

Вікова динаміка розвитку форми суглобових поверхонь скелета кінцівок бройлерів

*С.А. ТКАЧУК, доктор ветеринарних наук, професор
Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Вивчено розвиток лінійних параметрів суглобових поверхонь скелета кінцівок курчат-бройлерів кросу "Росс-308". Встановлено високий ступінь кореляції r (від 0,938 до 0,995) параметрів досліджуваних суглобів з масою тіла. Найвища ступінь кореляції відмічається в плечовому ($r > 0,988$) та заплесновому ($r > 0,995$) суглобах, що свідчить про їх залежність від інтенсивності приросту маси тіла.

Курчата-бройлери, постнатальний період онтогенезу, суглобові поверхні, скелет кінцівок



У постнатальний період розвитку формування дефінітивних пропорцій залежить від дії різного роду та сили зовнішніх факторів. Одним з вагомих факторів є динаміка дії зростаючої маси тіла на трубчасті кістки, що є актуальним проблемним питанням під час інтенсивної технології вирощування курчат-бройлерів. Особливої актуальності набуває це питання залежно від віку птиці.

Біологічні особливості, що спостерігаються в кожному організмі, є наслідком трьох наборів чинників: історичного (успадкованого по гомології), функціонального (біологічній адаптації) і структурного (властивості, успадковані матеріалами, з яких створені органи та морфогенетичні закономірності, за якими вони ростуть). Разом з тим, розвиток організму відбувається поступово згідно законів: безперервність (перманентність) розвитку в онтогенезі обумовлена асинхронністю і гетерохронією складових системи, органів і тканин організ-

му; провізорність розвитку організму на кожному етапі компенсується зміною нової генерації органів і систем. Про це побічно свідчить закон нерівномірності розвитку підсистем у великих системах (Хакслі Д.), теорія Б. Анохіна про системогенез і закон безповоротності еволюції Л. Долло. Ці закони індивідуального розвитку людини і тварин є біологічною основою для вивчення онтогенезу для ветеринарних фахівців і тваринників [5]. Отже, живим організмам притаманна індивідуальна морфологічна мінливість органів та їх систем [1,2].

Ріст трубчастих кісток та їх структурних складових у постнатальному періоді онтогенезу, відбувається нерівномірно в різних видів тварин [11]. Він має хвильоподібний характер (на фоні загального зниження росту періодично відмічаються періоди його підсилення). На прикладі вирощування цесарок встановлено, що найбільша напруженість росту скелета відбувається в перший

місяць життя, а найменша — у 5-6 місяців [3].

Іншим суттєвим фактором є дія маси тіла. Динаміка маси тіла протягом постнатального періоду онтогенезу впливає на ріст та розвиток різних систем організму, зокрема на скелет кінцівок. Оцінити ступінь цієї дії можливо при застосуванні багатомірних алометричних моделей [8], що визнано потенційно необхідними для інтерпретації онтогенетичних зразків та філогенетичних тенденцій.

Деякі автори вказують, що у птахів скелетна алометрія описується геометричною подібністю ($M^{1,0}$) більше, ніж еластичною ($M^{0,67}$) або подібністю до стиснення ($M^{0,5}$) [6,7].

Алометричні співвідношення стосуються не тільки морфологічної ознаки та маси тіла, а також будь-якої морфологічної ознаки і віку птиці. Тісний кореляційний зв'язок ($R^2=0,984$) отримано в досліді при співставленні вмісту кальцію, фосфору та золи в труб-

1. Алометрия сагітального діаметра проксимального епіфіза трубчастих кісток (мм) від маси тіла (г) курчат-бройлерів

Назва кістки	Показник			
	a	b ± S _b	%	r
Плечова	1,668	0,325±0,025	58,68	0,988
Ліктьова	1,77	0,293±0,03	52,96	0,982
Променева	0,921	0,294±0,019	51,14	0,985
Стегнова	0,765	0,412±0,043	74,21	0,951
Великогомілкова	0,35	0,565±0,078	103,00	0,938
Заплесно-плеснова	0,997	0,368±0,016	68,60	0,995

2. Алометрия сегментального діаметра проксимального епіфіза трубчастих кісток (мм) від маси тіла (г) курчат-бройлерів

Назва кістки	Показник			
	a	b ± S _b	%	r
Плечова	0,606	0,471±0,048	100,00	0,960
Ліктьова	0,324	0,460±0,059	97,66	0,941
Променева	0,846	0,223±0,053	47,35	0,832
Стегнова	1,136	0,371±0,058	78,77	0,914
Великогомілкова	0,766	0,445±0,069	94,48	0,917
Заплесно-плеснова	1,877	0,323±0,022	68,58	0,982

частій кістці (великогомілковій) та віком курчат-бройлерів [10].

Відхилення алометричних показників свідчить про порушення росту та розвитку морфологічних складових опорно-рухового апарату. Можливий розвиток скелетно-м'язових деформацій, що виникають внаслідок інтенсивного приросту маси тіла та можуть бути успадковані від батьків з надмірною масою тіла, виникати внаслідок незрілості кісток, м'язів, зв'язок, сухожилків, проблем в метаболізмі (накопичування молочної та вугільної кислоти), що призводить до прискорення приросту [9]. Найчастіше деформації піддаються частини великогомілкової кістки - проксимальна, яка володіє найвищими темпами приросту (висока проліферація хон-

дроцитів) та дистальна (деформація виростків завдяки зміщенню m. gastrocnemius – литковий м'яз). Також, можливе бічне викривлення великогомілкової кістки, внаслідок деформації привідного м'язу. Загалом для тазової кінцівки притаманний розвиток хронічної втоми та хронічного болю, які спричиняють зниження якості життя птиці.

Саме в курчат-бройлерів велика маса тіла призводить до укорочення довжини та зменшення діаметрів кісток кінцівок та проблем із суглобами [12].

Мета досліджень – дослідити динаміку лінійних розмірів суглобових поверхонь скелета кінцівок бройлерів у постнатальний період онтогенезу (після виведення).

Матеріал і методи дослід-

жень. Матеріалом досліджень були суглобові поверхні трубчастих кісток грудної (плечова, ліктьова та променева) та тазової кінцівки (стегнова, великогомілкова та заплесно-плеснова) курчат-бройлерів кросу "Росс-308". Птицю вирощували в умовах виробничого підприємства ТОВ "Комплекс Агромарс", с. Гаврилівка (Київська обл.).

Досліджувана птиця вирощувалась на підлозі за загальноприйнятою технологією для курей м'ясного напрямку продуктивності. Раціон годівлі був збалансованим за поживними речовинами згідно з віковими періодами.

Для формулювання висновків щодо впливу умов утримання та маси тіла на розвиток суглобових поверхонь трубчастих кісток у курчат-бройлерів вимірювали лінійні показники суглобових поверхонь, враховуючи найбільший (сагітальний) та найменший (сегментальний) діаметри. У подальшому застосували регресійний аналіз, шляхом визначення алометричної залежності між лінійними характеристиками трубчастих кісток та масою тіла, використовуючи степеневу залежність [4]:

$$y = ax^b, \quad (1)$$

де: x — незалежна змінна (маса тіла);

y — морфологічна ознака (довжина та діаметри кісток);

Рівняння (1) логарифмували

$$\ln y = \ln a + b \ln x \quad (2)$$

Визначали параметри a і b рівняння (1) та коефіцієнт кореляції між змінними r.

Результати досліджень та їх аналіз. У скелеті грудної кінцівки розрізняють: плечовий, ліктьовий та зап'ястково-п'ястковий суглоби, а в скелеті тазової кінцівки – кульшовий, колінний та суглоб, що утворений великогомілковою та заплесно-плесною (цівкою) кістками – гомілково-заплесновий.

У кульшовому та колінному суглобах (проксимальна поверхня великогомілкової кістки) спостерігаються найбільш інтенсивні зміни (величина показника b) сагітального діаметра.

Найвище значення цього показника в проксимальному епіфізі

великогомілкової кістки. Порівняно із нею, інтенсивність змін даної морфологічної ознаки в кульшовому суглобі складає 73,2% або в 1,4 рази менше, а в заплесно-плесновому суглобі відповідно — 62,7% або в 1,6 рази менше, ніж в колінному суглобі (табл. 1).

Серед кісток грудної кінцівки (крила) курчат-бройлерів інтенсивні зміни в краніо-каудальному напрямку відбуваються в проксимальному епіфізі плечового суглоба. Порівняно з цим суглобом, у ліктьовому суглобі даний діаметр приростає на 90% або в 1,1 рази менш інтенсивно. Проксимальний епіфіз променевої кістки, що разом з ліктьовою кісткою входить до складу ліктьового суглоба, приростає на 90,4% або в 1,1 рази менш інтенсивно порівняно з плечовим суглобом.

Статистичний аналіз дає: середнє значення *b* для кісток грудної кінцівки — 0,302 при дисперсії $3,31 \times 10^{-4}$; для кісток тазової кінцівки — 0,440 при дисперсії $1,16 \times 10^{-2}$. Це показує дуже суттєву різницю в середніх значеннях *b* та в дисперсіях, що свідчить про значний вплив на показник *b*, як функціональності, залежно від кінцівки, так і функціональності за окремими трубчастими кістками.

Показники коефіцієнта кореляції між сегментальним діаметром проксимального епіфіза та масою тіла досліджуваних кісток високі (табл. 2).

Розвиток голівки променевої кістки в латеро-каудальному напрямку не має високої ($r = 0,832$) залежності від змін маси тіла у постнатальному періоді онтогенезу.

Розміщення точок на лінії регресії відображають тісний зв'язок між перемінними lnw та lne (рис. 1-14). Найбільш інтенсивні зміни досліджуваного діаметра відбуваються в проксимальному епіфізі плечової кістки.

Розвиток сегментального діаметра проксимального епіфіза ліктьової кістки складає 97,6% або в 1,02 рази менш, ніж такий плечової кістки. Досліджувана морфологічна структура проме-

3. Алометрия сагітального діаметра дистального епіфіза трубчастих кісток (мм) від маси тіла (г) курчат-бройлерів

Назва кістки	Показник			
	a	$b \pm S_b$	%	r
Плечова	1,691	$0,303 \pm 0,031$	57,06	0,960
Ліктьова	0,228	$0,531 \pm 0,081$	100,00	0,918
Променева	0,285	$0,409 \pm 0,042$	77,02	0,960
Стегнова	1,292	$0,314 \pm 0,021$	59,13	0,973
Великогомілкова	0,341	$0,525 \pm 0,093$	98,87	0,895
Заплесно-плеснова	1,069	$0,325 \pm 0,036$	61,21	0,955

4. Алометрия сегментального діаметра дистального епіфіза трубчастих кісток (мм) від маси тіла (г) курчат-бройлерів

Назва кістки	Показник			
	a	$b \pm S_b$	%	r
Плечова	1,17	$0,240 \pm 0,056$	55,43	0,836
Ліктьова	0,335	$0,433 \pm 0,066$	100,00	0,918
Променева	0,654	$0,310 \pm 0,02$	71,59	0,984
Стегнова	1,781	$0,314 \pm 0,035$	72,52	0,953
Великогомілкова	0,883	$0,421 \pm 0,055$	97,23	0,938
Заплесно-плеснова	1,656	$0,314 \pm 0,038$	72,52	0,946

невої кістки (табл. 2) відрізняється найменшим за величиною показника *b* приростом (відповідно — 47,3% або менше в 2,1 рази, ніж плечової).

Серед кісток тазової кінцівки інтенсивний розвиток сегментального діаметра проксимального епіфіза відбувається у великогомілкової кістці. Розвиток даної морфологічної ознаки у стегнової кістки складає 83,3% або він менш інтенсивний в 1,2 рази, а заплесно-плеснової відповідно — 72,5% або менший в 1,3 рази, ніж великогомілкової.

Середні значення показника *b* становлять для кісток грудної кінцівки — 0,385 при дисперсії $1,96 \times 10^{-2}$ та для кісток тазової кінцівки — 0,380 при дисперсії $3,78 \times 10^{-3}$. Це свідчить про відсут-

ність диференціації вказаного показника на рівні відділів окремо взятої кінцівки, проте диференціація кісток грудної кінцівки суттєво перевищує диференціацію кісток тазової кінцівки.

Сагітальний діаметр (краніо-каудальний напрямком) дистального епіфіза досліджуваних трубчастих кісток має високий ступінь коефіцієнта кореляції *r* із масою тіла. Найбільше його значення спостерігається в дистальному епіфізі стегнової кістки, що входить до складу колінного суглоба. З попередніх даних бачимо, що розвиток сагітального та сегментального діаметра великогомілкової кістки превалює над такими в інших досліджуваних кістках.

Сагітальний діаметр дистального епіфіза кісток грудної кінцівки

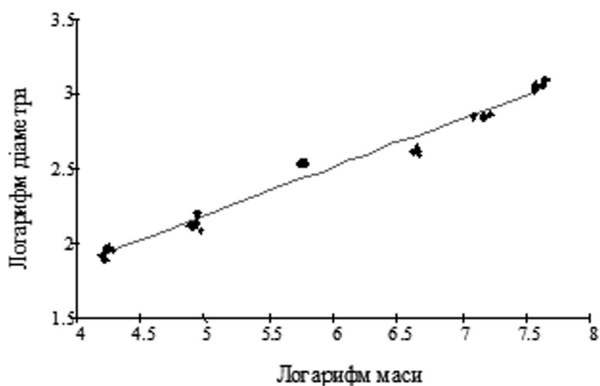


Рис. 1. Алометрична залежність сагітального діаметра проксимального епіфізу плечової кістки від маси тіла курчат-бройлерів

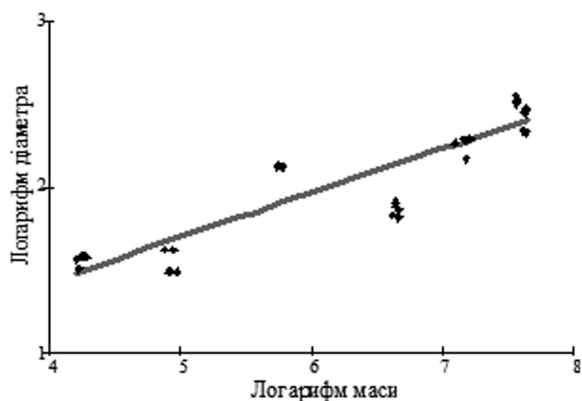


Рис. 2. Алометрична залежність сегментального діаметра проксимального епіфізу плечової кістки від маси тіла курчат-бройлерів

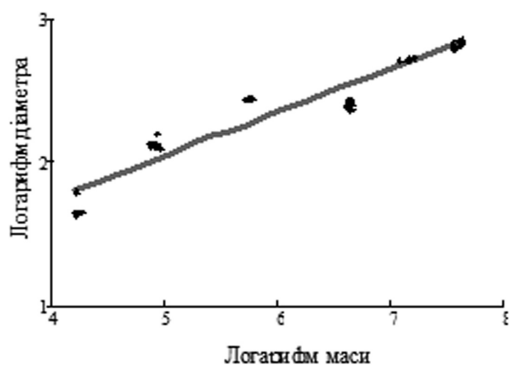


Рис. 3. Алометрична залежність сагітального діаметра дистального епіфізу плечової кістки від маси тіла курчат-бройлерів

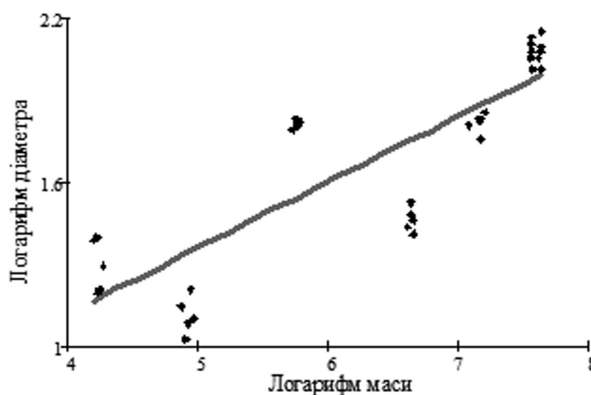


Рис. 4. Алометрична залежність сегментального діаметра дистального епіфізу плечової кістки від маси тіла курчат-бройлерів

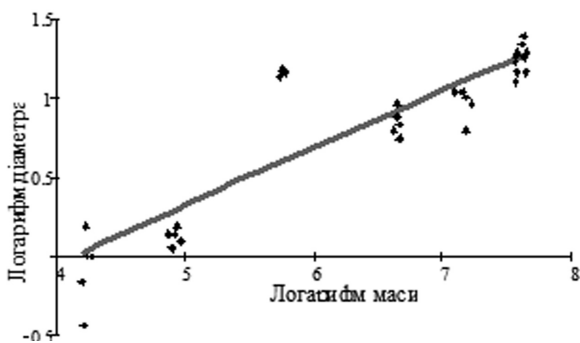


Рис. 5. Алометрична залежність сагітального діаметру променевої кістки від маси тіла курчат-бройлерів

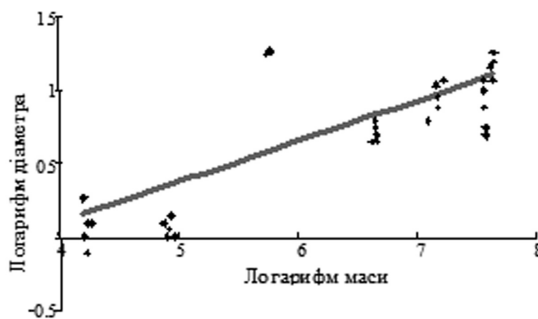


Рис. 6. Алометрична залежність сегментального діаметру променевої кістки від маси тіла курчат-бройлерів

інтенсивно росте в ліктьовій кістці (табл. 3), що входить до складу зап'ястково-п'ясткового суглоба.

Порівняно з розвитком даної структури в ліктьовій кістці, розвиток її в плечовій кістці становить 57% або є менш інтенсивним в 1,7 рази. Розвиток сагітального діаметра променевої кістки, що входить до складу разом із ліктьовою, до зап'ястково-п'ясткового суглоба, дещо менший від такого ліктьової

кістки в 1,3 рази та становить 77% (табл. 3).

У кістках тазової кінцівки найбільш інтенсивно збільшуються показник *a* (діаметр) у великогомілкової кістці зі збільшенням маси тіла, що входить до складу тарзо-метатарзального суглоба і є найбільш розвинутою трубчастою кісткою.

По відношенню до нього приріст сагітального діаметра дистального епіфіза в стегновій кістці становить

59,8% або менший в 1,7 рази. В заплесно-плеснової кістці приріст досліджуваного діаметра, що формує відповідний суглоб з фалангою пальців, становить 61,9% або менш інтенсивний в 1,6 рази.

Разом з тим, середні значення *b* для грудної та тазової кінцівок відповідно становлять 0,414 та 0,388. При цьому відповідні дисперсії між кістками кінцівок становлять $1,30 \times 10^{-2}$ та $1,41 \times 10^{-2}$. Це

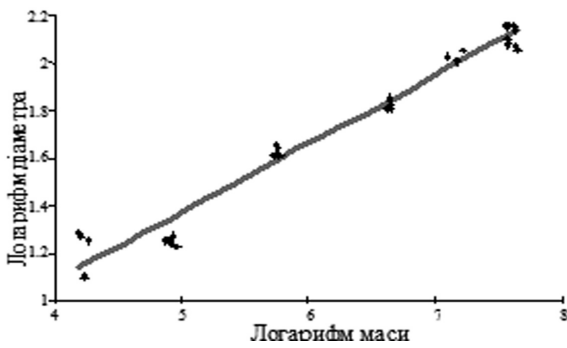


Рис. 7. Алометрична залежність сагітального діаметру проксимального епіфізу променевої кістки від маси тіла курчат-бройлерів

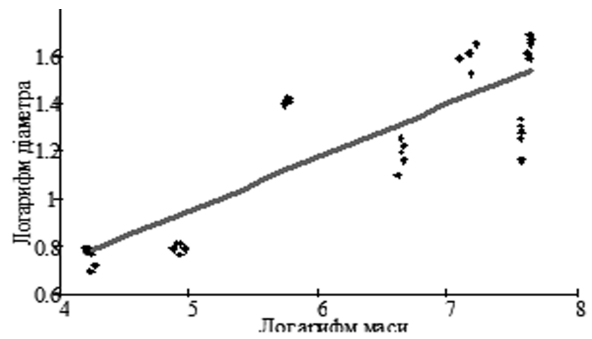


Рис. 8. Алометрична залежність сегментального діаметру проксимального епіфізу променевої кістки від маси тіла курчат-бройлерів

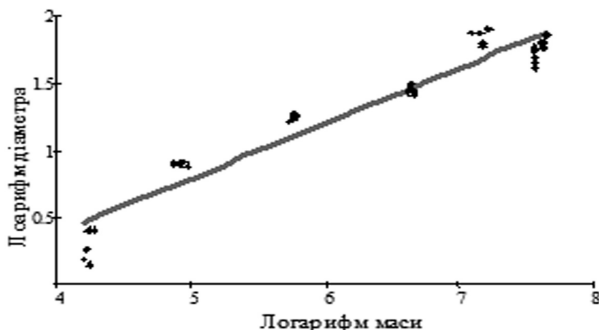


Рис. 9. Алометрична залежність сагітального діаметру дистального епіфізу променевої кістки від маси тіла курчат-бройлерів

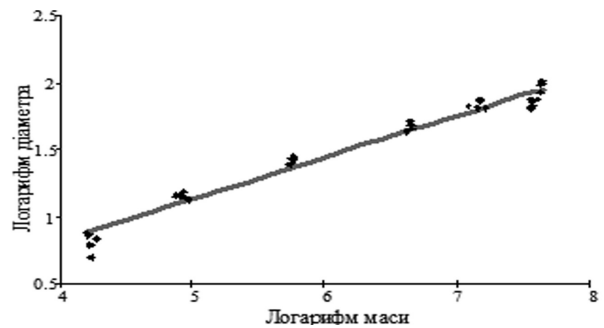


Рис. 10. Алометрична залежність сегментального діаметру дистального епіфізу променевої кістки від маси тіла курчат-бройлерів

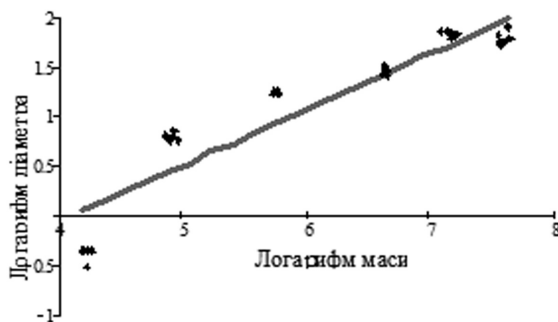


Рис. 11. Алометрична залежність сагітального діаметру ліктьової кістки від маси тіла курчат-бройлерів

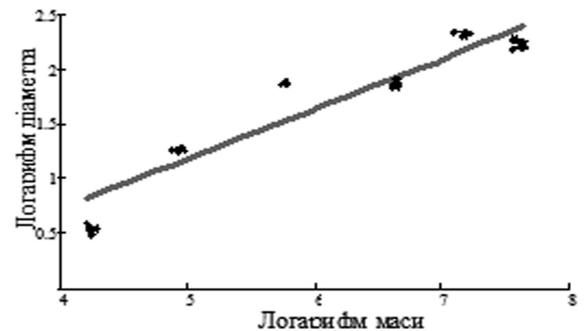


Рис. 12. Алометрична залежність сегментального діаметру проксимального епіфізу ліктьової кістки від маси тіла курчат-бройлерів

свідчить про несуттєву функціональну диференціацію показника b як між відділами кінцівок, так і по кістках відділів залежно від належності до кінцівок.

Розвиток діаметра (латеро-медіальний напрямок) дистального епіфізу досліджуваних кісток має тісну кореляцію із масою тіла, окрім дещо меншого за величиною значення коефіцієнта кореляції r у плечовій кістці (табл. 4).

У плечовій кістці величина показника b також має найменше значення. Отже, розвиток дис-

тального епіфізу плечової кістки в латеро-медіальному напрямку не має тісної залежності від змін маси тіла.

Найбільш інтенсивно змінюється ріст даного діаметра в ліктьовій кістці. По відношенню до нього розвиток даної структури плечової кістки становить 55% або менший в 1,8 рази, променевої відповідно — 71,5%, або менший у 1,4 рази.

У кістках тазової кінцівки розвиток сегментального діаметра найбільш інтенсивний у великогоміл-

ковій кістці. Досліджувана структура стегнової та заплесно-плеснової кістки розвивається подібно та становить 74,5%, або має менш інтенсивний розвиток у 1,3 рази.

Середні показники b в кінцівках становлять 0,328 при дисперсії $9,55 \times 10^{-3}$ для кісток грудної кінцівки та 0,350 при дисперсії $3,82 \times 10^{-3}$ для кісток тазової кінцівки. Це вказує на відсутність функціональної диференціації показника b згідно кожної кінцівки. Проте, існують суттєві розбіжності в b між кістками грудної кінцівки.

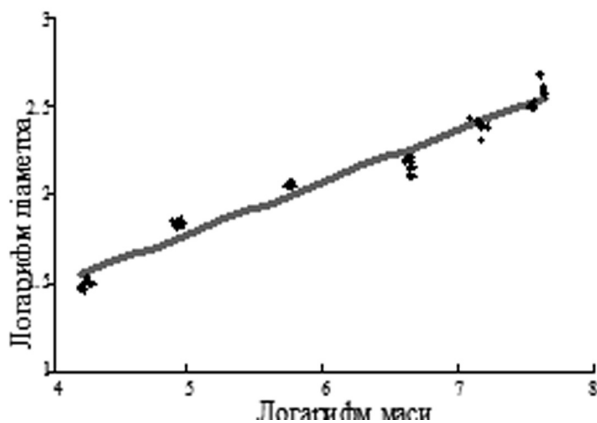


Рис. 13. Алометрична залежність сагітального діаметру проксимального епіфізу літкової кістки від маси тіла курчат-бройлерів

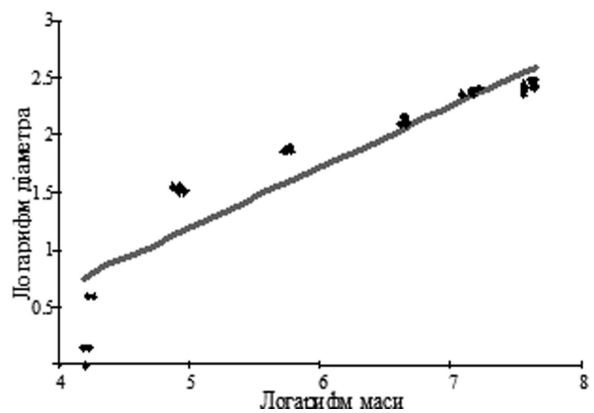


Рис. 14. Алометрична залежність сагітального діаметру дистального епіфізу літкової кістки від маси тіла курчат-бройлерів

Висновки

Розвиток лінійних параметрів досліджуваних суглобів має високий ступінь кореляції r (від 0,938 до 0,995) з масою тіла.

Найвища ступінь кореляції відмічається в плечовому ($r > 0,988$) та заплюсневому ($r > 0,995$) суглобах, що свідчить про їх залежність від інтенсивності приросту маси тіла.

Изучено развитие линейных параметров суставных поверхностей скелета конечностей цыплят-бройлеров кросса

“Росс-308”. Установлена высокая степень корреляции r (от 0,938 до 995) исследуемых параметров суставов с массой тела. Наивысшая степень корреляции отмечается в плечевом ($r > 0,988$) и заплюсневом ($r > 0,995$) суставах, что свидетельствует об их зависимости от интенсивности прироста массы тела.

Цыплята-бройлеры, постнатальный период онтогенеза, суставные поверхности, скелет конечностей

Studied the development of linear parameters of the limb skeleton articular surfaces cross broilers “Ross-308”. Found that a high degree of correlation r (from 0,938 to 0,995) studied the joints of the body weight. The highest degree of correlation observed in the shoulder ($r > 0,988$) and tarsal ($r > 0,995$) joints, indicating their dependence on the intensity increase of body weight.

Chickens-broiler, postnatal period of ontogenesis, articular surface, limbs skeleton

Література

1. Алексина Л.А. О динамике синостозирования длинных трубчатых костей человека / Л.А.Алексина // Архив АГЭ. — 1985. — Вып. 11, Т. 89. — С.69–74.
2. Беков Д.Б. Индивидуальная анатомическая изменчивость органов, систем и формы тела человека / Д.Б.Беков, Д.А.Ткаченко, Ю.Н.Вовк. — К.: Здоров'я, 1988. — С. 207–221.
3. Куликов Е.В. Морфохимическая характеристика скелета цесарок в постэмбриональном онтогенезе: автореф. дис. на соискание ученой. степени канд. биол. наук: спец. 16.00.02 “Патология, онкология і морфология тварин” / Е.В.Куликов. — Саранск, 2004. — 18 [1] с.
4. Мельник К.П. Локомоторный аппарат млекопитающих. Вопросы морфологии и биомеханики

5. скелета / К.П.Мельник, В.И.Клыков. — К.: Наук. думка, 1991. — 208 с.
6. Тельцов Л.П. Законы индивидуального развития человека и животных / Л.П.Тельцов, И.Р.Шашанов, В.А.Здоровинин, Т.А.Романова // Материалы конференции. — Саранск, 2007. — Т. 130, №5. — С. 201.
7. Biewener A.A. Biomechanical consequences of scaling / A.A.Biewener // J. exp. Biol. — 2005. — Vol. 208, № 16. — P. 65–76.
8. Biewener A.A. Biomechanics of mammalian. Terrestrial locomotion science / A.A.Biewener // J. exp. Biol. — 1990. — Vol. 250 (4984). — P.103–1097.
9. Gayon A. History of the Concept of Allometry / A.Gayon // J.amer. zool. — 2000. — Vol. 40. — P.748–758.
10. Reich N.J. Weight loading

11. young chicks inhibits bone elongation and promotes growth plate ossification and vascularisation / N.J.Reich, A.Tong, O.Lavelin // J.Appl. Physiol. — 2005. — Vol. 98. — P. 2381–2389.
12. Skinner J.T. Allometric bone development in floor-reared broilers / J.T.Skinner, P.W.Waldroup // J.Appl. Poultry Res. — 1995. — Vol. 4. — P. 265–270.
13. Herman P. Effective limb length and the scaling of locomotor cost in terrestrial animals / P.Herman // Journal of Experimental Biology. — 2007. — Vol. 210. — P. 1752-1761.
14. Huiskes R. Effects of mechanical forces on maintenance and adaptation of form in trabecular bone / R.Huiskes, R.Ruimerman, G.H.Lenthe, J.D.Janssen // Nature. —2000. — Vol. 405. — P. 704–706.