

УДК 599.745.31:591.111.1

## Морфометрические параметры эритроцитов серых тюленей

Т. В. Минзюк

Мурманский морской биологический институт, г. Мурманск, Россия;

ORCID: [Minzyuk Tatyana https://orcid.org/0000-0003-4242-9473](https://orcid.org/0000-0003-4242-9473), e-mail: [minzyuk@mail.ru](mailto:minzyuk@mail.ru)

Информация о статье Реферат

Поступила в редакцию 26.02.2018;

получена после доработки 26.08.2018

Ключевые слова:

серый тюлень, форма эритроцитов, лейкоциты, кровь

Первые 3–4 месяца постнатального онтогенеза настоящих тюленей характеризуются наиболее значительными изменениями в клеточном составе крови, что связано с активно идущими процессами становления костномозгового кроветворения и развития клеточных защитных механизмов. От функционального состояния эритроцитов зависит уровень кислородных запасов в крови у щенков в период освоения ими водной среды (в поисках пищи и защиты от хищников). В связи с этим актуально исследование морфофункциональных свойств эритроцитов крови у тюленей на разных этапах постнатального онтогенеза. Для сравнения выбраны следующие возрастные группы серых тюленей (*Halichoerus grypus*): новорожденные (0–1 неделя), питающиеся молоком (2–3 недели), завершившие молочное вскармливание (1,0–1,5 месяцев), самостоятельно питающиеся рыбой щенки (3–4 месяца) и взрослые животные (1,0 и 3,5 года). В крови всех возрастных групп серых тюленей преобладают дискоциты, также присутствуют обратимые (эхиноциты, стоматоциты) и необратимые (кодоциты, шизоциты, сфероциты), незрелые и молодые формы эритроцитов. Показано, что с возрастом животных под воздействием ряда физиологических факторов (изменение химического состава, ионного баланса, осмотического давления плазмы крови) меняются структура, размеры и форма эритроцитов. В первые недели жизни у щенков отмечается повышение в крови числа крупных эритроцитов (макроцитоз до 75 %) и сфероцитов (до 4 %), встречаются единичные ядерные эритроциты, ретикулоциты и необратимые формы эритроцитов. В группе щенков, питающихся рыбой, возрастает количество эхиноцитов (до 10 %). Щенки тюленей в возрасте 3–4 месяцев отличаются низкой степенью насыщенности эритроцитов гемоглобином (наблюдается снижение показателей оптической плотности). Данное снижение запасов кислорода в крови связано с голоданием щенков после ювенильной линьки и переходом их к подводному плаванию (в поисках пищи). Изменение размеров и форм эритроцитов на разных возрастных этапах говорит о физиологических и индивидуальных особенностях щенков тюленей.

Для цитирования

Минзюк Т. В. Морфометрические параметры эритроцитов серых тюленей. Вестник МГТУ. 2019. Т. 22, № 2. С. 258–265. DOI: 10.21443/1560-9278-2019-22-2-258-265.

## Grey seals: Morphometric parameters of erythrocytes

Tatyana V. Minzyuk

Murmansk Marine Biological Institute, Murmansk, Russia;

ORCID: [Minzyuk Tatyana https://orcid.org/0000-0003-4242-9473](https://orcid.org/0000-0003-4242-9473), e-mail: [minzyuk@mail.ru](mailto:minzyuk@mail.ru)

Article info

Abstract

Received 26.02.2018;  
received in revised  
26.08.2018

Key words:

grey seal,  
forms of erythrocytes,  
leucocytes,  
blood

The first 3–4 months of postnatal ontogenesis of true seals are characterized by the most significant changes in the cellular composition of the blood, which is associated with active processes of formation of bone marrow hematopoiesis and development of cellular defense mechanisms. The level of oxygen reserves in the blood of puppies in the period of their aquatic environment development (in search of food and protection from predators) depends on the functional state of red blood cells. In this regard, it is important to study the morphofunctional properties of red blood cells in seals at different stages of postnatal ontogenesis. For comparison the next age-related groups of grey seals (*Halichoerus grypus*) have been selected: infants (0–1 week), actively feeding with mother's milk (2–3 weeks), animal after milk feeding (1–1,5 months), pinnipeds after the end of milk nourishment until independent feeding (3–4 months) and adult animals (1,0 and 3,5 years). The blood of all age groups of grey seals is dominated by discocytes, and there are also reversible (echinocytes, stomatocytes) and irreversible (codocytes, schizocytes, spherocytes), immature and young forms of red blood cells. It has been shown that with growing up a structure, sizes and form of erythrocytes change under the influence of physiological factors (changes in chemical composition, ion balance, osmotic pressure of blood plasma). In the first weeks of life pups have an increase in blood of number of large erythrocytes (macrocytosis to 75 %) and spherocytes (to 4 %), there are single nuclear erythrocytes, reticulocytes and irreversible forms of erythrocytes. In the group of fish-eating puppies, the number of echinocytes increases (up to 10 %). The pups of grey seals (3–4 months) are characterized by very low haemoglobin levels of erythrocytes (there has been a decline in optical density). This decrease in oxygen reserves in the blood is associated with starvation of puppies after juvenile molting and their transition to scuba diving (in search of food). Changes in the size and shape of the erythrocytes at different age stages which indicate the physiological and individual characteristics of the puppy seals.

For citation

Minzyuk, T. V. 2019. Grey seals: Morphometric parameters of erythrocytes. *Vestnik of MSTU*, 22(2), pp. 258–265. (In Russ.) DOI: 10.21443/1560-9278-2019-22-2-258-265.

## Введение

У морских млекопитающих имеются особенности строения и функционирования кроветворной системы, обусловленные длительной эволюцией в водной и полуводной среде. Одним из основных механизмов, определяющих продолжительность ныряния животных, является наличие запасов кислорода в теле (в крови и мышцах). Обеспечение газообмена в тканях напрямую зависит от физико-химических свойств плазмы и соотношения содержания форменных элементов в крови. Эритроциты, являющиеся главными переносчиками гемоглобина, под воздействием ряда физиологических факторов (изменение химического состава, ионного баланса, осмотического давления плазмы крови) способны быстро менять форму, размер и структуру, тем самым оказывая влияние на дыхательную функцию крови.

Описание морфометрических параметров эритроцитов крови морских млекопитающих представлено в небольшом числе исследований (*Володина и др., 2015; Кавцевич и др., 1996; Мисюра и др., 1997; Clark et al., 2002; Ronald et al., 1969*). Особый интерес представляют механизмы развития кислородных запасов тела у щенков тюленей в период освоения ими водной среды (в поисках пищи и защиты от хищников).

Цель работы – проведение сравнительного анализа морфометрических параметров эритроцитов в периферической крови щенков серых тюленей в разные возрастные периоды и годы исследований.

## Материалы и методы

Материал получен на щенках залежках в 2006 и 2013 гг. (о. Большой Айнов, Баренцево море). Для сравнения выбраны следующие возрастные группы щенков серых тюленей: 1 – новорожденные ( $n = 14$ ); 2 – питающиеся молоком (2–3 недели,  $n = 16$ ); 3 – завершившие молочное вскармливание (1–1,5 месяцев,  $n = 18$ ); 4 – самостоятельно питающиеся рыбой щенки (3–4 месяца,  $n = 6$ ); 5 – взрослые животные (1 год,  $n = 4$ ; 3,5 года,  $n = 2$ ). Морфологию клеток изучали на мазках крови, окрашенных смесью Романовского – Гимзы, с помощью микроскопа Axio Imager M1, оснащенного программным обеспечением AxioVision (фирмы Zeiss). В каждой мазке измеряли не менее 500 эритроцитов. Определяли следующие морфометрические показатели эритроцитов: площадь и диаметр (величины, характеризующие размер клетки), неровность контура и форму-фактор (для оценки формы клетки), оптическую плотность (интенсивность окраски). Устанавливали наличие незрелых и патологических форм эритроцитов.

## Результаты и обсуждение

Морфологический и морфометрический анализы эритроцитов крови позволили выявить ряд особенностей у щенков серых тюленей в разные возрастные периоды.

### Форма эритроцитов

Во всех возрастных группах щенков серых тюленей преобладают нормальные (по форме) эритроциты – дискоциты, имеющие форму двояковогнутого диска, круглой формы, розового цвета, с равномерной окраской и небольшим просветлением в центре (рис. 1).

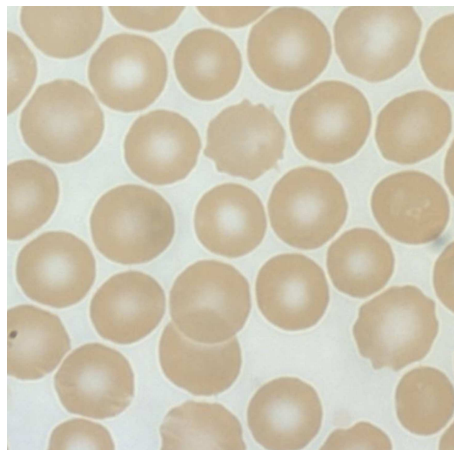


Рис. 1. Дискоциты серых тюленей  
Fig. 1. Discocytes of grey seals

Живым организмам определенные (нормальные) размеры и правильная форма эритроцитов необходимы для прохождения через капилляры и осуществления газообмена в тканях. У человека даже в норме небольшая часть клеток может иметь форму, отличную от дисковидной. Отклонение формы и размеров эритроцитов от нормы используют в медицине для диагностики ряда заболеваний. При этом данные трансформации могут быть обратимыми и необратимыми (*Нагорнов и др., 2015*).

Эхиноциты (шишковидная, ягодоподобная и зубчатая клетки) и стоматоциты (эритроциты, у которых центральное просветление имеет не округлую форму, а напоминает ротовое отверстие) относятся к обратимым формам (рис. 2), которые могут быть возвращены в нормальное состояние, остальные патологические формы эритроцитов являются необратимыми. Эхиноциты формируются при изменении кислотности среды от нейтральной до щелочной. У щенков серых тюленей данный тип клеток встречается с рождения (около 1 % эритроцитов) и возрастает до 2–5 % в группе питающихся рыбой.

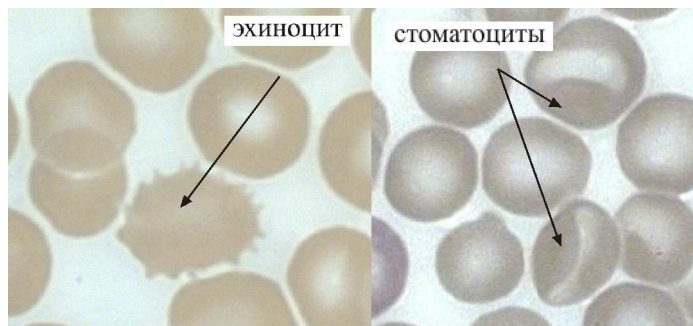


Рис. 2. Обратимые формы эритроцитов (слева – эхиноцит, справа – стоматоциты)

Fig. 2. Reversible forms of erythrocytes (left – echinocyte, right – stomatocytes)

Стоматоциты образуются под воздействием различных факторов: низкой pH, отсутствие витамина А. У тюленей обнаруживают единичные клетки.

Остальные формы эритроцитов являются необратимыми (рис. 3, 4).

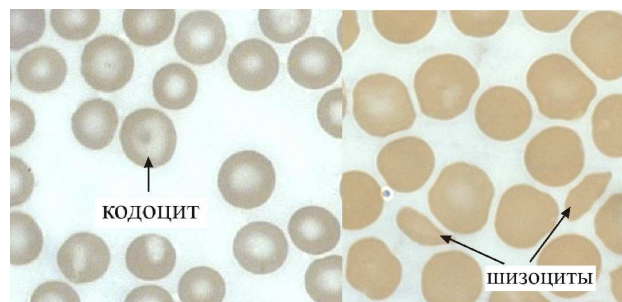


Рис. 3. Необратимые формы эритроцитов (слева – кодоцит, справа – шизоциты)

Fig. 3. Irreversible forms of erythrocytes (left – kodocyte, right – schizocytes)

У тюленей встречаются единичные кодоциты (мишеневидные клетки), увеличение их числа у человека является признаком железодефицитной анемии (рис. 3). Шизоциты – осколки разрушенных эритроцитов (рис. 3). Сфероциты имеют шаровидную форму, у них отсутствует центральное просветление (рис. 4), наблюдаются во всех группах щенков – около 1 %, у новорожденных их число доходит до 4 %.

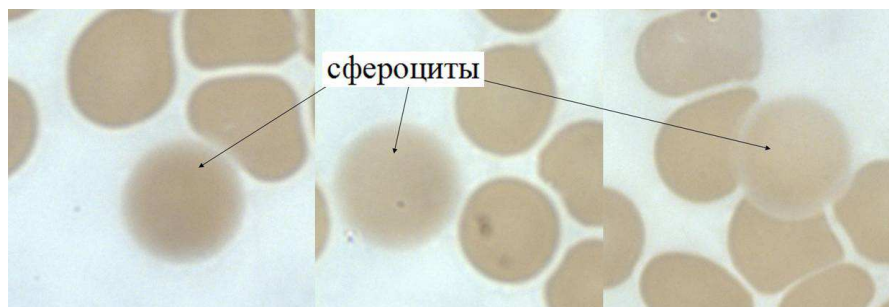


Рис. 4. Необратимые формы эритроцитов – сфероциты

Fig. 4. Spherocytes – irreversible forms of erythrocytes

Вероятно, наличие данных видов эритроцитов не является патологическим нарушением, а присутствие в крови щенков тюленей незрелых форм (базофильный, полихроматофильный и оксифильный нормоциты) и молодых эритроцитов (ретикулоцитов) – физиологическая норма для бельков, связанная с активным формированием кроветворной системы (рис. 5, 6).

Общей закономерностью для настоящих тюленей является нахождение в их крови в раннем онтогенезе незрелых форм лейкоцитов и эритроцитов (Кавцевич и др., 1996; Кавцевич, 2001; Кузин, 2008; Voily et al., 2006; Needham et al., 1980). Ядерные эритроциты (нормоциты) обнаруживаются в периферической крови щенков гренландского и серого тюленей, а также у взрослых особей гренландского тюленя.

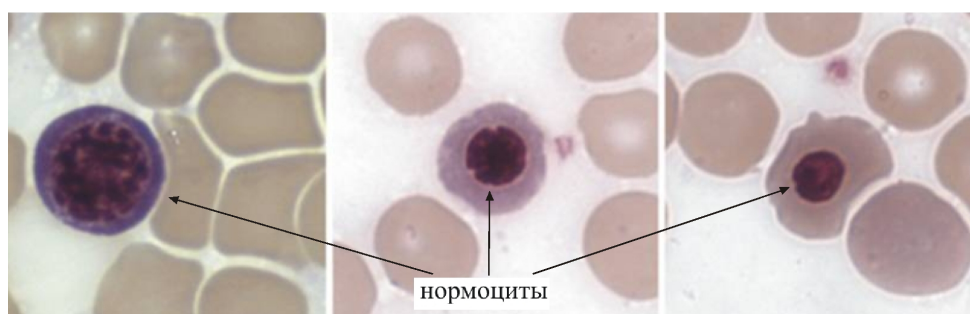


Рис. 5. Нормоциты серых тюленей  
(слева – базофильный, по центру – полихроматофильный, справа – оксифильный)  
Fig. 5. Normocytes of grey seals (left – basophilic, center – polychromatophilic, right – oxyphilic)

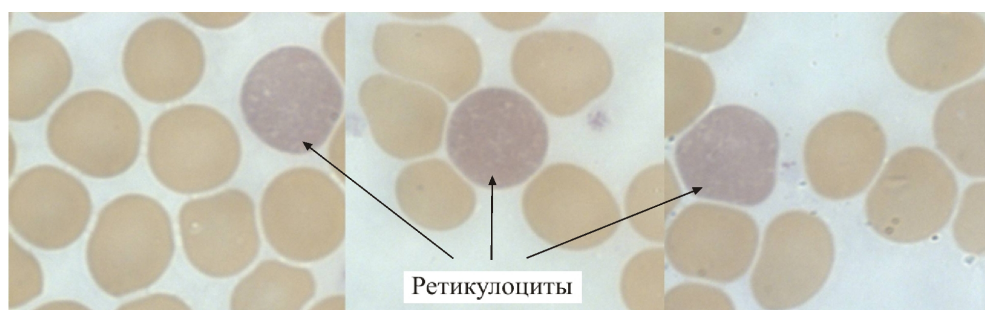


Рис. 6. Ретикулоциты серых тюленей  
Fig. 6. Reticulocytes of grey seals

Средние значения статистических показателей, характеризующих форму клетки, в частности округлость эритроцитов, незначительно меняются с возрастом животных. Увеличение числа эхиноцитов у новорожденных животных подтверждается снижением неровности контура у щенков серых тюленей следующих возрастных групп (табл.).

Таблица. Морфометрические параметры эритроцитов серых тюленей  
Table. Morphometric parameters of erythrocytes of grey seals

Возрастная группа	Год исследования	Площадь, мкм <sup>2</sup>	Диаметр, мкм	Оптическая плотность, у. е.	Форма-фактор, у. е.	Неровность контура, у. е.
Новорожденные, 0–1 нед.	2006	51,70 ± 1,83	8,03 ± 0,20	0,150 ± 0,002	0,855 ± 0,010	1,79 ± 0,04
	2013	55,02 ± 1,24	8,34 ± 0,10	0,152 ± 0,012	0,904 ± 0,004	1,87 ± 0,04
Питающиеся молоком, 2–3 нед.	2006	48,60 ± 1,25	7,82 ± 0,10	0,195 ± 0,015	0,861 ± 0,011	1,74 ± 0,02
	2013	52,12 ± 0,48	8,12 ± 0,04	0,155 ± 0,007	0,900 ± 0,006	1,84 ± 0,01
Завершившие молочное вскармливание, 1–1,5 мес.	2006	45,56 ± 0,80	7,59 ± 0,07	0,156 ± 0,006	0,865 ± 0,003	1,68 ± 0,02
	2013	49,19 ± 0,70	7,90 ± 0,06	0,149 ± 0,001	0,885 ± 0,001	1,77 ± 0,01
Самостоятельно питающиеся рыбой щенки, 3–4 мес.	2006	47,16 ± 0,99	7,73 ± 0,08	0,086 ± 0,009	0,817 ± 0,008	1,66 ± 0,02
Взрослые	2003	44,53 ± 0,18	7,51 ± 0,01	0,155 ± 0,038	0,855 ± 0,003	1,65 ± 0,01

#### Размер эритроцитов

В норме клеточный состав крови человека содержит 70 % нормоцитов и по 15 % составляют микро- и макроциты. Существенные изменения размеров эритроцитов наблюдаются в группах бельков серых тюленей. Для них характерно преобладание макроцитов до 60 %. Щенки, исследованные в 2013 г., в целом отличаются более крупными эритроцитами по сравнению с аналогичными возрастными группами

животных в предыдущие годы (рис. 7, табл.). Возрастание количества макроцитов, вероятно, обеспечивается присутствием в крови данных групп щенков большого числа сфероцитов, имеющих больший размер (площадь и диаметр) по сравнению с дискоцитами. Следует отметить, что макроцитоз как физиологическое явление наблюдается у новорожденных (человека) в течение первых 2 недель жизни и исчезает к 2-месячному возрасту.

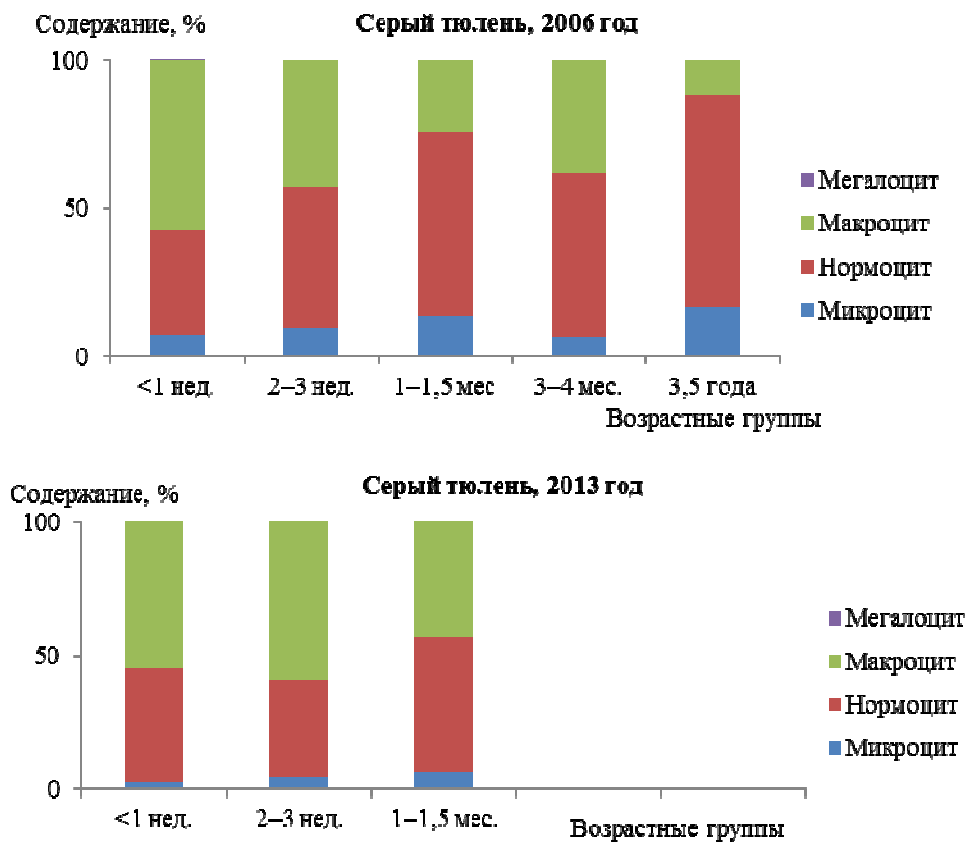


Рис. 7. Соотношение эритроцитов серых тюленей  
Fig. 7. Ratio of erythrocytes of grey seals

#### Окраска эритроцитов

Известно, что у новорожденных водных млекопитающих наблюдается высокое содержание эритроцитов в крови и концентрация в них гемоглобина по сравнению со взрослыми животными. На следующих возрастных этапах, когда животные набирают вес и начинают регулярно погружаться под воду для добывания корма, число эритроцитов снижается. При этом с возрастом увеличивается среднее содержание гемоглобина в эритроците и средний объем эритроцита, что обеспечивает необходимые кислородные запасы (Burns et al., 2007; Koopman et al., 1995; Shirai et al., 1997; Yochem et al., 2008).

Считается, что по интенсивности окраски можно судить о степени насыщенности эритроцитов гемоглином. Щенки тюленей в возрасте 3–4 месяцев отличаются самыми низкими значениями данного цветохимического показателя (рис. 8). Вероятно, в период голодания после ювенильной линьки синтез гемоглобина и других белков был снижен, при переходе тюленей к подводному плаванию (в поисках пищи) его накоплено недостаточно для длительной задержки дыхания во время ныряния. Показатели оптической плотности эритроцитов говорят о низком содержании гемоглобина в клетке. Известно, что кислородные запасы в крови и мышцах взрослых животных (у гренландских тюленей и тюленя-хохлача) достоверно выше, чем у щенков (Burns et al., 2007).

В группах щенков серого тюленя до 2–3-недельного возраста, изученных в 2013 г., выявлено отсутствие корреляционной зависимости интенсивности окрашивания эритроцитов и содержания в клетках гемоглобина. Скорее всего, это связано с повышением в крови у белков нормоцитов, ретикулоцитов (обедненных гемоглином, но при этом интенсивно окрашенных) и эритроцитов с измененными (патологическими) формами: эхиноцитов и сфероцитов. Известно, что дефицит гемоглобина в клетке приводит к уменьшению ее объема и, соответственно, к уплощению. От деформации эритроцит становится более плоским, тонким и жестким, а диаметр его возрастает. Как результат, эритроцит хуже проходит сквозь капилляры и повреждается, а от чрезмерного сжатия в его оболочке возникают большие касательные и растягивающие напряжения, расслаивающие и даже разрывающие ее по экватору, где больше натяжение.

Разрывы превращают эритроцит в звездчатый (Семиков, 2005). Таким образом, цветохимический показатель эхиноцитов и сфероцитов незначительно отличается от такового у дискоцитов, при этом различия в содержании гемоглобина в данных типах клеток существенны.

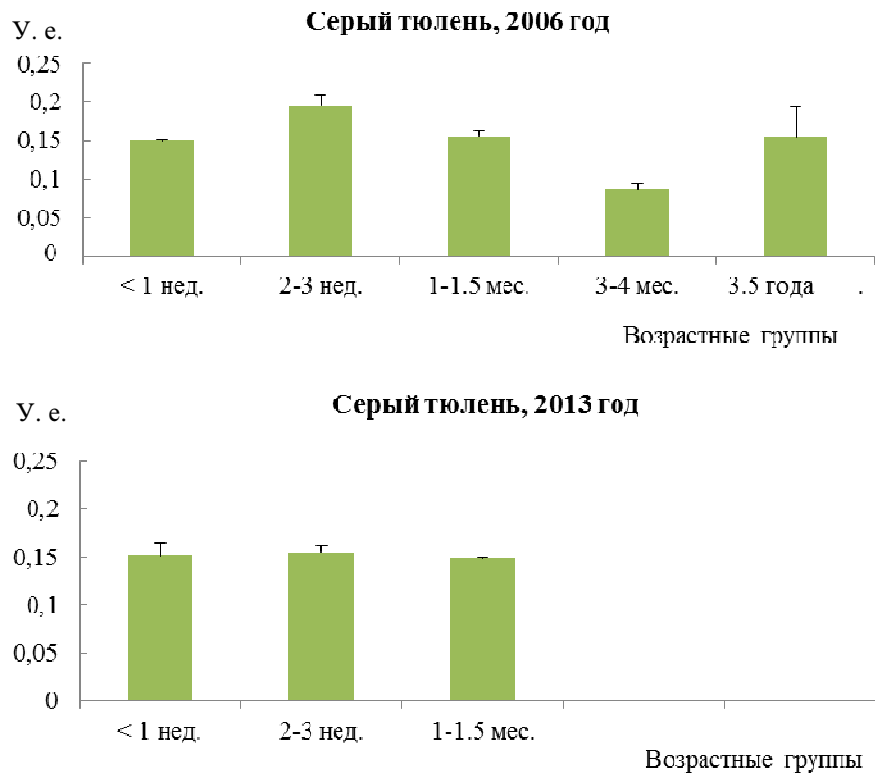


Рис. 8. Показатели оптической плотности эритроцитов серых тюленей  
Fig. 8. Optical density indicators of red blood cells of grey seals

У щенков серых тюленей в возрасте 1–1,5 месяцев коэффициент корреляции между показателями оптической плотности и содержанием гемоглобина в эритроцитах составляет 0,88.

Таким образом, во всех возрастных группах серых тюленей преобладают "нормальные" (по форме) эритроциты – дискоциты. В первые недели жизни у щенков наблюдается макроцитоз и сфероцитоз, встречаются ядерные эритроциты и ретикулоциты, что вероятно, является физиологической нормой, связанной с активным формированием у них кровяной системы. У щенков тюленей в возрасте 3–4 месяцев в связи с переходом их к подводному плаванию наблюдается низкая степень насыщенности эритроцитов гемоглобином, что подтверждает снижение у них запасов кислорода в крови.

### Заключение

В результате проведенных исследований получены морфологические и морфометрические характеристики эритроцитов серых тюленей в раннем периоде постнатального развития. Присутствие в крови, наряду с преобладающими нормальными клетками, обратимых (эхиноциты, стоматоциты) и необратимых (кодоциты, шизоциты, сфероциты) форм, незрелых и молодых эритроцитов свидетельствует об активном формировании кровяной системы в этот период.

У обследованных особей отмечены достоверно близкие эритроцитарные показатели крови в 2006 и 2013 гг. исследований. Выявлено, что с возрастом животных изменяются размеры и форма эритроцитов, данный факт говорит о физиологических и индивидуальных особенностях щенков тюленей. Таким образом, показатели оптической плотности окрашенных клеток могут применяться для сравнительной оценки по содержанию гемоглобина в эритроцитах между разными группами и видами морских млекопитающих.

### Библиографический список

1. Володина В. В., Грушко М. П., Федорова Н. Н. Клеточный состав периферической крови каспийского тюленя (*Phoca caspica*, Gmelin, 1788) // Международный вестник ветеринарии. 2015. № 1. С. 57–60.
2. Кавцевич Н. Н., Ерохина И. А. Биохимические и цитологические исследования морских млекопитающих в Арктике / отв. ред. И. А. Шпарковский. Апатиты : КНЦ РАН, 1996. 169 с.

3. Кавцевич Н. Н. Клеточный состав крови гренландских тюленей различного возраста // Доклады Академии наук. 2001. Т. 380, № 2. С. 280–282.
4. Кузин А. Е. Морфологические аспекты внутриутробного развития северного морского котика. Владивосток : ТИНРО-Центр, 2008. 226 с.
5. Мисюра А. Г., Богданова Л. Н. Система крови черноморской афалины // Черноморская афалина *Tursiops truncatus ponticus*. Морфология. Физиология. Акустика. Гидродинамика. М. : Наука, 1997. С. 186–213.
6. Нагорнов Ю. С., Пахомова Р. А., Жиляев И. В., Воронова Е. А. Моделирование морфологии эритроцита и расчет внутриклеточного давления по данным атомно-силовой микроскопии // Российский журнал биомеханики. 2015. Т. 19, № 4. С. 398–408.
7. Семиков С. А. Эритроцит глазами инженера // Инженер. 2005. № 11. С. 25–27.
8. Boily F., Beaudoin S., Measures L. N. Hematology and serum chemistry of harp (*Phoca Groenlandica*) and hooded seals (*Cystophora Cristata*) during the breeding season, in the Gulf of St. Lawrence, Canada // Journal of Wildlife Diseases. 2006. Vol. 42, Iss. 1. P. 115–132.
9. Burns J. M., Lestyk K. C., Folkow L. P., Hammill M. O. et al. Size and distribution of oxygen stores in harp and hooded seals from birth to maturity // Journal of Comparative Physiology B. 2007. Vol. 177, Iss. 6. P. 687–700. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00360-007-0167-2>.
10. Clark P., Boardman W. S., Duignan P. J. Cytology of haematological cells of otariid seals indigenous to Australasian waters // Australian Veterinary Journal. 2002. Vol. 80, Iss. 3. P. 161–164.
11. Koopman H. N., Westgate A. J., Read A. J., Gaskin D. E. Blood chemistry of wild harbor porpoises *Phocoena phocoena* (L.) // Marine Mammal Science. 1995. Vol. 11, Iss. 2. P. 123–135.
12. Needham D. J., Cargill C. F., Sheriff D. Haematology of the Australian Sea Lion, *Neophoca cinerea* // Journal of Wildlife Diseases. 1980. Vol. 16, N 1. P. 103–107.
13. Ronald K., Foster M. E., Johnson E. The harp seal, *Pagophilus groenlandicus* (Erleben, 1777). II. Physical blood properties // Canadian Journal of Zoology. 1969. N 3. P. 461–468. DOI: <https://doi.org/10.1139/z69-084>.
14. Shirai K., Sakai T. Haematological findings in captive dolphins and whales // Australian Veterinary Journal. 1997. Vol. 75, Iss. 7. P. 512–514. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.1997.tb14384.x>.
15. Yochem P. K., Stewart B. S., Mazet J. A. K., Boyce W. M. Hematologic and serum biochemical profile of the northern elephant seal (*Mirounga Angustirostris*): Variation with age, sex, and season // Journal of Wildlife Diseases. 2008. Vol. 44, Iss. 4. P. 911–921.

## References

1. Volodina, V. V., Grushko, M. P., Fedorova, N. N. 2015. Cellular composition of peripheral blood of the Caspian seal (*Phoca caspica*, Gmelin, 1788). *International bulletin of Veterinary Medicine*, 1, pp. 57–60. (In Russ.)
2. Kavtsevich, N. N., Erohina, I. A. 1996. Biochemical and cytological investigations of marine mammals in the Arctic. In Shparkovsky I. A. (ed.). Apatity, KNTs RAN. (In Russ.)
3. Kavtsevich, N. N. 2001. Cellular composition of blood of harp seals of various ages. *Doklady Akademii nauk ("The Reports of the Academy of Sciences")*, 380(2), pp. 280–282. (In Russ.)
4. Kuzin, A. E. 2008. Morphological aspects of intrauterine development of the northern fur seal. Vladivostok, TINRO-Center. (In Russ.)
5. Misyura, A. G., Bogdanova, L. N. 1997. The blood system of the Black Sea bottlenose dolphin. The Black Sea Bottlenose Dolphin *Tursiops truncatus ponticus*. Morphology. Physiology. Acoustics. Hydrodynamics. Moscow, Nauka, pp. 186–213. (In Russ.)
6. Nagornov, Yu. S., Pahomova, R. A., Zhilyaev, I. V., Voronova, E. A. 2015. Modelling of erythrocyte morphology and calculation of intracellular pressure according to atomic force microscopy. *Russian Journal of Biomechanics*, 19(4), pp. 398–408. (In Russ.)
7. Semikov, S. A. 2005. Erythrocyte in the eyes of an engineer. *Inzhener*, 11, pp. 25–27. (In Russ.)
8. Boily, F., Beaudoin, S., Measures, L. N. 2006. Hematology and serum chemistry of harp (*Phoca groenlandica*) and hooded seals (*Cystophora cristata*) during the breeding season, in the Gulf of St. Lawrence, Canada. *Journal of Wildlife Diseases*, 42(1), pp. 115–132.
9. Burns, J. M., Lestyk, K. C., Folkow, L. P., Hammill, M. O. (et al.) 2007. Size and distribution of oxygen stores in harp and hooded seals from birth to maturity. *Journal of Comparative Physiology B*, 177(6), pp. 687–700.
10. Clark, P., Boardman, W. S., Duignan, P. J. 2002. Cytology of haematological cells of otariid seals indigenous to Australasian waters. *Australian Veterinary Journal*, 80(3), pp. 161–164.
11. Koopman, H. N., Westgate, A. J., Read, A. J., Gaskin, D. E. 1995. Blood chemistry of wild harbor porpoises *Phocoena phocoena* (L.). *Marine Mammal Science*, 11(2), pp. 123–135.
12. Needham, D. J., Cargill, C. F., Sheriff, D. 1980. Haematology of the Australian sea lion, *Neophoca cinerea*. *Journal of Wildlife Diseases*, 16(1), pp. 103–107.

13. Ronald, K., Foster, M. E., Johnson, E. 1969. The harp seal, *Pagophilus groenlandicus* (Erleben, 1777). II. Physical blood properties. *Canadian Journal of Zoology*, 3, pp. 461–468.
14. Shirai, K., Sakai, T. 1997. Haematological findings in captive dolphins and whales. *Australian Veterinary Journal*, 75(7), pp. 512–514.
15. Yochem, P. K., Stewart, B. S., Mazet, J. A. K., Boyce, W. M. 2008. Hematologic and serum biochemical profile of the northern elephant seal (*Mirounga angustirostris*): Variation with age, sex, and season. *Journal of Wildlife Diseases*, 44(4), pp. 911–921.

#### Сведения об авторе

**Минзюк Татьяна Владимировна** – ул. Владимирская, 17, г. Мурманск, Россия, 183010; Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, канд. биол. наук, науч. сотрудник; e-mail: minzyuk@mail.ru, ORCID: Minzyuk Tatyana <https://orcid.org/0000-0003-4242-9473>

**Tatyana V. Minzyuk** – 17 Vladimirskaia Str., Murmansk, Russia, 183010; Murmansk Marine Biological Institute KSC RAS, Cand. Sc. (Biology), Researcher; e-mail: minzyuk@mail.ru, ORCID: Minzyuk Tatyana <https://orcid.org/0000-0003-4242-9473>