

УДК 59.08:591.139:599.536

РЕГИСТРИРУЮЩИЕ СТРУКТУРЫ BULLA TYMPANI МОРСКОЙ СВИНЬИ *PHOCOENA PHOCOENA RELICTA* ABEL, 1905 (CETACEA, PHOCOENIDAE)

Гольдин П. Е.

В наши дни основной регистрирующей структурой зубатых китов с оптимальной чувствительностью и наиболее длительным периодом регистрации считается дентин зубов [1, 2]; для ряда видов независимо доказана годовая периодичность формирования групп ростовых слоев [3]. Ростовые слои в дентине используют для определения возраста и выявления различных событий жизни особей [1, 4]. В то же время перспективным направлением работ также признается исследование регистрирующих структур костной ткани зубатых китов [1]. Познание закономерностей отложения ростовых слоев в кости этих животных привело бы к появлению важного дополнительного критерия при определении возраста и решении других практических задач. Этот метод приобретает особое значение при работе с неполными останками, в которых зубы зачастую не сохраняются. Однако изучение слоев в периостальной зоне кости нижней челюсти морской свиньи *Phocoena phocoena* (Linnaeus, 1758) в ходе сравнительного анализа показало, что число слоев в кости значительно превышает число групп ростовых слоев в дентине [5] и, следовательно, не является объективным показателем возраста особи. Тем не менее, поиск участков кости, несущих хорошие регистрирующие структуры, сохраняет смысл и актуальность. При этом особый интерес представляет изучение костей, характеризующихся отрицательной аллометрией [6]. Так, слои, отлагающиеся с годовой периодичностью, были найдены в периостальной зоне барабанного пузыря (*bulla tympani*) различных видов усатых китов [7, 8, 9, 10], что и определило выбор *bulla tympani* в качестве объекта нашей работы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Проведено исследование костей *bulla tympani* от 19 азовок *Phocoena phocoena relictata*, найденных мертвыми на азовском побережье Керченского полуострова в июне-ноябре 2000 года, у 15 из которых возраст был определен по количеству групп ростовых слоев в дентине. Образцы кости декальцинировали в 5% растворе азотной кислоты, заключали в парафин по стандартной методике [11], и на санном микротоме делали поперечные срезы толщиной 10 мкм. У 10 животных барабанный пузырь декальцинировали целиком и производили поперечные срезы по всей протяженности кости, отбирая для анализа срезы с интервалом в 300 мкм (в средней части кости – с интервалом 150–200 мкм). У остальных животных были сделаны поперечные срезы участков средней части барабанного пузыря. Срезы депарафинировали, окрашивали

гематоксилином Эрлиха и заключали в глицерин. Ростовые слои изучали с помощью светового микроскопа при увеличениях 56х-400х.

Систематическое положение видов указано по Павлинову и Россолимо [12].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Периостальная зона и ростовые слои в *bulla tympani*

Bulla tympani азовки достигает 33-39 мм в длину и 26-31 мм в области максимальной ширины (рис. 1). У сеголеток с длиной тела 90 см, найденных в июне (то есть, имеющих возраст не более двух месяцев), линейные размеры *bulla tympani* уже соответствовали дефинитивным, и с этого возраста увеличения размеров костей у разновозрастных особей не наблюдалось, следовательно, линейный рост *bulla tympani* в целом на протяжении практически всего постэмбрионального периода характеризуется строго отрицательной аллометрией.

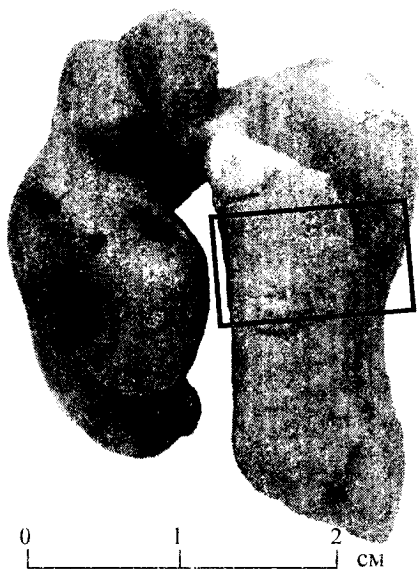


Рис. 1. *Bulla tympani* азовки. Прямоугольником обозначен участок середины медиальной стенки.

У азовки (как и у других животных [6]) характерные группы ростовых слоев наблюдаются исключительно в плотной пластинчатой костной ткани, отлагающейся в периостальной зоне весьма неравномерно. Эта неравномерность обусловлена рядом факторов. Прежде всего, ширина периостальной зоны увеличивается к середине стенки барабанного пузыря. Кроме того, толщина стенок *bulla tympani* значительно варьирует: толщина латеральной стенки барабанного пузыря в средней части составляет около 1 мм, медиальной стенки – 6-8 мм, максимальная толщина хорошо выраженного каменистого отростка, не содержащего полости, – 7-8 мм. Поэтому ширина периостальной зоны в латеральной стенке не превышает 0,3-0,4 мм, а часто снижается до 0,1 мм, причем эта величина не зависит от возраста животного. В медиальной же стенке

ширина периостальной зоны имеет тенденцию к увеличению в течение жизни, и, если в первые два года жизни она составляет 0,1-0,3 мм, как и в латеральной стенке, то в дальнейшем может возрастать до 1,0-1,1 мм. Характер отложения костной ткани меняется с возрастом. В первые годы жизни периостальная зона *bulla tympani*, как правило, слагается неплотной ретикулярной костной тканью (термин Инлоу и Брауна (Enlow and Brown) – см. [6]) с многочисленными лакунами, а отложение плотной ткани с явно различимыми слоями начинается с 3-4 лет.

Группа ростовых слоев в *bulla tympani* азовки, как и у усатых китов [9, 10], состоит из сравнительно широкой умеренно окрашенной полосы и узкой темноокрашенной линии склеивания (рис. 2). При увеличении 400х видно, что линия склеивания представляет собой двойную темную полосу, разделенную тонкой бесцветной линией. Ростовые слои отлагаются снаружи, то есть внутренние слои относятся к более раннему периоду. Слои выражены не вполне четко, контрастность линии склеивания с прилегающей тканью проявляется меньше, чем в *bulla tympani* серого кита *Eschrichtius gibbosus* (Erxleben, 1777) [9] или между ростовыми слоями дентина и ближе в этом отношении к ростовым слоям малого полосатика *Balaenoptera acutorostrata* Lacerpede, 1804 [10]. Ширина отлагающейся группы ростовых слоев уменьшается с возрастом: первый внутренний слой (если присутствует) достигает в середине медиальной стенки ширины до 450 мкм, второй – до 200 мкм, остальные слои приблизительно равны по ширине и не превышают 100 мкм.

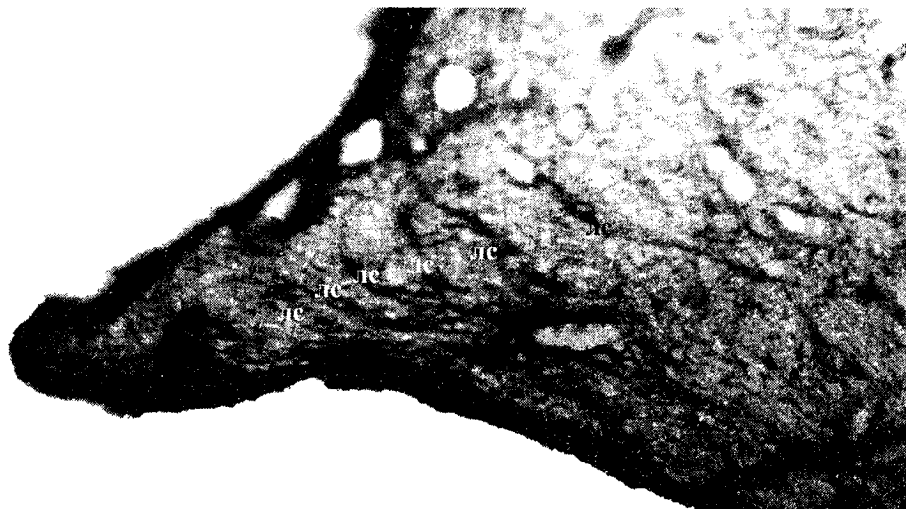


Рис. 2. Поперечный срез середины медиальной стенки *bulla tympani* азовки возрастом 6 лет. Обозначены линии склеивания (лс). Увеличение 56х.

Во многих случаях первые два широких ростовых слоя не видны или не отграничены друг от друга; в последнем случае между рядом узких внешних слоев и мезостальной зоной с крупными лакунами располагается обширная полоса плотной ткани, лишенной слоистости. Иногда ряд узких ростовых слоев вплотную прилегает к мезостальной зоне. В одном случае у животного, возраст которого был определен как 14 лет, ростовые слои вообще не были выражены, и широкая периостальная зона имела вид однородного комплекса плотной ткани.

Ростовые слои латеральной стенки встречаются редко и лишь у половозрелых особей, число этих слоев обычно не соответствует количеству прожитых лет, ширина приблизительно одинакова и составляет 60-80 мкм. В ткани каменистого отростка также иногда встречаются ростовые слои шириной менее 100 мкм, однако

их число непостоянно и не равно количеству прожитых лет. Таким образом, у азовки, как и у усатых китов [9, 10], закономерное формирование ростовых слоев наблюдается лишь в медиальной стенке барабанного пузыря.

Особенности формирования ростовых слоев в *bulla tympani*

Вероятно, ростовые слои *bulla tympani* являются годовыми – их число никогда не превышает количества годовых слоев дентина и зачастую равно ему, по крайней мере, в возрасте 6-10 лет. В то же время число видимых групп ростовых слоев у одной особи может отличаться даже на разных срезах из середины медиальной стенки, причем, как правило, в этих случаях на одних срезах количество групп ростовых слоев равно числу прожитых лет, а на других – на две группы меньше (за счет двух первых групп). Иногда, как было указано, первые две группы ростовых слоев отсутствуют на всех срезах, и их общее число также на две меньше, чем количество годовых слоев в дентине. У молодых животных (в отличие от усатых китов [8, 9, 10]) это число всегда меньше, чем число прожитых лет – у годовалых и двухлетних азовок слои не видны вообще (в том числе отсутствует и неонатальная линия, характерная для дентина), а у трехлетних животных различима одна линия склеивания. В то же время темп линейного роста *bulla tympani* заставляет предположить, что слоистая ткань формируется уже с первого года жизни, как и у усатых китов [6, 9]. Возможно, первые формирующиеся линии склеивания маскируются неплотной ретикулярной костной тканью и проявляются с течением времени, благодаря чему и наблюдаются у взрослых животных. Не исключено, что из-за особенностей структуры они не окрашиваются гематоксилином, в отличие от большинства «пограничных слоев» групп ростовых слоев; в этом случае перспективным представляется использование иных красителей и микрорадиографических методов.

Судя по описанному «стиранию» линий склеивания, обнаруженному у относительно старого животного, можно предположить, что с течением времени происходит их замещение плотной костной тканью. Такое же предположение высказывалось при исследовании *bulla tympani* серого кита [9], причем в отношении внутренних ростовых слоев, линии склеивания которых также зачастую отсутствовали, как и у азовки; однако у серых китов это явление наблюдалось только у животных большого возраста.

Таким образом, периостальная зона медиальной стенки барабанного пузыря зубатых китов представляет собой регистрирующую структуру. Период регистрации в *bulla tympani* азовки ограничен возрастом около 10 лет. Кроме того, группы ростовых слоев, отлагающиеся в первые годы жизни, могут отсутствовать или незаметны на многих препаратах, окрашенных гематоксилином. Это не позволяет в настоящее время использовать слоистость *bulla tympani* как единственный критерий для определения абсолютного возраста этих животных, однако изучение большой выборки может позволить выявить закономерности формирования регистрирующих структур в разные периоды жизни, и представляется необходимым дальнейшее исследование в этом направлении.

Автор выражает глубокую благодарность Г. А. Клевезаль (ИБР РАН, Москва) и К. Локиер (С. Lockyer) (Датский институт исследований рыболовства, Копенгаген) за советы при подготовке образцов и помощь в поиске специальной литературы,

Д. В. Маркову за помощь в полевых исследованиях, С. А. Канищеву за помощь в фотосъемке.

Список литературы

1. Perrin W. F., Myrick A. C., Jr., eds. Growth of Odontocetes and Sirenians: problems in age determination. Report of the workshop / Age determination of toothed whales and sirenians. Report of the International Whaling Commission (Special issue 3). – Cambridge: IWC, 1980. – P. 1-50.
2. Клевезаль Г. А. Регистрирующие структуры млекопитающих в зоологических исследованиях. – М: Наука, 1988. – 288 с.
3. Hohn A. A. Reading between the lines: analysis of age estimation in dolphins / S. Leatherwood, R. R. Reeves, eds. The bottlenose dolphin. – New York, NY: Academic Press, 1990. – P. 575-586.
4. Клевезаль Г. А., Суховская Л. И., Виленкин А. Я. О структуре «меток размножения» в дентине Odontoceti // Зоологический журнал. – 1987. – 66, 12. – С. 1886-1891.
5. Watts P., Gaskin D. E. A comparison for the age determination techniques for the harbour porpoise // Can. J. Zool. – 1989. – 67, 3. – P. 1832-1836.
6. Клевезаль Г. А. О связи скорости роста животного и образования годовых слоев в кости млекопитающих // Журнал общей биологии. – 1972. – 33, 2. – С. 166-175.
7. Клевезаль Г. А., Митчелл Е. О годовых слоях в кости усатых китов // Зоологический журнал. – 1971. – 50, 7. – С. 1114-1116.
8. Christensen I. Age determination of minke whales, *Balaenoptera acutorostrata*, from laminated structures in the tympanic bullae // Rep. Int. Whal. Commn. – 1981. – 31. – P. 245-253.
9. Клевезаль Г. А., Суховская Л. И., Блохин С. А. Определение возраста усатых китов по годовым слоям в кости // Зоологический журнал. - 1986. – 65, 11. - С. 1722-1730.
10. Christensen I. Interpretation of growth layers in the periosteal zone of tympanic bulla from minke whales *Balaenoptera acutorostrata* / Blix, A.S., Walløe, L. and Ulltang, Ø., eds. Whales, seals, fish and man. – Amsterdam: Elsevier Science, 1995. – P. 413-423.
11. Ромейс Б. Микроскопическая техника. Пер. с нем. Под ред. И. И. Соколова. - М.: Изд-во иностранной литературы, 1953 - 718 с.
12. Павлинов И. Я., Россолимо О. Л. Систематика млекопитающих СССР: (Исследования по фауне Советского Союза) / Под ред. В. Е. Соколова. – М.: Изд-во МГУ, 1987. – 285 с.