

АНАТОМИЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АНАТОМИЯ БОЛЬШОГО САЛЬНИКА

© Наталья Рафаиловна Карелина, Марат Риатович Гафиатулин, Михаил Джузеппе Оппедизано, Линард Юрьевич Артюх, Инна Васильевна Меренкова

Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет. 194100, г. Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2

Контактная информация: Линард Юрьевич Артюх — ассистент кафедры анатомии человека.

E-mail: l-artyukh@mail.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6306-2661> SPIN: 9489-1060

Для цитирования: Карелина Н.Р., Гафиатулин М.Р., Оппедизано М.Д.Л., Артюх Л.Ю., Меренкова И.В. Анатомия и функциональная анатомия большого сальника // Forcipe. 2023. Т. 6. № 4. С. 36–53.

Поступила: 18.10.2023

Одобрена: 22.11.2023

Принята к печати: 18.12.2023

РЕЗЮМЕ. Интерес к большому сальнику проявляют специалисты разного профиля, начиная от абдоминальных хирургов и заканчивая врачами-онкологами. Функциональная анатомия этого образования продолжает исследоваться и является предметом дискуссии. Большой сальник — это свободно свисающие в виде «фартука» складки внутренностной брюшины, начинающиеся от желудка и покрывающие петли кишечника. Малый сальник — это система связок, расположенных между малой кривизной желудка и воротами печени. Несмотря на то что оба образования имеют схожие названия, они отличаются по форме, морфологическому строению, развитию и функции. Эта лекция представляет собой важный учебный ресурс для студентов педиатрического и лечебного факультетов, клинических ординаторов, а также практикующих врачей. Теоретическая и практическая значимость изложенного материала чрезвычайно велика. Полученные знания служат основой для дальнейшего изучения и применения новой информации в повседневной медицинской практике специалистами различных направлений.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: анатомия, функциональная анатомия, большой сальник, брюшина, производные брюшины, лекция

ANATOMY AND FUNCTIONAL ANATOMY OF THE LARGE OMENTUM

© Natalia R. Karelina, Marat R. Gafiatulin, Mikhail Giuseppe L. Oppedisano, Linard Yu. Artyukh, Inna V. Merenkova

Saint Petersburg State Pediatric Medical University. 2 Lithuania, Saint Petersburg 194100 Russian Federation

Contact information: Linard Yu. Artyukh — Assistant of the Department of Human Anatomy.

E-mail: l-artyukh@mail.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6306-2661> SPIN: 9489-1060

For citation: Karelina NR, Gafiatulin MR, Oppedisano MGL, Artyukh LYu, Merenkova IV. Anatomy and functional anatomy of the large omentum. Forcipe. 2023;6(4):36–53.

Received: 18.10.2023

Revised: 22.11.2023

Accepted: 18.12.2023

ABSTRACT. Interest in the greater omentum is shared by specialists from various fields, ranging from abdominal surgeons to oncologists. The functional anatomy of this structure continues to be an area of research and discussion. The greater omentum is a large, freely hanging fold of the peritoneum that resembles an «apron», originating from the stomach and covering the loops of the intestines. In contrast, the lesser omentum is a system of ligaments situated between the lesser curvature of the stomach and the hepatic hilum. Despite their similar names, these

two anatomical structures differ in shape, morphological structure, development, and function. This lecture serves as a significant educational resource for students of pediatric and medical faculties, clinical residents, and practicing physicians. The theoretical and practical importance of the material presented is exceptionally high. The knowledge gained from this lecture forms the foundation for the further study and application of new information in the daily medical practice of specialists across various disciplines.

KEYWORDS: anatomy, functional anatomy, large omentum, peritoneum, peritoneal derivatives, lecture

ВВЕДЕНИЕ

Анализ зарубежной и отечественной литературы показал, что к нормальной анатомии брюшины и ее производных, в частности большого сальника, приковано внимание широкого круга исследователей различного профиля, однако фундаментальное изучение этой темы все также отводится классическим и всем известным учебникам анатомии, гистологии, эмбриологии. Интерес к большому сальнику проявляют специалисты разного профиля, начиная от абдоминальных хирургов и заканчивая врачами-онкологами. Функциональная анатомия этого образования продолжает исследоваться и является предметом дискуссии. Первостепенной задачей данной лекции авторы считают объединение информации, имеющейся в мировой литературе, по вопросам, связанным с эмбриогенезом, особенностями строения большого сальника у детей и взрослых, функциональным значением структур, выделяемых в большом сальнике. Материал, представленный здесь, предназначен для студентов медицинских университетов всех факультетов, клинических ординаторов, практикующих врачей [1–4].

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И СТРУКТУРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Большой сальник — это свободно свисающие в виде «фартука» складки внутренностной брюшины, начинающиеся от желудка и покрывающие петли кишечника. Малый сальник — это система связок, расположенных между малой кривизной желудка и воротами печени. Несмотря на то что оба образования имеют схожие названия, они отличаются по форме, морфологическому строению, развитию и функции. Большой сальник состоит из трабекулярной соединительнотканной основы, которая несет в себе артерии, вены и лимфатические сосуды, жировую ткань, клетки соединительной ткани и клеточные скопле-

ния, называемые млечными пятнами; монослой плоских эпителиальных клеток с обеих поверхностей, прерывающийся над млечными пятнами. Макроскопически сальник отличается у человека и животных. Его форма зависит от возраста, характера питания, наличия патологических процессов в брюшной полости. У животных и человека сальник эмбриона, плода и новорожденного содержит мало жировой ткани, количество которой увеличивается с годами.

Обычно сальник занимает большую площадь: начинаясь от большой кривизны желудка, он пересекает поперечную ободочную кишку и, располагаясь перед органами брюшной полости, достигает иногда уровня ниже лонного сочленения (рис. 1). Его правый верхний край соприкасается с печенью, левый — с селезенкой, передняя поверхность прилежит к париетальной брюшине передней брюшной стенки, а задняя — к органам брюшной полости. Часть сальника, расположенная между желудком и поперечной ободочной кишкой, называется желудочно-ободочной связкой, а его часть ниже поперечной ободочной кишки — «фартуком».

При патологических состояниях, например если желудок или поперечная ободочная кишка провисают или сильно растянуты, нижний край сальника может лежать в полости малого таза. Поворот желудка по оси также способен изменить топографию сальника. При сильном метеоризме, растяжении толстой кишки или при наличии выпота в брюшной полости сальник перемещается вверх. Если в брюшной полости содержится большое количество жидкости, то он может располагаться на передней поверхности печени [16]. Говоря о вариантной анатомии, следует упомянуть, что существуют разновидности прикрепления правого края сальника. Он может начинаться от двенадцатиперстной кишки, восходящей ободочной кишки или свободно свисать от пилорического отдела



Рис. 1. Сальник с другими органами в поперечной плоскости

Fig. 1. Omentum seal with other organs in the transverse plane

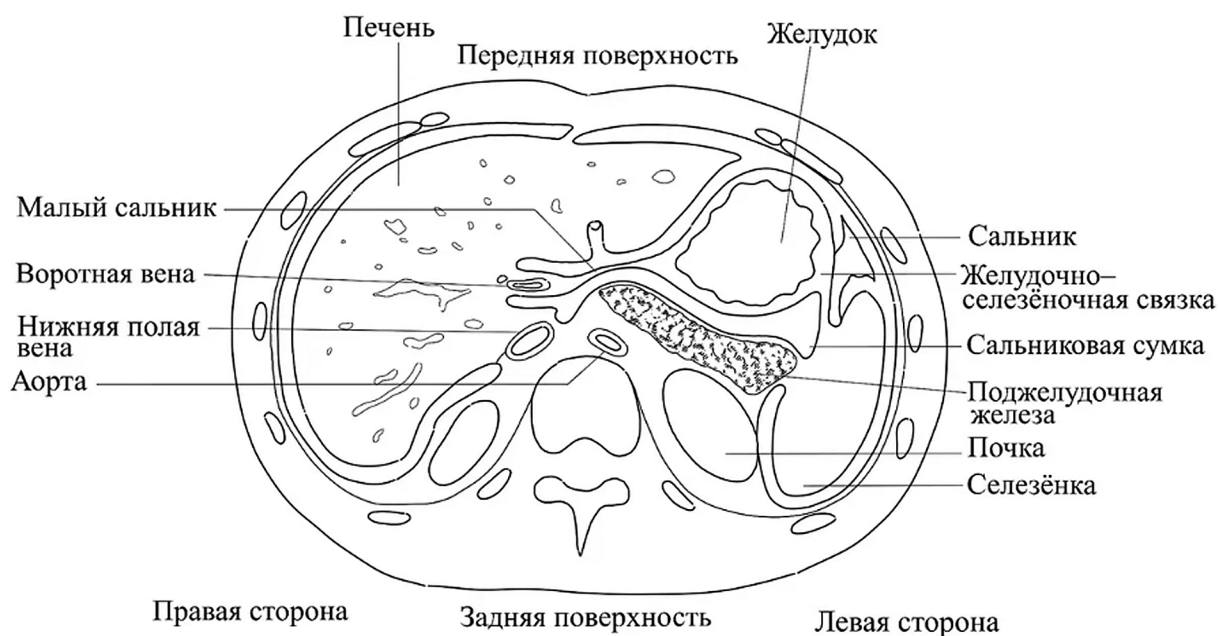


Рис. 2. Схематичное изображение брюшины, ее производных, этажей брюшной полости. Сагиттальная плоскость

Fig. 2. Picture of the peritoneum, its derivatives, and the floors of the abdominal cavity. Sagittal plane

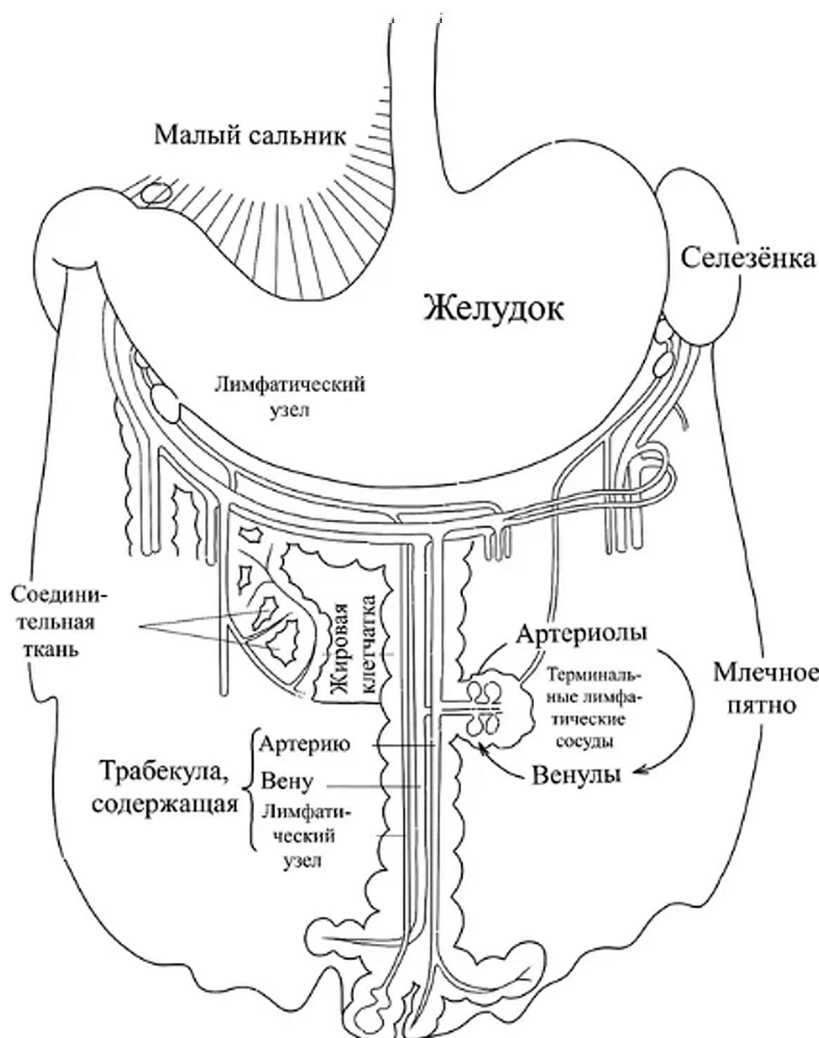


Рис. 3. Основные тканевые и структурные элементы сальника

Fig. 3. The main tissue and structural elements of the omentum

желудка (рис. 3). С левой стороны желудочно-ободочная часть сальника продолжается вдоль передней стенки желудка до верхнего края селезенки. Сальник прикрепляется к различным органам при помощи системы связок. Так, например, он образует связку между желудком и селезенкой, способствующей прикреплению последней к задней брюшной стенке (рис. 2). Эта тонкая пленчатая структура часто подходит к внутренней поверхности селезенки, непосредственно ниже ее ворот, иная же складка брюшины образует диафрагмально-ободочно-кишечную связку, на которой селезенка не полностью фиксирована.

Сальниковые отростки поперечной ободочной кишки располагаются на поверхности брюшинного покрова, к ней прикрепляются задние листки сальника. И сальниковые от-

ростки, и сальник могут представлять собой гомогенную жировую ткань, однако существуют различающие их признаки: поверхность сальника имеет ячеистую структуру, а поверхность жировых подвесков более гладкая; линия эмбрионального прикрепления сальника различима в виде нечеткой полосы фиброзной ткани.

Часть сальника, начинающаяся от большой кривизны желудка в антральном отделе, прикрепляется к передней поверхности головки поджелудочной железы.

Позади желудочно-ободочной связки и желудка располагается полость, называемая сальниковой сумкой, которая сообщается с брюшной полостью через сальниковое отверстие (Винслоу). В сравнении с общим объемом брюшной полости сальниковая сумка представляет собой потенциально большую

полость с многочисленными углублениями в поддиафрагмальной области и ниже в самом сальнике. Верхнее сальниковое углубление имеет наибольший объем и расположено между хвостатой долей печени и диафрагмой, селезеночное углубление лежит между селезенкой и желудком, нижнее сальниковое углубление включает всю остальную нижнюю часть в области поперечной ободочной кишки, желудочно-ободочной связки и пространство между основными сальниковыми сосудами.

В некоторых случаях обнаруживаются независимые от основной сумки мешотчатые углубления, встречающиеся также и в левой половине сальникового «фартука» [5].

ЭМБРИОГЕНЕЗ БОЛЬШОГО САЛЬНИКА

Классическая концепция развития сальника заключается в следующем: при повороте желудка дорсальная брыжейка, несущая селезенку и поджелудочную железу, изгибается, образуя большое нижнее сальниковое углубление, известное как сальниковая сумка. Считают, что при последующем срастании

двух слоев этой брыжейки образуется большой сальник, и на четвертом месяце развития эмбриона происходит постепенное сращение сальника с поперечной ободочной кишкой, начиная от печеночного и далее до селезеночного изгиба. Несмотря на существование доказательства, опровергающего эту концепцию и описанное Swaen в 1897 г. и Broman независимое образование сальниковой сумки, классическая теория образования ее при ротации и изгибе приведена во всех современных руководствах по эмбриологии [9, 19, 24].

Последние работы по эмбриологии желудка показывают, что своей формой и локализацией он обязан асимметричному росту желудочной стенки и неравномерному увеличению сальниковой сумки. Отсутствуют доказательства поворота органов вокруг гипотетической оси в верхней половине брюшной полости. Большой сальник развивается как самостоятельная структура в тесной связи с селезенкой и не является результатом изгиба дорсального мезогастрия.

Очевидно, большое значение в дифференцировке сальника от окружающих его тканей играет размер эмбриона. Так, например, на сериях последовательных гистологических срезов эмбрионов длиной 8,5 и 9 мм это сделать не представ-

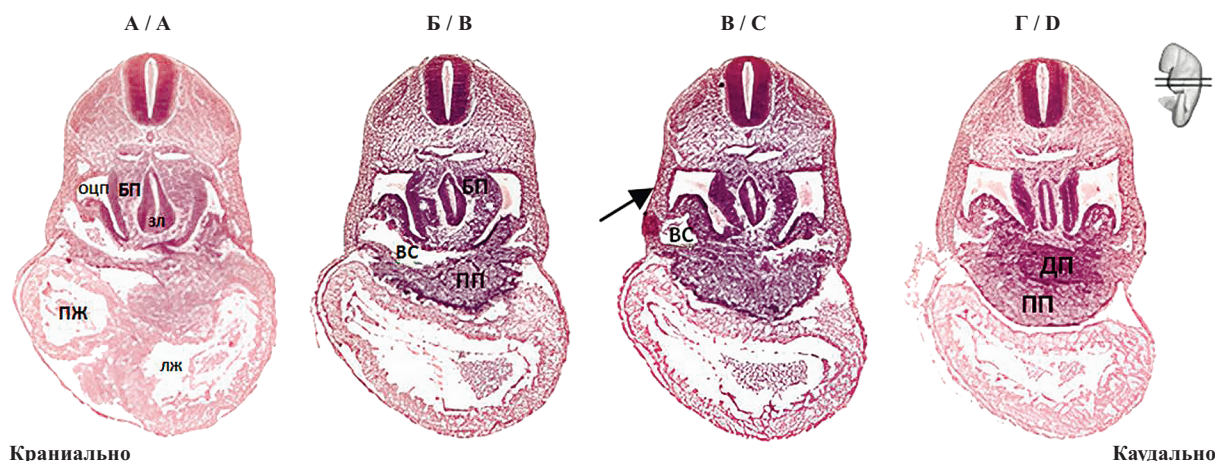


Рис. 4. Асимметричное почковидное утолщение целомического эпителия брыжеечной перегородки как первый признак нарушения симметрии человеческого эмбриона на 12-й неделе развития (А–Г). Уровень поперечных срезов указан на обзорном изображении Д. Черная стрелка в рисунке В указывает на передние отделы. БП — брыжеечная перегородка; ВС — венозный синус; ДП — дивертикул печени; ЗЛ — зародыш легкого; ЛЖ — левый желудочек; ОЦП — общая целомическая полость; ПЖ — правый желудочек; ПП — поперечная перегородка [19]

Fig. 4. Asymmetric reniform thickening of the coelomic epithelium of the mesenteric septum as the first sign of a violation of the symmetry of the human embryo at week 12 of development (A–D). The level of the cross sections is indicated in the overview image D. The black arrow in Figure B indicates the anterior sections. BP — the mesenteric septum; DP — the diverticulum of the liver; LV — the left ventricle; OCP — the common coelomic cavity; PP — the transverse septum; RV — the right ventricle; VS — the venous sinus; ZL — the embryo of the lung [19]

ляется возможным. Однако на стадии эмбриона 15–30 мм между селезенкой и желудочной стенкой появляется ткань с упорядоченным расположением клеток, а также тканевая подушка ниже селезенки — «сальниковая бахрома», в которой проходят кровеносные сосуды параллельно нижнему краю большой кривизны желудка.

Макроскопически видимая «бахрома» сальника обнаруживается у эмбриона длиной 20–30 мм, а со стадии 40 мм становится возможным проникновение в полость сальниковой сумки через сальниковое отверстие. До стадии эмбриона 90 мм сальник же свободно плавает в брюшной полости.

Разнообразные «карманы» и пальцевидные выпячивания внутри сальника широко сообщаются между собой и с истинной сальниковой сумкой позади желудка, через отверстия под селезенкой и в области двенадцатиперстной кишки.

Впервые процесс вторичного сращения между дорсальным мезогастрием и задней стенкой тела, распространяющийся от голов-

ки поджелудочной железы по направлению к воротам селезенки, был отмечен у эмбриона в промежутке развития от 60 до 100 мм. При росте эмбриона от 80 до 120 мм сальник незначительно увеличивается в размерах, на данной стадии впервые появляется соединение сальника с поперечной ободочной кишкой — сначала в области печеночного изгиба, затем в области селезенки и в заключение в средней части поперечной ободочной кишки. У плода длиной 150 мм сальник полностью прикреплен к поперечной ободочной кишке, и на последующих стадиях развития он увеличивается очень незначительно [9, 14, 19].

СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ У ДОНОШЕННЫХ И НЕДОНОШЕННЫХ ДЕТЕЙ

Особенностью сальника недоношенных новорожденных (рис. 5) является его прикрепление к поперечной ободочной кишке вдоль сальниковой ленты, не достигая изгибов кишки и

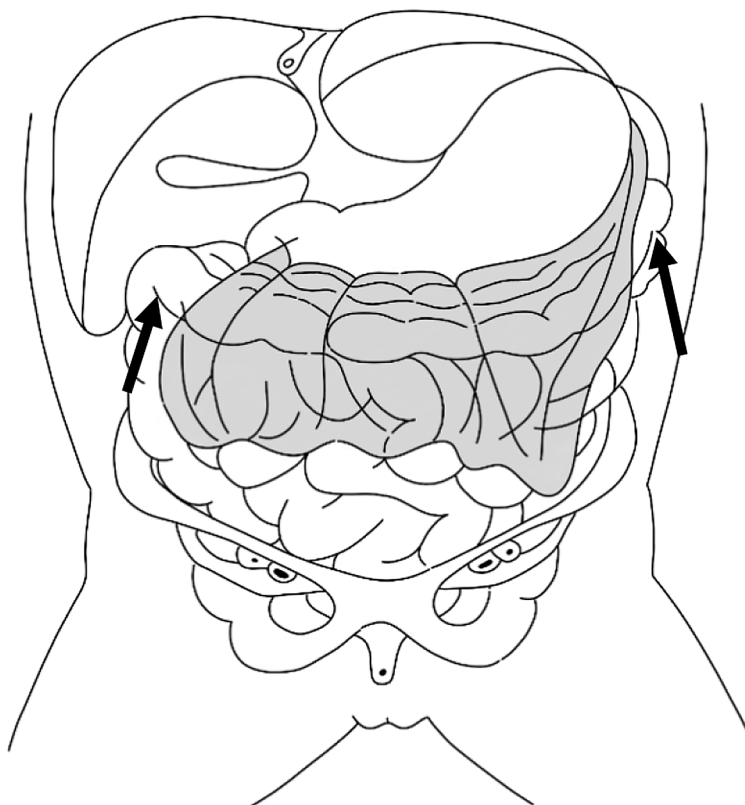


Рис. 5. Схематичное изображение большого сальника недоношенного новорожденного. Стрелками показаны печеночный и селезеночный изгибы

Fig. 5. Schematic representation of the large omentum of a premature newborn. The arrows show the hepatic and splenic curvature

оканчиваясь непосредственно под ней в виде бахромчатых складок. Жировой ткани в этой мембране содержится незначительное количество, что, возможно, связано со специфической сосудистой архитектурой.

Описывая сальник доношенных новорожденных (рис. 6, А), следует упомянуть, что он распространяется несколько ниже поперечной ободочной кишки, не достигая ее изгибов, но обычно покрывает примерно четверть площади тонкой кишки. Макроскопически заметна специфическая сосудистая архитектура, отсутствие жировой ткани и лимфатических узлов на фоне мембранозной ткани.

У ребенка в возрасте 3–5 месяцев (рис. 6, Б) сальник покрывает 2/3 площади тонкой кишки. Жировая ткань представлена в виде «жировых островков», которые не сливаются и концентрируются в местах разветвления сосудов [18].

В период от 1 года до 5 лет (рис. 6, В) большая часть тонкой кишки прикрыта сальником, достигающим изгибов поперечной ободочной кишки. Часто он прикрепляется к восходящей, а иногда и к нисходящей ободочным кишкам. Отложения жира располагаются в виде больших сливающихся зон вдоль кровеносных сосудов. Четко определяются полупрозрачные сетчатые структуры. Изредка обнаруживаются небольшие узлы, макроскопически сходные с лимфатическими.

В возрасте 5–11 лет (рис. 6, Г) в зависимости от длины и количества жировой ткани сальник может быть похожим на сальник взрослого. Главной особенностью, характерной для этого возраста, является дистальное расположение сальника вдоль восходящей ободочной кишки. Он может достигать слепой кишки, вызывая перегиб терминального

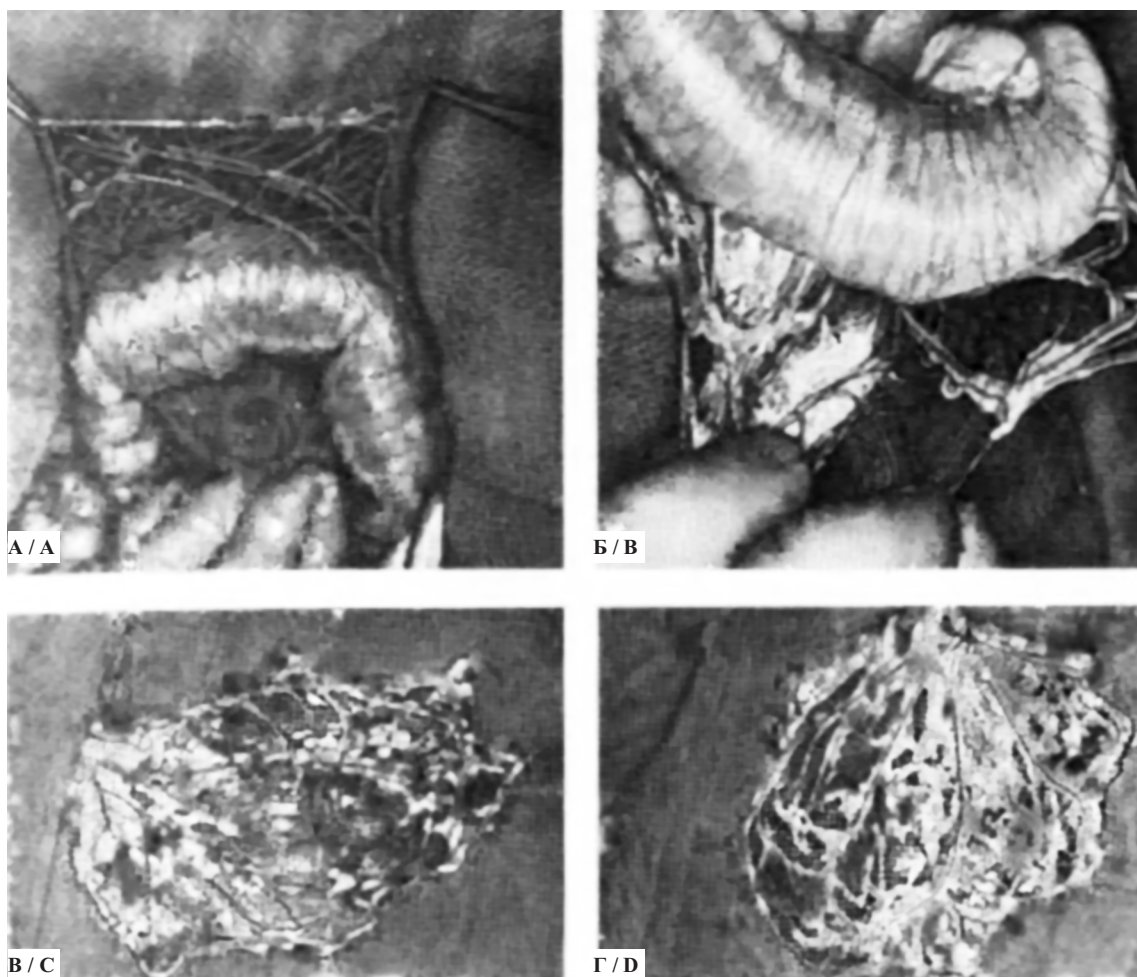


Рис. 6. Фотографии изменения большого сальника у ребенка: А — новорожденный; Б — ребенок 5 месяцев; В — ребенок в возрасте 1–5 лет; Г — ребенок в возрасте 11 лет

Fig. 6. Photos of the change of the large omentum in a child: А — a newborn; В — a child of 5 months; С — a child aged 1–5 years; D — a child aged 11 years

отдела подвздошной кишки, что может сопровождаться определенной клинической картиной [17, 18].

САЛЬНИК У ВЗРОСЛЫХ

Встречаются разнообразные варианты распределения и расположения жировой ткани в сальнике и, как следствие, различные виды сосудистой архитектоники. Это зависит, скорее, от массы и иных конституциональных особенностей пациента, чем от его возраста и пола.

Говоря о размерах этой структуры, наиболее часто описывают размеры сальника длиной 14–36 см, шириной 20–46 см, однако бывают крайне короткие сальники — до 7 см и избыточно длинные — до 70 см. У мужчин длина сальника несколько больше, чем у женщин. Объем сальника зависит от массы тела индивидуума и может быть примерно рассчитан при планировании операции с его использованием. Однако точность предоперационных расчетов весьма ограничена, и при лапаротомии в некоторых случаях встречается сальник размеров, отличных от предполагаемых [24].

Сальник состоит из нескольких структурных элементов, представляющий собой ячеистый каркас из фиброзной соединительной ткани, несущий на себе сосуды, жировые «подушечки», с отложениями жировой ткани вдоль кровеносных сосудов с включениями клеточных элементов. Часто рядом со скоплениями жира или в мембранозной части сальника располагаются небольшие непрозрачные образования овоидной формы, называемые млечными пятнами, которые не содержат видимых соединительнотканых элементов.

Между жировыми скоплениями определяется тонкая прозрачная мембранозная часть. Коллагеновые и эластические волокна в этих участках расположены таким образом, что образуют многочисленные пустоты и отверстия диаметром от 1 до 60 мкм, беспорядочно расположенные в мембране и образующие вместе с ретикулярными волокнами широкие ячейки, разделенные микрофибриллами. Через ячейки проходят кровеносные и лимфатические сосуды, нервные волокна.

Как и на соединительнотканном каркасе, так и на мембранозных структурах располагаются фиксированные клеточные элементы (фибробласты, фиброциты, жировые клетки, перicyты) и подвижные клетки (гистиоциты, плазматические клетки, лимфоциты, эозинофильные гранулоциты, тучные клетки). Наиболее многочисленны адипоциты, относящиеся к элементам белой

жировой ткани. Они лежат непосредственно под слоем мезотелия (брюшины), с которым связаны немногочисленными микрофибриллами.

Клетки, покрывающие серозные оболочки, называются мезотелиальными. Мезотелиальное покрытие поверхности сальника в общих чертах сходно по строению с обычной брюшиной и состоит из одного слоя плоских клеток. Эти клетки на одной стороне содержат разнонаправленные ворсинки, а с другой стороны ограничены тонкой базальной мембраной, которая содержит соединительнотканые элементы и выполняет функцию барьера для пассивной диффузии. Стоит отметить, что над млечными пятнами этой мембраны нет.

Иногда тело одной мезотелиальной клетки представляет собой всю толщу ткани и принимает участие в формировании обеих поверхностей сальника. Другие видимые клетки — единичные разбросанные макрофаги внутри слоя коллагеновых волокон.

При культивировании мезотелиальных клеток сальника плотность микроворсинок на их поверхности может значительно изменяться под воздействием различных стимулов. Повышение и понижение поверхностного электрического потенциала клетки имеет прямое влияние на ее эффективную регулируемую функцию. В области млечных пятен мезотелиальные клетки морфологически отличаются от мезотелия в других областях сальника: над ними полностью отсутствует базальная мембрана; микроворсинки на их поверхности меньшего размера и в меньшем количестве; между клетками имеются круглые отверстия диаметром от 1 до 10 мкм, ведущие к центру млечного пятна. Для обозначения последних используют различные термины: «промежуток», «крипта», «стома» или «стомата».

Отсутствие мезотелиального покрова или имеющиеся в нем глубокие промежутки обнажают подлежащие сосуды и клеточные структуры млечного пятна. Таким образом, макрофаги, лимфоциты и другие клетки млечного пятна могут свободно выходить в брюшную полость и возвращаться обратно.

КРОВΟΣНАБЖЕНИЕ БОЛЬШОГО САЛЬНИКА

Первое сообщение о кровоснабжении сальника, которое удалось обнаружить, — это труды Theodorici 1267 г. (рис. 7). Привычная анатомическая картина широко обнаженных желудочно-сальниковых и сальниковых артериальных аркад восходит к работам Ruysch 1702 г., Haller и Barkow. Несмотря на то что это представление

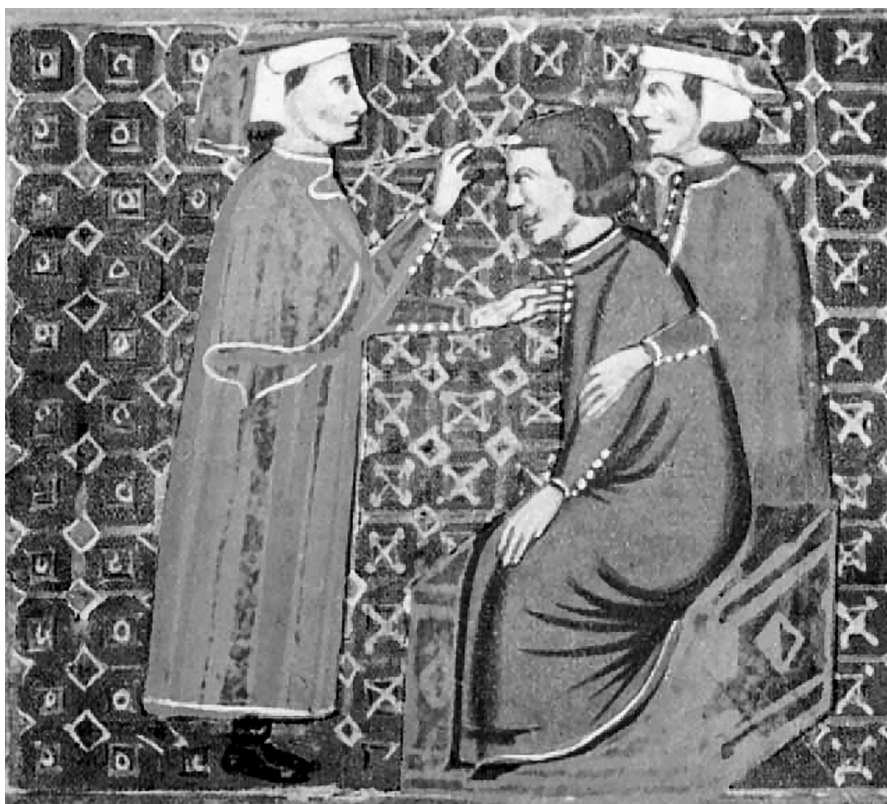


Рис. 7. Иллюстрация манипуляций, проводимых Теодориком. Из сборника «Хирургия средневековья». Автор Guy, de Chauliac. Середина XIV в. [27]

Fig. 7. Illustration of the manipulations carried out by Theodorik. From the collection "Surgery of the Middle Ages". By Guy, de Chauliac. The middle of the 14th century [27]

составлено только на основании наблюдений, им до сих пор руководствуются при использовании сальника на сосудистой ножке в реконструктивной хирургии [25].

В 1916 г. после многочисленных артериографических исследований большого сальника Descomps поставил под сомнение наличие широких артериальных аркад в сальнике человека. Более поздние работы показали широкую вариативность сосудистой архитектоники и отсутствие привычных типов распределения сосудов.

При непосредственном осмотре сальника затруднительно представить себе его васкуляризацию из-за обилия жировой ткани и небольшого диаметра периферических сосудов. На трупном препарате жир невозможно удалить полностью, поэтому соединительнотканые тяжи зачастую ошибочно принимают за кровеносные сосуды. Однако сегодня лучевые методы исследования позволяют измерить диаметры сосудов самого разного калибра. Так, в некоторых исследованиях вводили в катетер, расположенный в аорте (пережатой ниже отхождения чревного ствола), контрастное вещество (бариево-желатиновая смесь)

и делали рентгенограммы, на которых были видны все сосуды сальника [7, 11].

Кровоснабжение сальника обеспечивают правая и левая желудочно-сальниковые артерии (рис. 10). Обе они являются ветвями чревного ствола, повторяют ход большой кривизны желудка и уменьшаются в диаметре по мере того, как отдают ветви к желудку и сальнику. При исследовании кадаверного материала обнаружено, что сосудистых ветвей к желудку примерно в 3 раза больше, чем сальниковых. В некоторых случаях были найдены небольшие артериальные ветви к сальнику, начинавшиеся от желудочных ветвей и от собственных артерий желудочной стенки, которые направлялись вниз, пересекая желудочно-сальниковую артерию.

В серии исследований установлено, что расстояние между желудочно-сальниковой артерией и стенкой желудка вариативно и колеблется от 0,3 до 4 см (рис. 8, 9). Правая желудочно-сальниковая артерия большего диаметра и значительно большей длины (25–31 см), чем левая (14–21 см). В большинстве случаев артерии соединялись на расстоянии 10–15 см левее

середины большой кривизны желудка. Общая длина обеих желудочно-сальниковых артерий составляла около 46 см. Примерно в 70% слу-

чаев в области большой кривизны желудка формируется анастомоз между вышеупомянутыми артериями, однако диаметр сосудов там нередко

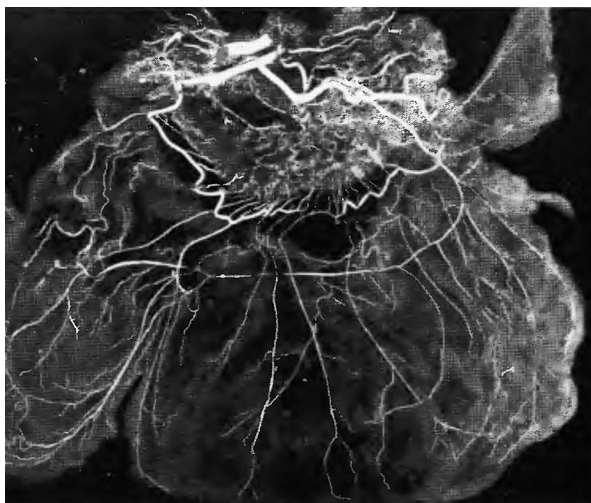


Рис. 8. Артериограмма с анастомозом в желудочно-сальниковой артериальной дуге. Стрелка указывает на анастомоз в области большой кривизны желудка

Fig. 8. Arteriogram with anastomosis in the gastro-omental arterial arch. The arrow indicates an anastomosis in the area of the large curvature of the stomach

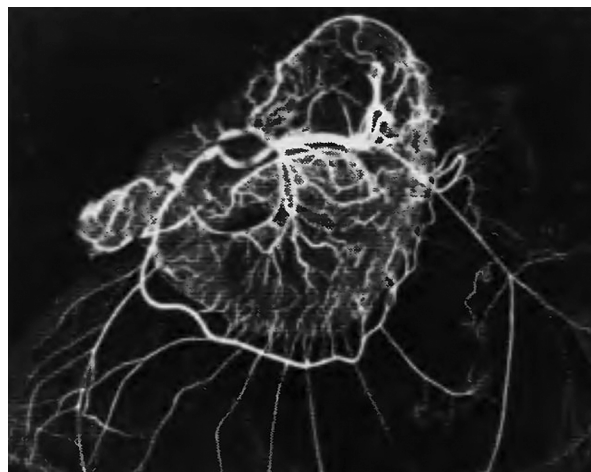


Рис. 9. Артериограмма с разрывом в желудочно-сальниковой артериальной дуге. Голубая стрелка указывает на правую желудочно-сальниковую артерию. Зеленая стрелка указывает на левую желудочно-сальниковую артерию

Fig. 9. Arteriogram with a rupture in the gastro-omental arterial arch. The blue arrow points to the right gastro-omental artery. The green arrow points to the left gastro-omental artery

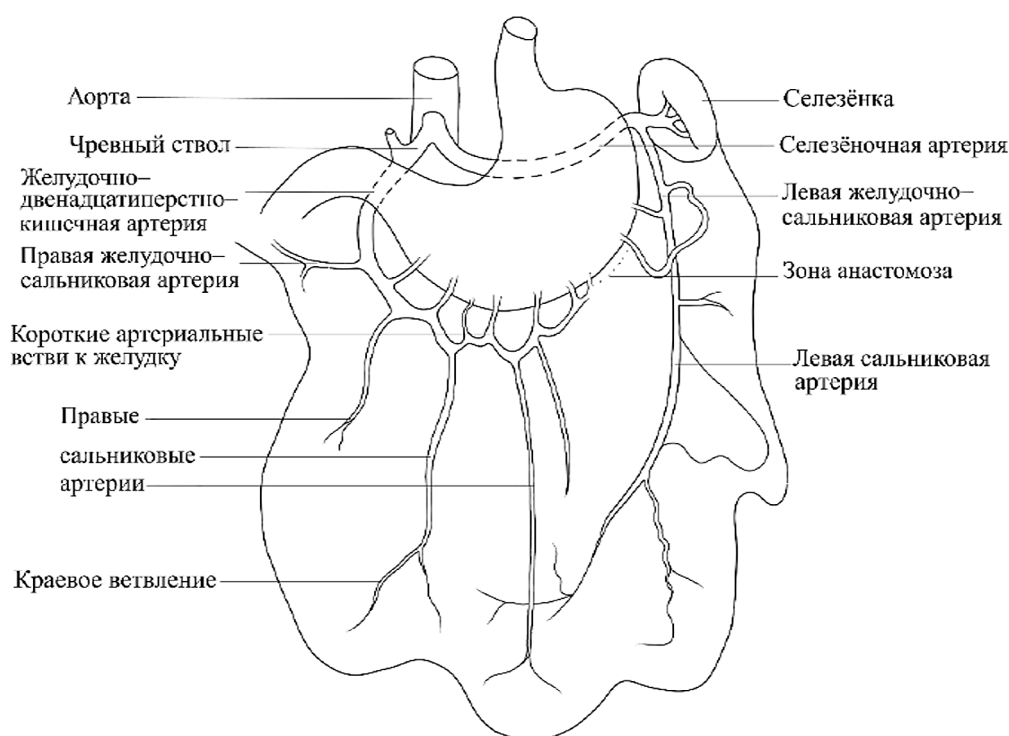


Рис. 10. Схема кровоснабжения большого сальника

Fig. 10. The scheme of blood supply to the large omentum

был очень мал, и в остальных 30% случаев соединения артерий вовсе не наблюдалось [7, 11].

Других источников кровоснабжения сальникового «фартука» обнаружено не было. Имеется описание анастомозов между нисходящими ветвями от артерий поджелудочной железы и артериями сальника. Многие авторы не обнаружили не только этих сосудистых анастомозов, но и анастомозов с сосудами толстой кишки.

Артерии сальника могут быть разделены на начинающиеся от правой или левой желудочно-сальниковой артерии. Распределение этих артерий индивидуально, а их длина и диаметр варьируют. Обычно от 5 до 13 артерий являются ветвями правой, а одна артерия — ветвью левой желудочно-сальниковой артерии. В то время как правая сальниковая артерия редко разветвляется в центре сальникового «фартука», левая дает многочисленные мелкие коллатерали, обильно кровоснабжающие зону сальника ниже селезенки [11].

Правые сальниковые артерии чаще отходят от основного ствола под прямым углом и разветвляются у нижнего края сальника. Некоторые из них сообщаются между собой через многочисленные анастомозы. В половине случаев левая сальниковая артерия проходит ниже селезенки вблизи края сальника, в иных же случаях эта артерия пересекает «фартук» сальника по косой на различном расстоянии от желудка и ниже правой сальниковой артерии, отдавая ветви к заднему листку.

Нижний край сальника васкуляризирован многочисленными капиллярами, которые могут иметь между собой небольшие анастомозы.

В зоне латеральных и терминальных ветвей сальниковых артерий описаны многочисленные микрососудистые структуры с постоянной архитектоникой, которые идентичны у человека и животных. Микрососудистая сеть может быть обильно заполнена различными ретикулоэндотелиальными и жировыми клетками. Наличие в стенках капилляров многочисленных фенестр является особенностью млечных пятен этой структуры, благодаря которой сосудистая сеть сообщается с брюшной полостью, как уже было сказано ранее [11].

ВЕНОЗНЫЙ ОТТОК ОТ БОЛЬШОГО САЛЬНИКА

В норме вены проходят параллельно артериям, и кровь сбрасывается в порталную венозную систему (рис. 11). Обычно каждую артерию сальника сопровождает только одна вена большого диаметра. Желудочно-сальни-

ковая вена увеличивается в диаметре по мере присоединения ветвей от желудка и сальника. Вены, берущие начало от передней и задней стенок желудка, обычно огибают желудочно-сальниковую артерию на одном уровне с двух сторон перед слиянием с одноименной веной. Желудочно-сальниковая вена в 83% случаев сливается с верхней брыжеечной веной перед ее впадением в воротную вену, но иногда она входит в начальный отдел селезеночной вены [23].

ИННЕРВАЦИЯ САЛЬНИКА

В мировой литературе описано крайне немногочисленное количество исследований, посвященных этой теме. Первым, кто начал изучать этот вопрос, стал Seifert в 1923 г. Автор описал нервные волокна, идущие к сосудам сальника, но не обнаружил иннервации собственно сальниковой ткани, чем объясняет отсутствие чувствительности в нем.

Позднее этим вопросом заинтересовался Thureson-Klein (1976). В своей работе автор со своей командой сделал акцент на ультраструктуре нервов в венах большого сальника, которые были получены интраоперационно у нескольких пациентов. Большинство нервных волокон состояли из 3–10 аксонов, покрытых шванновскими клетками. Нервные окончания всегда были отделены от гладкомышечных клеток, то есть прямого мембранного контакта не наблюдалось ни в одном случае. В нашем столетии наиболее интересной работой можно считать исследование G.J. Cindy Cleypool и соавт. (2019), в котором детально изучены вопросы симпатической иннервации большого сальника, в частности вблизи млечных пятен. Нередко симпатические волокна располагались вокруг мелких кровеносных сосудов, однако встречались и пучки, лежащие между лимфоидными клетками. В последнее время международное научное сообщество проявляет значительный интерес к изучению роли периферической нервной системы в метастазировании опухолей, локальных воспалительных реакциях, а также к перспективам применения полученных знаний в терапии различных патологий [7, 25].

ЛИМФАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА БОЛЬШОГО САЛЬНИКА

Еще в 1747 г. Haller, а затем позже Ranvier и Eccles предположили наличие оттока лимфы из сальника, однако доказательства такой

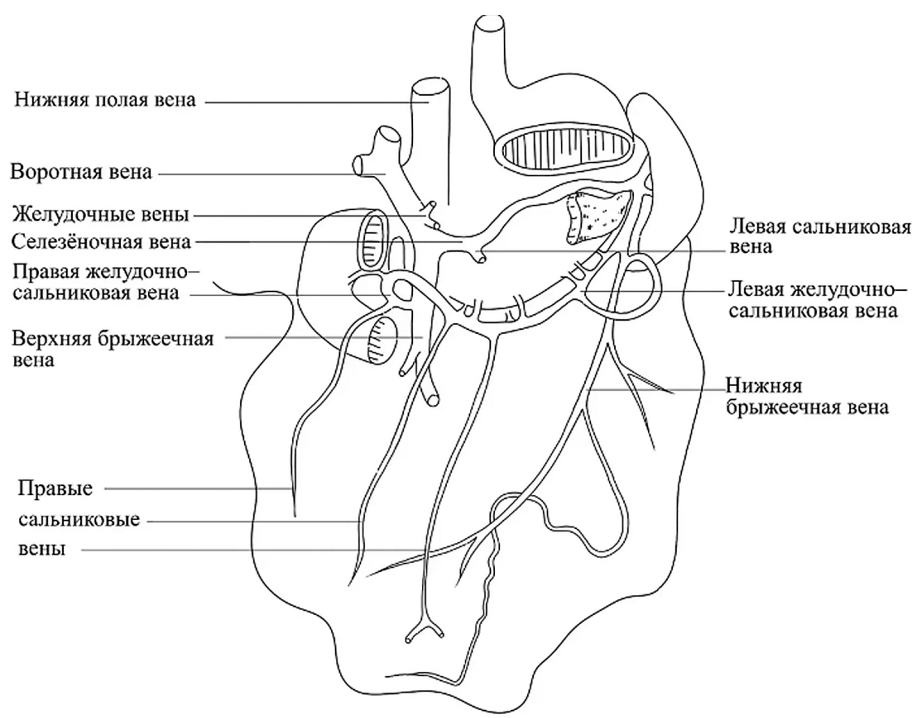


Рис. 11. Схема венозного оттока

Fig. 11. The scheme of venous outflow

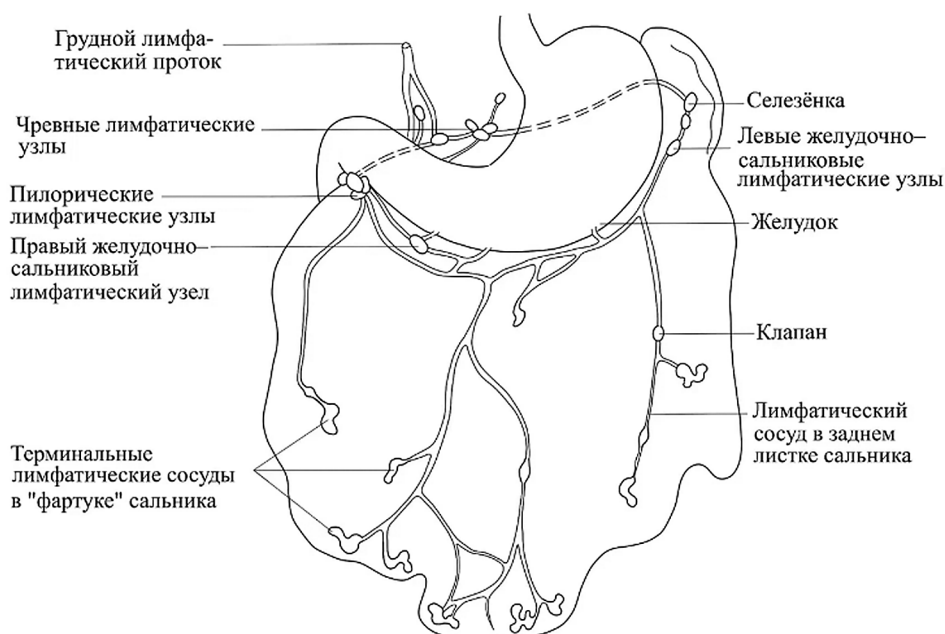


Рис. 12. Схема лимфооттока

Fig. 12. The scheme of lymph outflow

теории стали возможны, в том числе, благодаря развитию методов лучевой диагностики. Так, например, в статье 2018 г. J.A. Cook и соавт. представлены снимки компьютерной томографии, где густая лимфатическая сеть саль-

ника была последовательно визуализирована после прижизненного введения контрастных препаратов в ткань по краю «фартука» сальника, в котором располагаются сообщающиеся микроскопические лимфатические сосуды,

или через канюлю, введенную непосредственно в лимфатический сосуд. Ranvier считал, что млечные пятна, обнаруженные им, — это лимфатические узлы, но Seifert продемонстрировал различие между этими двумя структурами. Терминальные лимфатические сосуды образуют тонкую иррегулярную систему сообщающихся между собой причудливой формы плоских лакун. Некоторые мешотчатые терминальные лимфатические сосуды расположены в сосудистой сети млечного пятна, залегая среди клеточных скоплений, они также сообщаются с брюшной полостью через промежутки в мезотелиальном покрытии [8].

Сеть лимфатических сосудов нерегулярна, она широко растянута и с трудом определяется в толще ткани, однако при введении контрастного вещества видно, насколько она значительна (рис. 12). Терминальные лимфатические сосуды диаметром 45–50 мкм сливаются, образуя коллекторные сосуды. Они обладают выпуклой стенкой с клапанами, состоящими из конусообразного участка, расширения и двух тонких створок, расположенных на расстоянии 460–1500 мкм друг от друга. Расширение в области клапана превышает диаметр сосуда почти в 2 раза. Коллекторные сосуды сливаются в проксимальном направлении, однако диаметр сосудов увеличивается незначительно. Большинство этих сообщающихся сосудов идут в трабекулах эксцентрично, параллельно венам и артериям и на небольшом расстоянии от них. Отток жидкости из брюшной полости может происходить в обход этой системы через лимфатические узлы в области чревного ствола и далее в грудной лимфатический проток. Существуют два основных пути оттока лимфы из сальника: направо — к привратниковой группе лимфатических узлов; налево — к поджелудочно-селезеночным лимфатическим узлам.

Лимфатические сосуды проксимальной части «фартука» сальника и желудка объединяются, направляясь вдоль его большой кривизны [8].

МЛЕЧНЫЕ ПЯТНА (ЛИМФОРЕТИКУЛЯРНЫЙ ОРГАН)

В 1874 г. Ranvier упоминал в своих работах непрозрачные пятна на поверхности сальника кроликов, которые он назвал *taches laiteuses* (франц. — молочные пятна). Автор описал их сосудистое строение и клеточный состав, который напоминал уже тогда известное строение лимфатических узлов, в связи с чем эти

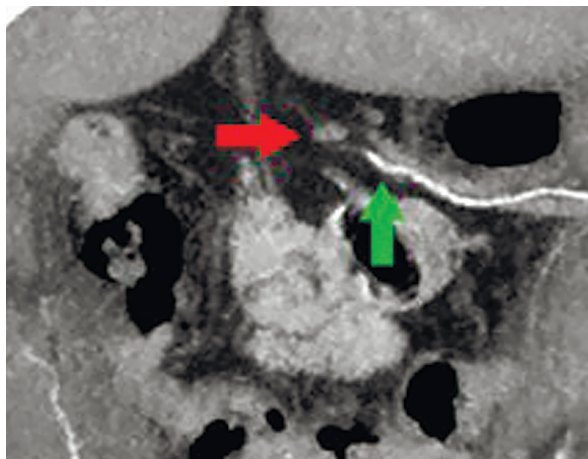


Рис. 13. Компьютерная томография брюшной полости, коронарная (фронтальная) плоскость. Лимфатический узел, расположенный вдоль правой желудочно-сальниковой артерии. Красная стрелка указывает на желудочно-сальниковый лимфатический узел. Зеленая стрелка указывает на правую желудочно-сальниковую артерию и вену [8]

Fig. 13. Computed tomography of the abdominal cavity, coronary (frontal) plane. A lymph node located along the right gastrointestinal artery. The red arrow points to the gastro-omentum lymph node. The green arrow points to the right gastro-omentum artery and vein [8]

образования были отнесены к соименной системе (рис. 13). Он предполагал, что сальник выполняет функцию «гигантского лимфатического узла», а брюшная полость представляет собой «лимфатический синус». В течение долгого времени эта точка зрения являлась общепризнанной. Однако Milian выявил в млечных пятнах многочисленные фагоцитарные элементы, а Seifert в 1920 г. впервые дифференцировал эти пятна от лимфатических узлов, отнеся первые к ретикулоэндотелиальной системе. Сагг справедливо обозначил пятно как «лимфоретикулярный орган». Более поздними работами показано, что эти образования занимают важное место в обмене жидкости и в реализации защитных механизмов.

В составе млечного пятна определяют: постоянно присутствующую капиллярную сеть; специфический клеточный состав; специализированное мезотелиальное покрытие [20, 22].

Мезотелиальные и ретикулярные клетки образуют строму млечного пятна, а также легко дифференцируются по внутриклеточным структурам. Клеточный состав пятна изменяется в зависимости от возраста, состояния органов брюшной полости и общего состояния организма (рис. 14). Морфологические харак-

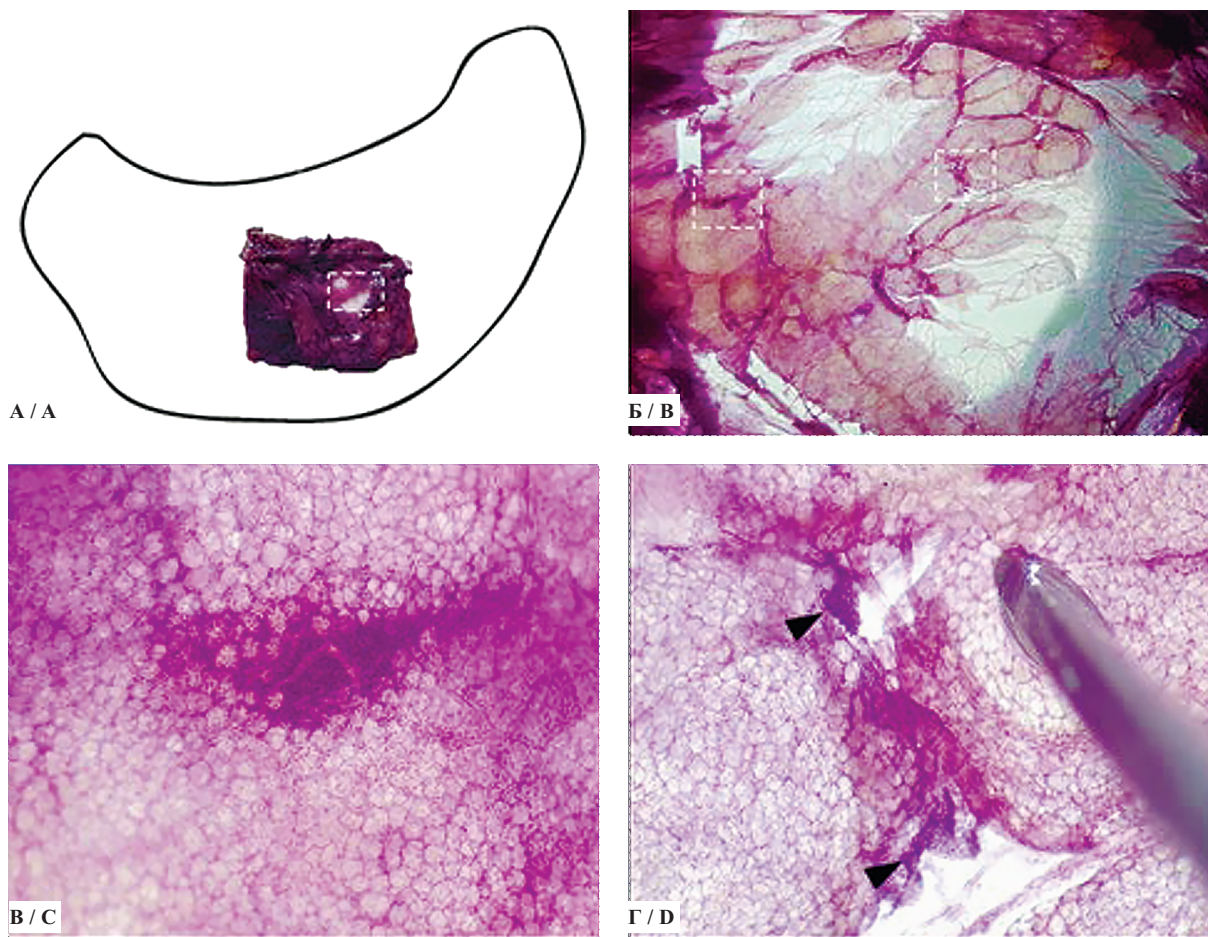


Рис. 14. Фиксированный большой сальник человека. Окраска гематоксилином. А — схематический рисунок сальника, показывающий окрашенный участок; Б — область в рамке представляет область, богатую млечными пятнами (увеличена на В); В — стереомикроскопическое изображение образца сальника, окрашенного гематоксилином; участки, окрашенные в темный цвет, представляют собой области с плотной структурой клеток (ядра окрашены гематоксилином в темно-синий цвет); при увеличении в некоторых окрашенных в темный цвет участках содержались плотные скопления клеток с округлыми ядрами среднего размера; млечные пятна среднего размера, состоящие из скоплений лимфоидных клеток, расположенных поверхностно к адипоцитам; Г — пара млечных пятен меньшего размера (наконечники черных стрелок) [7]

Fig. 14. Fixed large human omentum. Hematoxylin staining. А — a schematic drawing of the omentum showing a colored area; В — the area in the frame representing an area rich in milky spots (enlarged by С); С — a stereomicroscopic image of an omentum sample stained with hematoxylin; the dark-colored areas are areas with a dense cell structure (the nuclei are stained dark blue with hematoxylin); when enlarged, some dark-colored areas contained dense clusters of cells with rounded nuclei of medium size; milky spots of medium size, consisting of clusters of lymphoid cells located superficially to adipocytes; D — a pair of smaller milky spots (tips of black arrows) [7]

теристики млечных пятен у человека и лабораторных животных существенно не отличаются. Млечные пятна — специализированные образования, ответственные за защиту от агрессивных инородных тел. Благодаря своему клеточному составу они считаются источниками немедленного выхода свободных макрофагов в брюшную полость, где осуществляется фагоцитоз инородного материала; избирательное поглощение и накопление частиц красителей,

других микрочастиц и бактерий; образование антител.

Млечные пятна встречаются на всем протяжении обеих поверхностей «фартука» сальника, в частности в желудочно-ободочной связке, концентрируются в основном вдоль сосудов и у мест разветвления артериол и венул. Они располагаются по периферии зоны ячеистой соединительной ткани непосредственно под брюшиной. Внешне овоидные, округлые

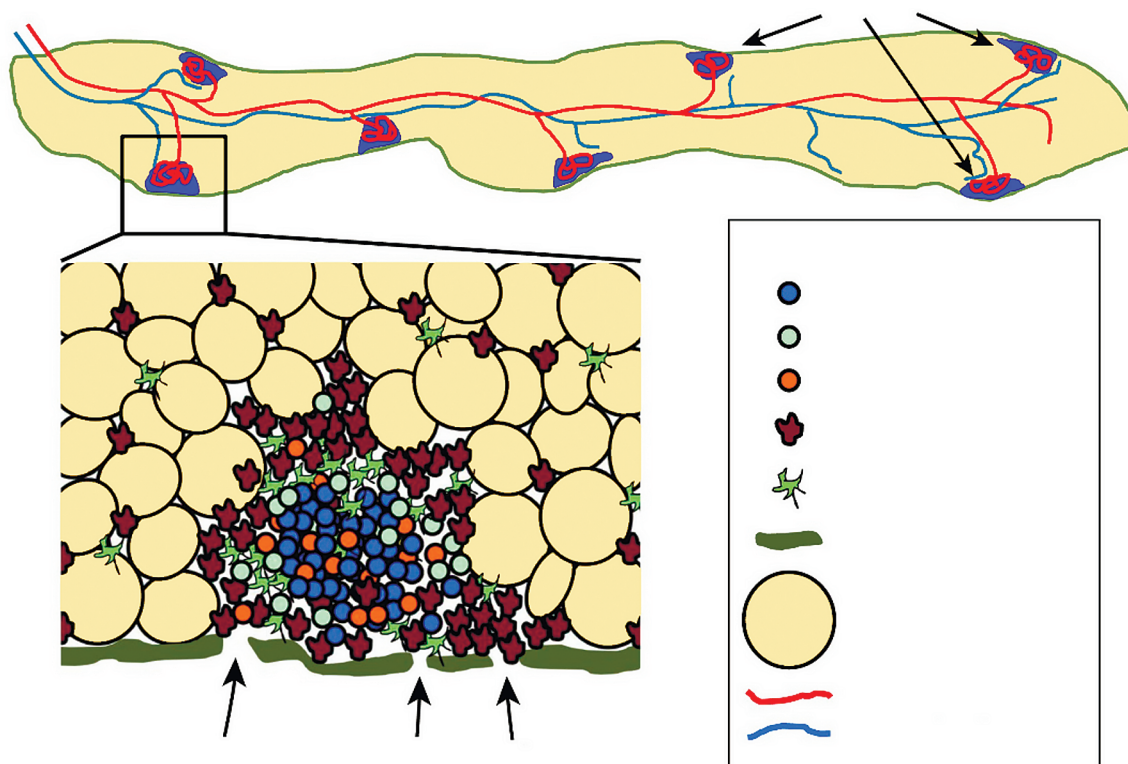


Рис. 15. Схема строения млечных пятен в структуре большого сальника. В-клетки (синие) образуют центральное скопление, тогда как макрофаги (коричневые) и дендритные клетки (светло-зеленые) имеют тенденцию накапливаться снаружи млечного пятна, а также обнаруживаются по отдельности по всему сальнику. Т-клетки (зеленые кружочки) и врожденные иммунные клетки (оранжевые) могут смешиваться с В-клетками или могут группироваться вокруг кровеносных сосудов [15]

Fig. 15. The scheme of the structure of milky spots in the structure of the large omentum. B cells (blue) form a central cluster, whereas macrophages (brown) and dendritic cells (light green) tend to accumulate outside the milky spot, and are also found separately throughout the omentum. T cells (green circles) and innate immune cells (orange) can mix with B cells or can cluster around blood vessels [15]

или неправильной формы непрозрачные пятна легко видимы на сальнике плода и новорожденного. Они бледно-желтого цвета, в связи с чем у взрослых плохо различимы из-за отложений жировой ткани. Размеры этих образований широко варьируют от микро- до макроскопических. У человека млечные пятна больших размеров в сравнении с животными и составляют от 3,5 до 0,5 мм² [22].

Сальник как животных, так и человека содержит множество млечных пятен, которые появляются и исчезают в зависимости от различных условий в брюшной полости. Число их подвержено индивидуальной вариабельности. Характерная для млечных пятен сосудистая сеть образуется в середине срока внутриутробного развития.

В зависимости от клеточного состава выделяют три типа млечных пятен (рис. 15).

«Первичные» млечные пятна встречаются только у плода и новорожденного. Они

содержат большое количество недифференцированных мезенхимных клеток, несколько фибробластов с длинными ветвящимися межклеточными отростками и почти не имеют жировых клеток.

«Пассивные» млечные пятна. На шестом месяце внутриутробного развития количество мезенхимных элементов в пятне сокращается, уступая место жировым клеткам. Это трансформирует пятно в жировое образование с сохранением его сети и редких мезенхимных клеток. Возможно, жировые клетки обладают способностью к клеточной пролиферации и могут превращаться в активные макрофаги.

«Активные вторичные» млечные пятна. Любое раздражение брюшной полости — механическое повреждение, введение химических агентов, материальных частиц или микроорганизмов — вызывает перестройку млечных пятен, превращая их в «активные» вторичные млечные пятна. Пятно увеличива-

ется в размерах, жировые клетки исчезают и заменяются многочисленными фагоцитарными элементами. «Активные» млечные пятна встречаются на сальнике и при нормальных условиях [15].

Трансформация «пассивного» млечного пятна в «активное» — это постепенный процесс, и его стадии можно наблюдать в одной зоне сальника, а изменения, происходящие в «активном» пятне, обратимы. Повторяющиеся стимуляция и трансформация в конечном счете ведут к кальцификации, фиброзу, дегенерации капилляров млечных пятен, что становится обычным процессом в пожилом возрасте.

«Активное» млечное пятно содержит многочисленные лимфоретикулярные клеточные элементы, расположенные как в его глубине, так и на поверхности. Наибольшее количество составляют макрофаги и лимфоциты, меньшее — макрофаги с дендритами и плазматические клетки. Вблизи капилляров много периадвентициальных клеток, иногда встречаются недифференцированные мезенхимные клетки, фибробласты и другие клеточные элементы. При воспалительных процессах в состав млечных пятен включаются нейтрофилы, мигрирующие из кровеносного русла [6, 13].

Интраабдоминальное введение инородных тел вызывает острую воспалительную реакцию, которая сопровождается увеличением количества клеточных элементов в млечных пятнах и мобилизацией гистиоцитов. При этом наблюдается уменьшение количества жировых клеток, что означает ретрансформацию «неактивных» жировых узлов млечных пятен в «активное» вторичное млечное пятно и их распространение по поверхности сальника. Также происходит мобилизация ранее фиксированных мезенхимных клеток в увеличенных млечных пятнах и их превращение в активные фагоциты и макрофаги, которые затем мигрируют к поверхности сальника. Они концентрируются под серозным слоем и поглощают инородный материал, проходящий через мезотелиальные клетки и между ними. Фагоциты, содержащие поглощенный материал, возвращаются в млечное пятно [21]. Некоторые инородные частицы остаются инкапсулированными в млечном пятне навсегда.

Млечные пятна считаются образованиями со стабильной структурой, но в то же время обладают чрезвычайно динамичным клеточным составом, который участвует в специфических иммунологических реакциях, обеспечивая гипотетическую цепь клеточных изменений, имеющих

отношение к иммунной системе. Так, например, макрофаги контролируют инфекционные процессы в данном образовании за счет фагоцитоза, которому также способствуют нейтрофилы, находящиеся в млечных пятнах. В экспериментах на мышах доказано, что смертность от перитонита после оментэктомии выше, чем в контрольных группах [10, 26]. Существуют также исследования, показывающие влияние хронического воспаления, связанного, в частности, с ожирением, при котором снижена активность иммунных клеток в жировых тканях, а значит, и в сальнике [12, 28]. Огромное значение имеет анатомия микроциркуляторного русла и лимфатической системы в онкологической практике и не только.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленная лекция — важный источник информации для студентов педиатрического и лечебного факультетов, клинических ординаторов и практикующих врачей. Теоретическая и практическая значимость изложенного материала чрезвычайно велика, поскольку эти знания являются основополагающими для дальнейшего профессионального развития и могут быть широко применимы в практике медицинских специалистов разнообразных профилей. В дальнейшем планируется продолжение серии лекций, посвященных большому сальнику, где будут рассмотрены другие важные аспекты данной темы.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be pub-

lished and agree to be accountable for all aspects of the work.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

ЛИТЕРАТУРА

- Карелина Н.Р., Уварова А.С., Хисамутдинова А.Р. и др. Клетчаточные пространства женского малого таза. Российские биомедицинские исследования. 2022;7(2):91–101. DOI 10.56871/2978.2022.82.99.007. EDN AMZTDS.
- Карелина Н.Р., Хисамутдинова А.Р., Артюх Л.Ю., Денисова Г.Н. Преподавание дисциплины «анатомия человека» в новых условиях в период эпидемии COVID-2019. Педиатр. 2020;11(3):13–22. DOI: 10.17816/PED11313-22. EDN BHRMCU.
- Андреева С.А., Карелина Н.Р., Ким Т.И. и др. Роль лекций в современном образовательном пространстве. Педиатр. 2021;12(4):103–112. DOI: 10.17816/PED124103-112. EDN YGIMPA.
- Зими́на М.А., Карелина Н.Р., Хисамутдинова А.Р., Артюх Л.Ю. Структура практических занятий по анатомии человека для иностранных студентов, обучающихся в СПбГПМУ на английском языке. Педиатр. 2022;13(3):89–101. DOI: 10.17816/PED13389-101. EDN IJTJHK.
- Шевлюк Н.Н., Халикова Л.В., Халиков А.А. Морфо-функциональная характеристика большого сальника. Журнал анатомии и гистопатологии. 2020;9(2):90–99. DOI: 10.18499/2225-7357-2020-9-2-90-99.
- Beelen RH. The greater omentum: physiology and immunological concepts. The Netherlands journal of surgery. 1991;43(5):145–9.
- Cleypool Cindy G.J. et al. Sympathetic nerve tissue in milky spots of the human greater omentum. Journal of anatomy. 2020;236(1):156–164. DOI: 10.1111/joa.13077.
- Cook Julia A. et al. Omental Vascularized Lymph Node Flap: A Radiographic Analysis. Journal of reconstructive microsurgery. 2018;34(7):472–477. DOI:10.1055/s-0038-1642637.
- Das S.K. The size of the human omentum and methods of lengthening it for transplantation. British journal of plastic surgery. 1976;29(2):170–44. DOI:10.1016/0007-1226(76)90045-x.
- Greenberg S., Grinstein S. Phagocytosis and innate immunity. Current opinion in immunology. 2002;14(1):136–145.
- Howell Anna C. et al. Anatomical Basis of the Gastroepiploic Vascularized Lymph Node Transfer: A Radiographic Evaluation Using Computed Tomographic Angiography. Plastic and reconstructive surgery. 2018;142(4):1046–1052. DOI:10.1097/PRS.0000000000004772.
- Kane H., Lynch L. Innate immune control of adipose tissue homeostasis. Trends in immunology. 2019;40(9):857–872.
- Liu Mingyong et al. Specialized immune responses in the peritoneal cavity and omentum. Journal of Leukocyte Biology. 2020;109:717–729.
- Lockwood C.B. The Development of the Great Omentum and Transverse Mesocolon. Journal of anatomy and physiology. 1884;18(3):257–64.
- Meza-Perez, Selene and Troy D. Randall. Immunological Functions of the Omentum. Trends in immunology. 2017;38(7):526–536.
- Ott D. Laparoscopy and Adhesion Formation, Adhesions and Laparoscopy. Seminars in Reproductive Medicine. 2008;26(04):322–30. DOI: 10.1055/s-0028-1082390.
- Qiu Z., Li B., Shi N. The anatomical features of the digestive system of the new-born infants. Acta Anatomica Sinica. 1959.
- Raxmatovich Nurov J., Ahmadova M.A. Qizi. Features of Anatomy of the Greater Omentum. International Journal on Orange Technologies. 2021;3(9):66–68. DOI:10.31149/ijot.v3i9.2198.
- Schäfer Tobias et al. Initial morphological symmetry breaking in the foregut and development of the omental bursa in human embryos. Journal of anatomy. 2021;238(4):1010–1022. DOI:10.1111/joa.13344.
- Shimotsuma M. et al. Morpho-physiological function and role of omental milky spots as omentum-associated lymphoid tissue (OALT) in the peritoneal cavity. Lymphology. 1993;26(2):90–101.
- Shimotsuma M. et al. Activation of omental milky spots and milky spot macrophages by intraperitoneal administration of a streptococcal preparation, OK-432. Cancer research 1992;52(19):5400–2.
- Shimotsuma M. et al. Milky spots in the human greater omentum. Macroscopic and histological identification. Acta anatomica. 1989;136(3):211–6. DOI:10.1159/000146888.
- Sompayrac S.W. et al. The greater omentum. AJR. American journal of roentgenology. 1997;168(3):683–687.
- Swaen A. Recherches sur le développement du foie, du tube digestif, de l'arrière-cavité du péritoine et du mésentère. Anat. Physiol. 1897;33:222–258.
- Thureson-Klein A et al. Ultrastructure of the nerves in veins from human omentum. Neuroscience. 1976;1(4):333–7. DOI:10.1016/0306-4522(76)90060-9.
- Wang A.W. et al. The contribution of the omentum to the outcome from sepsis: an experimental animal study. Shock. 2019;52(6):604–611.
- Watters David A K. Guy de Chauliac: pre-eminent surgeon of the Middle Ages. ANZ journal of surgery. 2013;83(10):730–4. DOI:10.1111/ans.12349.
- Liu R., Nikolajczyk B.S. Tissue immune cells fuel obesity-associated inflammation in adipose tissue and beyond. Front Immunol. 2019;10:1587.

REFERENCES

- Karelina N.R., Uvarova A.S., Khisamutdinova A.R. i dr. Kletchatchochnyye prostranstva zhenskogo malogo taza. [Cellular spaces of the female pelvis]. Rossiyskiye biomeditsinskiye issledovaniya. 2022;7(2):91–101. DOI: 10.56871/2978.2022.82.99.007. EDN AMZTDS. (in Russian).
- Karelina N.R., Khisamutdinova A.R., Artyukh L.Yu., Denisova G.N. Prepodavaniye distsipliny “anatomya cheloveka” v novykh usloviyakh v period epidemii COVID-2019. [Teaching the discipline “human anatomy” in new conditions during the COVID-2019 epidemic]. Pediatr. 2020;11(3):13–22. DOI: 10.17816/PED11313-22. EDN BHRMCU. (in Russian).
- Andreyeva S.A., Karelina N.R., Kim T.I. i dr. Rol’ lektsiy v sovremennom obrazovatel’nom prostranstve. [The role of lectures in the modern educational space]. Pediatr. 2021;12(4):103–112. DOI: 10.17816/PED124103-112. EDN YGIMPA. (in Russian).
- Zimina M.A., Karelina N.R., Khisamutdinova A.R., Artyukh L.Yu. Struktura prakticheskikh zanyatiy po anatomii cheloveka dlya inostrannykh studentov, obuchayushchikhsya v SPbGPMU na angliyskom yazyke. [The structure of practical classes in human anatomy for foreign students studying at St. Petersburg State Pediatric Medical University in English]. Pediatr. 2022;13(3):89–101. DOI: 10.17816/PED13389-101. EDN IJTJHK. (in Russian).
- Shevlyuk N.N., Khalikova L.V., Khalikov A.A. Morfofunktsional’naya kharakteristika bol’shogo sal’nika. [Morphofunctional characteristics of the greater omentum]. Zhurnal anatomii i gistopatologii. 2020;9(2):90–99. DOI: 10.18499/2225-7357-2020-9-2-90-99. (in Russian)
- Beelen R.H. The greater omentum: physiology and immunological concepts. The Netherlands journal of surgery. 1991;43(5):145–9.
- Cleypool Cindy G.J. et al. Sympathetic nerve tissue in milky spots of the human greater omentum. Journal of anatomy. 2020;236(1):156–164. DOI:10.1111/joa.13077.
- Cook Julia A. et al. Omental Vascularized Lymph Node Flap: A Radiographic Analysis. Journal of reconstructive microsurgery. 2018;34(7):472–477. DOI: 10.1055/s-0038-1642637.
- Das S.K. The size of the human omentum and methods of lengthening it for transplantation. British journal of plastic surgery. 1976;29(2):170–44. DOI: 10.1016/0007-1226(76)90045-x.
- Greenberg S., Grinstein S. Phagocytosis and innate immunity. Current opinion in immunology. 2002;14(1):136–145.
- Howell Anna C. et al. Anatomical Basis of the Gastroepiploic Vascularized Lymph Node Transfer: A Radiographic Evaluation Using Computed Tomographic Angiography. Plastic and reconstructive surgery. 2018;142(4):1046–1052. DOI: 10.1097/PRS.00000000000004772.
- Kane H., Lynch L. Innate immune control of adipose tissue homeostasis. Trends in immunology. 2019;40(9):857–872.
- Liu Mingyong et al. Specialized immune responses in the peritoneal cavity and omentum. Journal of Leukocyte Biology. 2020;109:717–729.
- Lockwood C.B. The Development of the Great Omentum and Transverse Mesocolon. Journal of anatomy and physiology. 1884;18(3):257–64.
- Meza-Perez, Selene and Troy D. Randall. Immunological Functions of the Omentum. Trends in immunology. 2017;38(7):526–536.
- Ott D. Laparoscopy and Adhesion Formation, Adhesions and Laparoscopy. Seminars in Reproductive Medicine. 2008;26(04):322–30. DOI: 10.1055/s-0028-1082390.
- Qiu Z., Li B., Shi N. The anatomical features of the digestive system of the new-born infants. Acta Anatomica Sinica. 1959.
- Raxmatovich Nurov J., Ahmadova M.A. Qizi. Features of Anatomy of the Greater Omentum. International Journal on Orange Technologies. 2021;3(9):66–68. DOI: 10.31149/ijot.v3i9.2198.
- Schäfer Tobias et al. Initial morphological symmetry breaking in the foregut and development of the omental bursa in human embryos. Journal of anatomy. 2021;238(4):1010–1022. DOI:10.1111/joa.13344.
- Shimotsuma M. et al. Morpho-physiological function and role of omental milky spots as omentum-associated lymphoid tissue (OALT) in the peritoneal cavity. Lymphology. 1993;26(2):90–101.
- Shimotsuma M. et al. Activation of omental milky spots and milky spot macrophages by intraperitoneal administration of a streptococcal preparation, OK-432. Cancer research 1992;52(19):5400–2.
- Shimotsuma M. et al. Milky spots in the human greater omentum. Macroscopic and histological identification. Acta anatomica. 1989;136(3):211–6. DOI: 10.1159/000146888.
- Sompayrac S.W. et al. The greater omentum. AJR. American journal of roentgenology. 1997;168(3):683–687.
- Swaen A. Recherches sur le développement du foie, du tube digestif, de l’arrière-cavité du péritoine et du mésentère. Anat. Physiol. 1897;33:222–258.
- Thureson-Klein A et al. Ultrastructure of the nerves in veins from human omentum. Neuroscience. 1976;1(4):333–7. DOI: 10.1016/0306-4522(76)90060-9.
- Wang A.W. et al. The contribution of the omentum to the outcome from sepsis: an experimental animal study. Shock. 2019;52(6):604–611.
- Watters David A K. Guy de Chauliac: pre-eminent surgeon of the Middle Ages. ANZ journal of surgery. 2013;83(10):730–4. DOI:10.1111/ans.12349.
- Liu R., Nikolajczyk B.S. Tissue immune cells fuel obesity-associated inflammation in adipose tissue and beyond. Front Immunol. 2019;10:1587.