

ПОРІВНЯЛЬНО-АНАТОМІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СКЕЛЕТУ ДІЛЯНКИ СТЕГНА ДЕЯКИХ БЕЗКІЛЕВИХ ПТАХІВ

Н. В. ДРУЗЬ, кандидат ветеринарних наук, старший викладач кафедри анатомії, гістології і патоморфології тварин ім. акад. В. Г. Касьяненка,
<https://orcid.org/0000-0001-8365-8526>

Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: druz_nv3011@ukr.net

Анотація. Слід зазначити, що біпедальні птахи мають суттєві відмінності від біпедальних інших наземних хребетних і зумовлений розташуванням осі тіла відносно тазових кінцівок. Звісно ж це накладає певні відбитки як на біоморфологічні особливості будови тазостегнового суглоба та ділянки стегна в цілому, так і на біоморфологічні особливості та ступінь розвитку його кісткових елементів, що утримує тіло між двома кінцівками.

Особливості скелетних елементів ділянки стегна птахів обумовлені специфічним біпедальним, що полягає у розташуванні осі тіла відносно тазових кінцівок та довжиною стегнової кістки відносно загальної довжини тазової кінцівки у безкілевих, що коливається від 12,8 до 21,1%. Відмінність форми та відносних розмірів досліджених елементів, звуження преацетабулярного відділу клубової кістки, кут нахилу сідничої кістки, а також звуження або розширення тазової кістки зумовлені біоморфологічними адаптаціями птахів до середовища існування. Наявність або різного ступеня вираженості сідничо-лобкового вікна, різні форми та розміри сідничного отвору, що коливається від 97,6 до 127,7%, утворення затульного втиснення обумовлені дією функціональних навантажень на ту чи іншу із зазначених ділянок. Тобто, чим більше функціональне навантаження, тим менше виражене сідничо-лобкове вікно. Чим більший сідничий отвір, тим менші навантаження і, навпаки. Відносна довжина шийки (коливається від 61,1 до 85,6%) стегнової кістки знаходиться у прямопропорційній залежності від довжини проксимального епіфіза в цілому. Розвиток вертлюга та противертлюга характеризує силу м'язів, що фіксуються в цій ділянці тазостегнового суглоба та впливають на його рух. Чим більше розвинений вертлюг та противертлюг, тим потужніші м'язи фіксуються до нього.

Завдяки цим даним, ми встановили закономірність – чим довше тазова кінцівка, тим коротше стегнова кістка. За допомогою відсоткового співвідношення показників вираховували ступінь розвитку лобкової кістки – у неї вона розвинена не дуже. Визначили особливості розвитку тазової кістки, а також діаметр голівки стегнової кістки, що коливається від 83,0 до 150,8% і форму суглобової западини, яка може бути від круглої до овальної чи поперечно-овальної. Встановили, що чим нижче показник, тим овальніша голівка. За

розміром суглобової западини і голівки можна характеризувати силу амплітуди виносу кінцівки, а також статичний і динамічний кути. Встановити фіксацію кінцівки і розвиток сідничо-стегнової зв'язки, яка утримує кінцівку і дозволяє їй проводити різноманітні маніпуляції – у ему вона відсутня.

Ключові слова: птахи, біоморфологія, тазостегновий суглоб, кістки, трабекули

Актуальність

Вивчення скелета тазової кінцівки птахів, трактування отриманих результатів на сьогодні застаріли, оскільки з'явилися нові бачення як еволюційного процесу в цілому, так і механізмів становлення тих чи інших органів (Fisher and Goodman, 1955; Meckel, 1828). Іншою причиною є недостатність робіт, проведених на широкому порівняльно-анатомічному матеріалі. Сучасні вчені-морфологи, які займаються локомоторним апаратом птахів, вважають, що всі існуючі матеріали досліджень біпедальної локомоції птахів потребують чіткого перегляду (Fürbringer, 1888; Stolpe, 1932).

Значення безкілевих птахів для людини зростає з кожним днем та полягає в тому, що вони є об'єктом промислу і розведення (Parkhomenko and Druz 2016). Вирощування безкілевих птахів вважається вигідним напрямом у фермерському господарстві, тому для подальшого його розвитку необхідно детально знати і розуміти будову тазових кінцівок цих птахів, оскільки основне навантаження припадає саме на них. Також слід враховувати їх естетичне та наукове значення (Shatkovska et al., 2018).

Мета дослідження – дослідити скелетні елементи ділянки стегна деяких безкілевих птахів та провести аналіз їх морфометричних показників, дослідити внутрішню будову цих кісток та встановити закономірності

розташування компактною та губчастою речовин на основі рентгенологічних досліджень.

Матеріали і методи дослідження

Робота виконана на кафедрі анатомії тварин ім. акад. В. Г. Касьяненка Національного університету біоресурсів і природокористування України (м. Київ, 2016–2019 рр.), деякі дослідження проводилися на базі Вроцлавського природничого університету (Польща, 2016). Дослідження проводилися на деяких статевозрілих безкілевих птахів, а саме: африканський страус, нанду та ему по 3 екземпляри кожного виду. Osteометричні дослідження проводили за допомогою штангенциркуля та метра, кістки описували відповідно до уніфікованої латинської номенклатури по анатомії птахів (Baumel et al., 1979). Рентгенологічні дослідження проводилися на базі Вроцлавського природничого університету за допомогою рентген-апарата Regius-110S.

Результати дослідження та їх обговорення

Тазостегновий суглоб (кульшовий) птахів має однаковий принцип будови (тазова та стегнова кістки) у всіх досліджених нами видах (рис. 1, 2). У той же час, будова його складових структур має певні відмінності

не лише в межах класу птахів, але й навіть в межах таксономічних рядів. Як відомо, тазостегновий суглоб утворений суглобовою западиною тазової кістки та голівкою стегнової кістки. Тазова кістка птахів, як і інших наземних хребетних, утворена зрощеними між собою клубовою, лобковою та сідничною кістками.

Специфічність тазового поясу птахів полягає в тому, що тазові кістки досить міцно зростаються з поперековими та крижовими кістками, формуючи монолітну кісткову структуру, яка, крім того, що служить захистом внутрішніх органів та місцем фіксації м'язів, є ще й центром качання тіла між тазовими кінцівками. Останнє, у свою чергу, має важливе значення для локомоції. Слід зазначити, що лінія центру качання тіла проходить лінією тазостегнових суглобів, а саме лінією суглобової западини.

Суглобова западина утворена всіма трьома кістками тазової кістки. Її характерною рисою для більшості птахів є типова наскрізна будова. Зверху, над суглобовою западиною, є сформований відросток, що містить виражену суглобову поверхню. Це, так званий, противертлюг, що вступає під час відведення стегна в контакт із проксимальним кінцем стегнової кістки. Чим більш розвинений трохантер та антитрохантер, тим масивніші м'язи його оточують. Каудальніше суглобової западини виражений сідничний отвір, а між лобковою та сідничною кістками тягнеться довгий вузький проміжок – сіднично-лобкове вікно.

Клубова кістка птахів значно витягнута вздовж хребта. У ній розрізняють дві частини: передвертлюгову (преацетабулярну) і завертлюгову (постацетабулярну). Вони прості за формою, увігнуті на латеральній поверхні, утворюючи, так звану, дорсальну

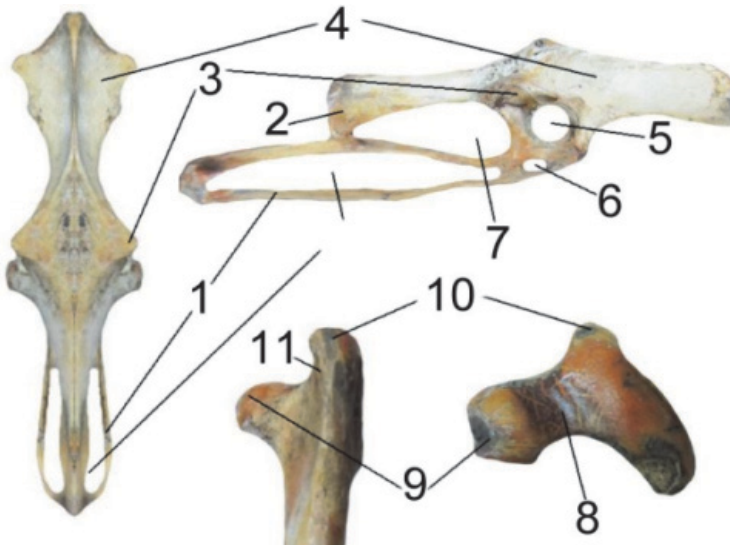


Рис. 1. Кістки ділянки тазостегнового суглоба представника ряду страусоподібних (африканський страус): 1 – лобкова кістка; 2 – сіднична кістка; 3 – противертлюг; 4 – клубова кістка; 5 – передвертлюгова ямка; 6 – голівка стегнової кістки; 7 – шийка; 8 – вертлюг; 9 – суглобова ямка; 10 – затульний отвір; 11 – сіднично-лобкове вікно; 12 – каудальна сіднична вирізка

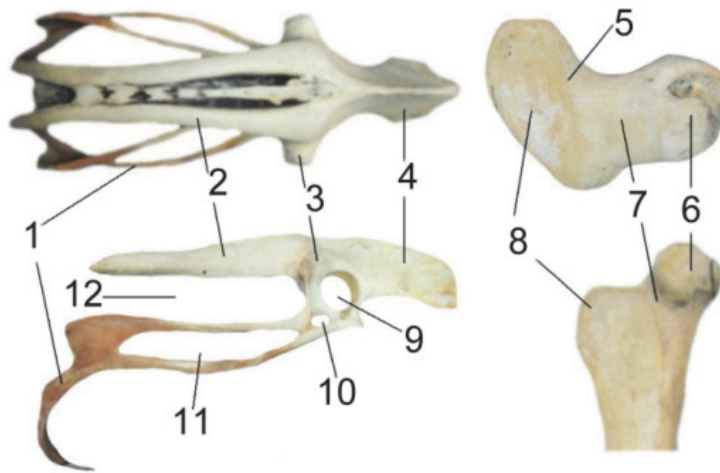


Рис. 2. Кістки ділянки тазостегнового суглоба представника ряду нандуподібних (нанду): 1 – лобкова кістка; 2 – сіднично-лобкове вікно; 3 – сідничний отвір; 4 – суглобова ямка; 5 – клубова кістка; 6 – противертлюг; 7 – сіднича кістка; 8 – затульний отвір; 9 – передвертлюгова ямка; 10 – вертлюг; 11 – шийка; 12 – голівка стегнової кістки

клубову яму. Верхній край цієї кістки формує дорсальний спинний клубовий гребінь, який далі переходить у дорсо-латеральний клубовий гребінь.

Так, серед досліджених безкілевих у преацетабулярній частині клубової кістки спостерігається незначне звуження порівняно з постацетабулярною, яка має правильний заокруглений край, це особливість птахів, пов'язана з природною здатністю відкладати яйця. В залежності від форми яйця виділяється і форма кістки. Форма переходу дорсального гребеня у дорсо-латеральний – різка, з добре вираженим кутом. Суглобова западина являє собою кісткову півсферу, що містить помірно глибокий суглобовий отвір. Противертлюг добре розвинений та витягнутий дорсо-каудально.

Сіднича кістка витягнута у каудальному напрямку та має каудальну сідничу вирізку, що у інших досліджених птахів відповідає сідничному отво-

ру. Затульний отвір у африканського страуса добре виражений та має неправильну овальну форму. З розвитком сідничої та лобкової кісток пов'язана форма сіднично-лобкового вікна, у страусоподібних воно простягається вздовж усієї довжини вентральної дуги сідничої кістки, на каудо-проксимальному краї якої є кісткове зрощення з лобковою кісткою.

Сіднично-лобкове вікно заповнене сухожильною мембраною (рис. 3). Лобкова кістка добре розвинена та простягається каудо-медіально. Помітною відмінністю є наявність сіднично-лобкового вікна та наповненість його сухожильною мембраною. Осифікацію мембрани ми виявляли у деяких представників ряду пінгвіноподібних, соколоподібних, куро-подібних, журавлеподібних та козодосподібних. У представників ряду страусоподібних виявлена каудальна сіднича вирізка.

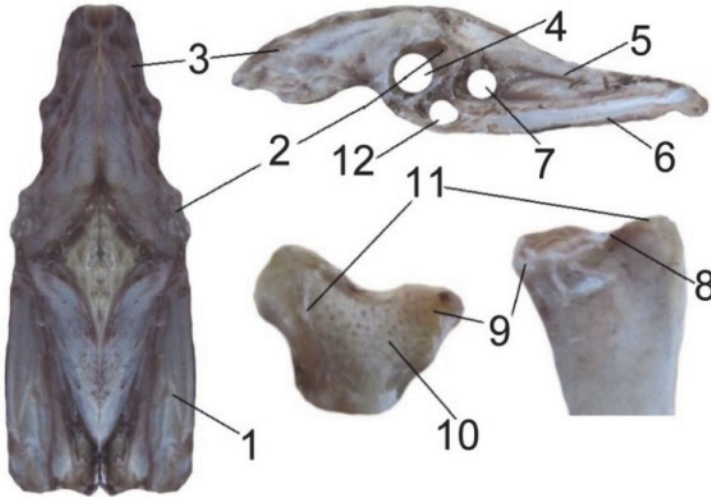


Рис. 3. Кістки ділянки тазостегнового суглоба представника ряду казуароподібних (ему): 1 – сіднично-лобкове вікно (заповнене сухожильною мембраною); 2 – противертлюг; 3 – клубова кістка; 4 – суглобова ямка; 5 – сіднича кістка; 6 – лобкова кістка; 7 – сідничний отвір; 8 – передвертлюгова ямка; 9 – голівка стегнової кістки; 10 – шийка; 11 – вертлюг; 12 – затульний отвір

Проксимальна половина стегнової кістки у африканського страуса дещо відрізняється від інших досліджених видів птахів. Голівка стегнової кістки кругла, добре виражена та направлена дорсо-проксимально.

На дорсальній поверхні голівки чітко виражена кругла ямка, де фіксується зв'язка голівки стегнової кістки. Шийка широка та продовгувата, що характеризує більшу довжину кроку. Вертлюг та передвертлюгова ямка дуже добре виражені, затульне

втиснення – відсутнє. З латеральної поверхні проксимальний край стегнової кістки дещо приплюснутий латерально.

Рентгенологічні дослідження нанду (рис. 4) показали, що зона трубки стегнової кістки чітко виражена у середній частині діафіза. Зона компакти з латерального боку кістки дещо товща, ніж з медіального.

Основну частину проксимальної половини стегнової кістки займає зона дрібнопетлистого галуження

1. Рентгенологічні показники діафіза стегнової кістки, її латеральної та медіальної компакти

№ п/п	Вид птаха	Промір		
		A* (мм)	A ₁ ** (мм)	A ₂ *** (мм)
1	Нанду	5,5	0,8	0,5
2	Ему	4,8	0,6	0,6
3	Африканській страус	6,2	1,1	0,8

Примітка: *, A – товщина діафіза; **A₁ – товщина компакти з латерального боку; ***A₂ – товщина компакти з медіального боку.



Рис. 4. Рентгенограма проксимальної половини стегнової кістки та її графічна модель у нанду

трабекул, що розділена розрідженим галуженням трабекул (табл. 1). Субхондральна зона медіальної поверхні голівки стегнової кістки характеризується щільним галуженням трабекул. Щодо ділянки суглобової западини, то для нандуподібних характерний щільний тип галуження трабекул.

Рентгенологічні дослідження дали змогу створити графічні моделі взаємного розташування компактної та губчастої речовини.

Висновки і перспективи

Відмінність форми та відносних розмірів структурних елементів тазостегнового суглоба досліджених видів птахів зумовлені біоморфологічними адаптаціями птахів до середовища існування, дією більших функціональних навантажень на тазостегновий суглоб під час маніпуляційних рухів, а також силою м'язів, що фіксуються в певних ділянках тазостегнового.

Рентгенологічні дослідження проксимальної половини стегнової кістки та суглобової западини тазової кістки нанду підтверджують певну різноманітність їхньої внутрішньої будови, розташування та товщини компактної речовини, а також галуження трабекул губчастої речовини, що зумовлено функціональними навантаженнями, які залежать від типу опори та способу пересування по твердому субстрату.

У перспективі вважаємо доцільним проводити такого роду дослідження для більш чіткого розуміння становлення та взаємодії скелетно-м'язової системи у птахів у цілому.

References

1. Baumel, J. J., King, A. S., Lucas, A. M., eds. (1979). *Nomina Anatomica Avium*. London: Acad. Press., 637.
2. Fisher, H. J., Goodman, D. C. (1955). *Miolohiya Grus Americana* [The myology of the Grus Americana]. *J. Biol. Monogr.*, 26(2). 135.
3. Fürbringer, M. (1888). *Doslidzhennya morfolohiyi ta systematyk y ptakhiv* [Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Vögel]. Amsterdam, Jena, 1751.
4. Meckel, J. F. (1828). *Systema porivnyalnoi anatomiyi* [System der vergleichenden Anatomie]. Halle: Renger. 3: 670.
5. Stolpe, M. (1932). *Fiziolohe-anatomichni doslidzhennya nazadnikh kintsivkakh ptakhiv* [Physiologisch-anatomische Untersuchungen über die hintere Extremität der Vögel]. *J. Ornith. Bd.*, 2: 161–247.
6. Parkhomenko A. V. Druz N. V. (2016). *Izucheniye kostey tazobedrennogo sustava ptits v biomorfologicheskoy napravlenii* [Studying the bones of the hip joint of birds in the biomorphological direction]. «Molodezh' – Nauke i praktike apk»: materialy 101-y Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov i magistrantov». Vitebsk: 257.

7. Shatkovska, O.V., Ghazali, M., Myti-ai, I.S., Druz, N. (2018). Rozmir i forma spivvidnoshennya tazu ta yaytsya ptakh-iv: Vplyv rezhymu rozvytku, seredovysh-cha isnuvannya ta filoheniya [Size and shape correlation of birds' pelvis and egg: Impact of developmental mode, habitat, and phylogeny]. Kyiv. Journal of Morphology. 22 October. (<https://doi.org/10.1002/jmor.20888>)

Druz N. V. (2019). Comparative anatomical research of the skeleton of hip area of some paleognaths birds. Ukrainian Journal of Veterinary Sciences, 10(2): 30–36, <https://doi.org/10.31548/ujvs2019.02.030>.

Summary. It should be noted, that the bipedalism of birds has a significant difference from the other terrestrial vertebrate's bipedalism, and it is caused by the location of the body axis relative to the pelvic extremities. Of course, this imposes certain imprints, such as the biomorphological features of the structure of the hip joint, and the biomorphological features and the degree of development of its bone elements that holds the body between two limbs.

Biomorphological features of skeletal elements of bird's femur are caused by bipedalism, which consists in the arrangement of the axis of the body relative to the pelvic limbs and the length of the femur relative to the total length of the pelvic limb in paleognaths, varies from 12.8 up to 21.1%. The difference of shape and relative size of the investigated elements, narrowing of the preacetabular branch of the iliac bone, as well as narrowing or enlargement of the pelvic bone due to biomorphological adaptations of the birds to the habitat. The presence or varying degrees of severity of the sciato-pubic window, various forms and sizes of the lobe hole, aperture ranging from 97.6 up to 127.7%, the formation of a blind locking due to the effect of functional loads on one or another of these areas. That is, the more functional load, the less is pronounced sciato-pubic window. The bigger sciatic hole, the lower is the load, and vice versa. The relative length of the cervix (from 61.1 up to 85.6%) of the femur is in a direct proportion to the length of the proximal epiphysis as a whole. The development of trochanter and antitrochanter characterizes the strength of the muscles that are fixed in this area of the hip joint and affect its movement. The more trochanter and antitrochanter are developed, the more powerful muscles are fixed to it.

Thanks to these data, we have established the pattern – the longer is the pelvic bone, the stronger is the femur. With the help of the percentage ratio we calculated the degree of development of the pubic bone, which is not well developed in emus. We determined the features of pelvic bone development, as well as the diameter of the femoral head, which varies from 83.0 to 150.8 %, and the shape of the articular cavity, which could be from round to oval or cross-oval. And we found that the lower is the indicator, more oval is the head. By the size of the articular cavity and the head, it is possible to characterize the strength of the amplitude of the extremity, as well as the static and dynamic angles. We determined fixation of the limb and development of the sciatic-femoral ligament that holds the limb and allows it to carry out various manipulations. The emu do not have it.

Keywords: birds, biomorphology, hip joint, bones, trabeculae