

AGATA J. KRAWCZYK, ANNA W. MALECHA

Zakład Ekologii Behawioralnej UAM  
Umultowska 89, 61-614 Poznań  
E-mail: agatkakra@gmail.com  
ania\_malecha@o2.pl

## ZRÓŻNICOWANIE KOŚCI PRĄCIA (*OS PENIS*) U SSAKÓW – FILOGENEZA I EKOLOGIA

### WPROWADZENIE

Prącie (penis, phallus) jest narządem kopolacyjnym występującym u wszystkich samców ssaków. Narząd ten wykazuje dużą różnorodność morfologiczną. Może być rozdwojony jak u kangurów z rodzaju *Macropus*, wielokrotnie rozwidlony jak u kolczatek z rodziny Tachyglossidae, stosunkowo mały np. u goryli (*Gorilla*) lub olbrzymi jak u tapirów (*Tapiridae*). Prącie pojawia się także u ptaków w nadrzędzie Paleognathae (strusie, kazuary, nandu, kiwi, kusakowate oraz w dwóch wymarłych rzędach: moa, mamutaki), w rodzinie kaczkowatych (*Anatidae*) oraz u niektórych kuraków (*Galliformes*). Jednak budowa prącia ptaków różni się istotnie od podobnego u ssaków i bardziej przypomina narządy kopolacyjne występujące u samców gadów (WESOŁOWSKI 1999). Podczas gdy ciało jamiste u ssaków wypełnia się krwią w czasie wzwodu, ciało jamiste prącia u ptaków wypełnia się chłonką. W obrębie gadów prącia brak jedynie u hatterii (rodzaj *Sphenodon*). U żółwi i krokodyli jest ono dobrze wykształcone, natomiast jaszczurki i węże posiadają tzw. półprącie (są to parzyste uchyłki steku). U ryb prącie nie występuje, a u nielicznych gatunków (np. w rodzaju *Xiphophorus*) jego funkcję pełni przekształcona płetwa odbytowa (SZARSKI 1982).

U samców ssaków z rzędów Carnivora, Rodentia, Insectivora, Chiroptera oraz niektórych Primates wewnątrz prącia pojawia się dodatkowy element szkieletowy. Jest to heterotopowa kość prącia (łac. *os penis*), zwana także kością penalną (łac. *baculum*).

Występuje ona w strukturze żołądzi prącia. Chociaż specyficzny dla gatunku kształt kości prącia jest od dawna uważany za cechę diagnostyczną w taksonomii, nadal niewiele wiadomo na temat jej funkcji (KELLY 2000). Istnieją różne hipotezy próbujące tłumaczyć powstanie i obecność tej kości u ssaków. Pierwsza z nich głosi, że *baculum* wspomaga utrzymanie odpowiedniej sztywności prącia podczas erekcji, ułatwiając przedłużoną kopulację. Druga, że kość ta może ułatwiać transport i depozycję nasienia w narządach płciowych samicy. Trzecia hipoteza natomiast sugeruje, że *baculum* może dostarczać dodatkowej sztywności potrzebnej do stymulacji dróg płciowych samicy w celu indukcji owulacji, co z kolei zwiększa prawdopodobieństwo zapłodnienia. Jednak żadna z tych hipotez nie tłumaczy w pełni obecności i rozwoju kości prącia (LARIVIÈRE i FERGUSON 2002). Możliwe jest także, że *baculum* chroni cewkę moczową przed ściśnięciem (DYCK i współaut. 2004), a końcówka dystalna bierze udział w uszkodzaniu i usuwaniu nasienia poprzednich samców (FERGUSON i LARIVIÈRE 2004). *Os penis* może odgrywać także rolę wskaźnika genetycznej jakości samca (FERGUSON i LARIVIÈRE 2004). W związku z tym, że żadna z tych funkcji nie została ostatecznie potwierdzona, istnieje możliwość, iż funkcją *baculum* jest każda z powyższych lub ich kombinacja.

Badania nad kośćmi prącia dostarczają cennej wiedzy na temat ewolucji zwierząt oraz ich powiązań filogenetycznych. Dzięki

znajomości jej budowy możliwe jest odróżnianie podobnych gatunków. Wiedza o funkcjach *baculum*, wraz z badaniami nad zachowaniami seksualnymi, dostarczają informacji o działaniu doboru płciowego i strategiach rozrodczych poszczególnych jednostek systematycznych zwierząt.

Celem naszej pracy był przegląd wyników badań dotyczących występowania, funkcji i zależności allometrycznych kości prącia u ssaków, a także przedstawienie pewnych dotychczas słabo poznanych zagadnień i wymagających uzupełnień w trakcie dalszych badań.

#### BUDOWA I POŁOŻENIE KOŚCI PRĄCIA

*Baculum* to struktura złożona w większości z gęsto unaczynionej, ułożonej warstwami tkanki kostnej. Histogeneza *os penis* jest bardzo słabo poznana. Wiadomo, że kość prącia i ciało jamiste pochodzą z tej samej masy mezenchymatycznej występującej w prąciu płodowym, co zbadano u myszy i szczurów (*Rattus norvegicus*), ale obie struktury rozwijają się oddzielnie (KELLY 2000). Badania na jeżozwierzu (*Hystrix cristata*) wykazały, że zewnętrzna część kości prącia jest utworzona przez istotę zbitą, a wewnętrzną część tworzy istota gąbczasta (ATALAR i CERIBASI 2006).

*Baculum* znajduje się w tkance żołędzi w dystalnym końcu prącia, grzbietowo do cewki moczowej. Bliższy koniec kości styka się z dalszym końcem ciała jamistego, a obie struktury nie są połączone przez mięśnie ani przez większe wiązadła. Kość otoczona jest przestrzeniami naczyniowymi ciała gąbczastego i połączona przez warstwę chrząstki włóknistej z ciałem jamistym tak, że końcówka dystalna ciała jamistego nabrzmiwa podczas erekcji i otacza proksymalny koniec *baculum*. Kość prącia zwiększa całkowitą sztywność tego narządu podczas kopulacji przez przeniesienie

zgięcia i sił ściskania od dystalnego końca żołędzi do rozciągliwej ściany ciała jamistego. Siły na dystalnym końcu prącia podczas kopulacji wywierają nacisk na *baculum* w stronę przeciwną do ciała jamistego powiększając ciśnienie i napięcie ściany tego ciała. Ponieważ ściana wzniesionego ciała jamistego jest wzmocniona nierozciągliwymi włóknami kolagenowymi, wzrost jej napięcia zwiększa też sztywność tkanki i powiększa sztywność prącia.

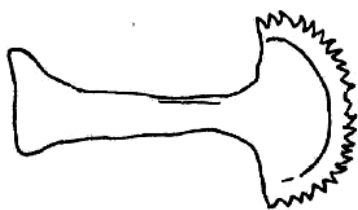
Mikroradiogramy *baculum* u seksualnie doświadczonych samców pokazują, że regiony kości mogą się przemodelowywać co sugeruje, że kość ta jest wytrzymałą strukturą przyjmującą na siebie działanie sił (KELLY 2000). Kość prącia ma więc zdolność remodelowania się. O przebudowach kości świadczą widoczne na mikroradiogramach obszary demineralizacji. Regularne, intensywne obciążanie kości często prowadzi do resorpcji i wymiany materiału wewnątrz. Wewnętrzna przebudowa kości może zarówno ponownie uporządkować jej strukturę, jak też usunąć mikropęknięcia spowodowane przez naprężenia (KELLY 2000).

#### WYSTĘPOWANIE KOŚCI PRĄCIA U SSAKÓW

Kość prącia pojawia się w pięciu rzędach ssaków: Carnivora, Rodentia, Insectivora, Chiroptera oraz niektórych Primates. Jedną z lepiej zbadanych grup pod względem obecności *os penis* są drapieżniki. Grupa ta charakteryzuje się pewną dwudzielnością. Część z nich posiada dobrze wykształcone *baculum*. Należą do nich m.in. łasicowate (Mustelidae), niedźwiedziowate (Ursoidae), pletwonogie (Pinnipedia) i psowate (Canidae). Druga grupa reprezentowana jest przez kotokształtne (Feliformia). Charakteryzują się one mocno zredukowaną, niekompletnie skostniałą kością prącia (Felidae) lub jej całkowitym zaniem (Hyaenidae oraz niektóre Viverridae).

Wśród pletwonogich również pojawia się pewna dwudzielność. *Baculum* jest duże u gatunków kopulujących w wodzie (Phocidae i Odobenidae) i wyraźnie mniejsze u tych, które kopulują na lądzie (Ottaridae).

Większość gryzoni posiada dobrze wykształconą kość prącia. Grupa ta charakteryzuje się największą różnorodnością morfologiczną *baculum*, od cienkiej i prostej rurki, jak u świstaka (*Marmota marmota*), aż po zakończoną licznymi haczykami kość u wiewiórek z rodzaju *Spermophilus* (Ryc. 1). Brak jej jedynie u zajęczaków (Lagomorpha). Ciekawym przypadkiem jest *os penis* u jeżozwierza (*Hystrix cristata*), u którego ma ona



Ryc. 1. Schemat kości prącia wiewiórki *Citellus annulatus* (widok od strony grzbietowej).

kształt prostej, wyżłobionej rurki, w czym przypomina te występujące u Carnivora, jednak jej położenie jest właściwe gryzoniom.

Owadożerne posiadają *baculum* i podobnie jak w pozostałych grupach zwierząt kość ta jest ważnym narzędziem w taksonomii.

Nietoperze są jedną z większych grup zwierząt, które posiadają *os penis*. Całkowicie brak jej w rodzinie liścionosów (Phyllostomidae) i rybaków (Noctilionidae) oraz u

niektórych gatunków z rodziny straszaków (Mormoopidae), mroczkowatych (Vespertilionidae), molosowatych (Molossidae) oraz rudawkowatych (Pteropodidae) (HOSKEN i współaut. 2001).

Prawie wszystkie człekokształtne posiadają kość prącia. Brak jej u wyraków (Tarsiidae), czepiaków z rodzaju *Lagothrix*, *Brachyteles* i *Ateles* oraz u człowieka (*Homo sapiens*). U gibbonów (*Hylobates*), orangutanów (*Pongo*) oraz szympansov (*Pan*) kość prącia występuje w stanie szczątkowym. Małpki (Prosimiae) mają dobrze wykształcone *baculum*, często rozwidlone na końcu (ANKEL-SIMONS 1999). Pomimo że u człowieka w zasadzie nie występuje kość prącia, opisano ją w dwudziestu kilku przypadkach, w postaci pojedynczej, czasem podwójnej, małej i wydłużonej kosteczki. Przypuszcza się, że może ona powstawać w wyniku starczego skostnienia tkanki łącznej zbitej żołądki prącia (BOCHENEK i REICHER 1992).

#### ZRÓŻNICOWANIE MIĘDZYGATUNKOWE KOŚCI PRĄCIA U SSAKÓW

*Os penis* cechuje się olbrzymią różnorodnością międzygatunkową. Dzięki swojej zmienności dostarcza istotnych cech filogenetycznych służących do odróżniania podobnych gatunków, ustalania pokrewieństwa między nimi oraz wyjaśniania relacji filogenetycznych pomiędzy blisko spokrewnionymi rodzajami (BARYSHNIKOV i współaut. 2003). Odmienność kości prącia w poszczególnych grupach ssaków polega nie tylko na różnicach w wielkości oraz kształcie, ale także na występowaniu specyficznych, charakterystycznych struktur.

Największe zróżnicowanie spośród ssaków u blisko spokrewnionych gatunków występuje w rodzinie drapieźnych i gryzoni. Jednak w literaturze najwięcej jest danych dotyczących drapieźnych.

##### ZMIENNOŚĆ MIĘDZYGATUNKOWA *OS PENIS* ŹRÓDŁEM INFORMACJI FILOGENETYCZNYCH

BARYSHNIKOV i współaut. (2003) opisują morfologię *os penis* u łasicowatych (Mustelidae). Rodzina ta posiada pewne charakterystyczne cechy *baculum*. Należy do nich dystalny haczyk, który nie występuje w kościach prącia zwierząt należących do innych grup. Choć jest to cecha właściwa gatunkom rodziny Mustelidae, u wielu z nich występują niezależne odstępstwa od stanu pierwotnego, co wskazuje na dużą między-

gatunkową różnorodność. Cechą pierwotną i charakterystyczną dla całej rodziny jest też brak otworu dystalnego, który wtórnie pojawił się tylko u rodzajów *Martes* i *Meles* (Ryc. 2, 3). Wyłącznie u Mustelidae występuje też asymetryczna końcówka *baculum*. Nie jest ona jednak charakterystyczna dla wszystkich rodzajów z tej rodziny, lecz obserwuje się ją niezależnie w niektórych grupach np. u większości wydr (Lutrinae). Poszczególne rodzaje należące do tej rodziny różnią się między sobą np. kształtem przekroju trzonu kości, który może być trójkątny (jak w rodzaju *Mustela*), okrągły (u *Martes*) lub pośredni (u *Meles*). Różnice wynikają także ze stopnia wykształcenia bruzdy cewkowej (łac. *sulcus urethalis*), wielkości proksymalnej główki *baculum* oraz występowania dodatkowych wyrostków na główce kości. Ze względu na obecność tych cech BARYSHNIKOV i współaut. (2003) połączyli rodzaje rodziny Mustelidae w podgrupy charaktery-



Ryc. 2. Schemat kości prącia kuny domowej *Martes foina* (widok z boku).





Ryc. 3. Schemat kości prącia borsuka *Meles meles* (widok od strony brzusznej).

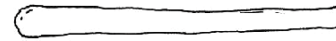
zujące się podobnym wykształceniem danej cechy.

Ponadto udało się prześledzić ewolucję wielu struktur *os penis*, jak np. ewolucję dystalnego haka w rodzaju *Mustela*. Porównanie struktur dystalnego końca *baculum* w nawiązaniu do ontogenezy pokazało rozwój tego końca od zakończenia widełkowatego (u sobola, *Martes zibellina*) aż po zamknięcie się widełek w oczko (większość gatunków rodzajów *Meles* i *Martes*), a następnie kontynuację tej przemiany zakończoną całkowitym zamknięciem otworu i możliwie płaską, prawie trójkątną główką, jak u borsuka amerykańskiego (*Taxidea taxus*). Tak samo młode wydry i borsuki posiadają dystalne widełki, zaś dorosłe mają otwór na dystalnym końcu *baculum*.

Porównywanie kości prącia współcześnie żyjących gatunków oraz form kopalnych umożliwiło poznanie ich ewolucji oraz badanie pokrewieństwa między gatunkami (BARYSHNIKOV i współaut. 2003). W pracy tej opisano również istnienie dwojakich form *os penis* u różnych rodzin drapieżnych, np. stosunkowo krótkie, zredukowane, niekompletnie skostniałe lub wręcz zanik *baculum* u kotokształtnych oraz długie *os penis* u łasicowatych i psowatych. W tych ostatnich grupach może to być związane z długim czasem kopulacji, gdyż stwierdzono pozytywną korelację pomiędzy wydłużonymi okresami kopulacji a stosunkowo długim *baculum*, co potwierdza strukturalną lub funkcjonalną rolę tej kości w ochronie cewki moczowej.

#### ZMIENNOŚĆ MIĘDZYGATUNKOWA *OS PENIS* A ZACHOWANIA ROZRODCZE

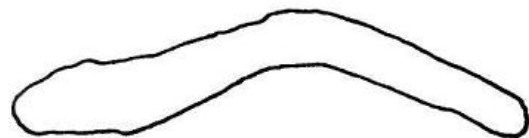
Spośród drapieżnych dość dobrze opisaną grupą posiadającą *baculum* są płetwonogie (Pinnipedia). U płetwonogich międzygatunkową zmienność kości prącia łączy się z różnorodnymi zachowaniami seksualnymi. *Os penis* u Pinnipedia różni się znacznie wielkością. Stosunkowo mała jest u uchatek (Otariidae) a duża u rozmnażających się na lądzie słoni morskich (*Mirounga sp.*). Duże *baculum* występuje także u kopulujących w



Ryc. 4. Schemat kości prącia morsa *Odobenus rosmarus* (widok z boku).

wodzie fok (Phocidae), a ogromne (do 62 cm długości i 1040 g masy) u kopulujących w wodzie morsów.

Istnieje kilka interpretacji międzygatunkowej różnorodności kości prącia. Duże *baculum* łączy się z kopulacją w wodzie, czasem trwania lub sposobem kopulacji, ryzykiem złamania, a nawet strategiami godów między samcami (MILLER i BURTON 2001). MILLER i współaut. (1999) piszą o zależnościach długości *os penis* u poszczególnych grup Pinnipedia od strategii kopulacyjnych i funkcji. U uchatek *baculum*, choć relatywnie małe, służy jako mechaniczne podparcie podczas erekcji i kopulacji. Uchatek różnią się także od fokowatych lokalizacją wierzchołka kości prącia tuż pod żołądźką, przez co może służyć do stymulowania pochwy. Z kolei duży rozmiar *os penis* u fokowatych kopulujących w wodzie i morsów sugeruje, że długość *baculum*, jego masa i kształt mogą być ważne podczas kopulacji w tym właśnie środowisku (Ryc. 4). Głęboka penetracja może chronić nasienie od zniszczenia przez wodę. Porównując kości prącia kaptownika (*Cristophora cristata*) i foki grenlandzkiej (*Pagophilus groenlandicus*) zauważono różnice w ich rozmiarach i kształtach. U foki grenlandzkiej *baculum* jest zdecydowanie większe i bardziej złożone z powodu występującej w tym gatunku promiskuitycznej strategii rozrodczej, polegającej na kopulacji z wieloma partnerami z populacji. Takie cechy kości prącia foki grenlandzkiej jak masywny trzonek, dobrze rozwinięta krawędź grzbietowa i wyraźna załamanie na górnej powierzchni sugerują istotną rolę w stymulowaniu pochwy samic lub usuwaniu nasienia pochodzącego od innego samca (Ryc. 5). Jest to szczególnie ważne w konkurencji plemników kiedy samica



Ryc. 5. Schemat kości prącia foki grenlandzkiej *Pagophilus groenlandicus* (widok z boku).

kopuluje z kilkoma samcami (MILLER i współaut. 1999).

Tendencje do większych rozmiarów *baculum* u gatunków, gdzie samice kopulują z wieloma samcami zauważono także pośród naczelnych i drapieżnych (RAMM 2007). Na powyższych przykładach widać zatem, że

zróżnicowanie kości prącia u spokrewnionych gatunków jest związana z różnorodnością zachowań seksualnych. Prawdopodobnie wpływa na nią tryb życia, system rozrodczy, sposób i czas kopulacji występujące u poszczególnych gatunków.

#### ZRÓŻNICOWANIE WEWNĄTRZGATUNKOWE KOŚCI PRĄCIA

Zaskakuje fakt, że choć istnieje duża różnorodność kości prącia pochodzących od osobników tego samego gatunku, to brak prac analizujących w sposób systematyczny i szczegółowy to zjawisko. W przypadku nietoperzy LÜPOLD i współaut. (2004) sugerują pozytywne korelacje pomiędzy wielkością *baculum* a innymi cechami fenotypowymi osobnika.

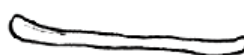
Głównym podłożem zmienności międzyosobniczej jest fakt, iż *os penis* rośnie przez całe życie, zmieniając nie tylko swoją długość, ale także gęstość i masę. Stwierdzono, że *baculum* rośnie w trakcie życia zarówno u form juwenilnych, jak i u osobników dorosłych. Początkowo tempo wydłużania się rośnie i przewyższa tempo przyrostu masy, po czym wartości te się wyrównują. U starszych zwierząt kontynuowany jest przyrost masy, a nie długości, wynikający z powiększania się części podstawnej. Na przykład u tchórze (*Mustela putorius*) dojrzała kość prącia ma budowę charakterystyczną dla wszystkich Mustelidae. Składa się z szerokiej i guzowatej podstawy, która tworzy proksymalny koniec *os penis*, trzonka z dobrze wykształconym kanałikiem cewki moczowej oraz haczykowato zakończoną wierzchołką umieszczoną grzbietowo na końcu (Ryc. 6). Natomiast u młodych osobników zarówno rozmiar, jak i kształt *baculum* znacznie różni się od powyższego opisu. Kość jest krótsza, jednakowo cienka na całej długości, a co najważniejsze, nie posiada pogrubionej podstawy charakterystycznej dla starszych samców (BRZEZIŃSKI i ROMANOWSKI 1997) (Ryc. 7). Różnica ta utrzymuje się w przybliżeniu do 6-8 roku życia (WALTON 1968).

Pozapłodowy wzrost *baculum* oraz jego skostnienie jest wysoce androgenozależne i kość nie rozwija swojej dojrzałej formy bez wpływu testosteronu (KELLY 2000). Można zatem przypuszczać, że dorosłe osobniki, które mają lepszą kondycję, mają też wyższy poziom androgenów, który wpływa pozytywnie na rozwój kości prącia. Tak więc fakt, że *os penis* wykazuje wzrost przez całe życie potwierdza, iż może ona być wskaźnikiem żywotności oraz jakości samca.

Szerokość końcówki dystalnej, to prawdopodobnie najbardziej odczuwalna dla samicy część *os penis*. Rozmiar tych końcówek wchodzi w skład komponentu głównego opisującego wielkość *os penis*, który jest pozytywnie skorelowany z kondycją zwierzęcia. W związku z tym, że zmienność *baculum* przekłada się w dużej mierze na cechy prącia, samice wykrywają jego różną sztywność, wielkość oraz ukształtowanie. Fakt ten potwierdza hipotezę, że samice po kości prącia, będącej źródłem biologicznie znaczącej informacji, mogą dokonać oceny samca (MILLER i BURTON 2001), a co za tym idzie, wybrać do rozrodu osobnika o dobrej kondycji. Wskazuje to na ważną rolę wewnątrzgatunkowej selekcji podczas kopulacji. Dowodem na to, że samice wybierają partnerów podczas krycia mogą być powszechnie występujące, charakterystyczne agresywne zachowania samców tchórze podczas aktu kopulacji. Jak twierdzą MILLER i BURTON (2001), agresja podczas krycia w stosunku do samic powinna nieuchronnie prowadzić do rozwoju wewnętrznego mechanizmu wyboru przez nie najlepszych partnerów.



Ryc. 6. Schemat kości prącia dorosłego tchórze *Mustela putorius* (widok z boku).



Ryc. 7. Schemat kości prącia młodego tchórze *Mustela putorius* (widok z boku).

Istnieją również przesłanki, by mówić o sezonowej zmienności *baculum*. Oddziaływanie sezonowości na rozmiary *os penis* wydaje się mieć dwojaki charakter. FERGUSON i LARIVIÈRE (2004) sugerują, że większe *baculum* wyewoluowało w środowiskach leżących na wysokiej szerokości geograficznej, z większą akumulacją śniegu, jako adaptacja do pokonania nacisku wywieranego przez warunki środowiska i związanego z tym zjawiskiem ograniczenia reprodukcji zwierząt żyjących w tych warunkach. Jednak sezonowość zdefiniowana jako roczna wariacja w warunkach środowiska i produkcji pierwotnej (FERGUSON i współaut. 2006) ma także wpływ na ogólną kondycję zwierzęcia. Pozwala ona bowiem na przeżycie okresu, kiedy to warunki środowiska są niesprzyjające oraz ułatwia pomyślną kopulację w okresie rozrodczym.

Oprócz tego, że rozwój *baculum* jest kosztowny energetycznie, uboga w wapń dieta może np. powodować ogólne osłabienie kośćca. Demineralizacja, odwapnienie *os penis*, czy osłabienie jego struktury przyczynia się do powstawania licznych urazów. Gwałtowna i długa kopulacja może spowodować złamanie *os penis*, wskutek czego może dojść do uszkodzenia cewki moczowej oraz jej ściśnięcia w wyniku zgrubienia kości po złamaniu, co powoduje śmierć zwierzęcia (REINWALDT 1961, KIERDORF 1996). Być może większa śmiertelność samców o niższej kondycji (która jest skorelowana z mniejszymi rozmiarami *os penis*) powoduje zmiany ewolucyjne w kierunku większych kości prącia. Ponadto, lepiej odżywione, zdrowe samce mogą produkować większą ilość hormonów, które wpływają na wzrost oraz skostnienie tej kości.

#### POTRZEBY DALSZYCH BADAŃ

Badania nad *os penis* koncentrują się głównie nad wyjaśnieniem funkcji tej struktury. Tymczasem duża zmienność *baculum* między poszczególnymi taksonami może świadczyć o różnorodności zastosowania kości u samców różnych grup zwierząt.

Wewnątrzgatunkowa zmienność w rozmiarach i kształtach *baculum* łączona jest ze strategiami rozrodczymi danego gatun-

ku. Brakuje jednak danych o związkach między anatomiczną budową samczego narządu kopulacyjnego i strukturą kości prącia a zachowaniami seksualnymi danych grup ssaków.

Dalsze badania powinny skoncentrować się nad wpływem dziedziczności oraz oddziaływaniem środowiska zewnętrznego na budowę i funkcje *os penis*.

#### PODSUMOWANIE

Liczne badania nad *os penis* pokazują właściwości tej struktury jako elementu budowy o złożonych funkcjach takich jak:

- rola mechaniczna (KELLY 2000),
- ochrona cewki moczowej (BARYSHNIKOV i współaut. 2003),
- oddziaływanie na kształt prącia (DYCK i współaut. 2004),
- pobudzanie żeńskiego układu rozrodczego (RAMM 2007),
- przekazywanie informacji o wielkości i/lub jakości samca (MILLER i BURTON 2000).

Rozważana jest też zależność wielkości i struktury *baculum* od strategii rozrodczych i zachowań seksualnych:

- korelacja pomiędzy wydłużonymi okresami kopulacji, a stosunkowo długim *baculum* (BARYSHNIKOV i współaut. 2003),

– dłuższe *baculum* u tych gatunków *Pinipedia*, które kopulują w wodzie (MILLER i współaut. 1999),

– większa kość u gatunków, gdzie występuje kopulacja z wieloma samcami (RAMM 2007).

Należy jednakże pamiętać, że dotychczasowe badania miały charakter analiz korelacyjnych i celem potwierdzenia większości wyników niezbędne byłoby przeprowadzenie kontrolowanych eksperymentów.

#### Podziękowania

Pomysł powstania pracy i pomoc na różnych etapach jej realizacji wniósł prof. dr hab. P. Tryjanowski za co bardzo serdecznie dziękujemy.

VARIABILITY OF THE MAMMALIAN *OS PENIS* – PHYLOGENESIS AND ECOLOGY

## Summary

The penis bone (also called as *baculum* or *os penis*) is a heterotopic bone occurring in such orders like: carnivores, bats, insectivores, rodents and some primates. *Baculum* is extremely morphologically diverse both in shape and size, even between closely related species. Hence it has been widely used as a systematic tool. Consequently, *os penis* serves different functions across the species: e.g. stimulation of reproductive track, mechanical support, protection of the urethra from compression. Some analysis suggest also, that hooked tip of the penis bone can be

used to damage and remove sperm which comes from the previous male. It can be also used as an indicator of genetic quality in males because it continues growth throughout life. Numerous researches into *baculum* provide some information about animal evolution, sexual selection and reproductive strategies in the different groups of animal. However, our knowledge about evolution, significance and environmental influence on the *os penis* seems to be incomplete and needs to be further studied.

## LITERATURA

- ANKEL-SIMONS F., 1999. *Primate Anatomy: An Introduction*. Academic Press.
- ATALAR O., CERIBASI A. O., 2006. *The morphology of the penis in porcupine (Hystrix cristata)*. Veterinarni Medicina. 51, 66–70.
- BARYSHNIKOV G. F., BININDA-EMONDS O. R. P., ABRAMOV A. V., 2003. *Morphological variability and evolution of the baculum (os penis) in Mustelidae (Carnivora)*. J. Mammol. 84, 673–690.
- BOCHENEK A., REICHER M., 1992. *Anatomia człowieka II*. Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa.
- BRZEZIŃSKI M., ROMANOWSKI J., 1997. *Tchórz*. Wydawnictwo Świat, Warszawa.
- BURT W. H., 1960. *Bacula of North American Mammals*. Miscellaneous Publications of the Museum of Zoology, University of Michigan.
- DYCK M. G., BOURGEOIS J. M., MILLER E. H., 2004. *Growth and variation in the bacula of polar bears (Ursus maritimus) in the Canadian Arctic*. J. Zool. 264, 105–110.
- FERGUSON S. H., LARIVIÈRE S., 2004. *Are long penis bones an adaptation to high latitude snowy environments?* Oikos 105, 255–267.
- FERGUSON S. H., HIGDON J. W., LARIVIÈRE S., 2006. *Does seasonality explain the evolution and maintenance of delayed implantation in the family Mustelidae (Mammalia: Carnivora)?* Oikos 114, 249–256.
- HOSKEN D. J., JONES K. E., CHIPPERFIELD K., DIXON A., 2001. *Is the os penis sexually selected?* Behav. Ecol. Sociobiol. 50, 450–460.
- KELLY D. A., 2000. *Anatomy of the Baculum-Corpus Cavernosum Interface in the Norway Rat (Rattus norvegicus), and Implications for Force Transfer During Copulation*. J. Morphol. 244, 69–77.
- KIERDORF U., 1996. *Verheilte Baculum-Fraktur bei Einem Iltis (Mustela putorius L.)*. Z. Jagdwiss. 42, 308–309.
- LARIVIÈRE S., FERGUSON H., 2002. *On the evolution of the mammalian baculum: vaginal friction, prolonged intromission or induced ovulation?* Mammal Rev. 32, 283–294.
- LÜPOLD S., MCELLIGOT A. G., HOSKEN D. J., 2004. *Bat genitalia: allometry, variation and good genes*. Biol. J. Linn. Soc. 83, 497–507.
- MILLER E. H., BURTON L. E., 2001. *It's all relative: allometry and variation in the baculum (os penis) of the harp seal, Pagophilus groenlandicus (Carnivora: Phocidae)*. Biol. J. Linn. Soc. 72, 345–355.
- MILLER E. H., JONES L. I., STENSON G. B., 1999. *Baculum and testes of the hooded seal (Cystophora cristata): growth and size-scaling and their relationships to sexual selection*. J. Zool. Lond. 77, 470–479.
- RAMM S. A., 2007. *Sexual selection and genital evolution in mammals: a phylogenetic analysis of baculum length*. Am. Nat. 169, 360–369.
- REINWALD E., 1961. *Über einen weiteren Fall von Fraktur des Baculums beim Fischotter (Lutra l. lutra L.) und die Art. Ihrer Entstehung*. Arkiv Zool. 13, 307–310.
- SZARSKI H., 1982. *Anatomia porównawcza kregowców*. PWN, Warszawa.
- WALTON K. C., 1968. *The baculum as an age indicator in the polecat Putorius putorius*. J. Zool. 156, 533–536.
- WESOŁOWSKI T., 1999. *Reduction of phallus in birds – An avian way to safe sex?* J. Avian Biol. 30, 483–485.