

УДК 591.471.35:598.231

Мельник О. П., д.вет.н., професор, **Друзь Н. В.**, к.вет.н., асистент
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ,
E-mail: museum@nubip.edu.ua, druz_nv@nubip.edu.ua

Демус Н. В., к.вет.н., доцент ©
Львівський національний університет ветеринарної медицини
та біотехнологій імені С. З. Гжицького, Львів, Україна

БИОМОРФОЛОГИЯ КИСТОК ТАЗОСТЕГНОВОГО СУГЛОБА У ПИНГВИНА ГУМБОЛЬДТА – *SPHENISCUS HUMBOLDTI*

У даній статті викладено біоморфологічні особливості кісток тазостегнового суглоба представника ряду пінгвіноподібних (пінгвін Гумбольдта). Встановлено, що у представників даного ряду ступінь розвитку кісток тазостегнового суглоба обумовлений крокуючим типом біпедальної локомоції, а також біоморфологічними особливостями статики, що у свою чергу накладає певні відбитки на їх ступінь розвитку. Доведено, що ступінь розвитку вертлюга стегнової кістки зумовлений напрямком розташування м'язів та силою їх напружень під час виконання своїх функцій; довжина шийки стегнової кістки є ознакою максимальної довжини кроку при швидкій наземній локомоції; місця дислокації губчастої речовини у стегновій кістці та ділянці суглобової западини тазової кістки птахів є зонами дії більших функціональних навантажень, ніж на ділянки, представлені тоненькими компактними пластинками, що зумовлений типом стато-локомоції та особливостями здійснення різного роду маніпуляційних рухів у гравітаційному полі Землі.

Ключові слова: птахи, біоморфологія, тазостегновий суглоб, стегнова кістка, ряд Пінгвіноподібні, пінгвін Гумбольдта, кістки, трабекули, стато-локомоція, маніпуляційні рухи.

УДК 591.471.35:598.231

Мельник О. П., д.вет.н., професор, **Друзь Н. В.**, к.вет.н., асистент
Національний університет біоресурсів і природопользования Украины,
г. Киев, Украина

Демус Н. В., к.вет.н., доцент
Львовский национальный университет ветеринарной медицины и биотехнологий
имени С. З. Гжицкого, г. Львов, Украина

БИОМОРФОЛОГИЯ КОСТЕЙ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА В ПИНГВИНА ГУМБОЛЬДТА – *SPHENISCUS HUMBOLDTI*

В данной статье изложены биоморфологические особенности костей тазобедренного сустава представителя отряда пингвинообразных (пингвин Гумбольдта). Установлено, что у представителей данного ряда степень развития костей тазобедренного сустава обусловлены шагающим типом біпедальной локомоції, а также біоморфологическими особенностями статики, что в свою очередь накладывает определенные отпечатки на степень развития каждого отдельного костного элемента, формирующие сустав. Доказано, что степень развития вертела и противвертела бедренной кости обусловлена расположением мышц и силой их напряжения при выполнении своих функций; длина шейки

бедренной кости является признаком максимальной длины шага при быстрой наземной локомоции. Места расположения губчатого вещества в бедренной кости и области суставной впадины тазовой кости птиц являются зонами действия повышенных функциональных нагрузок на участки, представленные тонкими компактными пластинками, которая вызвана типом стато-локомоции и особенностями осуществления различного рода манипуляционных движений в гравитационном поле Земли.

Ключевые слова: птицы, биоморфология, тазобедренный сустав, бедренная кость, отряд Пингвинообразные, пингвин Гумбольдта, кости, трабекулы, стато-локомоция, манипуляционные движения.

UDC 591.471.35:598.231

Melnik O. P., Doctor of Veterinary Science, professor,

Druz N. V., PhD, assistant,

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Demus N. V., PhD, docent

Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named after S.Z. Gzhytskyi, Lviv, Ukraine

This article presents the biomorphological features bones of the hip joint of the penguin order representative (Humboldt penguin). It was found that the degree of of hip of bone of this order representatives is caused by walking type of bipedal locomotion and by biomorphological static characteristics, which in turn imposes certain imprints on the degree of development of each individual element of the bone, forming a joint. It is proved that the degree of development of the head of the femoral bone is caused by the direction of disposition of the femur's muscles and the strength of their tension during performing their functions; the length of the femoral neck is a sign of the maximum step length during rapid terrestrial locomotion; the areas of location of the spongy substance in the femoral bone and in the glenoid cavity of the caxal bone of birds are zones of over functional loads in comparison to the areas which are formed by the thin compact plates, caused by the type of statolocomotion and peculiarities of the various kinds of manipulation movements in the gravitational field of the Earth.

Key words: birds, biomorphology, hip joint, femoral neck, Ordo Sphenisciformes, *Spheniscus Humboldti*, bones, trabecules, manipulation movements, statolocomotion.

Вступ. Анатомічна будова тіла у пінгвінів завжди цікавила дослідників не тільки положенням їхнього тіла відносно Землі, а й тим, що це один із небагатьох птахів, що нездатні до польоту.

Тіло у пінгвінів витягнутої обтічної форми, шия коротка і товста, голова пропорційних розмірів з гострим дзьобом. Крила ластоподібні, а лапи дуже короткі з плавальними перетинками між пальцями. Ноги у пінгвінів розташовані не як у всіх птахів – посередині тулуба, а віднесені далеко назад. Через це пінгвіни, щоб зберегти рівновагу, змушені тримати тіло вертикально. Пінгвіни – нелітаючі птахи, проте їх тіло має великий м'язовий приріст. Грудна мускулатура пінгвінів становить близько 25 % від маси тіла, що значно більше ніж у птахів, здатних до польоту. Скелет також має суттєві відмінності: кістки пінгвінів важкі і схожі на кістки морських ссавців. Безумовно, всі ці ознаки вказують на прекрасну пристосованість пінгвінів до водного способу життя.

Саме такі особливості цього виду і, накладають, безсумнівно, певний відбиток на будову та розвиток тазостегнового суглоба (кульшового). Сучасні дослідники присвячують свої наукові роботи вивченню організму птахів завдяки

новим поглядом біоморфологічної науки, формулюють нові бачення філогенезу не тільки кінцівок, а й організму в цілому [1; 2; 3].

Матеріал і методи. Робота виконана на кафедрі анатомії тварин ім. акад. В. Г. Касьяненка Національного університету біоресурсів і природокористування України (м. Київ, 2011–2014 рр.) деякі дослідження проводилися на базі Вроцлавського природничого університету (Польща, 2013 р.). Дослідження проводилися на 5 представниках ряду пінгвіноподібних (*Ordo Sphenisciformes*) – пінгвін Гумбольдта (*Spheniscus Humboldti*) [4]. Остеометричні дослідження проводили за допомогою штангенциркуля та метра, за розробленою нами схемою (рис. 1).

Рентгенологічні дослідження проводилися на базі Вроцлавського природничого університету за допомогою рентген-апарата Regius-110S. Назви скелетних елементів тазостегнового суглоба дані відповідно до уніфікованої латинської номенклатури з анатомії птахів з докладними ілюстраціями, яка оновлювалась та перевидавалась пізніше [5].

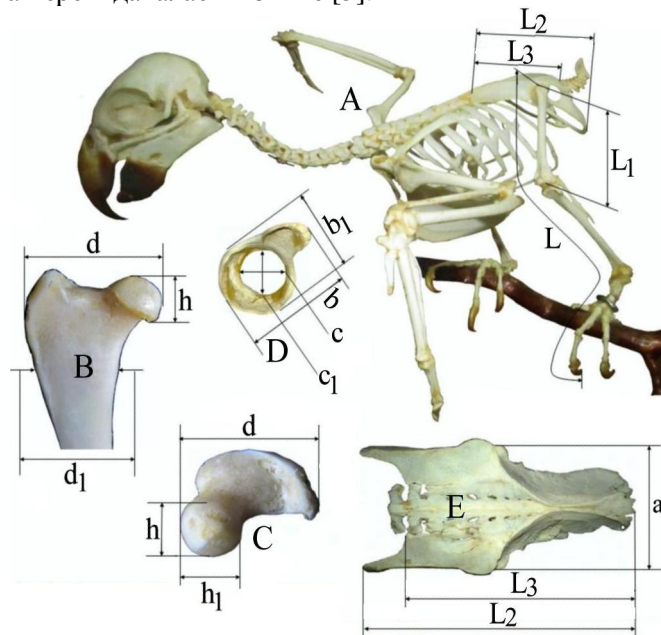


Рис. 1. Схема остеометричних промірів:

А – скелет птаха; В – каудальна поверхня проксимального епіфіза стегнової кістки; С – дорсальна поверхня проксимального епіфіза стегнової кістки; D – суглобова западина тазової кістки; E – дорсальна поверхня тазової кістки; L – довжина тазової кінцівки – відстань від проксимального кінця вертлюга стегнової кістки до кінця кігтя середнього пальця; L₁ – довжина стегнової кістки – відстань від проксимального кінця вертлюга стегнової кістки до латерального виростка дистального кінця стегнової кістки; L₂ – найбільша довжина тазового поясу – відстань від краніальної дуги клубової кістки до каудальної поверхні лобкової; L₃ – найменша довжина тазового поясу – відстань від краніальної дуги клубової кістки до каудальної поверхні сідничої; a – ширина тазу – відстань між латеральними краями противертлюгів лівої та правої тазових кісток; b – висота суглобової западини – відстань від дорсальної поверхні противертлюга до вентральної дуги суглобової западини; b₁ – ширина суглобової западини – відстань від краніальної поверхні суглобової западини до каудальної; c – ширина суглобового отвору – відстань від

краніальної поверхні суглобового отвору до каудальної; s_1 – висота суглобового отвору – відстань від дорсальної поверхні суглобового отвору до вентральної; d – ширина кінця стегнової кістки на рівні її голівки – відстань від латеральної поверхні проксимального епіфіза стегнової кістки до медіальної поверхні голівки стегнової кістки; d_1 – ширина стегнової голівки під вертлюгом – ширина проксимального діафіза стегнової кістки; h – висота голівки стегнової кістки – відстань від її дорсальної поверхні до вентральної; h_1 – ширина голівки стегнової кістки – відстань від її каудальної поверхні до вентральної.

Результати дослідження. 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 сідничою кістками.

Специфічність тазового поясу птахів полягає в тому, що тазові кістки досить міцно зростаються з поперековими та крижовими хребцями, 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.

У пінгвіна Гумбольдта, враховуючи положення тіла між кінцівками (вертикальне), що характерне лише для даного виду, будова тазостегнового суглоба характеризується рядом спільних ознак з іншими птахами. Оскільки тіло у пінгвінів при наземній стато-локомоції розташоване вертикально, то відповідно і навантаження на тазову кінцівку дещо інше. Так, для пінгвіна Гумбольдта характерне бокове звуження клубової кістки. Перехід дорсального гребеня у дорсо-латеральний різкий та продовгуватий (кут добре виражений). Зазначені особливості будови клубової кістки зумовлені тільки дією м'язів, що фіксуються на ній. Суглобова западина містить помірно невеликий суглобовий отвір, де фіксується голівка стегнової кістки за допомогою зв'язки голівки стегнової кістки. Противертлюг має короткий виступ у дорсо-каудальному напрямі. Це може бути пояснено лише дією підвищених функціональних навантажень на ці структури з боку маси тіла (рис. 2).

Сідничка кістка у пінгвіноподібних має неправильну чотирикутну форму. Сідничий та затульний отвори мають овальну форму. Сідничо-лобкове вікно повністю зрощене та осифіковане. Сама ж лобкова кістка у пінгвіна Гумбольдта незначно довша за сідничу та простягається каудо-вентрально. Це знову можна пояснити дією м'язів, що фіксуються до них.

Проксимальний епіфіз стегнової кістки, а саме її голівка, має правильну круглу форму, на дорсо-медіальній поверхні голівки стегнової кістки добре виражена ямка, у якій фіксується зв'язка голівки стегнової кістки. Шийка порівняно коротка. Вертлюг та передвертлюгова ямка слабо виражені, затульне втиснення відсутнє. Проксимальний край стегнової кістки сплющений латерально.

Ми вважаємо, що різний ступінь розвитку шийки стегнової кістки птахів обумовлений здатністю до здійснення більшої або меншої амплітуди рухів у тазостегновому суглобі. Ступінь розвитку вертлюга стегнової кістки зумовлений дією м'язів, які на ньому фіксуються, а також залежить від статичного кута між стегновою та тазовою кістками, що, спричиняє більше або менше напруження м'язів (табл. 1).

Для пінгвінів, як і для всіх птахів характерна наявність міцних зв'язок, а саме: сідничо-стегнова (починається каудально від заднього кінця противертлюга і краніального краю сідничого отвору та закінчується в ділянці каудальної частини вертлюжного гребеня стегнової кістки), клубово-стегнова (починається від

краніального краю суглобової западини і закінчується в ділянці шийки стегнової кістки), лобково-стегнова (бере початок від нижнього краю суглобової западини і дорсальної поверхні лобкової кістки, а закінчується дещо нижче шийки стегнової кістки), усередині суглоба знаходиться зв'язка голівки стегнової кістки (починається на вентральному краї суглобового отвору і закінчується в ямці на голівці стегнової кістки).

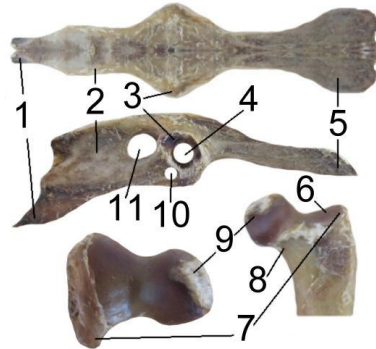


Рис. 2. Кістки ділянки тазостегнового суглоба пінгвіна Гумбольдта: 1 – лобкова кістка; 2 – сіднична кістка; 3 – противертлюг; 4 – суглобова ямка; 5 – клубова кістка; 6 – передвертлюгова ямка; 7 – вертлюг; 8 – шийка; 9 – голівка стегнової кістки; 10 – затульний отвір; 11 – сідничний отвір.

Таблиця 1

Співвідношення кісткових елементів тазостегнового суглоба пінгвіна Гумбольдта між собою ($M \pm m$, $n=5$)

№ з/п	Співвідношення промірів кісткових елементів тазостегнового суглоба	Пінгвін Гумбольдта ($n=5$)		
		M	$M \pm m$	Cv
1.	$L_1 : L$	25,0	$25,0 \pm 0,4$	3,5
2.	$L_1 : L_2$	58,5	$58,5 \pm 2,0$	7,7
3.	$L_1 : L_3$	71,8	$71,8 \pm 0,7$	2,2
4.	$L_3 : L$	32,2	$32,2 \pm 0,5$	3,6
5.	$L_2 : L_3$	114,6	$114,6 \pm 0,7$	1,4
6.	$a : L_3$	11,3	$11,3 \pm 0,3$	5,0
7.	$d_1 : d$	66,9	$66,9 \pm 0,6$	1,8
8.	$b_1 : b$	77,6	$77,6 \pm 0,4$	1,1
9.	$c_1 : c$	97,3	$97,3 \pm 0,3$	0,7
10.	$h_1 : h$	106,7	$106,7 \pm 0,2$	0,4
11.	$h : b$	44,4	$44,4 \pm 0,3$	1,5
12.	$h_1 : b_1$	61,3	$61,3 \pm 0,3$	1,0

Проведені нами рентгенологічні дослідження скелетних елементів тазостегнового суглоба птахів свідчать про різноманітність його внутрішньої будови. В ділянці суглобової западини тазової кістки нами виділено 4 типи галуження трабекул: компактний, щільний, а також в залежності від переважання тієї чи іншої речовини щільно-компактний та компактно-щільний.

У досліджених пінгвіноподібних ця ділянка є компактною, що доводить думку, про дію функціональних навантажень на неї (рис. 3).

Щодо проксимального епіфіза стегнової кістки пінгвіна, то зона компакти, як з латеральної, так і з медіальної поверхонь стегнової кістки дуже добре розвинута, що свідчить про рівномірний розподіл функціональних навантажень на обидві

сторони. Зона трубки займає майже всю внутрішню поверхню стегнової кістки, крім її проксимального кінця. Однак у ній міститься зона розрідженого галуження трабекул. Ми вважаємо, що розріджені трабекули, є потовщеними, виконують роль внутрішніх ребер жорсткості. Це, в свою чергу, надає міцності кістці з дещо тонкою компактною речовиною. Субхондральна зона медіальної поверхні голівки стегнової кістки характеризується щільним галуженням трабекул, таке ж галуження відмічено і в ділянці латеральній поверхні вертлюга стегнової кістки. Місця щільного галуження трабекул утворюються лише при підвищених функціональних навантаженнях (рис. 4).



Рис. 3. Рентген-знімок суглобової западини тазової кістки (права сторона) у пінгвіна Гумбольдта

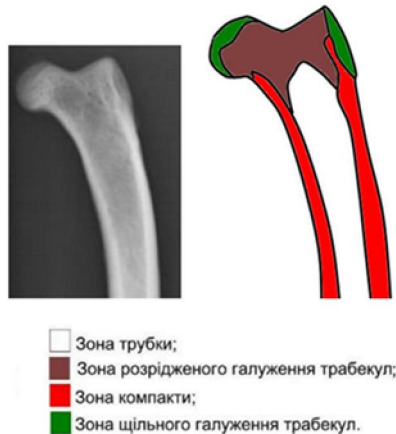


Рис. 4. Рентген-знімок проксимальної половини стегнової кістки та її графічна модель у пінгвіна Гумбольдта

Висновки. 1. Біоморфологічні особливості скелетних елементів тазостегнового суглоба птахів обумовлені специфічним біпедалізмом, що полягає у розташуванні осі тіла відносно тазових кінцівок (вертикально) та довжиною стегнової кістки відносно загальної довжини тазової кінцівки, що коливається від 23,8 до 26,1 %.

2. Звуження клубової кістки, кут нахилу сідничої кістки обумовлені біоморфологічними адаптаціями птахів до середовища існування під впливом гравітаційного поля Землі.

3. Наявність або в різному ступені вираженість сідничо-лобкового вікна, різні форма та розмір сідничного отвору, утворення затульного втиснення обумовлені

дією функціональних навантажень на ту чи іншу із зазначених ділянок з боку прилягаючих м'язів.

4. Довжина шийки стегнової кістки знаходиться у прямо пропорційній залежності від довжини кроку того чи іншого виду птахів. Розвиток вертлюга та противертлюга характеризує силу м'язів, що фіксуються в даній ділянці тазостегнового суглоба та впливають на його рух. Чим більш розвинутий вертлюг та противертлюг, тим більш потужні м'язи фіксуються до нього.

5. Рентгенологічні дослідження проксимального епіфіза стегнової кістки та суглобової западини тазової кістки птахів показують певну різноманітність їх внутрішньої будови, розташування та товщини компактної речовини, а також галуження трабекул губчастої речовини, що обумовлено функціональними навантаженнями, які залежать від типу опори та способу пересування по твердому субстрату.

6. Певні відмінності розподілу функціональних навантажень на суглобову западину тазової кістки призводять до формування 4-х типів розташування компактної та губчастої речовин: компактного, щільно-компактного, компактно-щільного та щільного. У пінгвіноподібних вона компактного типу, що утворюється лише при дії підвищених функціональних навантаженнях.

Перспективи подальших досліджень. Виявлення особливостей скелетних елементів птахів, зокрема тазостегнового суглоба, на широкому порівняльно-анатомічному матеріалі у біоморфологічному напрямі майже відсутні. Встановлення відмінності форми та розмірів кісток, що формують суглоб, різний ступінь вираженості сіднично-лобкового вікна, осифікація суглобового отвору, форма та розмір сідничного отвору, а також утворення загульного втиснення дозволять зробити вагомий внесок у вирішення проблем взаємозв'язку між формою, структурою і функцією та дають змогу виявити закономірності становлення і розвитку тазостегнового суглоба птахів.

Відповідно до напряму наукових досліджень кафедри анатомії тварин ім. акад. В. Г. Касьяненка теоретична значущість проведених досліджень полягає в ревізії концептуальних положень, встановлених попередніми дослідниками. Це дасть змогу з наукових позицій і досягнень морфологічної науки провести уточнення закономірностей, причин та механізмів розвитку і функціонування м'язово-скелетних компонентів тазостегнового суглоба у різних рядів класу птахів.

Література

1. Друзь Н. В. Біоморфологія тазостегнового суглоб пінгвіна Гумбольдта / Н. В. Друзь. – Науковий вісник ЛНАУ. 2012. – № 40. – С. 66–70.
2. Курочкин Е. Н. Локомоция и морфология тазовых конечностей плавающих и ныряющих птиц: автореф. дис. ... канд. биол. наук: спец. 03.00.08 – “Зоология” / Евгений Николаевич Курочкин. – М.: МГУ. 1968. – 17 с.
3. Нікітов В. П. Біоморфологія колінного суглоба пінгвіна Гумбольдта / В. П. Нікітов. – Науковий вісник ЛНАУ. 2012. – № 148. – С. 129–134.
4. Фесенко Г. В. Анотований список українських наукових назв птахів фауни України / Г. В. Фесенко, А. А. Бокотей. – К.-Львів. – 2002. – 44 с.
5. Baumel J. J. Nomina Anatomica Avium / Baumel J. J., King A. S., Lucas A. M., eds. – London: Acad. Press. 1979. – 637 p.

Стаття надійшла до редакції 24.04.2015