

УДК 611.716:[636.93+599.2]:619:340.6

**СУДОВО-ВЕТЕРИНАРНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ВІКУ ТА СТАТІ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ ЗА ЛІНІЙНИМИ ОСТЕОМЕТРИЧНИМИ ПАРАМЕТРАМИ ПОТИЛИЧНОЇ ПОВЕРХНІ ЧЕРЕПА**

**ЯЦЕНКО І.В.**, д. вет. н., професор, судово-ветеринарний експерт, бакалавр права, академік АНВО України,  
**АБУЗНАЙД Карем Р.С.**, аспірант  
**ГЕТМАНЕЦЬ О.М.**, к. фіз.-мат. н., доцент

Харківська державна зооветеринарна академія, м. Харків

*Досліджено залежність лінійних остеометричних параметрів потиличної поверхні черепа великої рогатої худоби від віку та статі тварини. Встановлено, що для застосування регресійного аналізу застосували дві нелінійні функції регресії третього ступеня за лінійними остеометричними параметрами потиличної поверхні черепа: домежовий період (від народження до межового критерія) і постмежовий період (від межового 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. Межовий критерій віку має більше значення для краніометричних лінійних параметрів потиличної поверхні черепа самок ВРХ, ніж для самців. Встановлювати вік і стать ВРХ можна в межах стандартної похибки регресії за значеннями кількох (не менш двох) вимірів лінійних остеометричних параметрів потиличної поверхні черепа*

**Судово-ветеринарна експертиза, потилична поверхня черепа, велика рогата худоба, вік, стаття**

**Актуальність проблеми.** Остеологія, будучи розділом морфології, як і більшість фундаментальних наук має не лише теоретичне, а й прикладне значення [1-2].

Судово-ветеринарна експертиза є найменш обґрунтованим і методично забезпеченим напрямом прикладної остеології. Це пов'язано з тим, що до цього часу судово-ветеринарна експертиза, як розділ експертології, в цілому розроблена не достатньо [3].

Важливим завданням судово-остеологічної ветеринарної експертизи є отримання максимально повної інформації за кістками чи їх фрагментами про об'єкт дослідження. Особливо важко досягти цієї мети, коли на експертизу потрапляють об'єкти із грубими руйнуваннями і дефектами, чи за окремими фрагментами [4].

Серед остеологічних об'єктів найбільш інформативним за характером ознак є скелет [5].

Суттєве значення черепа в цілому і його носомозкового відділу, зокрема [6-8], полягає в

тому, що вони несуть ознаки, за якими достовірно можна визначити вік і стать тварини.

Не систематизованість науково-обґрунтованих критеріїв щодо кісткових органів і в т.ч. черепа ВРХ не дозволяють об'єктивно та з високою мірою достовірності оцінити ці об'єкти з точки зору їх вікової та статеві характеристики.

**Матеріал і методи дослідження.** Досліджували носомозковий відділ черепа від 88 голів самців та 96 голів самок ВРХ української червонорябої породи віком від новонароджених до 10 років (самці) та до 12 років (самки). Загальна кількість досліджуваного кісткового матеріалу склала 184 черепів. Всю вибірку сукупність було розбито на 11 вікових груп для самців та 12 вікових груп для самок.

Вимірювання потиличної поверхні черепа ВРХ здійснювали за методикою описаною в нашій роботі [2] (табл. 1, рис. 1).

Математично-статистичну обробку результатів вимірювань проводили із застосуванням

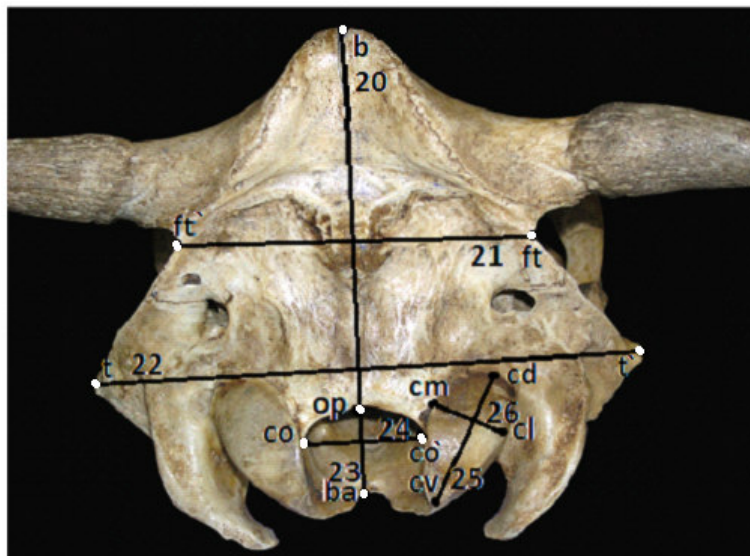
Таблиця 1. **Краніометричні параметри потиличної поверхні носомозкового відділу черепа ВРХ**

Позначення на рис.	Назва виміру	Пояснення
20	Висота потиличної поверхні	відстань між брегмою (b) і базіоном (ba)
21	Дорсальна потилична ширина	відстань між лівою (ft) та правою (ft') лобно-висковими точками
22	Вентральна потилична ширина	відстань між лівою (t) та правою (t') точками темпораліс
23	Вертикальний переріз великого потиличного отвору	відстань між точками базіон (ba) і опістіон (op)
24	Поперечний переріз великого потиличного отвору	відстань між лівою (co) та правою (co') конділярно-окципітальними точками
25	Довжина потиличного виростка	відстань між конділярною верхньою (cd) і конділярною нижньою (cv) точками
26	Ширина потиличного виростка	відстань між конділярною латеральною (cl) і конділярною медіальною (cm) точками

методів варіаційної статистики, регресійного, кореляційного і дисперсійного аналізу із залученням критеріїв перевірки статистичних гіпотез з використаннями комп'ютерних програм Microsoft Excel та Maple-12.

Для параметрів потиличної поверхні черепа кожної вікової групи визначали середньовибіркові значення, оцінки вибіркової дисперсії та середньоквадратичних відхилень. Рівень

статистичної достовірності різниці середньовибіркових показників для двох суміжних вікових груп визначали за критерієм Стьюдента. Було встановлено, що він складав 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 всієї сукупності даних на 11 визначених вікових груп для самців і 12 груп для самок.

Рис. 1. **Краніометричні параметри. Потилична поверхня черепа.**

Макрофото: цифрова фотокамера „Olimpus C – 5060” Wide Zoom” (пояснення в таблиці).

**Результати дослідження.** Аналіз залежності віку тварин ( $T$ ) обох статей від значень лінійних остеометричних параметрів ( $l$ ) для всіх краніометричних параметрів потиличної поверхні черепа ВРХ свідчить про наявність наступної тенденції: спостерігається межовий критерій ( $l_0$ ), 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. Він носить практично лінійний характер з невеликим нахилом і деякою кривизною, що відповідає відносно швидкому росту кісток. В постмежовому віковому періоді ця залежність стає істотно більш крутою (рис. 2), що свідчить про уповільнення розвитку і зростання 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 – domeжового вікового періоду лінійного остеометричного параметра потиличної поверхні черепа  $l < l_0$ :

$$T = a_0 + a_1 \cdot l + a_2 \cdot l^2 + a_3 \cdot l^3 \quad (1)$$

де  $T$  – вік тварини;  $l$  – значення лінійного остеометричного параметра;  $a_0, a_1, a_2, a_3$  – коефіцієнти рівняння регресії (1).

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

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

де  $b_0, b_1, b_2, b_3$  – коефіцієнти рівняння регресії (2).

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:

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

У табл. 2 наведено значення коефіцієнтів рівняння регресії для domeжового і постмежового вікових періодів тварини, межові значення лінійних краніометричних параметрів потило-

чної поверхні черепа ( $l_0$ ) та відповідний межовий вік тварини ( $T_0$ ). Тут також наведено

значення коефіцієнтів детермінації ( $R^2$ ) для усього рівняння регресії (3), нормованих на кількість ступенів свободи, яка дорівнює кількості вимірів (11 – для самців і 12 – для самок) мінус кількість коефіцієнтів рівняння регресії (3) ( $4 + 4 = 8$ ). Також наведено стандартну помилку регресії ( $S$ ) у місяцях та рівень значущості ( $p$ ) рівняння (3) за Фішером.

Аналізуючи значення розрахованої стандартної помилки визначення віку ВРХ за краніометричними параметрами потиличної поверхні зазначаємо, що за більшістю параметрів помилка для черепів самок дещо більша за самців. Так, за висотою потиличної поверхні помилка визначення віку самок становить 7,27 міс., проте для черепів самців ця помилка дещо менше – 4,60 міс.

За дорсальною потиличною шириною визначити вік ВРХ можна з похибкою 4,89 міс. для самок і 3,32 міс. – для самців. За вентральною потиличною шириною вік самок ВРХ визначається з помилкою 4,23 міс., проте ця помилка для самців значно менша і становить

Таблиця 2. Значення коефіцієнтів та параметрів рівняння регресії для визначення віку та статі ВРХ за краніометричними параметрами

Параметри	Стать тварини		
	Самки	Самці	
<b>1. Висота потиличної поверхні</b>			
Коефіцієнти рівняння регресії для домежового періоду віку	$a_0$	-23,95	40,33
	$a_1$	3,50	-7,92
	$a_2$	-0,08	0,41
	$a_3$	0	0
Межове значення параметра, $l_0$ , см	15,10	15,63	
Межове значення віку, $T_0$ , міс.	10	17	
Коефіцієнти рівняння регресії для пост-межового періоду віку	$b_0$	218,32	35695,54
	$b_1$	-116,37	1749,26
	$b_2$	6,80	-664,58
	$b_3$	0	26,02
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>			
Коефіцієнти рівняння регресії для ВРХ	$a_0$	43,62	-296,15
	$a_1$	-12,44	90,68
	$a_2$	0,91	-9,08
	$a_3$	0	0,30
Межове значення параметра, $l_0$ , см	12,50	13,97	
Межове значення віку, $T_0$ , міс.	30	24	
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
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>			
Коефіцієнти рівняння регресії для ВРХ	$a_0$	19,28	7,39
	$a_1$	-3,65	-2,06
	$a_2$	0,18	0,16
	$a_3$	0	-0,0021
Межове значення параметра, $l_0$ , см	18,40	19,40	
Межове значення віку, $T_0$ , міс.	15	14	
Коефіцієнти рівняння регресії	$b_0$	-23869,49	5180,13
	$b_1$	3555,39	-569,79
	$b_2$	-176,71	16,45
	$b_3$	2,94	-0,041
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	

4. Вертикальний переріз великого потиличного отвору			
Коефіцієнти рівняння регресії для ВРХ	$a_0$	-952,48	-277,74
	$a_1$	853,96	244,26
	$a_2$	-252,88	-71,88
	$a_3$	24,83	7,17
Межове значення параметра, $l_0$ , см		4,50	4,61
Межове значення віку, $T_0$ , міс.		32	23
Коефіцієнти рівняння регресії	$b_0$	-2648,00	24137,00
	$b_1$	-3645,44	-4985,94
	$b_2$	1849,99	-1276,76
	$b_3$	-201,66	265,43
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
5. Поперечний переріз великого потиличного отвору			
Коефіцієнти рівняння регресії для ВРХ	$a_0$	-254,82	-217,40
	$a_1$	273,18	212,06
	$a_2$	-96,94	-68,73
	$a_3$	11,56	7,57
Межове значення параметра, $l_0$ , см		4,26	4,42
Межове значення віку, $T_0$ , міс.		35	30
Коефіцієнти рівняння регресії	$b_0$	33753,76	33335,24
	$b_1$	-23089,71	-14678,35
	$b_2$	5227,21	1455,62
	$b_3$	-390,76	36,31
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
6. Довжина потиличного виростка			
Коефіцієнти рівняння регресії для ВРХ	$a_0$	5,25	-146,59
	$a_1$	-4,28	31,50
	$a_2$	1,12	-37,57
	$a_3$	0	3,53
Межове значення параметра, $l_0$ , см		5,10	5,35
Межове значення віку, $T_0$ , міс.		12	20
Коефіцієнти рівняння регресії	$b_0$	3837,06	7417,07
	$b_1$	-1799,53	-2860,02
	$b_2$	206,42	243,52
	$b_3$	0	6,11
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
7. Ширина потиличного виростка			
Коефіцієнти рівняння регресії для ВРХ	$a_0$	43,72	-141,18
	$a_1$	-50,34	222,12
	$a_2$	14,71	-112,72
	$a_3$	0	18,97
Межове значення параметра, $l_0$ , см		2,82	2,90
Межове значення віку, $T_0$ , міс.		20	15
Коефіцієнти рівняння регресії	$b_0$	-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
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

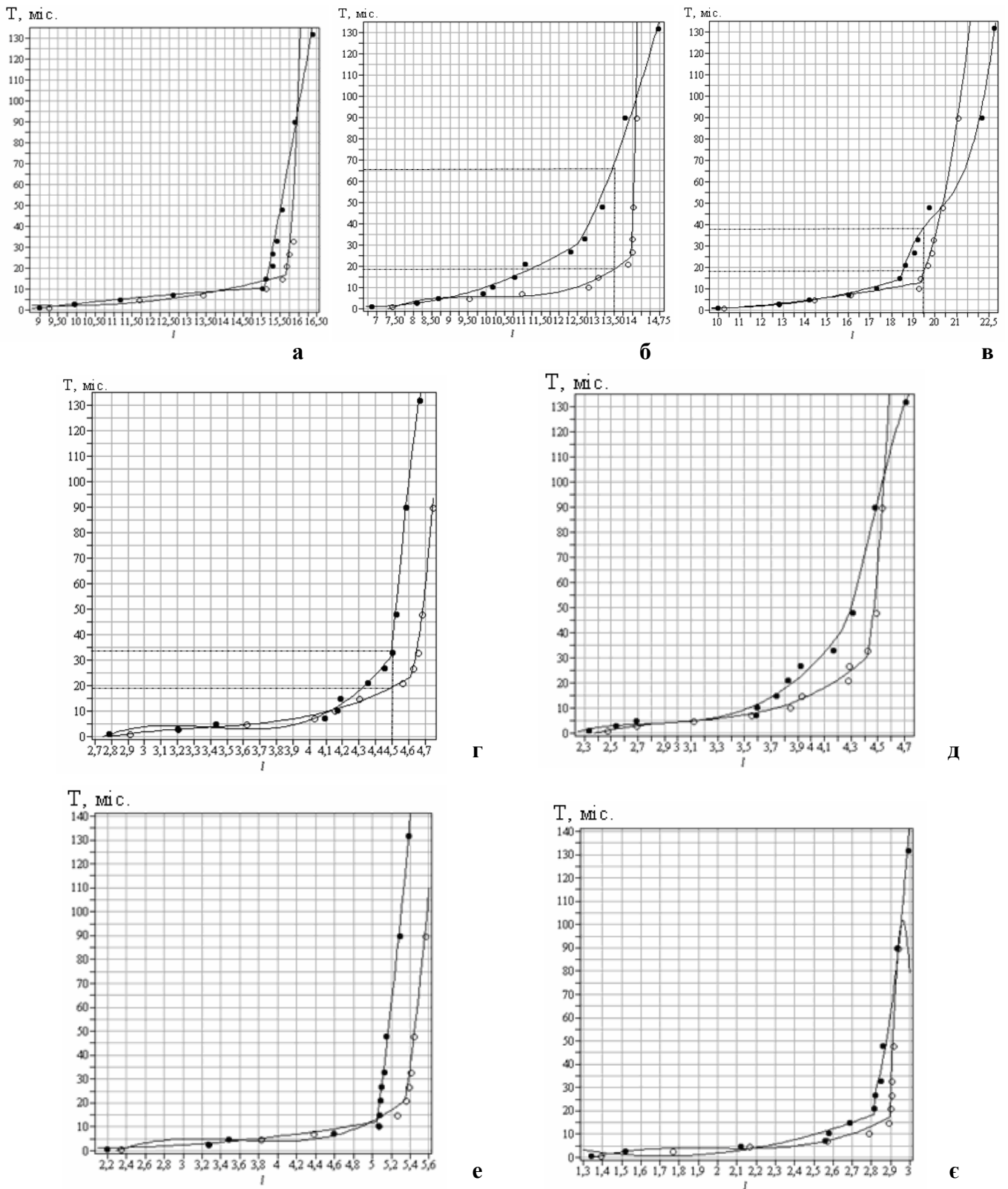


Рис. 2. Залежність лінійних остеометричних параметрів потиличної поверхні черепа від віку ВРХ. ● – самки, ○ – самці: а – висота потиличної поверхні; б – дорсальна потилична ширина; в – вентральна потилична ширина; г – вертикальний переріз великого потиличного отвору; д – поперечний переріз великого потиличного отвору; е – довжина потиличного виростка; є – ширина потиличного виростка.

2,40 міс.

За вертикальним перерізом великого потиличного отвору визначити вік самок і самців можна приблизно з однаковою похибкою – 2,48 і 2,13 міс. відповідно. За довжиною потиличного виростка різниця в значенні помилки самок і самців значна: для черепа самок – 10,21 міс., проте для самців вона становить 4,33 міс.

За шириною потиличного виростка похибка визначення віку для черепів самок становить 5,51 міс., тоді як для самців – майже на половину менша – 2,98 міс.

Особливістю є вимір поперечного перерізу великого потиличного отвору. За цим виміром похибка визначення віку самок ВРХ дещо менша за самців і становить 4,54 і 6,81 міс. відповідно.

На рис. 2 порівнюються передбачення рівняння нелінійної регресії (3) з результатами вимірів лінійних остеометричних параметрів потиличної поверхні черепа як для самців, так і для самок.

За значеннями лінійних краніометричних параметрів потиличної поверхні черепа ВРХ за допомогою рівняння регресії (3) з урахуванням даних з табл. 2, або швидко за допомогою рис. 2 можна визначити не лише вік, але й стать тварини.

Визначення проводять наступним чином. Наприклад, дорсальна потилична ширина ста-

новить:  $l_1 = 13,5$  см. Цьому значенню відповідає череп або самця віком 19 міс., або самки віком 97 міс., як це показано на рис. 1 б пунктиром. Вентральна потилична ширина стано-

вить:  $l_2 = 19,5$  см, яке вказує на те, що череп може належати або самцеві віком 19 міс., або самці віком 38 міс. (показано на рис. 1 в пунктиром). Порівнявши ці результати, в межах стандартної похибки можна зробити висновок, що досліджуваний череп належить самцеві віком 19 міс. Зробивши додатковий вимір вертикального перерізу великого потиличного отво-

ру, отримали значення:  $l_3 = 4,5$  см, що вказує на приналежність черепа або самцеві віком 19 міс., або самці віком 34 міс. (показано на рис. 2 г пунктиром). Результати всіх трьох вимірів дозволяють зробити остаточний експертний висновок – череп належить самцеві віком 19 міс.

### Висновки

1. Для застосування регресійного аналізу необхідно застосувати дві нелінійні функції регресії третього ступеня за лінійними остеометричними параметрами потиличної поверхні носомозкового відділу черепа: domeжовий період (від народження до domeжового критерія) і постмежовий 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 всьому віковому діапазоні, що підтверджує якість отриманих рівнянь регресії.

2. Залежність віку ВРХ від значень лінійних остеометричних параметрів потиличної поверхні носомозкового відділу черепа має тенденцію повільного збільшення в domeжовому періоді, що становить 1–3 роки і характеризується відносно швидким збільшенням краніометричних лінійних параметрів потиличної поверхні носомозкового відділу черепа, проте в постмежовому періоді ця залежність стає істотно більш крутою, що свідчить про уповільнення динаміки краніометричних лінійних параметрів потиличної поверхні носомозкового відділу черепа з віком.

3. Domeжовий критерій віку має більше значення для краніометричних лінійних параметрів потиличної поверхні носомозкового відділу черепа самок ВРХ, ніж для самців.

4. Встановлювати вік і стать ВРХ можна в межах стандартної похибки регресії за значеннями кількох (не менш двох) вимірів лінійних остеометричних параметрів потиличної поверхні носомозкового відділу черепа.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Яценко І. В. Кістковий матеріал як об'єкт судово-ветеринарної експертизи / І. В. Яценко, О. М. Гетманець, М. М. Бондаревський [та ін.] // Ветеринарна медицина України. — 2010. — № 1. — С. 31—33.
2. Яценко І. В. Методичні підходи до остеоскопічного та остеометричного дослідження носомозкового відділу черепа великої рогатої худоби в аспекті судової ветеринарної експертизи / І. В. Яценко, Карем Р.С. Абузнайд // Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини: Зб. наук. праць Харківської держ. зооветеринарної академії. — Харків, 2014. — Вип. 28, ч. 2. — С. 200—207.
3. Бондаревський М. М. Морфологічні діагностичні параметри кісток скелета у судово-остеологічній експертизі / М. М. Бондаревський // Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини: Зб. наук. праць Харківської держ. зооветеринарної академії. — Харків, 2011. — Вип. 23, ч. 2, т. 1. — С. 511—523.
4. Пиголкин Ю. И. Новая методика определения возраста на основании возрастных изменений костей кисти / Ю. И. Пиголкин, А. В. Черепов, Н. Н. Гончарова [и др.] // Судебно-медицинская экспертиза. — 2004. — № 3. — С. 3—7.
5. Брук Ю. О. Вікові особливості зміни скелета грудної кінцівки нутрії у постнатальному періоді онтогенезу: Автореф. дис. ... канд. вет. наук / Ю. О. Брук. — Київ, 2004. — 19 с.
6. Мельник К. П. Локомоторный аппарат млекопитающих / К. П. Мельник, В. И. Кликов. — К.: Наукова думка, 1991. — 208 с.
7. Фоменко Г. М. Морфологічна характеристика черепів баранів північного українського типу кросбреда, порід прекос та романівської / Г. М. Фоменко, В. О. Сухарльов, А. В. Захар'єв // Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини: Зб. наук. праць Харківського зооветеринарного інституту. — Х.: РВВ ХЗВІ, 1998. — Вип. 3. — С. 70.
8. Regodon S., J. M. Vivo, A. I. Mayoral, A. Robina, Lignereux: Etude radiologique des variations topographiques cranio-encephaliques chez les chiet dolicho-, meso- et brachycephales // Rev. Med. Vet. — 1990. — V.141. — P. 479-483.
9. Ragni B. Multivariate analysis of craniometric characters in European wild cat, domestic cat, and African wild cat (genus Felis) / B. Ragni, E. Randi // Z. Saugetk.. 1986. — Bd. 51. — 243—250 S.

**СУДЕБНО-ВЕТЕРИНАРНЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗРАСТА И ПОЛА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПО ЛИНЕЙНЫМ ОСТЕОМЕТРИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ ЗАТЫЛОЧНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ЧЕРЕПА**

Яценко И.В., Абузнайд Карим., Гетманец А.Н.

*Исследована зависимость линейных остеометрических параметров затылочной поверхности черепа крупного рогатого скота от возраста и пола животного. Установлено, что для применения регрессионного анализа использовали две нелинейные функции регрессии третьей степени по линейным остеометрическим параметрами затылочной поверхности черепа: допредельный период (от рождения до предельного критерия) и постпредельный период (от предельного критерия возраста до конечного срока исследования). Коэффициенты детерминации для объединенного уравнения регрессии превышают значение  $R^2 = 0,95$ , а стандартная ошибка определения возраста животного находится в пределах  $S = 2,1-10$  месяцев во всем возрастном диапазоне, что подтверждает качество полученных уравнений регрессии. Предельный критерий возраста имеет большее значение для краниометрических линейных параметров затылочной поверхности черепа самок КРС, чем для самцов. Устанавливать возраст и пол КРС можно в пределах стандартной погрешности регрессии по значениям нескольких (не менее двух) измерений линейных остеометрических параметров затылочной поверхности черепа*

*Судебно-ветеринарная экспертиза, затылочная поверхность носомозгового отдела черепа, крупный рогатый скот, возраст, пол*