

## МОРФОЛОГИЯ ГЛУБОКОЙ ПЛЕЧЕВОЙ АРТЕРИИ ГРУДНОЙ КОНЕЧНОСТИ ДОМАШНЕГО СЕВЕРНОГО ОЛЕНЯ В ОНТОГЕНЕЗЕ

<sup>1</sup>М. С. Потапов, аспирант

<sup>1</sup>К. Р. Нифонтов, кандидат ветеринарных наук, доцент

<sup>1</sup>А.Н. Белогуров, доктор ветеринарных наук, профессор

<sup>2</sup>С. В. Федотов, доктор ветеринарных наук, профессор

<sup>1</sup>Якутская государственная сельскохозяйственная  
академия, Якутск, Россия

**Ключевые слова:** артерии, со-  
суды, морфология, грудная ко-  
нечность, домашний северный  
олень

<sup>2</sup>Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА  
им. К.И. Скрябина, Москва, Россия  
E-mail: kosnif@yandex.ru

*Реферат. У северного оленя недостаточно изучена морфология сосудистой системы. Практический интерес вызывает дистальный отдел грудной и тазовой конечностей, которым олень опирается на почву и часто его травмирует, что в летнее время приводит к возникновению и развитию некробактериозных поражений. В постнатальный период развития наиболее интенсивный рост длины и диаметра магистральных артерий отмечается в первый год жизни животного, особенно в первый месяц. В этот период новорожденный телёнок попадает в новые условия существования, усилению начинают функционировать органы движения. К возрасту 3–3,5 года рост магистральных артерий в длину практически заканчивается. В данной работе представлены особенности кровоснабжения грудных конечностей домашнего северного оленя, обусловленные выраженным развитием второго и пятого пальцев. Абсолютная скорость прироста длины артерий у новорожденных – 0,5, месячных – 0,6 см в сутки. В последующие годы жизни животных она неравномерно снижается до 0,03 см у трехлетних оленей. Относительный диаметр артерий к длине конечности в постнатальном периоде развития снижается от 4,4 % у новорожденных до 3,3 % у старых оленей. Неравномерность изменений абсолютных и относительных показателей развития артерий грудной конечности можно объяснить разными темпами развития сосудов, костей, суставов и мышц конечностей.*

## MORPHOLOGY OF BRACHIAL PROFUNDA ARTERY OF THE DOMESTIC REINDEER'S THORACIC LIMB IN ONTOGENESIS

<sup>1</sup> Potapov M.S., PhD-student

<sup>1</sup> Nifontov K.R., Candidate of Veterinary Sc., Associate Professor

<sup>1</sup> Belogurov A.N., Doctor of Veterinary Sc., Professor

<sup>2</sup> Fedotov S.V., Doctor of Veterinary Sc., Professor

<sup>1</sup> Yakut State Agricultural Academy, Yakutsk, Russia

<sup>2</sup> Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnologies – MVA named after K.I.  
Skriabin, Moscow, Russia

*Key words:* arteries, vessels, morphology, thoracic limb, domestic reindeer/

*Abstract. The authors argue the reindeer's vascular morphology is not sufficiently investigated. They focus on the distal part of the thoracic and pelvic limbs, which the reindeer steps on the ground and hurts it often, as it leads to necrobacterial lesions in summer. In the postnatal period of the reindeer*

*growth, the most intensive one in the length and diameter of the main arteries is observed in the first year, especially in the first month. During this period, the newborn deer gets into the new conditions of existence and the organs of movement become more and more functional. By the age of 3 - 3.5 years, the growth of the main arteries in length is almost over. The paper explores the features of blood supply of the thoracic limbs of a domestic reindeer, caused by the prominent growth of the second and fifth fingers. The absolute growth of arterial length in newborns and deers aged 0.5 months is 0.6 cm per day. In the following years of life, the length is reduced to 0.03 cm in the reindeers aged 3 y.o. The relative diameter of the arteries to the limb length in the postnatal period decreases from 4.4% in newborns to 3.3% in old deer. The irregularity of changes in the absolute and relative development of the thoracic limb arteries can be explained by different growth of blood vessels, bones, joints and limb muscles.*

Республика Саха (Якутия) – один из крупнейших в территориальном и экономическом отношении регионов России, занимающийся северным оленеводством. Сохранение и развитие северного оленеводства основывается на дифференцированном подходе, учете национальных и территориальных особенностей ведения и современного уровня развития отрасли, в том числе исследований организма оленей. Оленеводство как основная отрасль северного животноводства играет большую роль в укладе жизни, экономике и культуре народов Севера [1].

Морфофункциональные параметры сосудов оленя могут быть учтены при объективной оценке их адаптации к среде обитания [2]. У северного оленя недостаточно изучена морфология сосудистой системы. Однако анатомия сосудов с артериями и венами, находящимися в тесном контакте друг с другом по всей длине конечности, изучались довольно подробно как система эффективного противоточного теплообмена [3, 4]. Исследования магистральных сосудов тазовой конечности представлены в работах нескольких авторов [2, 5, 6]. Практический интерес вызывает дистальный отдел грудной и тазовой конечностей, которым олень опирается на почву и часто его травмирует, что в летнее время приводит к возникновению и развитию некробактериозных поражений.

Изучение сосудистой системы северного оленя в разные годы проводили А.И. Акаевский [7], В.А. Лисовиченко

[8], П.М. Мажуга [9], А.Х. Лайшев [6], К.С. Кириков, И.С. Решетников [5]. По мнению А.И. Акаевского, у северного оленя в области предплечья имеются следующие артерии: срединная, срединно-лучевая, поверхностная лучевая, коллатеральная ветвь и дорсальная межкостная. Поверхностная лучевая артерия является ветвью коллатеральной лучевой артерии. В.А. Лисовиченко в области предплечья северного оленя обнаруживает срединную, лучевую, межкостную ветвь и возвратную межкостную локтевую артерию. По его мнению, локтевая артерия является продолжением общей межкостной артерии [7, 8]. В области кисти артериальные сосуды располагаются на ее дорсальной и пальмарной поверхностях. Установлено, что чем больше лучей имеет кисть, тем большее количество артерий идет вдоль пясти; оно удваивается в области пальца [4, 9].

Более всестороннее и глубокое исследование сосудов конечностей северного оленя поможет выяснению закономерностей морфологических проявлений адаптации сосудов конечностей различной функциональной значимости к условиям обитания, в том числе и к экстремальным условиям Крайнего Севера.

Цель исследований – изучить анатомическую и морфометрическую характеристику глубокой плечевой артерии грудной конечности в разных возрастных группах северного оленя, обитающего в горно-таежных районах Якутии.

**ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ  
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Сбор материала проводился в оленеводческих хозяйствах и общинах Жиганского, Оймяконского улусов Республики Саха (Якутия) в 2016–2017 гг. Все оленеводческие хозяйства расположены в северной горнотаежной зоне Якутии. Экспериментальный материал получен от клинически здоровых животных во время массового убоя оленей. Брели левые и правые грудные конечности животных обоего пола. Возраст животных определяли по хозяйственным и зоотехническим документам, в некоторых случаях – по зубной системе [7, 10]. Всего исследовали по 2 грудных конечности от 21 особи в возрасте 1–3 дней, 1, 6, 12 мес; 3–3,5 года, 5–8 лет и старше 10 лет по 3 головы в каждой группе.

Полученный материал бирковали, упаковывали в картонные ящики и замораживали до дальнейшей обработки. Анатомическое исследование сосудов конечностей проводили методом тонкого препарирования. Кровеносные сосуды предварительно наполняли затвердевающими массами. В качестве

инъекционной массы использовали 5–6%-й раствор желатина с красителем [11]. Желатин заливали на несколько часов небольшим количеством теплой воды. В набухший желатин добавляли горячую воду из расчета, чтобы конечная концентрация желатина составила 5–6 г на 100 мл воды, и ставили в термостат при температуре 50–60 °С до полного растворения. Полученный раствор подкрашивали красной гуашью – 20–25 мл краски на 200 мл раствора и фильтровали через марлю.

Для лучшего наполнения мелких сосудов материал разогревали на водяной бане при 35–36 °С в течение 3–4 ч. Перед наливкой сосудов все суставы и мягкие ткани конечностей тщательно массировали и обескровливали промыванием водой. Для выяснения взаимоположения артерий проводили двойную цветную наливку сосудов. Артерии наполняли через подмышечную артерию 5–6%-м раствором желатина (рисунок). Критерием заполнения артериальной системы конечностей служило пружинящее сопротивление поршня шприца, который под давлением массы поднимается в цилиндре [5, 12, 13].



Наполнение артерий 5%-м раствором желатина  
Filling of arteries with 5 % gelatin solutio

При анатомическом исследовании сосудов конечностей оленя подсчитывали количество основных ветвей каждого исследуемого сосуда, обращали внимание на тип ветвления, взаимоотношение артерий, вен и нервов меж-

ду собой, а также с другими анатомическими структурами конечностей.

Длину сосудов измеряли ниткой, а затем отмеченный отрезок прикладывали к миллиметровой линейке. Диаметр сосудов измеряли под микроскопом МБС-2 при помощи окуляр-

микрометра с ценой деления 0,1 мм. Диаметр крупных сосудов определяли по формуле

$$D=C/\pi,$$

где  $D$  – диаметр сосуда, мм;

$C$  – длина окружности сосуда, мм;

$\pi$  – коэффициент.

Для характеристики возрастных изменений сосудов конечностей определяли абсолютную и относительную скорость роста длины и диаметра сосудов; коэффициент (кратность) роста длины и диаметра сосудов; темп роста длины и диаметра сосудов; относительную длину и диаметр сосудов к длине свободной конечности и к массе животных.

Абсолютную скорость роста длины и диаметра сосудов вычисляли по формуле И. И. Шмальгаузена:

$$A = (W - W^0) / t,$$

где  $A$  – абсолютная скорость роста сосуда;

$W^0$  – начальный размер сосуда;

$W$  – конечный размер сосуда;

$t$  – время (разница в возрасте между группами).

Относительный рост длины и диаметра сосудов вычисляли по формуле

$$K = (W - W^0) / W^0 \cdot 100 \%,$$

где  $K$  – коэффициент относительного роста сосуда;

$W^0$  – начальный размер сосуда;

$W$  – конечный размер сосуда. За начальный размер в каждой следующей возрастной группе брали размер предыдущей группы.

Коэффициент (кратность) роста сосудов определяли по формуле

$$K = L_2/L_1,$$

где  $L_1$  – начальный размер сосуда;

$L_2$  – конечный размер сосуда.

Полученный цифровой материал обрабатывали с помощью электронной таблицы Microsoft Office Excel с определением достоверности по Стьюденту. Анатомические термины приведены в соответствии с международной анатомической номенклатурой [3, 13, 14].

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Глубокая плечевая артерия отходит от плечевой артерии назад на уровне нижнего конца большой круглой мышцы тремя самостоятельными сосудами. Проксимальная глубокая плечевая артерия проходит назад и васкуляризирует латеральную головку трехглавой мышцы плеча. Средняя глубокая плечевая артерия отходит назад очень коротким общим стволиком с дистальной глубокой артерией. Она разветвляется в медиальную и длинную головку трехглавой мышцы плеча и в напрягатель фасции предплечья. Дистальная глубокая плечевая артерия идет вниз по латеральной поверхности плеча и по ходу отдает

Таблица 1

**Возрастные изменения средней длины и диаметра глубокой плечевой артерии северного оленя ( $P \geq 0,05$ )**  
**Age-related changes in the average length and diameter of brachial profunda artery of a reindeer ( $n=3$ ) ( $p \geq 0,05$ )**

Возраст	Прирост длины			Прирост диаметра		
	абсолютный, см	относительный, %	коэффициент	абсолютный, мм	относительный, %	коэффициент
1–3 дня	3,80±0,11	15,1	1,15	1,90±0,07	5,0	1,05
1 мес	4,40±0,26	15,7	1,15	2,10±0,07	10,5	1,10
6 мес	5,80±0,11	31,8	1,31	2,50±0,15	19,0	1,19
12 мес	6,80±0,16	17,2	1,17	2,80±0,10	12,0	1,12
3–3,5 года	7,60±0,13	11,7	1,11	3,00±0,16	7,1	1,07
5–8 лет	7,50±0,10	1,3	-	3,10±0,11	3,3	-
Старше 10 лет	7,50±0,12	0	-	2,90±0,15	0	-

веточки во внутреннюю плечевую мышцу и в латеральную и длинную головки трехглавой мышцы.

Длина и диаметр средней глубокой плечевой артерии в онтогенезе увеличивались неравномерно (табл. 1). Абсолютная длина в возрасте 6 мес по сравнению с новорожденными телятами увеличивалась в 2,0 раза, а диаметр – в 1,6 раза. В дальнейшем наибольший абсолютный и относительный прирост длины и диаметра артерий отмечается в первые годы жизни.

Наиболее высокая абсолютная скорость прироста длины глубокой плечевой артерии отмечена у новорожденных от 1 до 3 дней, телят от рождения до 1 мес (0,5 и 0,6 см), диаметра – у телят от рождения до 1 мес (0,2 мм). В последующие годы жизни животных увеличение длины и диаметра замедляется и к 5–8-летнему возрасту прекращается (табл. 2).

Наибольший относительный прирост длины и диаметра глубокой плечевой артерий отмечен у молодняка от рождения до 6-месяч-

Таблица 2

Возрастные изменения относительной длины и диаметра глубокой плечевой артерии северного оленя (P ≥ 0,05)

Age-related changes in the average length and diameter of brachial profunda artery of a reindeer (n=3) (p ≥ 0,05)

Возраст	Абсолютная скорость роста		Относительная длина,%		Относительный диаметр,%	
	длина, см	диаметр, мм	к длине свободной конечности	к массе животного	к длине свободной конечности	к массе животного
1–3 дня	0,50	0,10	8,8	63,3	4,4	31,6
1 мес	0,60	0,20	7,3	27,5	3,5	13,1
6 мес	0,28	0,08	8,0	10,3	3,4	4,4
12 мес	0,16	0,05	8,6	9,7	3,5	4,0
3–3,5 года	0,03	0,01	8,9	7,4	3,5	2,9
5–8 лет	0	0	8,8	7,1	3,6	2,9
Старше 10 лет	0	0	8,7	6,3	3,3	2,4

ного возраста (31,8 и 19,0% соответственно). В последующие годы он снижается до 1,3 и 3,3% соответственно у 5–8-летних животных, после чего прекращается (см. табл. 1, 2).

Коэффициент роста длины и диаметра глубокой плечевой артерии максимально высокий у 6-месячного молодняка (1,31). В остальных возрастных группах он колеблется от 1,11 до 1,17. У оленей 5–8 лет коэффициент составил 1,3 и 3,3 соответственно, в возрасте старше 10 лет абсолютный рост длины и диаметра равен нулю, соответственно и коэффициент роста будет 0.

Темп роста длины и диаметра глубокой плечевой артерии по отношению к 5-летнему возрасту у новорожденных телят составляет 50,4 и 61,3%, у месячных – 57,9 и 67,7, у 6-месячного молодняка – 76,3 и 80,6, у 12-месяч-

ных оленей – 89,5 и 90,3, у 3-летних – 100,0 и 96,8%.

Относительные длина и диаметр глубокой плечевой артерии к длине свободной грудной конечности у 5–8-летних оленей составляют 8,8 и 3,6% соответственно.

Относительная длина артерий к длине конечности – от 8,8% у новорожденных до 8,8–8,9% у 3–5-летних оленей.

Относительный диаметр артерий к длине конечности в постнатальном периоде развития снижается от 4,4% у новорожденных до 3,3% у старых оленей.

## ВЫВОДЫ

1. Неравномерность изменений абсолютных и относительных показателей артерий

грудной конечности можно объяснить разными темпами развития сосудов, костей, суставов и мышц конечностей. Между абсолютным приростом длины, диаметра и возрастом животного имеется прямая корреляция, в то время как относительные длина, диаметр сосудов находятся в обратной корреляции.

2. В постнатальный период развития наиболее интенсивный рост длины и диаметра магистральных артерий отмечается в первый год жизни животного, особенно в первый ме-

сяц. В этот период новорожденный телёнок попадает в новые условия существования, усиленно начинают функционировать органы движения. К возрасту 3–3,5 года рост магистральных артерий в длину практически заканчивается, что является свидетельством прекращения роста костей. В то же время рост боковых ветвей сосудов (в длину, ширину) продолжается, что связано с изменениями объёма конечностей.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Современное состояние и социальное значение северного оленеводства Республики Саха (Якутия)* / П. А. Тарабукин, И. И. Слепцов, В. А. Мачахтырова, Г. Н. Мачахтыров // Аграрная наука в инновационном развитии АПК: материалы Междунар. молодеж. аграр. форума. – Белгород, 2018. – С. 98–103.
2. *Кириков К. С.* Морфофункциональная характеристика артерий грудной конечности северного оленя // Вестн. Рос. акад. с.-х. наук. – 2013. – № 4. – С. 62–63.
3. *Olsson E. A. M.* Peripheral heterothermia in reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) // MS thesis. – Universitetet i Tromsø, 2011. – 96 p.
4. *The relative plasma availabilities of ivermectin in reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) following subcutaneous and two different oral formulation applications* / A. Oksanen [et al.] // Acta veterinaria scandinavica. – 2014. – Vol. 56, N 1. – P. 76.
5. *Кириков К. С., Решетников И. С.* Функциональная морфология кровеносных сосудов конечностей северного оленя: – Якутск: Якутия, 2012. – 112 с.
6. *Лайшев А. Х.* Артерии кисти и стопы северного оленя // Проблемы животноводства и пушного звероводства на Крайнем Севере. – Новосибирск, 1977. – С. 29–34.
7. *Акаевский А. И.* Анатомия северного оленя. – М.: Рипол классик, 2013. – 334 с.
8. *Лисовиченко В. А.* Артерии кисти северного оленя // Актуальные проблемы ветеринарной медицины. – СПб.: СПбГАВМ, 1999. – С. 70–72.
9. *Мажуга П. М.* Морфофункциональные особенности кровеносной системы суставов конечностей млекопитающих // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. – 1960. – Вып. 6. – С. 70–79.
10. *Клевезаль Г. А., Клейненберг С. Е.* Определение возраста млекопитающих по слоистым структурам зубов и кости /АН СССР. Ин-т морфологии животных им. А. М. Северцова. – М.: Наука, 1967. – 144 с.
11. *Иосифов Г. М.* Способы инъекций лимфатических сосудов. – СПб.: Типография Я. Трей, 1904. – 8 с.
12. *Нифонтов К. Р.* Структурно-функциональные изменения коленного сустава у крыс при экспериментальном артрите // Междунар. вестн. ветеринарии. – 2013. – № 1. – С. 23–26.
13. *Koch T.* Lehrbuch der Veterinar-anatomie. – Jena, 1970. – Bd. 2. – P. 381.
14. *Зеленевский Н. В.* Международная ветеринарная анатомическая номенклатура. – СПб.: Лань, 2013. – 400 с.

REFERENCES

1. Tarabukin P.A., Sleptsov I.I., Machakhtyrova V.A., Machakhtyrov G.N. *Mezhdunarodnyi molodezhnyi agrarnyi forum Agrarnaya nauka v innovatsionnom razvitii APK*, 2018, pp. 98–103.
2. Kirikov K.S. *Vestnik Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk*, 2013, No 4, pp. 62–63. (In Russ.)
3. Olsson E.A.M. *Peripheral heterothermia in reindeer (Rangifer tarandus tarandus)*, MS thesis, Universitetet i Tromsø, 2011, 96 pp.
4. Oksanen A., Åsbakk K., Raekallio M., Nieminen M. The relative plasma availabilities of ivermectin in reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) following subcutaneous and two different oral formulation applications, *Acta veterinaria scandinavica*, 2014, 56 (1), pp.76.
5. Kirikov K.S., Reshetnikov I.S. *Funktsional'naya morfologiya krovenosnykh sosudov konechnostei severnogo olenya*, Yakutsk: Mediakholding Yakutiya, 2012, pp. 112.
6. Laishev A. Kh. *Problemy zhivotnovodstva i pushnogo zverovodstva na Krainem Severe*, Novosibirsk, 1977, pp. 29–34. (In Russ.)
7. Akaevskii A.I. *Anatomiya severnogo olenya*, Moscow, Izdatel'stvo Ripol klassik, 2013, pp.334.
8. Lisovichenko V.A. *Aktual'nye problemy veterinarnoi meditsiny*. SPb, SPbGAVM, 1999, pp.70–72. (In Russ.)
9. Mazhuga P.M. *Arkhiv anatomii, gistologii i embriologii*, 1960. Issue 6, pp. 70–79. (In Russ.)
10. Klevezal' G.A., Kleinenberg S.E. *Opreделение vozrasta mlekopitayushchikh po sloistym strukturam zubov i kosti*, AN SSSR, In-t morfologii zhivotnykh im. A.M. Severtsova, Moscow, Nauka, 1967, 144 p.
11. Iosifov G.M. *Sposoby in'ektsii limfaticeskikh sosudov*, SPb, Tipografiya Ya. Trei, 1904, 8p.
12. Nifontov K.R. *Mezhdunarodnyi vestnik veterinarii*, SPb, 2013, No 1, pp. 23–26. (In Russ.)
13. Koch T. *Lehrbuch der Veterinar-anatomie*, Jena, 1970, Bd. 2, 381 p.
14. Zelenevskii N.V. *Mezhdunarodnaya veterinarnaya anatomicheskaya nomenklatura*, Sankt-Peterburg, Lan', 2013, 400 p.