

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КРОВΟΣНАБЖЕНИЯ ОРГАНА ЗРЕНИЯ У МАРАЛОВ

MORPHOLOGICAL FEATURES OF BLOOD SUPPLY TO THE VISUAL ORGAN IN MARALS

Ключевые слова: марал, морфология органа зрения, артерии, вены, чудесная сеть глазницы, анастомозы, вспомогательные органы глаза, коррозионные препараты сосудов, венозные коллекторы, гемодинамика, экстра- и интраорганные сосуды.

Мараловодство является динамично развивающейся отраслью Алтайского края и Республики Алтай. Знание морфологии организма маралов имеет важное значение при проведении ряда зоотехнических и ветеринарных мероприятий в мараловодстве. Орган зрения и его кровоснабжение выполняют одну из важнейших ролей во взаимоотношении маралов с окружающей средой. С помощью общепринятых и оригинальных морфологических методик изучены источники кровоснабжения и венозные пути оттока органа зрения у маралов. Установлено, что основными источниками васкуляризации глаза являются ветви наружной сонной, поверхностной височной и верхнечелюстной артерий. При подходе к глазу и вспомогательным органам артериальные ветви образуют сложные сетевидные и дугообразные анастомозы. Наблюдается большой полиморфизм ветвления артерий. В работе впервые описаны пути венозного оттока крови от органа зрения у марала. Терминальные вены органа имеют сложную архитектуру ветвления и взаимодействия, обеспечивающие пластичность гемодинамики. Дорсальная глазничная и роговые вены между собой образуют анастомоз, что увеличивает емкость венозного оттока от рогов. Венозная кровь отводится в основные сосудистые коллекторы: базилярные синусы, внутреннюю челюстную и яремную поверхностную вены. Среди глубоких вен чаще встречается триконфлюэнтные вены. Большинство вен по своему ходу повторяют топографическое положение артерий. У старых животных наблюдаются возрастные изменения в сосудах: извилистость хода и локальное расширение вен, запустевание микрососудов. Полученные данные дополняют сведения по ангиологии органа зрения у животных в сравнительно-видовом аспекте и могут быть использованы при разработке методов лечения органа зрения у маралов.

Keywords: maral (*Cervus elaphus sibiricus*), visual organ morphology, arteries, veins, *rete mirabile*, anastomoses, auxiliary organs of the eye, corrosive preparations of vessels, venous collectors, hemodynamics, extra- and intraorganic vessels.

Maral breeding is a dynamically developing industry of the Altai Region and the Republic of Altai. The knowledge of the morphology of the organism of the maral is important when carrying out a number of herd management and veterinary measures in maral breeding. The visual organ and its blood supply play one of the most important roles in the relationship of marals with the environment. By using the generally accepted and original morphological methods, the sources of blood supply and venous outflow tracts of the visual organ in marals were studied. It has been determined that the main sources of eye vascularization are the branches of the external carotid, superficial temporal and maxillary arteries. When approaching the eye and accessory organs, the arterial branches form complex reticular and arcuate anastomoses. There is a large polymorphism of arterial branching. This paper describes for the first time the ways of venous outflow of blood from the visual organ in the maral. The terminal veins of the organ have a complex architectonics of branching and interactions that ensure the plasticity of hemodynamics. The dorsal orbital and horn veins form an anastomosis between themselves which increases the capacity of the venous outflow from the horns. Venous blood is drained into the main vascular collectors: the basilar sinuses, the internal maxillary and jugular superficial veins. Of the deep veins, trifurcated veins are more common. Most of the veins in their course repeat the topographic position of the arteries. In old animals, age-related changes in the vessels are observed: tortuosity of the course and local expansion of the veins, desolation of microcirculatory vessels. The data obtained supplement the angiology data on animal visual organs in a comparative and species related aspect and may be used in the development of methods for treating the visual organ in marals.

Бассауэр Галина Михайловна, к.в.н., доцент, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, e-mail: 79039951490@yandex.ru.

Чебаков Сергей Николаевич, к.б.н., доцент, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: chebakov-s@mail.ru.

Бондырева Людмила Алексеевна, к.б.н., доцент, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: bondyrieval@mail.ru.

Bassauer Galina Mikhaylovna, Cand. Vet. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: 79039951490@yandex.ru.

Chebakov Sergey Nikolayevich, Cand. Bio. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: chebakov-s@mail.ru.

Bondyрева Lyudmila Alekseevna, Cand. Bio. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: bondyrieval@mail.ru.

Введение

В настоящее время мараловодство является одной из динамично развивающихся отраслей животноводства Алтайского края и Республики Алтай. Знание морфологии органов и систем организма маралов имеет важное значение при проведении зоотехнических мероприятий по получению соответствующей продукции от маралов, при разработке методов профилактики и лечения заболеваний у этих животных. Среди ряда органов чувств орган зрения и его кровоснабжение выполняют одну из кардинальных ролей во взаимоотношении маралов с окружающей средой. Анализ литературных источников указывает на наличие в основном описания строения и кровоснабжения органа зрения у северного оленя [1], домашних животных [2-6]. Имеются отдельные ранние работы по данному вопросу у маралов [7, 8]. Совсем не изучалась венозная система органа зрения у марала. В связи с чем проведенные нами исследования являются вполне актуальными, они уточняют, расширяют и дополняют сведения в области морфологии и ангиологии органа зрения у животных в сравнительно-видовом аспекте.

Цель – изучить экстра- и интраорганные кровеносные сосуды органа зрения у марала.

Задачи:

- 1) изучить архитектонику артериальной системы глаза марала;
- 2) изучить пути оттока венозной крови от глаза.

Объекты и методы

Объектом исследования являлись сосудистые комплексы голов маралов, взятых в оленеводческих предприятиях Алтая во время планового убоя животных. Всего исследовано 8 голов от взрослых маралов в возрасте 4-12 лет. При изготовлении коррозионных препаратов [9] кровеносные сосуды заполняли полиуретановой монтажной пеной «Макрофлекс» через сонные артерии и яремные вены, препарировали, частично вытравливали ткани в 30%-ном растворе щелочи NaOH. Проводили визуальное описание хода сосудов с использованием иллюстрированной справочной анатомической литературы [1, 5, 6, 10], морфометрию сосудов [11] и статистическую обработку данных [12].

Результаты исследований и их обсуждение

Артериальные источники кровоснабжения. Артерии, питающие глазное яблоко и вспо-

могательные органы глаза марала, являются ветвями магистрального сосуда наружной сонной артерии – *a. carotis externa*. Возле челюстного сустава от магистрального сосуда отходит крупный кровеносный сосуд – поверхностная височная артерия – *a. temporalis superficialis*, диаметр которого у взрослых животных составляет $5,42 \pm 0,02$ мм. В зоне шва, соединяющего скуловые отростки лобной и височной кости от артерии поверхностной височной (рис. 1.16), отходит ветвь, которая в свою очередь делится на артерию нижнего века глубокую – *a. palpebra inferioris profunda* ($0,67 \pm 0,01$ мм) (рис. 1.19) и артерию верхнего века глубокую – *a. palpebra superioris profunda* ($0,6 \pm 0,03$ мм). Эти ветви питают веки, слезную железу и слизистую оболочку глаза. Кроме того, в области наружной стенки глазницы от артерии поверхностной височной к верхнему и нижнему веку отходят дополнительные источники питания: артерия нижнего века латеральная ($1,28 \pm 0,02$ мм) и артерия верхнего века латеральная ($1,37 \pm 0,04$ мм) (рис. 1.17, 18). Далее артерия поверхностная височная огибает орбиту глаза по дорсальному краю и в области предглазничной ямки анастомозирует со слезной артерией – *a. lacrimalis* ($2,35 \pm 0,02$ мм) (рис. 1.2).

После того как отойдет артерия поверхностная височная, наружная сонная артерия получает название верхнечелюстной – *a. maxillaris* (рис. 1.15). У взрослых маралов имеет диаметр $7,5 \pm 0,01$ мм и снабжает кровью различные части глаза, а также зубы верхней и нижней челюстей. В районе крыловидного отростка клиновидной кости от верхнечелюстной артерии по очереди отходят два крупных ствола, вначале назальная артерия для чудесной мозговой сети (рис. 1.20), а затем артерия наружная глазничная – *a. orbitalis externa* (рис. 1.1). Этот сосуд входит в область глазницы, совершает S-образный изгиб и направляется в черепную полость через решетчатое отверстие. У новорожденных маралов *a. orbitalis externa* имеет диаметр $1,85 \pm 0,03$ мм, а к моменту половой зрелости увеличивается в 1,83 раза, достигая в диаметре $3,4 \pm 0,02$ мм.

В районе границы глазничного крыла клиновидной кости с лобной костью артерия наружная глазничная отдает несколько мелких сосудов васкуляризирующих мышцы глаза (рис. 1.3, 4, 5, 6). У маралов эти артерии имеют рассыпной тип ветвления, их диаметр составля-

ет от 0,28 до 0,6 мм. Мышечные ветви, у мест крепления глазных мышц к склере, продолжают как передние ресничные артерии и питают передний отдел фиброзной оболочки глазного яблока. Далее от артерии наружной глазничной к слезной железе верхнего века дугообразно тянется глубокая слезная артерия (рис. 1.2).

У маралов на S-образном изгибе наружной глазничной артерии расположен значительный артериальный анастомоз – чудесная сеть глазницы (рис. 1.7), из которого формируется ветвь глазного яблока (1,42±0,01 мм) (рис. 1.8), причем диаметр этой артерии с возрастом практически не изменяется (увеличение в 1,1 раза). В последней трети от ветви отходит артерия глазничная внутренняя (рис. 2.1), прободая решетчатую пластинку склеральной оболочки, входит в глазное яблоко как центральная артерия сетчатки (0,56±0,02 мм) (рис. 2.2), диаметр центральной артерии сетчатки у маралов с возрас-

том увеличивается в 1,8 раз [7]. Далее происходит бифуркация ветви глазного яблока на два ствола – роstralный (0,45±0,02мм) (рис. 2.3) и височный (0,5±0,04 мм) (рис. 2.4), идущие по бокам зрительного нерва, диаметр этих сосудов у взрослых маралов увеличивается в 2 раза, по сравнению с новорожденными. Затем роstralный и височные стволы переходят на глазное яблоко, формируя широкие петли, из которых начинаются короткие и длинные ресничные артерии. Короткие ресничные артерии (0,5±0,04 мм) в количестве 6-18 шт. (рис. 2.5) образуют в области задней стенки глазного яблока густую сеть васкуляризации. Две длинные ресничные артерии (0,27±0,04 мм) (рис. 2.6) направляются с латеральной и медиальной сторон глазного яблока к ресничному телу, где разветвляются, кровоснабжая передний отдел глазного яблока. Диаметр этих стволов с возрастом увеличивается в 1,6 раза [8].

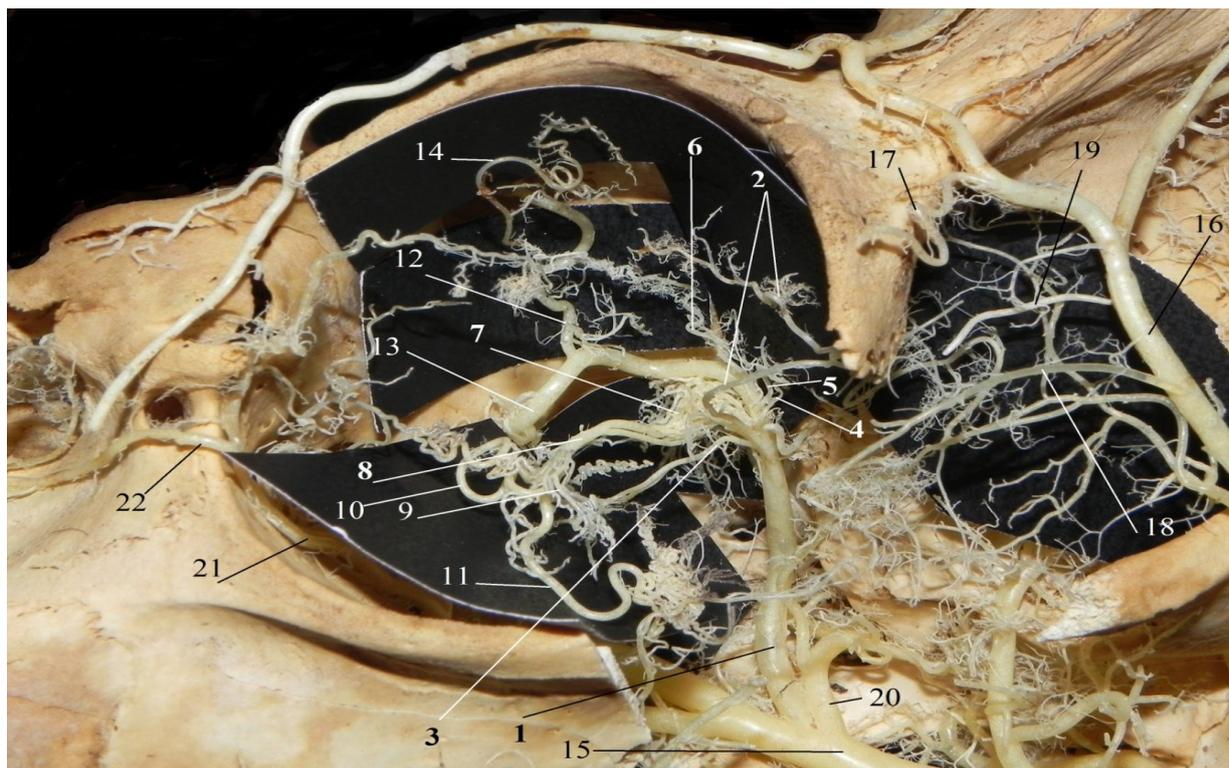


Рис. 1. Артерии глазницы. Марал, 3 года. Коррозионный препарат. Инъекция полиуретановой пеной:
 1 – а. глазничная наружная; 2 – а. слезная; 3 – мышечная ветвь для прямого вентрального мускула;
 4 – мышечная ветвь для прямого латерального мускула; 5 – ветвь для мышцы оттягивателя;
 6 – ветви мышц прямой дорсальной и поднимателя верхнего века; 7 – чудесная сеть глазницы;
 8 – ветвь для глазного яблока; 9 – а. глазничная внутренняя; 10 – ресничный ствол назальный;
 11 – ресничный ствол височный; 12 – а. надглазничная; 13 – а. решетчатая; 14 – а. блоковая;
 15 – а. верхнечелюстная; 16 – а. поверхностная височная; 17 – а. верхнего века латеральная;
 18 – а. нижнего века латеральная; 19 – а. верхнего века глубокая;
 20 – назальная ветвь для чудесной мозговой сети; 21 – а. нижнего века; 22 – а. угла глаза

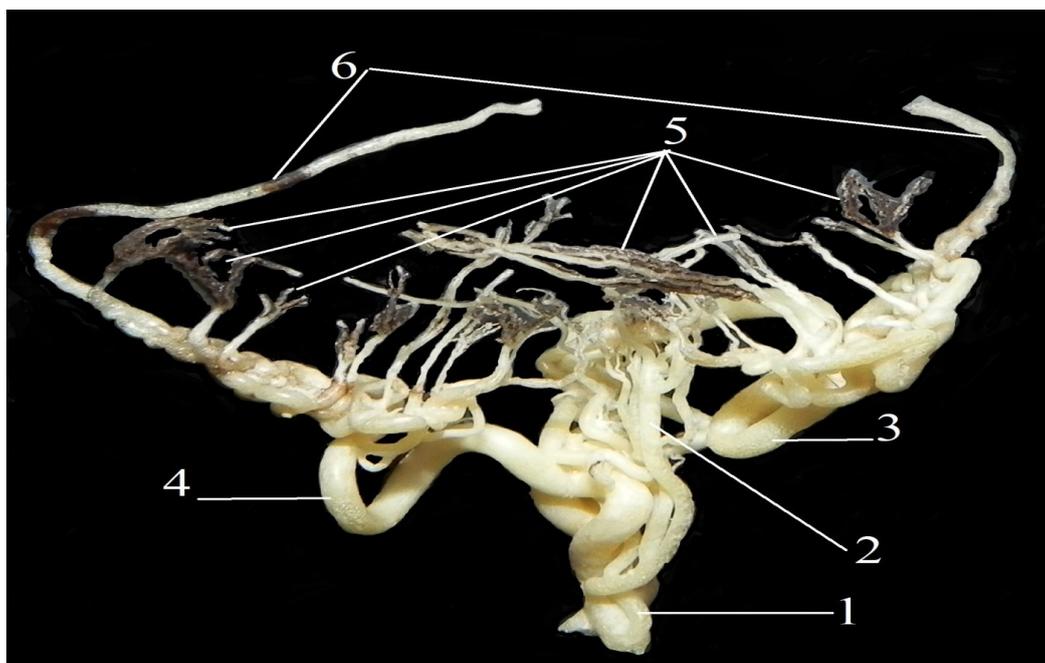


Рис. 2. Артерии глазного яблока. Марал, 3 года. Коррозионный препарат. Инъекция полиуретановой пеной:

- 1 – а. глазничная внутренняя; 2 – центральная артерия сетчатки;
3 – ресничный ствол ростральный; 4 – ресничный ствол височный;
5 – а. ресничные задние короткие; 6 – а. ресничные задние длинные**

Следующим ответвлением артерии глазничной наружной является надглазничная артерия, проходит через надглазничные отверстия лобной кости и питает кожу лобной части головы. По пути следования надглазничная артерия ($1,21 \pm 0,05$ мм) отдает ряд артерий, которые васкуляризируют мышцы глаза. Перед выходом из глазницы от надглазничной артерии отделяется блоковая артерия ($0,52 \pm 0,03$ мм) (рис. 1.14), тянется по кривой дорсальной мышце до хрящевого блока периорбиты, затем совместно с мышцей огибает блок под углом почти 90° и рассыпается на мелкие сосуды, питающие слизистую оболочку верхнего века.

После отхождения надглазничной артерии магистральный сосуд глазницы *a. orbitalis externa* производит дугообразный изгиб и через решетчатое отверстие под названием решетчатая артерия входит в полость черепа. До выхода в черепную полость от решетчатой артерии отходит ряд мелких мышечных сосудов и относительно крупный сосуд – медиальная артерия железы третьего века ($0,84 \pm 0,04$ мм), образующие вместе с латеральной артерией железы третьего века густую сеть капилляров, обильно кровоснабжающих железу.

Перед делением на свои терминальные ветви от верхнечелюстной артерии ответвляется артерия нижнего века ($0,97 \pm 0,04$ мм), увеличе-

ние диаметра этого сосуда у взрослых маралов происходит в 2,4 раза. В месте подъема к внутреннему углу глаза отходит латеральная артерия железы третьего века ($0,33 \pm 0,02$ мм), которая совместно с одноименной медиальной артерией образует густой анастомоз, питающий гардерову железу (ее вес $21,9 \pm 1,76$ г). Достигнув медиального угла глаза, артерия нижнего века выходит из орбиты, как артерия угла глаза ($1,27 \pm 0,02$ мм) (рис. 1.22), и в подглазничной ямке снабжает кровью мягкие ткани лицевой части черепа.

Таким образом, основными источниками васкуляризации глаза являются ветви наружной сонной, поверхностной височной и верхнечелюстной артерий [5, 6]. Они образуют сложные взаимосвязи, полностью обеспечивающие морфофункциональные потребности органа.

Пути оттока венозной крови от глаза. У маралов от мелкопетлистого венозного сплетения – *ophthalmicus plexus* – кровь отводится по ресничным – *v. ciliares* и водоворотным венам в наружную решетчатую и дорсальную наружную глазную вены. Из вспомогательных органов глаза отток крови осуществляется по вене надглазничной – *v. supraorbitalis* с диаметром $3,68 \pm 0,09$ мм, венам верхнего и нижнего века, дорсальными и вентральными мышечным ветвям, конъюнктивальным корням и слезной

вене – v. lacrimalis ($4,89 \pm 0,05$ мм). Чудесная венозная сеть орбиты образуется глазничной ($6,82 \pm 0,09$ мм), надглазничной и решетчатой – v. ethmoidalis ($4,50 \pm 0,02$ мм) венами (рис. 3.5, 6, 10). Из сети выходит сосуд, соединяющийся через кругло-глазничное отверстие с базилярными венозными синусами [1, 4]. В свою

очередь дорсальная наружная глазничная вена сначала образует анастомоз с роговой веной – v. cornualis ($4,25 \pm 0,09$ мм) и поперечной веной лица, а затем впадает в височную поверхностную вену – v. temporalis superficialis ($9,42 \pm 0,09$ мм) (рис. 3.8, 9).

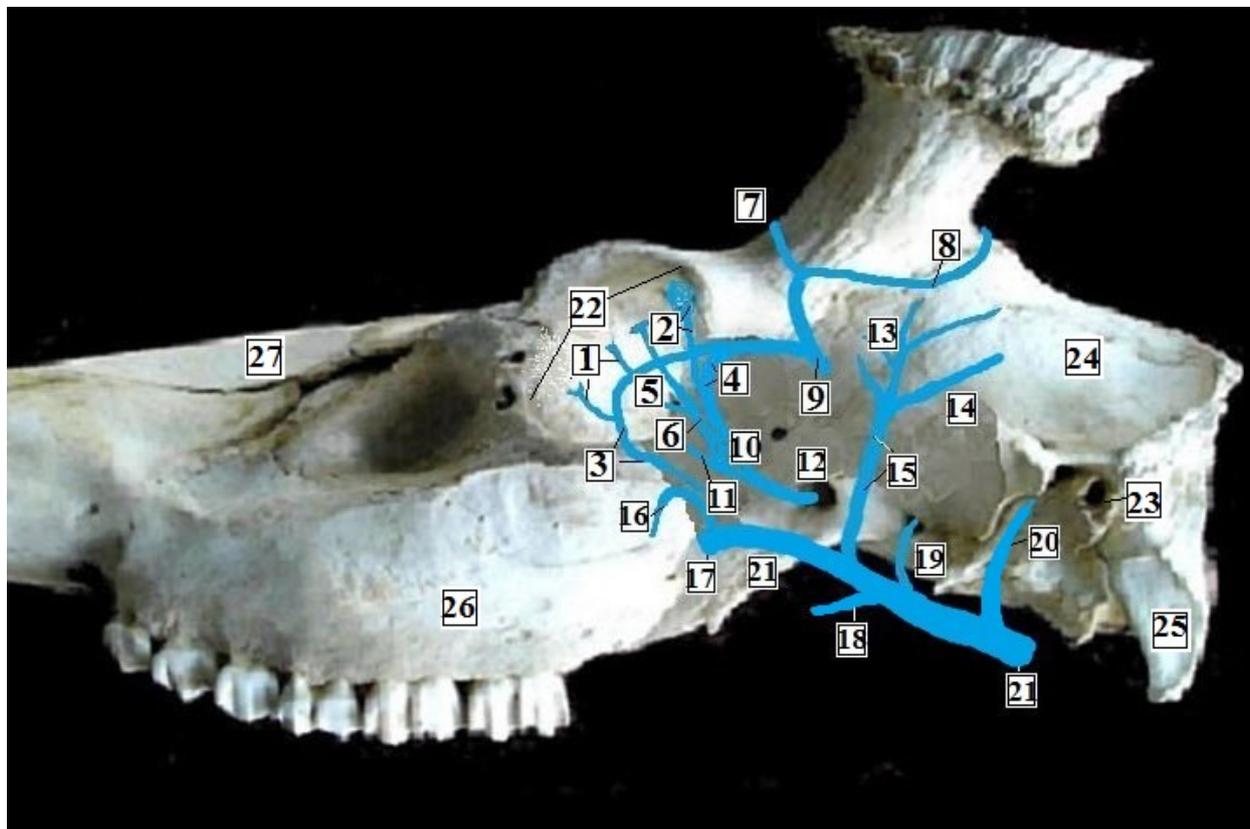


Рис. 3. Схема венозных путей оттока от органа зрения и других отделов головы у марала:
 1 – мышечные венозные ветви; 2 – слезная вена (в); 3 – латеральная ветвь слезной вены;
 4 – аборальная вентральная мозговая в.; 5 – решетчатая в.; 6 – глазничная в.;
 7 – анастомоз между венами рога; 8 – латеральная вена рога; 9 – поверхностная височная в.;
 10 – чудесная венозная сеть глазницы; 11 – ресничная в.;
 12 – анастомоз с базилярной системой синусов; 13 – ветви глубокой височной вены;
 14 – аборальная дорсальная мозговая в.; 15 – ствол глубокой височной вены; 16 – клино-небная в.;
 17 – глубокая лицевая в.; 18 – нижняя зубная в.; 19 – оральная вентральная мозговая в.;
 20 – поверхностная височная в.; 21 – внутренняя челюстная в.; 22 – орбита глаза;
 23 – наружный слуховой проход; 24 – теменная кость; 25 – яремный отросток;
 26 – верхнечелюстная кость; 27 – носовая кость

В целом, кровь собирается из вышеперечисленных сосудов венозного глазного сплетения и височной поверхностной вены в основные венозные коллекторы головы и шеи: внутреннюю челюстную – v. maxillary internum ($13,2 \pm 0,03$ мм) и яремную поверхностную – v. jugularis superficialis ($18,43 \pm 0,09$ мм) вены (рис. 3.21). По своему ходу большинство вен повторяют топографию артерий. Среди глубоких вен чаще всего встречается форма слияния корней, близкая к

триконфлюэнтной или многокорневой [13]. У животных старших возрастов наблюдается повышение извилистости хода сосудов и наличие в них участков локального расширения [13], что возможно связано с проявлением дегенеративных процессов в сосудистой системе в связи с возрастом [14].

Исходя из вышеизложенного можно сделать следующее обобщение: схема терминальных венозных корней глаза и его вспомогательных

образований у маралов имеет сложную архитектуру ветвления, обеспечивающую пластичность гемодинамики. Основными коллекторами, собирающими венозную кровь от органа зрения и других отделов головы, являются внутренняя челюстная и поверхностная яремная вены, базилярные синусы, что во многом совпадает с таковой схемой у других жвачных животных [4, 6].

Заключение

Артериальное кровоснабжение глазного яблока и его вспомогательных органов марала имеет ряд видовых особенностей. Магистральным сосудом области глазницы у маралов является наружная глазничная артерия, диаметр которой с возрастом увеличивается почти в 2 раза. В области S-образного изгиба находится крупный анастомоз – чудесная сеть глазницы, из которого формируется ветвь глазного яблока. Собственно сосудистая оболочка глаза, ресничное тело и радужка у маралов снабжаются кровью из разной длины задних ресничных артерий, между которыми существует густая сеть анастомозов. К ресничному телу и радужке подходят передние ресничные артерии, являющиеся дополнительными источниками кровоснабжения. По своему ходу большинство вен повторяют топографическое положение артерий. Основными венами, принимающими кровь от глаза, являются базилярные синусы, внутренняя челюстная и поверхностная яремная вены. Изучение особенностей кровоснабжения органа зрения у марала имеет важное значение для клинической, сравнительной и функциональной морфологии, а также выяснения патогенеза различных заболеваний области глазницы, связанных с нарушением кровообращения.

Библиографический список

1. Акаевский, А. И. Анатомия северного оленя / А. И. Акаевский; Н.-и. ин-т поляр. земледелия, животноводства и промысл. хоз-ва. – Ленинград: Изд-во Главсевморпути, 1939. – 328 с. – Текст: непосредственный.

2. Анатомия животных: учебное пособие: в 2 томах. Т. 2 / Ю. Ф. Юдичев, В. В. Дегтярев, А. Г. Гончаров; под редакцией проф. В. В. Дегтярева. – Оренбург: Изд-кий центр ОГАУ, 2013. – 406 с. – ISBN 978-5-88838-796-2. – Текст: непосредственный.

3. Зеленевский, Н. В. Возрастная морфология магистральных кровеносных сосудов и элементов гемомикроциркуляторного русла органов головы некоторых домашних и диких млекопитающих: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора ветеринарных наук: 16.00.02 / Зеленевский Николай Вячеславович; Ветеринарный ин-т. – Санкт-Петербург, 1992. – 34 с. – Текст: непосредственный.

4. Мануйлов, Э. А. Васкуляризация головного мозга и его оболочек у маралов и помесей черно-пестрого крупного рогатого скота в возрастном аспекте: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата ветеринарных наук: 16.00.02 / Мануйлов Эдуард Александрович; Алт. гос. аграр. ун-т. – Барнаул, 2001. – 20 с. – Текст: непосредственный.

5. Климов, А. Ф. Анатомия домашних животных: учебник / А. Ф. Климов, А. И. Акаевский. – 8-е изд. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 1040 с. – ISBN 978-5-8114-0493-3. – URL: <https://e.lanbook.com/book/167818>. – Режим доступа: Электронно-библиотечная система Лань. – Текст: электронный.

6. Зеленевский, Н. В. Анатомия животных: учебное пособие для вузов / Н. В. Зеленевский, К. Н. Зеленевский. – 2-е изд., испр. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 848 с. – ISBN 978-5-8114-8095-1. – URL: <https://e.lanbook.com/book/188155>. – Режим доступа: Электронно-библиотечная система Лань. – Текст: электронный.

7. Малофеев, Ю. М. Артериальное кровоснабжение органа зрения у маралов / Ю. М. Малофеев, Г. М. Бассауэр. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – № 7. – С. 56-61.

8. Бассауэр, Г. М. Морфология органа зрения у маралов в возрастном аспекте: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата ветеринарных наук: 06.02.01 / Бассауэр Галина Михайловна; АГАУ. – Барнаул, 2013. – 22 с. – Текст: непосредственный.

9. Малофеев, Ю. М. Способ использования монтажной пены «Макрофлекс» при исследовании кровеносного русла у животных / Ю. М. Малофеев, С. Н. Чебаков, О. С. Мишина. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2008. – № 11. – С. 37-39.

10. Атлас по анатомии марала: учебное пособие для вузов / Ю. М. Малофеев, Н. И. Рядинская, С. Н. Чебаков [и др.]. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 148 с. – ISBN 978-5-8114-6797-6. – URL: <https://e.lanbook.com/book/152454>. – Режим доступа: Электронно-библиотечная система Лань. – Текст: электронный.

11. Автандилов Г. Г. Медицинская морфометрия: руководство / Г. Г. Автандилов. – Москва: Медицина, 1990. – 384 с. – Текст: непосредственный.

12. Лакин, Г. Ф. Биометрия: учебное пособие для биологических специальностей вузов / Г. Ф. Лакин. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Высшая школа, 1990. – 351 с. – ISBN 5-06-000471-6. – Текст: непосредственный.

13. Касаткин, С. Н. Новые данные по анатомии кровеносных сосудов пищеварительного тракта человека и животных / С. Н. Касаткин. – Текст: непосредственный // Строение, кровоснабжение и иннервация внутренних органов: сборник научных трудов. – Сталинград, 1960. – С. 5-58.

14. Ванков, В. Н. Строение вен / В. Н. Ванков. – Москва: Медицина, 1974. – 207 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Akaevskii, A.I. Anatomiiia severnogo olenia / A.I. Akaevskii, N.-i. in-t poliar. zemledeliiia, zhivotnovodstva i promysl. khoz-va. – Leningrad: Izd-vo Glavsevmorputi, 1939. – 328 s.

2. Anatomiiia zhivotnykh: uchebnoe posobie. V 2-kh t. T. 2 / Iu.F. Iudichev, V.V. Degtiarev, A.G. Goncharov; pod redaktsiei prof. V.V. Degtiareva. – Orenburg: Izdatelskii tsentr OGAU, 2013. – 406 s.

3. Zelenevskii, H.B. Vozrastnaia morfologiiia magistralnykh krovenosnykh sosudov i elementov gemomikrotsirkulatornogo rusla organov golovy nekotorykh domashnikh i dikikh mlekopitaiushchikh]: avtoref. dis. ... d-ra vet. nauk: 16.00.02 / Veterinarnyi in-t. – Sankt-Peterburg, 1992. – 34 s.

4. Manuilov, E.A. Vaskuliarizatsiia golovnogo mozga i ego obolochek u maralov i pomesei cherno-pestrogo krupnogo rogatogo skota v vozrastnom aspekte: avtoreferat dis. ... kandidata veterinarnykh

nauk: 16.00.02 / Alt. gos. agrar. un-t. – Barnaul, 2001. – 20 s.

5. Klimov, A.F. Anatomiiia domashnikh zhivotnykh: uchebnik / A.F. Klimov, A.I. Akaevskii. – 8-e izd. – Sankt-Peterburg: Lan, 2021. – 1040 s. // Lan: elektronno-bibliotechnaia sistema. – URL: <https://e.lanbook.com/book/167818>.

6. Zelenevskii, N.V. Anatomiiia zhivotnykh: uchebnoe posobie dlia vuzov / N.V. Zelenevskii, K.N. Zelenevskii. – 2-e, ispr. – Sankt-Peterburg: Lan, 2022. – 848 s. // Lan: elektronno-bibliotechnaia sistema. – URL: <https://e.lanbook.com/book/188155>.

7. Malofeev, Iu.M. Arterialnoe krovosnabzhenie organa zreniia u maralov/ Iu.M. Malofeev, G.M. Bassauer // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – No. 7. – S. 56-61.

8. Bassauer, G.M. Morfologiiia organa zreniia u maralov v vozrastnom aspekte: avtoref. dis. ... kand. vet. nauk: 06.02.01 / AGAU. – Barnaul, 2013. – 22 s.

9. Malofeev, Iu.M. i dr. Sposob ispolzovaniia montazhnoi peny "Makroflex" pri issledovanii krovenosnogo rusla u zhivotnykh / Iu.M. Malofeev, S.N. Chebakov, O.S. Mishina // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2008. – No. 11. – S. 37-39.

10. Atlas po anatomii marala: uchebnoe posobie dlia vuzov / Iu.M. Malofeev, N.I. Riadinskaia, S.N. Chebakov [i dr.]. – 3-e izd., ster. – Sankt-Peterburg: Lan, 2021. – 148 s. // Lan: elektronno-bibliotechnaia sistema. – URL: <https://e.lanbook.com/book/152454>.

11. Avtandilov G.G. Meditsinskaia morfometriia: rukovodstvo. – Moskva: Meditsina, 1990. – 384 s.

12. Lakin, G.F. Biometriia: uchebnoe posobie dlia biologicheskikh spetsialnostei vuzov / G.F. Lakin. – 4-e izd., pererab. i dop. – Moskva: Vysshaia shkola, 1990. – 351 s.

13. Kasatkin, S.N. Novye dannye po anatomii krovenosnykh sosudov pishchevaritelnogo trakta cheloveka i zhivotnykh // Stroenie, krovosnabzhenie i innervatsiia vnutrennikh organov: Sb. nauch. tr. – Stalingrad, 1960. – S. 5-58.

14. Vankov, V.N. Stroenie ven. – Moskva: Meditsina, 1974. – 207 s.

