошибкой регрессии около 5 месяцев.

Адаптирована методика инфракрасной спектроскопии к исследованию костей черепа. Установлено, что наиболее информативными спектроскопическими краниологическими параметрами являются ИК-спектры затылочной и верхнечелюстной костей, которые соответствуют волновым числам:  $\nu = 567 \text{ см}^{-1}$ ,  $\nu = 603 \text{ см}^{-1}$ ,  $\nu = 632 \text{ см}^{-1}$ ,  $\nu = 1047 \text{ см}^{-1}$ ,  $\nu = 1091 \text{ см}^{-1}$  и  $\nu = 3433 \text{ см}^{-1}$ , однако их количественные характеристики зависят от возраста ( $T$ ) и пола животного и описываются уравнением нелинейной регрессии:  $t = \frac{a[1 - \sin(b\sqrt{x} + c)]}{x}$ , (где  $a$ ,  $b$  и  $c$  – константы), которое позволяет определить возраст КРС от рождения до 10-ти лет со стандартной погрешностью 3-8 месяцев ( $p \leq 0,05$ ). Теоретическое значение ошибки определения пола животных в случае приобщения всех шести спектроскопических показателей уменьшается с 5,90 до 0 %. Данный способ может быть реализован также в тех случаях, когда исследованию подвергается сожженный или значительно поврежденный череп.

Доказано, что на определение возраста и пола животных по линейным краниометрическим показателям в большей степени влияет возраст животных (81–100 %,  $p \leq 0,001$ ), а в меньшей мере – пол (0–17 %,  $p \leq 0,001$ ), а также случайные факторы (0–6 %,  $p \leq 0,001$ ). Однако, на результаты

спектроскопических параметров в значительной степени влияют случайные факторы (49–59 %) и возраст (36–50 %), а значительно меньше – пол (1–4 %). Из компьютерно-томографических показателей на определение возраста и пола крупного рогатого скота по параметру Хаунсфилда (*HU*) в большей степени влияет возраст животных (82–96 %,  $p \leq 0,001$ ), значительно меньше – пол (1–16 %,  $p \leq 0,001$ ) и случайные факторы (0–2 %). На значение КТДП существенно влияет возраст КРС (5–82 %,  $p \leq 0,01$ ), пол (2–89 %,  $p \leq 0,001$ ) и случайные факторы (6–51 %).

Разработанные способы позволяют достоверно различать носомозговой отдел черепа КРС по возрасту и полу во всех возрастных диапазонах. По результатам соответствующих измерений надежно определяется возраст животного с ошибкой от 2 до 10 месяцев. Пол животного определяется путем сравнения двух выборок, которые содержат значения возраста отдельно для самцов и для самок, предусмотренных предварительно разработанной теоретической моделью, и вычисления средневыборочных значений возраста и соответствующих выборочных дисперсий. Пол животного соответствует выборке с наименьшей дисперсией, а возраст является средневыборочным значением. Достоверность установления пола исчисляется по критерию Стьюдента.

*Ключевые слова:* череп, крупный рогатый скот, возрастная морфология, пол, судебно-ветеринарная экспертиза.

## **FORENSIC VETERINARY CRITERIA TO DETERMINE AGE AND SEX OF DAIRY CATTLE BY MORPHOLOGICAL FEATURES OF NASO-CEREBRAL SECTION OF SKULL**

### **Annotation**

The thesis is devoted to the study of the morphological features of the naso-cerebral section of the skull in dairy cattle depending on the sex in a wide age range (from birth to 10 years) at the different levels of structural organization. It has been found out that the assessment of the informative quantitative parameters of the skull (craniometric, rhoentgenodensitometric, spectral) and the formalization of its qualitative characteristics (craniometric, roentgenomorphological) allows to determine the age of the cattle comprehensively, objectively and trustworthy on the basis of the reference-test principle. The latter one is the basis for the author's computer program «*Cattle Skull*», which automatizes the developed methods of cattle age and sex determination by the skull and eliminates the errors during the processing of the results of the study, the above program improves the accuracy and objectivity of the cranial examinations.

Osteologic technology, which is based on the consideration of the integrity of the skull, the number and complexity of applied methods of skull research, allows to determine the age of the dairy cattle by the qualitative and quantitative parameters of the naso-cerebral section of the skull from birth to the age of 10 years with an accuracy of 2–10 months.

*Key words:* skull, cattle, age morphology, sex, forensic veterinary examination.

## **Яценко Іван Володимирович**



доктор ветеринарних наук, професор, академік Академії наук вищої освіти України, бакалавр юриспруденції, судово-ветеринарний експерт, завідувач Бюро судово-ветеринарних досліджень, завідувач кафедри ветеринарно-санітарної експертизи та судової ветеринарної медицини Харківської державної зооветеринарної академії.

Науковий напрям – «Морфологічні параметри організму тварин, як об'єкти судово-ветеринарної експертизи», а також «Експертиза якості й безпечності та критерії ветеринарно-санітарного оцінювання продуктів забою тварин за збагачення раціону нутріцевтиками».

Підготував 4 кандидатів ветеринарних наук. Фахівець в галузі судової ветеринарної медицини. Нагороджений державною відзнакою «Знак пошани», Почесною грамотою Держветфітослужби України, дипломом і грамотами Харківської обласної державної адміністрації, дипломами Академії наук вищої світи України.

Автор 218 наукових праць, 21 патентів на корисну модель України, 5 науково-методичних рекомендацій, 7 монографій, 3 підручників, 45 навчально-методичних посібників.

## **Карем Р.С. Абузнайд (Палестина)**



кандидат ветеринарних наук, доктор філософії. У 2016 р. закінчив аспірантуру при кафедрі ветеринарно-санітарної експертизи та судової ветеринарної медицини Харківської державної зооветеринарної академії.

Науковий напрям – «Морфологічні параметри організму тварин, як об'єкти судово-ветеринарної експертизи».

Фахівець в галузі судової ветеринарної медицини.

Автор 17 наукових праць, у т.ч. 2 деклараційних патентів України на корисну модель, науково-методичних рекомендацій, 2 тез наукових доповідей.

## **Авер'янова Лілія Олександрівна**



кандидат технічних наук, доцент кафедри біомедичної інженерії Харківського національного університету радіоелектроніки.

Науковий напрям – системи медичної візуалізації, кількісний аналіз біомедичних зображень, радіаційна медицина.

Удосконалила кількісну діагностику остеопорозу шляхом створення нового методу комп'ютерної рентгеноморфометрії трубчастих кісток.

Автор понад 70 наукових праць, 5 патентів України, 10 навчально-методичних видань.

## **Гетманець Олег Михайлович**



кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри інформаційних систем проектування та технологій у тваринництві Харківської державної зооветеринарної академії.

Автор близько 200 друкованих робіт, у тому числі навчальних посібників з вищої та прикладної математики, економетрії, наукових статей та патентів.

Науковий напрям – застосування математичних методів в сільському господарстві, ветеринарній медицині, судово-ветеринарній експертизі, екології.